

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta chemická

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Brno, 2019

Kristýna Gabrielová



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA CHEMICKÁ

FACULTY OF CHEMISTRY

ÚSTAV CHEMIE POTRAVIN A BIOTECHNOLOGIÍ

INSTITUTE OF FOOD SCIENCE AND BIOTECHNOLOGY

VLIV STUPNĚ PRAŽENÍ NA SENZORICKÝ PROFIL KÁVY

EFFECT OF ROASTING ON THE SENSORY PROFILE OF COFFEE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Kristýna Gabrielová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. Pavel Diviš, Ph.D.

BRNO 2019

Zadání bakalářské práce

Číslo práce: FCH-BAK1452/2018
Ústav: Ústav chemie potravin a biotechnologií
Studentka: **Kristýna Gabrielová**
Studijní program: Chemie a technologie potravin
Studijní obor: Potravinářská chemie
Vedoucí práce: **doc. Ing. Pavel Diviš, Ph.D.**
Akademický rok: 2018/19

Název bakalářské práce:

Vliv stupně pražení na senzorický profil kávy

Zadání bakalářské práce:

1. Zpracování literární rešerše – káva, obsahové látky, pražení kávy
2. Pražení kávy různého geografického původu při 2 stupních pražení
3. Základní analýza pražené kávy – kyselost, sacharidy, aromatický profil
4. Senzorická analýza pražené kávy
5. Zpracování výsledků, diskuse

Termín odevzdání bakalářské práce: 24.5.2019

Bakalářská práce se odevzdává v děkanem stanoveném počtu exemplářů na sekretariát ústavu. Toto zadání je součástí bakalářské práce.

Kristýna Gabrielová
student(ka)

doc. Ing. Pavel Diviš, Ph.D.
vedoucí práce

prof. RNDr. Ivana Márová, CSc.
vedoucí ústavu

V Brně dne 31.1.2019

prof. Ing. Martin Weiter, Ph.D.
děkan

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá vlivem stupně pražení na obsah sacharidů a aromatických látek v kávě. Věnuje se také změnám v kyselosti kávy v různých stupních pražení. V praktické části bylo provedeno měření pH, stanovení obsahu glukózy, fruktózy a sacharózy pomocí kapalinové chromatografie, analýza aromatických látek s využitím plynové chromatografie a také sensorická analýza 17 druhů káv. Každý vzorek kávy byl pražen s použitím dvou různých teplot (210 °C a 240 °C). Na základě statického zpracování výsledků základní chemické analýzy a sensorické analýzy byly prokázány statisticky významné rozdíly mezi stanovenými parametry vzorků kávy pražených na 210 °C a na 240 °C. Zpracováním výsledků sensorické a chemické analýzy vzorků kávy se nepodařilo od sebe odlišit vzorky kávy různého geografického původu. U nižšího stupně pražení kávy byla nalezena slabá, ale statisticky významná korelace mezi výsledky sensorické analýzy a obsahem aromatických látek, zatímco u vyššího stupně pražení kávy nebyla nalezena žádná korelace.

KLÍČOVÁ SLOVA

Káva, pražení, sensorická analýza, GC-MS, HPLC

ABSTRACT

This bachelor thesis deals with the effect of roasting on the content of carbohydrates and aromatic compounds in coffee. It also studies changes in coffee acidity based on different level of roasting. In the practical part there was measured pH, it was conducted setting of glucose, fructose and sucrose content by liquid chromatography, analysis of aromatic compounds using gas chromatography and also sensoric analysis of 17 types of coffee. Each one was roasted using two different temperatures (210 °C and 240 °C). Based on the statistical processing of basic chemical analysis and sensory analysis, significant differences were found between determined parameters of coffee samples roasted at 210 °C and 240 °C. Processing of results of sensory and chemical analysis of coffee samples did not manage to differentiate coffee samples from each other based on their geographic origin. At a lower level of coffee roasting there was found weak, but statistically significant correlation between the results of the sensory analysis and the content of aromatic compounds, while for the higher degree of coffee roasting no correlation was found.

KEYWORDS

Coffee, roasting, sensoric analysis, GC-MS, HPLC

GABRIELOVÁ, Kristýna. *Vliv stupně pražení na sensorický profil kávy*. Brno, 2019, 76 s. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, Ústav chemie potravin a biotechnologií. Vedoucí práce: doc. Ing. Pavel Diviš, PhD.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci vypracovala samostatně. Všechny použité literární zdroje jsem úplně citovala. Bakalářská práce je z hlediska obsahu majetkem Fakulty chemické VUT v Brně a může být využita ke komerčním účelům pouze se souhlasem vedoucího bakalářské práce a děkana FCH VUT.

Brno

.....

podpis autorky

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych poděkovala vedoucímu diplomové práce panu doc. Ing. Pavlu Divišovi, Ph.D. za odborné vedení, konzultace, pomoc, trpělivost a podnětné návrhy k práci.

Brno

.....

podpis autorky

Obsah

Úvod	11
1 Teoretická část	13
1.1 Kávovník	13
1.1.1 Anatomie plodu kávovníku	13
1.1.2 Druhy kávovníku	14
1.2 Pěstování kávovníku	16
1.3 Zpracování kávového zrna	16
1.3.1 Sběr	16
1.3.2 Zpracování	17
1.3.3 Třídění	19
1.3.4 Export	20
1.3.5 Pražení	20
1.3.6 Chlazení	21
1.3.7 Skladování	21
1.4 Složení kávového zrna	21
1.4.1 Lipidy	22
1.4.2 Proteiny a aminokyseliny	22
1.4.3 Polysacharidy	23
1.4.4 Nízkomolekulární sacharidy	23
1.4.5 Alifatické kyseliny	23
1.4.6 Kofein	24
1.4.7 Trigonelin	24
1.5 Metody používané pro analýzu kávy	24
1.5.1 Potenciometrické stanovení pH	24
1.5.2 Vysokoúčinná kapalinová chromatografie	24
1.5.3 Plynová chromatografie	25
1.5.4 Senzorická analýza	25
2 Praktická část	27
2.1 Vzorky a jejich pražení	27
2.2 Měření pH	28
2.3 Analýza sacharidů pomocí HPLC	29
2.3.1 Parametry HPLC	29
2.3.2 Příprava kalibrační křivky	29
2.3.3 Příprava vzorků	29
2.4 Analýza aromatických látek pomocí GC-MS	30

2.4.1	Parametry SPME	30
2.4.2	Parametry GC-MS	31
2.4.3	Příprava vzorků	31
2.5	Senzorická analýza	31
2.5.1	Příprava vzorků	31
2.5.2	Vlastní hodnocení	32
2.5.3	Hodnotitelé	32
2.5.4	Zpracování výsledků	33
3	Výsledky a diskuze	35
3.1	Kyselost a měření pH	35
3.2	Sladkost a stanovení obsahu sacharidů	36
3.3	Aromatické látky	41
3.4	Analýza naměřených dat pomocí PCA	48
4	Závěr	51
	Literatura	53
	Seznam příloh	57
A	Dotazník pro senzorickou analýzu	59
B	Grafy srovnávající výsledky SA a GC	61

Úvod

Povzbuzující, lahodná, aromatická – tato slova mohou charakterizovat nápoj, který spolu s vodou a čajem patří k nejoblíbenějším a pyšní se vizitkou jedné z nejperspektivnějších komodit vůbec. Káva je známa po celém světě a pro spoustu lidí se stala neodmyslitelnou součástí dne. Tento životabudič, vyráběný ze semen kávovníku, se pěstuje již celá staletí. Může být připravován na nespočet způsobů a konzumován při takřka jakékoliv příležitosti. Již od nepaměti se lidé schází při šálku kávy [1].

Existuje mnoho pověstí o tom, jak se lidstvo dostalo k pití kávy. Jedna z nich například pojednává o hořícím lese, kde mezi jinými rostlinami rostly i divoké kávovníky, avšak ne všechny stihly shořet. Některé z nich zůstaly pouze ošlehané plameny a tyto kávovníky pak vydávaly jedinečnou vůni. Od té doby lidé záměrně pokládali větvičky s plody kávovníku k ohni a připravovali z nich nápoj. Pokud se řekne káva, mnoho lidí si vybaví arabský svět, odtud však káva s největší pravděpodobností nepochází. V dnešní době převažuje názor, že kávovník pochází z africké Etiopie, konkrétně z provincie Kaffa – odtud také nejspíše pochází název nápoje, kterému se věnuje tato bakalářská práce. Ve 12. – 13. století byly kávovníky přeneseny tažnými válečníky do Jemenu a od té doby se stalo pití kávy výsadou pouze arabského obyvatelstva. Tak, jako si kdysi Čína strážila svůj čaj, tak si i Arábie strážila kávu – export byl přísně zakázán. Ochránit si kávu se jim podařilo až do 17. století, kdy Holanďané tajně přivezli kávu do Evropy a představili ji zbytku světa [2].

V současnosti už můžeme kavárny a pražírny nalézt téměř všude, zvláště malé pražírny zažívají v dnešní době rozkvět. Pražení je totiž nejdůležitějším krokem v celém procesu zpracování a je třeba mu věnovat velkou pozornost. Bez tohoto kroku by v kávovém zrně nevznikly charakteristické aromatické látky, zrno by bylo příliš tvrdé a neobsahovalo by pigmenty, které dodávají zrnům typickou hnědou barvu.

Cílem této práce bylo zjistit, jaký vliv má stupeň pražení kávy na hodnotu pH, obsah sacharidů a aromaticky aktivních látek v kávě a jak se to projevuje na sensorickém hodnocení. Dalším cílem této práce bylo zjistit, zda hodnotitelé poznají rozdíl mezi kávou praženou na vyšší a nižší stupeň a také jestli v rámci jednoho stupně pražení rozeznají rozdíly v kávách pocházejících z různých geografických oblastí.

V teoretické části byl popsán proces zpracování, zejména pražení, a také chemické složení kávového zrna. V praktické části byla provedena základní chemická analýza a sensorická analýza a výsledky z těchto měření byly porovnány.

Tab. 1: Jednotlivé vzorky zelené kávy

Označení výrobku	původ	popis
IndiaCherry AAA	Asie	kořeněná chuť (muškátový oříšek, kardamon, pepř)
Java WIB 1 Large Bean	Asie	dřevitý charakter, bez kyselosti
Nepál Dudh Pokhari	Asie	ovocitost, kyselost nízká
Thailand, Doi Chaang A	Asie	exotické ovoce, náznak vanilky a mandlí
Vietnam Kontum Selected scr.18	Asie	velmi hořká, bez kyselosti
Tanzania Tanga AA	Afrika	citrusy a jablka, příjemná kyselost
Uganda Bugishu AA Plus	Afrika	hořké kakao, lékořice
Malawi Pamwamba AA scr.18	Afrika	květinové tóny, svěží kyselost
Kenya AA Top	Afrika	ostružiny a černý rybíz
Ethiopia Yirgacheffe gr.1	Afrika	květinové aroma s tóny ovoce
Burundi AA Mumirwa	Afrika	citrusy, tabák, povidla
Brazil Cerrado dulce	Jižní Amerika	čokoláda, oříšky a karamel
Colombia Supremo 18+	Jižní Amerika	lehce zvýšená ovocnost
Cuba Serrano Lavado	Jižní Amerika	kakao a tabák, vlašské ořechy
Guatemala SHB Teresita	Jižní Amerika	ovoce, květinové odstíny
Honduras SHG Ocotepeque, finca Aposento Alto	Jižní Amerika	tropické ovoce, kokos a mandle
Mexico Altura Superior	Jižní Amerika	mléčná čokoláda a mandle

1 Teoretická část

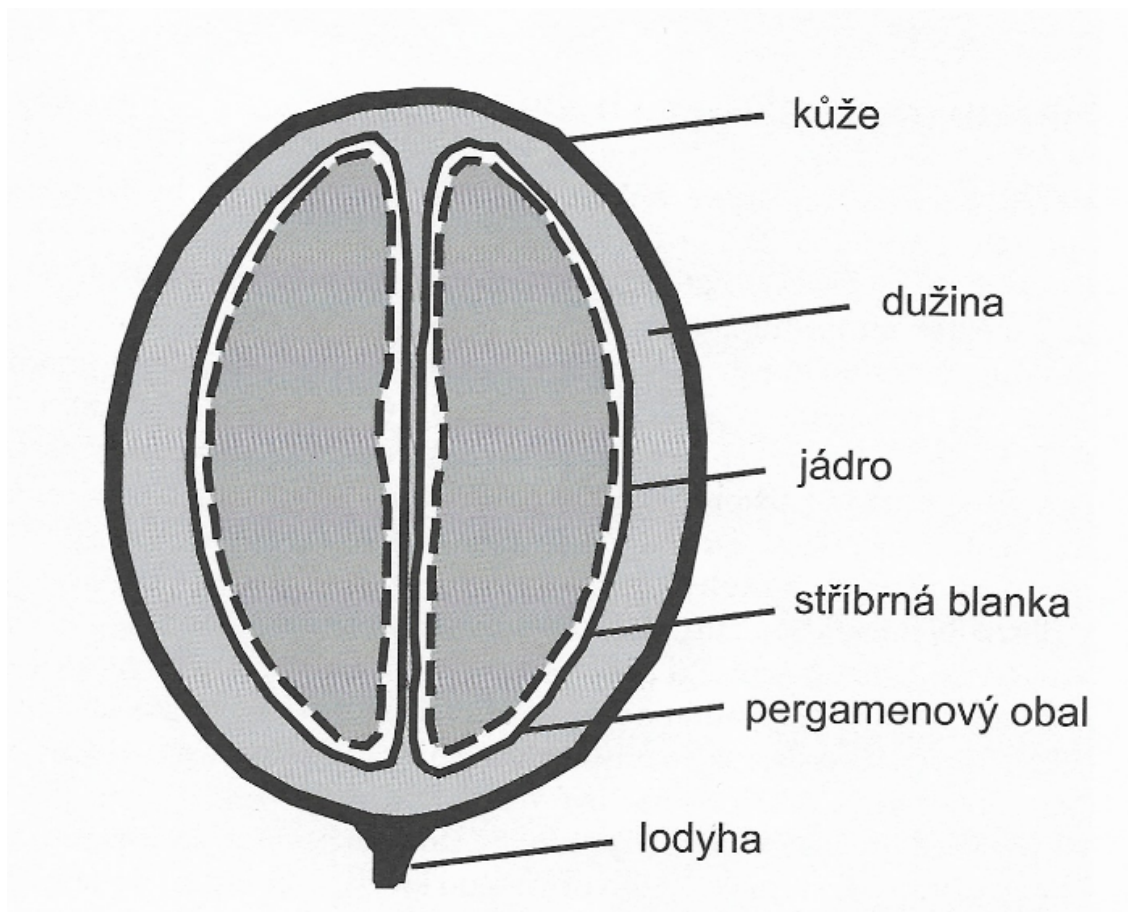
1.1 Kávovník

Kávovník (*Coffea*) je rod dvouděložných rostlin, patřící do čeledi mořenovité. Tento stálezelný strom či keř dorůstá výšky 1,5 až 15 metrů, ale na plantážích se upravuje z důvodu snazší sklizně tak, aby výška nepřesáhla 3 metry. První plody kávovník poskytuje až po 5 letech od vysazení. V závislosti na podmínkách a druhu může kávovník plodit až 15 – 30 let. Tato tropická rostlina má malé červené, oranžové nebo žluté plody připomínající třešně. Každý plod většinou obsahuje 2 semena s podélným žlábkem na vnitřní straně – kávová zrna. V některých případech se vyvine pouze jedno zrno. Kávu připravenou z takovýchto zrn označujeme jako perlovou. Kávovník je zajímavý tím, že na jedné rostlině se můžou nacházet zároveň jak plody, tak i květy [2, 3].

1.1.1 Anatomie plodu kávovníku

Kávové zrno tvoří pouze část celého plodu. Plod obsahuje několik měkkých obalových vrstev, které slouží především k ochraně semene. V průběhu zpracování se tyto obalové vrstvy odstraňují a mohou se dále využívat do kompostů nebo při výrobě krmiv nebo hnojiv. Plod kávovníku (Obr. 1.1) je rozdělen na tyto hlavní části:

- Vnější vrstvu tvoří **perikarp**. Vysušený perikarp je tlustý přibližně 0,5 mm a skládá se z několika částí. Těmito částmi jsou epikarp (též exokarp), který je nejpevnější a nejodolnější vrstvou. Dále směrem do středu plodu následuje mezokarp, gelovitá část dužiny s nasládlou chutí. Díky obsahu zkrasitelných sacharidů je tato šťavnatá dužina využívána v některých afrických a arabských zemích k přípravě alkoholického nápoje sakka. Dále můžeme nalézt palisádovou vrstvu a endokarp. Endokarp je ta část perikarpu, která se nechází nejbliže k jádru. Je také nazývána jako pergamenová slupka.
- Další vrstvou obalující celé semeno je **spermoderm**, nebo také stříbrná blanka. Odděluje se až v průběhu pražení, avšak i po upražení můžeme nalézt malé části této blanky ve žlábků kávového zrna. Tato stříbrná vrstva má využití v kosmetickém průmyslu.
- Hlavní částí je jádro (semeno) žlutozelené barvy, neboli **endosperm**. Tak jako každé semeno, i semeno kávovníku má především rozmnožovací funkci. Obsahuje velmi malou část, která se nazývá embryo. Pokud má embryo dostatek živin a vlhkosti, vyvine se v novou rostlinu [2, 4].



Obr. 1.1: Stavba plodu kávovníku

1.1.2 Druhy kávovníku

Existuje několik desítek druhů kávovníku, ale celosvětově významné jsou pouze 3: *Coffea arabica* (arabika), *Coffea canephora* (robusta) a *Coffea liberica*. Největší část produkce tvoří arabika, za ní následuje robusta. Druh *C. liberica* tvoří pouze minoritní podíl, jelikož není díky své typické hořké chuti příliš oblíbený.

Coffea arabica

Jak *C. arabica*, tak *C. canephora* byly dlouho šlechtěny, aby získaly ty nejlepší vlastnosti. Ze zrn *C. arabica* se připravují nejoblíbenější kávy světa. Tvoří až 75 % celosvětové produkce. Její chuť se vyznačuje ovocností s kyselým náznakem a velmi nízkou hořkostí. Existuje mnoho kultivarů této odrůdy, za nejvýznamnější jsou považovány *Coffea arabica* var. *typica* a *Coffea arabica* var. *bourbon*. Zajímavou varietou je *Maragogype* která se vyznačuje nadměrnou velikostí zrn, proto se jí někdy přezdívá „sloní“ [5, 6].

