

Univerzita Pardubice  
Fakulta chemicko-technologická

Senzoricky významné látky v kávě  
Bakalářská práce

Univerzita Pardubice  
Fakulta chemicko-technologická  
Akademický rok: 2023/2024

# ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Vladimíra Veselá**  
Osobní číslo: **C21544**  
Studijní program: **B0531A130024 Hodnocení a analýza potravin**  
Téma práce: **Senzoricky významné látky v kávě**  
Zadávací katedra: **Katedra analytické chemie**

## Zásady pro vypracování

- Zpracujte literární rešerši o výrobě a přípravě kávy a jejího složení se zaměřením na sensoricky významné látky. V jedné kapitole popište principy sensorického hodnocení potravin.
- Prostudujte možnosti sensorického hodnocení kávy a na základě získaných poznatků vypracujte dotazník.
- Využijte vytvořený dotazník v praktickém průzkumu a výsledky vyhodnoťte.

Seznam doporučené literatury:

Podle pokynů vedoucí práce.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Soňa Řezková, Ph.D.**  
Katedra analytické chemie

Konzultant bakalářské práce: **doc. Ing. Libor Červenka, Ph.D.**  
Katedra analytické chemie

Datum zadání bakalářské práce: **7. února 2024**  
Termín odevzdání bakalářské práce: **1. července 2024**

L.S.

---

**prof. Ing. Petr Němec, Ph.D.**  
děkan

---

**doc. Ing. Petr Česla, Ph.D.**  
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 20. února 2024

Prohlašuji:

Práci s názvem Senzoricky významné látky v kávě jsem vypracovala samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využila, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byla jsem seznámena s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 7/2019 Pravidla pro odevzdávání, zveřejňování a formální úpravu závěrečných prací, ve znění pozdějších dodatků, bude práce zveřejněna prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 29. 5. 2024

Vladimíra Veselá

## **Poděkování**

Ráda bych poděkovala Ing. Soně Řezkové, Ph.D., za vedení mé bakalářské práce, její připomínky a trpělivost. Také bych ráda poděkovala doc. Ing. Liboru Červenkovi, Ph.D., za možnost konzultace experimentální části. Zvláštní poděkování patří bistru Laborka za možnost provést senzorickou analýzu kávy v jejich prostorách a všem zúčastněným. Děkuji také Janu Štursovi za vedení cuppingu.

Poděkování patří mé rodině, za jejich podporu během celého studia, přátelům, spolužákům a Markovi. V neposlední řadě děkuji Oldovi Koubkovi za pomoc s grafickým zpracováním dotazníku.

## **ANOTACE**

Tato bakalářská práce se v teoretické části zabývá přípravou kávy, senzory významnými látkami v kávě, vlivu vody na chuť a aroma kávy a také úvodem do senzory analýzy potravin a principem cuppingu. V experimentální části byla provedena senzory analýza kávy. Byly porovnány senzory parametry čtyř vzorků kávy, tři vzorky byly připraveny ze 100% arabiky, čtvrtý vzorek byl připraven z defektních kávových zrn.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Káva, senzory významné látky v kávě, senzory analýza, cupping

## **TITLE**

Sensory important substances in coffee

## **ANNOTATION**

In the theoretical part, this bachelor's thesis deals with the preparation of coffee, sensory important substances in coffee, the effect of water on the taste and aroma of coffee, as well as an introduction to the sensory analysis of food and the principle of cupping. In the experimental part, a sensory analysis of the coffee was carried out. Sensory parameters of four coffee samples were compared, three samples were prepared from 100% Arabica, the fourth sample was prepared from defective coffee beans.

## **KEYWORDS**

Coffee, sensory important substances in coffee, sensory analysis, cupping

# OBSAH

SEZNAM OBRÁZKŮ .....	10
SEZNAM TABULEK .....	11
SEZNAM ZKRATEK A ZNAČEK .....	12
ÚVOD .....	13
1 TEORETICKÁ ČÁST .....	14
1.1 Káva .....	14
1.1.1 Chemické složení zelené kávy .....	14
1.1.2 Chemické složení zelené kávy .....	14
1.1.3 Příprava kávy .....	15
1.2 Sacharidy .....	18
1.2.1 Dělení sacharidů .....	18
1.2.2 Sacharidy v kávě .....	19
1.2.3 Sacharóza .....	19
1.2.4 Polysacharidy v kávě .....	20
1.2.5 Vliv sacharidů na chuť kávy .....	21
1.2.6 Stanovení sacharidů .....	21
1.3 Lipidy .....	26
1.3.1 Homolipidy .....	26
1.3.2 Heterolipidy .....	27
1.3.3 Mastné kyseliny .....	27
1.3.4 Lipidy v kávě .....	28
1.3.5 Porovnání arabiky a robusty z hlediska lipidů .....	28
1.3.6 Vliv lipidů na chuť kávy .....	29
1.3.7 Stanovení lipidů .....	29
1.4 Aminokyseliny, peptidy a bílkoviny .....	32
1.4.1 Aminokyseliny .....	32
1.4.2 Peptidy .....	33
1.4.3 Proteiny .....	34
1.4.4 Stanovení bílkovin .....	35
1.4.5 Stanovení volných aminokyselin .....	37
1.5 Kyselina chlorgenová a její deriváty .....	38

1.5.1 Rozdělení derivátů kyseliny chlorgenové.....	38
1.5.2 Obsah kyseliny chlorgenové a jejích derivátů v kávě.....	38
1.6 Kyselost kávy.....	40
1.6.1 Kyseliny.....	40
1.6.2 Ovocná kyselost v kávě.....	42
1.6.3 Vlivy na kyselosti kávy.....	42
1.6.4 Měření pH a titrované kyselosti.....	43
1.7 Sensorická analýza.....	45
1.7.1 Sensorické smysly.....	45
1.7.2 Sensorické zkoušky.....	45
1.7.3 Metody sensorického posuzování.....	46
1.7.4 Cupping.....	47
1.8 Vliv vody na chuť kávy.....	49
1.8.1 Minerální složení vody.....	49
1.8.2 Tvrdá voda.....	49
1.8.3 Změkčená vody.....	49
1.8.4 Destilovaná voda.....	49
1.8.5 Vliv vody na pěnu espressa.....	50
2 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST.....	51
2.1 Analyzované vzorky.....	51
2.2 Pomůcky a nádobí.....	52
2.3 Průběh sensorické zkoušky.....	52
2.3.1 Úprava vzorku.....	52
2.3.2 Průběh hodnocení.....	52
3 VÝSLEDKY A DISKUZE.....	53
3.1 Vůně kávy.....	53
3.1.1 Suché aroma.....	53
3.1.2 Mokrý aroma.....	55
3.1.3 Srovnání intenzity rozpoznávaných vůní s charakteristikou káv od výrobce.....	56
3.2 Chuť kávy.....	57
3.3 Dochutí kávy.....	59
4 ZÁVĚR.....	61



5 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....	62
SEZNAM PŘÍLOH.....	72

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Schéma kávové třešně [4] .....	14
Obrázek 2: Strukturní vzorec sacharózy .....	19
Obrázek 3: Strukturní vzorec $\alpha$ -D-glukózy .....	20
Obrázek 4: Strukturní vzorec $\alpha$ -D-fruktóza.....	20
Obrázek 5: Strukturní vzorec celulózy .....	21
Obrázek 6: Schéma kapalinového chromatografu .....	24
Obrázek 7: Instrumentace plynového chromatografu [33] .....	24
Obrázek 8: Esterifikace – vznik esterů mastných kyselin a glycerolu.....	26
Obrázek 9: Kyselina linolová .....	28
Obrázek 10: Kyselina palmitová.....	28
Obrázek 11: Soxhletův extraktor [48] .....	30
Obrázek 12: Vznik peptidové vazby.....	33
Obrázek 13: Kjeldahlův přístroj (Buchi digester K436/K439) [70] .....	36
Obrázek 14: Strukturní vzorec kyseliny chlorgenové.....	38
Obrázek 15: Kyselina citronová .....	40
Obrázek 16: Kyselina jablečná .....	41
Obrázek 17: Kyselina octová.....	41
Obrázek 18: Kyselina vinná.....	41
Obrázek 19: Kyselina mléčná .....	42
Obrázek 20: Suché aroma – hédonické hodnocení.....	53
Obrázek 21: Suché aroma – relativní četnost rozpoznání vůní (%).....	54
Obrázek 22: Mokrý aroma – hédonické hodnocení .....	55
Obrázek 23: Mokrý aroma – relativní četnost rozpoznání vůní (%).....	56
Obrázek 24: Chuť kávy – hédonické hodnocení.....	58
Obrázek 25: Medián intenzit chutí čtyř vzorků kávy .....	59
Obrázek 26: Dochuť kávy.....	60

## SEZNAM TABULEK

<i>Tabulka 1: Seznam vzorků kávy</i> .....	51
<i>Tabulka 2: Intenzita konzumace kávy</i> .....	52
<i>Tabulka 3: Suché aroma – medián (M) a variační rozpětí (VR) intenzit jednotlivých vůní káv</i> .....	54
<i>Tabulka 4: Mokrý aroma – medián (M) a variační rozpětí intenzit (VR) jednotlivých vůní káv</i> .....	56

## **SEZNAM ZKRATEK A ZNAČEK**

HPLC – vysokoúčinná kapalinová chromatografie

GC – plynová chromatografie

NMR – nukleárně magnetická rezonance

UV – ultrafialové záření

NIR – blízká infračervená spektroskopie

UPLC-MS – ultra performance kapalinová chromatografie s hmotnostní spektrometrií

TAG – triacylglycerol

UHPLC – ultra-vysokoúčinná kapalinová chromatografie

DPP-IV – dipeptidylpeptidázy-IV

ACE – angiotenzin I-konvertující enzym

AA-SPE-CE-MS – extrakční kapilární elektroforéza-hmotnostní spektrometrie na pevné fázi

pH – vodíkový exponent

ČSN – Česká evropská norma

EN – Evropská norma

ISO – mezinárodní organizace pro normalizaci

TDS – Celkově rozpuštěné pevné látky

AČ – absolutní četnost

RČ – relativní četnost

M – medián

VR – variační rozpětí

## ÚVOD

Káva je nápoj s charakteristickou vůní a chutí. Celosvětová obliba je spojena s jejími povzbuzujícími účinky. Přípravuje se z pražených a mletých semen plodů kávovníku. Existuje řada způsobů přípravy kávy. Příkladem filtrované kávy je french press, Aeropress, dripper nebo Chemex. Naopak moka a espresso patří do skupiny přípravy kávy pod tlakem.

Celková chuť a aroma kávy je daná zejména sacharidy, lipidy a bílkovinami. Kyselina chlorogenová a její deriváty jsou hlavními nositeli hořkosti kávy, kyselost je naopak dána organickými kyselinami jako je kyselina mléčná, octová, vinná, jablečná a citronová. Nezanedbatelný vliv na celkovou chuť a aroma kávy má také voda.

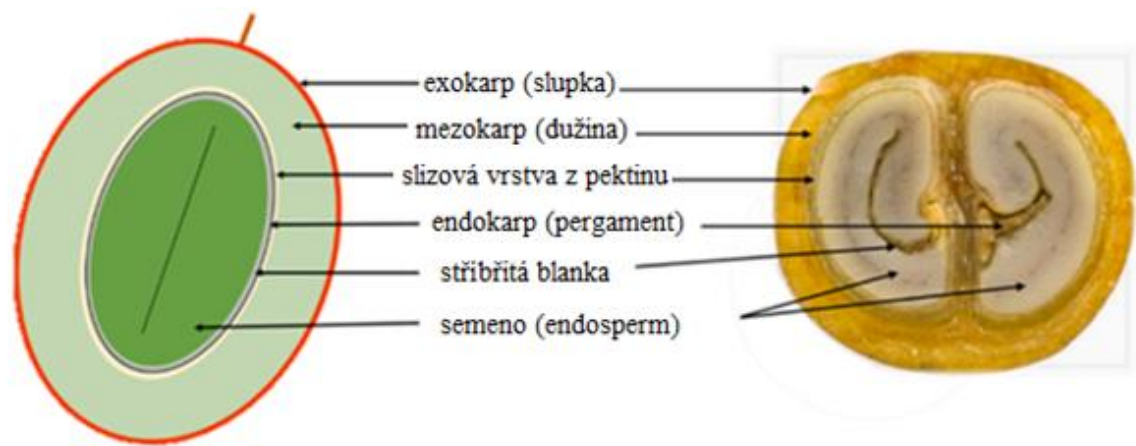
Nedílnou součástí při hodnocení kvality kávy je její senzoričné hodnocení. Obecným principem senzoričné analýzy potravin a průběhem senzoričného hodnocení kávy neboli cuppingem, se zabývá experimentální část této bakalářské práce.

Cílem bakalářské práce bylo vyhodnotit, zda konzumenti dokáží identifikovat chuťový profil jednotlivých vzorků kávy shodně s charakteristikou danou výrobcem a zda kvalitní káva ze 100% arabiky má lepší senzoričné parametry než káva připravená z defektních zrn.

# 1 TEORETICKÁ ČÁST

## 1.1 Káva

Káva je nápoj připravený z upravených semen plodů kávovníku rodu *Coffea*, rostliny vyskytující se převážně v tropických až subtropických oblastech. Plody kávovníku se nazývají kávové třešně a jsou zbarveny od bílé, žluté, červené až fialové barvy. Plod obvykle obsahuje dvě semena – kávová zrna. Semena jsou obalena volným osemením nazývaným stříbřitá blanka [1-3].



Obrázek 1: Schéma kávové třešně [4]

### 1.1.1 Chemické složení zelené kávy

Zelená, surová káva obsahuje 10–15 % bílkovin, 10–15 % tuku, 6–12 % sacharidů, především sacharózu. Obsah kofeinu se pohybuje v rozmezí 0,3–2,8 % – záleží na druhu kávovníku. Voda tvoří 9–12 % celkové hmotnosti [1]. Zbytek tvoří vláknina, třísloviny, organické kyseliny a další látky. Vzhledem k její nízké výživové hodnotě je řazena mezi pochutiny [1, 3].

### 1.1.2 Chemické složení zelené kávy

Je popsáno více než 120 druhů kávovníku, ale hospodářsky nejvýznamnějšími druhy jsou *Coffea arabica*, *C. robusta*, *C. liberica*, *C. canephora*. Arabica tvoří asi 70 % produkce, robusta necelých 30 % a liberika necelé 1 % [3, 4].

- *Coffea arabica*

Pro pěstování arabiky je potřeba mírnější klima, teploty okolo 20 °C a nadmořská výška 600–2000 metrů nad mořem [6, 7]. Plody arabiky se sbírají pouze ručně [2, 6, 7]. Plody a semena kávovník arabského jsou však často napadány kávovým broukem, listy naopak

postihuje listová rez [3, 7]. Ovšem díky pěstování ve vyšší nadmořské výšce poskytují zrna kvalitnější a chuťově lepší kávu. Důvodem mohou být chladné noci, které umožní, aby se chuť kávových zrn rozvinula do bohatosti a plnosti [7]. Arabika obsahuje méně kofeinu než robusta, průměrně kolem 1,2 % [3]. Zrna jsou zbarvena do zelené barvy s namodralým tónem, uprostřed se nachází pokřivená rýha [6]. Aroma a chuť kávy záleží na pěstitelských oblastech – brazilská arabika má nasládlé aroma a čokoládovou příchut', zatímco arabika z Keni má ovocnou příchut' [7].

- Coffea robusta

Keř Coffea robusta je v porovnání s Coffea arabica lépe přizpůsobivý stanovištním podmínkám. Je také levnější a jeho podíl na světové produkci roste i díky poptávce po instantní kávě, která je vyráběna převážně z robusty [3]. Roste v nižších nadmořských výškách, vyžaduje ovšem vyšší teploty okolo 30 °C [6, 7]. Robusta je více odolná vůči škůdcům, což je pravděpodobně způsobeno vyšším obsahem kofeinu, průměrně obsahuje 2,2 % kofeinu [3, 6]. Zrna jsou světle zelená s nahnědlými či našedlými odstíny. Chuť kávy připravené z robusty je nahořklá [6].

- Arabusta

Arabusta je kříženec Coffea arabica a Coffea robusta [3]. Arabusta se hodí na přípravu espressa, neboť arabika zajistí chuťové aroma a díky robustě má káva typickou cremu espressa [8].

- Coffea liberica

Kávovník liberica poskytuje bohatou sklizeň, ale kvalita kávy je průměrná. Jeho chuť je hořce trpká. Používá se převážně do směsí [3, 7].

- Coffea dewevrei

Tato káva bývá nazývána jako „excelza“ má nízkou kvalitu chuti s ostrou až odpornou vůní. Obsahuje ovšem velké množství kofeinu [3].

### 1.1.3 Příprava kávy

Existuje mnoho způsobů, jak si kávu připravit, ovšem každý ze způsobů přípravy je unikátní, neboť ovlivňuje konečnou chuť a aroma kávy [9]. Principů přípravy kávy může být několik: vaření, louhování, překapávání, vaření pod tlakem, nebo také méně známé metody jako je například nitro coffee [10]. Jednodušší rozdělení je na kávu filtrovanou a kávu na základě espressa. Filtrovaná káva není připravovaná pomocí tlaku, ale dochází zde k louhování látek

do vody. Káva je poté scezena nebo přefiltrována, čímž se zastaví proces extrakce. Chuť filtrované kávy je v porovnání s espressem jemnější, méně výrazná, ale rozprostřená. Filtrovaná káva také obsahuje větší množství kofeinu než espresso. Mezi metody přípravy filtrované kávy patří: french press, Aeropress, dripper, Chemex, kávovar na překapávanou kávu (překapávač) nebo batch brew [11].

Příklady přípravy kávy:

- Espresso

Espresso je šálek kávy o objemu 25–35 ml, připravený z 7–9 g mleté kávy, která je extrahována vodou o teplotě 90–96 °C při tlaku 9 barů. Celkový čas přípravy espressa je 20–30 vteřin [11–13]. Chuť espressa ovlivňuje hlavně hrubost mletí. Příliš jemně namletá káva způsobí, že espresso bude mít hořkou a trpkou chuť. Naopak pokud je káva namleta příliš hrubě dojde k podextrakci espressa. Výsledná káva bude mít slabou nebo dokonce žádnou cremu. Espresso pak chutná kyselou [13]. Správné espresso má oříškovou barvu, trochu crema na povrchu a rozmanitou škálu chutí (jiskrná kyselost, šťavnatá sladkost, závěrečné tóny jemné kávové hořkosti) [11].

- French press

Pro přípravu french pressu je potřeba středně hrubá káva, která se zalije vroucí vodou a louhuje se tři až čtyři minuty. Extrakce je zastavena stlačením kovového sítka a slitím kávy do šálku. Zabrání se tak smíchání sedliny s kávou [10, 12].

- Moka

Příprava kávy v moka konvičce je podobná přípravě espressa. Voda, která se zahřívá v uzavřeném prostoru se změní v páru, která projde přes síto s kávou a následně zkondenzuje. V porovnání s přípravou espressa, kde je tlak devět barů, dokáže konvička vyvinout tlak pouze 1,5 barů [10, 12]. Chuť kávy může být lehce připálená, je to způsobeno zahříváním mleté kávy na hliníkovém sítku při velmi vysoké teplotě během vedení vody k varu [12].

- Aeropress

Aeropress se skládá z dvou válců, které do sebe zapadají. Do Aeropressu se vloží filtrační papír, namletá kávová zrna, která jsou zalita horkou vodou a nechají louhovat. Nakonec je stlačen píst a dojde k filtraci kávy [10, 14]. Vzhledem ke kratší době louhování (1–2 minuty) obsahuje



Aeropress méně kyselin a kofeinu. Chut' kávy je podobná kávě z french pressu, silnější chut' a plnější tělo [14].

