

Vliv přípravy a mletí na antioxidační vlastnosti kávy

Bc. Klára Vítková

Diplomová práce
2021

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav technologie potravin

Akademický rok: 2020/2021

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE (projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Klára Vítková**
Osobní číslo: **T19431**
Studijní program: **N0721A210004 Technologie potravin**
Studijní obor: **Technologie potravin**
Forma studia: **Kombinovaná**
Téma práce: **Vliv přípravy a mletí na antioxidační vlastnosti kávy.**

Zásady pro vypracování

I. Teoretická část

1. Botanický původ kávy a oblasti pěstování.
2. Chemické složení kávových zrn.
3. Metody stanovení antioxidační kapacity.
4. Stanovení obsahu kofeinu.
5. Obsah polyfenolických látek v kávách.
6. Zdravotní benefity kávy.

II. Praktická část

1. Metodiky stanovení, měřicí přístroje a chemikálie.
2. Výsledky a diskuze.

III. Závěry práce.

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

Seznam doporučené literatury:

- [1] PACKER, Lester, Midori HARIMATSU a Toshikazu YOSHIKAWA, ed. *Antioxidant food supplements in human health*. San Diego [etc.]: Academic Press, c1999, XXV, 511 s. ISBN 0125435908
- [2] BARTOSZ, G. *Food oxidants and antioxidants: chemical, biological, and functional properties*. Boca Raton: CRC Press, 2014, xvii, 550 p. Chemical and functional properties of food components series. ISBN 9781439882429
- [3] CROZIER, Alan, Hiroshi ASHIHARA a F. A. TOMÁS-BARBERÁN, ed. *Teas, cocoa and coffee: plant secondary metabolites and health*. Chichester: Wiley-Blackwell, 2012, 1 online zdroj (x, 252 s.)
- [4] CHU, Yi-Fang, ed. *Coffee: emerging health effects and disease prevention*. Ames, Iowa: Wiley-Blackwell/IFT Press, 2012, 1 online zdroj (xxiv, 324 s.)
- [5] DAVIES VESELÁ, Petra. *Kniha o kávě: průvodce světem kávy s recepty na její přípravu*. Praha: Smart Press, 2010, 238 s. ISBN 9788087049341

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

Datum zadání diplomové práce: **31. prosince 2020**
Termín odevzdání diplomové práce: **14. května 2021**

L.S.

prof. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan

Ing. Robert Gál, Ph.D.
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 8. února 2021

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 vliv hrubosti mletí kávových zrn a extrakci látek při přípravě nápoje espresso. Sítovou analýzou byla stanovena velikost pomletých částic pro stupeň mletí 3 (379 ± 10) μm , stupeň mletí 5 (441 ± 10) μm a pro stupeň mletí 8 (502 ± 10) μm . Antioxidační aktivita byla stanovena metodou DPPH a dosahovala hodnot inaktivace v rozmezí od ($66,18 \pm 0,21$) % do ($74,66 \pm 0,35$) %. Celkový obsah polyfenolických látek byl stanoven spektrofotometricky a pohyboval se v rozmezí ($29,28 \pm 0,09$) až ($38,79 \pm 0,09$) mg GAE/g. Kofein byl stanoven analýzou HPLC a hodnoty byly stanoveny v rozmezí od ($130,42 \pm 0,36$) do ($91,17 \pm 1,36$) $\text{mg} \cdot 100\text{ml}^{-1}$. Obsah volných iontů byl stanoven elektrickou vodivostí a dosahoval hodnot od ($2,903 \pm 0,005$) do ($2,420 \pm 0,006$) $\text{mS} \cdot \text{cm}^{-1}$. Sensorickou analýzou byl jako nejchutnější vzorek vyhodnocena káva Keňa – Top Masai stupeň mletí 3.

Klíčová slova: káva, velikost částic, antioxidační aktivita, polyfenolické látky, kofein, elektrická vodivost, sensorická analýza

ABSTRACT

The diploma thesis is focused on the influence of grinding of coffee beans and extraction substances in the preparation of espresso drinks. The size of the ground particles was determined by sieve analysis for grinding degree 3 (379 ± 10) μm , grinding degree 5 (441 ± 10) μm and for grinding degree 8 (502 ± 10) μm . Antioxidant activities were determined by the DPPH method and inactivity values ranging from (66.18 ± 0.21)% to (74.66 ± 0.35)% were achieved. The total content of polyphenolic substances was determined spectrophotometrically and in the range of different (29.28 ± 0.09) to (38.79 ± 0.09) mg GAE/g. Caffeine was determined by HPLC analysis and the values were determined in different from (130.42 ± 0.36) to (91.17 ± 1.36) $\text{mg} \cdot 100\text{ml}^{-1}$. The content of free ions was determined by electrical conductivity and a range of values from (2.903 ± 0.005) to (2.420 ± 0.000) $\text{mS} \cdot \text{cm}^{-1}$. Sensory analysis identified Kenya – Top Masai grinding degree 3 as the most delicious sample.

Keywords: coffee, particle size, antioxidant activity, polyphenols, caffeine, electrical conductivity, sensory analysis

Ráda bych poděkovala paní doc. Mgr. Barboře Lapčíkové, Ph.D., pod jejímž vedením vznikala tato práce, děkuji za všechny konzultace a rady v průběhu zpracování práce. Dále děkuji za pomoc v laboratoři panu Ing. Tomáši Valentovi, Ph. D., paní doc. Ing. Daniele Sumczynski, Ph. D. a paní Ing. Lence Fojtíkové za analýzu kofeinu pomocí HPLC.

OBSAH

ÚVOD.....	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 BOTANICKÝ PŮVOD KÁVY A OBLASTI PĚSTOVÁNÍ.....	12
1.1 HISTORIE KÁVY	12
1.2 KÁVOVNÍK	13
1.2.1 <i>Coffea arabica</i>	17
1.2.2 <i>Coffea canephora</i>	18
1.3 OBLASTI PĚSTOVÁNÍ	18
2 ZPRACOVÁNÍ KÁVY	21
2.1 SBĚR KÁVY.....	21
2.2 ZPRACOVÁNÍ ZRN.....	22
2.2.1 Suché zpracování	22
2.2.2 Mokrý zpracování.....	22
2.2.3 Polopromyté zpracování.....	23
2.3 LOUPÁNÍ A LEŠTĚNÍ ZRN.....	23
2.4 TŘÍDĚNÍ A BALENÍ	23
2.5 PRAŽENÍ	24
2.5.1 Stupně pražení.....	25
2.6 CHLAZENÍ A USKLADNĚNÍ	26
2.7 MLETÍ	27
3 CHEMICKÉ SLOŽENÍ KÁVOVÝCH ZRN	30
3.1 POLYFENOLICKÉ LÁTKY	31
3.2 LIPIDY	31
3.2.1 Diterpeny.....	32
3.3 KOFEIN.....	33
3.4 VLIV PRAŽENÍ ZRN NA CHEMICKÉ SLOŽENÍ A SENZORICKÉ VLASTNOSTI.....	34
4 VLIV KONZUMACE KÁVY NA LIDSKÉ ZDRAVÍ.....	36
4.1 POLYFENOLICKÉ LÁTKY	36
4.2 DITERPENY.....	37
4.3 KOFEIN.....	37
5 STANOVENÍ ANTIOXIDAČNÍ KAPACITY, FENOLICKÝCH LÁTEK, KOFEINU, MĚRNÉ KAPACITY, SÍTOVÁ ANALÝZA.....	39
5.1 METODY STANOVENÍ ANTIOXIDAČNÍ AKTIVITY.....	39
5.1.1 ORAC.....	39
5.1.2 Metoda TEAC	39

5.1.3	DPPH (1,1-difenyl-2-(2,4,6-trinitrofenyl)hydrazyl)	40
5.1.4	FRAP (Ferric reducing antioxidant potential)	40
5.2	STANOVENÍ FENOLICKÝCH LÁTEK	41
5.3	STANOVENÍ KOFEINU	41
5.4	STANOVENÍ VELIKOSTI ČÁSTIC	42
5.5	STANOVENÍ ELEKTRICKÉ VODIVOSTI	43
II	PRAKTICKÁ ČÁST	44
6	CÍL PRÁCE	45
7	METODIKA PRÁCE	46
7.1	CHARAKTERISTIKA VZORKŮ	46
7.1.1	Vzorek č. 1 – INDIE PLANTA – 100% Arabika	46
7.1.2	Vzorek č. 2 – KEŇA – TOP MASAI - 100% Arabika	46
7.1.3	Vzorek č. 3 – KOLUMBIE – SUPREMO - 100% Arabika	46
7.1.4	Vzorek č. 4 – DOMINIKÁNSKÁ REPUBLIKA – BARAHONA - 100% Arabika	47
7.1.5	Vzorek č. 5 – COSTA RICA – TARRAZU - 100% Arabika	47
7.1.6	Vzorek č. 6 – BELLAROM – směs 65% Arabika a 35% Robusta	47
7.2	POUŽITÉ CHEMIKÁLIE	47
7.3	VYBAVENÍ A PŘÍSTROJE	48
7.4	PŘÍPRAVA VZORKŮ	49
7.5	STANOVENÍ VELIKOSTI ČÁSTIC	49
7.5.1	Princip síťové analýzy	49
7.5.2	Postup	50
7.6	STANOVENÍ ANTIOXIDAČNÍ AKTIVITY	50
7.6.1	Princip metody DPPH	50
7.6.2	Postup	50
7.7	STANOVENÍ FENOLICKÝCH LÁTEK	51
7.7.1	Princip metody stanovení pomocí Folin-Ciocalteuova fenolového činidla	51
7.7.2	Postup	51
7.8	STANOVENÍ OBSAHU KOFEINU	52
7.8.1	Princip metody stanovení pomocí HPLC	52
7.8.2	Postup	52
7.9	STANOVENÍ ELEKTRICKÉ VODIVOSTI	53
7.9.1	Princip konduktivity	53
7.9.2	Postup	54
8	VÝSLEDKY A DISKUZE	55
8.1	STANOVENÍ VELIKOSTI ČÁSTIC	55
8.2	ANTIOXIDAČNÍ AKTIVITA	55

8.2.1	Kalibrační křivka troloxu	55
8.2.2	Inaktivace DPPH	56
8.2.3	Antioxidační aktivita TEAC	58
8.3	POLYFENOLICKÉ LÁTKY	62
8.3.1	Kyselina gallová.....	62
8.3.2	Polyfenolické látky.....	63
8.4	KOFEIN.....	65
8.4.1	Kalibrační křivka kofeinu	65
8.4.2	Kofein.....	65
8.5	ELEKTRICKÁ VODIVOST	67
8.6	SENZORICKÁ ANALÝZA	69
8.6.1	Senzorické hodnocení vzorků káv	70
8.6.2	Vyhodnocení	71
ZÁVĚR		73
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....		75
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....		88
SEZNAM OBRÁZKŮ		89
SEZNAM TABULEK.....		90

ÚVOD

Káva se v dnešní době stala nápojem každodenní konzumace mladších i starších - někdo si bez kávy nedokáže představit své ráno a dokonce je káva první věc, kterou ihned po probuzení konzumuje nebo se káva stává nejčastěji součástí dopolední pauzy pro doplnění energie. Káva hraje i významnou roli v sociálním životě, kdy se s přáteli setkáváme právě u šálku dobré kávy v kavárně (1).

Káva se tak pije doma, v zaměstnání, v restauraci, na ulici, v kavárně. Má mnoho způsobů příprav, dle množství přidané vody se může vlézt do malého šálku, ale i klasického hrnku. Existuje mnoho variant i pro dochucení kávy, kromě černé kávy tak existuje i káva s cukrem, mlékem, šlehačkou a dalšími přísadami (2).

Je tedy jasné, že si káva, původem z Etiopie, rychle získala oblibu a rozšířila se po celém světě. V Arábii je známa pod názvem „qahwah“, „kahveh“ je nazývána u Turků, v Evropě je potom známá v Itálii jako „caffee“, ve Francii „café“, v Anglii „coffee“, v Dánsku jako „koffie“ (3).

Důvodem celosvětové oblíbenosti tohoto nápoje je bez diskuze i fakt, že káva obsahuje významný alkaloid, a to kofein. Nejenom že svými vlastnosti dotváří specifickou chuť a aroma nápoje, ale kofein je také stimulant, v tomto případě zřejmě nejrozšířenější na světě (4).

Káva je tedy konzumována nejenom pro svou unikátní aromatickou chuť, ale i kvůli stimulačnímu efektu. Konzumenti pro pití kávy mohou mít čistě emoční důvody, tedy jim káva pomůže uvolnit se a zlepšit náladu. Jiný důvod pro konzumaci kávy na druhou stranu může být více racionální, a to je pomoc s probuzením a nabuzením organismu a zlepšení soustředěnosti pro naše činnosti a zahnání únavy (2).

Nejenom kofein, ale i další významné antioxidační látky, které káva obsahuje, jsou předmětem této práce. V teoretické části bude řečeno vše o kávovníku, historii, zpracování. Budou popsány nejvýznamnější látky obsažené v kávě a posléze část praktická bude zaměřena na obsah těchto látek u vybraných vzorků a vlivů samotné přípravy nápoje na tyto látky.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 BOTANICKÝ PŮVOD KÁVY A OBLASTI PĚSTOVÁNÍ

1.1 Historie kávy

Dle studií pochází káva z jihozápadní Etiopie z provincie Kaffa. Hornatá oblast, kde vrcholky dosahují až 3 500 m n.m. s mírným klimatem a bujnou tropickou vegetací poskytla podmínky pro divoký růst kávovníku. Poté se rozšířila do Arábie (3).

Káva měla více možností použití, ne vždy z ní byl připravován nápoj tak, jak je znám dnes. V minulosti kolem roku 800 byla místními obyvateli Etiopie zařazena do tamního jídelníčku jako důležitá součást pro zdolávání nehostinné krajiny. Kávová zrna byla sušena, poté rozemleta a smíchána s tukem nebo slaným máslem, směs byla vytvarována do kuliček a takto zpracované byly používány jako zdroj energie na dlouhých cestách (3).

Poprvé jako nápoj se káva objevila zpracována jako fermentované víno, k jehož výrobě se používaly celé lusky (3).

Až kolem roku 1200 se dá hovořit o kávě jako o nápoji připravovaném z horké vody, ale v počátcích se používala k výrobě nápoje zrna syrová a nezpracovaná. Až o století později se začala zrna pražit, mlít a poté zalévat horkou vodou (3).

První psaná zmínka o kávě pochází z 8. století od arabského lékaře Razese, kávová zrna byla nazývána “bunca” nebo “bunchum”, který roztok z vyvařených sušených zrn používal jako léčivo. Kávová zrna si získala pozornost také perského lékaře a filozofa Avicenna, který se vůbec jako první pokusil analyzovat vlastnosti zrn (3).

Další osudy kávového zrna jsou opředeny tajemstvím a známe je pouze z legend a folkloru. Jedna z nich vypráví o knězi a lékaři Omarovi, který byl nucen odejít do exilu. Usadil se v horách, kde narazil na zvláštní ovoce, všiml si stimulačních účinků, které na něj ovoce po požití mělo. Postupem času začal zrna pražit a louhovat je v horké vodě, načež mu nápoj velice zachutnal a vnímal i jeho povzbuzující účinky. Nápoj začal používat pro své pacienty a dostal se takového věhlasu, že byl pozván zpátky do města, ze kterého byl původně vyhnán do exilu, vrátil se tedy zpátky do města Moka, kam sahají kořeny nápoje z kávy. Jiná z legend zase vypráví o pasáčkovi, jehož kozy požíraly listy a ovoce neznámé rostliny, všiml si, že na kozy má rostlina zvláštní účinek, proto se rozhodl sám plody rostliny ochutnat, následoval pocit euforie. Pasáček tedy o rostlině pověděl ostatním. O účincích rostliny se doslechli i mniši, kteří ji začali testovat pro své dlouhé ceremonie, aby se zbavili únavy a neusínali. Nápoj pomohl a postupně se rozšiřoval dál (3).

Ať už to bylo jakkoliv, jisté je, že kolem roku 1300 nápoj získává velkou popularitu a roste jeho obliba (3).

V Národní knihovně v Paříži byl dochován spis z Arábie, kde se vypráví o duchovním Gemalledinovi z Adenu, který cestoval do Habeše, kde kávu ochutnal. Kolem roku 1454 se potom vrátil zpátky do Adenu s pytlí upražených kávových zrn a postaral se o popularizaci nápoje v jeho domovině a postupnému šíření obliby nápoje (3).

Káva se rychle šířila celou Arábií - do Meccy, Mediny a dalších měst. Koncem 15. století stoupla popularita nápoje v Persii. Káva se postupně stala součástí každodenního veřejného života. Roku 1510 byla přivezena do Káhiry, z Egypta její šíření pokračovalo roku 1530 do Damašku a roku 1532 do Aleppa a odtud se rozšířila po celé Sýrii (3).

Ne všichni však našli zalíbení v tomto nápoji, objevovaly se i názory, že káva je opojný nápoj nepřipustný pro muslimský zákon. Po nějakou dobu tak bylo pití nápoje v Mecce na krátkou chvíli zakázáno. I v Káhiře byly snahy o zákaz nápoje, zasazoval se o ně kněží Abdalla Ibrahim. Ani on však naštěstí nebyl úspěšný a zákaz pití kávy nebyl prosazen (3).

Do Konstantinopole se káva dostala v roce 1517 z Egypta a v roce 1554 zde byla založena první kavárna (3).

První zmínka o kávě v Evropě pochází od německého lékaře, botanika a cestovatele Leonharda Rauwolfa, který kávu ochutnal v Aleppu a zmínil se o ní ve své knize, která byla publikována roku 1582 ve Frankfurtu, nápoj je zde zmíněn pod pojmen "chaube" a zrna pojmenovává "buncho" a "bunca"(3).

1.2 Kávovník

Kávovník, latinsky rod *Coffea*, je rostlina z čeledi mořenovité, druhově je velice rozmanitý, ale mezi nejvýznamnější druhy z pohledu komerčního využití patří *Coffea arabica* a *Coffea canephora* (5).

Tabulka 1 Taxonomické zařazení kávovníku (6)

	Latinsky	Česky
Říše	<i>Plantae</i>	Rostliny
Podříše	<i>Viridiplantae</i>	Zelené rostliny
Skupina	<i>Streptophyta</i>	Streptofyty
Nadkmen	<i>Embryophyta</i>	Vyšší rostliny
Oddělení	<i>Tracheophyta</i>	Cévnaté rostliny
Pododdělení	<i>Spermatophytina</i>	Semenné rostliny
Třída	<i>Magnoliopsida</i>	Dvouděložné

Nadřád	<i>Asteranae</i>	
Řád	<i>Gentianales</i>	Hořcotvaré
Čeleď	<i>Rubiaceae</i>	Mořenovité
Rod	<i>Coffea L.</i>	Kávovník
Druh	<i>Coffea arabica L.</i>	Kávovník arabský

Kávovník se vyskytuje v oblasti subtropického a tropického pásma, je tedy jasné, že vyžaduje specifické podnebí - teplo a vlhko – se stálými teplotami mezi 18 až 22 °C (7).

Jedná se o ovocnou dřevinu rozmanité výšky dle druhu. Může dosahovat výšky až 15 metrů a nejmenší rostliny naopak sahají pouze do výšky 1,5 metru (8). Na plantážích jsou keře udržovány tak, aby dosáhly maximální výšky 3 metry z důvodu usnadnění sklizně (9). Dle podnebí mohou růst v podrostu vyšších stromů, kde jsou chráněny před ostrým přímým slunečním zářením. V oblastech, kde slunce nepálí tak silně, mohou růst i na přímém slunci (8).



Obrázek 1 Kávovníková plantáž (10)

První plody od zasazení rostlinky se mohou sklízet až po 3 až 4 letech, záleží na druhu kávovníku. Kávovník se může dožít až téměř 50 let. Rozmnožuje se pomocí semen ze zralých plodů, pro klíčení, které trvá 3 až 4 týdny, je optimální kyselá výživná půda (8).

Několikrát do roka kávovník kvete drobnými bílými květy, kdy většinou již po pár dnech dochází ke vzniku zárodků plodů tzv. kávových třešní (7,8).

Plody mohou zrát 6 až 9 měsíců, a to v závislosti na odrůdě a poloze plantáže (7).

Zajímavostí je, že na jedné rostlině se můžou nacházet zároveň zralé ale i nezralé plody i květy (9). Sklizeň tedy probíhá několikrát do roka dle polohy plantáže (8).



Obrázek 2 Květ a plod kávovníku (11)

Plody mají nejprve zelenou barvu, což znamená, že jsou ještě nezralé, tudíž nevhodné pro sklizeň. Pokud by byly utrženy, už by nedošlo k jejich dozrání a byly by tak znehodnoceny. Postupně tedy plody dozrávají do červené, tmavě červené až fialkové barvy. V závislosti na odrůdě se mohou vyskytovat i s plody, jejichž barva je po dozrání žlutá až oranžová. Načasování sběru je velmi důležité, protože přezrálé plody jsou zkažené a nedají se k dalšímu zpracování použít (8).

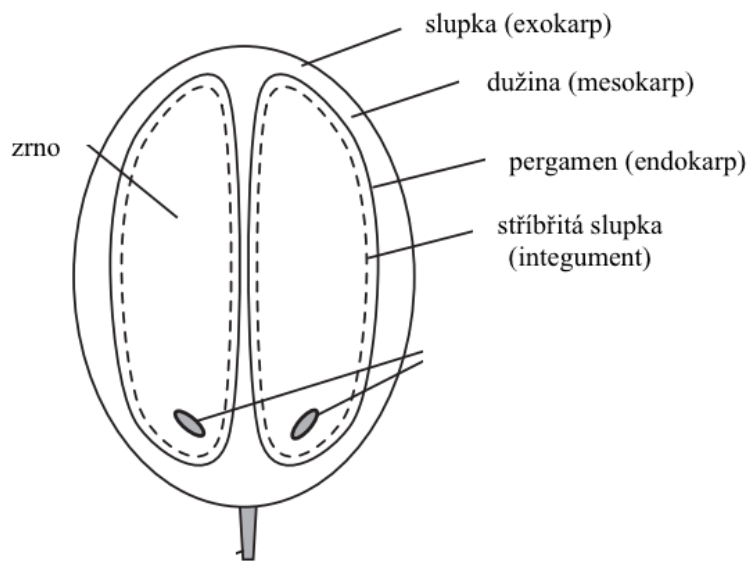


Obrázek 3 Nezralé plody kávovníku (11)



Obrázek 4 Kávovník se zralými plody (11)

Plody kávovníku jsou 1,5 cm velké peckovice tvarem připomínající třešně. Na povrchu jsou obaleny slupkou, pod kterou se nachází dužina, ve které jsou uložena dvě zelená kávová zrnka natočená plochou stranou k sobě. Může se stát, že plod má pouze zrno jedno, v takovém případě jej nazýváme jako perlové zrno (8).



Obrázek 5 Řez plodem kávovníku (5)

1.2.1 *Coffea arabica*

Původ rostliny se orientuje do vyšší oblasti jihozápadní Etiopie na pomezí s hranicemi Keni a jižního Súdánu, kde se divoce rostoucí kávovníky mohou vyskytovat i dnes v podrostu horských a podhorských lesů, rostliny takových kávovníků potom dosahují výšky 9 až 12 metrů (1).

Kávovník arabský se pěstuje v tropických oblastech, žádoucí jsou takové oblasti, kde se projevují rozdíly teplot mezi dnem a nocí, ráno se tak tvoří mlha nebo rosa optimální pro růst plodiny (12).

V tropech jsou to oblasti ve vyšších nadmořských výškách mezi 600 – 2000 metry nad mořem s optimální teplotou mezi 15 – 24 °C. Vzhledem je kávovník arabský stálezelený keř až nízký strom, dorůstající výšky 2 – 6 metrů. Plodina je náročnější na pěstování a první úroda se objevuje až po 6 letech. (8,12).

Zpracovaná zrna rostliny *Coffea arabica*, označovaná jako Arabika, jsou řazena mezi ty lepší a kvalitnější, obsahuje menší procento kofeinu než Robusta, chuťově je Arabika spíše kyselejší. 75% světové produkce kávy je pokryto právě touto odrůdou (8).

1.2.2 *Coffea canephora*

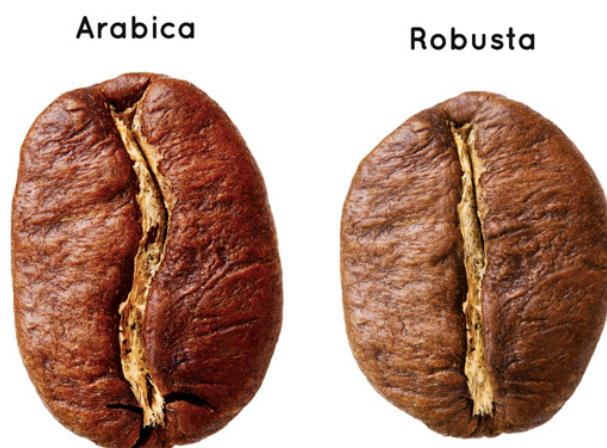
Na trhu je konečný produkt z této plodiny znám pod názvem Robusta. Vzhledově plodina vypadá jako menší stromek, dosahuje vzrůstu až 10 metrů, Původ rostliny je lokalizován v subsaharské Africe v oblasti od Libérie po západní Tanzanii a na jih do Angoly.