Coffea canephora

C. canephora, známá také pod označením robusta, je druhým nejčastěji pěstovaným druhem kávovníku. Na celosvětové produkci se podílí přibližně z 24 %. V porovnání s arabikou je více odolnější a méně náchylná vůči nemocem. Na druhou stranu tento druh poskytuje kávová zrna horší kvality, káva připravená z těchto zrn je více hořká a má horší aroma. V souvislosti s horší kvalitou je robusta také levnější [2, 5].

Coffea liberica

Oproti kávovníku arabskému je kávovník liberijský vyšší a má větší listy i plody. Roste především v deštných pralesech západní a střední Afriky, Indonésie a Malajsie. Chuť takové kávy připomíná hořké ořechy či hořkou čokoládu. Od roku 2006 se k tomuto druhu řadí i *Coffea excelsa* (excelsa), která v dřívějších letech tvořila samostatný druh [7]. Přestože jsou si rostliny *C. liberica* a *C. excelsa* morfologicky velmi podobné, káva připravená ze semen těchto rostlin má různé senzorycké vlastnosti. Proto je někteří lidé stále označují jako dva odlišné druhy. Excelsa, neboli kávovník šari je pěstován např. v Kongu a Vietnamu. Je poměrně odolný vůči nemocem a suchu, velmi plodný, avšak kvalita kávy je nízká. Podle některých zdrojů je vůně kávy ostrá, výrazná až odporná [8].

Arabika vs. robusta

Vlastnosti a chemické složení těchto dvou druhů je velmi odlišné, rozdíly uvádí následující tabulka 1.1. Na trh se často uvádí směsi arabiky a robusty, které kombinují jejich vlastnosti. Arabika dodává směsi lahodnou, sladkou chuť i aroma a robusta přispívá větším obsahem kofeinu [8, 9, 10, 11].

Tab. 1.1: Arabika a robusta – rozdíly

	Arabika	Robusta
Nadmořská výška růstu	600 – 2500 m n. m.	méně než 600 m n. m.
Hl. oblast pěstování	Brazílie	Vietnam
Teplotní optimum	15 – 24 °C	24 – 30 °C
První sklizeň	5 let po zasazení	2 – 3 roky po zasazení
Výška rostliny	2 – 3 m	6 – 12 m
Tvar zrna	elipsoidní	kulatý
Tvar žlábků	esovitý	rovný
Obsah sacharózy	6,25 – 8,45 %	0,9 – 4,85 %
Obsah kofeinu	0,9 – 1,3 %	1,51 – 3,33 %

1.2 Pěstování kávovníku

Kávovníky se pěstují hlavně v tropických a subtropických oblastech, této oblasti se říká „kávový pás“. Arabika se pěstuje převážně ve Střední a Jižní Americe, zatímco v zemích, jako je například Vietnam nebo Indonésie se pěstuje spíše robusta. Největším producentem je Brazílie, která pokryje až 1/3 celosvětové produkce. Na druhém místě se nachází Vietnam, následují země jako Kolumbie, Indonésie nebo Guatemala. Jak už bylo zmíněno, africký kontinent je považován za kolébkou kávovníku, nicméně kávovníky se zde pěstují až od období po první světové válce. Africké státy mají většinou malou vlastní spotřebu, a proto se téměř celá produkce vyváží [2, 10].

Kávovníky se často pěstují na horských svazích. Důvodem pěstování ve vyšších nadmořských výškách je to, že kávovníky v těchto polohách rostou pomaleji (díky chladným nocím), a proto mají kávová zrna lepší a vyvinutější aroma. Také se zde vyskytují časté a pravidelné srážky. Kávovníky pěstované v blízkosti deštných pralesů poskytují větší výnosy díky včelám žijícím v těchto pralesech, které rostliny opylují [2].

1.3 Zpracování kávového zrna

1.3.1 Sběr

Sběr kávovníkových plodů se uskutečňuje jedenkrát do roka, období závisí na zeměpisné poloze plantáže. Pokud se plantáž nachází na sever od rovníku, například v Etiopii nebo Střední Americe, probíhá sběr od září do prosince. V zemích na jih od rovníku (Brazílie) je úroda sbírána v květnu až srpnu. V blízkosti rovníku, kde jsou stabilní klimatické podmínky, plody dozrávají v průběhu celého roku.

Poté, co se na rostlině kávovníku objeví malé bílé květy, trvá asi šest až deset měsíců, než dozrají červené lesklé plody. Sbírat se začíná nejprve v polohách s nižší nadmořskou výškou, tam totiž plody dozrávají jako první. Kávy z nižších poloh jsou méně kvalitní, a proto také levnější. Proces poté pokračuje do vyšších poloh. Je několik způsobů, jak dochází ke sběru plodů kávovníku [2].

Ruční sběr (picking)

Existují dva způsoby ručního sběru. První je tzv. pásový, kdy sběrači sklídí celou úrodu přechodem přes plantáž. Druhý způsob, výběrový, se uskutečňuje v průběhu osmi až deseti dnů, kdy sběrači několikrát prochází plantáží a sbírají jen plně dozralé plody. Tímto způsobem se samozřejmě získávají kávová zrna nejvyšší kvality.

Množství sklizených bobulí kávovníku ovlivňuje mnoho různých faktorů. Nejdůležitějšími z nich jsou rozloha plantáží, jejich nadmořská výška, zeměpisná šířka a jejich terénní charakter (rovina, hory, kaskády). Dále velikost samotných rostlin (výška, šířka) a počasí při sklizni. Průměrný sběrač je schopen za optimálních podmínek nasbírat 45 až 100 kg plodů kávovníku za den [2].

Česání (stripping)

Tato metoda spočívá v tom, že sběrač uchopí do ruky celou větev kávovníku a najednou strhne všechny plody, nacházející se na této větvi, do připravených košů. Taková metoda je rychlejší, avšak ne tak šetrná k rostlině i k samotným plodům. Navíc dochází i ke sběru nedozrálých či poškozených plodů, což pak snižuje celkovou kvalitu. V některých případech, zvláště na plantážích, které neleží ve svazích, se plody setřásají přímo na zem, odkud se pak sbírají [10].

Strojový sběr (mechanizovaný)

Tato možnost přichází v úvahu jen na plantážích, kde je rovná půda. Lze ji využít tam, kde se po sklizni přepokládá výsadba nových mladých kávovníků. Speciální kombajn jezdí mezi řádky zasazených rostlin a radlicemi strhává všechny bobule, listy a někdy i větve. To se dále musí důkladně protřídit a prosít. Tato metoda je nejrychlejší, nejméně náročná, ale nešetrná k plodům i kávovníkům. Často se využívá v zemích, například Brazílii nebo Austrálii, kde je nedostatek pracovních sil [2].

1.3.2 Zpracování

Ihned po sběru plody podléhají dalšímu zpracování, to má za účel odstranění obalových vrstev. Tak jsou získávána samotná zelená zrna. Existuje několik způsobů, jak toho docílit. Mezi ně patří suchý způsob, mokrý způsob a polo-promývaný způsob.

Suché zpracování (dry-processed)

Metoda suchého zpracování se považuje za nejstarší a je také nejjednodušší a nejméně finančně náročnou. Používá se hlavně na plantážích, kde není dostatek vody. Spočívá v tom, že se bobule rozloží v rovnoměrné, 5 až 8 cm tlusté vrstvě na velkou plochu a nechají se sušit asi 4 týdny. Výsledná vlhkost v bobulích by měla být 11 až 12 %. V průběhu sušení se bobule různě přehazují a prohrabávají a v případě nepříznivého počasí se přikrývají plachtami, aby se zabránilo vniknutí vlhkosti. Pokud by nedošlo k důkladnému vysušení, další zpracování by bylo náročnější a také

by byly bobule náchylnější k napadení mikroorganismy nebo infekcemi. Přílišné vysušení by zase způsobovalo to, že by se při následném loupání porušila i kávová zrna [12, 13].

Během suchého zpracování dochází k fermentaci, která může trvat až 20 dní. Pro tento proces je důležitý obsah zkvasitelných sacharidů, tedy glukózy a fruktózy, které umožní růst mikroorganismů, zejména bakterií a kvasinek. Fermentace má za následek degradaci buničiny a vznik alkoholů, kyselin a dalších metabolických produktů, které mohou ovlivnit výslednou kvalitu nápoje [12].

Po důkladném vysušení podléhají plody loupání, kdy se odstraňují obalové vrstvy. Výjimkou je pergamenová slupka, která se odděluje až v průběhu pražení. V této fázi se zrno přebírá a třídí podle kvality a velikosti. Kávová zrna se dále nechávají odležet v silech, kde ztrácí další vlhkost, poté jsou expedována do celého světa [13].

Mokrý způsob (wet-processed)

Mokrý způsob je oproti suché náročnější, za to ale poskytuje zrna vyšší kvality. Důvodem je to, že dojde k důkladnému oddělení nevyvinutých či jinak poškozených plodů. Pro použití tohoto způsobu je zapotřebí hodně vody, proto někteří farmáři použitou vodu recyklují a znovu používají, a tak dosáhnou snížení nákladů. V první fázi se bobule promývají vodou ve speciálních nádržích, díky tomu se oddělí listy a další nežádoucí části rostlin, také se oddělí lehké, seschlé plody a ty zralé klesají ke dnu. V různých strojních zařízeních se ihned odstraňuje vrchní část plodu a dužina. Důležité je, aby k odstranění slupek došlo do 24 hodin od sběru, později by se totiž obtížněji oddělovaly. Uvolněné slupky se od zbytku odstraňují proudem vody [2].

Další fází je fermentace, kdy se odděluje slizovitý obal pokrývající zrno. Použitím bakterií *Lactobacillus acidophilus* se zrna fermentují ve velkých betonových nádržích, kam jsou kávová zrna donášena proudem vody. Fermentace probíhá 12 až 72 hodin a dochází k řadě chemických změn. Jednou z nich je tvorba kyseliny mléčné, která snižuje pH a vytváří tak kyselé prostředí. Přítomné enzymy postupně oddělují slizovitou vrstvu obalující zrno. Fermentační proces nesmí trvat příliš dlouho, protože by mohlo dojít k hnilobným procesům, které by znehodnotily celou šarži. Z tohoto důvodu dochází také k průběžné kontrole kvality během zpracování [2].

Po fermentaci následuje sušení, kdy je potřeba snížit obsah vody v zrnu, který je v této fázi asi 50 %. Sušit se může buď ve strojových sušičkách horkým vzduchem, a nebo přirozeně na slunci, kdy se zrna opět rozprostírají na velkou plochu a v průběhu jsou různě prohrabávána a přehazována. Sušení probíhá buď na asfaltových, betonových nebo různých přírodních plochách. Výhodou asfaltu je to, že se rychle rozežřeje a dosáhne vysokých teplot, avšak při tom se do zrna dostávají dehtové a jiné

toxické látky, které mohou zkazit chuť zrna a působit negativně na lidské zdraví. Častěji se proto využívá betonových ploch, na kterých probíhá prohrabávání snadněji. Z přírodních povrchů je vhodný například písek, který dobře absorbuje vlhkost a zabraňuje tím hnilobě zrn [2].

Jak už bylo zmíněno, tento mokřý způsob je náročný jak na spotřebu vody, která se pohybuje okolo 150 litrů na 1 kg zrn, tak na technologická zařízení a jejich čištění. Každý den musí být zařízení čištěna, aby nedošlo ke kontaminaci zrn. Káva z takto zpracovaných zrn má ovocné, květinové aroma a je více kyselejší, což je důsledkem fermentačního procesu [2].

Polo-promývaný způsob (semi-washed)

Tato metoda je občas označována jako „medová“ a zpočátku se tento způsob podobá mokrému. Sklizené bobule se také omývají a třídí ve vodních nádržích a následně se odstraňuje část obalových vrstev. Poté se takto částečně oloupaná zrna nechávají schnout na slunci (jako u suché metody). Během sušení je opět nutné zrna několikrát prohrabávat, aby nedošlo ke vzniku plísní. Díky torzu obalových vrstev a obsahu zkvasitelných sacharidů dochází k fermentaci, káva připravená z takto upravených semen pak získává jemné, ale výrazné tělo s minimem kyselých tónů. Výhodou tohoto způsobu je výrazné snížení nákladů díky tomu, že není potřeba tak velké množství vody [14].

Někteří farmáři využívají variantu, kdy používají minimální množství vody. Bobulím rovnou oloupou slupky a zrna suší i s částí dužiny. Medovou metodu můžeme dále rozdělit a pojmenovat podle toho, kolik zbylé dužiny má zrno na povrchu. *Black honey* – velké množství dužiny, *red honey* – střední množství dužiny a *yellow honey* – jen malé množství dužiny [10].

1.3.3 Třídění

Zelená zrna se třídí podle velikosti a hmotnosti, kvality, dále se odstraňují nečistoty. Všechna zrna mají přibližně stejnou velikost, z jedné strany jsou plochá a z druhé oválná. Výjimku tvoří perlová a sloní zrna, tyto typy jsou na trhu vysoce hodnoceny a káva z těchto zrn je považována za chutnější. Velikost se vyjadřuje na stupnici od 10 do 20, někdy se používá stupnice využívající písmena. Dle velikosti se zrna třídí na prosévacích na sítích, nevýhodou ale je, že se získají i zrna, které sice velikostně odpovídají požadavkům, avšak jsou nějak poškozená nebo tvarově nevyrovnaná [2].

Kvalita zrn se označuje počtem chybných zrn a existuje několik tabulek. Mezi nejčastěji používané patří COB (Classificação Oficial Brasileira), dále New York Table Equivalence (Newyorská tabulka rovnocennosti) [2].

1.3.4 Export

Zelená kávová zrna se balí do jutových pytlů (žoků), které jsou sice levné, ale prodyšné, tudíž zrna dostatečně nechrání vůči škůdcům, plísním a dalším vlivům. Lepší variantou jsou tzv. *GrainPro* pytle, které jsou hermeticky uzavřené. Žoky jsou dále přepravovány v kontejnerech [10].

1.3.5 Pražení

V dřívějších dobách se zrna pražila velmi primitivním způsobem, a to na přímém ohni. Postupem času došlo k vývoji pražení, dnes už o tom byla napsána spousta knih a lze mluvit téměř o vědě. Při pražení vznikají žádoucí aromatické látky, které dodávají nápoji typickou chuť, proto je pražení nejkritičtější proces celého zpracování. V Evropě jsou k tomuto účelu využívány pražírny se speciálním rotujícím bubnem, který se dokola otáčí [2].

Ještě než dojde k hlavnímu pražení celé šarže, pražič nejprve zkušebně upraží malé množství zrn na příručním pražiči, aby tak optimalizoval podmínky (teplota, doba pražení). Tuto zkoušku provede pro tři stupně pražení a z takto upravených zrn připraví nápoj, který je degustován. Následně je vybrán nejvhodnější stupeň [2].

Během celého pražení jsou průběžně kontrolovány různé parametry (teplota, množství vzduchu, rychlost otáčení bubnu a čas), také jsou odebírány vzorky, které jsou posuzovány dle vůně a stupně zbarvení [2].

Při příliš prudkém pražení zrna může dojít k tzv. pocení zrna, kdy se tuky z vnitřních částí dostávají k povrchu, což má špatný vliv na výslednou kvalitu, protože oxidace těchto tuků vyvolává zatuchlou chuť a zrna rychleji podléhají zkáze [2].

Chemické, fyzikální a biologické reakce

Vlivem vysokých teplot dochází v kávovém zrně k řadě chemických, fyzikálních i biologických změn. Významnou reakcí je reakce Maillardova (reakce neenzymatického hnědnutí). Camille Maillard zjistil, že volné aminokyseliny pocházející převážně z peptidů, interagují s redukujícími cukry za vzniku nitroheterocyklů a hnědých melanoidů. Během pražení dochází nejprve k poklesu pH z hodnoty přibližně 5,8 na 4,8. S narůstající délkou pražení se hodnota pH opět zvyšuje. Důvodem je tvorba kyseliny octové, zapříčiněná rozkladem sacharidů, dekarboxylací kyselin vzniklých přeměnou molekul sacharidů a dekarboxylací kyseliny chlorgenové [15].

Zlomovou teplotou je 203 – 205 °C, při které probíhá pyrolýza, což je děj, kdy se na materiál působí teplotou, která přesahuje mez jeho chemické stability. Tak vzniká řada dalších aromaticky aktivních látek, kterých může být až sedm set. Tyto látky

jsou ve vodě rozpustné, a tak dodávají charakteristickou chuť a vůni připraveného nápoje [2].

Během pražení také dochází ke snižování vlhkosti zrn. Na začátku pražení se roztaví základní buněčný skelet, zvyšováním teploty se zrna zvětšují a začínají pukat. Také se uvolňuje oxid uhličitý a vytváří se hnědé pigmentové látky, melanoidy, které mají antioxidační vlastnosti, a tak působí pozitivně na lidský organismus [1, 2].

V průběhu pražení také vznikají i nežádoucí látky, například akrylamid nebo hydroxymethylfurfural, které jsou považovány za potenciální karcinogeny. Při dodržení správného postupu a podmínek pražení ale vzniká zanedbatelné množství toxických látek, které nemá na zdraví člověka vliv [2, 16, 17].

Jednotlivé stupně pražení

Při pražení se rozlišují různé stupně pražení, každý má specifickou teplotu a dobu. Různé zdroje uvádí různé stupnice. Dělení, které používá výrobce pražičky využitě v praktické části této práce, uvádí tabulka 1.2.

1.3.6 Chlazení

Ihned po upražení je nutné zrna rychle zchladit, aby nedocházelo k dalším chemickým procesům. Proto jsou zrna přesypána do speciálních kruhových tanků s děrami, kterými proudí vzduch, a tak dochází k ochlazování [10].

1.3.7 Skladování

Po ochlazení jsou zrna přenesena do sil, kde probíhá jejich odležení (dva až čtyři dny). Pražená zrna nelze skladovat příliš dlouho, protože dochází k úniku aromatických látek. Během skladování je nutné se vyvarovat přístupu světla, vzdušného kyslíku a vlhkosti, proto se dále kávová zrna balí do obalů s inertní atmosférou. K balení upražených kávových zrn se dříve používaly dvojitě obaly, dnes už se spíše používají jednorázové laminátové obaly, což je ekonomicky výhodnější. Stále více se začínají používat tzv. hadicové obaly nebo obaly s tzv. vonným zámkem. Ventil na takových obalech slouží k uvolňování oxidu uhličitého, který se z upražených zrn uvolňuje a zámek brání zpětnému přístupu kyslíku [2].

1.4 Složení kávového zrna

Nejvíce zastoupenou složkou kávového zrna jsou polysacharidy, které tvoří až 55 % hmotnosti zrna. Dalšími významnými látkami jsou lipidy a proteiny, jejichž obsah se pohybuje okolo 10 – 20 %. Detailnější složení kávového zrna uvádí tabulka 1.3.