- Chemex

Pro přípravu kávy metodou Chemex se používají hrubší filtrační papíry složené ze čtyř vrstev. Znamená to, že čas extrakce je delší a filtr zároveň zachytí více olejů obsažených v pražené kávě. Právě oleje upozadují jemnější chutě kávy, které tak mohou vyniknout v porovnání s jinými metodami přípravy kávy. Aby se docílilo správné sladké chuti, měla by být káva středně hrubě mletá, zalitá vodou o teplotě 94 °C a doba louhování by měla být 3–4 minuty [15].

- Dripper

Jedná se o filtraci středně hrubě mleté kávy na filtračním papíře. Káva je zalita vodou o teplotě 98 °C, nechá se louhovat tři až čtyři minuty, poté se otevře ventil a káva se vypustí [10, 16]. Chut' filtrované kávy z dripperu je ovocná. Výsledná chut' může být ovlivněna i dobou extrakce, pokud se káva nechá louhovat příliš dlouho bude chutnat hořce [16].

## 1.2 Sacharidy

Sacharidy jsou polyhydroxyaldehydy a polyhydroxyketony. Obsahují minimálně tři alifaticky vázané uhlíky. Mezi sacharidy patří také jejich deriváty a sloučeniny, které z nich vznikají vzájemnou kondenzací acetalových vazeb. Vyskytují se ve všech organismech, kde zastávají mnoho funkcí. Nacházejí se v (deoxy)ribonukleotidech, jsou energetickou zásobárnou, nebo jsou například součástí strukturních molekul jako jsou glykoproteiny, proteoglykany pojivové tkáně a glykolipidy pojivových membrán [17, 18].

### 1.2.1 Dělení sacharidů

Sacharidy se dělí podle počtu cukerných jednotek, které jsou v molekule navázány, na monosacharidy, oligosacharidy a polysacharidy [17, 18]. Monosacharidy a oligosacharidy někdy bývají označovány jako cukry díky svým společným vlastnostem a sladké chuti [17].

- Monosacharidy

Monosacharidy obsahují jednu cukernou jednotku, nelze je tedy dále dělit na jednodušší, protože jinak by došlo k rozštěpení vazby C-C. Monosacharidy se dále dělí na aldózy obsahující aldehydovou skupinu a ketózy obsahující ketoskupinu. V molekule monosacharidu může docházet k reakci aldehydové nebo ketonové skupiny s některou z hydroxylových skupin. Vzniká buď pětičlenný heterocyklus furanóza nebo šestičlenný heterocyklus pyranóza [17, 18].

- Oligosacharidy

Oligosacharidy jsou tvořeny dvěma až deseti jednotkami monosacharidů spojených glykosidovými vazbami. Pokud sacharidy neobsahují volný poloacetalový hydroxyl, jedná se o sacharidy neredukující, příkladem takového oligosacharidu je sacharóza. Naopak sacharidy s volným poloacetalovým hydroxylem se nazývají redukující. Mezi redukující oligosacharidy patří například laktóza a galaktóza [17, 18].

- Polysacharidy

Polysacharidy obsahují více než deset monosacharidových jednotek spojených glykosidovými vazbami. Pokud jsou tvořeny identickými monosacharidy, jedná se o homoglykany (například: škrob, glykogen a celulóza). Naopak sacharidy tvořené z různých typů monosacharidů se označují jako heteroglykany. Řetězce polysacharidů mohou být cyklické nebo lineární, které se dále člení na větvené či nevětvené [17, 18].

## 1.2.2 Sacharidy v kávě

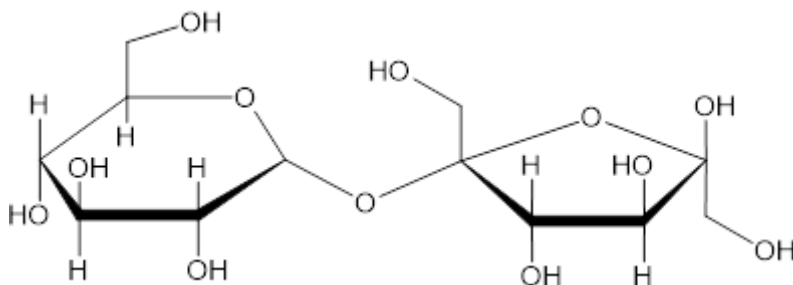
Zelená káva obsahuje cca 50 % sacharidů (vztaženo na sušinu), během pražení pak dojde k poklesu na 38–42 % (vztaženo na sušinu) [1, 19]. Ačkoli robusta ani arabika se z botanického hlediska neliší, uvádí se, že obsah sacharidů v robustě je nepatrně vyšší [1]. Hlavním oligosacharidem v kávě je sacharóza, hlavními polysacharidy jsou arabinogalaktan, mannan a celulóza [20, 21]. Na základě analýzy zrn arabiky a robusty se obsah mannanu a celulózy neliší, zatímco obsah arabinogalaktanu je v arabice nižší [20].

## 1.2.3 Sacharóza

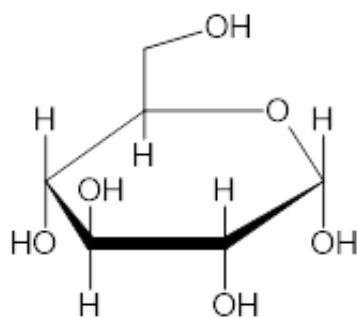
Sacharóza patří mezi neredukující sacharidy a je tvořena z monosacharidů glukózy a fruktózy. Sacharóza v kyselém prostředí hydrolyzuje na glukózu a fruktózu. V neutrálním prostředí stejnou reakcí katalyzuje enzym invertáza. Vzniklá směs glukózy a fruktózy je ekvimolární a nazývá se invertní cukr [17, 18].

Hlavním zdrojem sacharózy je cukrová třtina a cukrová řepa. Sacharóza má velké uplatnění v potravinářství – používá se jako sladidlo [17, 18]. Při velkých koncentracích inhibuje růst mikroorganismů, proto se využívá jako konzervační činidlo [18].

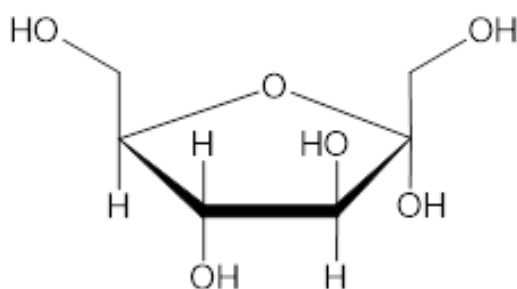
Zelená káva obsahuje 6–7 % sacharózy [17, 20]. Obsah sacharózy v arabice je větší, nachází se zde 6,25–8,45 % sacharózy, zatímco v robustě 0,9–4,85 % [20, 21]. Během pražení dochází k rozpadu sacharózy na glukózu a fruktózu, obsah tak poklesne na 0,7 % [17, 20, 21]. Glukóza a fruktóza se ovšem rozkládají velmi rychle, a tak jejich obsah v pražených zrnech kávy je minimální [20].



Obrázek 2: Strukturální vzorec sacharózy



Obrázek 3: Strukturální vzorec  $\alpha$ -D-glukózy



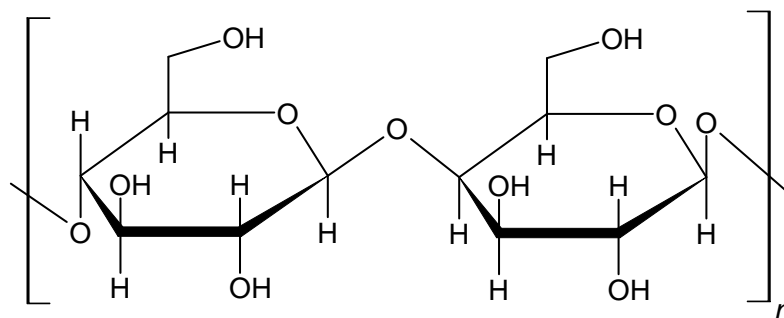
Obrázek 4: Strukturální vzorec  $\alpha$ -D-fruktóza

#### 1.2.4 Polysacharidy v kávě

Arabinogalaktan patří mezi pentozany (homopolysaccharidy tvořené pentózami). Jejich hlavní řetězec je tvořen D-xylózou a v postranním řetězci se nachází L-arabinóza, galaktóza a kyselina glukuronová [17, 21].

Mannany jsou tvořeny jednotkami manózy. Díky jeho lineární struktuře se mohou vytvářet interakce mezi vodíkovými vazbami, ty jsou zodpovědné za tvrdost bobů. Na zhruba 5–10 % hlavního řetězce se nachází v postranním řetězci jednotky galaktózy. Proto bývá tento polymer v kávě bývá nazýván galaktomannan [17, 21]. Množství mannanů v kávě je ovlivněno teplotou při extrakci. Množství mannanů v kávě uvařené při 95 °C se zvýší až o dvě třetiny, pokud je káva připravena při 180 °C [2].

Celulóza je základní strukturální polysacharid vyšších rostlin, neboť tvoří jejich buněčnou stěnu. Jedná se o homopolysacharid tvořený z d-glukózových jednotek vázaných glykosidickými vazbami  $\beta$ (1-4). Řetězec je nerozvětvený [17, 21]. Mezi jednotlivými makromolekulami celulózy dochází k interakcím prostřednictvím vodíkových můstků, dochází tak ke vzniku více či méně uspořádaných trojrozměrných struktur nazývaných celulózové mikrofibrily [17]. Využití celulózy je zejména v papírenském a textilním průmyslu [17, 21].



Obrázek 5: Strukturální vzorec celulózy

Pražení podporuje rozklad polysacharidů, dochází k hydrolyze na mono- a oligosacharidy. Díky tomu dochází ke zlepšení jejich extrakce [2, 20].

### 1.2.5 Vliv sacharidů na chuť kávy

Na rozštěpení glykosidické vazby sacharidů je potřeba jedna molekula vody. Během pražení ovšem není zajištěn dostatek vody, a tak dochází k hydrolytickému štěpení a vzniku anhydrocukrů. Ty pak mohou reagovat několika způsoby. V rané fázi pražení z nich mohou vznikat alifatické kyseliny – kyselina mravenčí, octová, glykolová a mléčná. Dále pak dehydratací mohou vzniknout heterocyklické těkavé sloučeniny zodpovědné za kávové aroma. Nebo mohou reagovat s aminokyselinami či proteiny, produkty těchto Maillardových reakcí jsou těkavé i netěkavé aromatické sloučeniny, které opět ovlivňují chuť [20].

### 1.2.6 Stanovení sacharidů

Stanovení sacharidů je kvantitativní nebo kvalitativní. Při kvantitativním stanovení je zjišťováno celkové množství sacharidů, naopak při kvalitativní stanovení jsou stanovovány konkrétní sacharidy [22]. Metody stanovení sacharidů v potravinách a nápojích mohou být chemické a optické [23]. Nejčastěji se však využívají moderní metody jako je HPLC, GC nebo NMR spektroskopie [24-32].

- Příprava vzorku

Před samotným stanovením je důležitá příprava vzorku, která se bude lišit na základě jeho skupenství. Kapalné vzorky jsou pouze zředěny, následně u nich může dojít k číření nebo k odstranění iontů. U tuhých a polotuhých vzorků je příprava náročnější – pokud je vzorek kontaminován tuky dojde k jejich odstranění pomocí extrakce, v případě velkého množství tuku jsou naopak extrahovány sacharidy. Poté proběhne číření, případně zředění [22-24].

Hlavním důvodem pro čiření vzorku je odstranění jednak nerozpustných látek, tak i rozpustných nesacharidových opticky aktivních látek, mezi které patří například bílkoviny a aminokyseliny [23, 24]. Mezi často užívaná čiřidla patří Carrezovo čiřidlo, neutrální a zásaditý octan olovnatý, zásaditý dusičnan olovnatý, kyselina wolframová [23].

Po samotném vyčeření následuje filtrace za použití různých typů filtrů – papírový, skleněný nebo membránový filtr. Pro zvýšení účinnosti separace látek byly vyvinuty speciální metody filtrace – reversní osmóza, nanofiltrace a ultrafiltrace [24].

Při stanovení polysacharidů a oligosacharidů musí dojít nejprve k jejich hydrolýze na monosacharidy, které lze snadněji určit [22, 23].

- Polarimetrie

Principem polarimetrie je měření úhlu otočení roviny polarizovaného světla při průchodu měřeným prostředím [23, 31]. Světlo je elektromagnetické vlnění, které je charakterizováno dvěma a sebe kolmými vektory – intenzita elektrického a magnetického pole. Tyto vektory zaujímají nepravidelnou polohu vůči sobě. Pokud však dojde k jejich polarizaci, vektory kmitají v jedné rovině. Opticky aktivní látky, jejichž optická aktivita je dána chirálním uhlíkem, dokážou polarizované světlo stáčet [31].

Polarimetricky lze stanovit koncentraci známého sacharidu ve vzorku za předpokladu, že úhel otočení je přímo úměrný koncentraci, délce kyvety a specifické otáčivosti, která je pro každý sacharid jedinečná. Polarimetricky mohou být stanoveny i koncentrace více sacharidů v jednom vzorku, například stanovení sacharózy vedle monosacharidů za předpokladu, že je změřena optická otáčivost před a po inverzi sacharózy [23].

- Chemické metody

Aldózy lze poměrně snadno oxidovat, toho se využívá při jejich stanovení za použití oxidačních činidel. Při oxidaci jodem se jedná o zpětnou titraci, kdy se přebytečný jod retitruje thiosíranem. Pokud jsou aldózy oxidovány v nadbytku hexakvanoželezitanu draselného, je tento nadbytek retitrován dichromanem. Na základě stechiometrického vyčíslení rovnic je získáno původní množství cukrů [23].

Další možností stanovení redukujících sacharidů je jejich reakce s CuO, kdy se dvojmocná měď redukuje na jednomocnou. Hmotnost cukru se stanoví v závislosti na množství vyloučeného oxidu měďnatého nebo na zbytkovém množství měďnatých iontů. Množství oxidu měďnatého

lze stanovit titrací thiosíranem po vyloučení jodu (metoda podle Ofnera), manganometrickou titrací (metoda podle Bertranda), komplexometricky nebo vážkovou metodou. Přebytek měďnatých iontů se může retitrovat thiosíranem po vyloučení jodu (metoda podle Luffa-Schoorla) nebo retitrací komplexonem III [23].

- Spektrofotometrické stanovení

Při spektrofotometrické analýze je sledováno kolik záření daný vzorek pohltí. Absorbanci popisuje Lambert-Beerův zákon, kdy absorbance je přímo úměrná koncentraci stanovované látky, délce kyvety a molárnímu absorpčnímu koeficientu [31].

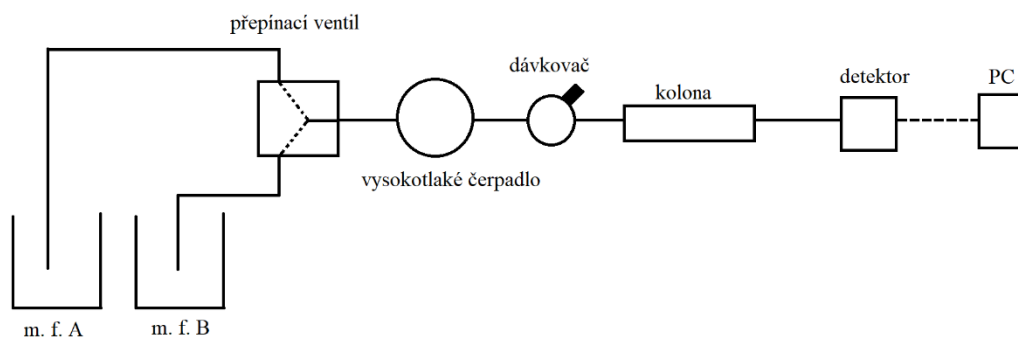
Mezi nejpoužívanější spektrofotometrické metody patří Somogyi-Nelsonova, která využívá schopnosti redukujících cukrů redukovat měďnaté činidlo v alkalickém roztoku. Z měďnatých iontů vznikají měďné, které redukují arsenomolybdenovou kyselinu na molybdenovou modř, jejíž absorbance je spektrofotometricky měřena při vlnové délce 520 nm [22, 30, 32].

Dalšími spektrofotometrickou metodou je například reakce s kyselinou pikrovou, reakce s tetrazoliovými solemi nebo reakce s dinitrosalicylovou kyselinou [23]. Pro stanovení monosacharidů, disacharidů ale i polysacharidů se využívá i UV spektrofotometrie, kdy se za použití kyseliny sírové určí koncentrace obsahu uhlíku [25, 32].

- Vysokoúčinná kapalinová chromatografie

Vysokoúčinná kapalinová chromatografie patří mezi separační metody, jejichž principem je ustanovení rovnováhy mezi mobilní a stacionární fází. Mobilní fáze je v tomto případě kapalná a stacionární fáze může být kapalná nebo pevná. Vysokotlaké čerpadlo, které poskytuje tlak v řádu jednotek až desítek MPa umožňuje dostatečný průtok mobilní fáze [31].

HPLC poskytuje v případě stanovení sacharidů kvantitativní i kvalitativní analýzu. Výhodou je její rychlost a vysoký stupeň přesnosti [22, 26, 30]. Jediným problémem jsou detektory, protože většina cukrů nenesou náboj, nemají schopnost fluorescence a nemají ani chromofory. Z tohoto důvodu není možné použít UV, fluorescenční detektor, nebo detektor fotodiodového pole. Řešením může být vnesení náboje na monosacharidy, použití pulzní ampérometrické detekce, nebo evaporativního detektoru rozptylu světla [26, 30].

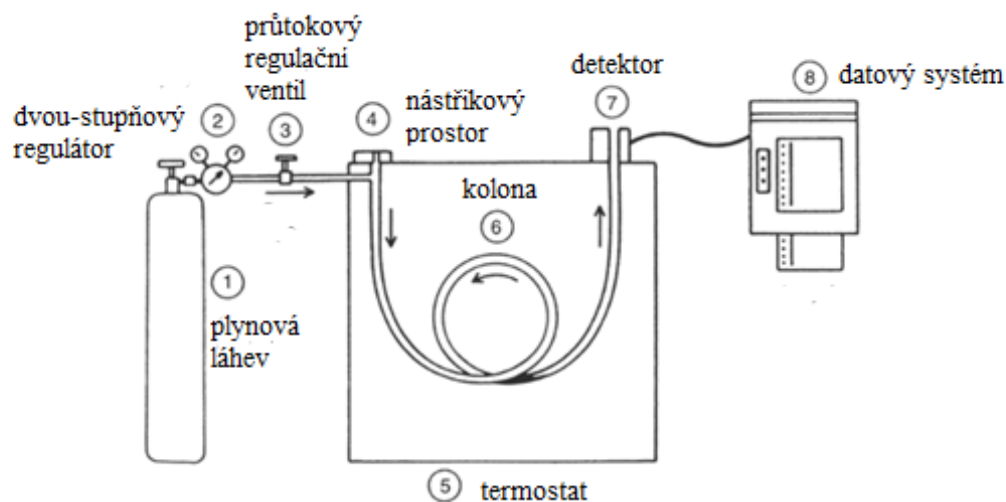


Obrázek 6: Schéma kapalinového chromatografu

- Plynová chromatografie

Plynová chromatografie patří stejně jako kapalinová mezi separační metody s tím rozdílem, že mobilní fáze je plynná. To poskytuje velkou výhodu zejména při stanovení těkavých látek, které snadno přejdou do plynného skupenství. Základní instrumentace je složena z tlakové láhve s nosným plynem, který je veden do dávkovače, poté projde chromatografickou kolonou, a nakonec jsou stanovované látky vyhodnoceny na detektoru [31].

V porovnání s kapalinovou je plynová chromatografie vhodnější pro stanovení sacharidů, protože dokáže detekovat chirální složky [22, 30]. Před samotným stanovením je nutné vytvořit deriváty sacharidů s využitím jejich polárních skupin. Mezi nejčastější deriváty patří methylethery, acetáty, trifluoracetáty [27, 30]. Pro plynovou chromatografii se používají nejčastěji tyto detektory: plamenově ionizační, hmotnostní, dusíkový fosforový detektor [22, 30].