V současnosti je výskyt rostliny v tropech celého světa, kde je pěstována v nadmořské výšce v 200 – 600 metrech nad mořem, rostlina vyžaduje teplejší a stabilnější klima oproti Arabice, ideální teplota pro růst je 24 – 29 °C. Oproti Arabice je však méně náročná na pěstování, díky snášenlivosti vyšších teplot pro pěstování, Robusta rychleji roste a plody rychleji dozrávají a první sklizeň je možná již po 2 – 3 letech (8,13).

Jak již bylo zmíněno, Robusta obsahuje více kofeinu, někdy až dvojnásobné množství oproti Arabice. Chutově je Robusta více hořká a zemitější, často se používá ve směsích s Arabikou, hojně je také používána pro výrobu instantních a rozpustných výrobků.

Celosvětová produkce *Coffea canephora* dosahuje 35- 40% z celkové produkce (1,8,13).

Rozdílná jsou také samotná zrna. Zatímco zrnko Arabiky je ploché, protáhlé a rýha uprostřed zrna je zakřivená, tak Robusta má zrno spíše vypouklejší a zaoblenější a rýha je rovná (8).

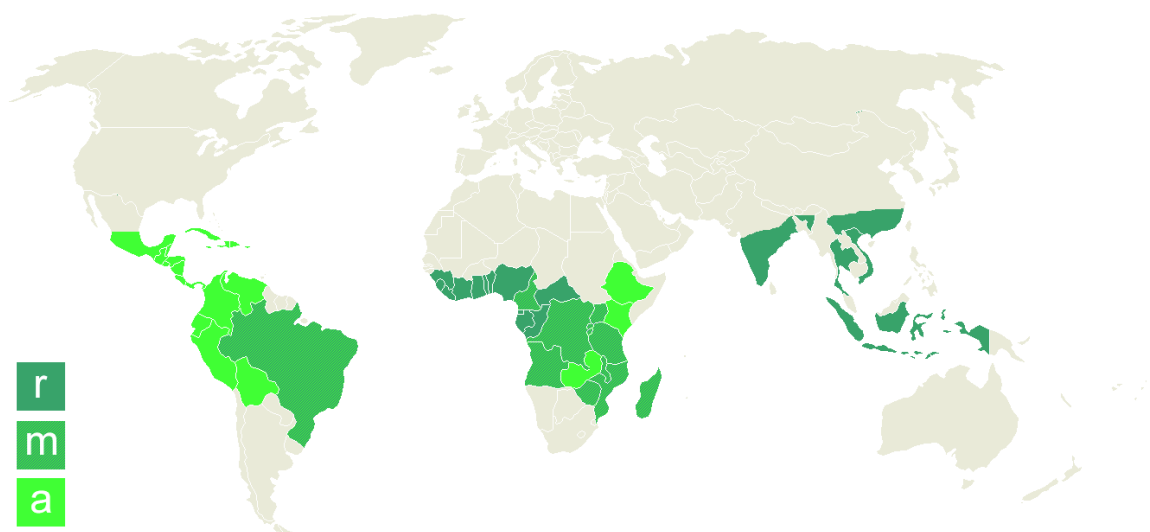


Obrázek 6 Rozdílný tvar upražených zrn kávy (14)

1.3 Oblasti pěstování

V pásu mezi obratníkem Raka a Kozoroha, tedy v tropickém pásu, se kávovníku daří nejlépe a tato oblast splňuje všechny předpoklady pro úspěšné pěstování a růst rostliny – dostatečné teplo a množství srážek. Kávu tak pěstuje přes 50 států světa. Nejvíce kávy

druhu Arabika se vypěstuje ve Střední a Jižní Americe. Již přes 40 let si bezkonkurenční prvenství v produkci Arabiky drží Brazílie, jejíž podíl na celosvětové úrodě kávy dosahuje 35 % a kde je kávovník hlavní zemědělskou plodinou. Největším producentem kávy Robusta je Vietnam, u kterého během devadesátých let došlo k výraznému vzestupu produkce, a je tak v současnosti druhým největším producentem kávy na světě. Na třetím místě v celosvětové produkci kávy stojí Kolumbie, která se zaměřuje na pěstování kvalitní Arabiky (15,16).



Obrázek 7 Mapa produkce kávy (R = robusta, A = arabika, M = robusta + arabika) (15)

V tabulce níže je shrnuta celosvětová produkce kávy druhu Arabika a Robusta za roky 2017 až 2020. Dále je uvedena produkce dle jednotlivých kontinentů a států, kde je produkce největší. Jednotka je tisíc 60kg pytlů.

Tabulka 2 Produkce kávy v jednotlivých letech (17)

	2017	2018	2019	2020
Arabika	98 187	99 873	96 816	101 875
Robusta	69 680	70 368	71 862	70 021
Afrika	17 461	18 579	18 681	18 539
Côte d'Ivoire	1 624	2 175	1 929	1 775
Ethiopia	7 347	7 511	7 343	7 375
Uganda	4 597	4 704	5 509	5 620

<i>Asie & Oceánie</i>	52 203	48 163	49 493	49 274
India	5 813	5 325	4 968	5 700
Indonesia	10 544	10 071	11 675	12 273
Vietnam	33 432	30 283	30 487	29 000
<i>Mexico & Střední Amerika</i>	21 752	21 636	19 542	19 544
Costa Rica	1 561	1 427	1 472	1 450
Guatemala	3 734	4 007	3 606	3 750
Honduras	7 560	7 153	5 931	6 100
Mexico	4 485	4 351	3 970	4 000
Nicaragua	2 642	2 879	2 882	2 650
<i>Jižní Amerika</i>	76 453	81 864	80 963	84 539
Brazil	57 077	62 639	61 857	65 343
Colombia	13 824	13 866	14 100	14 300
Peru	4 275	4 157	3 827	3 794

2 ZPRACOVÁNÍ KÁVY

Než se ke spotřebiteli dostane kávové zrno tak, jak jej zná, je to velice dlouhý a složitý proces.

2.1 Sběr kávy

Zrání plodů kávovníku je závislé na zeměpisné poloze, kolem rovníku, kde je klima velmi stabilní, probíhá sběr kávy během celého roku. Severně od rovníku se sklízí povětšinou od září do prosince a na jih od rovníku převážně v dubnu až květnu. V nižších nadmořských výškách kávové třešně zrají rychleji, proto sklizeň začíná vždy zde a postupuje se do vyšších poloh, kde zrna zrají pomaleji. Rychlost zrání má vliv na kvalitu kávy, proto káva z nižších poloh je méně kvalitní a tudíž i levnější, při rychlém dozrání tak například cukry mají méně času na vstřebávání do zrn a je tak i ovlivněna výsledná chuť a složení zrn. Sklizeň trvá v rozmezí 6 – 8 týdnů (8).

Ruční sběr je nejnáročnější metoda sběru kávových zrn. Je tak ale zajištěna vysoká kvalita výsledné kávy, metoda je využívána zejména pro výběrové kávy. Kvalita takto sbírané kávy se odráží i v její ceně, proto se řadí ke kávám dražším. Sběrači jsou schopni rozlišit dobře uzrálé a kvalitní plody, při sběru nejsou poškozeny kávovníky, ani zelené a ještě neuzrálé plody, jeden kávovník je tak v průběhu celé sklizně otrhán postupně několikrát, jak na něm postupně plody dozrávají. Sběr je takto prováděn zejména ve Střední Americe a Jižní Americe, dále v Etiopii, Keni, Indii a v dalších státech. Stripping neboli „česání“ je rychlejší metodou ručního sběru, ale méně šetrnou k samotným kávovníkům. Sběrači začínají u kmene keře a až po okraj větve jsou strhnuty všechny plody najednou do košů, do sběru se tak i ale dostanou i zelené a neuzrálé plody, které je posléze nutné vytřídit. Touto metodou jsou plody sbírány hlavně v Brazílii (8).

Nejlevnější, ale také nejdrastičtější vůči kávovníkům, je metoda strojového sběru. Lze ji využít ale pouze v nižších nadmořských výškách na plantážích, kde je půda rovná a stroj na sběr tak může mezi kávovníky jezdit. Vzhledově stroj na sběr připomíná kombajn, sběrací radlice má po stranách svisle dolů, kterými se strhávají všechny kávové třešně i listy. I zde jsou tedy utrženy zelené a nezralé plody, které tak nedostanou šanci dozrát a musejí být posléze vytříděny. Nejvíce je strojový sběr využíván v Brazílii a v Austrálii (8).

2.2 Zpracování zrn

Rozlišujeme několik metod následného zpracování zrna v závislosti na použití vody v daném procesu.

2.2.1 Suché zpracování

Vůbec nejjednodušší a nejlevnější metoda zpracování zrn je tzv. suché zpracování. Jak napovídá název, není ke zpracování použita voda, ale kávové třešinky jsou ihned po sběru rozprostřeny rovnoměrně na zem. Je důležité, aby všechny plody měli dostatečný přísun vzduchu a slunečních paprsků, kdy díky těmto vlivům boby postupně schnou. Plody jsou pravidelně obraceny a prohrabávány a je tak zajištěno rovnoměrné schnutí. Je potřeba zamezit přístupu vlhkosti, abychom zabránili fermentaci, proto jsou na noc boby přikrývány plachtou. Doba sušení může trvat až měsíc. Pro urychlení procesu sušení se mohou použít mechanické sušičky. Jakmile jsou plody usušeny, přichází na řadu loupání na loupacích strojích (8).

2.2.2 Mokré zpracování

Kromě suché metody zpracování zrna můžou být zpracována mokrou cestou. Jsou takto zpracována převážně kvalitnější zrna, zejména tedy Arabika. Touto metodou jsou vybrána a zpracována pouze ta nejkvalitnější zrna a zpracování je navíc šetrnější než u metody suché. Používají se speciální nádrže, kde jsou kávové třešinky promývány vodou. Zároveň se takto oddělují lehké, seschlé a nedozrálé plody, které vyplavou na povrch, od zralých a těžkých plodů. Plody jsou tedy omyty a roztrženy, plody jsou posléze dále zpracovány, jsou plaveny na speciální loupací stroje, kde je odstraněna vrchní slupka a část dužiny. Loupání musí proběhnout do 24 hodin od sklizně, protože jinak by slupka s dužinou k zrnům přischla a odstranění by tak bylo mnohem náročnější a mohlo by dojít k poškození zrn. Oloupaná zrna plavením pokračují do speciálních kvasných nádrží, kde probíhá proces fermentace, kde je odstraněna zbývající slizká vrstva ze zrna díky enzymům. Voda v nádržích se musí neustále obměňovat a opět tím roste spotřeba vody. Pergamenová slupka již není lepkavá a zrna mají hrubý povrch. Délka fermentace je ovlivněna především vrstvou zbytků dužiny po oloupaní plodu, množstvím mikroorganismů v nádrži a také okolní teplotou. Fermentace může trvat až 36 hodin, při delší době fermentace by zrna mohla začít hnit a i pár uhnitých zrn by mohlo zkazit celou várku. Zrna jsou po fermentaci vyprána a následuje sušení, které může probíhat buď

v sušících strojích za použití horkého vzduchu nebo zrna mohou být sušena na slunci, rozložená na betonových plochách za pravidelného obracení, aby prosychání bylo rovnoměrné. Mokré zpracování zrn je ovšem velice náročné, je při něm spotřebováno velké množství vody, proto si tento způsob nemohou dovolit na všech plantážích. Na jeden kilogram zelené kávy je spotřebováno až 150 litrů vody, nádrže musí být každý den důkladně čištěny a voda musí být měněna za čistou (8).

2.2.3 Polopromyté zpracování

Kombinace obou předchozích metod je potom polopromyté zpracování. Zrna jsou máčena ve vodních lázních a stejně jako u mokrého způsobu zde probíhá selekce plodů zralých a nezralých. Vytříděné zralé plody postupují do loupacích strojů, kde je oddělena část dužiny a vrchní slupka, dále jsou zrna rozprostřena a nechána k fermentaci a usušení na slunci. Zrna musejí být obrácena a prohrabována, někdy i každých 15 minut, aby zrna, obalená zbytkem dužiny a pergamenovou slupkou, nezačala plesnivět. Vrchní obaly zrna obsahují hodně sacharidů, které fermentují a utvářejí tak výslednou chuť zrna. Při této metodě není spotřebováno tolik vody jako při metodě mokré, jsou tak sníženy náklady na proces zpracování (8).

2.3 Loupání a leštění zrn

Ať už jsou zrna zpracována suchou, mokrou nebo polomytou metodou, vždy na zrnu ještě zůstává pergamenová slupka a tedy i slupka stříbřitá, která se nachází pod slupkou pergamenovou. Zrna jsou loupána na speciálních loupacích strojích a jsou tak zbavena slupky pergamenové i stříbřité. Někdy mohou být zrna ještě leštěna, ale tento úkon může zrna spálit, a naopak někteří odběratelé vyžadují, aby na zrnech trochu pergamenové a stříbřité slupky bylo zachováno.

2.4 Třídění a balení

Po zpracování se zrna nechají 1-2 měsíce ladem. Obsah vlhkosti u zelených zrn se pohybuje v rozmezí 10 – 12 %. Zrna jsou tříděna dle barvy a velikosti a jsou odstraněna vadná a defektní zrna. Třídění se může ručně nebo mechanicky pomocí sít nebo proudem vzduchu. Takto zpracovaná zelená káva je balena do jutových pytlů, které jsou označovány jako žoky. Jeden pytel neboli žok má hmotnost 60 kg, žoky jsou přepravovány nejčastěji lodní dopravou v kontejnerech s kapacitou 250 žoků. Během transportu může dojít

k poškození zrn způsobeného vlhkem a plísní nebo napadnutím škůdci. Kávová zrna putují buď rovnou do pražírén nebo na kávovou burzu (8).

2.5 Pražení

Pražení je proces, při kterém zrno mění svou chemickou strukturu. Je to velice složitý proces, protože každá káva potřebuje jinou teplotu a jinou délku pražení. Výsledná chuť kávy je ovlivněna mnoha faktory – teplotou, kterou působíme, dobou pražení, přísunem vzduchu v průběhu procesu a rychlostí pohybu bubnu v pražičce. Je nutné najít ideální postup teploty a času pro danou kávu (8).

Pražení probíhá v pražičce, která může být koncipována jako vzduchová pražička, kde jsou zrnka poháněna během procesu vzduchem. Nebo jsou pražičky bubnové, kdy pohyb zrn je zajištěn otáčením bubnu dokola. Zahřívacím médiem je v obou případech horký vzduch. Existují i pražičky, které k pražení využívají povrch bubnu, který je nahříván. Kapacita stroje může být od několika desítek kilo až po obrovské stroje schopné upražit až stovky kilogramů kávy (8).

Zelená zrna jsou do zahřáté pražičky vsypána trychtýřem a putují do bubnu pražičky, který se točí po celou dobu pražení a díky tomu jsou všechna zrna upražena stejně a rovnoměrně. V otáčecím bubnu jsou zrnka pražena horkým vzduchem po dobu 10 – 15 minut při zhruba 200 °C, ze zrn je odpařována voda a tudíž zrna zmenšují svoji hmotnost. Zrna během procesu postupně tmavnou. Po několika minutách, zpravidla po 9 minutách, zrno praská tzv. first crack. Praskání je také ukazatel čerstvosti, je o to intenzivnější, čím je káva čerstvější. Teprve po tzv. first cracku je káva použitelná a začínají se dít důležité chemické změny. Za dalších 5 – 6 minut je slyšitelné druhé prasknutí, tzv. second crack. Žádoucí je, aby doba mezi oběma cracky byla co nejdelší. Zde je optimální pražení ukončit, pokud bychom v pražení pokračovali, zrna by byla přepálená a káva by chutnala hořce a originální chuť kávy by zcela zanikly (8).



Obrázek 8 Pražička kávy (18)

2.5.1 Stupně pražení

V průběhu pražení vzniká aroma a chuť kávy, proto dle preference volíme délku pražení. Lze říci, že čím světleji je káva pražena, tím vynikne kyselá chuť, u středně pražené kávy se vyskytují sladké a čokoládové tóny a u tmavého pražení je výrazná hořká chuť. Proces pražení se tak může zastavit již po prvním cracku, takto upražená káva je oblíbená zejména v severských zemích. Naproti tomu Italové a Španělé dávají přednost kávě pražené až do druhého cracku. Dle délky pražení rozlišujeme stupně pražení (8).



Obrázek 9 Upražená (vlevo) a zelená (vpravo) káva (19)

Skořicové pražení – zrno je světle hnědé, převládají výrazné kyselé tóny,

Novoanglické pražení – zrno je světle hnědé, stále převládá kyselá chuť,

Americké pražení – dá se již považovat za střední stupeň pražení, zrno stále světle hnědé, ale již má sladší chuť,

Městské pražení – středně hnědá barva zrn, vyvážený poměr acidity a hořkosti v chuti,

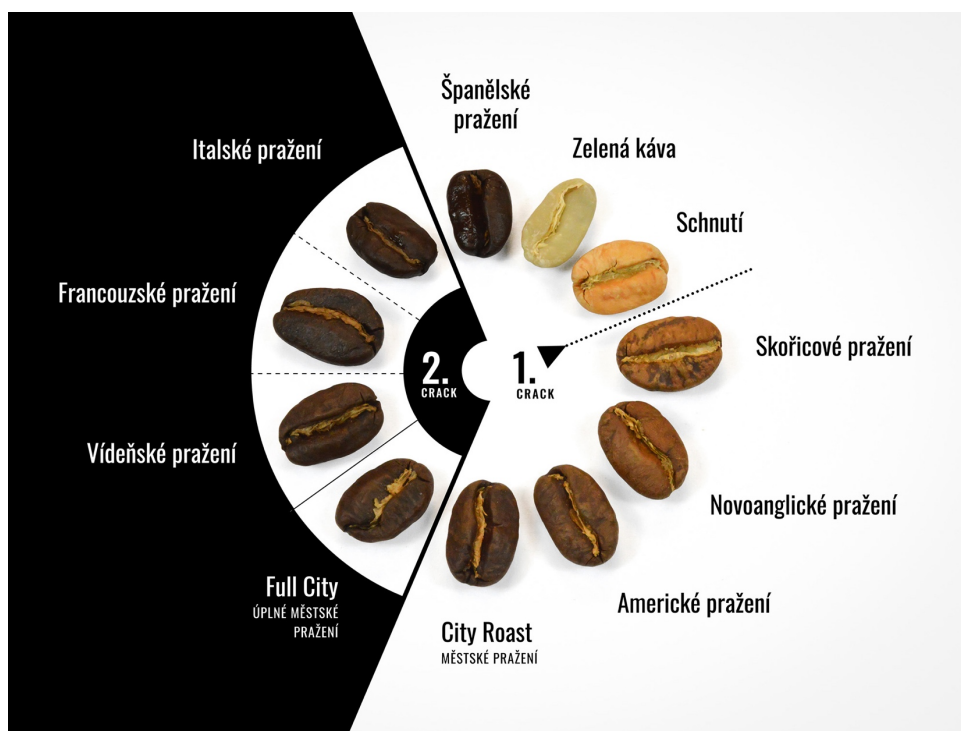
Full city – středně až tmavě hnědá barva zrn, v chuti se začíná objevovat olejovitost,

Vídeňské pražení – tmavě hnědá zrnka, na povrchu větší olejovité flíčky, převládá hořko-sladká chuť až do karamelových tónů,

Francouzské pražení – tmavě hnědá zrna, výrazné oleje na povrchu, lehce spálené tóny, kyselost zcela mizí,

Italské pražení – velmi tmavá kávová zrna, výrazné spálené tóny, zcela bez kyselosti,

Španělské pražení – téměř černá zrna, olejovitá, silná hořká chuť (8,20).



Obrázek 10 Schéma pražení kávy (20)

2.6 Chlazení a uskladnění

Po upražení je zrno nutné co nejrychleji prudce zchladit, aby se zastavily chemické procesy v zrně, a proto jsou z pražičky z bubny vysypána do speciálního kruhového tanku, kde

kolují speciální hrabičky, které upražená zrna promíchávají a ony se tak dostatečně rychle zchladí. Poté jsou zrna uložena do speciálních tanků k odležení, které většinou trvá 2 dny. Káva je balena do speciálních uzavřených neprodyšných balení s ventilem, kterým unikají přebytečné plyny (8).



Obrázek 11 Chlazení kávy po pražení (19)

2.7 Mletí

Pro přípravu kávy je nutné zrna správně pomlít. Na správnosti hrubosti namletí závisí správná extrakce kávy a docílení kvalitní kávy. Je nutné pamatovat na to, že vlastností zrn je pohlcování vlhkosti a pachů, proto jsou upřednostňována malá balení s čerstvou kávou. Zrna tak po otevření balení ihned začnou ztrácet své aroma a kvalitu. Pokud je tedy koupena káva již pomletá, bude vakuově balená, aby bylo aroma co nejvíce zachováno (8).

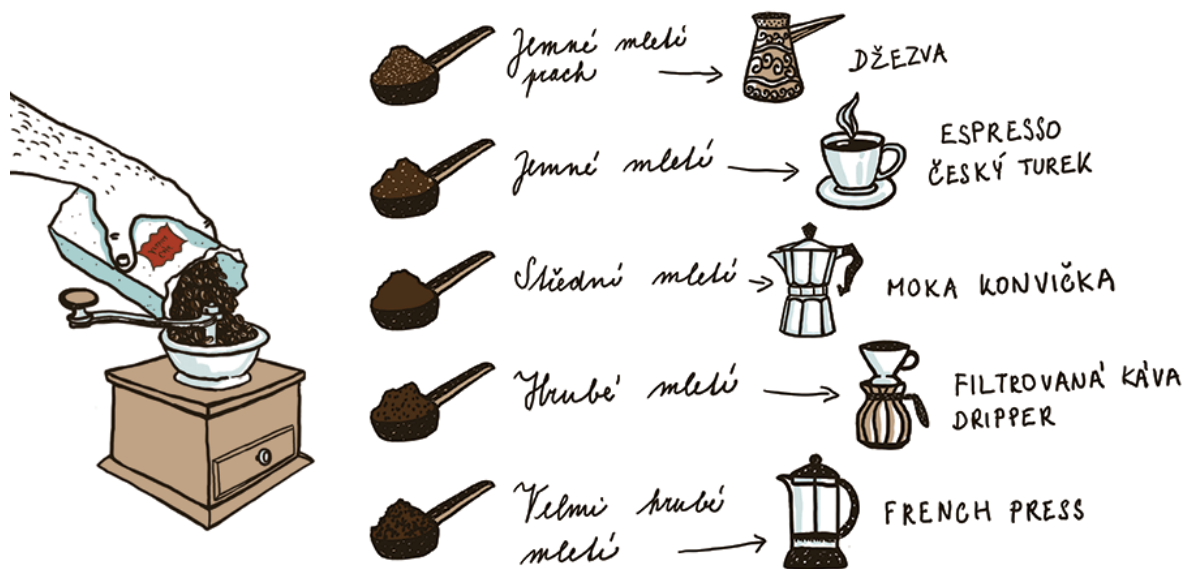
Hrubost mletí je odvislá od míněného způsobu přípravy kávy. Pro kávy připravované spařením vodou a delším louhováním je potřeba kávu hrubě umletou. Pokud je při přípravě káva louhována pouze krátkou dobu, je nutné volit velmi jemné mletí kávy (8).



Obrázek 12 Hrubé mletí kávy (21)



Obrázek 13 Jemné mletí kávy (21)



Obrázek 14 Hrubost mletí kávy pro různé druhy příprav kávy (22)

Obrázek 14 znázorňuje příklady použití hrubosti kávy pro výrobu kávy různými způsoby. Jemné mletí je vhodné pro espresso, střední mletí je vhodné pro přípravu pomocí moka konvičky, hrubé mletí se hodí na filtrovanou kávu a velmi hrubé mletí je ideální pro přípravu kávy pomocí french pressu (22).

3 CHEMICKÉ SLOŽENÍ KÁVOVÝCH ZRN

Mezi nejznámější a jednu z nejdiskutovanějších složek kávových zrn patří bezesporu kofein. Jak již bylo řečeno, vyšší podíl kofeinu můžeme najít u kávy Robusta, je uváděna hodnota 1,7 až 4 %. Kávové zrno je však tvořeno i dalšími složkami, jako je celulóza, minerální látky, cukry, lipidy, taniny a polyfenoly. Z minerálních látek zde můžeme najít draslík, hořčík, vápník, sodík, železo, mangan, rubidium, zinek, měď, stroncium, chrom, vanad, baryum, nikl, kobalt, olovo, molybden, titan a kadmium. Z cukrů jsou přítomny sacharóza, glukóza, fruktóza, arabinóza, galaktóza a manóza. Z aminokyselin se zde nachází alanin, arginin, asparagin, cystein, kyselina glutamová, glycin, histidin, izoleucin, leucin, lysin, methionin, fenylalanin, prolin, serin, threonin, tyrosin a valin. Kávová zrna navíc obsahují vitamín B3 a kyselinu chlorogenovou. Podrobné složení zelené kávy je uvedeno v Tabulce 3 (23).