Tab. 1.2: Stupně pražení

Stupeň pražení	Čas [min]	Teplota [°C]	Charakteristika
Light Roast	12	230	Silně kyselé, žluto-hnědá barva, mírná vůně obilí, slabá chuť a vůně.
Cinnamon Roast	13	235	Americký styl pražení, mírně kyselá káva, skořicová barva.
Medium Roast	14	240	Charakteristické kyselosti ale již mírně sladkou příchutí, barva světlého ořechu. Americký styl.
High Roast	15	245	Hořkost převažuje nad kyselostí, vhodné pro ledovou kávu.
City Roast	17	250	Standardní vyvážená chuť a aroma. Původ v New York City.
Full City Roast	19	250	Výrazně převažují hořké tóny.
French Roast	21	250	Výrazné hořké tóny, bohatá jedinečná chuť. Evropský styl pražení.
Italian Roast	23	250	Silná hořkost, velmi tmavě hnědá barva. Ideální pro espresso nebo cappuccino.

1.4.1 Lipidy

Hlavní složkou kávového oleje jsou triacylglyceroly, estery a nezmýdelnitelné látky. Kávový olej dále obsahuje volné mastné kyseliny, jejichž přítomnost má největší vliv na vznik aromatických látek v průběhu pražení. Nejvíce zastoupené volné mastné kyseliny jsou linolová a palmitová. Kyselinu olejovou, stearovou, arachidovou a linolenovou obsahuje kávový olej také, ale v menším množství. Kávové zrnko dále obsahuje steroly, diterpeny, vosky (tvořící ochranný obal zrna), pigmenty a vitaminy [15].

1.4.2 Proteiny a aminokyseliny

Z aminokyselin jsou v kávovém zrnku nejvíce zastoupeny tyto aminokyseliny: kyselina glutamová, kyselina asparagová a leucin. Přestože vlivem zvýšené teploty dochází k degradaci aminokyselin, je i v pražené kávě možné najít malé množství. Obsah proteinů se pohybuje mezi 11 a 15,8 g na 100 g zrn [15].

Tab. 1.3: Složení kávového zrna

Složka	Obsah [%]	
	Arabika	Robusta
Lipidy	12,0 – 18,0	9,0 – 13,0
Proteiny	11,0 – 13,0	11,0 – 13,0
Polysacharidy	50,0 – 55,0	37,0 – 47,0
Oligosacharidy	6,0 – 8,0	5,0 – 7,0
Alifatické kyseliny	1,5 – 2,0	1,5 – 2,0
Aminokyseliny	2,0	2,0
Kyselina chlorgenová	5,5 – 8,0	9,0 – 10,0
Kofein	0,9 – 1,3	1,5 – 3,3
Minerály	3,0 – 4,2	4,0 – 4,5
Trigonelin	1,0 – 1,2	0,6 – 0,8

1.4.3 Polysacharidy

Z polysacharidů jsou v kávovém zrně přítomny manan, arabinogalaktan, celulóza a pektiny a ve vodě rozpustné heteroglykany, glukogalaktomanan a arabinogalaktan. V průběhu pražení dojde k degradaci asi 30 % celkového obsahu polysacharidů [15].

1.4.4 Nízkomolekulární sacharidy

V kávovém zrně se nejvíce vyskytují monosacharidy glukóza, fruktóza, ribóza, galaktóza a manóza. V průběhu pražení se glukóza, fruktóza a ribóza přemění téměř úplně, galaktóza a manóza se přemění ze 40 – 80 %. Dále zrna obsahuje ve vodě rozpustné oligosacharidy sacharózu, rafinózu a stachyózu [15].

1.4.5 Alifatické kyseliny

Tyto kyseliny jsou zodpovědné za kyselost kávy a společně s aroma a hořkostí mají vliv na výslednou chuť. V zelené kávě tvoří přibližně 11 % celkové hmotnosti, v pražené je to pouze 6 % celkové hmotnosti. Nepražená káva obsahuje převážně kyseliny citronovou, chlorgenovou, jablečnou a chinovou. Při pražení dochází k úbytku těchto kyselin s výjimkou kyseliny chinové a ke vzniku kyseliny octové, mravenčí, glykolové a mléčné. Koncentrace kyseliny mravenčí stoupá až do dosažení středního stupně pražení, poté se koncentrace zvyšující se teplotou a dobou pražení snižuje [18].

1.4.6 Kofein

Kofein, systematickým názvem 1,3,7-trimethyl-3,7-dihydro-1H-purin-2,6-dion je purinový alkaloid. Obvyklé množství kofeinu v jednom šálku je 50 až 100 mg. K jeho vstřebávání dochází v žaludku a tenkém střevě, odkud se dál vstřebává do tkání a mozku. Maximální koncentrace je dosaženo po uplynutí přibližně 1 hodiny po požití. Kofein působí na centrální nervovou soustavu a má stimulační účinky [19].

1.4.7 Trigonelin

Trigonelin je alkaloid, jehož syntéza probíhá enzymatickou methylací kyseliny nikotinové. Během pražení dochází k degradaci trigonelinu a vzniku některých aromatických látek (pyridiny a pyrazoly), které se významně podílí na celkovém aroma pražené kávy [15, 20].

1.5 Metody používané pro analýzu kávy

1.5.1 Potenciometrické stanovení pH

Tato metoda využívá měření rovnovážného elektromotorického napětí galvanického článku, který je tvořen srovnávací a indikační elektrodou ponořených do srovnávacího roztoku. Indikační elektrodou je skleněná banička z elektrodového skla naplněná roztokem o známé hodnotě pH a konstantní koncentraci chloridových iontů. Do tohoto roztoku zasahuje srovnávací argentschloridová elektroda. Na povrchu elektrody se ustavuje Donnanův potenciál (iontově-výměnnou reakcí mezi sklem a roztokem). Díky rozdílu Donnanových potenciálů na vnitřní a vnější stěně skleněné membrány vzniká membránový potenciál [21].

1.5.2 Vysokoúčinná kapalinová chromatografie

Vysokoúčinná kapalinová chromatografie (HPLC) je analytická metoda separace složek vzorku založená na základě různých afinit složek ke stacionární a mobilní fázi. K separaci dochází v koloně, která je naplněna stacionární fází. Mobilní fází je v tomto případě kapalina. HPLC pracuje za laboratorní nebo mírně zvýšené teploty, takže je tato metoda vhodná i pro teplotně nestálé sloučeniny. Běžný kapalinový chromatograf se skládá z těchto částí:

- **Zásobník** mobilní fáze je láhev o objemu 1 nebo 2,5 litru.
- **Odplyňovač** – v současnosti se používá vakuové odplynění, kdy se mobilní fáze vede polopropustnou trubicí, umístěnou v evakuovaném prostoru, která propustí malé molekuly plynu.

- **Čerpadlo** čerpá kapalinu do kolony, může být pístové nebo membránové. Dodává buď stále stejné množství mobilní fáze, a nebo se eluční síla zvyšuje.
- **Dávkování** vzorku je realizováno dávkovací smyčkou nebo automatickým dávkovačem. Nevýhodou smyčky je dávkování pouze určitého objemu.
- **Kolona** je trubice vyrobená z nerezového kovu, jako materiál plnění kolony se používá silikagel.
- **Detektor** je často fotometrický, který měří absorbanci eluátu vycházejícího z kolony. Dále se využívají detektory refraktometrické, fluorescenční, elektrochemické, detektory s diodovým polem a nebo hmotnostní spektrometry [21].

1.5.3 Plynová chromatografie

Principem plynové chromatografie je, stejně jako u kapalinové chromatografie, rozdělování složek vzorku mezi stacionární a mobilní fázi. U plynové chromatografie se vzorek dávkuje do proudu inertního nosného plynu (mobilní fáze), který jej dále unáší kolonou. Jako nosný plyn se využívá helium, vodík, dusík nebo argon. Dávkování vzorku (nástřík) se provádí různými metodami. Základní metodou je nástřík do kolony, dalšími metodami jsou nástřík pomocí děliče toku a nástřík bez děliče toku. V koloně následně dochází k dělení složek. Tyto kolony mohou být náplňové (naplněné sorbenty nebo nosiči pokrytými kapalnou fází) nebo kapilární (využívající jako nosiče stacionární fáze své vnitřní stěny).

Vzorek je dále unášen na detektor. Mezi nejčastěji používané detektory pro plynovou chromatografii patří tepelně-vodivostní detektor, ionizační detektor nebo hmotnostní spektrometr, kde jsou ionty analyzovány kvadrupolem nebo iontovou pastí [21].

Mikroextrakce tuhou fází (SPME) je sorpčně/desorpční technika zakoncentrování analytu. Tato metoda je založená na sorpci analytu na křemenném vlákne pokrytém různými typy stacionární fáze, které mají rozdílnou polaritu i sorpční vlastnosti. Toto vlákno je zasunuto do kovové jehly. Jehla se zasune do vzorku a vlákno se vysune. K sorpci dochází tak dlouho, dokud není dosaženo rovnováhy. Poté se vlákno zasune zpět a jehla se vloží do nástříkového prostoru chromatografu [22].

1.5.4 Senzorická analýza

Definice senzorické analýzy

Senzorická analýza se skládá z řady technik, které slouží k hodnocení potravin lidskými smysly: zrakem, čichem, dotekem, chutí a sluchem. Je to kvantitativní věda, ve které se sbírají numerická data k určení specifických vztahů mezi charakteristikami produktu a lidským vnímáním. K analýze takových dat se používají statistické

metody. Analýza musí probíhat za takových podmínek, aby bylo zajištěno objektivní a reprodukovatelné měření [23, 24].

Podmínky pro sensorickou analýzu

Aby se předešlo chybám v sensorickém hodnocení, je nutné dodržovat přesně definované systémy třídění nebo směrnice a normy. Vzhled a vybavení místnosti je dáno normou ČSN ISO 8589. Dle této normy musí být místnost čistá, dostatečně prostorná, bez jakýchkoliv pachů a chráněná před hlukem. Stěny by měly mít světlé barvy, ideálně krémové nebo bílé, podlaha i pracovní stoly by měly být vyrobeny z materiálu, který neabsorbuje pachy. Osvětlení místností musí být rovnoměrné, o konstantní jasnosti a dostatečné intenzity. Teplota místnosti by měla být stálá, ideálně v rozmezí 18 až 23 °C, relativní vlhkost 75 %. Hodnotitelé musí být usazeni v kójičkách, aby došlo k omezení vzájemné komunikace a také zrakového styku. Diskuse je povolena až po zapsání výsledků. Místnost, ve které se připravují vzorky má být oddělena od zkušební místnosti. Nádobí pro předkládání vzorků by mělo být vyrobeno ze skla, porcelánu nebo keramiky, zdravotně nezávadné a nesmí přijímat cizí pachy. Všechny nádoby musí mít stejnou barvu i velikost, taktéž označení vzorků má být stejné [25].

Hodnotitelé

Osoby, které se účastní sensorického hodnocení se nazývají hodnotitelé, posuzovatelé nebo assessoři a soubor těchto osob se nazývá porota. Dle stupně zaškolení se dělí na experty, školené, krátce zaškolené a neškolené. Pro konsumentské zkoušky jsou nejvhodnější osoby bez zkušeností a odborných znalostí, jelikož se nejvíce blíží běžným konsumentům. Nejvhodnější věk hodnotitelů je 18 – 40 let, kdy je schopnost k sensorickému hodnocení nejvyšší [24, 25].

Vlastní sensorické hodnocení

Vzorky předkládané k hodnocení musí být anonymní, hodnotitelé nesmí mít informace o složení či výrobci, aby nedošlo k ovlivnění. Vzorky se podávají ve stavu, ve kterém se běžně konzumují, zvláště teplota musí být pečlivě dodržována a jejich množství musí být vždy stejné, nejlépe 7 - 10 g, což je jedna polévková lžice. Při degustaci je vhodné dodržovat přestávky a použít vhodný neutralizátor, např. bílé pečivo [25].

2 Praktická část

2.1 Vzorky a jejich pražení

Bylo zakoupeno 17 druhů kávy v množství 250 g a upraženo v pražičce Gene Cafe CBR 101 (Obr. 2.1), každý vzorek na 2 stupně pražení. Při prvním stupni byla zvolena teplota 210 °C a doba pražení 14 minut, ve druhém stupni byla použita teplota 240 °C a doba taktéž 14 minut (Obr. 2.2). Vzorky byly označeny zkratkou, která obsahuje první tři písmena názvu země, ze které pochází a teplotu pražení (např. IndiaCherry AAA pražená na 210 °C: IND210). V tabulce 2.1 je uveden popis jednotlivých vzorků.



Obr. 2.1: Pražička Gene Cafe CBR 101



Obr. 2.2: Brazil Cerrado dulce - A nepražená zrna, B - pražení na 210 °C, C - pražení na 240 °C

Tab. 2.1: Jednotlivé vzorky zelené kávy

Označení výrobku	původ	popis
IndiaCherry AAA	Asie	kořeněná chuť (muškátový oříšek, kardamon, pepř)
Java WIB 1 Large Bean	Asie	dřevitý charakter, bez kyselosti
Nepál Dudh Pokhari	Asie	ovocitost, kyselost nízká
Thailand, Doi Chaang A	Asie	exotické ovoce, náznak vanilky a mandlí
Vietnam Kontum Selected scr.18	Asie	velmi hořká, bez kyselosti
Tanzania Tanga AA	Afrika	citrusy a jablka, příjemná kyselost
Uganda Bugishu AA Plus	Afrika	hořké kakao, lékořice
Malawi Pamwamba AA scr.18	Afrika	květinové tóny, svěží kyselost
Kenya AA Top	Afrika	ostružiny a černý rybíz
Ethiopia Yirgacheffe gr.1	Afrika	květinové aroma s tóny ovoce
Burundi AA Mumirwa	Afrika	citrusy, tabák, povidla
Brazil Cerrado dulce	Jižní Amerika	čokoláda, oříšky a karamel
Colombia Supremo 18+	Jižní Amerika	lehce zvýšená ovocnost
Cuba Serrano Lavado	Jižní Amerika	kakao a tabák, vlašské ořechy
Guatemala SHB Teresita	Jižní Amerika	ovoce, květinové odstíny
Honduras SHG Ocotepeque, finca Aposento Alto	Jižní Amerika	tropické ovoce, kokos a mandle
Mexico Altura Superior	Jižní Amerika	mléčná čokoláda a mandle

2.2 Měření pH

Byl navážen 1 g vzorku a rozdrcen v třecí misce. Poté byl vzorek kvantitativně převeden do Erlenmeyerovy baňky a bylo přidáno 10 ml destilované vody. Baňka byla umístěna na magnetickou míchačku a vzorek byl extrahován po dobu 30 minut. Poté byl roztok dekantován do plastové zkumavky, do které byla vložena sonda měřící pH.

2.3 Analýza sacharidů pomocí HPLC

2.3.1 Parametry HPLC

Parametry kapalinového chromatografu uvádí tabulka 2.2.

Tab. 2.2: Parametry HPLC

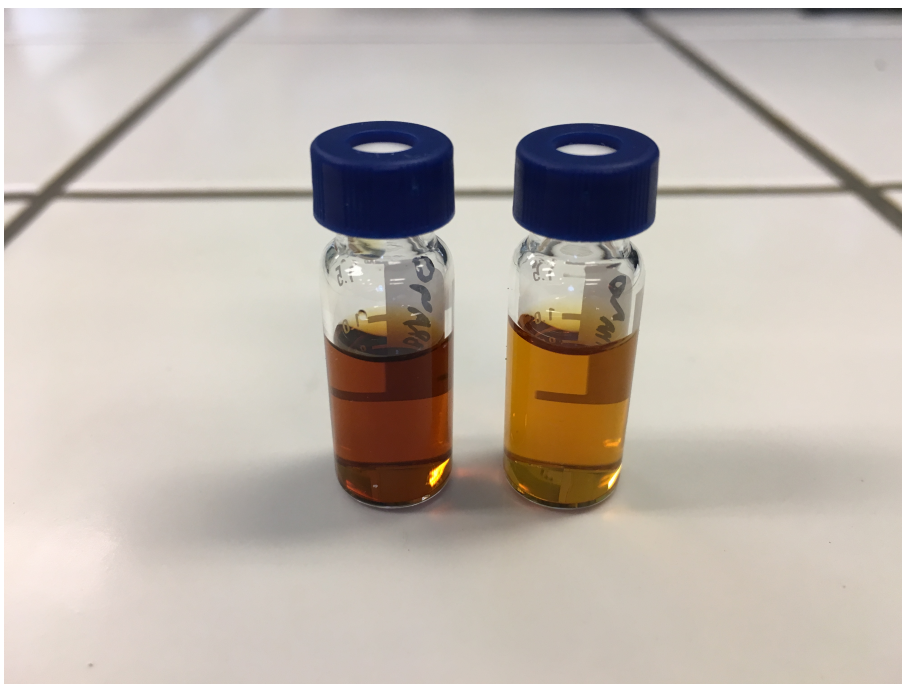
Název chromatografu	Agilent Infinity 1260
Složení mobilní fáze	Acetonitril : voda (75:25)
Průtok mobilní fáze	1 ml/min
Objem nástřiku	10 μ l
Teplota	35 °C
Kolona	Prevail Carbohydrates ES, 5 μ m, 250 mm
Detektor	ELSD Agilent Infinity 1260
Průtok zmlžovacího plynu	1,3 l/min
Zmlžovací teplota	85 °C
Vypařovací teplota	80 °C

2.3.2 Příprava kalibrační křivky

Do 4 odměrných baněk na 100 ml bylo odváženo 10, 20, 30 a 50 μ g sacharidů: fruktózy, glukózy, sacharózy a maltózy. Do všech baněk bylo přidáno 20 ml destilované vody. K úplnému rozpuštění všech sacharidů byl použit ultrazvuk. Po rozpuštění byly baňky doplněny po rysku destilovanou vodou. Do 4 vialek byl pipetován 1 ml jednotlivých roztoků a ty byly ponechány k analýze.

2.3.3 Příprava vzorků

Do odměrné baňky na 500 ml bylo pipetováno 200 ml 96% ethanolu a baňka byla doplněna destilovanou vodou po rysku. Do Erlenmeyerovy baňky bylo pipetováno 10 ml tohoto roztoku a přidán 1 g rozdrceného vzorku kávy. Baňka byla umístěna na magnetickou míchačku a vzorek byl extrahován 30 minut. Poté byl 1 ml extraktu přefiltrován stříkačkovým filtrem do vialky (Obr. 2.3). Tento postup byl zopakován pro všechny vzorky. Vialky byly poté umístěny do kapalinového chromatografu a byla spuštěna analýza.