Obrázek 7: Instrumentace plynového chromatografu [33]



- NMR spektroskopie

Nukleární magnetická rezonance je nedestruktivní metoda s vysokou citlivostí, která analyzuje magneticky aktivní atomová jádra s hybností, tedy s nenulovým spinem [22].

Lze analyzovat jednoduché i komplexní sacharidy, složení monosacharidů, cukerné zbytky [22, 29].

## 1.3 Lipidy

Lipidy jsou organické látky, které jsou omezeně rozpustné ve vodě, ale naopak v organických rozpouštědlech se rozpouštějí dobře. Do skupiny lipidů se řadí také jejich doprovodné látky (lipofilní sloučeniny), které lipidy doprovázejí. Patří sem například terpenoidy, steroidy a karotenoidy. Lipidy lze rozdělit na jednoduché (homolipidy), složené (heterolipidy) a komplexní lipidy [17, 18]. Pro lidský organismus jsou lipidy důležitým energetickým zdrojem. Odbouráváním lipidů lze získat až 38 kJ.g<sup>-1</sup>. V organismu dále zastávají strukturní funkci, neboť složené polární lipidy tvoří buněčné membrány. Podílí se i na regulační funkci – jsou součástí steroidních hormonů a polárních vitamínů. Tuková tkáň také tepelně izoluje organismus a poskytuje tak ochrannou funkci [18].

### 1.3.1 Homolipidy

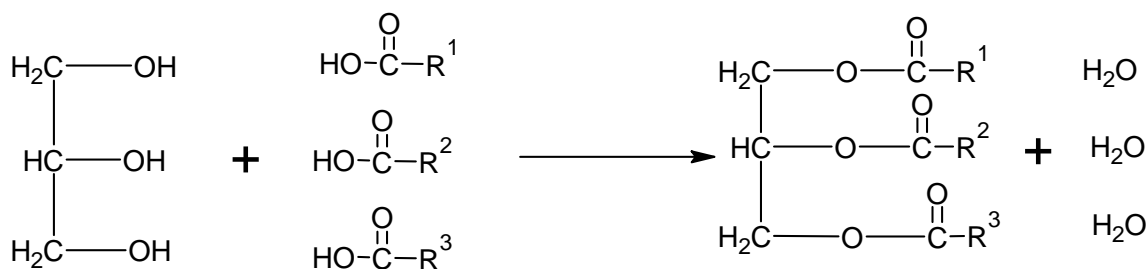
Homolipidy jsou estery mastných kyselin a alkoholu. Podle struktury navázaného alkoholu jsou rozděleny na vosky a acylglyceroly [17, 18].

- Vosky

Vosky jsou estery mastných kyselin a jednosytných vyšších alkoholů [17, 18]. Obsahují většinou nasycené mastné kyseliny s vyšším počtem uhlíků (24–32) a primární alkoholy také s vyšším počtem uhlíků (12–36). Vosky tvoří hydrofobní vrstvu na povrchu organismů, přispívají tak ke kontrole transpirace vody a ochraně před vyschnutím [17].

- Acylglyceroly

Estery glycerolu a mastných kyselin se nazývají acylglyceroly, které dělíme na tekuté oleje a tuhé vosky. Podle počtu navázaných mastných kyselin na glycerol se rozdělují na mono-, di-, triacylglyceroly. Jsou důležitou zásobárnou energie [17].



Obrázek 8: Esterifikace – vznik esterů mastných kyselin a glycerolu

### 1.3.2 Heterolipidy

Heterolipidy neboli složené lipidy obsahují kromě mastných kyselin a alkoholu ještě další skupiny vázané kovalentní vazbou [17, 18].

- Fosfolipidy

Jedná se o lipidy s esterově navázanou kyselinou fosforečnou. Jsou důležitou součástí buněčných membrán, velký význam mají také v nervové soustavě [17].

- Glykolipidy

Pojmem glykolipidy označuje deriváty mastných kyselin, která mají navázaný cukr. Podle navázaného alkoholu se rozdělují na glykoglycerolipidy a glykosfingolipidy. Nejčastějším cukrem navázaným v glykolipidech je D-galaktóza, dále D-glukóza a D-fruktóza [17].

- Lipoproteiny

Lipoproteiny jsou komplexy bílkovin a lipidů, které se nachází v krevní plazmě, cytoplazmě nebo ve vaječném bílku [17].

### 1.3.3 Mastné kyseliny

Mastné kyseliny jsou základem lipidů, jedná se o alifatické monokarboxylové mastné kyseliny. Vyšší mastné kyseliny označují kyseliny obsahujících více než deset uhlíků. U rostlin a živočichů se vyskytují mastné kyseliny převážně se sudým počtem uhlíků a nerozvětvené [17, 18].

- Nasycené mastné kyseliny

Jedná se o 4–60 uhlíkaté nerozvětvené řetězce. Nejčastěji se vyskytující nasycené mastné kyseliny jsou: kyselina máselná (4:0), kapronová (6:0), palmitová (16:0) a stearová (18:0) [17, 18].

- Nenasycené mastné kyseliny s jednou dvojnou vazbou

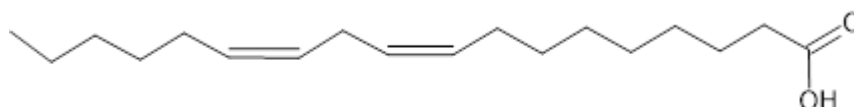
Tyto kyseliny se liší jednak počtem uhlíků, tak i polohou dvojných vazby. S polohou dvojných vazby se pojí výskyt polohové izomerie u přírodních mastných kyselin. Rozlišuje se zde i prostorová cis/trans izomeraci. V přírodě se vyskytuje častější cis izomerace. Nejběžnější nenasycenou mastnou kyselinou s jednou dvojnou vazbou je olejová (18:1), která se používá v tukovém průmyslu při výrobě mýdel a v kosmetice [17, 18].

- Nenasycené mastné kyseliny s dvěma a více dvojnými vazbami

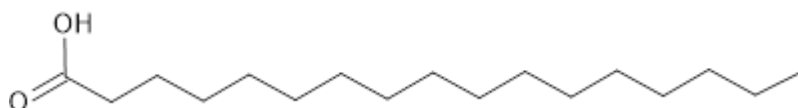
I u nenasycených mastných kyselin s dvěma a více dvojnými vazbami se vyskytuje polohová a prostorová izomerií. Patří sem kyselina linolová (18:2), linolenová (18:3) a arachidonová (20:4) [17, 18].

### 1.3.4 Lipidy v kávě

Kávová zrna obsahují průměrně 15–18 % lipidů (vztaženo na sušinu). V arabice se nachází kolem 8–12 % lipidů, zatímco v robustě 7–10 % lipidů (vztaženo na sušinu) [2, 34–36]. Největší podíl lipidů tvoří triacylglyceroly – z celkového množství lipidů tvoří 75,2 % [34, 36, 37]. Esterifikované diterpeny tvoří 18 % hmotnosti suchého zrna, volné diterpeny 0,4 %, steroly 4,9 %, tokoferoly 0,1 % a fosfolipidy 0,4 % [36]. Hlavními mastnými kyselinami jsou kyselina linolová a palmitová [2].



Obrázek 9: Kyselina linolová



Obrázek 10: Kyselina palmitová

Zatímco obsah triacylglycerolů zůstává během pražení prakticky nezměněn, množství volných mastných kyselin se během skladování a pražení zvyšuje. Složení sterolové frakce se během pražení také nemění [2].

Z chemického hlediska lze triacylglyceroly rozdělit na vosky a oleje. Zatímco vosky pokrývají zrno, oleje se nachází uvnitř endospermu. Oleje představují pro semeno energetickou rezervu pro klíčení a následný růst [2, 35, 37].

### 1.3.5 Porovnání arabiky a robusty z hlediska lipidů

Z hlediska volných mastných kyselin je kyselina olejová ve větším množství obsažena v robustě. Zatímco kyselina linolenová je více zastoupena v arabice než v robustě [36].

Arabika a robusta se liší také obsahem esterů mastných kyselin diterpenů z rodiny kauranu jako je například jsou cafestol, který se nachází v obou uvedených odrůdách. Naopak 16-0-methylcafestol se nachází pouze v robustě a kahweol se nachází primárně v arabice [2].

### 1.3.6 Vliv lipidů na chuť kávy

U nefiltrované kávy jsou lipidy základem pro texturu a chuť v ústech [35]. Dále přispívají k tvorbě aroma během pražení kávových zrn prostřednictvím autooxidačních a rozkladných reakcí. Kávová zrna s vyšším obsahem lipidů a proteinů vykazují lepší hodnocení kvality šálku [38].

Během přípravy instantní kávy se pro zachování aroma používá malé množství oleje získaného z pražení a mletí. Olej podporuje začlenění kávového aroma do instantního kávového prášku [2].

### 1.3.7 Stanovení lipidů

Při stanovení lipidů je prvním krokem jejich izolace, která se provádí extrakcí do nepolárního až středně polárního rozpouštědla. Důvodem je uvolnění lipidů z vazeb na sacharidy, bílkoviny a další sloučeniny [23]. V případě analýzy lipidů lze určit jejich celkový obsah ve vzorku klasickými metodami (Sohxletova extrakce, metoda podle Grossfelda, butyrometrické stanovení) nebo moderními metodami (kapalinová a tenkovrstvá chromatografie, NIR) [39-47]. Mimo celkového obsahu tuku se stanovují i tuková čísla, složení mastných kyselin, stupeň žluknutí, oxidační stabilita a další doprovodné látky [23].

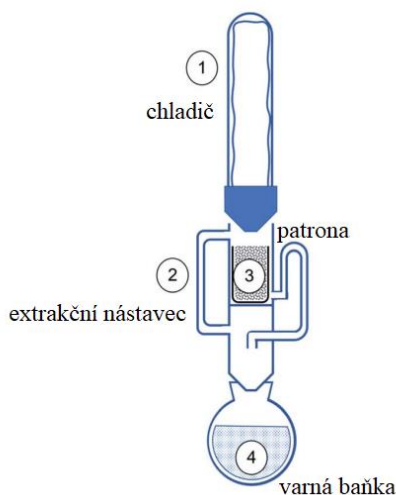
- Stanovení tukových čísel

Tuková čísla charakterizují vlastnosti daného tuku nebo oleje, mimo klasických titračních metod je lze určit i moderními metodami jako je plynová nebo kapalinová chromatografie [23].

Číslo kyselosti vyjadřuje míru obsahu volných mastných kyselin v tuku. Hydroxylové číslo určuje obsah parciálních esterů glycerolu v tuku, jodové číslo je měřítkem nenasycených vazeb a esterové číslo vyjadřuje množství esterově vázaných mastných kyselin. Čísla jsou udávána ve tvaru spotřeby ml KOH na jeden gram vzorku. Kvantitativně je lze stanovit titrací KOH [23]. Při kvalitativním stanovení se provádí methylace tuku a následná stanovení na plynovém chromatografu [39].

- Soxhletova extrakce

Jedná se o kontinuální proces, kdy se tuhý vzorek umístí do patrony, zespodu se připojí baňka s rozpouštědlem a z vrchu se připevní zpětný chladič. Jako rozpouštědlo se používá hexan, petrolether nebo diethylether. Nevýhoda je relativně dlouhá doba extrakce, která je v řádu několika hodin. Výhodou Soxhletova extraktoru je několikanásobná extrakce, která poskytuje vyšší výtěžnost [22, 23, 40-42].



Obrázek 11: Soxhletův extraktor [48]

- Další metody klasického stanovení obsahu lipidů

Butyrometrické stanovení se využívá hlavně pro mléko a mléčné výrobky. Ke vzorku se přidá kyselina sírová, pro rozrušení bílkovin v tukových kuličkách, a amylalkohol pro jasnější rozhraní. Objem tuku v hmotnostních procentech se odečte na kalibrované stupnici [22, 43].

Metoda Roseho a Gottlieba byla vyvinuta také pro mléko a mléčné výrobky a v současné době nahradila butyrometrické stanovení. Nejprve je provedena hydrolýza bílkovin amoniakem a následně dojde k extrakci směsí ethanol, petrolether a diethylether. Po odpaření rozpouštědla se zváží odparek [22, 43].

Metoda podle Grossfelda je určena zejména pro cereální výrobky. Po částečné hydrolýze kyselinou chlorovodíkovou se vysušený extrakt dá do Soxhletova přístroje [23].

- Moderní metody stanovení obsahu lipidů

Mezi běžné moderní metody při kvalitativním i kvantitativním stanovení lipidů v kávě slouží UPLC-MS ultra performance liquid chromatography s hmotnostní spektrometrií, kde dochází k separaci lipidových složek. Analýza je rychlá a má velkou citlivost detekce [36, 44].

Princip tenkovrstvé chromatografie spočívá v rozdělení látek mezi mobilní, pohyblivou fází rozpouštědla, a pevnou, stacionární fází [22]. Obsah TAG je stanoven pomocí spektrofotometrického detektoru. Jedná se o velmi citlivé stanovení obsahu TAG [45].

NIR je zkratka pro blízkou infračervenou spektroskopii, měření probíhá v rozsahu 700–2500 nm. Jedná se o nedestruktivní metodu. Absorpce světla v oblasti NIR je poměrně nízká, má to ovšem výhodu při analýze funkčních skupin vzniklých spojením vodíku s dusíkem, uhlíkem nebo kyslíkem. Proto je často využívána právě při analýze hlavních složek potravin. NIR spektroskopie se využívá ke stanovení lipidů, ale i sacharidů v kávě [22, 38, 46].

## 1.4 Aminokyseliny, peptidy a bílkoviny

Aminokyseliny, spojené peptidovou vazbou  $-\text{CO}-\text{NH}-$ , jsou základní stavební jednotkou peptidů a bílkovin. Podle počtu aminokyselin se rozlišují peptidy (2–100 aminokyselin) a bílkoviny (nad 100 aminokyselin). Bílkoviny i peptidy mohou kromě aminokyselin obsahovat i další látky [17].

### 1.4.1 Aminokyseliny

Aminokyseliny jsou substitučními deriváty karboxylových kyselin, které obsahují aminoskupinu  $-\text{NH}_2$ . Je popsáno kolem 700 druhů, ovšem bílkoviny jsou tvořeny pouze 20 základními aminokyselinami. Aminokyseliny mají vliv na organoleptické vlastnosti potravin, ovlivňují zejména jejich chuť [17, 18, 58].

- Rozdělení aminokyselin

Nejčastější rozdělení je do čtyř skupin podle typu řetězce a přítomnosti dalších funkčních skupin. První skupinou jsou aminokyseliny s nepolárním řetězcem, kam patří glycin, alanin, valin, leucin, izoleucin, prolin a fenylalanin. Druhou skupinou tvoří aminokyseliny s neionizovanou polární skupinou – serin, threonin, tyrosin, cystein, methionin, asparagin, glutamin a tryptofan. Do třetí skupiny se řadí kyselé aminokyseliny – kyselina asparágová a glutamová. Poslední skupiny tvoří bazické aminokyseliny, což jsou lysin, arginin a histidin [58].

Aminokyseliny mohou být dále rozděleny na esenciální, které musí organismus přijímat v potravě a neesenciální, které si organismus dokáže sám vyrobit. Mezi esenciální patří valin, leucin, izoleucin, methionin, tryptofan, fenylalanin, lysin a threonin. Mezi semiesenciální aminokyseliny se řadí arginin a histidin [17, 58].

- Vlastnosti aminokyselin

Jedná se o bezbarvé krystalické látky, většinou dobře rozpustné ve vodě a špatně rozpustné v nepolárních rozpouštědlech. Vzhledem k tomu, že obsahují jak kyselou, tak bazickou skupinu chovají se jako amfolyty. V závislosti na pH vystupují buď jako zásady nebo jako kyseliny. Všechny až na glycin jsou opticky aktivní sloučeniny řady L [17, 18, 58].

U aminokyselin jsou důležité také jejich organoleptické vlastnosti, protože některé volné aminokyseliny jsou sensoricky aktivními látkami. Aminokyseliny se rozlišují na sladké, kam se řadí glycin, alanin, threonin, prolin a hydroxyprolin. Dále na aminokyseliny kyselé – kyselina asparágová a glutamová. Třetí skupinou jsou hořké aminokyseliny, jako je například leucin,



izoleucin, fenylalanin, tyrozin a tryptofan. A čtvrtou skupinu tvoří indiferentní, kam patří ostatní aminokyseliny [17].

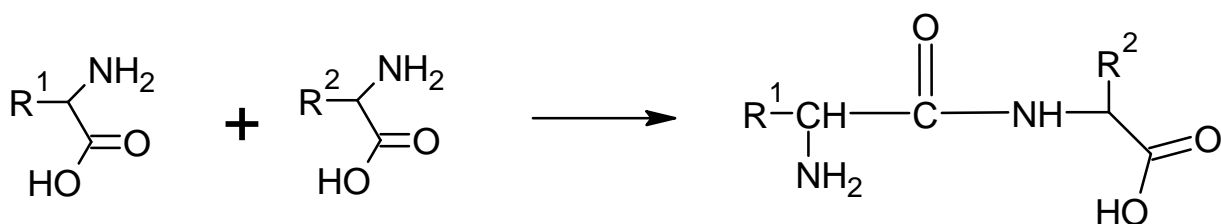
- Aminokyseliny v kávě

Množství aminokyselin v kávě se pohybuje kolem 8,7–12, 2 % vztaženo na sušinu. Mezi arabikou a robustou není rozdíl, ovšem vyšší koncentrace aminokyselin obsahující síru u robusty může ovlivnit rozdílné vnímání těkavé chuti. Kávové boby obsahují zejména tyto aminokyseliny: kyselina glutamová a asparágová, gama-aminomáselná kyselina, alanin, prolin a serin [2].

Aminokyselinové složení v kávových zrnech je neobvyklé a poměrně cenné. Kávová zrna mají v porovnání s jinými rostlinnými proteiny větší obsah esenciálních aminokyselin, což může být ukazatelem jejich větší nutriční hodnoty. Také se zde vyskytuje větší podíl aminokyselin s rozvětveným řetězcem jako je leucin, izoleucin a valin [59].

### 1.4.2 Peptidy

Peptidy vznikají kondenzací aminokyselin, které jsou navzájem spojeny peptidovou vazbou. Ke vzniku peptidové vazby dochází navázáním karboxylové skupiny jedné aminokyseliny na aminovou skupinu druhé aminokyseliny. Vzniká lineární peptid s N a C koncem [17, 18].



Obrázek 12: Vznik peptidové vazby

- Rozdělení peptidů

Rozdělení peptidů může být různé – na základě velikosti (počtu aminokyselin), tvaru nebo druhu vazeb [17, 18].

Podle počtu aminokyselin se dělí na oligopeptidy a polypeptidy. Oligopeptidy se skládají z 2 až 10 podjednotek a polypeptidy z 10 až 100 podjednotek [17, 18].

Podle typu řetězce se peptidy dělí na lineární a cyklické [17, 18].

- Peptidy v kávě

Na základě hodnocení proteinových extraktů ze zelených kávových zrn, z pražených a z kávové sedliny byly analyzovány tyto peptidy: dipeptidylpeptidázy-IV (DPP-IV) a peptidy inhibitoru angiotenzin I-konvertujícího enzymu (ACE) [60].

### 1.4.3 Proteiny

Proteiny obsahují více než 100 aminokyselin spojených peptidovou vazbou. Ovšem kromě peptidových vazeb, se zde vyskytují i další vazby jakými jsou například disulfidické můstky, nebo esterové vazby. Proteiny zastávají v organismu řadu funkcí – strukturní, katalickou, transportní, pohybovou, obranou, zásobní, ... [17, 18].

- Struktura proteinů

Primární struktura charakterizuje počet a pořadí aminokyselin v peptidovém řetězci [17, 18].