Tabulka 3 Chemické složení zelené kávy (23)

	<i>C. arabica</i>	<i>C. canephora</i>
Rozpuštěné sacharidy	9–12,5	6–11,5
monosacharidy	0,2 - 0,5	
oligosacharidy	6–9	3–7
polysacharidy	3–4	
Nerozpuštěné sacharidy	46–53	34–44
hemicelulóza	5–10	3–4
celulóza	41–43	32–40
Kyseliny a fenoly		
těkavé kyseliny	0,1	
netěkavé alifatické kyseliny	2–2,9	1,3–2,2
kyselina chlorogenová	6,7–9,2	7,1–12,1
lignin	1–3	
Lipidy	15–18	8–12
vosk	0,2–0,3	
olej	7,7–17,7	
Dusíkaté látky		
volné aminokyseliny	0,2–0,8	
proteiny	8,5–12	
kofein	0,8–1,4	1,7–4,0
trigonellin	0,6–1,2	0,3–0,9
minerální látky	3–5,4	

3.1 Polyfenolické látky

Fenolové sloučeniny jsou sekundární metabolity vyšších rostlin, které se podílejí na ochraně rostliny a přispívají k adaptaci na nepříznivé podmínky. Nacházejí se v široké škále běžně konzumovaných potravin jako je ovoce, zelenina, obiloviny a luštěniny, dále v nápojích, a to ve víně, čaji a kávě. Tvoří skupinu flavonoidů, kam patří flavony, flavonoly, flavanony a další. Do skupiny neflavonoidních látek jsou řazeny fenolické kyseliny, benzoové kyseliny, dále například stilbeny, lignany aj (25).

Chlorogenové kyseliny (CGA) patří mezi fenolické kyseliny a jejich obsah v kávě se pohybuje v rozmezí od 6 do 12 g ve 100 g. Koncentrace těchto látek nesouvisí pouze s druhem kávy, ale také na podmínkách růstu a zrání (24).

Chlorogenové kyseliny zastupují skupinu hydroxyskořicových kyselin a kyseliny chinové. Konkrétněji tedy CGA zahrnují různé skupiny sloučenin a příbuzných izomerů vytvořených esterifikací jedné molekuly kyseliny chinové a jedné až tří molekul trans-hydroxy-skořicové kyseliny. Nejběžnějšími hydroxyskořicovými kyselinami je kyselina kávová, ferulová a p-kumarová. Mezi nejvíce vyskytující se CGA v zelených zrnech patří kyselina kofeoylchinová (CQA), dikofeoylchinová (diCQA), feruloychinová (FQA)(25).

Tabulka 4 Množství chlorogenových kyselin v zelené kávě [g] (25)

	CQA	FQA	diCQA	celkem CGA
<i>C. arabica</i>	5,76	0,25	0,87	6,88
<i>C. canephora</i>	6,82	0,6	1,37	8,8

3.2 Lipidy

Z lipidových frakcí v kávě, známých také jako kávový olej, převládají triacylglyceroly, jako je kyselina linolová (40 - 45%) a kyseliny palmitové (25 - 35%). Dalšími lipidovými frakcemi jsou volné mastné kyseliny, diterpenové alkoholy, steroly a tokoferoly (26).

Obsah lipidů u dvou nejrozšířenějších druhů káv, *C. arabica* a *C. canephora*, se pohybuje v rozmezí 7 až 17 %. Obsah lipidů v zeleném kávovém zrně Arabika je v průměru asi 15 %, zatímco kávy Robusta obsahují lipidů mnohem méně, konkrétně kolem 10 %.

Většina lipidů, tedy kávového oleje, se nachází v endospermu zelených kávových zrn a pouze malé množství, tzv. kávový vosk, můžeme najít na vnější vrstvě zrnka. Kávový olej

je složen převážně z triacylglycerolů s mastnými kyselinami v poměru podobném jako u běžných jedlých rostlinných olejů. Relativně velká nezmýdelnitelná frakce je bohatá na diterpeny, zejména cafestol, kahweol a 16-O-methycafestol. Podrobné zastoupení lipidů je popsáno v Tabulce 5 (27).

Tabulka 5 Složení kávového oleje v zrnu zelené kávy (27)

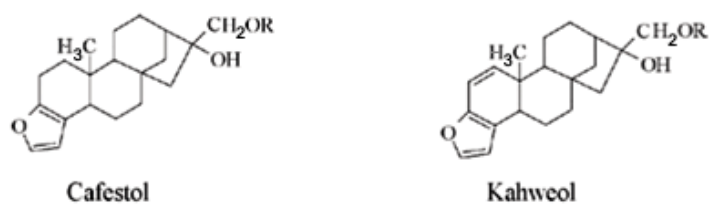
Lipidy	%
Triacylglyceroly	75,2
Estery diterpenových alkoholů a mastných kyselin	18,5
Diterpenové alkoholy	0,4
Estery sterolů a mastných kyselin	3,2
Steroly	2,2
Tokoferoly	0,04 - 0,06
Fosfolipidy	0,1 - 0,5
Deriváty tryptaminu	0,6 - 1

3.2.1 Diterpeny

Diterpeny se v kávě vyskytují esterifikované mastnými kyselinami. Díky tomu jsou částečně stabilní v průběhu pražení kávových zrn. Obsah diterpenů v kávovém nápoji je závislý na způsobu přípravy. Espresso může obsahovat 5 až 10krát více diterpenů než filtrovaná káva (28). Další zdroje uvádí, že nefiltrovaná káva obsahuje 3 – 6 mg diterpenů v jednom šálku (29).

Studie zjišťující obsah diterpenů v pražené kávě udává hodnoty pro kahweol 446 ± 8 mg/100g upražené kávy a pro cafestol 323 ± 14 mg. Vzorek pro měření sestával ze směsi kávy Arabika a Robusta v poměru 70:30. Je prokázáno, že typ kávy, genetické propozice a technologické parametry jako je pražení a vaření mají prokazatelný vliv na obsah diterpenů v kávě (28,38).

Káva Arabika obsahuje cafestol a kahweol, oproti tomu káva Robusta obsahuje cafestol a malé množství kahweolu a navíc oproti Arabice se zde nachází 16-O-methycafestol, který se díky svojí stabilitě při pražení stal ideální charakteristikou pro spolehlivou detekci směsi kávy Robusta v kávových směsích Arabika (27).

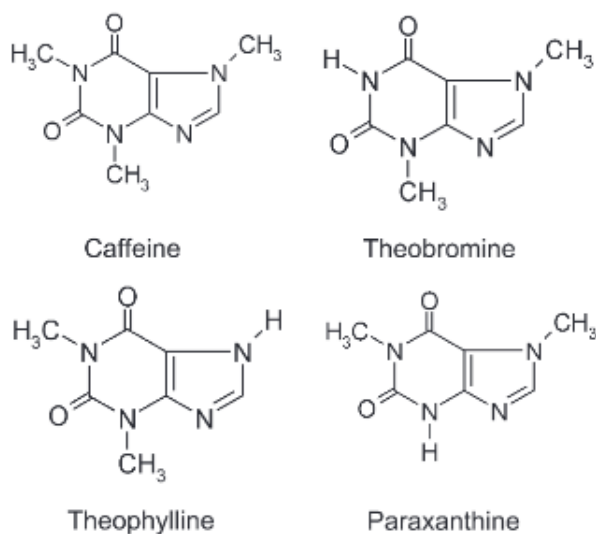


Obrázek 15 Strukturální vzorce diterpenů (27)

3.3 Kofein

Kofein je hlavní účinnou látkou v kávě a také jednou z nejoblíbenějších drog a psychoaktivních látek. Přirozeně se vyskytuje ve více než 60 rostlinách, primárním zdrojem kofeinu je káva a čaj, avšak v kávě je o 50 – 70 % více kofeinu než v čaji. Kofein je látka patřící mezi methylxanthinové alkaloidy (33).

V lidském těle je kofein metabolizován na paraxanthine (81,5%), teobromin (10,8%) a teofylin (5,4%), jejichž strukturální vzorce zobrazuje Obrázek 16 (33, 34, 35).



Obrázek 16 Strukturální vzorce methylxanthinů (kofein, teobromin, teofylin, paraxanthin)

Kofein je rozpustný ve vodě, je velmi vstřebatelný a lze jej detekovat v lidských tkáních po 30 nebo 45 minutách od konzumace. Maximální koncentrace v krvi je dosaženo do 2 hodin (7,35,36).

3.4 Vliv pražení zrn na chemické složení a senzorické vlastnosti

Většina sloučenin ovlivňující aroma, chuť a barvu kávy vzniká během procesu pražení v závislosti na stupni a délce pražení. Za hlavní prekurzory vzniku aroma jsou považovány kofein, chlorogenové kyseliny, sacharóza a trigonellin (30). Proces pražení vede k několika změnám chemického složení a biologických aktivit kávy v důsledku přeměny přirozeně se vyskytujících polyfenolických složek na směs produktů vlivem Maillardovy reakce, dále vznikající organické sloučeniny při pyrolýze. Sírné sloučeniny se mění oxidací, tepelnou degradací nebo hydrolýzou (23).

Mezi látkami přítomnými v kávovém zrnu je termostabilní pouze kofein, tzn. že není zničen nadměrným pražením a je odolný vůči vysokým teplotám. Kofein je mimo jiné spojován s hořkostí výsledného nápoje. Jiné látky, jako jsou bílkoviny, cukry, kyseliny chlorogenové, trigonellin a tuk, mohou být během pražení kávy degradovány nebo dokonce zničeny a přeměněny na reaktivní produkty (23).

Vzniklé senzorické atributy, jako je kyselost, tělo a sladkost jsou důležité pro přípravu kvalitního nápoje. Reakce sacharidů ovlivňují aroma a barevné vlastnosti. Sacharóza hydrolyzuje na glukózu a fruktózu, které mohou být účastny Maillardových reakcí. Koncentrace sacharózy je v průběhu pražení postupně snižována, kdy zhruba uprostřed procesu bylo snížení o 47 % u středního stupně pražení, na konci procesu byla téměř veškerá sacharóza degradována. Na Maillardových reakcích se podílejí i proteiny, které tvoří melanoidiny považované za antioxidanty a vzniklé látky mohou mít pozitivní vliv na antioxidační aktivitu. Na kyselosti nápoje se podílí kyselina chinová, citronová a jablečná, zatímco chlorogenové kyseliny jsou spojovány s hořkostí a podílejí se na tvorbě pigmentů. Také u chlorogenových kyselin bylo pozorováno snížení koncentrace v průběhu procesu pražení, v polovině procesu středního stupně pražení byla koncentrace snížena o 45 %, na konci bylo degradováno až 67 %. Snížení koncentrace chlorogenových kyselin, které patří mezi antioxidanty, tak může mít vliv na antioxidační aktivitu nápoje. Lipidy přispívají k tvorbě aroma a dávají vzniknout pění na espressu (24,31,32,68).

Hodnoty vybraných látek v zelené kávě a upražené kávě shrnuje Tabulka 6 (30,32).

Tabulka 6 Hodnoty vybraných látek (30)

	trigonellin (g/100g)	chlorogenové kyseliny (g/100g)	kofein (g/100g)
zelená káva	0,91	4,22	1,19
pražení káva	0,84	1,94	1,16

4 VLIV KONZUMACE KÁVY NA LIDSKÉ ZDRAVÍ

V poslední době je káva považována především za funkční potravinu kvůli obsahu chemických sloučenin a dalším prospěšným vlastnostem. Existuje mnoho sloučenin v kávě, o kterých se často předpokládá, že mají dopad na zdraví, počínaje kofeinem, mikroživinami a chlorogenovými kyselinami (26).

Mnoho studií prokazuje, že konzumace kávy může pomoci předcházet několika chronickým onemocněním. Zejména dlouhodobá konzumace kávy je spojena s významným snížením rizika rozvoje diabetu typu 2. Příjem kávy dále snižuje riziko poškození jater u lidí s vysokým rizikem onemocnění jater, včetně cirhózy, a snižuje riziko vzniku karcinomu. Riziko Alzheimerovy choroby je nižší u těch, kteří pravidelně konzumují kávu s obsahem kofeinu než u těch, kteří kávu nekonzumují. Bylo také prokázáno, že káva zlepšuje vytrvalostní výkon při dlouhodobých fyzických činnostech (40).

4.1 Polyfenolické látky

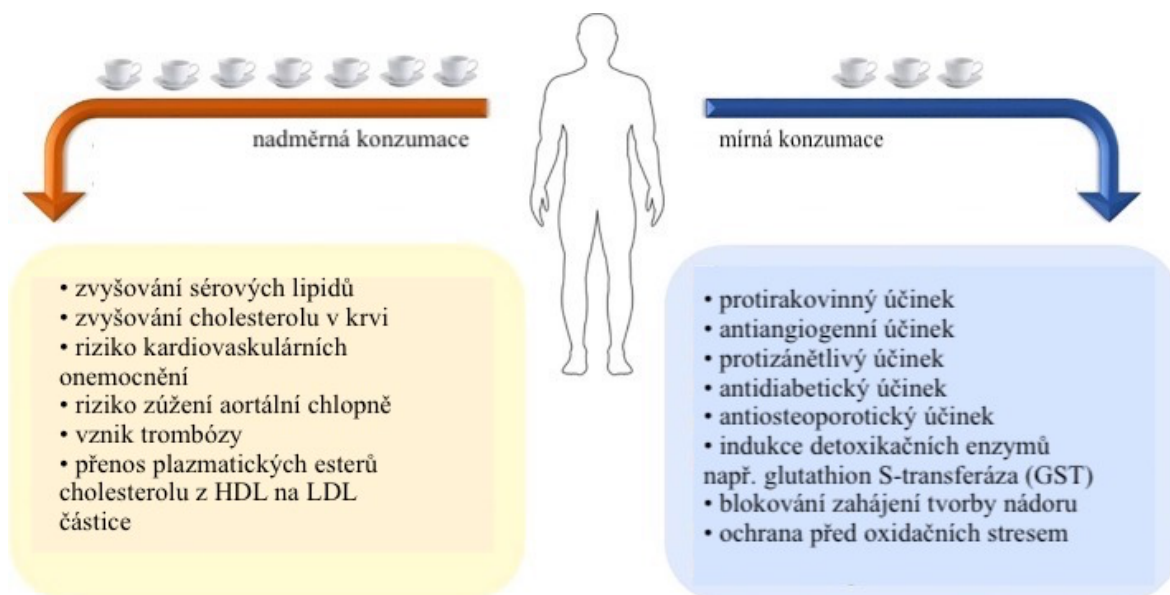
Chlorogenové kyseliny a další látky patřící do skupiny sloučenin známé jako polyfenoly, jsou uváděny jako látky s antioxidačními účinky (33).

Antioxidanty jsou organické molekuly a silné látky zabraňující oxidaci dalších molekul v našem těle. Káva vykazuje nejvyšší antioxidační aktivitu (AA) a uvádí se, že je hlavním a přirozeným zdrojem antioxidantů. Antioxidanty jsou nezbytné pro řadu bioaktivit v lidském těle. Káva má celkový obsah antioxidantů 0,15–0,30 mg/g. CGA jsou nejběžnějším obsahem fenolických sloučenin v kávě (30).

Sloučeniny s antioxidační aktivitou mohou mít ochrannou funkci před chronickými zánětlivými chorobami. CGA mohou být důležitým faktorem v prevenci aterosklerózy tím, že inhibují oxidaci lipoproteinů s nízkou hustotou (LDL) v plazmě a zamezuje tak jejich aterogennímu působení. CGA mohou hrát důležitou roli v prevenci diabetes mellitus 2. typu tím, že zvyšují citlivost na inzulín a snižují hladinu plazmatické glukózy nalačno, také snižují střevní absorpci glukózy inhibicí α -amylázy. Studie prokázaly také vliv CGA na pokles krevního tlaku, předpokládá se, že CGA mají antihyperperzní účinky tlumící oxidační stres (39).

4.2 Diterpeny

Kromě vlivu na hladinu sérových lipoproteinů, jsou prokazatelné i další účinky těchto diterpenů, jako je protizánětlivá, hepatoprotektivní, protirakovinná, antidiabetická a antiosteoporotická aktivita. Bylo prokázáno, že tyto diterpeny mají inhibiční účinek v několika stádiích vývoje rakoviny, včetně prevence zahájení tumorigeneze, inhibice proliferace nádorových buněk a metastázování tumoru. Diterpeny mohou napomáhat rozkladu toxických látek v těle a je prokázáno ochranné působení proti aflatoxinu B1. Je však nutné vzít v potaz i negativní působení prokázané ve zvyšování triacylglycerolů v krvi, což může zvyšovat riziko kardiovaskulárních onemocnění. Obrázek 17 přehledně shrnuje působení diterpenů v lidském organismu v závislosti na množství konzumace kávy (24,28,29).



Obrázek 17 Působení diterpenů na lidský organismus (38)

4.3 Kofein

Kofein má povzbuzující účinky, zvyšuje bdělost a urychluje myšlenkový tok. Snižuje únavu a oddaluje potřebu spánku, vzbuzuje také schopnost vyššího výkonu, ať už pohybového nebo myšlenkového. Mechanismus působení kofeinu spočívá v navázání se na adenosinové receptory buněk, chemická struktura kofeinu je totiž velice podobná adenosinové. Adenosin je látka, kterou mozek vytváří v okamžiku únavy nebo před spaním a navázáním na receptory způsobuje zpomalení nervové aktivity, případně spánek. Kofein, navázaný na adenosinové receptory, tak oddaluje nástup spánku. Kofeinem zvýšená mozková činnost aktivuje produkci hormonu adrenalinu z nadledvinek, který uvede

organismus do pohotovostního stavu, tj. prohloubí dýchání, zrychlí srdeční činnost a stáhne cévy na povrchu těla, čímž je zajištěno krevní zásobení pro svaly a dojde k vzestupu krevního tlaku. Kofein dále zapříčiňuje uvolňování kortisolu a adrenalinu do krve, což má za následek zvýšení krevního tlaku, zvýšení sekrece žaludečních kyselin a tím pádem i zrychlení celkového metabolismu. V závislosti na kondici (může se vyvinout tolerance) a obsahu kofeinu v nápoji nebo jídle může více než 5 šálků kávy každý den vyvolat mírnou úzkost. Dlouhodobý příjem vyšší než 500 mg za den může vést k chronické nespavosti, paranoii, depresím a k silnému podráždění žaludku. Kofein může způsobit zúžení mozkových cév a zhoršit tak průtok krve do mozku, čímž může působit proti bolesti hlavy a migrénám. Srdeční arytmie po požití kofeinu nejsou neobvyklé, i když jsou zřídka závažné. Kofein má prokazatelně antiastmatický účinek a napomáhá při dušnosti způsobené astmatem. Pokud není konzumováno nadměrné množství kofeinu, tak se považuje za relativně netoxický, a i když je kofein používán dlouhodobě, na rozdíl od alkoholu nebo tabáku nezpůsobuje žádné zjevné poškození organismu (7,35,36).

V závislosti na množství obsahu kofeinu v různých druzích nápojů a potravin, je nutné při konzumaci těchto nápojů a potravin hlídat množství zkonsumovaného kofeinu a nepřekračovat maximální denní dávku. Zdravotní komplikace při nadměrném příjmu jsou popsány v Tabulce 7 (35).

Tabulka 7 Účinky kofeinu na lidský organismus

množství kofeinu (g)	počet šálků kávy	účinky na organismus
0,1 nebo 0,2	1 nebo 2	povzbuzení, snížení únavy, vyšší pohybový i myšlenkový výkon
1	5 - 10	úzkost, nespavost, změny nálad, srdeční arytmie, podráždění gastrointestinálního traktu
1,5	≥12	psychický neklid spojený s podrážděností a zvýšenou psychickou i fyzickou aktivitou, úzkost, třes
2 - 5	16 - 40	stimulace míchy
10	100	smrtelná dávka

5 STANOVENÍ ANTIOXIDAČNÍ KAPACITY, FENOLICKÝCH LÁTEK, KOFEINU, MĚRNÉ KAPACITY, SÍTOVÁ ANALÝZA

5.1 Metody stanovení antioxidační aktivity

Pro stanovení antioxidační aktivity existuje velký počet metod, což je dáno tím, že nízkomolekulární antioxidanty jsou schopny působit různými mechanismy. Běžným jevem je jejich reakce s radikály nebo reakce s přechodnými kovy. Postupy pro míru hodnocení antioxidační kapacity jsou založeny na různých principech, mohou být vymezeny metody, které hodnotí schopnost eliminovat radikály a metody, které posuzují redoxní vlastnosti látek (37).

U metod založených na schopnosti eliminace radikálů je hodnocena schopnost daného vzorku volné radikály vychytávat. Tyto radikály jsou do reakční směsi přidávány nebo jsou v reakční směsi přímo generovány. Radikály mohou být kyslíkové, v tomto případě je použita metoda ORAC (oxygen radical absorbance capacity) nebo metody založené na vychytávání OH-radikálů nebo superoxidovaného anion-radikálu, nebo syntetické, kam patří metoda TEAC (Trolox equivalent antioxidant capacity), metoda používající DPPH a metoda používající galvinoxyl. Metody hodnotící redoxní vlastnosti látek mohou být rozděleny na metody chemické – FRAP metoda a metody elektrochemické – cyklická voltametrie a HPLC metoda (37).

5.1.1 ORAC

U této metody jsou v reakční směsi generovány kyslíkové radikály a je zde hodnocena schopnost látky zpomalit případně zastavit reakci radikálů. Je sledován úbytek fluorescence po ataku radikály v závislosti na čase a na základě těchto údajů je hodnocena antioxidační aktivita. Peroxylové radikály jsou generovány pomocí AAPH (2,2'-azobis(isobutyrimidamid)-dihydrochlorid) a pro generování hydroxylových radikálů se používá systém $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{Cu}^{2+}$ (37).

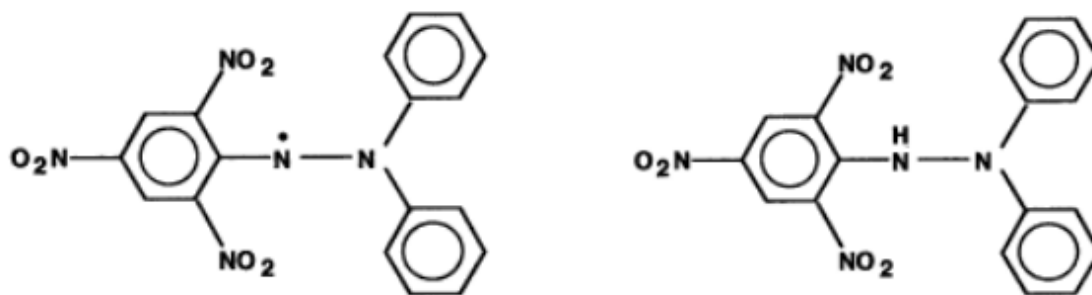
5.1.2 Metoda TEAC

Touto metodou lze stanovit celkovou antioxidační kapacitu a patří k nejpoužívanějším metodám. U této metody se srovnává výsledná antiradikálová aktivita daného vzorku s antiradikálovou aktivitou Troloxu (6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-karboxylová kyselina), což je látka syntetická. V tomto případě je radikál generován

pomocí oxidace ABTS (2,2'-azinobis-(3-ethylbenzothiazol-6-sulfonát) a vzniká tak kation-radikál ABTS^{•+} (2,2'-azinobis(3-ethyl-2,3-dihydrobenzothiazol-6-sulfonát), který je ve směsi zhasen antioxidanty, mění se absorpční spektrum ABTS^{•+}, měřena je tedy absorbance na spektrofotometru nejčastěji při 734 nm. Parametrem TEAC je hodnocena celková antioxidační kapacita neboli TAA označující antioxidační kapacitu vzorku, která je ekvivalentní definovanému množství syntetického Troloxu (37).

5.1.3 DPPH (1,1-difenyl-2-(2,4,6-trinitrofenyl)hydrazyl)

Metoda stanovení spočívá v reakci stabilního volného radikálu DPPH s testovanou látkou. Jednou z možností, jak reakci sledovat, je spektrofotometricky, kdy je měřen pokles absorbance při 517 nm po uplynutí určitého kontaktního času. Po smísení s testovanou látkou vzniká redukovaná forma DPPH-H (difenylpikrylhydrazin) a mění se původně fialová barva DPPH na barvu žlutou (37,41).