Obr. 2.3: Kávové extrakty připravené pro analýzu HPLC

2.4 Analýza aromatických látek pomocí GC-MS

2.4.1 Parametry SPME

Parametry SPME uvádí tabulka 2.3.

Tab. 2.3: Podínky SPME

SPME vlákno	DVB/CAR/PDMS 50/30 μm , Supelco, Bellefonte, Pennsylvania, USA
Doba inkubace	10 min
Doba extrakce	20 min
Teplota agitátoru	40 $^{\circ}\text{C}$
Agitátor zapnutý	5 s
Agitátor vypnutý	60 s
Hloubka ponoření vlákna do vialky	20 mm

2.4.2 Parametry GC-MS

Parametry GC-MS uvádí tabulka 2.4.

Tab. 2.4: Podmínky GC-MS

Kolona	Kapilární kolona TG-WaxMS (30 m x 0,25 mm x 0,5 μ m)
Teplota injektoru (desorpce)	240 °C
Doba desorpce	20 min
Dávkování	splitless, ventil uzavřen 10 min
Hloubka ponoření vlákna do injektoru	40 mm
Nosný plyn	helium, průtok 1 ml/min
Teplotní program	40 °C s výdrží 2 min, vzestupný gradient 3 °C/min do 110 °C s výdrží 10 min, vzestupný gradient 3 °C/min do 200 °C s výdrží 0 min
Celková doba analýzy	65 min
Hmotnostní detektor	v modu EI
Energie ionizačních elektronů	70 eV
Teplota iontového zdroje	200 °C
Skenovací rozsah m/z:	30 – 370 amu
Rychlost skenování	0,2 s

2.4.3 Příprava vzorků

Do vialky byl navážen 1 g rozdrcených kávových zrn, vialka byla vložena do přístroje a byla spuštěna analýza.

2.5 Senzorická analýza

2.5.1 Příprava vzorků

Všechny vzorky upražených kávových zrn byly rozemlety v elektrickém mlýnku a připraveny pomocí french pressu: bylo odváženo 10 g rozemleté kávy a přidáno 150 ml horké vody (ne vroucí). Po uplynutí 3 minut byl stlačen píst s filtrem a káva byla rozlita do připravených šáleků (Obr. 3.8).



Obr. 2.4: Vzorky kávy podávané při sensorickém hodnocení

2.5.2 Vlastní hodnocení

Kvůli většímu množství vzorků a náročnější přípravě probíhalo sensorické hodnocení v několika dnech mezi daty 18. 2. 2019 a 1. 3. 2019. Jednotlivých sensorických hodnocení se zúčastnilo 6 až 13 hodnotitelů, kteří zhodnotili 6 až 14 vzorků kávy. Každý posuzovatel zapisoval výsledky do formuláře, o jehož vyplnění byl předem seznámen. Formulář je uveden v *Příloze A*. Jako neutralizátor chutě bylo podáváno bílé pečivo.

2.5.3 Hodnotitelé

Hodnotitelé byli jak studenti a zaměstnanci Fakulty chemické VUT v Brně, tak i osoby externí, díky tomu bylo získáno hodnocení od speciálně zaškolených osob i od běžných konzumentů a byl získán širší věkový rozptyl. Celkem se hodnocení

zúčastnilo 33 osob (18 žen a 15 mužů), z toho byli 2 kuřáci. 39 % dotazovaných uvedlo, že pijí kávu každý den, 52 % pije kávu občas a 9 % nepije kávu vůbec. Průměrný věk hodnotitelů byl 25,2 let.

2.5.4 Zpracování výsledků

Výsledky byly zpracovány v programu MS Excel 2016 s použitím doplňku XLSTAT.

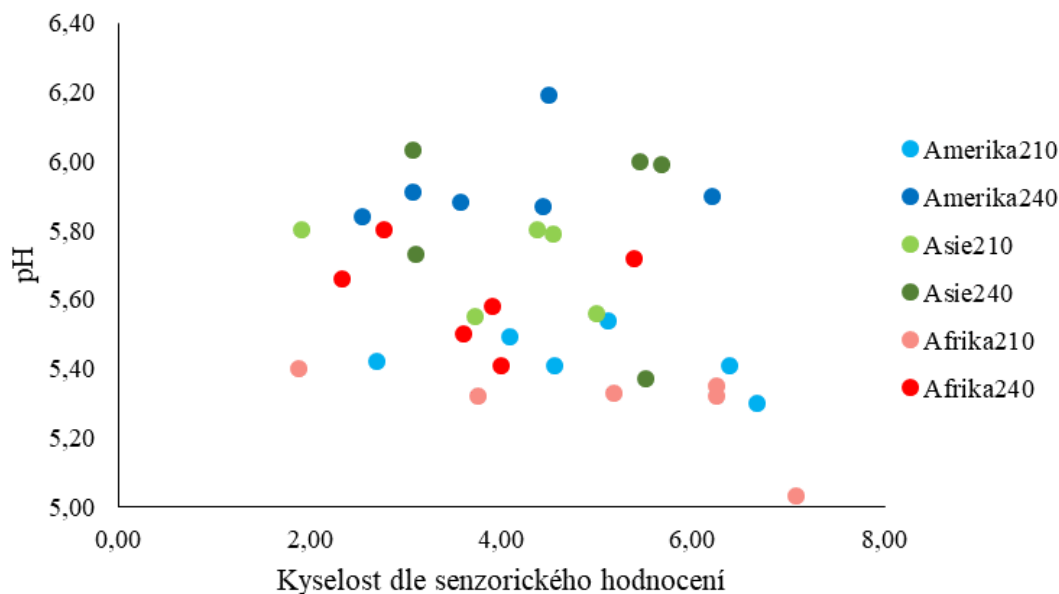
3 Výsledky a diskuze

3.1 Kyselost a měření pH

Srovnání výsledků měření pH a hodnocení kyselosti v senzorické analýze je zobrazeno v grafu 3.1. Kyselost byla hodnocena na stupnici 0 až 10, kdy hodnota 10 označovala nejvíce kyselý vzorek. Hodnoty kyselosti uvedené v tabulce 3.1 byly vypočteny jako průměr všech hodnocení v senzorické analýze.

Tab. 3.1: Hodnoty pH a kyselosti

Vzorek	Kyselost	pH	Vzorek	Kyselost	pH
IND210	4,54	5,79	IND240	5,44	6,00
JAV210	1,91	5,80	JAV240	5,67	5,99
NEP210	3,73	5,55	NEP240	3,10	5,73
THA210	5,00	5,56	THA240	5,50	5,37
VIE210	4,38	5,80	VIE240	3,08	6,03
TAN210	6,25	5,35	TAN240	2,77	5,80
UGA210	1,88	5,40	UGA240	2,33	5,66
MAL210	5,17	5,33	MAL240	3,60	5,50
KEN210	7,08	5,03	KEN240	5,38	5,72
ETH210	3,75	5,32	ETH240	3,91	5,58
BUR210	6,25	5,32	BUR240	4,00	5,41
BRA210	5,11	5,54	BRA240	2,54	5,84
COL210	6,67	5,30	COL240	4,43	5,87
CUB210	4,08	5,49	CUB240	4,50	6,19
GUA210	2,70	5,42	GUA240	6,20	5,90
HON210	4,55	5,41	HON240	3,08	5,91
MEX210	6,38	5,41	MEX240	3,58	5,88

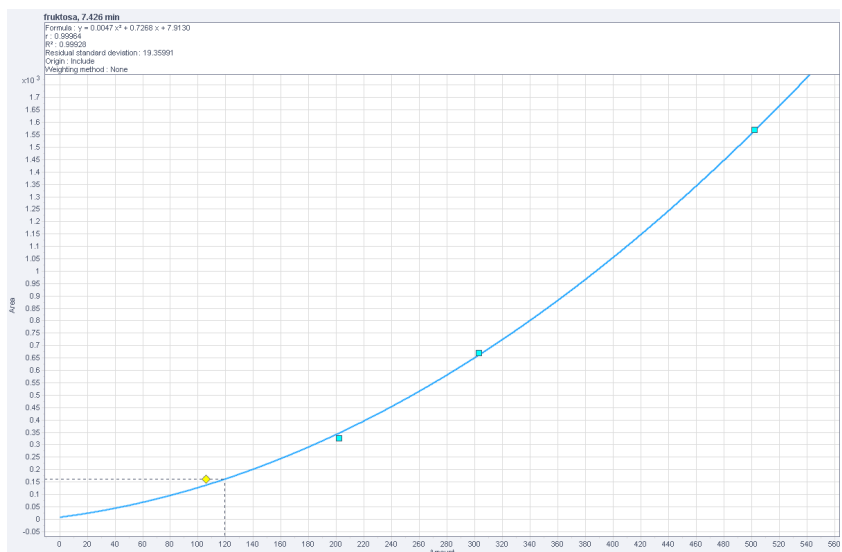


Obr. 3.1: Graf závislosti kyselosti na pH

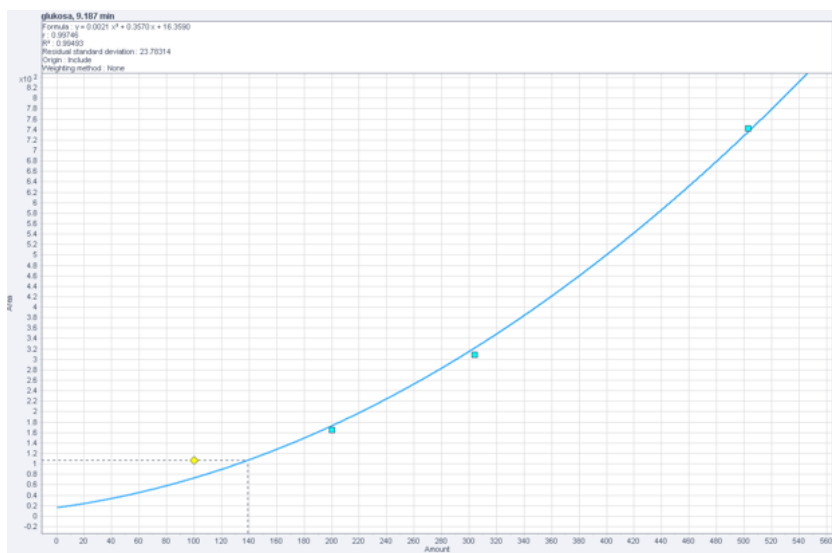
V průběhu pražení dochází ke vzniku některých organických kyselin (kyselina octová, mravenčí, glykolová a mléčná), které snižují hodnotu pH kávy, avšak z naměřených hodnot je patrné, že kávy připravené ze zrn pražených na vyšší teplotu mají vyšší hodnotu pH [18]. To může být způsobeno tím, že bylo měřeno pH kávového extraktu, do kterého mohly přejít další látky ovlivňující hodnotu pH. Dalším důvodem může být příliš vysoký stupeň pražení a s tím spojená degradace vzniklých kyselin. Rozdíly mezi kávami různého geografického původu se nalézt nepodařilo. Na základě údajů ze senzoričké analýzy nebyla nalezena žádná podobnost mezi jednotlivými výsledky.

3.2 Sladkost a stanovení obsahu sacharidů

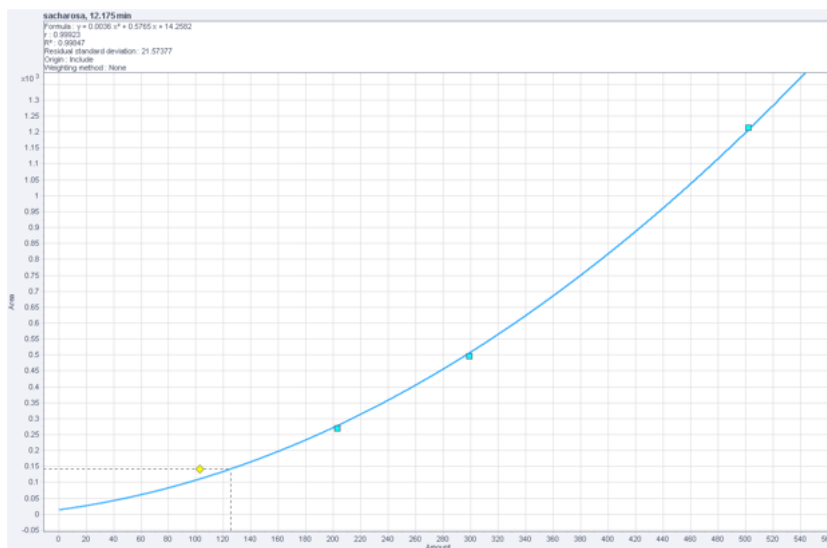
Výsledky z měření pomocí HPLC a výsledky získané senzoričnou analýzou porovnává tabulka 3.2. Sladkost byla senzoričsky hodnocena na stupnici od 0 do 10, hodnoty uvedené v tabulce jsou vypočteny jako průměr všech hodnocení. Koncentrace jednotlivých sacharidů (glukózy, fruktózy a sacharózy) byla vypočtena pomocí kvadratických rovnic kalibračních křivek (Obr. 3.2, 3.3, 3.4). V tabulce i grafu je použita suma těchto koncentrací.



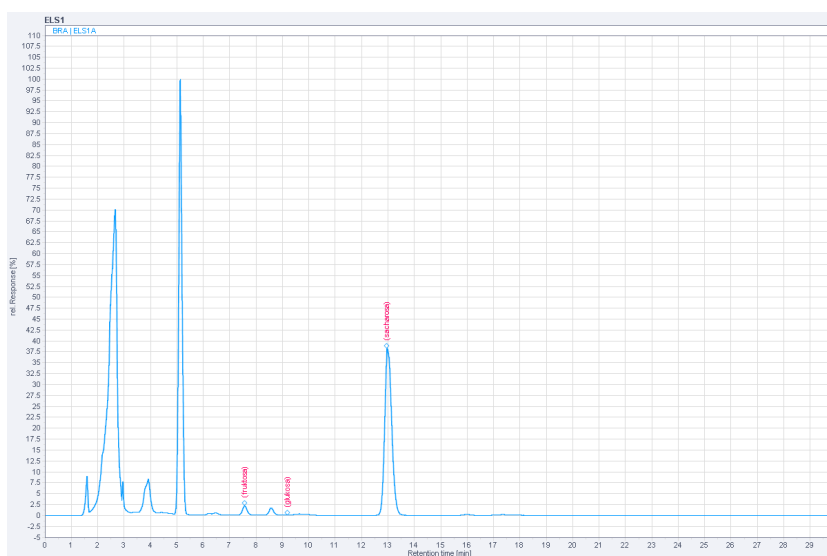
Obr. 3.2: Kalibrační křivka pro fruktózu



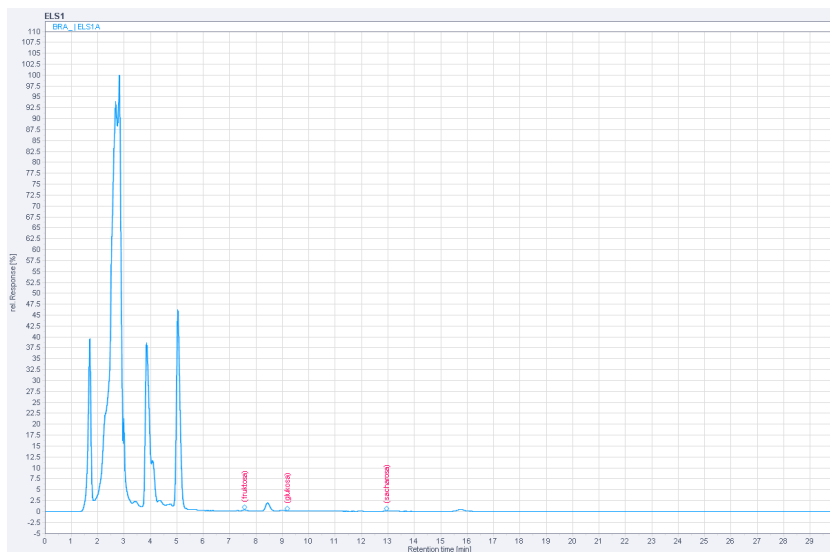
Obr. 3.3: Kalibrační křivka pro glukózu



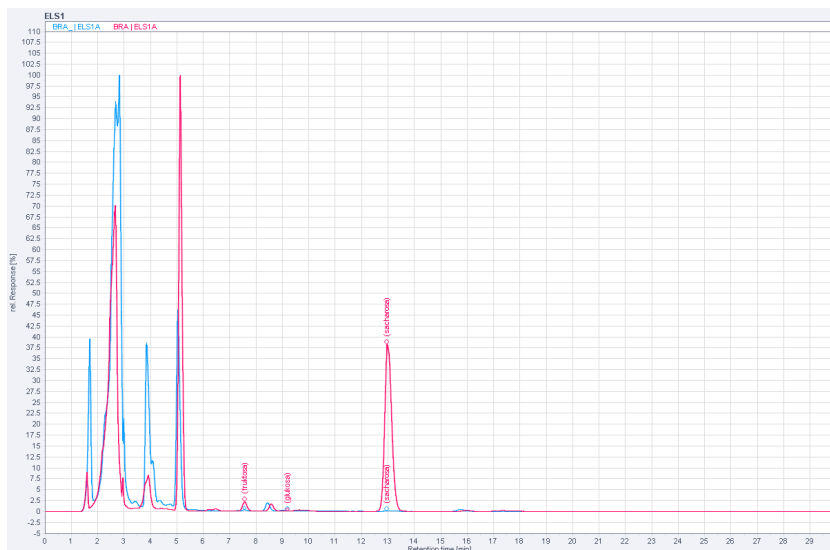
Obr. 3.4: Kalibrační křivka pro sacharózu