Jak je primární struktura uspořádaná v prostoru popisuje sekundární struktura. Uplatňují se zde ne vazebné interakce funkčních skupin aminokyselin – hydrofobní, elektrostatické interakce nebo vodíkové vazby. V rámci sekundární struktury mohou být aminokyseliny uspořádány do helikální struktury nebo do skládaného listu [17, 18].

Terciální struktura určuje celkovou konformaci polypeptidového řetězce. Nejedná se o rovinné útvary, ale jednotlivé úseky mohou být prohnuté, svinuté nebo navzájem spojené. Opět se zde uplatňují kovalentní vazby ale i ne vazebné interakce [17, 18].

Pokud molekula proteinu není tvořena jedním, ale více polypeptidovými řetězci, které navzájem vytváří komplexní strukturu, jedná se o kvartérní strukturu, opět tvořenou kovalentními vazbami a ne vazebnými interakcemi [17, 18].

- Rozdělení proteinů

Proteiny mohou být rozděleny na jednoduché nebo složené, které mají navázanou ne bílkovinnou složku, jedná se o nukleoproteiny, lipoproteiny, glykoproteiny, fosfoproteiny, chromoproteiny a metaloproteiny. Jednoduché proteiny se dělí na globulární a fibrilární. Globulární proteiny mají kulový tvar a jsou rozpustné ve vodě a ve zředěných roztocích solí. Fibrilární proteiny jsou vláknité a jsou prakticky nerozpustné ve vodě [17, 18, 58].

- Proteiny v kávě

Bílkoviny tvoří asi 12 % zelené kávy [60].

Hlavním zásobním proteinem v zelených kávových zrnech je 11S globulin. Globulin je potenciální prekurzor bioaktivních peptidových sekvencí. Tyto peptidy působí jako inhibitory enzymů, které se podílejí na regulaci metabolismu lidského těla [60].

Během pražení dochází k denaturaci a rozkladu až 40 % proteinů. Denaturace je vyvolána tlakovými a teplotními podmínkami, díky tomu může dojít k fragmentaci na menší polypeptidy. Dále během pražení probíhají Maillardovy reakce, jedná se o reakci především jednoduchých sacharidů s bílkovinami. Dochází tak k tvorbě melanoidinů a nízkomolekulárních těkavých sloučenin. Maillardovy reakce významně ovlivňují aroma a barevnou charakteristiku [2, 60, 61].

#### **1.4.4 Stanovení bílkovin**

Stanovení bílkovin může být provedeno několika metodami. Mezi nejjednodušší patří nepřímé stanovení bílkovin na základě obsahu dusíku ve vzorku [22, 62]. Při spektrofotometrickém stanovení se využívá postranních řetězců aminokyselin, které fungují jako chromofory [18, 38, 62, 63]. Stanoveny mohou být i pomocí kapalinové chromatografie [64, 65] nebo elektromigračních metod [18, 66-69].

- Nepřímé stanovení na základě obsahu dusíku

Při nepřímém stanovení se určí celkový obsah dusíku, který je přepočten za použití přepočítávacího faktoru. Tímto způsobem je získán obsah hrubých bílkovin (bílkoviny a jiné dusíkaté látky). Pro stanovení čistých bílkovin je potřeba vzorek nejprve vysrážet, například prostřednictvím  $\text{CuSO}_4$  v prostředí  $\text{NaOH}$  [22, 62].

Princip metody podle Kjeldahla je následující. Nejprve dojde k mineralizaci vzorku kyselinou sírovou a vzniku síranu amonného, katalyzátorem je selen. Mineralizace probíhá 20–60 minut při teplotě 340–390 °C, poté dojde k alkalizaci a vzniklý amoniak je destilován do předlohy s kyselinou sírovou. Množství je stanoveno zpětnou titrací [22, 62].



Obrázek 13: Kjeldahlův přístroj (Buchi digester K436/K439) [70]

Dumasova metoda je založena na tepelném rozkladu vzorku, ke kterému je přidáván oxid měďnatý. Elementární dusík se stanoví na detektoru tepelné vodivosti [22, 62].

- Spektrofotometrické stanovení

Biuretova reakce je založena na interakci bílkovin se síranem měďnatým, vianem sodno-draselným a hydroxidem sodným za vzniku fialově zbarveného komplexu, jehož absorbance je měřena při 540 nm [18, 22, 62].

V případě bicinchinonové metody způsobí peptidová vazba redukcí měďnatého iontu na měďný iont, který reaguje s kyselinou bicinchinonovou za vzniku červeného/purpurového komplexu [18, 63].

Během metody podle Bradfordové dochází k nekovalentnímu navázání barviva Coomassie Brilliant blue na bílkoviny. V důsledku této reakce dochází ke změně barvy z hnědé na modrou, barevná změna je úměrná množství proteinu [18, 22, 62, 63].

Lowryho metoda využívá změny barvy Folin-Ciocalreova činidla v přítomnosti měďnatých iontů a bílkovin. Absorbance modrého komplexu je měřena při vlnové délce 745–750 nm [22, 62].

- Chromatografické stanovení

Kapalinová chromatografie se uplatňuje při kvalitativním i kvantitativním stanovení. Nejčastěji se používá vysokoúčinná kapalinová chromatografie s reverzní fází s detekcí UV absorbance při 220 nm a 280 nm [63, 64].

Amonné ionty se stanovují také iontovou chromatografií, stejně jako například u Kjeldahlovi metody se stanoví celková suma dusíku. Metoda je ovšem mnohem přesnější, neboť je vynechán krok destilace a titrace [65].

- Elektromigrační metody

Elektromigrační metody jsou založeny na pohybu rozpuštěných nabitých částic ve stejnosměrném elektrickém poli, anionty jsou přitahovány anodou a kationty katodou. Rychlost jejich pohybu je nepřímo závislá na hmotnosti a přímo úměrná velikosti náboje [18, 31].

Pro stanovení proteinů se využívá kapilární elektroforéza, která má vysokou citlivost i separační účinnost. Problémem je adsorpce na stěnu kapilár a nízká citlivost UV detektoru, který tak často bývá nahrazen hmotnostním spektrometrem. Alternativou může být AA-SPE-CE-MS – extrakční kapilární elektroforéza-hmotnostní spektrometrie na pevné fázi. Pro stanovení proteinů je vhodná i polyakrylamidová gelová elektroforéza a mikročipová elektroforéza [66-69].

#### **1.4.5 Stanovení volných aminokyselin**

Ke stanovení volných aminokyselin se používá kapalinová chromatografie na reverzní fázi [71-75]. Tato metoda využívá stacionární fázi C18 a mobilní fázi tvořenou kombinací pufrů o zásaditém pH s organickými rozpouštědly [71, 72]. Pro detekci se využívá hmotnostní spektrometr [73, 74] nebo fluorescenční detektor [71, 72].

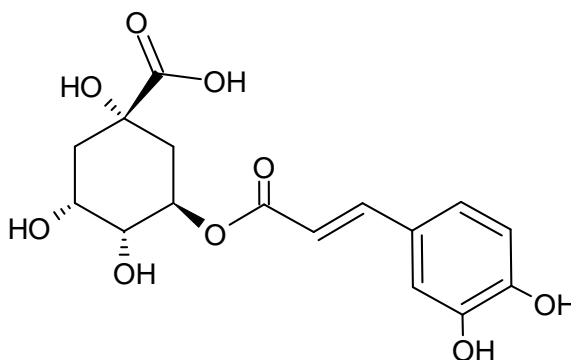
Volné aminokyseliny se stanovují i plynovou chromatografií s detekcí na hmotnostním spektrometru [71, 76].

Aminokyseliny lze stanovit také titrační metodou, příkladem je formolová metoda, během které aminokyseliny reagují s formaldehydem a následně dochází k titraci kyseliny odměrným roztokem NaOH na fenolftalein, lze využít také potenciometrickou titraci [22].

Pro celkovou analýzu aminokyselin vzorku se využívá stejně jako u stanovení bílkovin iontová chromatografie. Aby bylo možné stanovit obsah analytu, dochází k jeho derivatizaci – změna analytu na derivát s vhodnějšími vlastnostmi pro stanovení (spektrální nebo elektrochemické vlastnosti). Pro detekci se používá analyzátor Biochrom 30 [62, 71].

## 1.5 Kyselina chlorgenová a její deriváty

Jedná se o fenolické sloučeniny, které se vyskytují ve formě esterů. Estery vznikají kondenzací nejčastěji kyseliny kávové s 3-hydroxy skupinou kyseliny chininové [2, 49, 50]. Mimo kondenzací s kyselinu kávovou mohou deriváty chlorgenové kyseliny vznikat i s p-kumarovou a ferulovou kyselinou. Jedná se o tzv.: deriváty kyseliny trans-hydroxycinnamové [51].



Obrázek 14: Strukturní vzorec kyseliny chlorgenové

### 1.5.1 Rozdělení derivátů kyseliny chlorgenové

Na základě počtu a polohy acylových zbytků lze rozlišit čtyři skupiny derivátů kyseliny chlorgenové.

- monoestery kyseliny kávové, kyseliny p-kumarové a kyseliny ferulové
- diestery, triestery a jednotlivé tetra ester kyseliny kávové
- směsné diestery kyseliny kávové a ferulové nebo kyseliny kávové a kyseliny sinapové
- směsné estery zahrnující různé permutace jednoho nebo tří zbytků kyseliny kávové s jedním nebo dvěma zbytky dvojsytné alifatické kyseliny [51]

### 1.5.2 Obsah kyseliny chlorgenové a jejích derivátů v kávě

Množství kyseliny je závislé na použité surovině a také na způsobu přípravy kávy. Vzhledem k tomu, že během pražení obsah klesá, největší množství se vyskytuje v zelených bobech. V espresso je obsah kyseliny chlorgenové kolem 50 až 150 mg [2].

- Výskyt volných kyselin

Kyselina chininová se vyskytuje také v poměrně velkém množství ve volné formě – 0,55 % v arabice a 0,35 % v robustě. Výskyt volné kyseliny kávové se v arabice pohybuje kolem

0,2–0,3 %. Tyto hodnoty jsou vztaženy na syrové boby před pražením. Další volnou kyselinou, která se nachází v kávě, je kyselina ferulová [2].

- Proces degradace kyseliny chlorgenové během pražení

Během pražení kávy dochází k poklesu obsahu kyseliny chlorgenové, děje se tak v důsledku rozkladu na těkavé složky. V pražené kávě se nachází maximálně 4 % původního obsahu kyseliny [49]. Vlivem pražení se naopak zvyšuje volná kyselina chininová, neboť kyselina chlorgenová se rozkládá na kyselinu kávovou a kyselinu chininovou [2, 52].

Během pražení, které probíhá za teploty 100–200 °C, dochází k následujícím chemickým reakcím: dekarboxylace, dehydratace zbytku kyseliny chininové, vznik laktonů, izomerace, polymerace, reakce s vodou (hydrolyza nebo adice molekuly vody na dvojnou vazbu reakce s cukry například se sacharózou [2, 52]).

- Vliv kyseliny chlorgenové na chuť kávy

Hořkost kávy je dána primárně rozkladem kyseliny chlorgenové na kyselinu kávovou a chininovou. Tyto kyseliny jsou hlavními nositeli hořkosti a kyselosti kávy [52].

Poměr monochlorgení a dichlorgených kyselin také souvisí s kvalitou šálku. Nižší poměr lze nalézt v robustě nebo také v nezralých nebo zbarvených zrnech, ve kterých je nadbytek dichlorgených kyselin. Ty jsou pak zodpovědné za kovovou chuť kávy [2].

- Stanovení kyseliny chlorgenové

Stanovení chlorgení kyseliny v zelené kávě vyžaduje předúpravu vzorku. Kávová zrna se nejprve zamrazí a rozdrťí, poté je provedena extrakce směsí methanol-voda, extrakt je zfiltrován a samotná analýza je provedena na HPLC s UV detektorem nebo pro ještě rychlejší separaci UHPLC. Lze použít také klasickou kapalinovou chromatografii s hmotnostním spektrometrem [53-57].

## 1.6 Kyselost kávy

Kyselost kávy patří mezi základní sensorické vlastnosti kávy a výslednou chuť může ovlivnit jak pozitivně, tak negativně [77, 78]. Pokud je v ústech pocíťována trpká chuť jedná se o výsledek nesprávného pražení, během kterého se praží ve velkých dávkách a poměrně rychle při vysoké teplotě. Trpká pachut' může být způsobena i špatnou přípravou kávy. Naopak acidita neboli ovocnost je přirozená vlastnost kávy, která je dána přítomností kyselin [79]. V chuťovém profilu kávy lze najít svěží a šťavnaté tóny ovoce. Aciditu mimo přítomnosti kyselin ovlivňují i další faktory [78, 80].

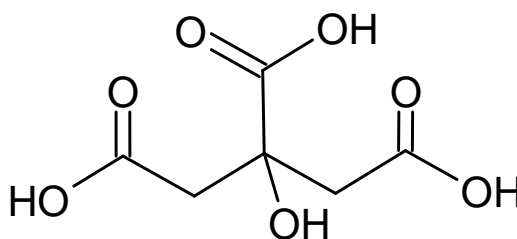
### 1.6.1 Kyseliny

V zelené kávě se nachází kolem 10 % kyselin, včetně alifatických a derivátů kyseliny chlorgenové [77].

Mezi kyseliny, které zásadně ovlivňují kyselé aroma patří kyselina citronová, jablečná, octová, vinná a mléčná [77, 78]. Naopak organické kyseliny jako je kyselina mravenčí, jantarová, chininová a kávová spíše přispívají k hořké chuti, stejně jako kyselina chlorgenová [77].

- Kyselina citronová

Kyselina citronová je tvořena třemi karboxylovými skupinami, její systematický název je kyselina 2-hydroxypropan-1,2,3-trikarboxylová. Jedná se o bezbarvou krystalickou látku bez zápachu. Využívá se například jako regulátor kyselosti potravin [81]. Ve velkých koncentracích se vyskytuje v citrusových plodech [78].

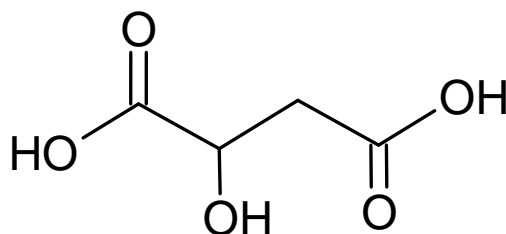


Obrázek 15: Kyselina citronová

- Kyselina jablečná

Kyselina jablečná je triviální název pro 2-hydroxybutandiová kyselinu. Používá se také jako regulátor kyselosti [82]. Kyselina jablečná se vyskytuje nejčastěji v rebarboře, zelených hroznech nebo kiwi a její chuť odpovídá zeleným jablkům. Její podíl v ovoci se snižuje během dozrávání ovoce [78].



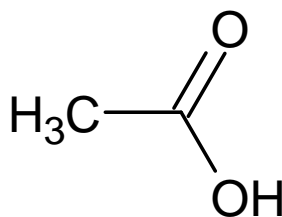


Obrázek 16: Kyselina jablečná

- Kyselina octová

Kyselina octová je monokarboxylová kyselina s dvěma uhlíky. Je produktem oxidace ethanolu [83].

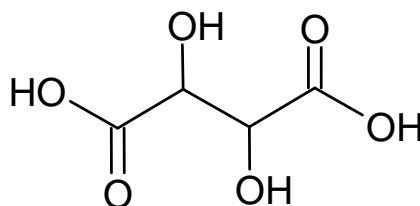
K tvorbě kyseliny octové dochází během zpracování a pražení kávy. V porovnání s kyselinou citronovou a octovou není tak patrná, spíše jde cítit charakteristickou vůni octa a jeho štiplavou vůni. Vzhledem k této charakteristice velmi záleží na její koncentraci v kávě. Při nižší koncentraci poskytuje příjemnou ostrost nebo vůni podobnou vápnu. Naopak při vyšších koncentracích chutná a voní jako kvašení [78].



Obrázek 17: Kyselina octová

- Kyselina vinná

Kyselina vinná, jejíž systematický název je 2,3-dihydroxybutandiová kyselina, obsahuje dvě karboxylové skupiny [84]. Ve velké koncentraci se nachází v hroznech, odtud také pochází její název. Suchá bílá vína mají vysokou koncentraci. Má typickou svíravou chuť v ústech [78].

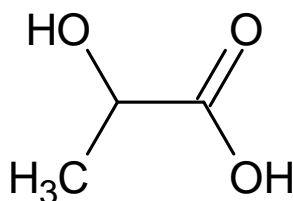


Obrázek 18: Kyselina vinná

- Kyselina mléčná

Kyselina mléčná, jejíž systematický název je 2-hydroxy propanová kyselina, má charakter bílé až žluté sirupovité látky [85].

V kávě není tak výrazná jako kyselina citronová nebo jablečná, ovšem káva je díky ní krémovější a z hlediska sensorické analýzy se tak hovoří o prohloubení těla [78].



Obrázek 19: Kyselina mléčná

### 1.6.2 Ovocná kyselost v kávě

Pokud je chuť kávy popisována jako kyselost ovoce, neznamená to, že by káva chutnala po pomeranči, borůvkách, citronech atd. Hlavní význam je takový, že káva má kyselost stejnou například jako pomeranč. Nebo pokud hovoříme například o borůvkové kyselosti, víme jistě, že borůvky jsou méně kyselé než citrony, a tedy káva by neměla být tak kyselá [78].

Dalším důležitým faktorem je pH. Některé plody ovoce mají stejné pH a přesto jejich chuť je odlišná. Záleží na převládajících kyselinách. Pro představu, světlé a lehce pražené kávy bude odpovídat pH 4,6. Této hodnotě odpovídá kyselost hroznů, broskví, švestek nebo ananasu. Pokud je ovšem v ústech cítit trpká chuť, hlavní kyselina bude pravděpodobně vinná, pro kterou je trpká chuť v ústech charakteristická [78].

### 1.6.3 Vlivy na kyselost kávy

Výsledná acidita není ovlivněna pouze množstvím a druhem kyselin, ale i dalšími faktory jako je pražení, druh kávovníku, teplota vody, příprava kávy a také samotná hrubost mletí [78, 80].

- Pražení

Během pražení dochází ke změně chemického složení kávy. Málo pražená káva, tedy zrna velmi světlá, jsou chuťově nerozvinutá, kyselá. Naopak zrna středně pražená během pražení pomalu rozpouští cukry a kyselost tak ustupuje. Obecně platí, že čím více je káva pražená, tím méně je kyselá, a naopak jejich chuť je spíše hořká [78, 80].

Během pražení se také mění složení kyselin. Kyselina citronová a jablečná podléhají degradaci na kyselinu jantarovou, fumarovou a maleinovou. Kyselina octová, mravenčí, mléčná a glykolová vznikají v důsledku tepelné hydrolýzy sacharidů, které jsou přítomny v kávových zrnech. Během pražení tedy zanikají i vznikají nové kyseliny, celkově však kyselin ubývá [77, 86].

- Teplota vody při extrakci

U káv připravených za studena je patrný pokles extrakce kyselých látek. Při stejném stupni pražení jsou kávy připravené zastudena méně kyselé než kávy extrahované v teplé vodě [87]. Pro ideální extrakci by se teplota měla pohybovat kolem 88–94 °C [80]. Přičemž tato teplota vody umožní zvýšenou rozpustnost kyselých sloučenin [87].

V porovnání s pražením má ovšem teplota vody menší vliv na kyselost kávy než samotný stupeň pražení [87].

- Region a druh kávovníku, zpracování

Na kyselost má vliv i stín a nadmořská výška. Tyto faktory ovlivňují buněčné dýchání, které přispívá k tvorbě kyselin. Vyšší koncentrace organických kyselin se tvoří ve vyšších nadmořských výškách. Přispět tomu dále může i pomalý růst rostliny, protože do sebe natáhne více živin [78].

Při zpracování zrna rozlišujeme mokrý, suchý a honey způsob. Při mokrému způsobu přípravy vykazuje káva vyšší celkovou kyselost. Naopak suchý způsob dává kávovým zrnům spíše sladkou chuť, která vzniká přítomností dužiny [78, 80].