Obrázek 18 Volný radikál DPPH (vlevo), redukovaná forma DPPH (vpravo)

Pro interpretaci výsledků byl zaveden parametr EC₅₀ (též IC₅₀), který je definován jako koncentrace substrátu způsobující 50% ztrátu aktivity DPPH. V případě směsných vzorků může být radikálová aktivita vyjádřena v ekvivalentech kyseliny askorbové nebo v jednotkách standardu Troloxu (37,41).

5.1.4 FRAP (Ferric reducing antioxidant potential)

Tato metoda je založena na měření redukce železitého iontu Fe³⁺ na modře zbarvený Fe²⁺ antioxidantem v kyselém prostředí. Antioxidační aktivita se stanoví jako zvýšení absorbance při 593 nm a výsledky jsou vyjádřeny jako mikromolární ekvivalenty Fe²⁺ nebo vzhledem k antioxidačnímu standardu. Metoda je prováděna za podmínek kyselého

pH (pH 3,6), aby se zachovala rozpustnost železa a, což je důležitější, přenos elektronů (37,42).

5.2 Stanovení fenolických látek

Fenolické sloučeniny se v přírodě vyskytují jako sekundární metabolity rostlin a se řadí tak mezi přírodní antioxidanty, což jsou sloučeniny, které inhibují nebo zpomalují oxidaci jiných molekul. Proto si fenolické sloučeniny získávají tolik pozornosti, právě díky svým antioxidačním, zdraví prospěšným účinkům, a proto je obsah fenolických sloučenin sledován. Jsou produkovány v různých částech rostlin a v různé intenzitě. Vyskytují se v ovoci, zelenině, semenech, květinách, ořechách, v kůře rostlin. Ke stanovení koncentrace fenolických sloučenin mohou být použity metody chemické, které využívají redoxních reakcí kovové vazby a metody opírající se o specifické chemické aktivity. Další využívaná metoda je tzv. protein binding assay, která využívá stanovení tanninové kapacity.

Chromatografie sloupcová nebo na tenké vrstvě se řadí mezi orientační techniky stanovení fenolických sloučenin. Nukleární magnetická rezonance, hmotnostní spektrometrie, vysokoúčinná kapalinová chromatografie a plynová chromatografie jsou používány pro kvantitativní a kvalitativní stanovení jednotlivých fenolických sloučenin.

Nejvíce využívaná metoda pro stanovení celkového obsahu fenolických látek je metoda Folin-Ciocalteu. Jedná se o velice jednoduchou metodu, jejíž principem je redukce činidla Folin-Ciocalteu (FC) za přítomnosti fenolických látek, což vede k produkci molybdenwolframové modři, která je poté měřena spektrofotometricky v rozsahu 690 až 760 nm, intenzita se lineárně zvyšuje s koncentrací fenolické látky v reakčním prostředí. Jako referenční standardní sloučenina používá kyselina gallová a výsledky jsou proto vyjádřeny jako ekvivalenty kyseliny gallové (mg/ml) (44,45,46,47,48).

5.3 Stanovení kofeinu

Vůbec poprvé byl kofein z kávových zrn izolován v roce 1819 Friedliebem Ferdinandem Runge. Celosvětově se ročně spotřebuje přibližně 120 000 tun kofeinu. Čistý kofein je bílý krystalický xanthinový alkaloid bez zápachu s hořkou chutí, který se přirozeně vyskytuje v listech, semenech a plodech mnoha rostlin např. v kakaových bobech, čaji, kávě a guaraně. Kofein lze stanovit různými analytickými metodami, jako je UV-VIS spektrometrie, infračervená spektroskopie s Fourierovou transformací (FTIR), blízká infračervená spektroskopie (NIR), Ramanova spektroskopie, spektrometrie iontové

pohyblivosti s hmotnostní spektrometrií (ESI- IMS), nukleární magnetická rezonance, kapilární elektroforéza (EC), potenciometrie, iontová chromatografie, plynová chromatografie s hmotnostní spektrometrií s detekcí ionizací plamenem, plynová chromatografie s dusíko-fosforovým detektorem (GC-NPD) a také vysokoúčinná kapalinová chromatografie (HPLC). A právě HPLC se řadí mezi nejpoužívanější metody kvůli citlivosti, reprodukovatelnosti a specifičnosti. Důležité při této metodě je optimalizace podmínek experimentu, jako je výběr typu kolony, teplota kolony, variace a složení mobilních fází a analýza výběru vlnové délky. Princip metody je založen na separaci analytů na základě jejich distribuce mezi stacionární a mobilní fází. Stacionární fáze je zakotvena v chromatografické koloně, jako náplně kolon jsou používány polární nemodifikované adsorbenty, jako je silikagel nebo oxid uhličitý. Mobilní fáze je vždy kapalná a je užita voda, organická rozpouštědla a jejich směsi. Vzorčky jsou dávkovány do mobilní fáze a jsou unášeny na kolonu, zde dochází k separaci analytů dle fyzikálně-chemických vlastností, po průchodu kolonou jsou analyty detekovány v mobilní fází. Měřenou veličinou je elektrická vodivost, index lomu, absorpance a fluorescence (49,50,51,52).

5.4 Stanovení velikosti částic

Je prokázáno, že velikost částic pražené kávy určuje rychlost extrakce chemických sloučenin přítomných v zrně, které definují konečnou chuť kávového nápoje. Mletím kávových zrn se zvětšuje povrch extrakční plochy, čímž dochází ke zvýšení rozhraní mezi vodou a kávou a je tak podpořen přenos rozpustných a emulgovaných látek do nápoje. Ke zmenšení částic kávových zrn je tedy využíván proces mletí, který je ovlivňován mnoha faktory, jako je variabilita kávových zrn, vlhkost a stupeň pražení. Během procesu mletí vznikají ve stejném vzorku různé velikosti a tvary částic, rozsah velikostí částic je charakterizován distribucí velikosti částic, která je ovlivněna vlhkostí a způsobem pražení kávy. Se stupněm pražení se zvyšuje poréznost a křehkost kávových zrn. Pokud jsou kávová zrna pražena pomalu, tvoří se matrice s homogenními velikostmi pórů a vyšší hustotou, proto po namletí takto pražené kávy může být distribuce velikosti částic stejnoměrná. Ovlivnění velikosti částic při mletí je takové, že vysoký obsah vody dává vzniknout větším částicím a nízký obsah vody vede k distribuci velikosti částic s menším rozměrem. Počítačová simulace vaření espressa ukázala, že hrubé částice vedou ke vzniku velkých kanálů a k nedostatečnému napěchování v páce kávovaru, což způsobuje rychlejší

průtok extrakční vody a nedostatečnou extrakci látek. Naopak pokud by byly částice příliš malé, filtry v páce se mohou ucpat a může tak dojít k nadměrné extrakci, která je také nežádoucí. Tvar a velikost částic má také vliv na smáčivost, což je faktor pro rychlost extrakce a difúze chemických sloučenin do nápoje. Měření velikosti částic může být provedeno například laserovou difrakcí, jedná se o techniku hromadného měření, kde jsou částice unášeny nepřetržitým proudem vzduchu do suchých disperzních jednotek, které přenáší částice na laserovou difrakci. V difrakčním obraze jsou informace o velikosti a tvaru částic, které jsou odtud převedeny na distribuční křivku pomocí Fourierovy transformace. Tradiční využívanou metodou je tzv. síťová analýza. Přístroj se skládá ze sloupce několika sít s rostoucí velikostí otvorů a vzorek pro analýzu se umísťuje na nejvyšší síto s největší velikostí otvorů. Další součástí přístroje je síťovací stroj, na který je nutné sloupec sít upnout a kde se nastavují vibrace. Částice jsou vibracemi distribuovány na síta ve sloupci dle jejich velikosti. Tato metoda je omezena počtem frakcí, které lze získat a určuje je počet sít ve sloupci (53,54,55,56,57).

5.5 Stanovení elektrické vodivosti

Elektrická konduktivita je parametr, který udává všechny rozpuštěné ionty v roztoku, jsou zahrnuty soli, kyseliny, zásady a některé organické látky. Tato technika neumí rozlišit jednotlivé ionty, ale odečet je úměrný vlivu všech iontů v měřeném roztoku. Pro měření se využívají konduktometry (58).

V souvislosti s kávou je elektrická vodivost považována jako indikátor kvality kávy a integrity buněčných membrán. U nekvalitních kávových zrn, jejichž buněčné membrány byly poškozeny, dochází k přemíře rozpuštění látek a vzniku vysoké koncentrace elektrolytu a tím pádem i k naměření vysoké elektrické vodivosti (59,60).

II. PRAKTICKÁ ČÁST

6 CÍL PRÁCE

Pro vypracování diplomové práce byly stanoveny následující dílčí cíle:

- Vypracovat literární rešerši a původu a historii kávy, o technologickém zpracování plodů kávovníku, chemickém složení kávových zrn, vlivu pražení a mletí a jejich vlivu na lidský organismus
- Sítová analýza vzorků káv dle hrubosti mletí
- Stanovení vlivu hrubosti mletí kávových zrn na antioxidační kapacitu u vybraných vzorků káv
- Stanovení obsahu fenolických látek u vybraných vzorků káv
- Stanovení obsahu kofeinu u vybraných vzorků káv
- Vliv hrubosti mletí kávových zrn na elektrickou vodivost kávy
- Senzorické hodnocení vzorků káv

7 METODIKA PRÁCE

7.1 Charakteristika vzorků

Bylo zakoupeno pět vzorků čerstvě upražené zrnkové kávy. Vzorky byly vybírány tak, aby byl jejich původ z různých částí světa. Jako vzorek č. 6 byla zařazena běžně dostupná pražená káva ze supermarketu.

7.1.1 Vzorek č. 1 – INDIE PLANTA – 100% Arabika

Velmi charakteristická, těžší hutná káva s plnou, kořenitou chutí a jemnou vůní.

Region pěstování: Karnataka - Malenadu, pohoří Western Gats

Nadmořská výška: 1 000 – 1 500 m nad mořem

Odrůdy: Catimor, S795

Způsob zpracování: mokré

Intenzita pražení: městské pražení

7.1.2 Vzorek č. 2 – KEŇA – TOP MASAI - 100% Arabika

Nejjemnější káva východoafrického trhu s velmi bohatou vinnou chutí a aroma ovocného nádechu.

Region pěstování: Kirinyaga, Mount Kenya

Nadmořská výška: 1 500 – 2 100 m nad mořem

Odrůdy: SL34, Ruiru 11

Způsob zpracování: mokrý

Intenzita pražení: městské pražení

7.1.3 Vzorek č. 3 – KOLUMBIE – SUPREMO - 100% Arabika

Silné aroma, kontrast svěžesti a drsnosti, smetanová chuť a ovocná vůně.

Region pěstování: Santander

Nadmořská výška: 1 200- 1 500 m nad mořem

Odrůdy: Caturra, Castillo

Způsob zpracování: mokrý

Intenzita pražení: městské pražení

7.1.4 Vzorek č. 4 – DOMINIKÁNSKÁ REPUBLIKA – BARAHONA - 100%

Arabika

Příjemně sladká káva nadprůměrné kvality s bohatou, plnou chutí s nádechem ušlechtilé kyselosti.

Region pěstování: Barahona

Nadmořská výška: 600 – 1 450 m nad mořem

Odrůdy: Typica, Catuai, Caturra, Bourbon, Mundo Novo

Způsob zpracování: mokrý

Intenzita pražení: městské pražení

7.1.5 Vzorek č. 5 – COSTA RICA – TARRAZU - 100% Arabika

V jejím aroma se mísí vanilka, karamel, oříšky a ovocné tóny.

Region pěstování: San Lorenzo

Nadmořská výška: 1 400 – 1 600 m nad mořem

Odrůdy: Catuai, Caturra

Způsob zpracování: mokrý

Intenzita pražení: městské pražení

7.1.6 Vzorek č. 6 – BELLAROM – směs 65% Arabika a 35% Robusta

Na etiketě nejsou žádné další informace.

7.2 Použité chemikálie

Pro měření byly použity následující chemikálie:

- DPPH - 1,1-difenyl-2-(2,4,6-trinitrofenyl)hydrazyl, (Sigma-Aldrich, Co., St. Louis, USA)
- Trolox - 6-hydroxy-2,5,7,8,-tetramethylchroman-2-karboxylová kyselina, (FLUKA, Buchs, Švýcarsko)

- Methanol - CH_3OH , čistota 99,9 %, (Sigma-Aldrich, Co., St. Louis, USA)
- Folin – Ciocalteuovo činidlo (Merck KGaA, Darmstadt, Německo)
- Gallová kyselina – $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_5$, (Sigma-Aldrich, Co., St. Louis, USA)
- Uhličitan sodný – Na_2CO_3 (IPL - Ing. Petr Lukeš, Uherský Brod, ČR)
- Kofein - $\text{C}_8\text{H}_{10}\text{N}_4\text{O}_2$, (Penta, Praha, ČR)

7.3 Vybavení a přístroje

Navážka pomleté kávy a chemikálií byla provedena na analytických vahách Mettler Analytical balance AE 240 (Mettler-Toledo AG, Švýcarsko).

Kávová zrna byla pomleta na mlýnku KRUPS se 17 stupni mletí zrn.

Stanovení velikosti částic bylo provedeno na síťovém analyzátoru FRITSCH Analysette 3 (FRITSCH GmbH - Milling and Sizing, Německo).

Káva espresso byla připravena pomocí pákového kávovaru KRUPS o tlaku 15 barů.

Filtrace kávy byla provedena pro jednotlivá stanovení pomocí stříkačkových filtrů s membránou $0,22 \mu\text{m}$ (LABICOM s.r.o., Olomouc).

Stanovení antioxidační aktivity a celkového obsahu polyfenolických látek u jednotlivých vzorků káv bylo provedeno spektrofotometricky pomocí UV/VIS spektrofotometru Cecil CE 1021 - Serie 1000 s rozsahem měření vlnové délky od 200 do 1 100 nm (CECIL INSTRUMENTS LIMITED, Anglie).

Obsah kofeinu byl stanoven pomocí HPLC (Thermo Scientific Dionex Ultimate 3000, MA, USA) s Thermo Scientific Dionex UltiMate 3000 detektorem diodového pole DAD-3000RS, použita byla kolona Supelco Ascentis C18 (150 x 4,6 mm, 2,7 μm , Sigma Aldrich, Praha, Česká republika).

Pro měření elektrické vodivosti byl použit konduktometr Mettler Toledo FiveEasy Plus FEP 30 (Mettler-Toledo AG, Švýcarsko).

7.4 Příprava vzorků

Kávová zrna od každého vzorku byla rozdělena na třetiny a od každého vzorku kávy byla zrna pomleta na mlýnku KRURPS na stupeň hrubosti 3, 5 a 8.

Pro síťovou analýzu bylo od každého vzorku kávy bylo naváženo určité množství kávy o různé hrubosti mletí.

Od každého vzorku kávy byly připravovány 3 kávové nápoje typu espresso vždy s rozdílnou hrubostí mletí zrnkové kávy a to stupeň 3, 5 a 8 dle nastavení mlýnku na kávu KRUPS.

Stupeň 3 byl zvolen jako optimální hrubost mletí pro kávu espresso, tedy jemnější mletí, které je doporučované pro přípravu nápoje typu espresso. Zvoleny tedy byly spíše jemnější stupně hrubosti mletí, protože jsou vhodné právě pro přípravu kávy typu espresso.

Kávový nápoj typu espresso byl připravován ze 7 g pražené mleté kávy a 100 ml destilované vody na pákovém kávovaru KRUPS. Sedmigramový vzorek kávy daného stupně mletí byl vložen do kovové mističky na páce kávovaru, páka byla vložena do kávovaru, do nádržky s vodou bylo přidáno 100 ml destilované vody a kávovar byl spuštěn. Voda o teplotě cca 90 °C protékala kávou pod tlakem 15 barů. Připravená káva byla z kádinky přelita do uzavíratelné skleněné láhve. Tímto způsobem bylo připraveno všech 18 vzorků potřebných pro naše výzkumy.

Nápoje byly vychlazeny na laboratorní teplotu a pro další účely byly kávy přefiltrovány pomocí injekčních stříkaček a stříkačkových filtrů.

7.5 Stanovení velikosti částic

Pro stanovení byla použita síťová analýza.

7.5.1 Princip síťové analýzy

Principem metody je distribuce částic pomocí vibrací na jednotlivá síta s rozdílnou velikostí otvorů. Tato metoda je omezena počtem frakcí, které lze získat a určuje je počet sít ve sloupci.

Výsledek byl vyjádřen graficky jako hmotnostní poměr distribuce částic zachycených v jednotlivých sítích na hodnotě střední velikosti částic (d_i). Tento střední průměr částic

zachycený mezi síty s lineárním rozměrem oka l_i resp. l_{i-1} vypočítáme jako geometrický průměr dvou sousedních sít (61,62):

$$d_i = (l_i \cdot l_{i-1})^{0,5}$$

7.5.2 Postup

Na síťovací stroj byla umístěna síta s průměrem velikostí otvorů 560 μm , 450 μm , 320 μm , 220 μm , 160 μm , 125 μm pod sebou tak, že nahoře bylo síto s největším průměrem ok a dole síto s nejmenším průměrem ok. Vzorek pomleté kávy byl umístěn na horní síto, sloupec se síty byl upnut na síťovací stroj a vibrace byly nastaveny na 5 minut, kdy byla hmotnost vzorku na příslušných sítích již neměnná. Obsah každého síta byl zvážen.

7.6 Stanovení antioxidační aktivity

Stanovovalo se spektrofotometricky pomocí metody DPPH.

7.6.1 Princip metody DPPH

Metoda spočívá v reakci testované látky se stabilním volným radikálem DPPH. Redukce DPPH antioxidantem se projevuje odbarvením, reakce byla sledována spektrofotometricky ve stanovených časových intervalech. Absorbance byla měřena při 515 nm a výsledky byly interpretovány jako procentuální hodnota inaktivace DPPH. Antioxidační aktivita se vyjadřuje jako hodnota TEAC, tedy jako ekvivalent množství troloxu v 1g vzorku (41,63,64).

7.6.2 Postup

Byl připraven zásobní roztok o koncentraci $6 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$ rozpuštěním naváženého pevného DPPH v 100 ml metanolu.

Jako standard byl použit trolox, kdy byl připraven zásobní roztok o koncentraci 200 $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ rozpuštěním navážky pevného troloxu v metanolu. Byla vytvořena kalibrační řada ředěním o koncentracích 20; 40; 80; 100; 120 a 160 $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ do odměrných baněk o objemu 10 ml, které byly doplněny po rysku metanolem. K 8,55 ml pracovního roztoku DPPH byly přidány jednotlivé koncentrace kalibračních bodů v množství 450 μl a byla proměřena jejich absorbance po 60 minutách při 515 nm. Každý kalibrační bod byl proměřen třikrát a byla vypočtena průměrná hodnota absorbance. Kalibrační křivka byla sestavena jako závislost inaktivace radikálu DPPH (%) na koncentraci troloxu ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$). Inaktivace se

vypočítá dle rovnice inaktivace, kde A_0 je hodnota absorbance kontrolního vzorku a A_{1-3} je průměrná hodnota absorbance testovaného vzorku.

$$\text{Inaktivace (\%)} = \frac{(A_0 - A_{1-3})}{A_0} \times 100$$

Vzorek pro stanovení antioxidační aktivity byl připraven smícháním 0,1 ml přefiltrované kávy s 5 ml zásobního roztoku DPPH. Pro každý vzorek byla měřena absorbance při 515 nm vždy v čase 0; 15; 30; 45 a 60 minut oproti blanku metanolu. Vzorky byl uchovávány v temnu po celou dobu mezi jednotlivými měřeními.

Byla vypočítána hodnota antioxidační kapacity vyjádřená v μmol ekvivalentu troloxu na gram vzorku (41,63,64).

7.7 Stanovení fenolických látek

7.7.1 Princip metody stanovení pomocí Folin-Ciocalteuova fenolového činidla

Principem metody je přenos elektronů v alkalickém prostředí z fenolických sloučenin na komplexy fosfomolybdenové a fosfowolframové kyseliny za vzniku modrých komplexů, měřena je absorbance při 764 nm a naměřená hodnota je úměrná celkovému množství původně přítomných fenolových sloučenin.

Celkový obsah polyfenolů (Total Phenolic Content, TPC) se vztahuje na ekvivalent zvoleného standardu. Nejčastěji využívanými standardy je kyselina gallová nebo ferulová. Pro naše účely byla vybrána a použita kyselina gallová, proto jsou výsledky uváděny v mg kyseliny gallové na gram vzorku (44,45,46,47,48).

7.7.2 Postup

Byl připraven zásobní roztok rozpuštěním 0,5 g kyseliny gallové v 10 ml metanolu a roztok byl doplněn do 100 ml destilovanou vodou. Byla připravena kalibrační řada naředěním na koncentrace 50; 100; 200; 400; 600 a 800 $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$. Kalibrační řada byla připravena smícháním daného objemu zásobního roztoku kyseliny gallové s 5 ml destilované vody a 0,3 ml FC činidla a po třech minutách bylo přidáno 0,5 ml 14% Na_2CO_3 a objem byl doplněn na 25 ml destilovanou vodou. Pro přípravu slepého vzorku bylo smícháno 5 ml destilované vody, 0,3 ml FC činidla a 0,5 ml 14% Na_2CO_3 . Kalibrační řada byla uložena v temnu po dobu 60 minut a poté byla proměřena oproti slepému vzorku při 764 nm.

Pro stanovení celkového obsahu polyfenolů musely být vzorky přefiltrované kávy naředěny, 0,25 ml přefiltrované kávy bylo naředěno 3 ml destilované vody. Z naředěného vzorku bylo odměřeno 0,1 ml a přimícháno 0,3 ml FC činidla. Po třech minutách bylo přidáno 0,5 ml 14% Na_2CO_3 a 4 ml destilované vody. Takto připravené vzorky byly ponechány po dobu 60 minut v temnu a poté byla měřena jejich absorbance při 764 nm oproti slepému vzorku, který byl připraven smícháním 4,1 ml destilované vody, 0,3 ml FC činidla a 0,5 ml 14% Na_2CO_3 .

Pomocí kalibrační křivky kyseliny gallové byl stanoven celkový obsah polyfenolů ve vzorcích kávy, který je udáván v mg kyseliny gallové na 1 g kávy ($\text{mg GAE} \cdot \text{g}^{-1}$) (64,65).

7.8 Stanovení obsahu kofeinu

7.8.1 Princip metody stanovení pomocí HPLC

Metoda je založena na rovnovážné distribuci složek vzorku mezi dvě fáze – mobilní a stacionární. Vzorky jsou unášeny mobilní fází, která je vždy kapalná, na kolonu, kde dochází k separaci analytů dle fyzikálně-chemických vlastností. Analyty mají rozdílnou afinitu ke stacionární fázi a proto čím větší je interakce se stacionární fází, tím je retenční čas delší. Analyty vycházející z kolony jsou detekovány a výsledkem je eluční křivka neboli pík. Eluční křivka vyjadřuje závislost odezvy detektoru na čase nebo objemu proteklé mobilní fáze. Pík analytu se posléze porovná s píkem standardu.

7.8.2 Postup

Z každého vzorku kávy byly připraveny 2 vzorky k proměření, 3 ml vzorku kávy byly vždy přefiltrovány přes filtry do analytických vialek a vloženy do přístroje HPLC.

Objem nástřiku byl 20 μl a průtok 0,75 ml/min. Kolona byla vytemperována na 30 °C. Mobilní fáze obsahovala acetátový pufr a metanol v poměru 70:30 (v/v). Eluce byla isokratická s dobou analýzy 40 minut. Detekce proběhla pomocí UV detektoru při vlnové délce 210 nm (66,67).

Pro stanovení kalibrační křivky kofeinu byla podrobena analýze na HPLC/UV kalibrační řada o koncentracích 50; 100; 200; 400 a 600 $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$. Byl zjištěn retenční čas kofeinu a z hodnot ploch píků o daných koncentracích byla sestavena kalibrační křivka. Pomocí lineární regrese byla získána rovnice přímky charakterizující závislost plochy píku a koncentrace kofeinu. Rovnicí kalibrační křivky byla přepočítána plocha píku na

koncentraci kofeinu v analyzovaném vzorku a přepočtem zjištěno množství kofeinu v $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ vzorku.

7.9 Stanovení elektrické vodivosti

Elektrická konduktivita byla měřena na konduktometru.

7.9.1 Princip konduktivity

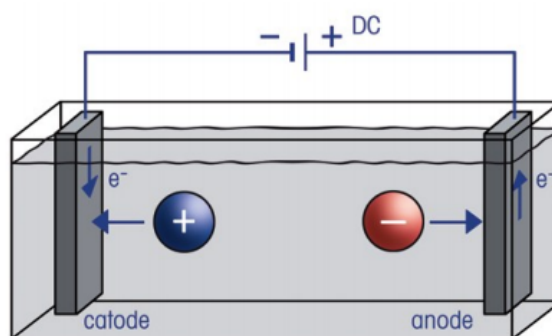
Elektrická vodivost je schopnost přenášet elektrický proud a je proto vyžadována přítomnost elektricky nabitých částic – iontových vodičů. Iontové vodiče jsou tvořeny elektricky nabitými a pohyblivými ionty a nazývají se elektrolyty.