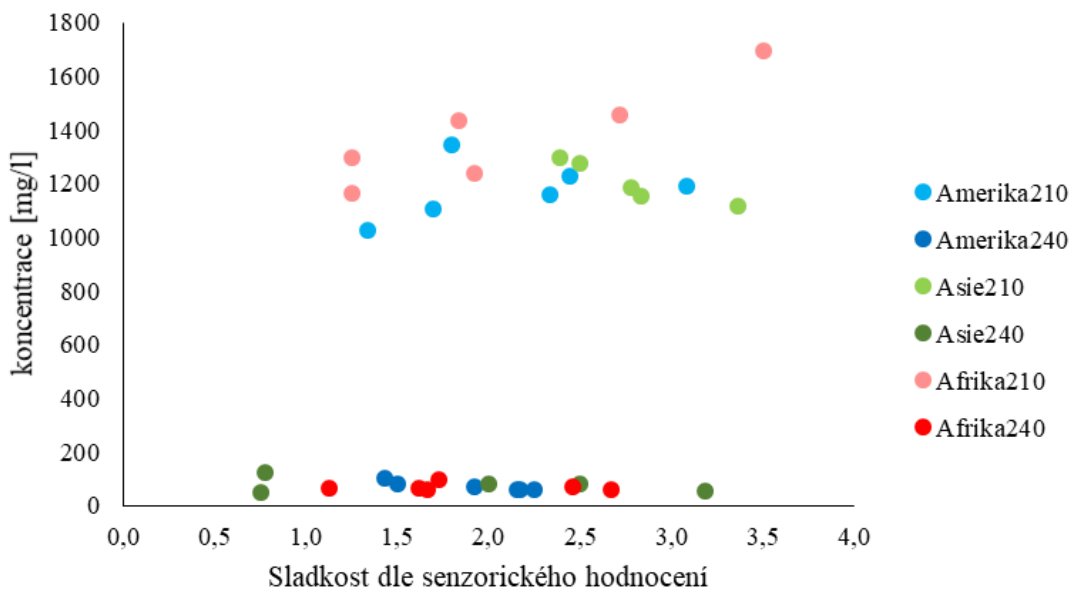
Obr. 3.5: HPLC chromatogram vzorku BRA210



Obr. 3.6: HPLC chromatogram vzorku BRA240



Obr. 3.7: HPLC chromatogram vzorků BRA210 a BRA240



Obr. 3.8: Graf závislosti sladkosti na obsahu sacharidů

Tab. 3.2: Hodnoty sladkosti a koncentrace sacharidů

Vzorek	Sladkost	c [mg/l]	Vzorek	Sladkost	c [mg/l]
IND210	2,39	1295,84	IND240	2,00	81,66
JAV210	2,83	1153,83	JAV240	0,78	121,71
NEP210	3,36	1116,25	NEP240	3,18	52,56
THA210	2,78	1185,15	THA240	0,75	50,34
VIE210	2,50	1276,60	VIE240	2,50	82,14
TAN210	1,25	1297,62	TAN240	1,62	63,63
UGA210	2,71	1455,09	UGA240	2,67	58,47
MAL210	1,83	1434,67	MAL240	1,73	95,34
KEN210	1,25	1164,51	KEN240	1,13	63,35
ETH210	3,50	1692,72	ETH240	2,46	70,96
BUR210	1,92	1239,28	BUR240	1,47	60,57
BRA210	2,44	1230,41	BRA240	2,15	58,43
COL210	1,33	1024,75	COL240	1,43	99,58
CUB210	2,33	1156,31	CUB240	2,25	59,42
GUA210	1,80	1346,06	GUA240	1,50	82,64
HON210	3,08	1189,20	HON240	2,17	58,69
MEX210	1,69	1107,78	MEX240	1,92	68,66

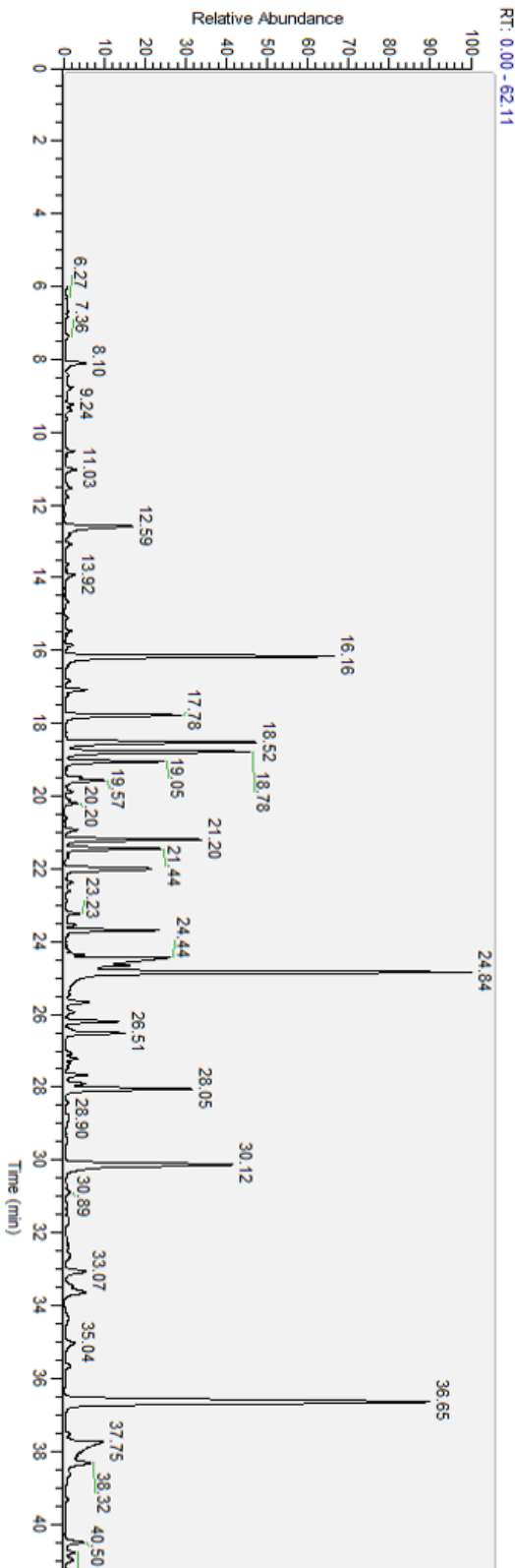
V grafu (Obr. 3.8) závislosti hodnocení sladkosti dle sensorické analýzy na celkovém obsahu sacharidů lze rozpoznat statisticky významný rozdíl mezi pražením na 210 °C a 240 °C. Během pražení dochází k degradaci sacharidů a proto při pražení na 210 °C došlo k poklesu jejich koncentrace o jeden řád. U pražení na 240 °C byly rozloženy téměř všechny sacharidy. Úbytek je znatelný i na přiložených chromatogramech (Obr. 3.5 a 3.6). Oba vzorky porovnává chromatogram (Obr. 3.7), který obsahuje vzorek pražený na 210 °C (červená) i na 240 °C (modrá). Rozdíly ve sladkosti a v celkové koncentraci sacharidů v kávách z různých geografických oblastí nebyly dokázány. Ze sensorického hodnocení není možné vyvodit žádnou závislost, avšak lze říci, že posuzovatelé hodnotili všechny vzorky kávy jako méně sladké.

3.3 Aromatické látky

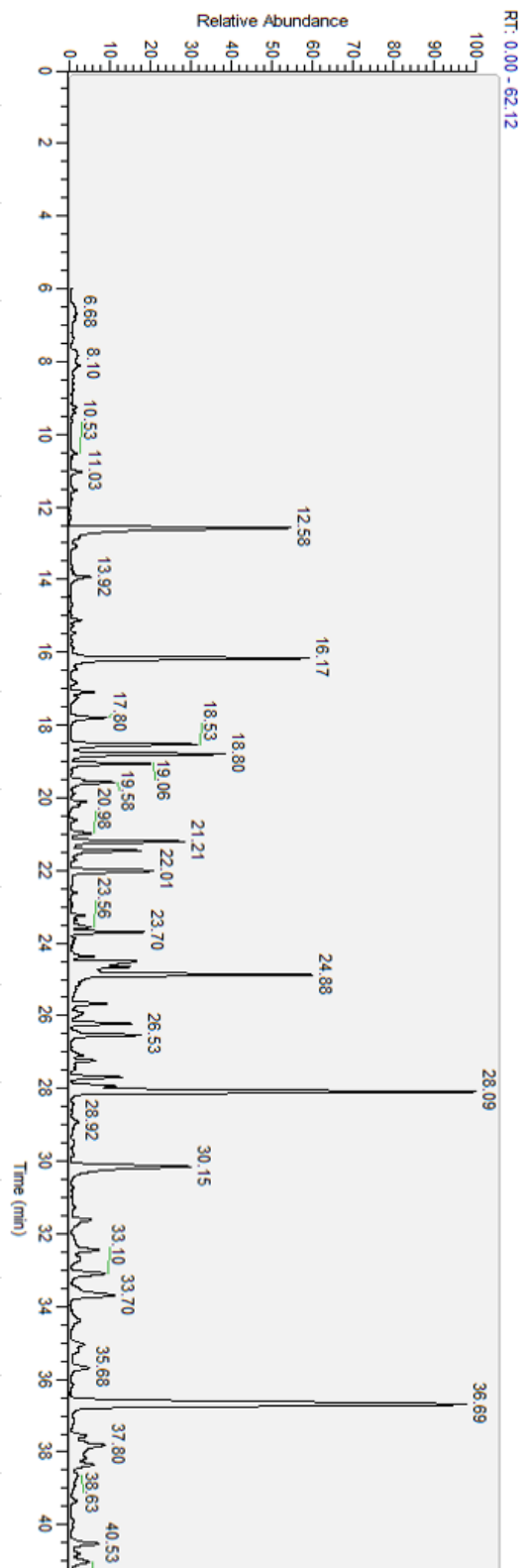
Seznam identifikovaných látek, seřazených dle retenčního času, uvádí tabulka 3.3. Do sloupcových grafů (Obr. 3.11, 3.12, 3.13, 3.14, 3.15, 3.16) byly vyznačeny jen ty aromatické látky, které se v daném vzorku vyskytovaly s pravděpodobností 70 % a více. V těchto grafech je vyznačeno procentuální zastoupení plochy píku dané aromatické látky z celkové plochy všech píků. Paprskové grafy (Obr. 3.17, 3.18, 3.19, 3.20) vzorků BRA210 a BRA240 zobrazují konkrétní hodnocení chutě a vůně získané jak ze sensorické analýzy, tak z analýzy pomocí plynové chromatografie (ke každé identifikované aromaticky aktivní látce byla přiřazena chuť a vůně podle The Good Scents Company Information System [26] a ta byla vynesena do grafu). Další grafy pro všechny ostatní vzorky kávy jsou uvedeny v *Příloze B*. Hodnoty pro vyznačení výsledků z měření pomocí GC-MS byly získány výpočtem procentuálního zastoupení ploch všech píků majících danou vůni, resp. chuť z celkové plochy všech píků. Hodnoty pro vyznačení výsledků ze sensorické analýzy byly vypočteny jako procentuální zastoupení bodového hodnocení dané vůně, resp. chutě, z celkového bodového hodnocení vzorku zahrnujícího všechny identifikované vůně, resp. chutě v určitém vzorku.

Tab. 3.3: Seznam identifikovaných aromatických látek

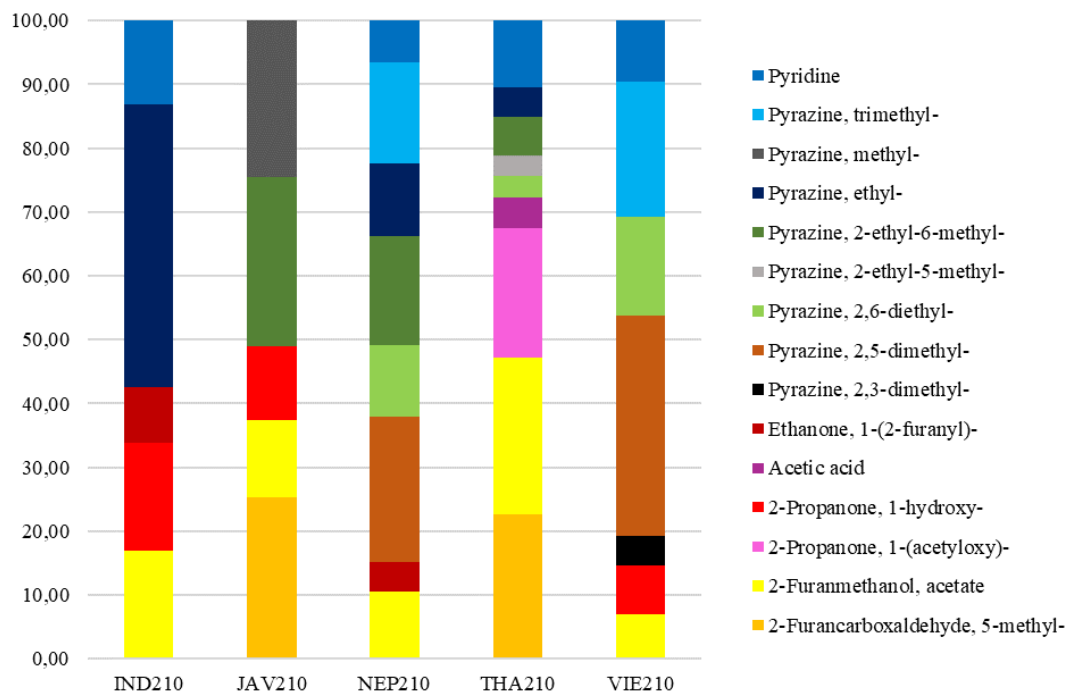
Aromatická látka	Retenční čas	Chuť	Vůně
Pyridine	12,70	rybina	rybina
Pyrazine, methyl-	16,16	oříšková	oříšková
2-Propanone, 1-hydroxy-	17,78	sladká	karamelová
Pyrazine, 2,6-dimethyl-	18,75	oříšková	čokoládová
Pyrazine, 2,3-dimethyl-	18,83	oříšková	oříšková
Pyrazine, 2,5-dimethyl-	18,84	plesnivá	čokoládová
Pyrazine, ethyl-	19,05	oříšková	oříšková
Pyrazine, 2-ethyl-6-methyl-	21,31	oříšková	bramborová
Pyrazine, 2-ethyl-5-methyl-	21,45	káвовá	káвовá
Pyrazine, trimethyl-	22,01	plesnivá	oříšková
Pyrazine, 2-ethyl-3-methyl-	22,37	oříšková	oříšková
Pyrazine, 2,6-diethyl-	23,77	oříšková	oříšková
Acetic acid	24,47	octová	octová
2-Propanone, 1-(acetyloxy)-	24,86	ovocná	ovocná
Furan, 2-[(methylthio)methyl]-	25,61	česneková	česneková
Pyrazine, 3,5-diethyl-2-methyl-	25,70	oříšková	oříšková
Furfuryl formate	26,20	-	-
Ethanone, 1-(2-furanyl)-	26,52	oříšková	karamelová
Propanoic acid, ethenyl ester	27,68	ovocná	ovocná
2-Furanmethanol, acetate	28,05	esterová	ovocná
2-Furancarboxaldehyde, 5-methyl-	30,13	karamelová	karamelová
2-Furanmethanol	36,65	spálená	chlebová
3-Furanmethanol	36,66	-	-
1H-Pyrrole, 1-(2-furanylmethyl)-	46,30	zeleninová	zeleninová
Phenol, 2-methoxy-	47,81	dřevitá	kouřová
Maltol	52,22	karamelová	karamelová
Ethanone, 1-(1H-pyrrol-2-yl)-	52,45	oříšková	plesnivá
hexylcinnamal	54,10	vosková	květinová
2-Methoxy-4-vinylphenol	60,42	kouřová	dřevitá