- Příprava kávy a hrubost mletí

Během přípravy kávy může dojít k „podextrahování“ nebo „přeextrahování“. Při „podextrahování“ je káva hrubě namletá, voda proteče rychle a výsledná káva je pak kyselá. Naopak při „přeextrahování“ je káva namleta najemno, voda tedy protéká pomalu a mohou být extrahovány všechny látky. Výsledná chuť je komplexní [78, 80].

#### **1.6.4 Měření pH a titrované kyselosti**

Titrační kyselost (někdy také označována jako celková kyselost) je označení pro celkovou spotřebu alkalického roztoku při neutralizaci předloženého vzorku s použitím příslušného indikátoru [88].

Měření pH se provádí za použití pH metru u Mettler Toledo SevenCompact S22 [77, 86]. Pro světle pražené kávy se průměr pH pohybuje kolem 4,93, středně pražené kávy mají pH kolem 5,01 a tmavě pražené kávy mají pH největší, kolem 5,14 [77].

Celková neboli titrační kyselost se měří titrací 0,1 M NaOH, kdy se po kapkách přidává NaOH do 50 ml vzorků kávy. Vše se děje za stálého míchání. Titrační činidlo se přidává až do dosažení pH  $8,2 \pm 0,05$ . Titrační kyselost se vyjadřuje v ml NaOH na 50 ml vzorku kávy [77].

## 1.7 Senzorická analýza

Senzorická analýza je poměrně novou vědeckou disciplínou, které se největší pozornosti dostalo zejména ve druhé polovině 20. století. Jedná se o soubor technik, které popisují hodnocení vzorku smyslovými vjemy. Senzorická analýza je velmi důležitým nástrojem pro zlepšení kvality produktu a jeho přijetí zákazníky [89-91]. Průběh měření musí být vždy objektivní, přesný a jeho výsledky musejí být reprodukovatelné [89, 90].

### 1.7.1 Senzorické smysly

U člověka se vyskytuje pět smyslových orgánů – zrak, chuť, hmat, čich a sluch. Přenos vzruchu probíhá následovně – čidlo přijme signál z vnějšího prostředí a dostředivý nerv vede vzruch do centrální mozkové soustavy, kde dojde k jeho zpracování za vzniku konkrétního vjemu [89].

Chuťové buňky se nacházejí v dutině ústní – na jazyku, zadní části měkkého patra, jazylce a horní části hrtanu. Čichové receptory se vyskytují na sliznici stropu nosní dutiny a horních skořep. Vnímání vůní a pachů není v porovnání s chutěmi specializované, a proto jsou čichové vjemy hodnoceny více emotivně. Smyslovým orgánem zraku je oko, které má světločivnou vrstvu buněk, tzv.: sítnici. Ta je tvořena tyčinkami a čípkami. Na rozdíl od zraku, chuti a čichu není sluch, jehož receptory jsou umístěny ve vnitřním uchu, pro sensorickou analýzu příliš významný. Naopak hmat hraje důležitou roli při sensorické analýze a lze se rozlišit smysl taktilní (vlastnosti povrchu, tvar) a smysl kinestetický (tvrdost, křehkost, elasticita) [89, 91].

### 1.7.2 Senzorické zkoušky

Senzorická analýza musí být provedena ve schválených prostorách podle normy ČSN EN ISO 8589 [89, 90]. Místnost by měla být čistá, prostorná a větratelná s rovnoměrným osvětlením. Nemělo by docházet k výkyvům teploty, které by se měly pohybovat v rozmezí 18 až 23 °C. Samotné hodnocení by mělo probíhat v kójiích, pro zajištění eliminace zrakového rozptýlení. Kóje by neměla působit stísněně, měla by mít dostatečnou pracovní plochu o velikosti 1 m<sup>2</sup>, případně může být vybavena ventilací a přívodem, odvodem vody. Důležité je zajištění klidu pro hodnocení [89].

Pomůcky a nádoby používané k sensorické analýze musí být zdravotně nezávadné. Příbory by měly být použity nerezové, protože jednorázové materiály mohou mít chuťové stopy. Použité nádoby musí mít stejnou velikost, aby nepůsobilo rušivě. Při analýze některých nápojů jako je pivo, víno a čaj musí být použity speciální předepsané nádoby [89].

Hodnotitele lze rozdělit podle zkušeností na neškolené, krátce zaškolené, školené a experty. Pro hodnotitele platí řada pravidel, aby výsledky analýzy byly referenční. Hodinu před samotným testováním by neměli kouřit, jíst kořeněná jídla a pít alkohol. Hodnocení může ovlivnit i denní doba – ideální jsou 2–3 hodiny po nástupu do práce nebo 1, 2 hodiny po obědě[89]. Během testování by měly být přestávky délky 20 až 30 minut. Smyslové vnímání může být do jisté míry ovlivněno pohlavím, věkem a kulturou [92]. Nejdůležitější krokem je hodnotitele před samotnou analýzou řádně informovat [89].

Vzorek by měl být vytemperován na konzumační teplotu a jeho velikost by měla odpovídat množství objemu polévkové lžice. Při hodnocení tekutého vzorku je potřeba, aby se pomocí jazyka tekutina dostala do celé ústní dutiny, poté může být vzorek spolknut a dojde k závěrečnému vyhodnocení jeho chuti. Při degustaci se doporučuje podávat 4–6 vzorků a mezi jednotlivým hodnocením si propláchnout ústa čistou vodou, slabým hořkým čajem, bílým chlebem nebo jablkem, aby došlo ke zneutralizování chutí [89].

### **1.7.3 Metody senzorického posuzování**

Lze rozlišit celkem tři metod senzorické analýzy, jejichž společným znakem je získání objektivních informací ze subjektivních názorů skupiny hodnotitelů a statisticky tyto informace zpracovat [89, 92].

- **Rozlišovací zkoušky**

Rozlišovací zkouška porovnává vzorky navzájem mezi sebou, jejím cílem je zjistit existenci rozdílných vlastností. Pravděpodobnost se zde pohybuje kolem 99 %. Existuje pět druhů rozlišovacích zkoušek – párová, trojúhelníková, pořadová, duo/trio a zkouška dva z pěti [89].

Párová zkouška porovnává pouze dva vzorky mezi sebou a je vhodná i pro nezkušené hodnotitele. Trojúhelníková pracuje se třemi vzorky – dva shodné a jeden rozdílný. Kombinací těchto dvou metod je zkouška duo/trio, která navíc zahrnuje podání standartu. Při zkoušce dva z pěti jsou tři vzorky odlišné od ostatních dvou. Pořadová zkouška řadí vzorky podle předem daného znaku [89].

Jednou z variant rozlišovacích zkoušek může být preferenční zkouška, která má za úkol určit, kterému vzorku z párové zkoušky dá hodnotitel přednost. Druhou variantou je porovnávání vzorku a standartu [89, 90].

- Zkoušky používající stupně a kategorie

Senzorické zkoušky používající stupnice jsou jedny z nejčastějších. Existuje stupnice intenzivní a hédonická. Intenzivní popisuje intenzitu, sílu konkrétní vlastnosti, zatímco hédonická se zabývá spíše emočním vnímáním hodnotitele – příjemné, nepříjemné, ... Na základě konkrétního testu je potom zvoleno, zda se vytvoří stupnice bodová, grafická, bezrozměrná nebo stupnice kategorií [89, 91, 92].

Při použití stupnice s kategoriemi je každý vzorek zařazen do určité skupiny. U bodových stupnic lze naopak zkoumat široký rozptyl sledované vlastnosti, například měnící se intenzitu od neznatelné až po velmi silnou. Číselné stupnice přiřazují každému znaku body, v případě použití hédonické stupnice se body doplňují o popis. Grafická stupnice představuje přímku o určité délce a výsledek hodnotitele je zaznačen do této úsečky. Bezrozměrná stupnice využívá procenta. Sledovaný znak odpovídá 100 % a hodnotitel procenty vyjádří nakolik je sledovaný znak ve vzorku stejný jako ve standartu [89, 91, 92].

Grafické a bodové stupnice se využívají také v posuzování potravin profilovými metodami, kdy se hodnotitel zaměří na rozdíly v chuti a vůni. Celkový vjem je rozdělen na dílčí znaky (v praxi je sledováno kolem 8–20, u výběrových 2–4). Hodnotitel následně u každého znaku určí jeho intenzitu za použití stupnic [89, 91, 92].

- Popisové zkoušky

V případě popisové metody může hodnotitel vyjádřit písemně své názory bez omezení se na stupnice či kategorie. Tato metoda je dnes používá spíše jako doplňková [89].

#### **1.7.4 Cupping**

Cupping je označení pro degustaci různých vzorků kávy, jehož cílem je otestovat chuť, vůni a kvalitu. Degustace je prováděna profesionálními ochutnavači, kteří jsou řádně vyškoleni. Nejvyšší možný certifikát, který mohou získat je od Coffee Quality Institute, jedná se o certifikaci Q grade [93].

První bod, na který se ochutnavači zaměří, je vůně umleté, suché kávy. Nejprve určí, zda je chuť příjemná či nepříjemná, poté se pokusí popsat jakou vůni cítí. Mezi příjemné patří například vůně ořechů, medu, čokolády, karamelu, citrusů. Naopak nepříjemný je zápach po spálení či zatuchlině [93].

Když je otestována vůně kávy, přesunou se degustátoři na její chuť. Cca 9 gramů hruběji namleté kávy je zalito 150 ml kvalitní, filtrované vody o teplotě 94 °C. Po třech minutách je ohodnoceno mokré aroma, hodnocení probíhá stejně jako u suché kávy, ovšem s tím rozdílem, že mohou vznikat zcela nové vůně. Nakonec degustátoři odstraní krustu a pěnu na povrchu a po deseti minutách až káva vychladne se přesunou na hodnocení chuti [93].

Určování chutě je podobné jako charakterizace aroma. Degustátor nejprve určí, zda mu káva chutná příjemně či nepříjemně. Poté se věnuje hlavním chutím v kávě, které jsou hořká, sladká a kyselá, poslední dvě zmíněné patří mezi příjemné. Následně jsou určeny konkrétní chutě a také výraznost kyselosti [93].

Dalšími charakteristickými znaky kávy je její tělo a dochuť. Tělo kávy může být plné, husté, těžké, bohaté, řídké nebo slabé. Dochuť určuje, jaký pocit zanechá káva v ústech po požití kávy, opět může být příjemná nebo nepříjemná [93].

Závěrem je důležité zmínit, že senzorické vlastnosti kávy jsou výsledkem řady faktorů jako je nadmořská výška, klima, půda a způsob zpracování kávy. Významnou roli hraje také stupeň pražení, hrubost mletí, samotný způsob přípravy kávy, teplota vody při spaření a také její kvalita [94, 95].



## **1.8 Vliv vody na chuť kávy**

Espresso je tvořeno zhruba 90 % vody a filtrovaná káva dokonce více než 98 % vody. Z tohoto důvodu je voda jedním z nejdůležitějších faktorů ovlivňující celkovou chuť a aroma kávy [93, 94]. Hlavní roli v rozdílném vnímání chuti a aroma je úroveň celkového rozpuštění pevných látek (TDS), jedná se o celkovou koncentraci anorganických a organických látek ve vodě [94].

### **1.8.1 Minerální složení vody**

Minerální složení vody se stanovuje pomocí atomové absorpční spektroskopie. Hlavními sledovanými ionty při posouzení vlivu vody na chuť a aroma kávy jsou sodné, vápenaté a hořečnaté ionty. Tyto ionty mají rozdílnou vaznost s nejdůležitějšími kyselinami kávy: kyselinou mléčnou, jablečnou, citronovou, chininovou a chlorgenovou. Největší vaznost chuti kávy má hořečnatý kationt, nejmenší naopak sodný kationt [95].

### **1.8.2 Tvrdá voda**

Celková tvrdost vody je suma vápníku a hořčíku ve vodě [96]. Kávové asociace ovšem nejsou zajedno, jak by měla „ideální“ tvrdost vody vypadat. Specialty Coffee Association of Europe doporučuje rozsah tvrdosti cca 50–175 ppm, zatím co Specialty Coffee Association of America uvádí doporučený rozsah cca 75–250 mg/l, ideálně ovšem 150 mg/l [94].

Chuť kávy připravené z vody bohaté na alkalické ionty nemá nepříjemnou kyselost, neboť tyto ionty kyselost neutralizují [96].

### **1.8.3 Změkčená vody**

Změkčování vody může probíhat náhradou vápenatého a hořečnatého kationtu za sodný kationt v koloně iontoměničové pryskyřice [97].

Takto změkčená voda může ovšem negativně ovlivnit chuť kávy, protože dochází k nadměrné extrakci [94, 96, 97]. Káva připravená ze změkčené vody je popisována slanou chutí [94].

### **1.8.4 Destilovaná voda**

Káva připravená z destilované vody je hodnocena jako nadměrně kyselá [94, 96, 97]. Aby se předešlo kyselé chuti, doporučuje se do vody přidat rozpuštěné pevné látky o koncentraci 300 ppm [94].

### **1.8.5 Vliv vody na pěnu espresso**

Mimo chuti může kvalita vody ovlivnit také texturu, perzistenci a objem pěny na expressu. Objem pěny se zvětší při vyšší koncentraci hydrogenuhličitanových iontů. Naopak perzistence pěny, tedy její stálost, klesá s jejich rostoucí koncentrací [97].

## 2 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

### 2.1 Analyzované vzorky

Pro senzorickou analýzu byly nachystány a vybrány čtyři různé vzorky kávy, jejichž charakteristika, daná producentem kávy, je uvedena v tabulce č. 1.

Tabulka 1: Seznam vzorků kávy

	Vzorky kávy			
	GITWE 275	Bombe	Las Lajas	defekt
Země	Rwanda	Ethiopie	Costa Rica	Brazílie / Vietnam
Chut'ový profil	meruňka, limetka, třešeň, karamel, bílý čaj	borůvkový džem, švestky, broskve	malina, run, vodní melou, fermentované bobule, anýz, toffee	spálená a kouřová chuť, kukuřice, cereálie
Chuť	sladká, jemná	třešňová, jemná	sladká, jemná	zakouřená, suchá
Farmář/Závod	Gitwe cell, Karambi	Bombe	Las Lajas	neznámé
Oblast	Gitwe 275 (Rwanda)	Sidama (Etiopie)	Alajuela, Sabanilla (Kostarika)	Brazílie / Vietnam
Odrůda	Red Bourbon	Heirloom	Caturra / Catuai	smíšená
Nad. výška (m n. m.)	1760	2400	1700	800 -
Zpracování	honey	natural	honey	smíšený
Pražírna	ZRNO44			neuvedeno

Vzorek s defektním zrnem obsahoval především zrna nedozrálá, přepražená nebo zrna napadená škůdcem brouka. Tato zrna jdou už z farmy a občas se stane, že farmáři špatně zrna protřídí a dostanou se tak do oběhu s kvalitní kávou. Přepražená zrna vzniknou tak, že se při prvním pražení zaseknou v pražičce, a tak se upraží ještě jednou, než vypadnou. Vzorek

defektní kávy použitý při cuppingu byl z pražírny ZRNO44, avšak jednalo se o zrna, která se po pražení kávy vybírají a do oběhu se tak nikdy nedostanou.

## 2.2 Pomůcky a nádoby

Každý hodnotitel dostal dvě nerezové lžice pro provedení sensorické zkoušky chuti. Pro neutralizaci chuti byla nachystána voda. Dále hodnotitelé dostali připravený dotazník pro zaznamenávání svých odpovědí.

## 2.3 Průběh sensorické zkoušky

Senzorická analýza kávy proběhla 11. 4. 2024 v Laborka Pardubice – Espresso bar & Bistro a zúčastnilo jí se celkem 19 nezaškolených hodnotitelů (studenti a zaměstnanci FChT). Jednalo se o konzumenty kávy, kteří s cuppingem neměli předchozí zkušenost. Jejich intenzita konzumace kávy je zaznamenána v tabulce č. 2. Hodnotitelé byly řádně proškoleni a upozorněni, že dvě hodiny před sensorickou analýzou není možná konzumace pikantních jídel, kávy a také o zákazu kouření.

*Tabulka 2: Intenzita konzumace kávy*

intenzita konzumace kávy	počet hodnotitelů
několik šálků denně	6
jednu kávu denně	6
párkrát za týden	5
příležitostně	2
kávu nepiji vůbec	0

### 2.3.1 Úprava vzorku

Kávová zrna byla namleta na velikost částic 700  $\mu\text{m}$ . Takto připravený vzorek byl použit pro sensorickou analýzu suchého aroma. Pro hodnocení mokrého aroma a chuti byl vzorek zalit 250 ml vody o teplotě 94 °C.

### 2.3.2 Průběh hodnocení

Provedený cupping patří mezi sensorické zkoušky, které využívají stupně a kategorie. Průběh sensorické analýzy byl vypracován podle knihy Velká kniha o kávě [93]. Připravený dotazník, který je přiložen v příloze A, obsahuje stupnice intenzivní i hédonické. Jedná se o stupnice bodové s číselným, ale i slovním popisem.

## 3 VÝSLEDKY A DISKUZE

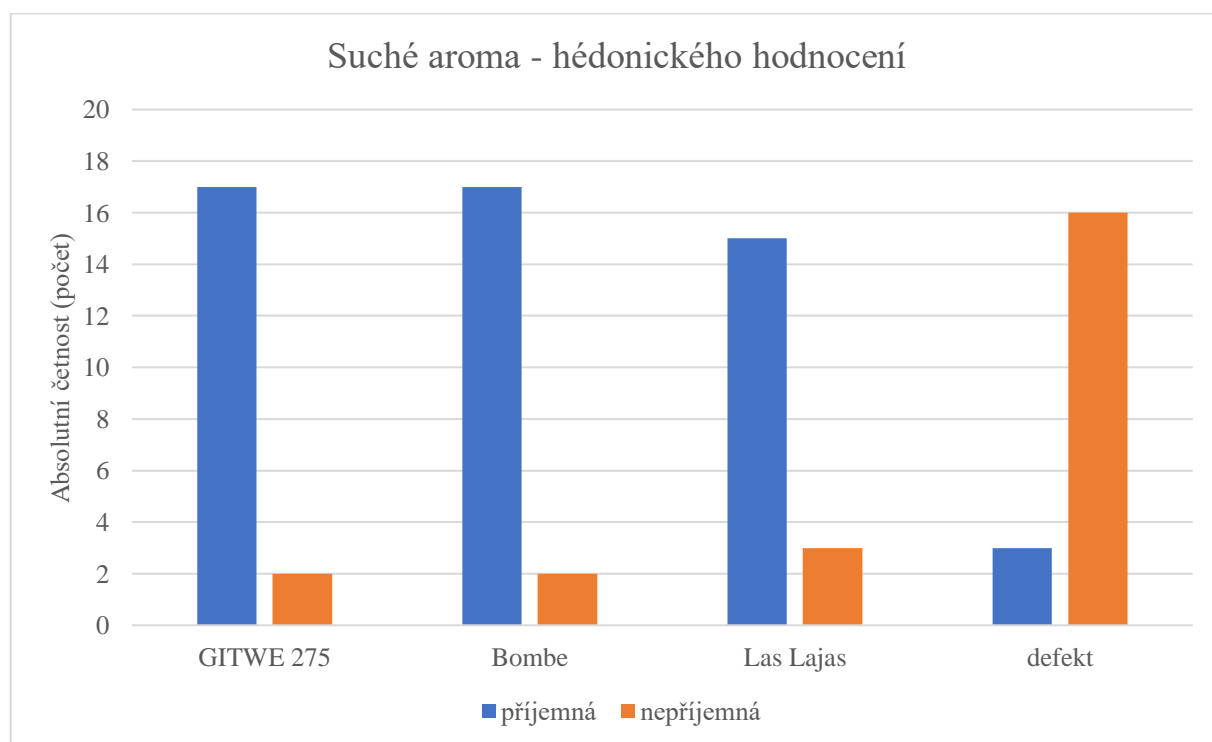
### 3.1 Vůně kávy

Nejprve se hodnotitelé zaměřili na suché aroma kávy. Určili, zda jim namletá káva voní příjemně či nikoli. Poté zhodnotili intenzitu jednotlivých vůní, které v kávě cítili, za použití pětibodové stupnice (1-minimální intenzita, 5-maximální intenzita).