Z Ohmova zákona můžeme vyjádřit odpor (R) jako konstantu úměrnosti a může být vypočtena změřením protékajícího proudu (I) při aplikaci známého napětí (V).

Konduktance (G), s jednotkou Siemens, je definována jako převrácená hodnota odporu:

$$G = 1/R \text{ (S)}$$

Pro měření konduktance vzorku se používá tzv. měřící cela, která sestává z nejméně dvou elektrod tedy pólů s opačným nábojem, na které je přivedeno napětí.



Obrázek 19 Schematická konstrukce konduktometrické měřící cely

Cela a izolované tělo, které vše drží pohromadě, se nazývá senzor. Od geometrie měřící cely je odvislý odečet naměřené hodnoty, kterou popisuje konstanta cely (K) udávaná v cm^{-1} , jako poměr vzdálenosti (l) a plochy pólů (A). Konduktance může být přepočtena na standardizovanou konduktivitu (κ) vynásobením konduktance konstantou cely:

$$\kappa = G \times K \text{ (S/cm)}$$

Důležitými parametry konduktivity je typ rozpouštěného elektrolytu, jeho koncentrace a disociační stupeň, viskozita a permitivita a v neposlední řadě teplota (58).

7.9.2 Postup

Po vychlazení připravených kávových nápojů na laboratorní teplotu byl každý vzorek proměřen ponořením vodivostní sondy. Po každém měření bylo nutné elektrody omýt destilovanou vodou a vysušit. Každý vzorek byl proměřen třikrát a výsledná hodnota byla vypočítána jako průměrná hodnota ze tří měření.

8 VÝSLEDKY A DISKUZE

Tato práce byla zaměřena na vliv hrubosti mletí kávových zrn a na následné extrakci látek pro přípravu kávy jako espressa.

8.1 Stanovení velikosti částic

Pro stanovení velikosti částic byla zvolena síťová analýza. Od každého vzorku kávy byl síťové analýze vždy podroben vzorek pomletí s hrubostí 3, 5 a 8. Byla použita síta s průměrem velikosti ok 560 μm , 450 μm , 320 μm , 220 μm , 160 μm a 125 μm .

Pro stupeň mletí hrubosti 3 byla největší distribuce částic velikosti 379 μm , pro mletí na stupeň 5 bylo nejvíce částic velikosti 441 μm a pro částice stupně mletí 8 bylo nejvíce částic velikosti 502 μm .

Tabulka 8 Distribuce částic pro jednotlivé stupně mletí

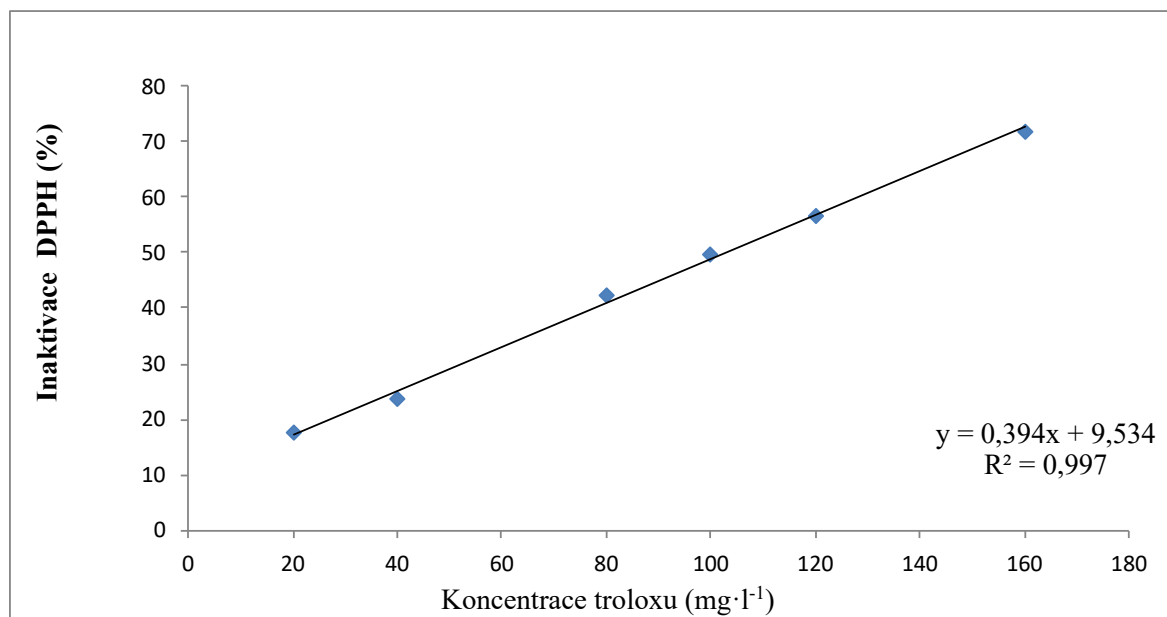
STUPEŇ MLETÍ	3	5	8
VELIKOST ČÁSTIC (μm)	379 \pm 10	441 \pm 10	502 \pm 10
% ZASTOUPENÍ	91,00	93,00	98,00

8.2 Antioxidační aktivita

Pro stanovení antioxidační kapacity byla použita metoda DPPH založená na spektrofotometrickém stanovení při vlnové délce 515 nm a byla vyjádřena v procentech inaktivace DPPH u jednotlivých vzorků káv v závislosti na čase.

8.2.1 Kalibrační křivka troloxu

Kalibrační křivka zobrazuje závislost inaktivace radikálu DPPH na koncentraci troloxu, inaktivace DPPH je vyjádřena v % a koncentrace troloxu v $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$.



Obrázek 20 Kalibrační křivka troloxu

8.2.2 Inaktivace DPPH

U každého vzorku byla měřena absorbance, bylo měřeno vždy třikrát a byly vypočítány průměrné hodnoty. Tyto hodnoty byly použity pro stanovení hodnot inaktivace DPPH, které jsou uvedeny v Tabulce 9.

Tabulka 9 Hodnoty inaktivace DPPH pro vzorky káv dle hrubosti mletí

HRUBOST MLETÍ	VZORKY KÁV	INAKTIVACE (%) V ČASE (MIN)				
		0	15	30	45	60
STUPEŇ 3	INDIE PLANTA	68,83 ± 1,05	71,55 ± 0,21	70,48 ± 0,14	70,48 ± 0,14	70,02 ± 0,21
	KEŇA – TOP MASAI	68,38 ± 0,29	67,76 ± 0,14	68,27 ± 0,14	68,61 ± 0,14	68,83 ± 0,16
	KOLUMBIE – SUPREMO	66,18 ± 0,21	66,35 ± 0,08	66,06 ± 0,14	66,29 ± 0,08	66,06 ± 0,24
	DR – BARAHONA	70,31 ± 0,14	70,14 ± 0,00	69,74 ± 0,45	70,19 ± 0,29	70,36 ± 0,16
	COSTA RICA – TARRAZU	70,98 ± 0,14	72,06 ± 0,16	72,34 ± 0,14	72,51 ± 0,42	71,95 ± 0,16
	BELLAROM	66,63 ± 0,29	66,06 ± 0,14	65,89 ± 0,14	65,16 ± 0,16	65,38 ± 0,14
STUPEŇ 5	INDIE PLANTA	71,32 ± 0,00	71,38 ± 0,08	71,10 ± 0,21	70,87 ± 0,08	71,32 ± 0,14
	KEŇA – TOP MASAI	69,57 ± 0,08	70,53 ± 0,08	70,76 ± 0,08	70,70 ± 0,08	70,76 ± 0,08
	KOLUMBIE – SUPREMO	70,08 ± 0,21	69,63 ± 0,14	69,74 ± 0,08	69,23 ± 0,29	70,42 ± 0,08
	DR – BARAHONA	71,78 ± 0,21	70,87 ± 0,08	73,02 ± 0,14	72,68 ± 0,14	72,96 ± 0,21
	COSTA RICA – TARRAZU	71,66 ± 0,14	71,04 ± 0,08	71,89 ± 0,16	71,61 ± 0,16	71,15 ± 0,14
	BELLAROM	72,06 ± 0,21	71,83 ± 0,14	71,95 ± 0,08	72,68 ± 0,00	72,74 ± 0,08
STUPEŇ 8	INDIE PLANTA	74,66 ± 0,35	74,38 ± 0,14	74,15 ± 0,08	74,38 ± 0,14	73,93 ± 0,08
	KEŇA – TOP MASAI	72,29 ± 0,21	72,40 ± 0,08	72,51 ± 0,14	72,45 ± 0,08	72,17 ± 0,00
	KOLUMBIE – SUPREMO	71,66 ± 0,37	72,40 ± 0,21	72,45 ± 0,08	72,91 ± 0,08	72,45 ± 0,29
	DR – BARAHONA	73,64 ± 0,21	74,21 ± 0,14	73,93 ± 0,08	74,38 ± 0,14	74,43 ± 0,08
	COSTA RICA – TARRAZU	74,10 ± 0,21	73,87 ± 0,00	73,70 ± 0,14	74,89 ± 0,14	74,55 ± 0,14
	BELLAROM	72,17 ± 0,14	71,89 ± 0,08	72,29 ± 0,08	72,74 ± 0,08	72,85 ± 0,14

Pro kávu Indie Planta byly hodnoty inaktivace stanoveny v rozmezí $(68,83 \pm 1,05)$ % až $(71,55 \pm 0,21)$ % při stupni hrubosti mletí 3, $(70,87 \pm 0,08)$ % až $(71,38 \pm 0,08)$ % při stupni hrubosti mletí 5, $(73,93 \pm 0,08)$ % až $(74,66 \pm 0,35)$ % při stupni hrubosti mletí 8. Pro indickou kávu byly dohledány hodnoty inaktivace v rozmezí $(62,98 \pm 1,04)$ % (69).

Pro kávu Keňa Top Masai byly hodnoty inaktivace stanoveny v rozmezí $(67,76 \pm 0,14)$ % až $(68,83 \pm 0,16)$ % při stupni hrubosti mletí 3, $(69,57 \pm 0,08)$ % až $(70,76 \pm 0,08)$ % při stupni hrubosti mletí 5, $(72,17 \pm 0,00)$ % až $(72,51 \pm 0,14)$ % při stupni hrubosti mletí 8. Zdroje uvádějí hodnoty inaktivace pro kávu Kenya připravenou jako espresso $(79,3 \pm 1)$ % (70).

Pro kávu Kolumbie Supremo byly hodnoty inaktivace stanoveny v rozmezí $(66,06 \pm 0,14)$ % až $(66,35 \pm 0,08)$ % při stupni hrubosti mletí 3, $(69,23 \pm 0,29)$ % až $(70,42 \pm 0,08)$ % při stupni hrubosti mletí 5, $(71,66 \pm 0,37)$ % až $(72,91 \pm 0,08)$ % při stupni hrubosti mletí 8. Zdroje uvádějí hodnoty inaktivace pro kávu Colombia připravenou jako espresso $(80,1 \pm 4)$ % (70). Další zdroj uvádí hodnoty inaktivace v závislosti na stupni pražení kávových zrn a pro střední stupeň pražení jsou 69 %, 83 % a 87 % inaktivace v závislosti na čase pro první hodnotu 10 minut, dále 20 minut a 30 minut (71).

Pro kávu Dominikánská republika Barahona byly hodnoty inaktivace stanoveny v rozmezí $(69,74 \pm 0,45)$ % až $(70,36 \pm 0,16)$ % při stupni hrubosti mletí 3, $(70,87 \pm 0,08)$ % až $(73,02 \pm 0,14)$ % při stupni hrubosti mletí 5, $(73,64 \pm 0,21)$ % až $(74,43 \pm 0,08)$ % při stupni hrubosti mletí 8.

Pro kávu Costa Rica Tarrazu byly hodnoty inaktivace stanoveny v rozmezí $(70,98 \pm 0,14)$ % až $(72,51 \pm 0,42)$ % při stupni hrubosti mletí 3, $(71,04 \pm 0,08)$ % až $(71,89 \pm 0,16)$ % při stupni hrubosti mletí 5, $(73,70 \pm 0,14)$ % až $(74,89 \pm 0,14)$ % při stupni hrubosti mletí 8. Zdroj uvádí hodnoty inaktivace v závislosti na stupni pražení kávových zrn a pro střední stupeň pražení jsou 72 %, 80 % a 85 % inaktivace v závislosti na čase pro první hodnotu 10 minut, dále 20 minut a 30 minut (71).

Pro kávu Bellarom byly hodnoty inaktivace stanoveny v rozmezí $(65,16 \pm 0,16)$ % až $(66,63 \pm 0,29)$ % při stupni hrubosti mletí 3, $(71,83 \pm 0,14)$ % až $(72,74 \pm 0,08)$ % při stupni hrubosti mletí 5, $(71,89 \pm 0,08)$ % až $(72,85 \pm 0,14)$ % při stupni hrubosti mletí 8. Tento vzorek jako jediný je směsí kávy Arabika a Robusta. Avšak z hodnot není patrný významný rozdíl hodnot inaktivace oproti ostatním vzorkům. Naše zjištění dokládají i data, porovnávající hodnoty inaktivace káv Arabika i Robusta, kdy nebyl prokázán významný rozdíl hodnot inaktivace (71).

Hodnoty inaktivace jsou ovlivněny oblastí pěstování a odrůdou kávovníku, můžeme také pozorovat, že naměřené výsledky korelují s hladinou polyfenolických látek (73). Nejenom oblast pěstování, ale i samotné podmínky – tedy jak moc je kávovník stíněn či vystaven slunci, jsou prokazatelně ovlivňující faktory (74). Dalším prokazatelným vlivem na hodnoty inaktivace je hrubost mletí a velikost částic, kdy je pozorována zvyšující se inaktivace při vyšší hrubosti mletí (75).

8.2.3 Antioxidační aktivita TEAC

Dosažením hodnoty inaktivace do rovnice regrese kalibrační křivky troloxu byla získána antioxidační aktivita vyjádřená jako ekvivalent μmol troloxu v gramu vzorku (Tabulka 10).

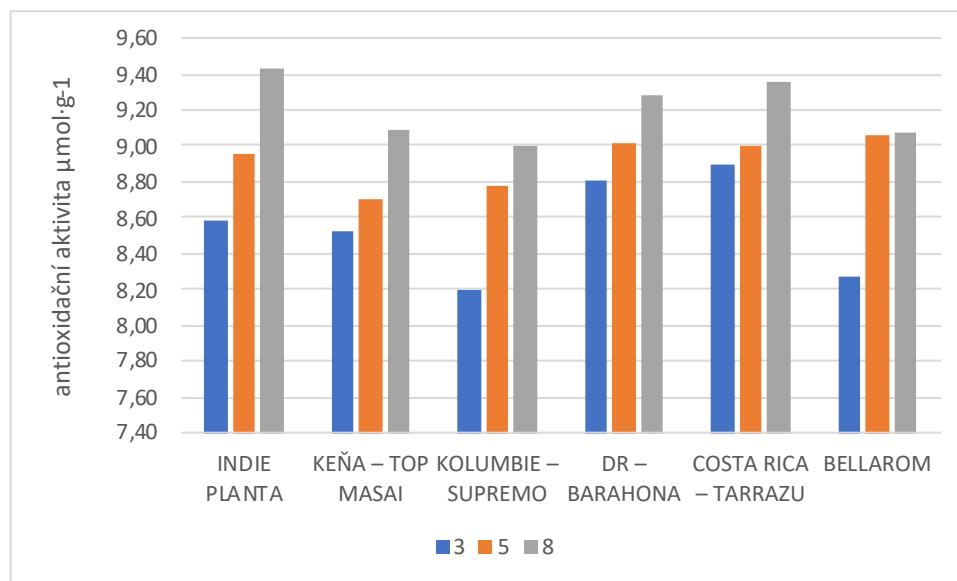
Antioxidační aktivita v čase 0 se u všech vzorků pohybovala v rozmezí od $(8,204 \pm 0,031)$ do $(9,434 \pm 0,042)$ μmol ekv TEAC/g vzorku. Nejnižší antioxidační kapacitu vykazoval vzorek kávy Kolumbie – Supremo s hrubostí mletí 3 a nejvyšší antioxidační kapacita byla naměřena u kávy Indie – Planta s hrubostí mletí 8.

Tabulka 10 Antioxidační aktivita

HRUBOST MLETÍ	VZORKY KÁV	TEAC ($\mu\text{mol/g}$)				
		0	15	30	45	60
STUPEŇ 3	INDIE PLANTA	8,589 \pm 0,152	8,983 \pm 0,031	8,827 \pm 0,020	8,827 \pm 0,020	8,762 \pm 0,031
	KEŇA – TOP MASAI	8,524 \pm 0,042	8,434 \pm 0,020	8,507 \pm 0,020	8,557 \pm 0,020	8,589 \pm 0,023
	KOLUMBIE – SUPREMO	8,204 \pm 0,031	8,228 \pm 0,012	8,187 \pm 0,020	8,220 \pm 0,012	8,187 \pm 0,035
	DR – BARAHONA	8,803 \pm 0,020	8,778 \pm 0,000	8,721 \pm 0,065	8,786 \pm 0,042	8,811 \pm 0,023
	COSTA RICA – TARRAZU	8,901 \pm 0,020	9,057 \pm 0,023	9,098 \pm 0,020	9,123 \pm 0,060	9,041 \pm 0,023
	BELLAROM	8,270 \pm 0,042	8,187 \pm 0,020	8,163 \pm 0,020	8,056 \pm 0,023	8,089 \pm 0,020
STUPEŇ 5	INDIE PLANTA	8,950 \pm 0,000	8,959 \pm 0,012	8,918 \pm 0,031	8,885 \pm 0,012	8,950 \pm 0,020
	KEŇA – TOP MASAI	8,696 \pm 0,042	8,836 \pm 0,012	8,868 \pm 0,012	8,860 \pm 0,012	8,868 \pm 0,012
	KOLUMBIE – SUPREMO	8,770 \pm 0,042	8,704 \pm 0,020	8,721 \pm 0,012	8,647 \pm 0,042	8,819 \pm 0,012
	DR – BARAHONA	9,016 \pm 0,042	8,885 \pm 0,012	9,196 \pm 0,020	9,147 \pm 0,020	9,188 \pm 0,031
	COSTA RICA – TARRAZU	9,000 \pm 0,042	8,909 \pm 0,012	9,032 \pm 0,023	8,991 \pm 0,023	8,926 \pm 0,020
	BELLAROM	9,057 \pm 0,042	9,024 \pm 0,020	9,041 \pm 0,012	9,147 \pm 0,000	9,155 \pm 0,012
STUPEŇ 8	INDIE PLANTA	9,434 \pm 0,042	9,393 \pm 0,020	9,360 \pm 0,012	9,393 \pm 0,020	9,328 \pm 0,012
	KEŇA – TOP MASAI	9,090 \pm 0,042	9,106 \pm 0,012	9,123 \pm 0,020	9,114 \pm 0,012	9,073 \pm 0,000
	KOLUMBIE – SUPREMO	9,000 \pm 0,042	9,106 \pm 0,031	9,114 \pm 0,012	9,180 \pm 0,012	9,114 \pm 0,042
	DR – BARAHONA	9,287 \pm 0,042	9,369 \pm 0,020	9,328 \pm 0,012	9,393 \pm 0,020	9,402 \pm 0,012
	COSTA RICA – TARRAZU	9,352 \pm 0,042	9,319 \pm 0,000	9,295 \pm 0,020	9,467 \pm 0,020	9,418 \pm 0,020
	BELLAROM	9,073 \pm 0,042	9,032 \pm 0,012	9,090 \pm 0,012	9,155 \pm 0,012	9,172 \pm 0,020

Pro kávu Kolumbie – Supremo byla naměřena hodnota ($8,770 \pm 0,042$) μmol ekv TEAC/g vzorku při stupni mletí 5. Byly dohledány naměřené hodnoty pro jihoamerickou kávu, a to sice kolumbijskou, u které zdroje uvádí hodnotu $8,60 \pm 0,03$. Naše naměřené hodnoty pro kávu Keňa – Top Masai se pohybují v rozmezí od ($8,524 \pm 0,042$) do ($9,090 \pm 0,042$) μmol ekv TEAC/g, dohledané zdroje pro kávu Kenya uvádí hodnotu $7,36 \pm 0,04$ (70,71).

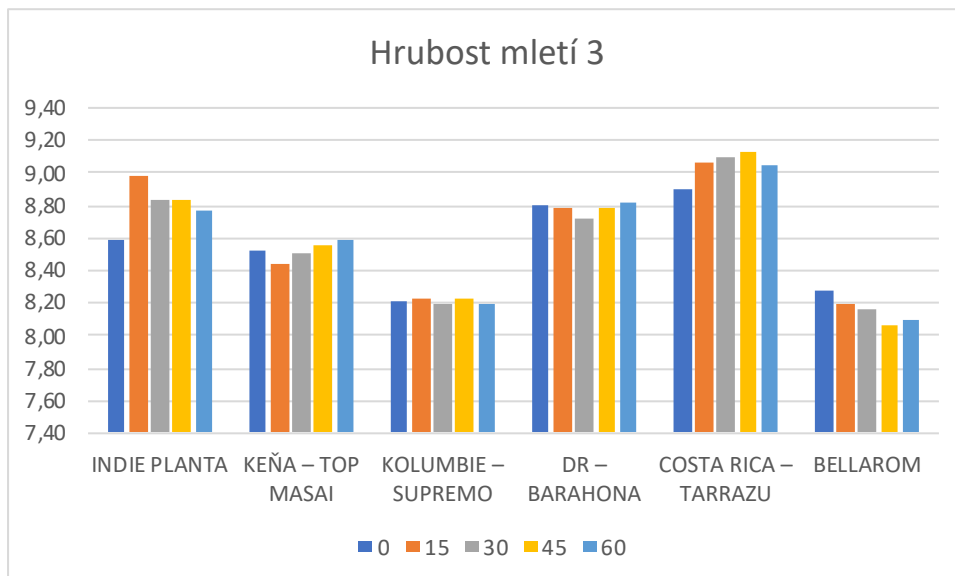
Rozdílné hodnoty můžou být způsobeny rozdílným stupněm pražení a časem doby pražení, kdy každá káva má svůj optimální stupeň a čas, který pokud není dodržen, kdy doba pražení je kratší nebo delší, tak v obou případech dochází ke snížení antioxidační kapacity (80).



Obrázek 21 Antioxidační aktivita vzorků

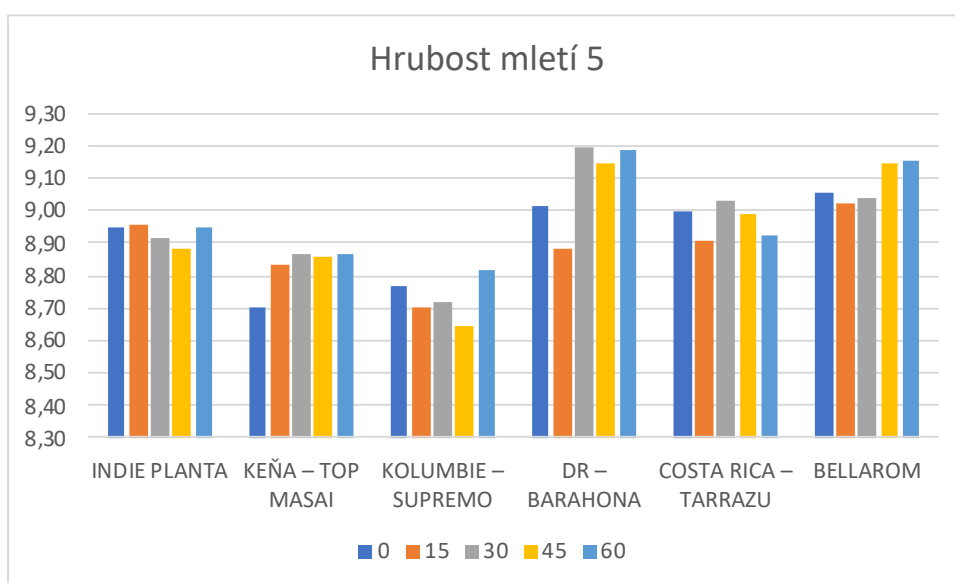
Obrázek 21 zobrazuje antioxidační aktivitu v čase 0 všech vzorků při hrubosti mletí 3, 5, 8. Je zajímavé, že při největší hrubosti mletí, tedy při stupni 8, vykazují vzorky nejvyšší antioxidační aktivitu. V závislosti na obsahu polyfenolických látek, kterých bylo naměřeno nejvíce ve vzorcích s hrubostí mletí 3 (Obrázek 25), by se dalo předpokládat na základě výsledků studií, že nejvyšší antioxidační aktivitu budou vykazovat právě vzorky s hrubostí mletí 3 (74). Podobné závěry, jaké prokázalo naše měření, tedy že obsah polyfenolických látek zřejmě nekoreluje s antioxidační aktivitou, popisují další zdroje (78,81,82). Je poukazováno na vliv melanoidinů, vznikajících při pražení kávových zrn Maillardovou reakcí, jako na látky, mající vliv na antioxidační aktivitu (78,86).