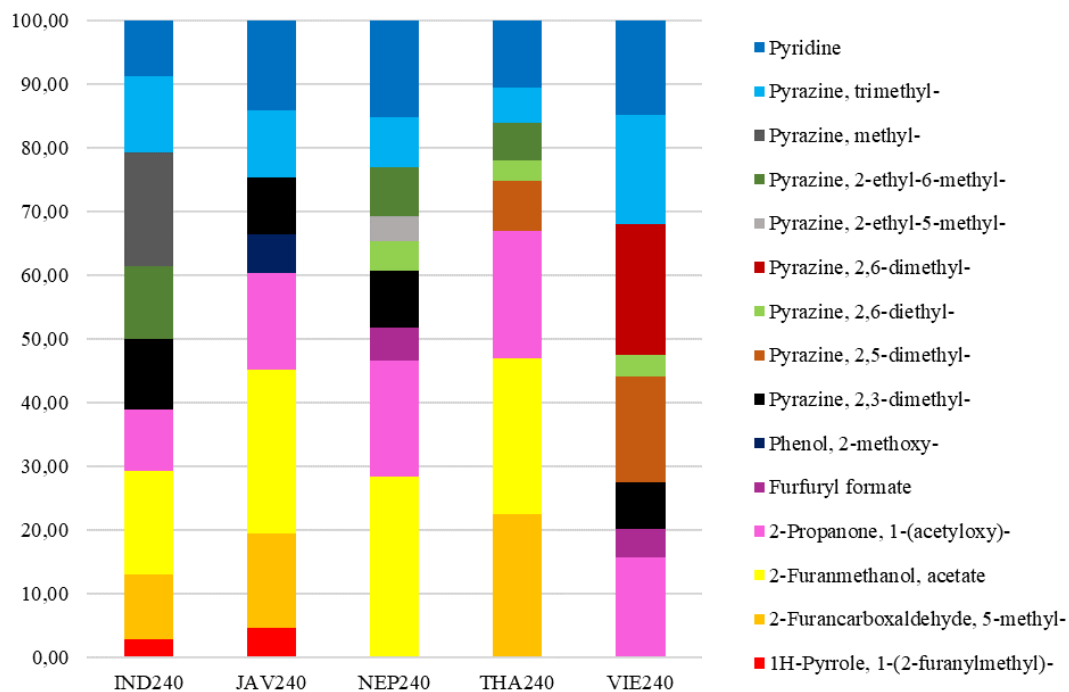
Obr. 3.9: Chromatogram BRA210



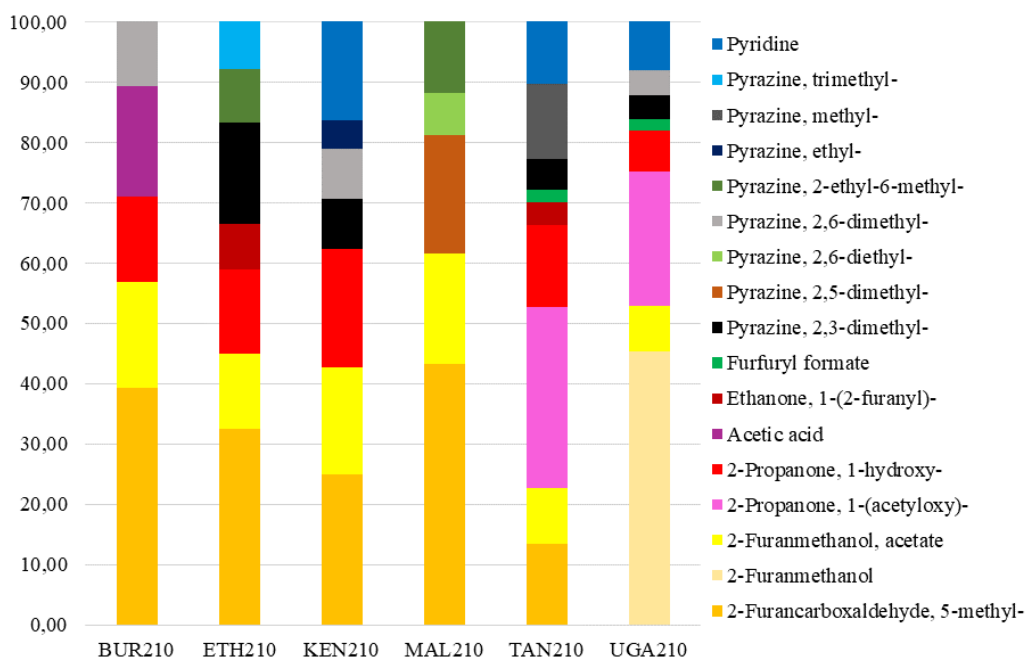
Obr. 3.10: Chromatogram BRA240



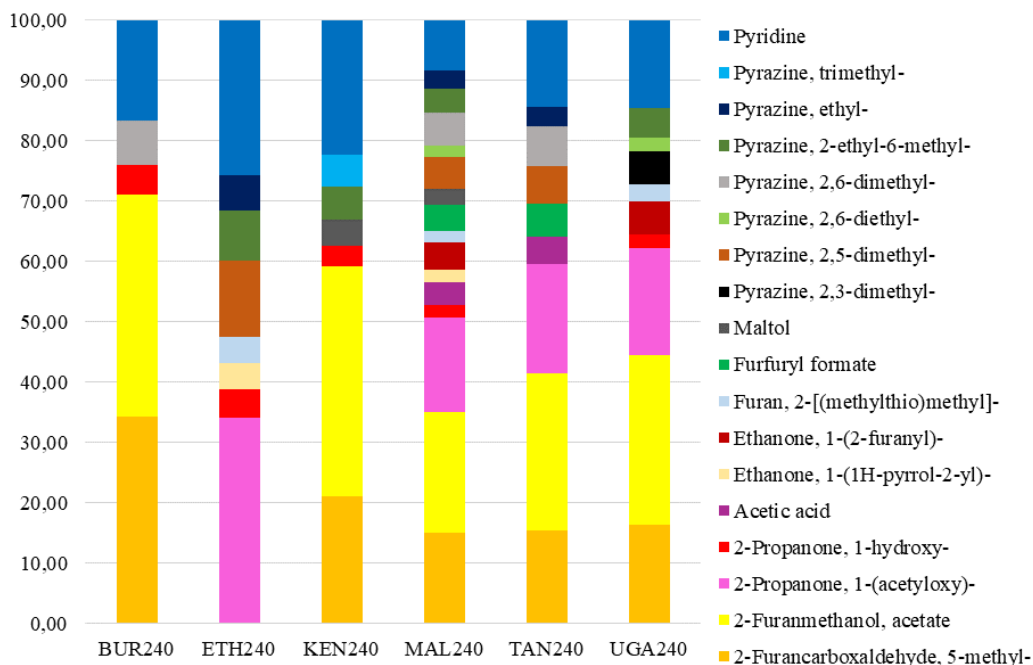
Obr. 3.11: Graf aromatických látek ve vzorcích z Asie, pražených na 210 °C



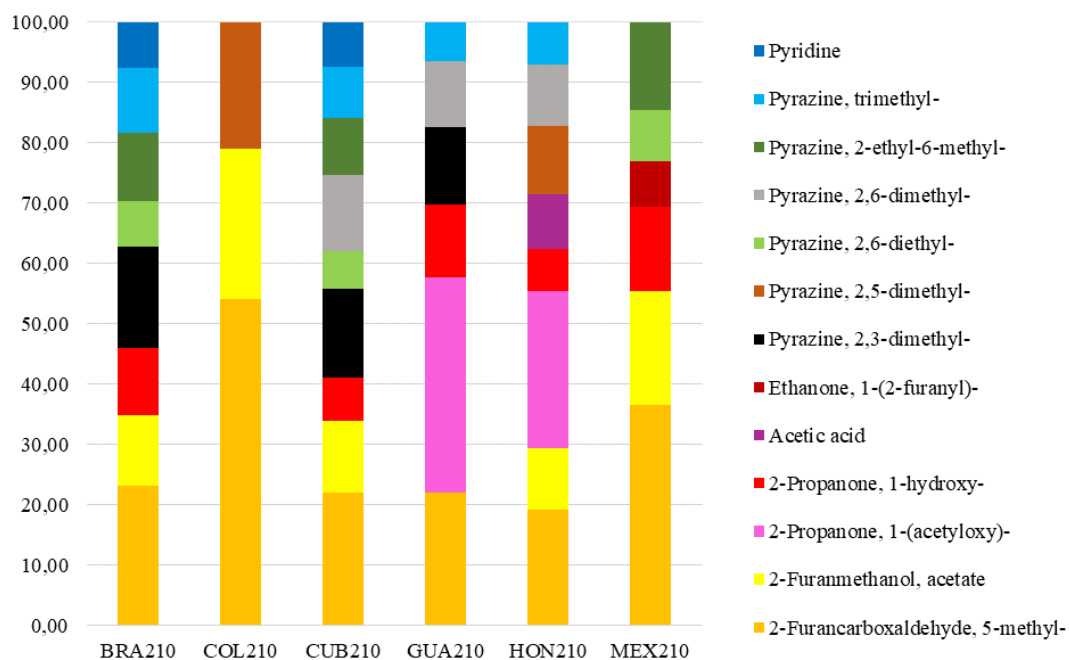
Obr. 3.12: Graf aromatických látek ve vzorcích z Asie, pražených na 240 °C



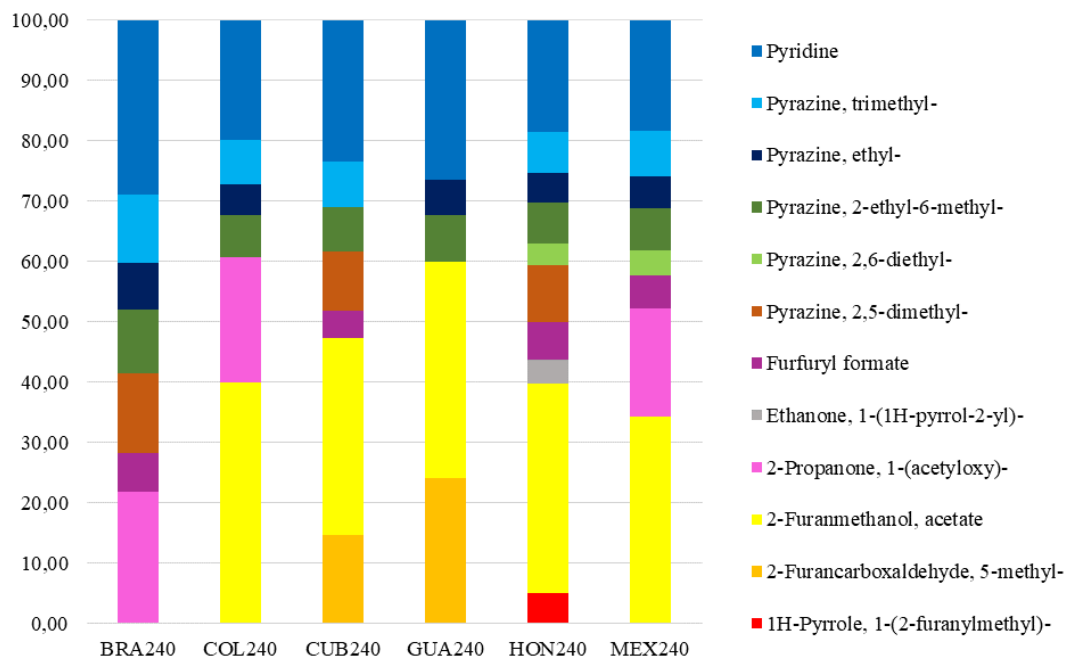
Obr. 3.13: Graf aromatických látek ve vzorcích z Afriky, pražených na 210 °C



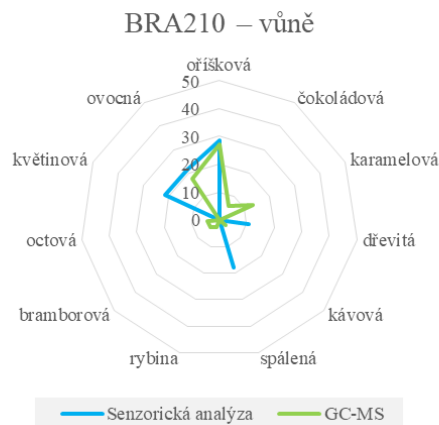
Obr. 3.14: Graf aromatických látek ve vzorcích z Afriky, pražených na 240 °C



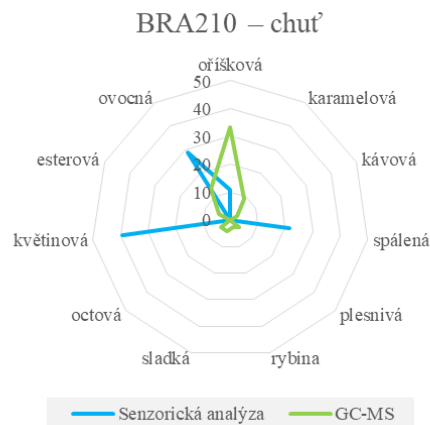
Obr. 3.15: Graf aromatických látek ve vzorcích z J. Ameriky, pražených na 210 °C



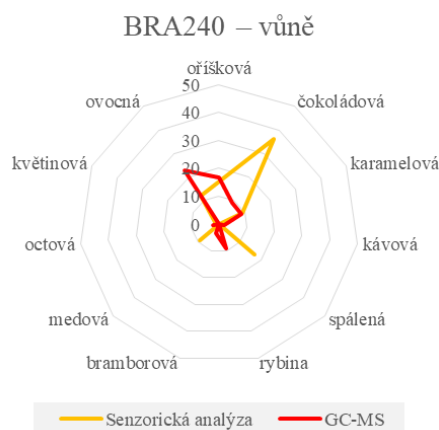
Obr. 3.16: Graf aromatických látek ve vzorcích z J. Ameriky, pražených na 240 °C



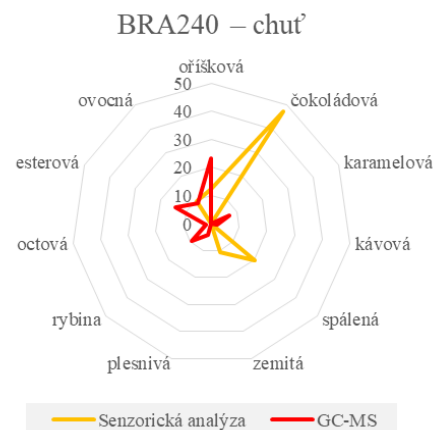
Obr. 3.17: BRA210, vůně



Obr. 3.18: BRA210, chuť



Obr. 3.19: BRA240, vůně

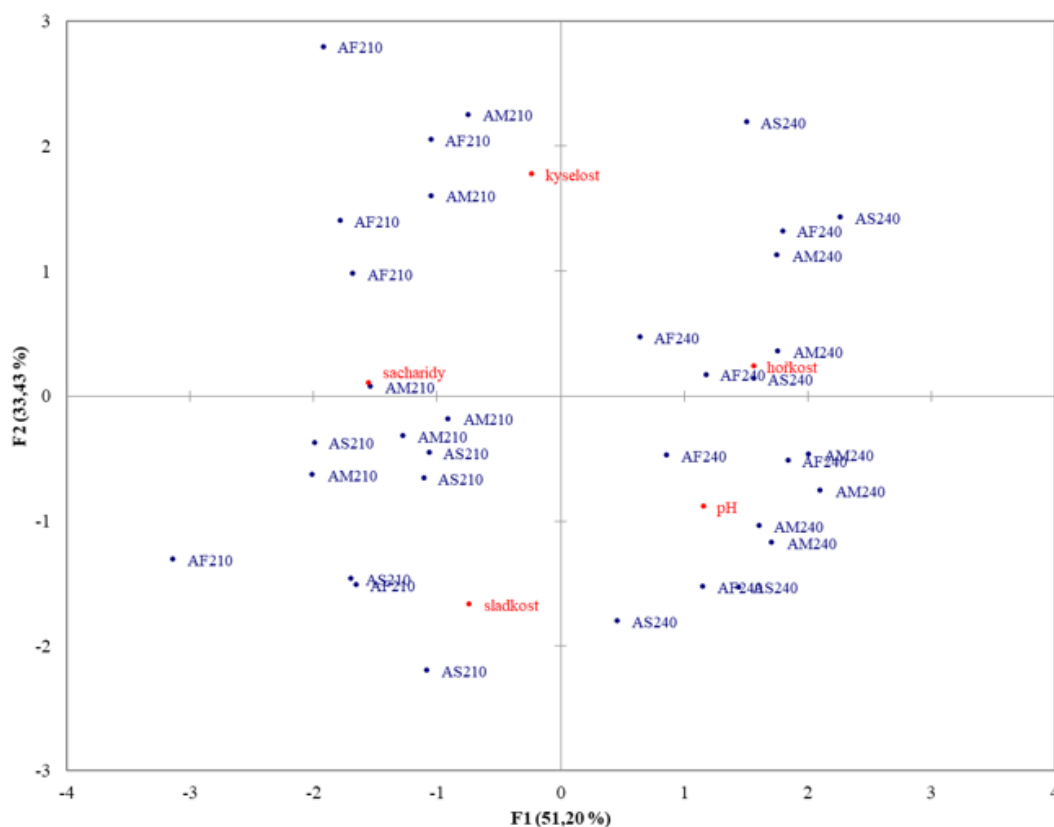


Obr. 3.20: BRA240, chuť

Při vyšším stupni pražení bylo identifikováno více aromatických látek, což je zapříčiněno reakcemi, které probíhají v průběhu pražení. Během nich dochází k přeměně některých látek, například sacharidů, právě na látky aromatické. Na chromatogramech vzorků BRA210 a BRA240 (Obr. 3.9, 3.10) je patrný nárůst, a nebo naopak pokles množství některých aromatických látek. Velký nárůst výšky píku je například možné vidět u sloučeniny pyridine (RT 12,59) nebo 2-furanmethanol, acetate (RT 28,04). Pokles výšky píku je zřejmý sloučeniny 3-furaldehyde (RT 24,84). Paprskové grafy zobrazují míru shody mezi chemickou analýzou aromatických látek a senzoricou analýzou. Ve většině případů nebyla shoda ani podobnost nalezena.

3.4 Analýza naměřených dat pomocí PCA

Získaná data byla také statisticky zpracována a byla provedena analýza hlavních komponent (Principal component analysis). Výsledky jsou uvedeny v následujících tabulkách 3.4, 3.5, 3.6, 3.7 a 3.8. Hodnoty vyznačené tučně jsou odlišné od hodnoty 0 s hladinou významnosti $\alpha=0,05$. Vizualní znázornění výsledků zobrazuje graf 3.21.



Obr. 3.21: Analýza pomocí PCA

Tab. 3.4: PCA pro 210 °C, vůně

Proměnná	Vůně	SA	GC
Vůně	1	0,2534	-0,0015
SA	0,2534	1	0,2576
GC	-0,0015	0,2576	1

Tab. 3.5: PCA pro 210 °C, chuť

Proměnná	Chuť	SA	GC
Chuť	1	0,0921	0,2065
SA	0,0921	1	0,2420
GC	0,2065	0,2420	1

Tab. 3.6: PCA pro 240 °C, vůně

Proměnná	Vůně	SA	GC
Vůně	1	0,0609	0,0412
SA	0,0609	1	0,1163
GC	0,0412	0,1163	1

Tab. 3.7: PCA pro 240 °C, chuť

Proměnná	Chuť	SA	GC
Chuť	1	0,0306	0,1477
SA	0,0306	1	-0,0709
GC	0,1477	-0,0709	1

Tab. 3.8: PCA pro různé proměnné

Proměnná	Sacharidy	Sladkost	pH	Kyselost	Hořkost
Sacharidy	1	0,3301	-0,6135	0,1660	-0,9171
Sladkost	0,3301	1	0,0553	-0,5506	-0,5277
pH	-0,6135	0,0553	1	-0,3165	0,5229
Kyselost	0,1660	-0,5506	-0,3165	1	-0,0903
Hořkost	-0,9171	-0,5277	0,5229	-0,0903	1

Tabulka 3.4 pro hodnocení vůně ve vzorcích pražených na 210 °C vyznačuje malou, ale statisticky významnou korelaci mezi parametry vůně a sensorická analýza a mezi parametry sensorická analýza a analýza pomocí GC-MS. Z toho vyplývá, že hodnotitelé zaznamenali do jisté míry shodné vůně s takovými vůněmi, které byly přiřazeny aromatickým látkám identifikovaným pomocí plynové chromatografie. Statisticky významná korelace mezi sensorickou analýzou a analýzou pomocí GC-MS byla také nalezena pro hodnocení chutě ve vzorcích pražených na 210 °C (Tab. 3.5).

Pro hodnocení vůně ve vzorcích pražených na 240 °C nebyla nalezena žádná významná korelace (Tab. 3.6), což je pravděpodobně způsobeno vysokým stupněm pražení a neodborností hodnotitelů. Podle nich více praženým kávám dominovala spálená vůně, která nejspíše zabránila identifikaci dalších jiných vůní. Podle chemické analýzy se ale v těchto vzorcích vyskytovalo minimum aromatických látek způsobujících spálenou vůni. Výsledky pro hodnocení chutě ve vzorcích pražených na 240 °C jsou obdobné (Tab. 3.7).

Tabulka 3.8 srovnává tyto proměnné: koncentrace sacharidů, hodnocení sladkosti v sensorické analýze, hodnotu pH a hodnocení kyselost a hořkosti v sensorické analýze. Statisticky významnou korelaci mezi koncentrací sacharidů a sensorickým hodnocením sladkosti se nalézt nepodařilo, stejně tak u hodnoty pH a sensorickým hodnocením kyselosti. Statisticky významná korelace byla však nalezena mezi parametry hořkost a koncentrace sacharidů a hořkost a sladkost. Z toho vyplývá, že čím větší hořkost přisoudili hodnotitelé vzorku, tím mu přiřadili nižší sladkost a tím menší obsah sacharidů vzorek obsahoval. Také čím byl vzorek hodnocen jako více hořký, tím byla vyšší hodnota pH. Vzájemný vztah je také patrný mezi parametry sladkost a kyselost (čím více byl vzorek pro hodnotitele sladší, tím méně byl kyselý). Poslední významnou korelaci lze nalézt mezi parametry pH a a koncentrace sacharidů. Z toho vyplývá že se zvyšující se koncentrací sacharidů klesá pH.