Následně došlo k zalití kávy vodou o teplotě 94 °C. Mokrém aroma bylo hodnoceno stejnými parametry jako suché s jedním rozdílem. Jednotlivé složky vůně a jejich intenzita byly určeny až po sundání povrchové vrstvy (tzv. crema). Pokud hodnotitel nevyznačil žádný stupeň intenzity na pětibodové stupnici, nerozpoznal konkrétní aroma.

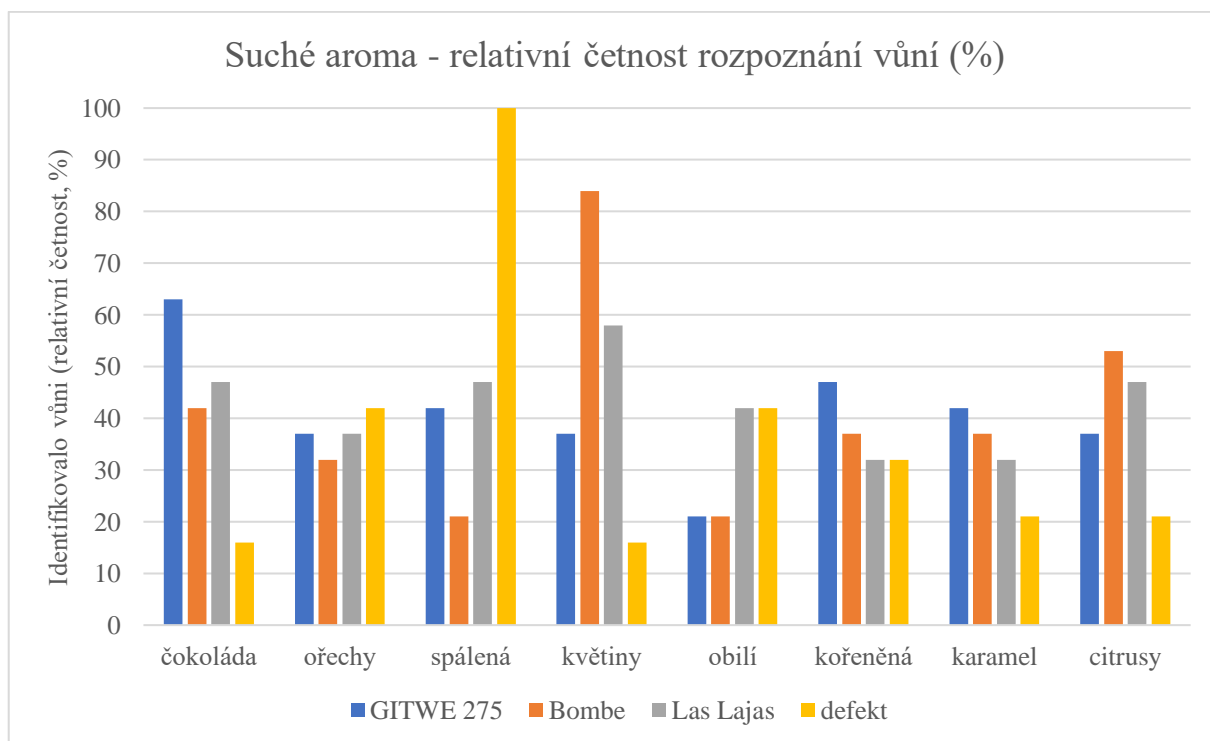
#### 3.1.1 Suché aroma

Na obrázku č. 20 jsou zaznamenány výsledky absolutní četnosti (AČ) hédonického hodnocení (zda vůně suchého aroma byla pro hodnotitele příjemná či nikoli). Z výsledků vyplývá, že suché aroma kávy GITWE 275, Bombe a Las Lajas bylo pro hodnotitele příjemné (AČ = 15–17 hodnotitelů) a suché aroma kávy defekt naopak nepříjemné (AČ = 16 hodnotitelů).



Obrázek 20: Suché aroma – hédonické hodnocení

V obrázku č. 21 je zobrazena relativní četnost (RČ), tedy procento hodnotitelů, kteří danou vůni v kávě rozpoznali a zaznačili její intenzitu. Medián a variační rozpětí intenzit jsou zaznamenány v tabulce č. 3. Ze získaných hodnot vyplývá, že pro kávu GITWE 275 byla nejvíce identifikována vůně čokolády (RČ = 63 %). Naopak u kávy Bombe výrazně převyšovalo rozpoznání vůně květin (RČ = 84 %). Káva Las Lajas měla identifikaci vůní poměrně vyrovnanou – citrusy, květiny, čokoláda a spálená vůně (RČ = 47–58 %). U vzorku kávy defekt převažovalo rozpoznání spálené vůně (RČ = 100 %).



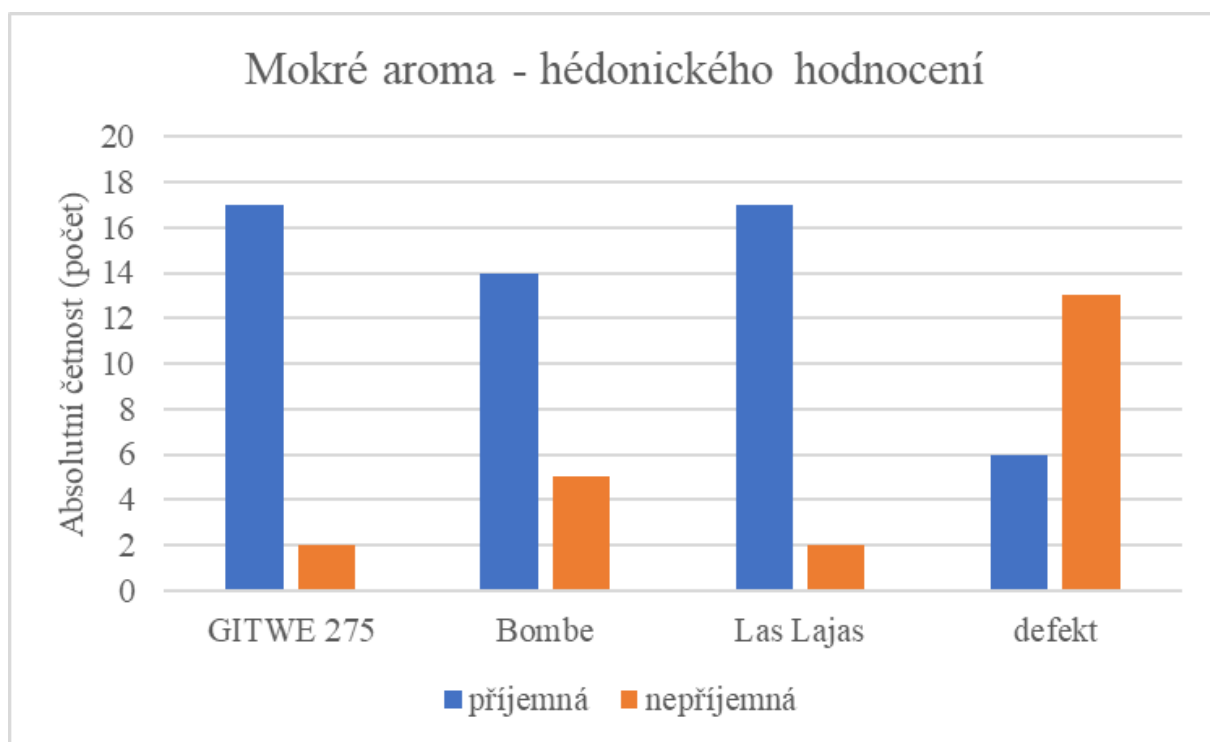
Obrázek 21: Suché aroma – relativní četnost rozpoznání vůní (%)

Tabulka 3: Suché aroma – medián (M) a variační rozpětí (VR) intenzit jednotlivých vůní káv

	GITWE 275		Bombe		Las Lajas		defekt	
	M	VR	M	VR	M	VR	M	VR
čokoláda	3,0	4,0	2,0	3,0	3,0	3,0	1,0	1,0
ořechy	2,0	3,0	2,5	3,0	2,0	2,0	2,0	3,0
spálená	2,5	3,0	2,0	1,0	2,0	2,0	4,0	3,0
květiny	3,0	3,0	3,5	4,0	2,0	3,0	2,0	3,0
obilí	2,5	2,0	1,5	1,0	1,5	2,0	2,0	3,0
kořeněná	3,0	4,0	2,0	3,0	2,0	2,0	2,5	2,0
karamel	2,0	3,0	2,0	3,0	3,0	2,0	1,5	1,0
citrusy	2,0	4,0	2,5	3,0	3,0	3,0	1,5	2,0

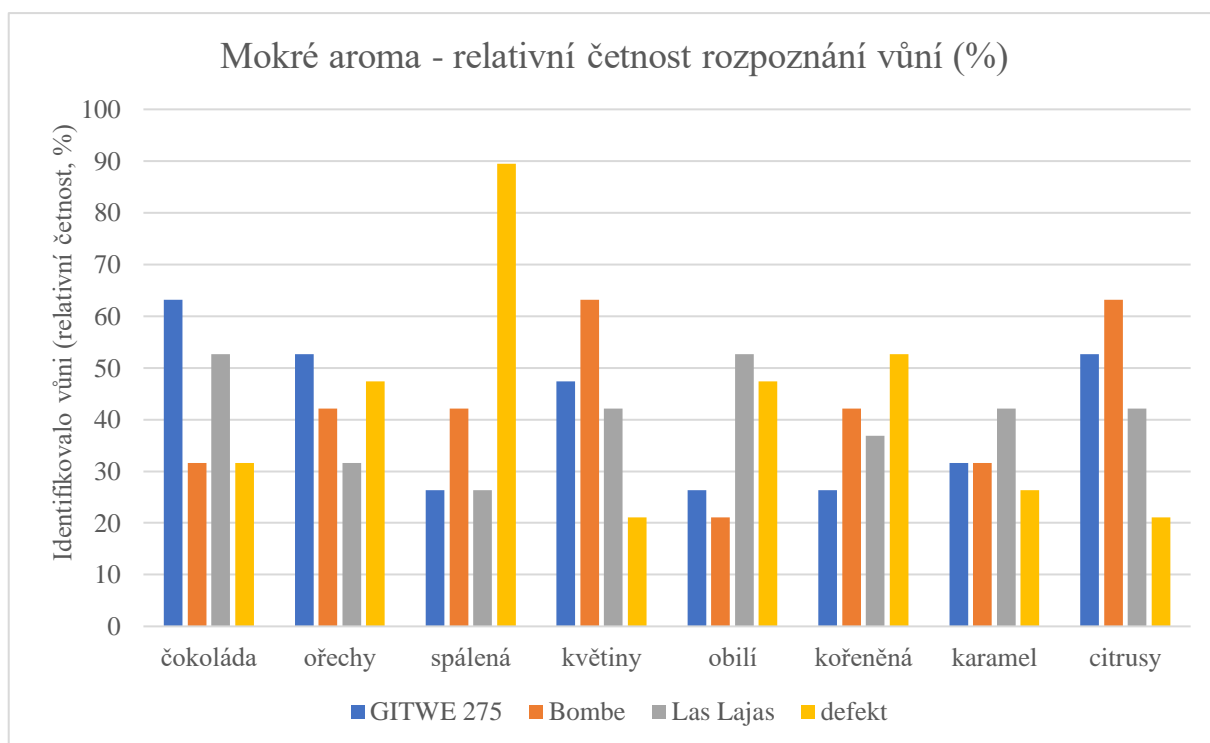
### 3.1.2 Mokr  aroma

Výsledky hédonického hodnocení p ijemn /nep ijemn  v n  mokrého aroma jsou zaznačeny v obrázku č. 22. V n  k v GITWE 275, Bombe, Las Lajas byla pro hodnotitele p ijemn  (A  = 14–17 hodnotitel ), zatímco v n  kávy defekt nep ijemn  (A  = 13 hodnotitel ).



Obrázek 22: Mokr  aroma – h donick  hodnocení

V obrázku č. 23 je zobrazena relativn  četnost, tedy procento hodnotitel , kte r  danou vůni v kávě, zalit  vodou o teplotě 94  C rozpoznali a zaznačili její intenzitu. Medián a variační rozpětí intenzit je zaznamenán v tabulce č. 4. Z grafu lze vy ist, že káva GITWE 275 neměla jednu výraznou vůni, kterou by hodnotitel  shodn  zaznamenali. V n  čokolády, květin, ořechů a citrusů byla podobn  (R  = 47–63 %). U kávy Bombe také není patrn  v n , která by při identifikaci v razn  převažovala – květiny, ko en n  v n , citrusy i ořechy jsou poměrně vyrovnání (R  = 42–63 %). Podobn  výsledky jsou i u kávy Las Lajas. Obilí, karamel, čokoláda, citrusy i květiny mají podobnou relativn   etnost (R  = 42–53 %). Naopak u kávy defekt v razn  převyšuje relativn  četnost sp len  v n , která je 89 %.



Obrázek 23: Mokr  aroma – relativn  četnost rozpoznání v n  (%)

Tabulka 4: Mokr  aroma – medián (M) a variační rozp t  intenzit (VR) jednotliv ch v n  k v

	GITWE 275		Bombe		Las Lajas		defekt	
	M	VR	M	VR	M	VR	M	VR
�okol�da	2,0	3	2,0	3,0	2,0	2,0	1,5	3,0
o�echy	3,0	2	2,5	4,0	3,0	3,0	2,0	2,0
sp�len�	1,0	3	2,0	3,0	2,0	3,0	4,0	3,0
kv�tiny	3,0	3	3,0	2,0	3,5	1,0	1,5	1,0
obil�	3,0	3	2,0	1,0	3,0	4,0	2,0	3,0
ko�en�n�	2,0	3	2,0	4,0	3,0	3,0	2,5	3,0
karamel	2,0	1	2,5	2,0	2,0	4,0	1,0	3,0
citrusy	2,0	2	3,0	4,0	3,0	3,0	1,5	1,0

### 3.1.3 Srovn n  intenzity rozpozn n ch v n  s charakteristikou k v od v robce

V k v  GITWE 275 by m ly b t na z klad  informace z pra irny ZRNO44 rozpozn ny v n  a chut  meru ky, limetky, t e n , karamelu a b l ho  aje. Při hodnocení suchého aroma měla největší intenzitu v n  květin, čokolády a ko en n  v n  (M = 3). Mokr  aroma m lo nejvyšší intenzitu v n  květin a o e h  (M = 3). Při porovnání suchého a mokrého aroma je patrn  pokles intenzity sp len  v n  (pro such  aroma M = 2, pro mokr  aroma M = 1). Ovšem v n  limetky (odpovídající citrusov  v n  v dotazníku), kter  byla na základě charakteristiky výrobce



očekávána, neměla u suchého ani mokrého aroma výraznou intenzitu ( $M = 2$  pro suché i mokré aroma).

Pro kávu Bombe jsou charakteristické tyto vůně/chutě: borůvkový džem, švestky, broskve. Při hodnocení vůně suchého aroma měla největší intenzitu květinová vůně ( $M = 3,5$ ), naopak vůně obilí měla intenzitu nejmenší ( $M = 1,5$ ). U mokrého aroma byla největší intenzita vůně květin a citrusů ( $M = 3$ ). Vzhledem k tomu, že v dotazníku nebyla možnost volby vůně ovoce, nelze vyhodnotit nakolik se výsledky konzumentů shodují s očekávanými vůněmi v kávě. Za pozitivní výsledek lze hodnotit, že intenzita kořeněné vůně a čokolády není vysoká, neboť tyto vůně by v Bombe neměly být cítit ( $M = 2$  pro mokré i suché aroma), naopak intenzity vůně květin a citrusů, které jsou bližší ovocnému složení kávy Bombe, byly vyšší.

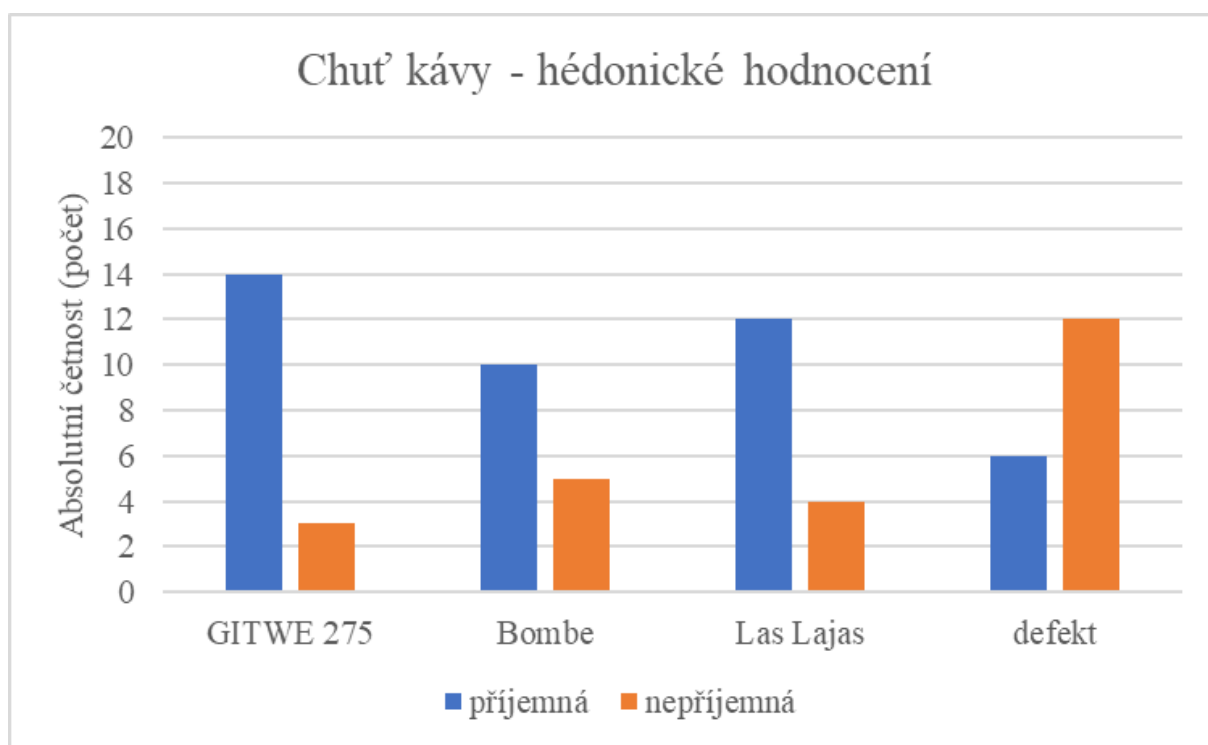
V káva Las Lajas by měla být cítit vůně malin, runu, vodního melounu, fermentovaných bobulí, anýzu a toffee. Suché aroma mělo nejvyšší intenzitu vůně čokolády, karamelu a citrusů ( $M = 3$ ), naopak vůně obilí byla minimální ( $M = 1,5$ ). U mokrého aroma je patrné, že se rozvinuly i další vůně: kořeněná, ořechy, obilí, citrusy ( $M = 3$ ) a květinová vůně ( $M = 3,5$ ). Opět nelze zcela přesně vyhodnotit, nakolik se výsledky hodnotitelů shodují s očekávanými vůněmi vzhledem k absenci možnosti výběru vůně konkrétního ovoce v dotazníku. Ovšem převažující intenzita citrusů a květinové vůně lze hodnotit za pozitivní výsledek, za předpokladu že tyto vůně jsou bližší ovocnému složení kávy Las Lajas.