Antioxidační aktivita v čase pro jednotlivé stupně mletí je zobrazena na Obrázku 22, 23 a 24. Pro stupeň mletí 3 v čase 60 minut vykazovala větší antioxidační aktivitu než v čase 0 káva Indie – Planta, Keňa – Top Masai, Costa Rica – Tarrazu. Naopak v čase 60 vykazovala menší antioxidační aktivitu než v čase 0 káva Bellarom. Podobné hodnoty antioxidační aktivity v čase 0 a 60 byly naměřeny u kávy Kolumbie – Supremo a DR – Barahona.



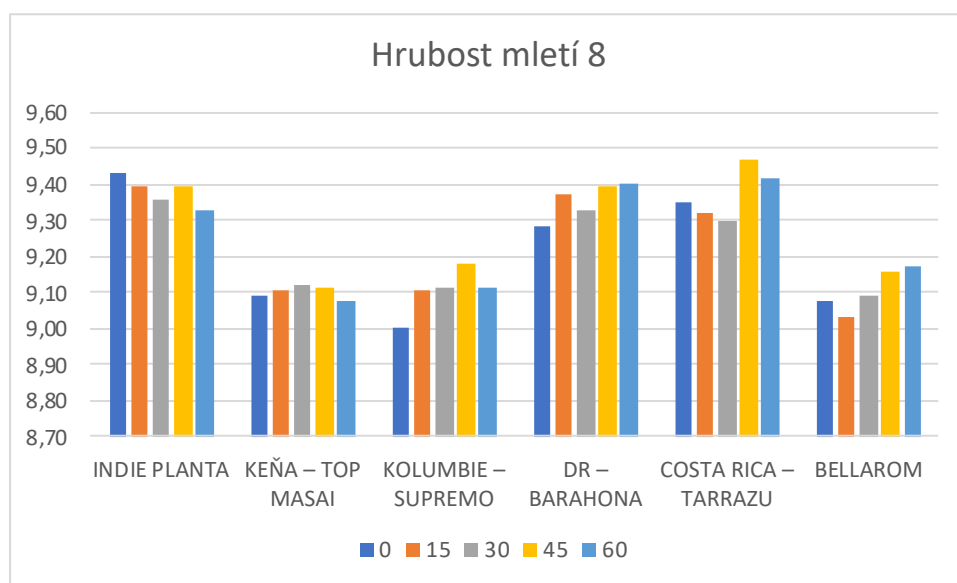
Obrázek 22 Antioxidační aktivita v závislosti na čase 0, 15, 30, 45, 60 minut vzorků s hrubostí mletí 3

Pro stupeň mletí 5 v čase 60 minut vykazovala větší antioxidační aktivitu než v čase 0 káva Keňa – Top Masai, Kolumbie – Supremo, DR – Barahona a Bellarom. Naopak v čase 60 vykazovala menší antioxidační aktivitu než v čase 0 káva Costa Rica - Tarrazu. Podobné hodnoty antioxidační aktivity v čase 0 a 60 byly naměřeny u kávy Indie – Planta.



Obrázek 23 Antioxidační aktivita v závislosti na čase 0, 15, 30, 45, 60 minut vzorků s hrubostí mletí 5

Pro stupeň mletí 8 v čase 60 minut vykazovala větší antioxidační aktivitu než v čase 0 káva Kolumbie – Supremo, DR – Barahona, Costa Rica – Tarrazu a Bellarom. Naopak v čase 60 vykazovala menší antioxidační aktivitu než v čase 0 káva Indie – Planta, Keňa – Top Masai.



Obrázek 24 Antioxidační aktivita v závislosti na čase 0, 15, 30, 45, 60 minut vzorků s hrubostí mletí 8

8.3 Polyfenolické látky

Celkový obsah polyfenolů (TPC) byl stanovován spektrofotometricky pomocí činidla Folin-Ciocalteu. Výsledky jsou vyjádřeny jako mg ekvivalentu kyseliny gallové na gram pražené kávy daného vzorku.

8.3.1 Kyselina gallová

Byla připravena kalibrační řada ředěním roztoku kyseliny gallové. Proměřováno bylo na spektrofotometru při 764 nm. V závislosti absorbance na koncentraci ředěných roztoků kyseliny gallové byla sestrojena kalibrační křivka a získána rovnice lineární regrese $y = 0,1698x - 0,0537$.

8.3.2 Polyfenolické látky

Dosažením naměřené absorpance daných vzorků do rovnice lineární regrese byly získány hodnoty obsahu celkových polyfenolů vyjádřeny jako mg ekvivalentu kyseliny gallové na gram vzorku (mg GAE/g) v Tabulce 11.

Tabulka 11 Obsah polyfenolů

HRUBOST MLETÍ	VZORKY KÁV	A_{\max} (764 nm)	obsah polyfenolů (mg GAE/g)
STUPEŇ 3	INDIE PLANTA	0,288	37,19 ± 0,14
	KEŇA – TOP MASAI	0,302	38,79 ± 0,09
	KOLUMBIE – SUPREMO	0,251	33,18 ± 0,21
	DR – BARAHONA	0,254	33,58 ± 0,05
	COSTA RICA – TARRAZU	0,251	33,22 ± 0,09
	BELLAROM	0,294	37,85 ± 0,19
STUPEŇ 5	INDIE PLANTA	0,276	35,55 ± 0,36
	KEŇA – TOP MASAI	0,264	34,57 ± 0,19
	KOLUMBIE – SUPREMO	0,231	30,99 ± 0,14
	DR – BARAHONA	0,227	30,63 ± 0,05
	COSTA RICA – TARRAZU	0,237	31,65 ± 0,10
	BELLAROM	0,279	36,21 ± 0,14
STUPEŇ 8	INDIE PLANTA	0,223	30,05 ± 0,18
	KEŇA – TOP MASAI	0,262	34,31 ± 0,24
	KOLUMBIE – SUPREMO	0,219	29,61 ± 0,18
	DR – BARAHONA	0,219	29,72 ± 0,09
	COSTA RICA – TARRAZU	0,215	29,28 ± 0,09
	BELLAROM	0,226	30,52 ± 0,10

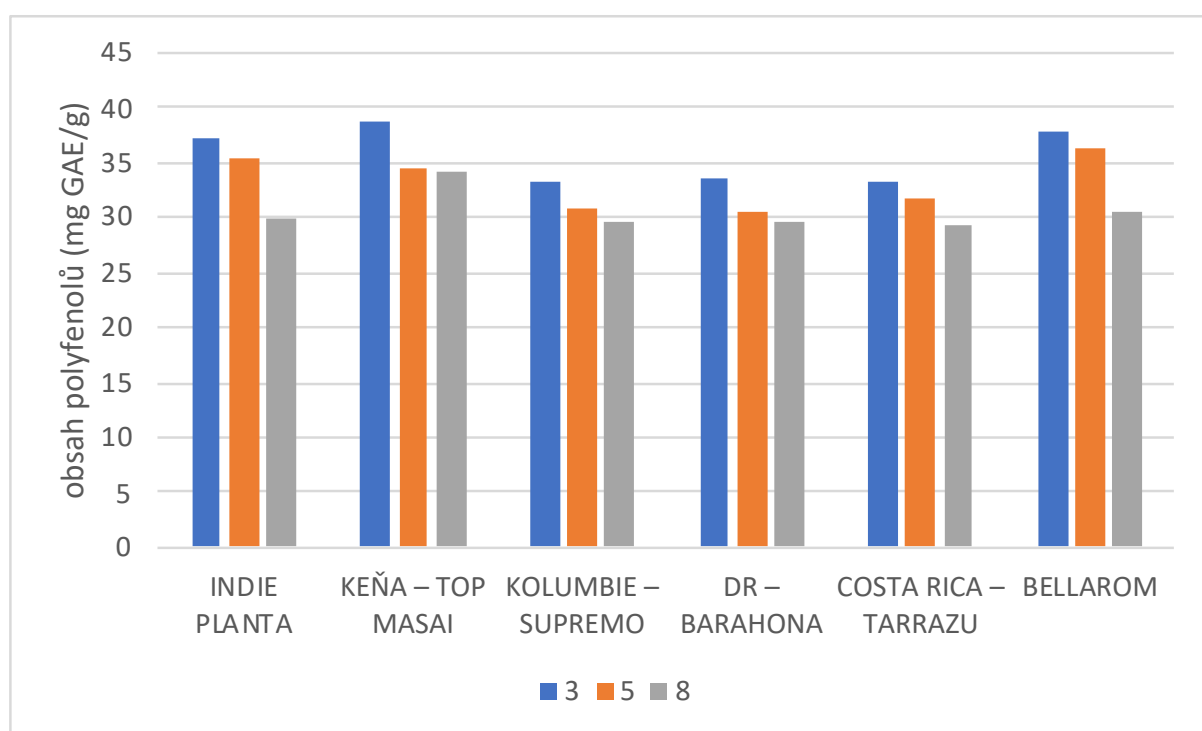
Obsah polyfenolů se ve všech 18 vzorcích pohyboval v rozmezí ($29,28 \pm 0,09$) až ($38,79 \pm 0,09$) mg GAE/g. Nejnižší hodnota byl stanovena u kávy Costa Rica – Tarrazau při hrubosti mletí 8 a nejvyšší hodnota byla naměřena u kávy Keňa – Top Masai u hrubosti mletí 3.

Na rozdílné hodnoty naměřených polyfenolických látek má vliv region, kde je káva pěstována a odrůda kávovníku. Tyto výsledky korespondují se studiemi, které se zabývaly obsahem polyfenolických látek u odlišných odrůd kávovníku z různých oblastí světa (73,76,77). Dokonce i podmínky pěstování jako je stínění nebo naopak vystavení slunci kávovníku bylo prokázáno jako faktor ovlivňující celkový obsah polyfenolů (74).

Pro kávu Indie Planta byla naměřena hodnota při stupni mletí 3 ($37,19 \pm 0,14$) mg GAE/g, což odpovídá hodnotě zjištěné ve studii Dybkowska a kol., která uvádí hodnotu ($37,98 \pm 0,42$) mg GAE/g pro středně praženou indickou kávu (76).

Pro kávu Kolumbie Supremo byla naměřena hodnota při stupni mletí 3 ($33,18 \pm 0,21$) mg GAE/g, což se blíží hodnotě zjištěné ve studii Dybkowska a kol., která uvádí hodnotu ($38,43 \pm 0,26$) mg GAE/g pro středně praženou kolumbijskou kávu (76).

Obrázek 25 znázorňuje rozdíly mezi celkovými obsahy polyfenolů u jednotlivých káv v závislosti na hrubosti mletí.



Obrázek 25 Srovnání obsahu polyfenolických látek dle hrubosti mletí

U všech vzorků je patrné, že při hrubosti mletí stupně 3 je zajištěna extrakce nejvyššího množství polyfenolických látek. Se stupňující se hrubostí mletí, klesá také TPC u všech vzorků kávy. Tyto výsledky se shodují se studiemi zkoumajícími právě vliv velikosti částic na TPC. Z těchto studií vyplývá, že i příliš jemné mletí, které není vhodné pro přípravu kávy typu espresso, by negativně ovlivnilo obsah TPC (21,78). Jedny z nejvyšších hodnot dosahuje vzorek kávy Bellarom, který je jako jediný směsí kávy Arabika a Robusta. Na vyšší hodnoty polyfenolických látek může mít vliv obsah kávy Robusta, u kterého byly

prokazatelně naměřeny vyšší hodnoty TPC oproti kávám Arabika, jak dokládají zdroje (83).

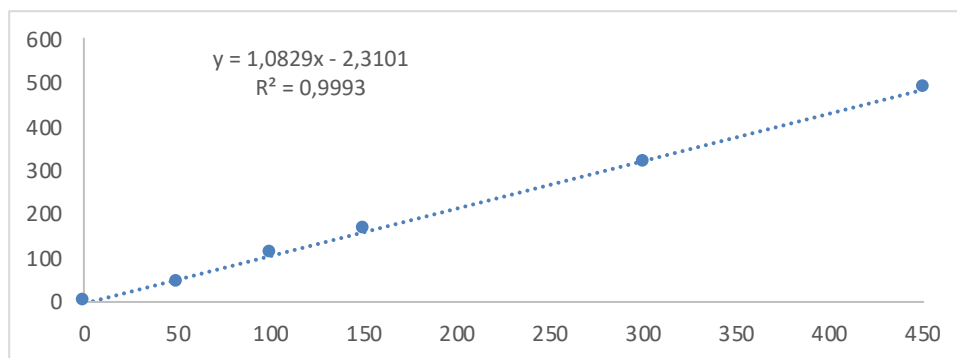
8.4 Kofein

Kofein, jeden z nejznámějších a nejrozšířenějších stimulantů na světě, je jednou z hlavních složek kávy. V přírodě je jeho výskyt až v 60 rostlinách, nejvíce je však zastoupen v čaji a kávě. Šálek kávy obsahuje zhruba 100 mg kofeinu a šálek čaje 50 mg a méně (35).

Pro zjištění obsahu kofeinu jsou dostupné různé metody stanovení, pro tuto práci byla použita metoda HPLC s UV/VIS detektorem.

8.4.1 Kalibrační křivka kofeinu

Aby bylo možné stanovit množství kofeinu ze vzorků, byla sestavena kalibrační křivka kofeinu. Byl zjištěn retenční čas a z hodnot ploch eluční křivky a koncentrací byla sestavena kalibrační křivka. Pomocí lineární regrese byla získána rovnice přímky, která charakterizuje závislost plochy píku a koncentrace kofeinu.



Obrázek 26 Kalibrační křivka kofeinu

8.4.2 Kofein

Pomocí rovnice kalibrační křivky byla přepočítána plocha píku na koncentraci kofeinu v analyzovaném vzorku a přepočtem bylo zjištěno výslední množství kofeinu.

Tabulka 12 Obsah kofeinu v testovaných kávách při různé hrubosti mletí

HRUBOST MLETÍ	VZORKY KÁV	obsah kofeinu [mg.100ml ⁻¹]	obsah kofeinu [mg.ml ⁻¹]	obsah kofeinu [mg.g ⁻¹]
STUPEŇ 3	INDIE PLANTA	112,27 ± 0,05	1,123 ± 0,001	15,84 ± 0,01
	KEŇA – TOP MASAI	94,43 ± 0,16	0,944 ± 0,002	13,40 ± 0,02
	KOLUMBIE – SUPREMO	107,06 ± 0,41	1,071 ± 0,004	15,19 ± 0,06
	DR – BARAHONA	107,41 ± 0,44	1,074 ± 0,004	15,06 ± 0,06
	COSTA RICA – TARRAZU	121,84 ± 1,35	1,218 ± 0,013	17,16 ± 0,19
	BELLAROM	130,42 ± 0,36	1,304 ± 0,004	18,42 ± 0,05
STUPEŇ 5	INDIE PLANTA	98,90 ± 0,73	0,989 ± 0,007	13,89 ± 0,10
	KEŇA – TOP MASAI	103,37 ± 0,01	1,034 ± 0,000	14,67 ± 0,00
	KOLUMBIE – SUPREMO	97,69 ± 0,24	0,977 ± 0,002	13,72 ± 0,03
	DR – BARAHONA	106,13 ± 0,24	1,061 ± 0,002	15,13 ± 0,03
	COSTA RICA – TARRAZU	106,57 ± 0,38	1,066 ± 0,004	14,98 ± 0,05
	BELLAROM	106,23 ± 0,71	1,062 ± 0,007	15,13 ± 0,10
STUPEŇ 8	INDIE PLANTA	88,82 ± 0,14	0,888 ± 0,001	12,57 ± 0,02
	KEŇA – TOP MASAI	102,39 ± 1,28	1,024 ± 0,013	14,51 ± 0,18
	KOLUMBIE – SUPREMO	91,17 ± 1,32	0,912 ± 0,013	12,89 ± 0,19
	DR – BARAHONA	95,61 ± 0,49	0,956 ± 0,005	13,34 ± 0,07
	COSTA RICA – TARRAZU	93,50 ± 1,11	0,935 ± 0,011	13,09 ± 0,16
	BELLAROM	106,73 ± 0,06	1,067 ± 0,001	15,09 ± 0,01

U analyzovaného vzorku Bellarom, který je jako jediný směs Arabiky a Robusty, dosahuje obsah kofeinu nejvyšších hodnot pro všechny stupně hrubosti mletí. Tyto hodnoty podporují i závěry dohledané v literatuře, kde se uvádí, že Robusta obsahuje více kofeinu než Arabika, kdy pro kávu 100% Arabiku jsou udávány hodnoty obsahu kofeinu pro 3 druhy hrubosti mletí 1,80; 1,88 a 2,21 mg·ml⁻¹ a pro směs Arabiky a Robusty v poměru 20:80 byly dohledány hodnoty pro 3 rozdílné stupně mletí 3,01; 3,17 a 3,31 mg·ml⁻¹ (8,87,88,91).

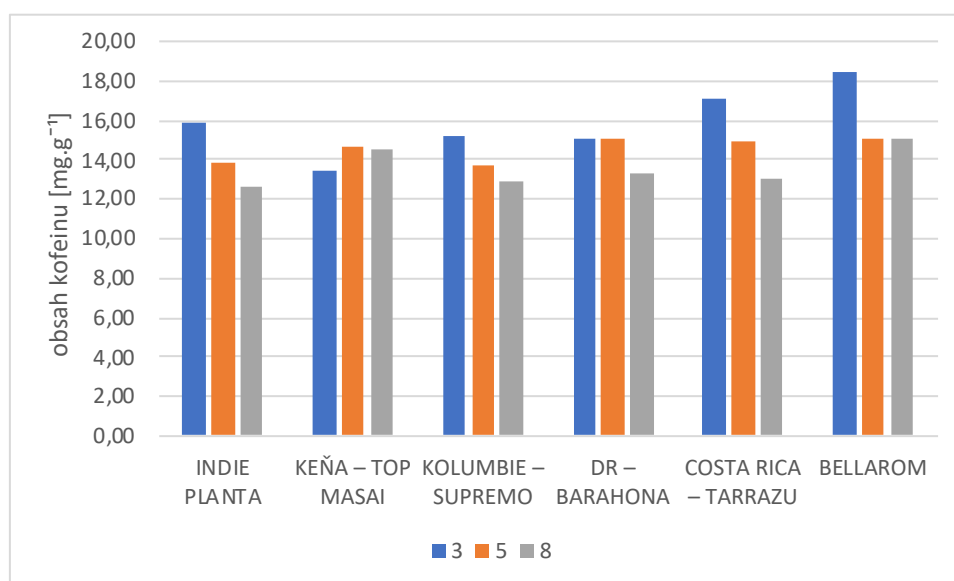
V šálku espressa je obsah kofeinu od 50 do 150 mg, což odpovídá naměřeným hodnotám, kdy nejvyšší obsah kofeinu pro espresso připravené s hrubostí mletí 3 byl naměřen pro kávu Bellarom, a to (130,42 ± 0,36) mg·100ml⁻¹, a nejnižší obsah kofeinu (94,43 ± 0,16) mg·100ml⁻¹ byl naměřen u kávy Keňa – Top Masai (84,85).

U vzorků Indie – Planta, Kolumbie – Supremo, Costa Rica – Tarrazu a Bellarom klesá množství obsahu kofeinu spolu se zvyšující se hrubostí stupně mletí. Jinak řečeno čím vyšší hrubost mletí, tím nižší obsah extrahovaného kofeinu, což odpovídá zjištěním ve studiích (78,79,86).

Obsah kofeinu u kolumbijské kávy pro vzorek sestávající ze 14 g pražené mleté kávy, což je dvojnásobné množství oproti námi použitému vzorku, je (35,21 ± 2,03) mg·g⁻¹, pro vzorek Kolumbie – Supremo byly naměřeny hodnoty obsahu kofeinu od (15,19 ± 0,06) do (12,89 ± 0,19) mg·g⁻¹. U kávy z Keni jsou uváděny hodnoty (38,71 ± 1,23) mg·g⁻¹, pro

vzorek Keňa – Top Masai byly naměřeny hodnoty od $(14,67 \pm 0,00)$ do $(14,51 \pm 0,18)$ $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ (89). Jiné zdroje uvádějí pro kávu z Keni hodnoty 10,8 až 11,8 $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ a pro kolumbijskou kávu hodnoty 12,8 $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ (90).

U vzorku Keňa – Top Masai bylo nejvíce kofeinu naměřeno pro hrubost mletí 5 a u vzorku kávy DR – Barahona bylo množství kofeinu téměř shodné pro stupeň mletí 3 a 5. U všech vzorků zvyšující se hrubostí mletí obsah kofeinu klesá až na kávu Keňa – Top Masai, kde výsledné hodnoty pro stupeň mletí 3 a 5 jsou v rámci chyby měření (91).



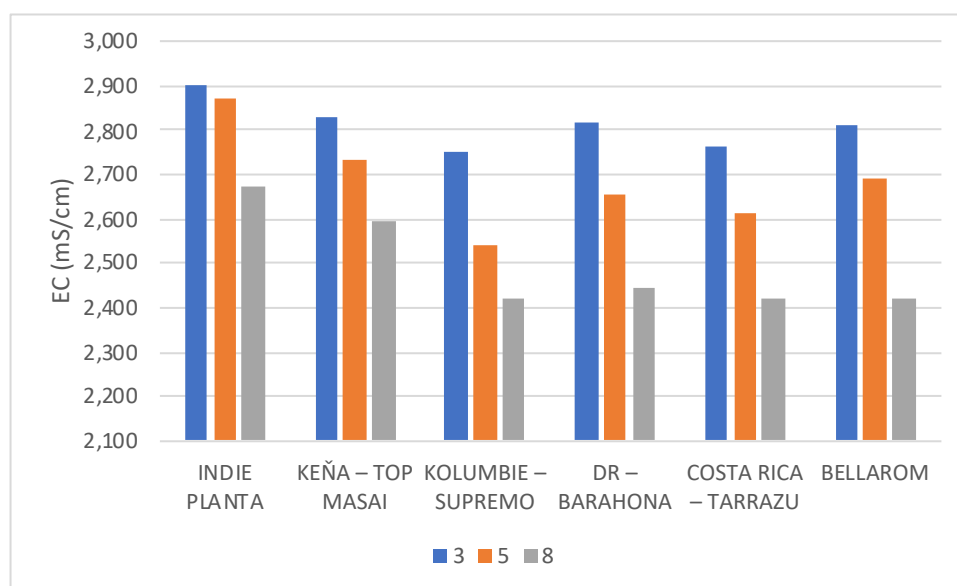
Obrázek 27 Srovnání obsahu kofeinu dle hrubosti mletí

8.5 Elektrická vodivost

Elektrická konduktivita (EC) je souhrnný nespecifický parametr všech rozpuštěných typů iontů - soli, kyseliny, zásady a některé organické látky - v roztoku, to znamená, že tato technika není schopna rozlišit mezi různými druhy iontů. Vzhledem k tomu, že příprava kávy probíhala s destilovanou vodou, byly pomocí elektronické konduktivity měřeny ionty – minerální látky uvolněné extrakcí z kávových zrn.