Na základě analýzy PCA se podařilo od sebe odlišit kávy pražené na 210 °C a na 240 °C. V grafu 3.21 lze zaznamenat, že projekce vzorků pražených na 210 °C byla pozorována v oblasti PCA grafu s negativním skóre u komponenty F1. Negativní korelaci s komponentou F1 vykazují parametry sladkost a sacharidy. Z toho vyplývá že tyto vzorky obsahují větší koncentrace sacharidů a zároveň jsou posuzovateli hodnoceny jako více sladké. Naproti tomu projekce vzorků pražených na 240 °C byla pozorována v oblasti PCA grafu s pozitivním skóre pro komponentu F1, kde je korelace s parametrem hořkost. Kyselost a pH spolu příliš nekorelují. Podle sensorické analýzy ani podle chemické analýzy se nepodařilo od sebe odlišit kávy různého geografického původu, což je pravděpodobně způsobeno neodborností hodnotitelů.

4 Závěr

Cílem této práce bylo pražení kávy a provedení základní chemické analýzy a senzorické analýzy 17 druhů káv různého geografického původu a srovnání výsledků těchto měření. Vzorky kávy pocházely z kontinentů Afrika, Asie a Jižní Amerika a jednalo se jak o druhy *Coffea arabica*, tak i *Coffea canephora*.

Pražení každého vzorku probíhalo v pražičce Gene Cafe CBR 101 při dvou stupních, u prvního stupně byla použita teplota 210 °C, u druhého stupně teplota 240 °C. V obou případech byla zvolena stejná doba pražení, a to 14 minut.

Byla provedena analýza sacharidů glukózy, fruktózy a sacharózy pomocí kapalinové chromatografie, analýza aromatických látek pomocí plynové chromatografie a potenciometrické měření pH.

Senzorická analýza probíhala ve dnech 18. 2. 2019 až 1. 3. 2019. Jednotlivých senzorických hodnocení se zúčastnilo 6 až 13 hodnotitelů, kteří zhodnotili 6 až 14 vzorků kávy. Posuzovateli byli jak studenti a zaměstnanci Fakulty chemické VUT v Brně, tak i osoby externí. Výsledky byly zaznamenávány do předem připraveného dotazníku.

Na základě získaných dat chemické a senzorické analýzy byly dokázány statisticky významné rozdíly mezi kávou praženou na 210 °C a na 240 °C. Rozdíl byl zaznamenán v obsahu sacharidů, kdy při nižším stupni pražení poklesla koncentrace přibližně o jeden řád, zatímco při vyšším stupni pražení byly rozloženy téměř všechny sacharidy, což ale hodnotiteli nebylo nijak významně zaznamenáno. Dále byl zjištěn nárůst hodnoty pH při vyšším stupni pražení způsobený pravděpodobně degradací organických kyselin působením příliš vysoké teploty a také přítomností pufrálně působících látek v roztoku. Tento rozdíl mezi oběma stupni pražení nebyl hodnotiteli zaznamenán. Z měření pomocí plynové chromatografie bylo zjištěno, že při vyšším stupni pražení vzniká více aromatických látek, to se ale nijak neprojevovalo ve výsledcích senzorické analýzy. Většina posuzovatelů hodnotila více pražené vzorky jako „spálené“. Vůně, respektive chuť získaná pražením při vyšší teplotě byla pravděpodobně tak intenzivní, že znemožnila identifikaci dalších vůní nebo chutí. Z aromatických látek byly zastoupeny nejvíce ty, které zapříčiňují oříškovou vůni a chuť, což bylo zaznamenáno i ve výsledcích senzorické analýzy, kdy byla tato vůně a chuť uváděna nejčastěji. Pomocí chemické ani senzorické analýzy se nepodařilo rozdělit vzorky kávy podle geografických oblastí, ze kterých pochází. Značné rozdíly mezi výsledky jednotlivých analýz jsou s největší pravděpodobností způsobeny panelem hodnotitelů, který byl tvořen téměř výhradně laiky.

Literatura

- [1] BUTT, Masood Sadiq a M. Tauseef SULTAN. Coffee and its Consumption: Benefits and Risks. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2011, **51**(4), 363-373. DOI: 10.1080/10408390903586412. ISSN 1040-8398. Dostupné také z: <<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10408390903586412>>
- [2] AUGUSTÍN, Jozef. *U kávy o kávě a kávovinách*. V Brně: Jota, 2016. ISBN 978-80-7462-850-4
- [3] PÖSSL, Martin. *Káva jako životní styl*. 1. Praha: Grada, 2010. ISBN 978-80-247-2822-3.
- [4] UKERS, William H. *All about coffee*. 1. New York: The Tea and coffee trade journal company, 1922. ISBN 978-1540725264.
- [5] PATAY, Eva Brigitta, Luminița FRITEA, Andreea ANTONESCU, Angela ANTONESCU a Luciana DOBJANSCHI. Coffea arabica: A Plant with Rich Content in Caffeine. *The Question of Caffeine*. InTech, 2017, 2017-06-21. DOI: 10.5772/intechopen.68149. ISBN 978-953-51-3273-8. Dostupné také z: <<http://www.intechopen.com/books/the-question-of-caffeine/coffee-arabica-a-plant-with-rich-content-in-caffeine>>
- [6] Harvesting Coffee Beans. *Coffee Research* [online]. 2001-2006 [cit. 2019-02-08]. Dostupné z: <<http://www.coffeeresearch.org/agriculture/harvesting.htm>>
- [7] DAVIS, AARON P., RAFAEL GOVAERTS, DIANE M. BRIDSON a PIET STOFFELEN. An annotated taxonomic conspectus of the genus Coffea (Rubiaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society*. 2006, **152**(4), 465-512. DOI: 10.1111/j.1095-8339.2006.00584.x. ISSN 1095-8339. Dostupné také z: <<https://academic.oup.com/botlinnean/article-lookup/doi/10.1111/j.1095-8339.2006.00584.x>>.
- [8] VALÍČEK, Pavel. *Užitkové rostliny tropů a subtropů*. Vyd. 2., upr. a dopl. Praha: Academia, 2002. ISBN 80-200-0939-6.
- [9] CAPORASO, Nicola, Martin B. WHITWORTH, Stephen GREBBY a Ian D. FISK. Non-destructive analysis of sucrose, caffeine and trigonelline on single green coffee beans by hyperspectral imaging. *Food Research International*. 2018, 106, 193-203. DOI: 10.1016/j.foodres.2017.12.031. ISSN 09639969. Dostupné také z: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0963996917308852>>

- [10] DAVIES VESELÁ, Petra. *Velká kniha o kávě*. Praha: Smart Press, 2018. ISBN 978-80-88244-05-9.
- [11] *The Agronomy and Economy of Important Tree Crops of the Developing World*. Elsevier, 2010. ISBN 9780123846778. Dostupné také z: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780123846778000060>>
- [12] EVANGELISTA, Suzana Reis, Cristina Ferreira SILVA, Maria Gabriela Pedrozo da Cruz MIGUEL, Cecília de Souza CORDEIRO, Ana Carla Marques PINHEIRO, Whasley Ferreira DUARTE a Rosane Freitas SCHWAN. Improvement of coffee beverage quality by using selected yeasts strains during the fermentation in dry process. *Food Research International*. 2014, **61**, 183-195. DOI: 10.1016/j.foodres.2013.11.033. ISSN 09639969. Dostupné také z: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S096399691300642X>>
- [13] *International Cofffe Organization* [online]. [cit. 2019-02-10]. Dostupné z: <https://web.archive.org/web/20150316011430/http://www.ico.org/field_processing.asp>
- [14] DAVIES VESELÁ, Petra. *Knihka o kávě: průvodce světem kávy s recepty na její přípravu*. Praha: Smart Press, 2010. ISBN 978-80-87049-34-1.
- [15] FLAMENT, Ivon a Yvonne BESSIERE-THOMAS. *Coffee flavor chemistry*. New York: Wiley, c2002. ISBN 978-047-1720-386.
- [16] BAGDONAITE, K. a M. MURKOVIC. Factors affecting the formation of acrylamide in coffee: Benefits and Risks. *Czech Journal of Food Sciences*. 2004, **22**(SI - Chem. Reactions in Foods V), S22-S24. DOI: 10.17221/10604-CJFS. ISSN 12121800. Dostupné také z: <<http://doi.wiley.com/10.1002/mnfr.200500262>>
- [17] MURKOVIC, Michael a Nicole PICHLER. *Analysis of 5-hydroxymethylfurfual in coffee, dried fruits and urine*. 2006, **50**(9), 842-846. DOI: 10.1002/mnfr.200500262. ISSN 1613-4125. Dostupné také z: <<http://doi.wiley.com/10.1002/mnfr.200500262>>
- [18] GINZ, Michael, Hartmut H. BALZER, A. G. W. BRADBURY a Hans G. MAIER. Formation of aliphatic acids by carbohydrate degradation during roasting of coffee. *European Food Research and Technology*. 2000, **211**(6), 404-410. DOI: 10.1007/s002170000215. ISSN 1438-2377. Dostupné také z: <<http://link.springer.com/10.1007/s002170000215>>
- [19] LUDWIG, Iziar A., Michael N. CLIFFORD, Michael E. J. LEAN, Hiroshi ASHIHARA a Alan CROZIER. Coffee: biochemistry and potential impact on

- health. *Food Funct.* 2014, **5**(8), 1695-1717. DOI: 10.1039/C4FO00042K. ISSN 2042-6496. Dostupné také z: <<http://xlink.rsc.org/?DOI=C4F000042K>>
- [20] CAPORASO, Nicola, Martin B. WHITWORTH, Stephen GREBBY a Ian D. FISK. Non-destructive analysis of sucrose, caffeine and trigonelline on single green coffee beans by hyperspectral imaging. *Food Research International*. 2018, **106**, 193-203. DOI: 10.1016/j.foodres.2017.12.031. ISSN 09639969. Dostupné také z: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0963996917308852>>
- [21] KLOUDA, Pavel. *Moderní analytické metody*. Třetí, upravené vydání. Ostrava: Pavel Klouda - nakladatelství Pavko, 2016. ISBN 978-80-86369-22-8.
- [22] PROCHÁZKOVÁ, Dana. Mikroextrakce na tuhou fázi a stanovení obsahu analytů. *Chemické listy*. 2002, **96**, 827-852.
- [23] *Sensory Analysis For Food And Beverage Quality Control: A Practical Guide*. 2010. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 2010. ISBN 9780081014677.
- [24] POKORNÝ, Jan, Zdeňka PANOVSKÁ a Helena VALENTOVÁ. *Sensorická analýza potravin*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 1998. ISBN 80-708-0329-0.
- [25] POKORNÝ, Jan, Helena VALENTOVÁ a František PUDIL. *Sensorická analýza potravin: laboratorní cvičení*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 1997. ISBN 80-708-0278-2.
- [26] *The Good Scents Company Information System* [online]. The Good Scents Company (tgsc), c1980-2018 [cit. 2019-05-17]. Dostupné z: <<http://www.thegoodscentscopy.com/index.html>>

Seznam příloh

A	Dotazník pro senzorickou analýzu	59
B	Grafy srovnávající výsledky SA a GC	61

A Dotazník pro senzorickou analýzu

Vážení hodnotitelé,
zhodnoťte, prosím, předložené vzorky s použitím následujících stupnic.

Děkuji za spolupráci.

Jméno:	Věk:	Datum:
Označení vzorku:	Hodina:	

Jak často pijete kávu?

- a. Kávu piju každý den
- b. Kávu piju občas
- c. Nepiju kávu

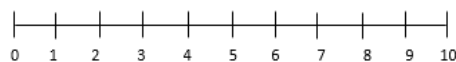
Kouříte?

- a. Ano
- b. Ne

VŮŇĚ (ovoce, květiny, oříšky, čokoláda, spálená)

.....

INTENZITA VŮŇĚ



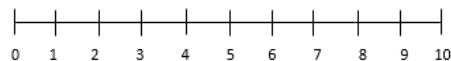
Žádná

Velmi silná

CHUŤ (ovoce, květiny, oříšky, čokoláda, spálená)

.....