Káva defekt je charakterizovaná spálenou a kouřovou vůní, kukuřicí, cereáliemi. U suchého aroma, na základě sensorické analýzy, převažovala vůně spálená ( $M = 4$ ), naopak vůně karamelu, citrusů ( $M = 1,5$ ) a čokolády ( $M = 1$ ) byla minimální. Mokré aroma mělo opět dominantní spálenou vůni ( $M = 4$ ). Vůně čokolády, citrusů ( $M = 1,5$ ) a karamelu ( $M = 1$ ) byly stejně jako u suchého aroma minimální. Spálená vůně, kterou definoval výrobce se tedy shoduje s konzumenty zkouškami. Ovšem vůně cereálií (v dotazníku jako vůně obilí) nebyla u suchého ani mokrého aroma výrazná v porovnání s ostatními vůněmi ( $M = 2$  pro mokré i suché aroma).

### **3.2 Chut' kávy**

Po zhruba devíti minutách od zalití suché kávy proběhla ochutnávka kávy – hodnotitelé se zaměřili na intenzitu sladké, hořké a kyselé chuti. Pro hodnocení byla použita stupnice s body 0–10, kde nula značí intenzitu minimální a deset intenzitu maximální.

Vyhodnocení absolutní četnosti příjemné/nepříjemné chutě kávy je zaznamenáno v obrázku č. 24. Výsledky jsou shodné s hodnocením vůně mokrého a suchého aroma. Chuť káv GITWE 275, Bombe a Las Lajas byla hodnocena příjemně (AČ = 10–14), naopak chuť kávy defekt byla hodnocena nepříjemně (AČ = 12).



Obrázek 24: Chuť kávy – hédonické hodnocení

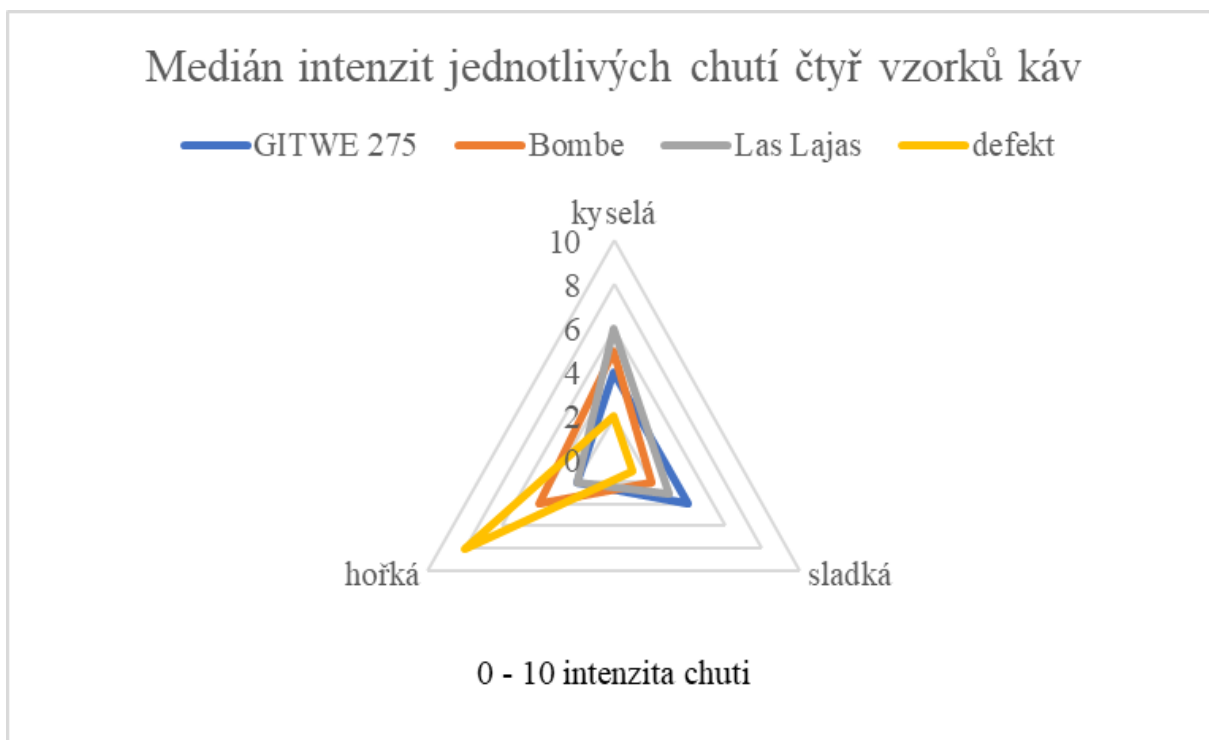
Chuť kávy GITWE 275 by měla být sladká a jemná. Ze sensorického hodnocení respondentů vyplývá, že vnímali sladkou i kyselou chuť se stejnou intenzitou ( $M = 4$ ).

Pro kávu Bombe je charakteristická třešňová jemná chuť. Na hodnotitele působila chuť kávy více kysele ( $M = 5$ ) v porovnání s chutí sladkou ( $M = 2$ ) a hořkou ( $M = 4$ ).

Káva Las Lajas by měla chutnat sladce a jemně. Ovšem dominantní chutí pro respondenty byla kyselá chuť ( $M = 6$ ), očekávaná sladké chuť měla intenzitu nižší ( $M = 3$ ).

Chuť kávy defekt je popisována jako zakouřená a suchá. Stejný výsledek mělo i sensorické hodnocení, při kterém měla hořká chuť největší intenzitu ( $M = 8$ ) v porovnání chutí sladkou ( $M = 1$ ) a kyselou ( $M = 2$ ).

Výsledek mediánu intenzit jednotlivých chutí pro uvedené vzorky káv je zaznačen v obrázku č. 25.

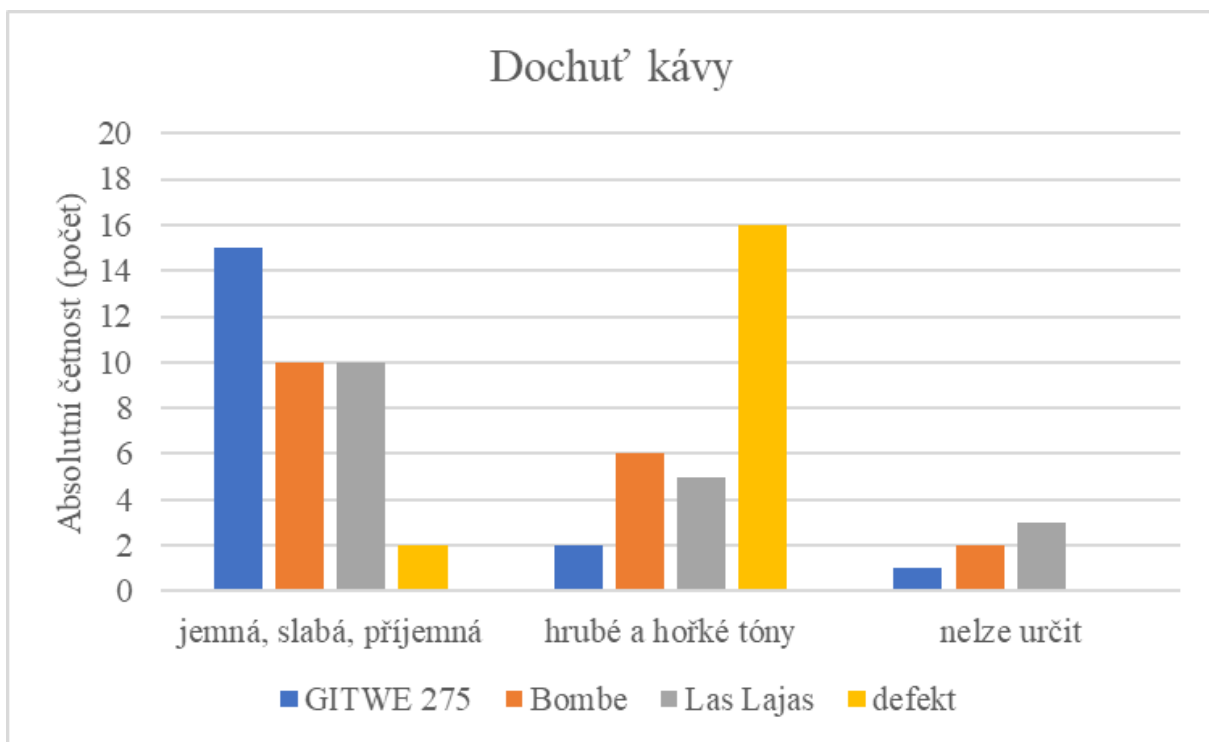


Obrázek 25: Medián intenzit chutí čtyř vzorků kávy

### 3.3 Dochut' kávy

Posledním sledovaným bodem byla dochut' kávy (pocit v ústech po kávě).

Dochut' kávy byla pro kávy GITWE 275, Bombe a Las Lajas hodnocena převážně jako jemná, slabá, příjemná (AČ = 10–15). Naopak dochut' kávy defekt působila na hodnotitele jako hrubá a hořká (AČ = 16). Záznam výsledků je uveden v obrázku č. 26.



Obrázek 26: Dochuť kávy

## 4 ZÁVĚR

Bakalářská práce se zabývala přípravou kávy, jejími sensoricky významnými látkami, jejichž charakteristika byla rešeršně zpracována. Na základě literárního zpracování sensorické analýzy kávy byl vytvořen dotazník a byla provedena sensorická analýza kávy neboli cupping. Cílem experimentální části bylo vyhodnotit nakolik jsou hodnotitelé schopni identifikovat jednotlivé vůně a chutě v kávě a zda hodnotitelé budou defektní kávu vnímat stejně či rozdílně než vzorky kvalitních značek kávy ze 100% arabiky.

Vliv na celkovou chuť kávy mají sacharidy, lipidy, bílkoviny. Hořkost kávy je dána kyselinou chlorogenovou a jejími deriváty. Za kyselost jsou zodpovědné organické kyseliny jako je kyselina octová, jablečná, mléčná, vinná a citronová. V neposlední řadě ovlivňuje chuť a aroma kávy také voda, zejména pak množství rozpuštěných látek ve vodě.

V experimentální části bylo provedeno sensorické hodnocení čtyř vzorků kávy. Tři vzorky kávy ze 100% arabiky (GITWE 275, Bombe, Las Lajas) měly podobný chuťový profil, zatímco čtvrtý vzorek (defekt) se chuťovým profilem výrazně lišil.

Výsledky identifikace jednotlivých vůní a jejich intenzit u mokrého a suchého aroma vzorků GITWE, Bombe a Las Lajas vykazují mírnou shodu s charakteristikou danou výrobcem kávy. Ovšem káva defekt, charakterizována spálenou vůní, má tuto shodu výrazně vyšší. Pro nezaškolené konzumenty, kteří s cuppingem neměli předchozí zkušenosti, bylo tedy snazší identifikovat spálené aroma než jednotlivé druhy ovocné vůně. Podobného výsledku dosáhlo i sensorické hodnocení chutě kávy, kdy největší shodu s výsledky konzumentů a očekávanou chutí měla opět káva defekt.

Vzhledem ke spálenému chuťovému profilu kávy defekt ohodnotili konzumenti chuť, suché i mokré aroma jako nepříjemné. Dochuť pak označili převážně za hrubou s hořkými tóny. Naopak vzorky GITWE 275, Bombe a Las Lajas vyhodnotili jako příjemné a s jemnou, slabou a příjemnou dochutí. Na základě konzumentské zkoušky lze shrnout, že vzorky kvalitní kávy ze 100% arabiky jsou konzumenty hodnoceny lépe než káva připravená z defektních zrn.

## 5 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1]. DRDÁK, Milan. 1996. *Základy potravinářských technologií: spracovanie rastlinných a živočišných surovín. Cereálne a fermentačné technológie. Uchovávanie, hygiena a ekológia potravín*. Bratislava: Malé Centrum. ISBN 80-967064-1-1.
- [2]. VIANI, Rinantino a Marino PETRACCO. Coffee. In: ELVERS, Barbara. *ULLMANN'S Encyclopedia of Industrial Chemistry*. 7. vyd. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co., 2011, s. 467 - 496. ISBN 978-3-527-32943-4.
- [3]. KADLEC, Pavel. *Technologie potravin II*. Vysoká škola chemicko-technologická (VŠCHT Praha), 2008. ISBN 978-80-7080-510-7.
- [4]. HALL, Robert D., TREVISAN, Fabio, DE VOS, Ric C. H. Coffee berry and green bean chemistry – Opportunities for improving cup quality and crop circularity. *Food Research International*, 2022, 151.
- [5]. *Co je to vlastně káva?* [online]. Dostupné z: [www.aromaniac.cz](http://www.aromaniac.cz). [cit. 2023-12-12].
- [6]. *Arabica nebo robusta. V čem se liší a která je lepší?* [online]. Dostupné z: [www.vybornakava.cz](http://www.vybornakava.cz). [cit. 2023-12-12].
- [7]. *Základní rozdělení* [online]. Dostupné z: [www.kavakav.cz](http://www.kavakav.cz). [cit. 2023-12-12].
- [8]. *Arabusta* [online]. Dostupné z: [www.19grams.coffee](http://www.19grams.coffee). [cit. 2023-12-12].
- [9]. *Komplexní Průvodce Světem Kávy: Co Je To Káva, Její Druhy, Příprava a Historie* [online]. Dostupné z: [www.kafista.cz](http://www.kafista.cz). [cit. 2023-12-12].
- [10]. *20 Coffee Brewing Methods & Their Differences (With Pictures)* [online]. Dostupné z: [www.coffeeaffection.com](http://www.coffeeaffection.com). [cit. 2023-12-12].
- [11]. *Základní druhy káv* [online]. Dostupné z: [www.lazenskakava.cz](http://www.lazenskakava.cz). [cit. 2023-12-12].
- [12]. *Druhy přípravy káv* [online]. Dostupné z: [www.kafevklidu.cz](http://www.kafevklidu.cz). [cit. 2023-12-12].
- [13]. *Jak na přípravu espressa* [online]. Dostupné z: [www.lazenskakava.cz](http://www.lazenskakava.cz). [cit. 2023-12-12].
- [14]. *AeroPress – nováček při přípravě kvalitní kávy* [online]. Dostupné z: [www.vybornakava.cz](http://www.vybornakava.cz). [cit. 2023-12-12].
- [15]. *Jak připravit kávu v Chemexu* [online]. Dostupné z: [www.lazenskakava.cz](http://www.lazenskakava.cz). [cit. 2023-12-12].

- [16]. *Clever dripper a jeho příprava* [online]. Dostupné z: [www.lazenskakava.cz](http://www.lazenskakava.cz). [cit. 2023-12-12].
- [17]. VELÍŠEK, Jan a HAŠLOVÁ, Jana. *Chemie potravin I*. OSSIS, Tábor, 2009, ISBN 978-80-86659-15-2.
- [18]. KODÍČEK, Milan, VALENTOVÁ, Olga, RADOVAN, Hynek. *Biochemie – chemický pohled na biologický svět*, VŠCHT Praha, 2015, 978-80-7592-013-3.
- [19]. TIAN, Tian, FREEMAN, Samara, COREY, Mark, GERMAN, J. Bruce, BARILE, Daniela. Chemical Characterization of Potentially Prebiotic Oligosaccharides in Brewed Coffee and Spent Coffee Grounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2017, 65 (13): 2784 – 2792.
- [20]. ARYA, Meenakshi, RAO, L. Jagan Mohan. An impression of coffee carbohydrates. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 2007, 47 (1): 51 – 67.
- [21]. KIRK, Raymond E., Donald F. OTHMER a Arza SEIDEL. *Food and feed technology Volume 1*. 5. vyd. A John Wiley & sons, Inc., Publication, 2008. ISBN 978-0-470-17448-7.
- [22]. NIELSEN, S. Suzanne. *Food Analysis*. Online. 4. Springer New York, NY, 2010. ISBN 978-1-4419-1478-1. Dostupné z: [https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1478-1](https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1478-1). [cit. 2024-04-16].
- [23]. DAVÍDEK, Jiří a Jan VELÍŠEK. *Analýza potravin*. 2. vyd. Vysoká škola chemicko-technologická, 1992. ISBN 80-7080-163-8.
- [24]. SANZ, M. L., MARTÍNEZ-CASTROL, I. Recent developments in sample preparation for chromatographic analysis of carbohydrates. *Journal of Chromatography A*, 2007, 1153 (1-2): 74 – 89.
- [25]. GAAFAR, Alaa A., IBRAHIM, Eman A., ASKER, Mohsen S., MOUSTAFA, Ahmae F., SALAMA, Zeinab A. Characterization of polyphenols, polysaccharides by HPLC and their antioxidant, antimicrobial and antiinflammatory activities of defatted Moringa (*Moringa oleifera* L.) meal extract. *International Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 2016, 8 (6): 565 – 573.
- [26]. GAMBELLI, Loreta. Milk and its sugar-lactose: A picture of evaluation methodologies. *Beverages*, 2017, 3 (3).

- [27]. SIMS, Ian M., CARNACHAN, Susan M., BELL, Tracey J., HINKLEY, Simon F. R. Methylation analysis of polysaccharides: Technical advice. *Carbohydrate Polymers*, 2018, 188: 1 – 7.
- [28]. MA, Jun, ADLER, Lewis, SRZEDNICKI, George, ARCOT, Jayashree. Quantitative determination of non-starch polysaccharides in foods using Gas Chromatography with flame ionization detection. *Food Chemistry*, 2017, 220:100 – 107.
- [29]. YANG, Wen-Bin, WANG, Shu-Huey, CHEN, Yi-Ting. Qnmr as a tool for determination of six common sugars in foods. *Applications of NMR Spectroscopy*, 2020, 8: 1 – 24.
- [30]. KURZYNA-SZLAREK, Magdalena, CYBULSKA, Justyna, ZDUNEK, Artur. Analysis of the chemical composition of natural carbohydrates – An overview of methods, *Food Chemistry*, 2022, 394.
- [31]. OPEKAR, František. *Základní analytická chemie*. 2. vyd. Karolinum, 2010. ISBN 9788024617756.
- [32]. ALBALASMEH, Ammar A., BERHE, Asmeret Asefaw, GHEZZENEI, Teamrat A. A new method for rapid determination of carbohydrate and total carbon concentrations using UV spectrophotometry. *Carbohydrate Polymers*, 2013, 97 (2): 253 – 261.
- [33]. MCNAIR, Harold M.; MILLER, James M. a SNOW, Nicholas H. *Basic Gas Chromatography*. Online. 3. John Wiley, 2019. ISBN 9781119450795. Dostupné z: <https://doi.org/0.1002/9781119450795>. [cit. 2024-04-16].
- [34]. COSSIGNANI, L., MONTESANO, D., SIMONETTI, M.S., BLASI, F. Authentication of Coffea arabica according to Triacylglycerol Stereospecific Composition. *Journal of Analytical Methods in Chemistry*, 2016, 2016.
- [35]. SILVA, Ana Carolina R., DA SILVA, Carol Cristine, GARETTE, Rafael, REZENDE, Claudia M. Comprehensive lipid analysis of green Arabica coffee beans by LC-HRMS/MS. *Food Research International*, 2020, 137.
- [36]. SILVA, Ana Carolina R., GARRETT, Rafael, REZENDE, Claudia M., MECKELMANN, Swen W. Lipid characterization of arabica and robusta coffee beans by liquid chromatography-ion mobility-mass spektrometry. *Journal of Food Composition and Analysis*, 2022, 111.