Tabulka 13 Elektrická konduktivita vzorků káv v závislosti na hrubosti mletí kávových zrn

HRUBOST MLETÍ	VZOREK KÁVY	EC (mS/cm)
STUPEŇ 3	INDIE PLANTA	2,903 ± 0,005
	KEŇA – TOP MASAI	2,827 ± 0,005
	KOLUMBIE – SUPREMO	2,753 ± 0,005
	DR – BARAHONA	2,817 ± 0,005
	COSTA RICA – TARRAZU	2,763 ± 0,005
	BELLAROM	2,813 ± 0,005
STUPEŇ 5	INDIE PLANTA	2,873 ± 0,005
	KEŇA – TOP MASAI	2,730 ± 0,000
	KOLUMBIE – SUPREMO	2,543 ± 0,005
	DR – BARAHONA	2,657 ± 0,005
	COSTA RICA – TARRAZU	2,613 ± 0,005
	BELLAROM	2,693 ± 0,005
STUPEŇ 8	INDIE PLANTA	2,670 ± 0,000
	KEŇA – TOP MASAI	2,597 ± 0,005
	KOLUMBIE – SUPREMO	2,423 ± 0,005
	DR – BARAHONA	2,443 ± 0,005
	COSTA RICA – TARRAZU	2,423 ± 0,005
	BELLAROM	2,420 ± 0,000



Obrázek 28 Elektrická konduktivita vzorků káv pro hrubost mletí 3, 5 a 8

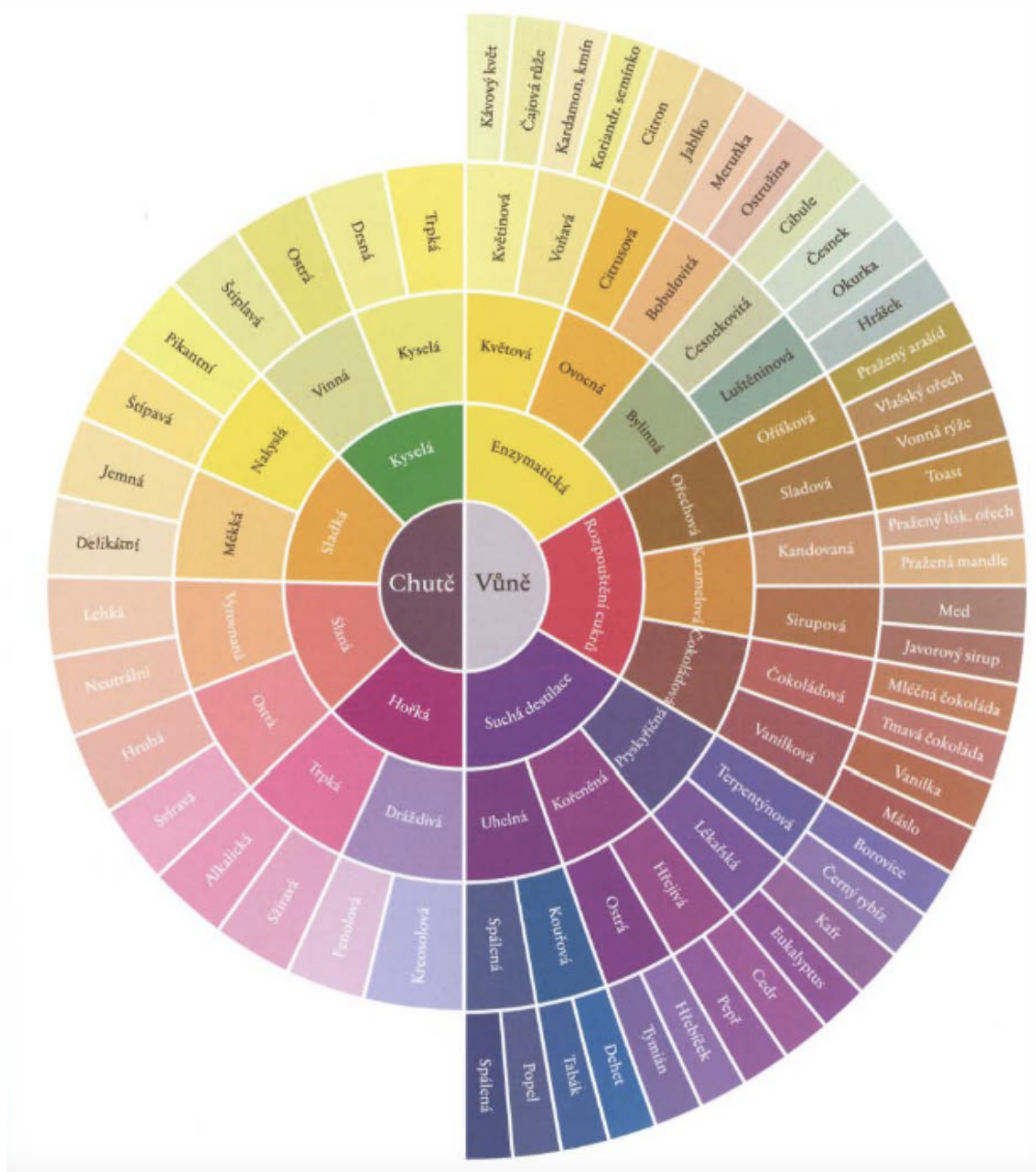
Z grafu (Obrázek 28) je patrné, že s rostoucí hrubostí mletí klesá poměr iontů ve vzorcích, tedy snižovala se extrakce volných iontů během přípravy nápoje.

Je uváděna souvislost s lepší kvalitou nápoje při elektrické konduktivě od 84 to 129 $\mu\text{S cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$, další zdroje uvádějí hodnoty vyšší a to v rozmezí od 123-168 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$, hodnoty závisí i na způsobu přípravy kávy (59).

Literatura uvádí, že je obsah minerálních látek vyšší v Robustě oproti Arabice a vliv na obsah minerálních látek má také proces zpracování, kdy se uvádí zachování vyššího poměru minerálních látek u suchého zpracování oproti mokré metodě (92).

8.6 Senzorická analýza

Hodnocení kvality a chuti kávy se nazývá tzv. cupping. Pro degustaci kávy se upřednostňuje spíše hrubý stupeň mletí. Umleto je 8 gramů kávy a nasypáno do šálku. Nejprve degustátoři hodnotí vůni neboli aroma. Poté jsou vzorky zality horkou vodou o teplotě zhruba 94 °C. Po třech minutách je opět hodnoceno aroma kávy, které se zalitím může měnit. Káva je zamíchána a je odstraněna káva na povrchu a pěna. Po chvíli, jakmile káva trochu vychladne, se hodnotí chuť. Je použita speciální cuppingová lžička, ze které se káva vysrkne, čímž se rovnoměrně rozprostře v ústech a na jazyku. Hlavní chutě jsou slaná, sladká, hořká a kyselá. Důležitým parametrem hodnocení je kyselost neboli acidita, která v průběhu chladnutí nápoje mění intenzitu, proto je vzorek degustován několikrát za sebou. Hodnoceno je také tělo kávy, zda je plné, hutné, těžké, bohaté nebo naopak slabé a jemné. U každé kávy je hodnocena také dochuť, která zůstává v ústech po spolknutí nápoje. Hodnocené parametry udává Obrázek 29 (8).



Obrázek 29 Tabulka chutí a vůní kávy

8.6.1 Senzorické hodnocení vzorků kávy

Při hodnocení byl využit systém kategorové ordinální stupnice, kdy hodnotitel musí ochutnat vzorek a zařadit ho do jednoho z uvedených stupňů, v tomto hodnocení nelze využívat žádné mezistupně. Pro účely sensorického hodnocení vzorků kávy byla sestavena hédonická stupnice s hodnotami 1 až 5, popis jednotlivých stupňů byl následující: 1 – vynikající, 2 – dobrý, 3 – uspokojivý, 4 – ještě přijatelný, 5 – odporný (93).

Byla provedena konzumentská zkouška, tudíž hodnotitelé byli konzumenti bez zkušeností a odborných znalostí. Vybraným 5 hodnotitelům v zastoupení 3 žen a 2 mužů ve věku 30 – 40 let bylo předloženo 6 sad 3 vzorků kávy k sensorické analýze. Hodnotitelům bylo doporučeno, aby před provedením sensorické analýzy nekouřili, nejedli a nepili chuťově výrazné nápoje. K neutralizaci chuti byla k dispozici voda a rohlík.

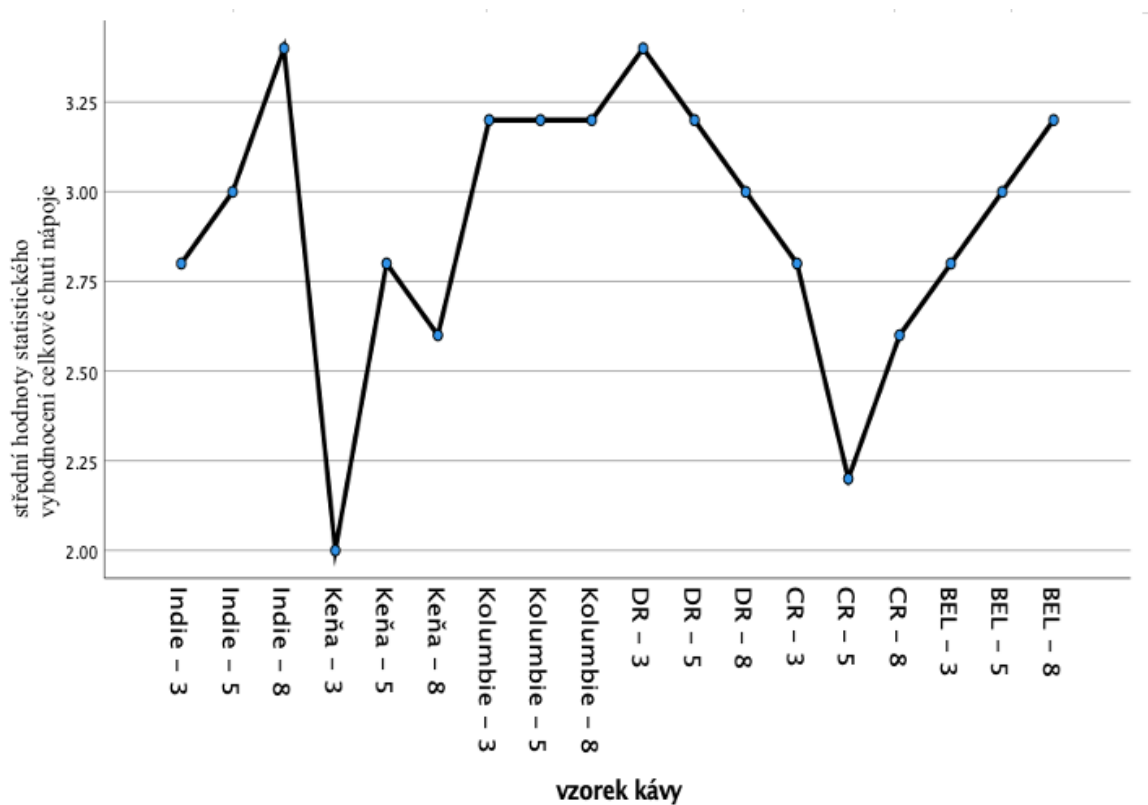
Připravené vzorky espressa byly hodnotitelům předkládány v očíslovaných bílých šálcích, hodnotitelé měli možnost vzorek ochutnat vícekrát. Po analýze 3 sad následovala pauza 30 minut, kdy bylo hodnotitelům doporučeno nekonzumovat nic kromě vody a rohlíku.

8.6.2 Vyhodnocení

Výsledky byly statisticky vyhodnoceny dle ANOVA pomocí programu SSPS. ANOVA neboli analysis of variance neboli analýza variance je použita k testování nulové hypotézy $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \dots = \mu_k$ kde k je počet porovnávaných skupin. Objekty jsou tak zařazené do skupin podle hodnot jednoho faktoru (94).

Hladina významnosti p dosáhla hodnoty 0,991 ($p > 0,05$), čímž byla potvrzena nulová hypotéza, tj. nebyl indikován statisticky významný rozdíl alespoň mezi dvěma průměry.

Pro identifikaci rozdílů mezi skupinami byl použit post hoc test pro párové srovnání všech skupin, konkrétně Tukeyho test, na jehož základě byly získány střední hodnoty a byla tak vyhodnocena celková chuť nápoje (94).



Obrázek 30 Vyhodnocení kávy

Z grafu je patrné, že nejvíce konzumentům chutnal vzorek kávy Keňa – Top Masai připravený při stupni hrubosti mletí 3, jako druhý nejchutnější konzumenti ohodnotili vzorek Costa Rica stupeň mletí 5 a jako třetí nejchutnější byly označeny dva vzorky a to Keňa hrubost mletí 8 a Costa Rica hrubost mletí 8.

Pro vzorek Keňa – Top Masai stupeň mletí 3 byl naměřen nejnižší obsah kofeinu, který má vliv na hořkost nápoje, která zřejmě nebyla tak výrazná, což hodnotitelé preferovali před ostatními vzorky. Naopak obsah polyfenolických látek byl u tohoto stupně mletí nejvyšší, což má vliv na kyselost nápoje. Na základě hodnocení tohoto vzorku můžeme tedy usuzovat, že hodnotitelé preferovali spíše kyselejší chuť nápoje.

ZÁVĚR

Tato práce byla zaměřena na vliv hrubosti mletí kávových zrn a následnou extrakci látek při přípravě kávy jako espresso standardním způsobem. Bylo vybráno šest vzorků pražené kávy, pět vzorků bylo z různých oblastí světa – Indie, Keňa, Kolumbie, Dominikánská republika, Costa Rica a byla to zrna odrůdy *Coffea arabica*, šestý vzorek byl zakoupen v supermarketu, a z informací na obalu bylo zjištěno, že jde o směs Robusty a Arabiky. Všechny vzorky byly pomlety a připraveny jako espresso.

Teoretická část popisuje cestu kávy, poskytuje informace, kde se káva objevila a jaká byla její cesta až k dnešním konzumentům. Popisuje kávu, respektive kávovník jako rostlinu a cestu kávového zrna z rostliny až do šálku kávy konzumenta. Je uvedeno chemické složení kávy, podrobněji popsány některé látky a jejich vliv na lidské zdraví. Popsány jsou metody a postupy potřebné a praktické části práce.

Pro každý vzorek a každý stupeň mletí byla provedena síťová analýza pro zjištění distribuce částic pro dané hrubosti. Pro stupeň mletí hrubosti 3 byly nejvíce zastoupeny částice velikosti 379 μm , pro mletí na stupeň 5 bylo nejvíce částic velikosti 441 μm a pro stupeň mletí 8 bylo nejvíce částic velikosti 502 μm . Sledován byl vliv hrubosti mletí na extrakci látek do espressa.

Antioxidační aktivita jednotlivých druhů káv o různé velikosti namletých zrn byla stanovena metodou DPPH. Všechny vzorky vykazovaly nejnižší antioxidační aktivitu pro vzorek s hrubostí mletí 3 a nejvyšší antioxidační aktivitu vykazovaly vzorky se stupněm hrubosti mletí 8.

Celkový obsah polyfenolických látek byl stanoven spektrofotometricky. Všechny vzorky vykazovaly obsah největšího množství fenolických látek pro stupeň mletí 3 a nejméně pro stupeň mletí 8.

Obsah kofeinu byl stanoven pomocí analýzy HPLC. U vzorků kávy Indie – Planta, Kolumbie – Supremo, Costa Rica – Tarrazu a Bellarom byl nejvyšší obsah kofeinu zjištěn pro stupeň mletí 3 a nejnižší obsah kofeinu obsahoval vzorky se stupněm mletí 8. U vzorku Keňa – Top Masai bylo nejvíce kofeinu naměřeno pro hrubost mletí 5 a u vzorku kávy Dominikánská republika – Barahoma bylo množství kofeinu téměř shodné pro stupeň mletí 3 a 5.

Elektrická vodivost byla měřena konduktometrem a všechny vzorky vykazovaly nejvyšší naměřený obsah volných iontů pro stupeň mletí 3 a nejnižší obsah iontů pro stupeň mletí 8.

Byla provedena konzumentská sensorická analýza a jako nejchutnější vzorek byl ohodnocen vzorek kávy Keňa – Top Masai stupeň mletí 3.

Vliv stupně mletí byl pozorován u všech stanovovaných parametrů. Ovlivněna byla antioxidační kapacita, která se se zvyšující se hrubostí zvyšovala, naopak celkový obsah fenolických látek klesal, klesající tendence byly pozorovány i u stanovení obsahu kofeinu. Vliv obsahu kofeinu a hrubosti mletí se projevil při sensorické analýze, nejchutněji hodnocený vzorek byl s hrubostí mletí 3 a obsahoval nejméně kofeinu.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. MORRIS, Jonathan. *Coffee: A global history*. London: Reaktion Books, 2019. ISBN 9781789140262.
2. CHU, Yi-Fang, ed. *Coffee: emerging health effects and disease prevention*. Ames: Wiley-Blackwell, 2012. IFT Press. ISBN 978-0-470-95878-0.
3. WAGNER, Regina. *The history of coffee in Guatemala*. Bogotá, D.C., Colombia: Villegas Editores, 2001. ISBN 958-8156-01-7.
4. TUCKER, Catherine M. *Coffee culture: local experiences, global connections*. 2nd edition. New York: Routledge, Taylor & Francis Group, 2017. ISBN 9781315678795.
5. HUI, Ching Lik a Flávio Meira BOREM. *Drying and Roasting of Cocoa and Coffee*. 1. Boca Raton: CRC Press, 2019. ISBN 978-1-138-08097-3.
6. *Coffea arabica* L.: Taxonomic Serial No.: 35190. *Integrated Taxonomic Information System* [online]. [cit. 2020-12-02]. Dostupné z: https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=35190&print_version=PRT&source=to_print#null
7. PETRIKOVÁ, Veronika a Jiří PATOČKA. Káva očima toxikologa. *TOXICOLOGY: Prof. RNDr. Jiří Patočka, DrSc* [online]. 18. 10. 2006 [cit. 2020-12-02]. Dostupné z: <http://toxicology.cz/modules.php?name=News&file=print&sid=50>
8. DAVIES VESELÁ, Petra. *Kniha o kávě: průvodce světem kávy s recepty na její přípravu*. Praha: Smart Press, 2010. ISBN 978-80-87049-34-1.
9. PÖSSL, Martin. *Káva jako životní styl*. Praha: Grada, 2010. Zdraví & životní styl. ISBN 978-80-247-2822-3.
10. NĚMEC, Jaromír. Kávovník arabský (*Coffea arabica*). In: *Afrikaonline.cz: Stránky věnované Africe* [online]. 16. 5. 2001 [cit. 2021-03-21]. Dostupné z: <https://www.afrikaonline.cz/kavovnik-arabsky-coffea-arabica/>
11. Pěstování kávy. *Pražírna kávy Coffee Mondo* [online]. 21. 4. 2017 [cit. 2021-03-22]. Dostupné z: <https://www.kava-prazirna.cz/blog/pestovani-kavy>

12. HOSKOVEC, Ladislav. COFFEA ARABICA L. – kávovník arabský. *BOTANY.CZ* [online]. 15. 4. 2011 [cit. 2021-03-22]. Dostupné z: <https://botany.cz/cs/coffea-arabica/>
13. GRULICH, Vít. COFFEA CANEPHORA Pierre ex A. Froehner – kávovník statný. *BOTANY.CZ* [online]. 13. 2. 2019 [cit. 2021-03-22]. Dostupné z: <https://botany.cz/cs/coffea-canephora/>
14. SROVNÁNÍ ZRNKOVÉ KÁVY ARABIKY A ROBUSTY. *Coffeespot* [online]. 18. 1. 2019 [cit. 2021-03-23]. Dostupné z: <https://www.coffeespot.cz/rozdily-kava-arabica-robusta>
15. KOMÍNEK, Stanislav. *Život s kávou: náhled do životních podmínek pěstitelů kávy a jak je sami můžeme ovlivňovat* [online]. NaZemi, 2015 [cit. 2021-03-24]. ISBN 978-80-905409-7-2. Dostupné z: https://www.nazemi.cz/sites/default/files/zivot_s_kavou_web.pdf
16. HOMOLKA, Jaroslav a Eva SOUKUPOVÁ. HODNOCENÍ VÝROBY, OBCHODU A SPOTŘEBY KOMODITY KÁVA. *AGRIS: Agrární WWW portál* [online]. [cit. 2021-03-24]. Dostupné z: http://www.agris.cz/Content/files/main_files/74/152642/032Homolka.pdf
17. Coffee production by exporting countries. *International Coffee Organization* [online]. London [cit. 2021-03-27]. Dostupné z: <http://www.ico.org/prices/po-production.pdf>
18. Co se děje se zrnem v průběhu pražení. *LAZEŇSKÁ KÁVA* [online]. [cit. 2021-04-11]. Dostupné z: <https://www.lazenskakava.cz/co-se-deje-se-zrnem-v-prubehu-prazeni/>
19. Co jste možná nevěděli o pražení kávy. *VÝBORNÁ KÁVA: o kávě už 10 let* [online]. [cit. 2021-04-11]. Dostupné z: <https://www.vybornakava.cz/2015/co-jste-mozna-nevedeli-o-prazeni-kavy/>
20. Styly pražení. *Dokonalá káva* [online]. [cit. 2021-04-11]. Dostupné z: <https://www.dokonalakava.cz/blog/styly-prazeni/>
21. Mletí jako základ dobré kávy. *LAZEŇSKÁ KÁVA* [online]. [cit. 2021-04-11]. Dostupné z: <https://www.lazenskakava.cz/mleti-jako-zaklad-dobre-kavy/>

22. MOKA KONVIČKA - KÁVIČKÁŘSKÝ KULT VENKOVA. *Coffeespot* [online]. [cit. 2021-04-11]. Dostupné z: <https://www.coffeespot.cz/moka-konvicka-navod-na-pripravu>
23. Mussatto, S.I., Machado, E.M.S., Martins, S. *et al.* Production, Composition, and Application of Coffee and Its Industrial Residues. *Food Bioprocess Technol* **4**, 661 (2011). <https://doi.org/10.1007/s11947-011-0565-z>
24. Scholz, M.B.S., Kitzberger, C.S.G., Pagiatto, N.F. *et al.* Chemical composition in wild ethiopian Arabica coffee accessions. *Euphytica* **209**, 429–438 (2016). <https://doi-org.proxy.k.utb.cz/10.1007/s10681-016-1653-y>
25. FARAH, Adriana and DONANGELO, Carmen Marino. Phenolic compounds in coffee. *Braz. J. Plant Physiol.* [online]. 2006, vol.18, n.1 [cited 2021-04-17], pp.23-36. Available from: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1677-04202006000100003&lng=en&nrm=iso>. ISSN 1677-9452. <https://doi.org/10.1590/S1677-04202006000100003>.
26. MUZAIFA, M, D HASNI, FEBRIANI, A PATRIA a A ABUBAKAR. Chemical composition of green and roasted coffee bean of Gayo arabica civet coffee (kopi luwak). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* [online]. 2020, **425** [cit. 2021-04-17]. ISSN 1755-1315. Dostupné z: doi:10.1088/1755-1315/425/1/012001
27. SPEER, Karl and KOLLING-SPEER, Isabelle. The lipid fraction of the coffee bean. *Braz. J. Plant Physiol.* [online]. 2006, vol.18, n.1 [cited 2021-04-17], pp.201-216. Available from: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1677-04202006000100014&lng=en&nrm=iso>. ISSN 1677-9452. <http://dx.doi.org/10.1590/S1677-04202006000100014>.
28. DIAS, Rafael Carlos Eloy, Fernanda Gonçalves CAMPANHA, Luiz Gonzaga Esteves VIEIRA, Lucia Pires FERREIRA, David POT, Pierre MARRACCINI a Marta De Toledo BENASSI. Evaluation of Kahweol and Cafestol in Coffee Tissues and Roasted Coffee by a New High-Performance Liquid Chromatography Methodology. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* [online]. 2010, **58**(1), 88-93 [cit. 2021-04-17]. ISSN 0021-8561. Dostupné z: doi:10.1021/jf9027427

29. REN, Y, C WANG, J XU a S WANG. Cafestol and Kahweol: A Review on Their Bioactivities and Pharmacological Properties. *Int J Mol Sci* [online]. 2019, 20(17), 4238. [cit. 2021-04-17]. Dostupné z: doi:10.3390/ijms20174238
30. SUALEH, Abrah, Kassaye TOLESSA a Ali MOHAMMED. Biochemical composition of green and roasted coffee beans and their association with coffee quality from different districts of southwest Ethiopia. *Heliyon* [online]. 2020, 6(12) [cit. 2021-04-17]. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05812>
31. DE SOUZA GOIS BARBOSA, Mayara, Maria BRÍGIDA DOS SANTOS SCHOLZ, Cíntia SORANE GOOD KITZBERGER a Marta DE TOLEDO BENASSI. Correlation between the composition of green Arabica coffee beans and the sensory quality of coffee brews. *Food Chemistry* [online]. 2019, 15. 9. 2019, 2019(292), 275 - 280 [cit. 2021-04-17]. ISSN 0308-8146. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.04.072>
32. DIVIŠ, Pavel, Jaromír PORÍZKA a Jakub KŘÍKALA. The effect of coffee beans roasting on its chemical composition. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences* [online]. 2019, 13(1), 344-350 [cit. 2021-04-17]. ISSN 1337-0960. Dostupné z: doi:10.5219/1062
33. NOGAIM, Q., M. AL-DUAIS, A. AL-WARAFI, H. AL-ERIANEE a M. AL-SAYADI. The chemical composition of yemeni green coffee. *Journal of Food Chemistry and Nutrition* [online]. 2013, 1(2), 42-48 [cit. 2021-04-17]. Dostupné z: <https://esciencepress.net/journals/index.php/JFCN/article/view/162/237>
34. BURDAN, Franciszek. Chapter 22 - Caffeine in Coffee. BURDAN, Franciszek. *Coffee in Health and Disease Prevention* [online]. Academic Press, 2015, s. 201-207 [cit. 2021-04-19]. ISBN 978-0-12-409517-5. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409517-5.00022-X>
35. F HARLAND, Barbara. Caffeine and nutrition. *Nutrition* [online]. 2000, 7-8(16), 522-526 [cit. 2021-04-19]. ISSN 0899-9007. Dostupné z: doi:[https://doi.org/10.1016/S0899-9007\(00\)00369-5](https://doi.org/10.1016/S0899-9007(00)00369-5)
36. Kofein a jeho účinky na lidský organismus. *INSTITUT KÁVY* [online]. [cit. 2021-04-21]. Dostupné z: <http://institut-kavy.cz/cs/horni-menu/kava-a-zdravi/kofein-a-jeho-ucinky-na-lidsky-organismus/>