- [37]. EFTHYMIPOULOS, Ioannis, HELLIER, Paul, LADOMMANTOS, Nicos, RUSSO-PROFILI, Alessandro, EVELEIGH, Aaron, ALIEV, Abil, KAY, Arthur, MILLS-LAMPTEY, Ben. Influence of solvent selection and extraction temperature on yield and composition of lipids extracted from spent coffee grounds. *Industrial Crops and Products*, 2018, 119: 49 – 56.
- [38]. ZHU, Mengting, LONG, You, CHEN, Yi, HUANG, Yousheng, TANG, Lijun, GAN, Bei, YU, Qiang, XIE, Jianhua. Fast determination of lipid and protein content in green coffee beans from different origins using NIR spectroscopy and chemometrics. *Journal of Food Composition and Analysis*, 2021, 102.
- [39]. LIU, Zhiqian, MOATE, Peter, ROCHFORT, Simone. A simplified protocol for fatty acid profiling of milk fat without lipid extraction. *International Dairy Journal*, 2019, 90: 68 – 71.
- [40]. ECHEVERRER-GIRALDO, Luz Fanny, FANDINO, Magda Ivone Pinzón, CADAVID, Lina María González, MARÍN, Nelson David Rodríguez, RÍOS, Dayana Alexandra Moreno, PÉREZ, Valentina Osorio. Determination of Lipids and Fatty Acids in Green Coffee Beans (*Coffea arabica* L.) Harvested in Different Agroclimatic Zones of the Department of Quindío, Colombia. *Agronomy*, 2023, 13 (10).
- [41]. STANKOVIĆ, Milica, MAKSIMOVIĆ, Svetolik, TADIĆ, Vanja, ARSIĆ, Ivana. The oil content of wild fruits from different plant species obtained by conventional soxhlet extraction technique. *Acta Facultatis Medicae Naissensis*, 2018, 35 (3): 193 – 200.
- [42]. SHIN, Jea-Min, PARK, Seung-Kook. Comparison of fat determination methods depending on fat definition in bakery products, *LWT*, 2015, 63 (2): 972 – 977.
- [43]. KALA, Robert, SAMKOVA, Eva, PECOVA, Lenka, HANUŠ, Oto, SEKMOKAS, Kestutis, RIAUKIENE, Dalia. An overview of determination of milk fat: Development, quality control measures, and application. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 2018, 66 (4): 1055 – 1064.
- [44]. LIU, Yijun, CHEN, Min, LI, Yimin, FENG, Xingqin, CHEN, Yunlan, LIN, Lijing. Analysis of Lipids in Green Coffee by Ultra-Performance Liquid Chromatography–Time-of-Flight Tandem Mass Spectrometry. *Molecules*, 2022, 27 (16).

- [45]. TSUZUKI, Wakako. Development of a rapid and highly sensitive determination of triacylglycerol in lipids fraction of foodstuffs. *International Journal of Food Science and Technology*, 2016, 51 (1): 150 – 155.
- [46]. RINDANG, A., AYU, P. C., SAHFITRI. NIR spectroscopy as an environmentally friendly method to determine the lipid and carbohydrate concentration in Lintong Arabica coffee bean, 5th International Conference on Agriculture, Environment and Food Security AEFS, NOV 18 2021, MEDAN, ISSN 1755-1307.
- [47]. HEGEDUS, Ondrej, ČEPELOVÁ, Daniela, HEGEDUSOVÁ, Alžběta. The evaluation of titrimetric method for determination of fats in foodstuffs. *Chemicke Listy*, 2015, 109 (9): 710 – 713.
- [48]. TROLLES-CAVALCANTE, Shimon Y. T., DUTTA, Asmita, SOFER, Zdenek, BORENSTEIN, Arie. The effectiveness of Soxhlet extraction as a simple method for GO rinsing as a precursor of high-quality graphene. *Nanoscale Advances*, 2021, 3 (18): 5292 – 5300.
- [49]. *Chlorogenic Acid* [online]. Dostupné z: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov>. [cit. 2024-03-06].
- [50]. DAWIDOWICZ, Andrzej L., TYPEK, Rafal. Transformation of chlorogenic acids during the coffee beans roasting process. *European food research and technology*, 2017, 243 (3): 379 – 390.
- [51]. GIL, Marta, WIANOVSKA, Dorota, Chlorogenic acids – their properties, occurrence and analysis. *Food chemistry*, 2017, 72 (1).
- [52]. AREE, Thammarat. Understanding structures and thermodynamics of  $\beta$ -cyclodextrin encapsulation of chlorogenic, caffeic and quinic acids: Implications for enriching antioxidant capacity and masking bitterness in coffee. *Food chemistry*, 2019, 293: 550 – 560.
- [53]. JESZKA-SKOWRON, Magdalena, ZGOŁA-GRZEŚKOWIAK, Agnieszka, GRZEŚKOWIAK, Tomasz. Analytical methods applied for the characterization and the determination of bioactive compounds in coffee. *European Food Research and Technology*, 2014, 240 (1): 19 – 31.

- [54]. JEON, Jong-Sup, KIM, Han-Taek, JEONG, Il-Hyung, HONG, Se-Ra, OH, Moon-Seog, PARK, Kwang-Hee, SHIM, Jae-Han, ABD, El-Aty A. M. Determination of chlorogenic acids and caffeine in homemade brewed coffee prepared under various conditions. *Journal of Chromatography B: Analytical Technologies in the Biomedical and Life Sciences*, 2017, 1064: 115 – 123.
- [55]. VINSON, Joe A., CHEN, Xi, GARVER, Deanne Dulik. Determination of Total Chlorogenic Acids in Commercial Green Coffee Extracts. *Journal of Medicine Food*, 2019, 22 (3): 314 – 320.
- [56]. NAVARRA, G., MOSCHETTI, M., GUARRASI, V., MANGIONE, M. R., MILITELLO, V., LEONE, M. Simultaneous Determination of Caffeine and Chlorogenic Acids in Green Coffee by UV/Vis Spectroscopy. *Journal of Chemistry*, 2017, 2017.
- [57]. CRAIG, Ana Paula, FIELDS, Christine, LIANG, Ningjian, KITTS, David, ERICKSON, Aron. Performance review of a fast HPLC-UV method for the quantification of chlorogenic acids in green coffee bean extracts. *Talanta*, 2016, 154: 481 – 485.
- [58]. ODSTRČIL, Jaroslav a Miroslava ODSTRČILOVÁ. *Chemie potravin. Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů*, 2006. ISBN 80-7013-435-6.
- [59]. BHATTARAI, Rewati Raman, AL-ALI, Hayder, JOHNSON, Stuart K., Extraction, Isolation and Nutritional Quality of Coffee Protein. *Foods*, 2022, 11 (20).
- [60]. RIBEIRO, Everton, ROCHA, Thais de Souza, PRUDENCIO, Sandra Helena. Potential of green and roasted coffee beans and spent coffee grounds to provide bioactive peptides. *Food chemistry*, 2021, 348.
- [61]. BARBAROSA, Mayara de Souza Gois, SCHOLZ, Maria Brígida dos Santos, KITZBERGER, Cíntia Sorane Good, BENASSI, Marta de Toledo. Correlation between the composition of green Arabica coffee beans and the sensory quality of coffee brews. *Food Chemistry*, 2019, 292: 275 – 280.
- [62]. MAEHRE, Hann K., DALHEIM, Lars, EDVISEN, Guro K., ELVEVOLL, Edel O., JESEN, Ida-Johanne. Protein Determination—Method Matters. *Foods*, 2018, 7 (1).
- [63]. REINMUTH-SELZLE, Kathrin, TCHIPILOV, Teodor, BACKES, Anna T., TSCHEUSCHNER, Georg, TANG, Kai, ZIEGLER, Kira, LUCAS, Kurt, POSCHL,

- Ulrich, FROHLICH-NOWOISKY, Janine, WELLER Michael G. Determination of the protein content of complex samples by aromatic amino acid analysis, liquid chromatography-UV absorbance, and colorimetry. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 2022, 414 (15): 4457 – 4470.
- [64]. OZYURT, Vasfiye Hazal, OTLES, Semih. Determination of 3-nitrotyrosine in food protein suspensions, *Talanta*, 2017, 171: 81 – 89.
- [65]. WANG, Hsiaoling, PAMPATO, Nagarati, McCORMICK, William M., BHATTACHARYYA, Lokesh. Protein Nitrogen Determination by Kjeldahl Digestion and Ion Chromatography. *Journal of Pharmaceutical Sciences*, 2016, 105 (6): 1851 – 1857.
- [66]. BALOGH-HARTMANN, Fruzsina, PÁGER, Csilla, BUFA Anita, MADARÁSZNÉ, Horvát Ibolya, VERZÁR, Zsófia, MAROSVOLGYI, Tomás, MAKSZIN, Lilla. Microfluidic Analysis for the Determination of Protein Content in Different Types of Plant-Based Drinks. *Molecules*, 2023, 28 (18).
- [67]. ŠTĚPÁNOVÁ, Sille, KAŠIČKA, Václav. Recent applications of capillary electromigration methods to separation and analysis of proteins. *Analytica Chimica Acta*, 2016, 933: 23 – 42.
- [68]. DOME, Karina, AKIMENKO, Zoya, BYCHKOV, Aleksey, KALAMBET, Yuri, LOMOVSKY, Oleg. On the Applicability of Electrophoresis for Protein Quantification. *Polymers*, 2021, 13 (22).
- [69]. VERGARA-BARBERÁN, María, FRANCISCO SIMÓ-ALFONSO, Ernesto, MANUEL HERREZO-MARTÍNEZ, José, BENAVENTE, Fernando. Determination of a lectin protein allergen in food by on-line aptamer affinity solid-phase extraction capillary electrophoresis-mass spectrometry. *Microchemical Journal*, 2023, 190.
- [70]. ALTUNER, Elif Esra, TEKELI, Yener. Determination of Nitrogen Quantities in the Aminoacid Fertilizer with Kjeldahl Device. *International Journal of Advanced Engineering, Management and Science*, 2019, 5 (2).
- [71]. HODISAN, Teodor, CULEA, Monica, CIMPOIU, Claudia, COT, Agata. Separation, identification and quantitative determination of free amino acids from plant extracts. *Journal of Pharmaceutical and Biochemical Analysis*, 1998, 18 (3): 319 – 323.

- [72]. ARES, Ana M., MARTÍN, Marín T., TORIBIO, Laura, BERNAL, José. Determination of Free Amino Acids in Bee Pollen by Liquid Chromatography with Fluorescence Detection. *Food Analytical Methods*, 2022, 15 (8): 2172 – 2180.
- [73]. ZHOU, Peng, ZHAO, Feng, CHEN, Mingjie, YE, Naixing, LIN, Qin, QUYANG, Linqun, CAI, Xiaoming, MENG, Peng, GONG, Xuedong, WANG, Ying. Determination of 21 free amino acids in 5 types of tea by ultra-high performance liquid chromatography coupled with tandem mass spectrometry (UHPLC–MS/MS) using a modified 6-aminoquinolyl-N-hydroxysuccinimidyl carbamate (AQC) method. *Journal of Food Composition and Analysis*, 2019, 81: 46 – 54.
- [74]. GAO, Shaopeng, XU, Baiqing, ZHENG, Xiaoyan, WAN, Xin, ZHANG, Xiaolong, WU, Guangming. Developing an analytical method for free amino acids in atmospheric precipitation using gas chromatography coupled with mass spectrometry. *Atmospheric Research*, 2021, 256.
- [75]. IZCO, J. M., TORRE, P., BARCINA, Y. Ripening of Ossau-Iraty cheese: determination of free amino acids by RP-HPLC and of total free amino acids by the TNBS method, *Food Control*, 2000, 11 (1): 7 – 11.
- [76]. AZEVEDO, Monia Stremel, SERAGLIO, Siluana Katia Tischer, ROCHA, Gabriela, BALDERAS, Claudia Berenice, PIOVEZAN, Marcel, GONZAGA, Luciano V., FALKENBERG, Daniel de Barcellos, FETT, Roseane, DE OLIVEIRA, Marcone Augusto Leal, COSTA, Ana Carolina Oliveira. Free amino acid determination by GC-MS combined with a chemometric approach for geographical classification of bracinga honeydew honey (*Mimosa scabrella* Bentham). *Food Control*, 2017, 78: 383 – 392.
- [77]. BATALI, Mackenzie E., COTTER, Andrew R., FROST, Scott C., RISTENPART, William D., GUINARD, Jean-Xavier. Titratable Acidity, Perceived Sourness, and Liking of Acidity in Drip Brewed Coffee. *ACS Food science & technology*, 2021, 1 (4): 559 – 569.
- [78]. *Proč je káva kyselá a jak kyselost ovlivnit* [online]. Dostupné z: [www.lazenskakava.cz](http://www.lazenskakava.cz). [cit. 2024-03-06].
- [79]. *RISTRETTKO 2: Kdy je kyselost kávy v pořádku a kdy už ne?* [online]. Dostupné z: [www.ebenica.cz](http://www.ebenica.cz). [cit. 2024-03-06].
- [80]. *Co způsobuje kyselost kávy* [online]. Dostupné z: [www.dokonalakava.cz](http://www.dokonalakava.cz). [cit. 2024-03-06].

- [81]. *Citric acid* [online]. Dostupné z: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov>. [cit. 2024-03-06].
- [82]. *Malic acid* [online]. Dostupné z: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov>. [cit. 2024-03-06].
- [83]. *Acetic acid* [online]. Dostupné z: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov>. [cit. 2024-03-06].
- [84]. *DL-Tartaric acid* [online]. Dostupné z: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov>. [cit. 2024-03-06].
- [85]. *Lactic acid* [online]. Dostupné z: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov>. [cit. 2024-03-06].
- [86]. RUNE, Christina J. Birke, GIACALONE, Davide, STEEN, Ida, DUELUND, Lars, MUNCHOW, Morten, CLAUSE, Mathias Porsmose. Acids in brewed coffees: Chemical composition and sensory threshold. *Current research in food science*, 2023, 6.
- [87]. RAO, Niny Z., FULLER, Megan, GRIM, Meghan D. Physiochemical Characteristics of Hot and Cold Brew Coffee Chemistry: The Effects of Roast Level and Brewing Temperature on Compound Extraction. *Foods*, 2020, 9 (7).
- [88]. *Stanovení titrační kyselosti potravin* [online]. Dostupné z: [www.vovcr.cz](http://www.vovcr.cz). [cit. 2024-03-06].
- [89]. *Senzorická analýza potravin* [online]. Dostupné z: <https://www.vovcr.cz/>. [cit. 2024-03-27].
- [90]. *Senzorická analýza potravin* [online]. Dostupné z: <https://www.alsglobal.cz/>. [cit. 2024-03-27].
- [91]. LAWLESS, Harry T. a HEYMANN, Hildegard. *Sensory Evaluation of Food*. Online. 2. Springer New York, NY, 2010. ISBN 978-1-4419-6488-5. Dostupné z: <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-1-4419-6488-5>. [cit. 2024-04-16].
- [92]. O'SULLIVAN, Maurice G. *A Handbook for Sensory and Consumer-Driven New Product Development*. Online. 1. Woodhead Publishing, 2017. ISBN 978-0-08-100352-7. Dostupné z: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/C2014-0-03843-9>. [cit. 2024-04-16].
- [93]. DAVIES VESELÁ, Petra. *Velká kniha o kávě*. Praha: Smart Press, 2018. ISBN 978-80-88244-05-9.
- [94]. WON KANG, Gi, PIAO, Zhenxian (Zoey), YOUNG KO, Jae. Effects of water types and roasting points on consumer liking and emotional responses toward coffee, *Food Quality and Preference*, 2022, 101.

- [95]. FIBRIANTO K., ARDIANTI A. D., PRADIPTA K., SUNARHARUM W. B., The influence of brewing water characteristic on sensory perception of pour-over local coffee, 2nd International Symposium on Food and Agro-biodiversity (ISFA), SEP 26-27, 2017, Semarang, INDONESIA, ISSN 1755-1307.
- [96]. OLECHNO, Ewa, PUŚCION-JAKUBIK, Anna, ZUJKO, Malgorzata Elzbieta, SOCHA, Katarzyna. Influence of Various Factors on Caffeine Content in Coffee Brews. *Foods*, 2021, 10 (6).
- [97]. NAVARINI, L., RIVETTI, D. Water quality for Espresso coffee. *Food Chemistry*, 2010, 122 (2): 424 – 428.

## **SEZNAM PŘÍLOH**

Příloha A: Dotazník – sensorické hodnocení kávy



## PŘÍLOHA A: DOTAZNÍK – SENZORICKÉ HODNOCENÍ KÁVY

DATUM		HODINA	
-------	--	--------	--

NÁZEV VZORKU	
--------------	--

1. Jak často pijete kávu? *zaškrtněte odpovídající*

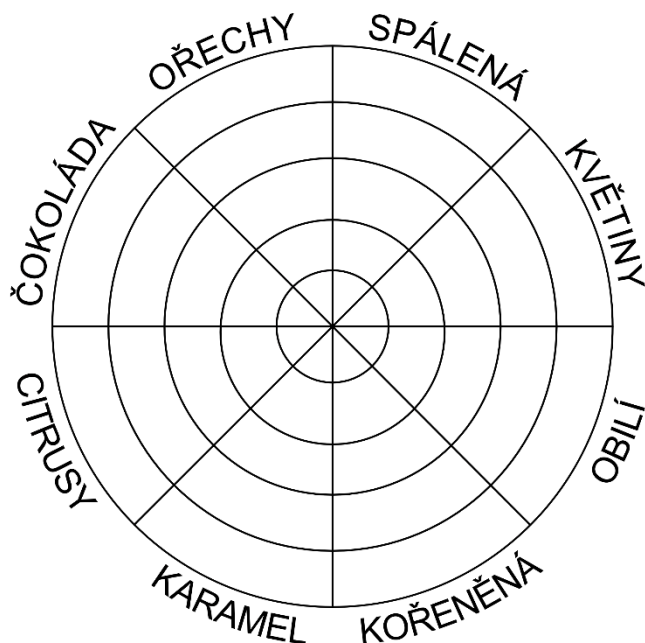
- několik šáleků denně
- jednu kávu denně
- párkrát za týden
- příležitostně
- kávu nepiji vůbec

2. Charakterizujte vůni suché kávy

A. Jak na vás vůně působí?

- příjemná
- nepříjemná

B. Zaznačte, která z vybraných vůní nejlépe odpovídá předloženému vzorku a také, její intenzitu. Střed značí minimální intenzitu, obvod naopak intenzitu maximální.



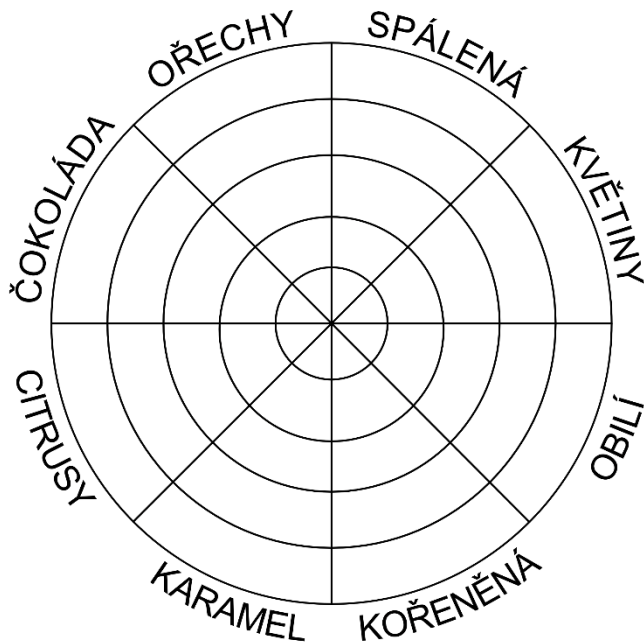
3. Charakterizujte mokré aroma – vůně kávy po zalití horkou vodou

A. Jak na vás vůně působí?

příjemná

nepříjemná

B. Zaznačte, která z vybraných vůní nejlépe odpovídá předloženému vzorku a také její intenzitu. Střed značí minimální intenzitu, obvod naopak intenzitu maximální.



4. Chuť kávy

A. Jak na vás chuť působí?

příjemná

nepříjemná

B. Zaškrtněte intenzitu jednotlivých složek chutě kávy. Nula značí minimální intenzitu, deset intenzitu maximální.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

KYSELÁ

SLADKÁ

HOŘKÁ

5. Zaškrtněte, jak na Vás působila dochuť – pocit v ústech po kávě.

jemná, slabá, příjemná

hrubé a hořké tóny

nelze určit

Děkuji za spolupráci a vyplnění dotazníku pro senzoryckou analýzu <3