37. PAULOVÁ, Hana, Hana BOCHOŘÁKOVÁ a Eva TÁBORSKÁ. Metody stanovení antioxidační aktivity přírodních látek IN VITRO. *Chemické listy* [online]. 2004, **98**(4), 174-179 [cit. 2021-4-27]. Dostupné z: <http://www.chemicke-listy.cz/ojs3/index.php/chemicke-listy/article/view/2144>
38. MOEENFARD, Marzieh a Arminda ALVES. New trends in coffee diterpenes research from technological to health aspects. *Food Research International* [online]. 2020, **134**(109207) [cit. 2021-4-28]. ISSN 0963-9969. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109207>
39. GODOS, Justyna, Francesca Romana PLUCHINOTTA, Stefano MARVENTANO, Silvio BUSCEMI, Giovanni LI VOLTI, Fabio GALVANO a Giuseppe GROSSO. Coffee components and cardiovascular risk: beneficial and detrimental effects. *International Journal of Food Sciences and Nutrition* [online]. 2014, **65**(8), 925-936 [cit. 2021-4-29]. ISSN 0963-7486. Dostupné z: doi:[doi:10.3109/09637486.2014.940287](https://doi.org/10.1016/j.ijfns.2014.09.028)
40. BAE, Jae-Hoon, Jae-Hyung PARK, Seung-Soon IM a Dae-Kyu SONG. Coffee and health. *Integrative Medicine Research* [online]. 2014, **3**(4), 189-191 [cit. 2021-5-1]. ISSN 2213-4220. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1016/j.imr.2014.08.002>
41. MOLYNEUX, P., The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Songklanakarin J. sci. technol.* [online]. 2004, **26**(2), 211-219 [cit. 2021-4-29]. Dostupné z: <http://rdo.psu.ac.th/sjstweb/journal/26-2/07-DPPH.pdf>
42. SHAHIDI, Fereidoon. 12 - Methods for the assessment of antioxidant activity in foods. *Handbook of Antioxidants for Food Preservation* [online]. Woodhead Publishing, 2015, s. 287-333 [cit. 2021-5-1]. ISBN 978-1-78242-089-7. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/B978-1-78242-089-7.00012-9>.
43. Folin Ciocalteu Phenolic Content Quantification Assay Kit. *Bioquochem* [online]. [cit. 2021-5-2]. Dostupné z: <https://filgen.jp/Product/Bioscience4/BioQuoChem/KB-03-006%20Folin%20Ciocalteu%20Book.pdf>
44. BLAINSKI, Andressa, Gisely Cristiny LOPES a João Carlos Palazzo de MELLO. Application and Analysis of the Folin Ciocalteu Method for the Determination of

- the Total Phenolic Content from *Limonium Brasiliense* L. *Molecules* [online]. 2013, **18**(6), 6852-6865 [cit. 2021-5-2]. ISSN 1420-3049. Dostupné z: doi:10.3390/molecules18066852
45. MALTA, L.G. a R.H. LIU. Analyses of Total Phenolics, Total Flavonoids, and Total Antioxidant Activities in Foods and Dietary Supplements. *Encyclopedia of Agriculture and Food Systems* [online]. Academic Press, 2014, s. 305-314 [cit. 2021-5-2]. ISBN 978-0-08-093139-5. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780444525123000589>
46. VELIOGLU, Y. S., G. MAZZA, L. GAO a B. D. OOMAH. Antioxidant Activity and Total Phenolics in Selected Fruits, Vegetables, and Grain Products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* [online]. 1998, **46**(10), 4113–4117 [cit. 2021-5-2]. ISSN 1520-5118. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1021/jf9801973>
47. SHAVER, Lee Alan, Sam H. LEUNG, Amy PUDERBAUGH a Stephen A. ANGEL. Two Methods of Determining Total Phenolic Content of Foods and Juices in a General, Organic, and Biological (GOB) Chemistry Lab. *Journal of Chemical Education* [online]. 2011, **88**(4), 492-495 [cit. 2021-5-2]. Dostupné z: <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/ed100775n>
48. KLEJDUS, Bořivoj a Vlastimil KUBÁŇ. Rostlinné fenoly v allelopatii. *Chemické listy* [online]. 1999, (93), 243-248 [cit. 2021-5-2]. Dostupné z: http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/1999_04_243-248.pdf
49. HPLC (vysokoúčinná kapalinová chromatografie). *Laboratorní metody* [online]. [cit. 2021-5-3]. Dostupné z: <https://labmet.zshk.cz/vyuka/hplc.aspx>
50. RABBANI, Imanuddin, Fithriani ARMIN a Roslinda RASYID. A Review: The Use of Chromatographic Methods in Caffeine Analysis during 2000-2020. *IOSR Journal Of Pharmacy And Biological Sciences* [online]. 2021, **16**(1), 14-21 [cit. 2021-5-3]. ISSN 2278-3008. Dostupné z: doi:10.9790/3008-1601011421
51. SERESHTI, Hassan a Soheila SAMADI. A rapid and simple determination of caffeine in teas, coffees and eight beverages. *Food Chemistry* [online]. 2014, **158**, 8-13 [cit. 2021-5-3]. ISSN 0308-8146. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.02.095>

52. ROSTAGNO, M.A., N. MANCHÓN, M. D'ARRIGO, E. GUILLAMÓN, A. VILLARES, A. GARCÍA-LAFUENTE, A. RAMOS a J.A. MARTÍNEZ. Fast and simultaneous determination of phenolic compounds and caffeine in teas, mate, instant coffee, soft drink and energetic drink by high-performance liquid chromatography using a fused-core column. *Analytica Chimica Acta* [online]. 2011, **685**(2), 204-211 [cit. 2021-5-3]. ISSN 0003-2670. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1016/j.aca.2010.11.031>
53. KHAMITOVA, Gulzhan, Simone ANGELONI, Germana BORSETTA, Jianbo XIAO, Filippo MAGGI, Gianni SAGRATINI, Sauro VITTORI a Giovanni CAPRIOLI. Optimization of espresso coffee extraction through variation of particle sizes, perforated disk height and filter basket aimed at lowering the amount of ground coffee used. *Food Chemistry* [online]. 2020, **314**(126220) [cit. 2021-5-3]. ISSN 0308-8146. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126220>
54. CORDOBA, Nancy, Mario FERNANDEZ-ALDUENDA, Fabian L. MORENO a Yolanda 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. 2021-5-3]. ISSN 0924-2244. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.12.004>
55. UMAN, E., M. COLONNA-DASHWOOD a L. COLONNA-DASHWOOD. The effect of bean origin and temperature on grinding roasted coffee. *Scientific Reports* [online]. 2016, **6**(24483) [cit. 2021-5-3]. Dostupné z: doi:10.1038/srep24483
56. ŠIMEK, Michal, Veronika GRUNWALDOVÁ a Bohumil KRATOCHVÍL. Současné metody měření velikosti částic farmaceutických látek a jejich omezení. *Chemické listy* [online]. 2014, **108**, 50-55 [cit. 2021-5-3]. Dostupné z: http://www.w.chemicke-listy.cz/docs/full/2014_01_50-55.pdf
57. Porovnání metod charakterizace částic. *MICROTRAC* [online]. [cit. 2021-5-3]. Dostupné z: <https://www.microtrac.cz/cz/aplikace/znalostni-baze/different-particle-analysis-techniques-compared/>
58. Průvodce měřením konduktivity. *METTLER TOLEDO* [online]. [cit. 2021-5-8]. Dostupné z: https://www.mt.com/dam/MT-CZ/Brochures/LAB/conductivity_guide_cz.pdf

59. FÁTIMA CAIXETA FERNANDES, Maria de, Adriano Bortolotti da SILVA, José Messias MIRANDA a Nelma de MELLO SILVA OLIVEIRA. The influence of peeling and type of drying on chemical and sensorial analysis of organic coffee. *Food Science and Technology* [online]. 2014, **34**(2), 230-234 [cit. 2021-5-8]. ISSN 0101-2061. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1590/fst.2014.0036>
60. FERNANDES, Gabriel, Pinto FERREIRA, Quelmo Silva de NOVAES, Sandra Elizabeth de SOUZA a Marcelo Ribeiro MALTA. Quality of coffee produced in the Southwest region of Bahia, Brazil subjected to different forms of processing and drying. *African Journal of Agricultural* [online]. 2013, **8**(20), 2334-2339 [cit. 2021-5-8]. ISSN 1991-637X. Dostupné z: doi:[10.5897/AJAR2013.7038](https://doi.org/10.5897/AJAR2013.7038)
61. RADOIČIĆ, Tatjana Kaluđerović, Mihal ĐURIŠ, Željko GRBAVČIĆ, Zorana ARSENIJEVIĆ a Radmila GARIĆ-GRULOVIC. Particle characterization of polydisperse quartz filtration sand. *Powder Technology* [online]. 2014, **254**, 63-71 [cit. 2021-5-9]. ISSN 0032-5910. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1016/j.powtec.2014.01.003>
62. HOGG, Richard. Issues in particle size analysis. https://www.jstage.jst.go.jp/article/kona/26/0/26_2008009/_pdf [online]. 2008, **26**, 81-93 [cit. 2021-5-9]. Dostupné z: https://www.jstage.jst.go.jp/article/kona/26/0/26_2008009/_pdf
63. SAMSONOWICZ, Mariola, Ewa REGULSKA, Danuta KARPOWICZ a Barbara LEŚNIEWSKA. Antioxidant properties of coffee substitutes rich in polyphenols and minerals. *Food Chemistry* [online]. 2019, **278**, 101-109 [cit. 2021-5-9]. ISSN 0308-8146. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.11.057>
64. ANISSI, Jaouad, Mohammed EL HASSOUNI, Abdelkrim OUARDAOUI a Khalid SENDIDE. A comparative study of the antioxidant scavenging activity of green tea, black tea and coffee extracts: A kinetic approach. *Food Chemistry* [online]. 2014, **150**, 438-447 [cit. 2021-5-9]. ISSN 0308-8146. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.11.009>
65. TRIPETCH, Phattanit a Chaleeda BOROMPICHAICHARTKUL. Effect of packaging materials and storage time on changes of colour, phenolic content, chlorogenic acid and antioxidant activity in arabica green coffee beans (*Coffea arabica* L. cv. Catimor). *Journal of Stored Products Research* [online].

- 2019, **84**(101510) [cit. 2021-5-9]. ISSN 0022-474X. Dostupné z:
doi:<https://doi.org/10.1016/j.jspr.2019.101510>
66. N. PATIL, Pandurang. Caffeine in various samples and their analysis with HPLC - A review. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research* [online]. 2012, **16**(18), 76-83 [cit. 2021-5-9]. ISSN 0976 – 044X. Dostupné z: https://www.researchgate.net/profile/P-Patil-4/publication/285705698_Caffeine_in_various_samples_and_their_analysis_with_HPLC_-_A_review/links/5f679da4299bf1b53ee7573f/Caffeine-in-various-samples-and-their-analysis-with-HPLC-A-review.pdf
67. KOLÁČKOVÁ, Tereza, Kateřina KOLOFIKOVÁ, Daniela SUMCZYNSKI, Irena SYTAŘOVÁ, Lukáš SNOPEK a Jana ORSAVOVÁ. Matcha Tea: Analysis of Nutritional Composition, Phenolics and Antioxidant Activity. *Plant Foods for Human Nutrition* [online]. 2019, **75**, 48-53 [cit. 2021-5-9]. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1007/s11130-019-00777-z>
68. Cämmerer, B., Kroh, L.W. Antioxidant activity of coffee brews. *Eur Food Res Technol* **223**, 469–474 (2006). <https://doi.org/10.1007/s00217-005-0226-4>
69. BOBKOVÁ, Alica, Marek HUDÁČEK, Silvia JAKABOVÁ, et al. The effect of roasting on the total polyphenols and antioxidant activity of coffee. *Journal of Environmental Science and Health, Part B* [online]. 2020, **55**(5), 495-500 [cit. 2021-5-6]. ISSN 1532-4109. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1080/03601234.2020.1724660>
70. PARRAS, P., M. MARTÍNEZ-TOMÉ, A.M. JIMÉNEZ a M.A. MURCIA. Antioxidant capacity of coffees of several origins brewed following three different procedures. *Food Chemistry* [online]. 2007, **102**(3), 582-59 [cit. 2021-5-6]. ISSN 0308-8146. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.05.037>
71. DAGLIA, Maria, Adele PAPETTI, Cesarina GREGOTTI, Francantonio BERTÈ a Gabriella GAZZANI. In Vitro Antioxidant and ex Vivo Protective Activities of Green and Roasted Coffee. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* [online]. 2000, **45**(8), 1449–1454 [cit. 2021-5-6]. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1021/jf990510g>

72. WOLSKA, J., K. JANDA, K. JAKUBCZYK, M. SZYMKOWIAK, D. CHLUBEK a I. GUTOWSKA. Levels of Antioxidant Activity and Fluoride Content in Coffee Infusions of Arabica, Robusta and Green Coffee Beans in According to their Brewing Methods. *Biological Trace Element Research* [online]. 2017, **179**, 327–333 [cit. 2021-5-6]. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1007/s12011-017-0963-9>
73. DANIEL, A. and WORKNEH, M. Determination of total phenolic content and antioxidant activities of five different brands of Ethiopian coffee. *Int J Food Nutr Res* [online]. 2017, *1*, 2. [cit. 2021-5-5]. Dostupné z: <https://core.ac.uk/reader/199937070>
74. SOMPORN, Chanyarin, Amnouy KAMTUO, Piyada THEERAKULPISUT a Sirithon SIRIAMORNPUN. Effect of shading on yield, sugar content, phenolic acids and antioxidant property of coffee beans (*Coffea Arabica* L. cv. Catimor) harvested from north-eastern Thailand. *Journal of the Science of Food and Agriculture* [online]. 2012, **92**(9), 1956-1963 [cit. 2021-5-5]. ISSN 1097-0010. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1002/jsfa.5568>
75. DOĞAN, Mahmut, Duygu ASLAN, Vildan GÜRMERİÇ, Aylin ÖZGÜR a Meryem GÖKSEL SARAÇ. Powder caking and cohesion behaviours of coffee powders as affected by roasting and particle sizes: Principal component analyses (PCA) for flow and bioactive properties. *Powder Technology* [online]. 2019, **344**, 222-232 [cit. 2021-5-5]. ISSN 0032-5910. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1016/j.powtec.2018.12.030>
76. DYBKOWSKA, Ewa, Anna SADOWSKA, Rita RAKOWSKA, Maria DEBOWSKA, Katarzyna ŚWIĄDER a Franciszek ŚWIDERSKI. Assessing polyphenols content and antioxidant activity in coffee beans according to origin and the degree of roasting. *Roczniki Państwowego Zakładu Higieny* [online]. 2017, **68**(4), 347-353 [cit. 2021-5-5]. Dostupné z: <http://agro.icm.edu.pl/agro/element/bwmeta1.element.agro-fb0de7f2-807a-467c-9404-019442196d37>
77. BILGE, G. Investigating the effects of geographical origin, roasting degree, particle size and brewing method on the physicochemical and spectral properties of Arabica coffee by PCA analysis. *J Food Sci Technol* **57**, 3345–3354 (2020). Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04367-9>

78. 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. *Journal of the Science of Food and Agriculture* [online]. 2018, **98**(8), 3198-3207 [cit. 2021-5-5]. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1002/jsfa.8826>
79. ANDUEZA, Susana, M. PAZ DE PEÑA a Concepción CID. Chemical and Sensorial Characteristics of Espresso Coffee As Affected by Grinding and Torrefacto Roast. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* [online]. 2003, **51**(24), 7034–7039 [cit. 2021-5-6]. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1021/jf034628f>
80. 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* [online]. 2016, **89**(2), 976-981 [cit. 2021-5-6]. ISSN 0963-9969. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2016.03.004>
81. Coffee brews preparation. L. MASSEY, John. *Coffee: Production, Consumption and Health Benefits* [online]. New York: Nova Science Publishers, 2016, s. 37-38 [cit. 2021-5-6]. ISBN 978-1-63484-714-8. Dostupné z: https://www.researchgate.net/profile/Daniel-Lerda/publication/305510847_Coffee_Contaminated_with_OTA_and_genotoxicity/links/5792a61c08ae33e89f7da1f0/Coffee-Contaminated-with-OTA-and-genotoxicity.pdf#page=39
82. DUANGJAI, Acharaporn, Nungruthai SUPHROM, Jukkrit WUNGRATH, Atcharaporn ONTAWONG, Nitra NUENGCHAMNONG a Atchariya YOSBOONRUANG. Comparison of antioxidant, antimicrobial activities and chemical profiles of three coffee (*Coffea arabica* L.) pulp aqueous extracts. *Integrative Medicine Research* [online]. 2016, **5**(4), 324-331 [cit. 2021-5-6]. ISSN 213-4220. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1016/j.imr.2016.09.001>
83. LELYANA, Rosa a Bambang CAHYONO. Total phenolic acid contents in some commercial brands of coffee from Indonesia. *Journal of Medicinal Plant and Herbal Therapy Research* [online]. 2015, **3** [cit. 2021-5-6]. ISSN 2053-1826. Dostupné z:

http://www.bluepenjournals.org/jmphtr/pdf/2015/August/Lelyana_and_Cahyono.pdf

84. JESZKA-SKOWRON, Magdalena, Robert FRANKOWSKI a Agnieszka ZGOŁA-GRZEŚKOWIAK. Comparison of methylxantines, trigonelline, nicotinic acid and nicotinamide contents in brews of green and processed Arabica and Robusta coffee beans – Influence of steaming, decaffeination and roasting processes on coffee beans. *LWT* [online]. 2020, **125**(109344) [cit. 2021-5-9]. ISSN 0023-6438.
Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109344>
85. CANDEIAS, Sara X., Eugenia GALLARDO a Ana C. MATOS. Caffeine Content of Retail Market Coffee in Portugal. *Food Analytical Methods* [online]. 2008, **2**, 251 [cit. 2021-5-10]. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1007/s12161-008-9058-8>
86. SEVERINI, Carla, Antonio DEROSI, Ilde RICCI, Anna FIORE a Rossella CAPORIZZI A. Roasting Conditions, Grinding Level and Brewing Method Highly Affect the Healthy Benefits of A Coffee Cup. *International Journal of Clinical Nutrition & Dietetics* [online]. 2018, **4**(127) [cit. 2021-5-7]. ISSN 2456-8171.
Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.15344/2456-8171/2018/127>
87. ANDUEZA, Susana, María A VILA, M Paz de PEÑA a Concepción CID. Influence of coffee/water ratio on the final quality of espresso coffee. *Science of Food and Agriculture* [online]. 2007, **87**(4), 586-592 [cit. 2021-5-9]. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1002/jsfa.2720>
88. BICHO, Natalina Cavaco, António Eduardo LEITÃO, José Cochicho RAMALHO a Fernando Cebola LIDON. Identification of chemical clusters discriminators of the roast degree in Arabica and Robusta coffee beans. *European Food Research and Technology* [online]. 2011, **233**, 303-311 [cit. 2021-5-9]. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1007/s00217-011-1518-5>
89. CIARAMELLI, Carlotta, Alessandro PALMIOLI a Cristina AIROLDI. Coffee variety, origin and extraction procedure: Implications for coffee beneficial effects on human health. *Food Chemistry* [online]. 2019, **278**, 47-55 [cit. 2021-5-10]. ISSN 0308-8146. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.11.063>
90. FOX, Glen P., Alex WU, Lesleigh FORCE a Liang YIRAN. Variation in Caffeine Concentration in Single Coffee Beans. *Journal of Agricultural and Food*

- Chemistry* [online]. 2013, **61**(45), 10772–10778 [cit. 2021-5-10]. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1021/jf4011388>
91. LUDWIG, Iziar A., Pedro MENA, Luca CALANI, Michael E. J. LEAN, Concepción CID, Alan CROZIER a Daniele DEL RIO. Variations in caffeine and chlorogenic acid contents of coffees: what are we drinking? *Food & Function* [online]. 2014, **5**, 1718–1726 [cit. 2021-5-9]. Dostupné z: doi:10.1039/c4fo00290c
92. WEI, Feifei a Masaru TANOKURA. Chapter 17 - Organic Compounds in Green Coffee Beans. *Coffee in Health and Disease Prevention* [online]. Academic Press, 2015, s. 149-162 [cit. 2021-5-10]. ISBN 978-0-12-409517-5. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780124095175000176#s0060>
93. JEŽEK, PH.D., Ing. František. *Senzorická analýza potravin* [online]. In: . Brno: VETERINÁRNÍ A FARMACEUTICKÁ UNIVERZITA BRNO, 2014 [cit. 2021-5-11]. ISBN 978-80-7305-725-1. Dostupné z: <https://fvhe.vfu.cz/files/senzoricka-analyza-potravin---navody-na-cviceni.pdf>
94. ŠUSPA LEPŠ, Jan a Petr ŠMILAUER. *Biostatistika* [online]. Jihočeská Univerzita v Českých Budějovicích, 2014 [cit. 2021-5-11]. Dostupné z: <https://botanika.prf.jcu.cz/suspa/vyuka/materialy/SkriptaNova1.pdf>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

CGA chlorgenové kyseliny

CQA kyselina kofeoylchinová

diCQA kyselina dikofeoylchinová

FQA kyselina feruloylchinová

HPLC vysokoúčinná kapalinová chromatografie

TPC celkový obsah polyfenolů

FC Folin-Ciocalteuovo činidlo

DR Dominikánská republika

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Kávovníková plantáž (10)	14
Obrázek 2 Květ a plod kávovníku (11).....	15
Obrázek 3 Nezralé plody kávovníku (11).....	16
Obrázek 4 Kávovník se zralými plody (11).....	16
Obrázek 5 Řez plodem kávovníku (5)	17
Obrázek 6 Rozdílný tvar upražených zrn kávy (14).....	18
Obrázek 7 Mapa produkce kávy (R = robusta, A = arabika, M = robusta + arabika) (15)..	19
Obrázek 8 Pražička kávy (18).....	25
Obrázek 9 Upražená (vlevo) a zelená (vpravo) káva (19)	25
Obrázek 10 Schéma pražení kávy (20).....	26
Obrázek 11 Chlazení kávy po pražení (19)	27
Obrázek 12 Hrubé mletí kávy (21)	28
Obrázek 13 Jemné mletí kávy (21).....	28
Obrázek 14 Hrubost mletí kávy pro různé druhy příprav kávy (22)	29
Obrázek 15 Strukturní vzorce diterpenů (27)	33
Obrázek 16 Strukturní vzorce methylxanthinů (kofein, teobromin, teofylin, paraxanthin)	33
Obrázek 17 Působení diterpenů na lidský organismus (38)	37
Obrázek 18 Volný radikál DPPH (vlevo), redukovaná forma DPPH (vpravo).....	40
Obrázek 19 Schematická konstrukce konduktometrické měřicí cely	53
Obrázek 20 Kalibrační křivka troloxu	56
Obrázek 21 Antioxidační aktivita vzorků.....	60
Obrázek 22 Antioxidační aktivita v závislosti na čase 0, 15, 30, 45, 60 minut vzorků s hrubostí mletí 3	61
Obrázek 23 Antioxidační aktivita v závislosti na čase 0, 15, 30, 45, 60 minut vzorků s hrubostí mletí 5	61
Obrázek 24 Antioxidační aktivita v závislosti na čase 0, 15, 30, 45, 60 minut vzorků s hrubostí mletí 8	62
Obrázek 25 Srovnání obsahu polyfenolických látek dle hrubosti mletí	64
Obrázek 26 Kalibrační křivka kofeinu.....	65
Obrázek 27 Srovnání obsahu kofeinu dle hrubosti mletí.....	67
Obrázek 28 Elektrická konduktivita vzorků káv pro hrubost mletí 3, 5 a 8.....	68
Obrázek 29 Tabulka chutí a vůní kávy	70
Obrázek 30 Vyhodnocení kávy.....	72

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Taxonomické zařazení kávovníku (6)	13
Tabulka 2 Produkce kávy v jednotlivých letech (17)	19
Tabulka 3 Chemické složení zelené kávy (23)	30
Tabulka 4 Množství chlorogenových kyselin v zelené kávě [g] (25).....	31
Tabulka 5 Složení kávového oleje v zrně zelené kávy (27)	32
Tabulka 6 Hodnoty vybraných látek (30).....	35
Tabulka 7 Účinky kofeinu na lidský organismus	38
Tabulka 8 Distribuce částic pro jednotlivé stupně mletí.....	55
Tabulka 9 Hodnoty inaktivace DPPH pro vzorky káv dle hrubosti mletí	56
Tabulka 10 Antioxidační aktivita	59
Tabulka 11 Obsah polyfenolů.....	63
Tabulka 12 Obsah kofeinu v testovaných kávách při různé hrubosti mletí.....	66
Tabulka 13 Elektrická konduktivita vzorků káv v závislosti na hrubosti mletí kávových zrn	68