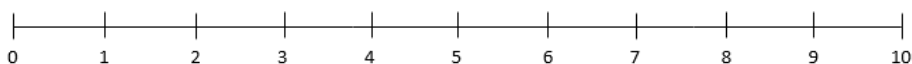
INTENZITA CHUTI



Žádná

Velmi silná

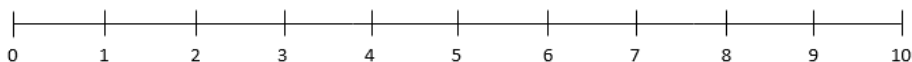
HOŘKOST



Žádná

Velmi silná

KYSELOST



Žádná

Velmi silná

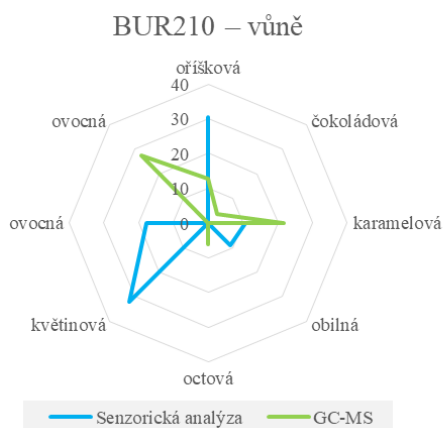
SLADKOST



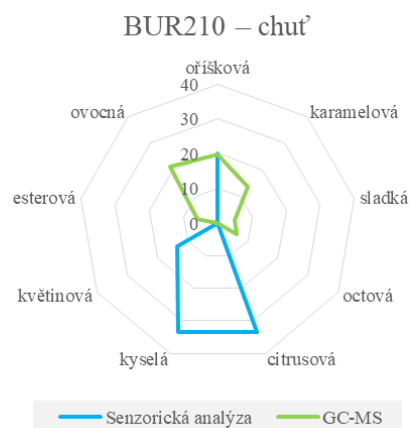
Žádná

Velmi silná

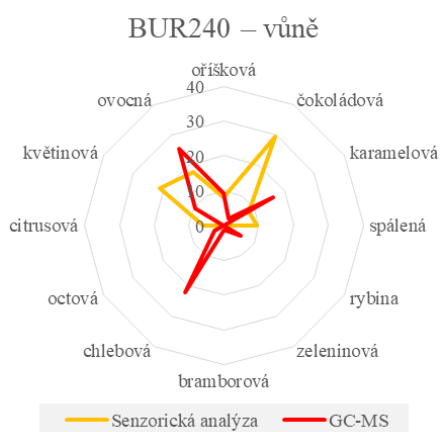
B Grafy srovnávající výsledky SA a GC



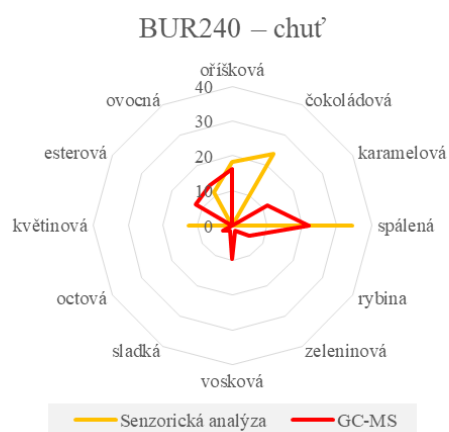
Obr. B.1: BUR210, vůně



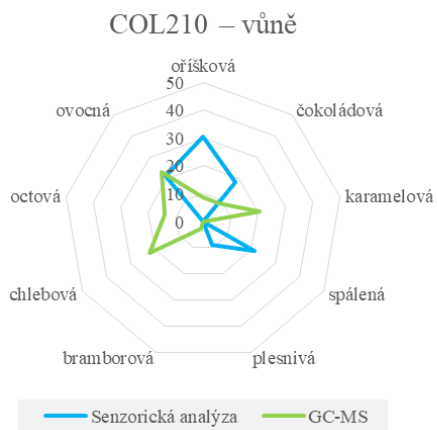
Obr. B.2: BUR210, chuť



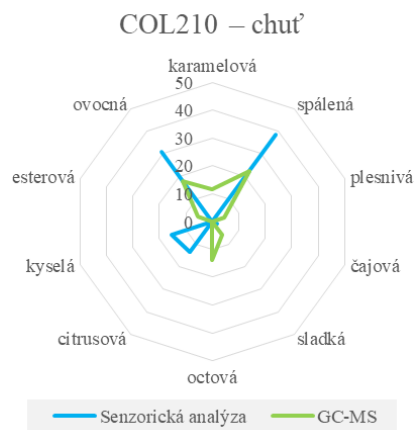
Obr. B.3: BUR240, vůně



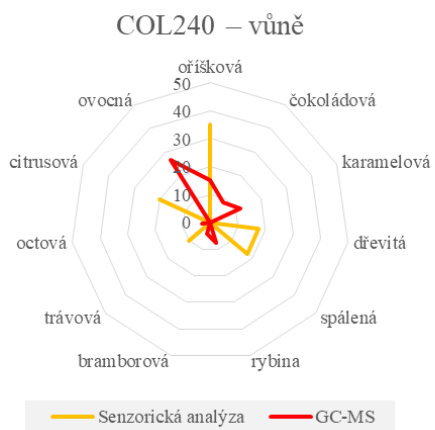
Obr. B.4: BUR240, chuť



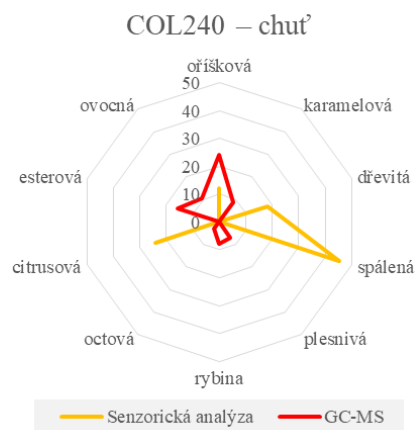
Obr. B.5: COL210, vůně



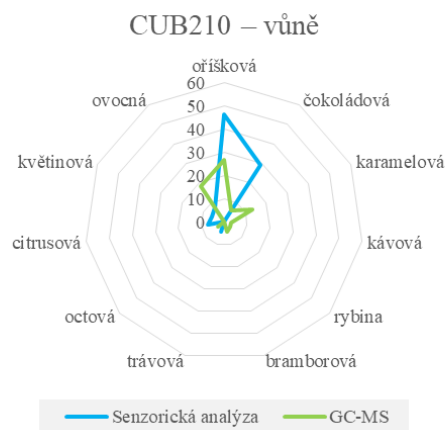
Obr. B.6: COL210, chuť



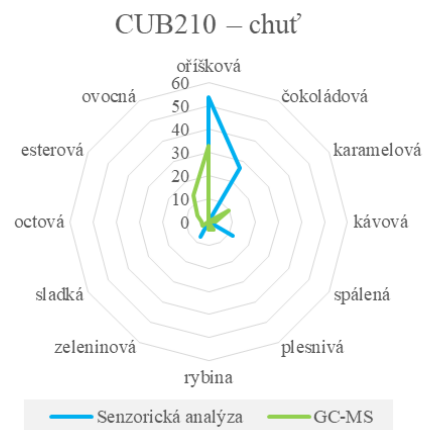
Obr. B.7: COL240, vůně



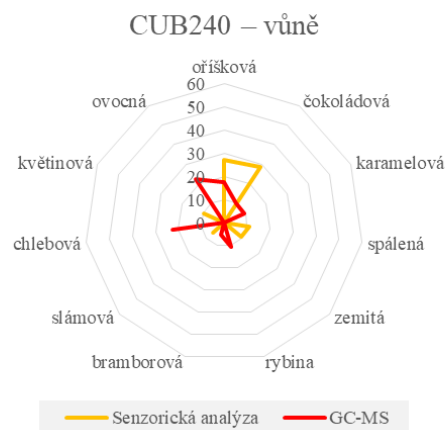
Obr. B.8: COL240, chuť



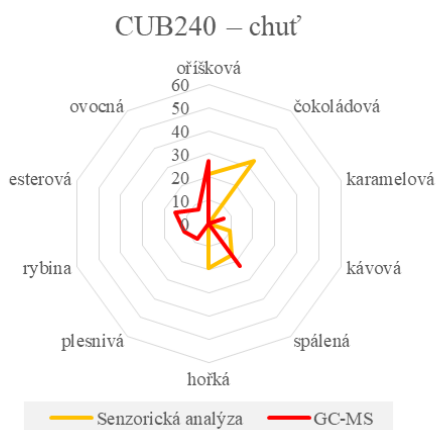
Obr. B.9: CUB210, vůně



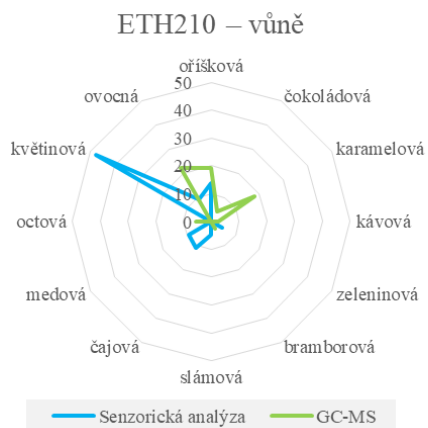
Obr. B.10: CUB210, chuť



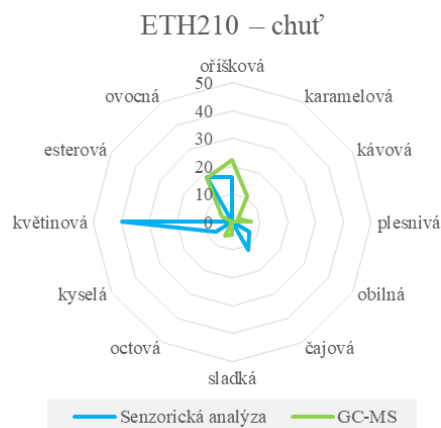
Obr. B.11: CUB240, vůně



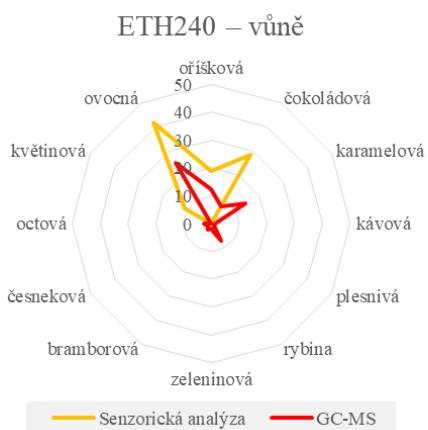
Obr. B.12: CUB240, chuť



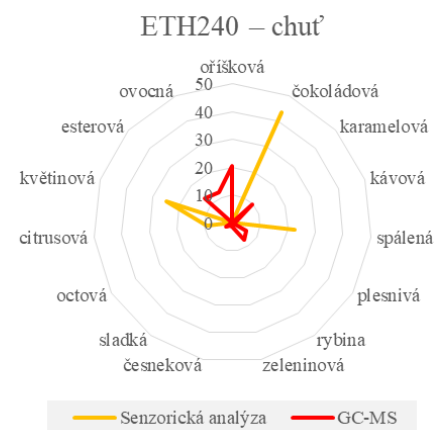
Obr. B.13: ETH210, vůně



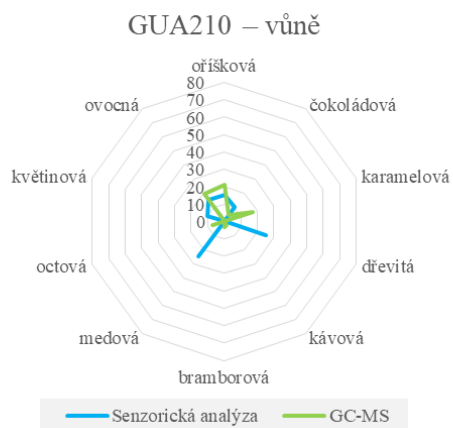
Obr. B.14: ETH210, chuť



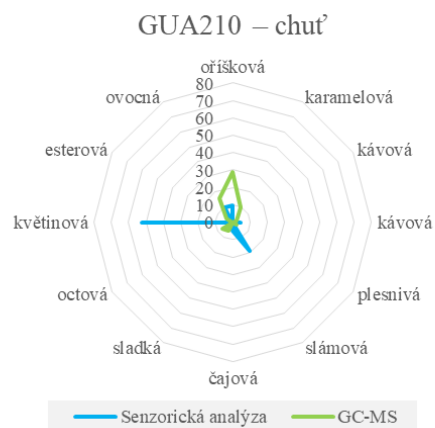
Obr. B.15: ETH240, vůně



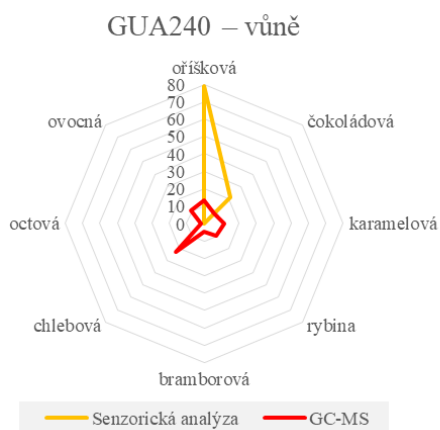
Obr. B.16: ETH240, chuť



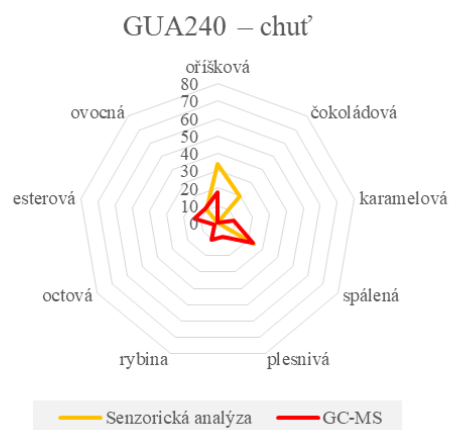
Obr. B.17: GUA210, vůně



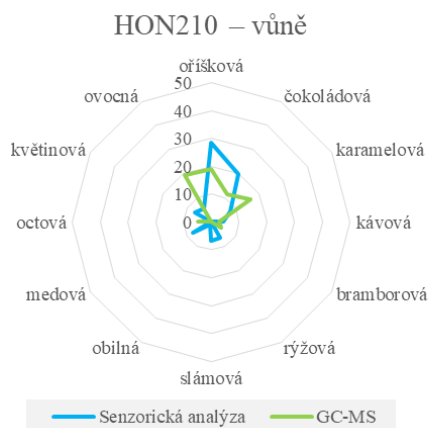
Obr. B.18: GUA210, chuť



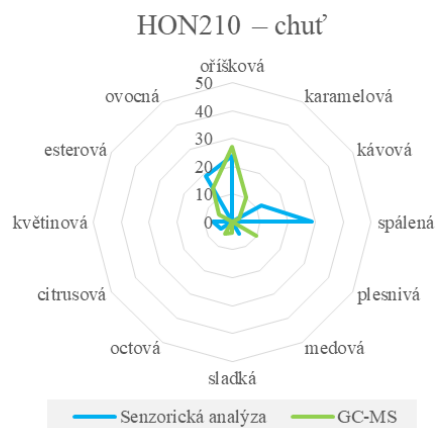
Obr. B.19: GUA240, vůně



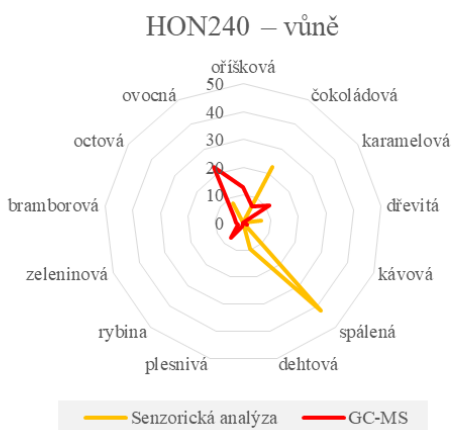
Obr. B.20: GUA240, chuť



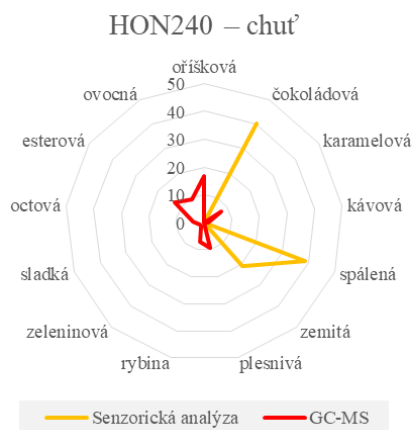
Obr. B.21: HON210, vůně



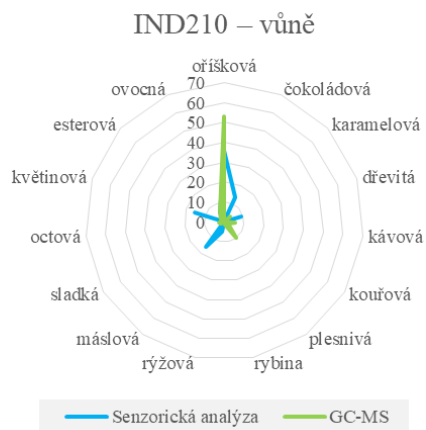
Obr. B.22: HON210, chuť



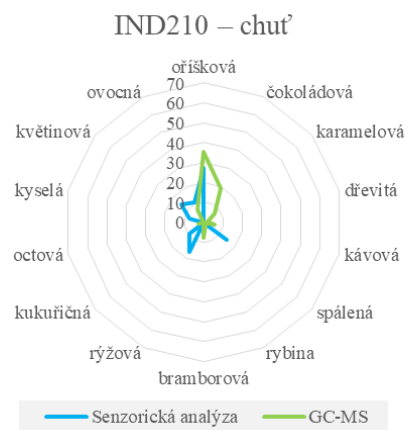
Obr. B.23: HON240, vůně



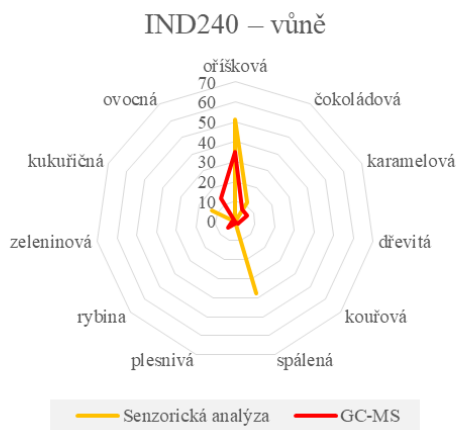
Obr. B.24: HON240, chuť



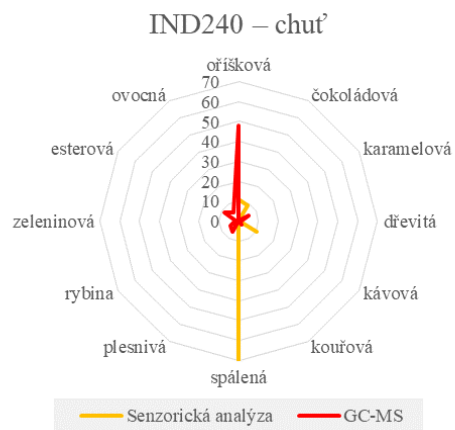
Obr. B.25: IND210, vůně



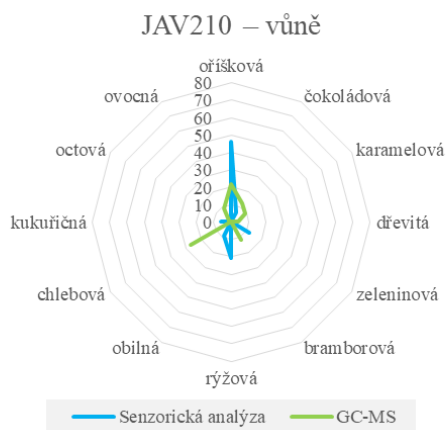
Obr. B.26: IND210, chuť



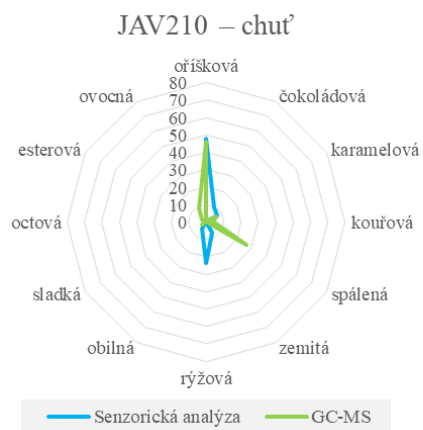
Obr. B.27: IND240, vůně



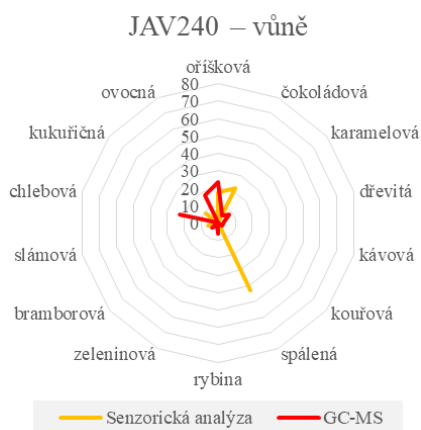
Obr. B.28: IND240, chuť



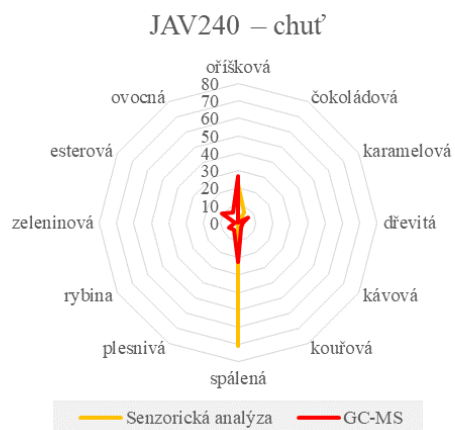
Obr. B.29: JAV210, vůně



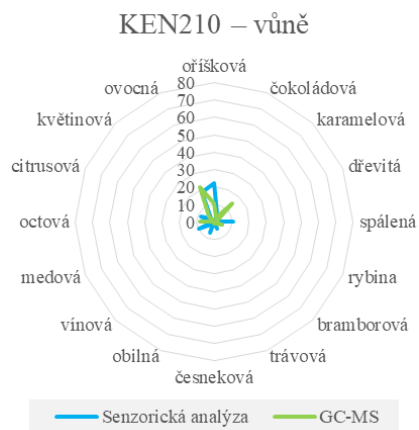
Obr. B.30: JAV210, chuť



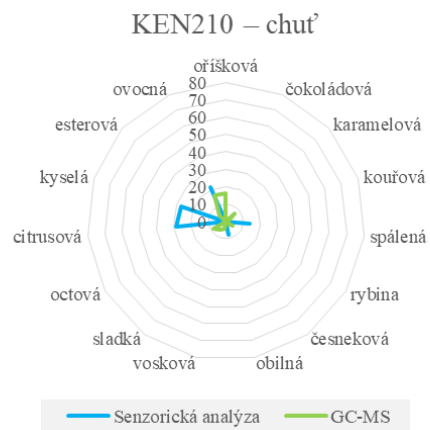
Obr. B.31: JAV240, vůně



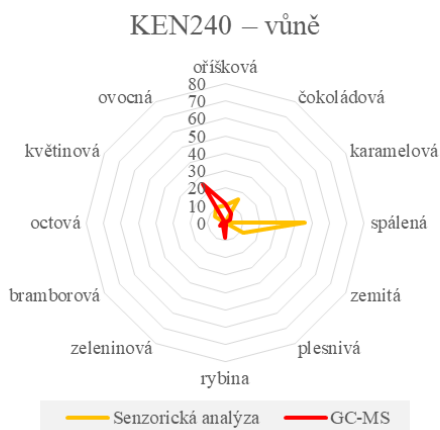
Obr. B.32: JAV240, chuť



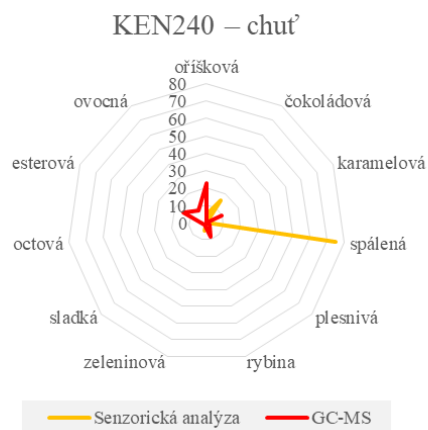
Obr. B.33: KEN210, vůně



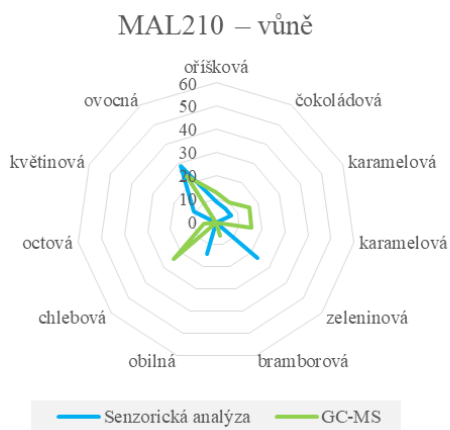
Obr. B.34: KEN210, chuť



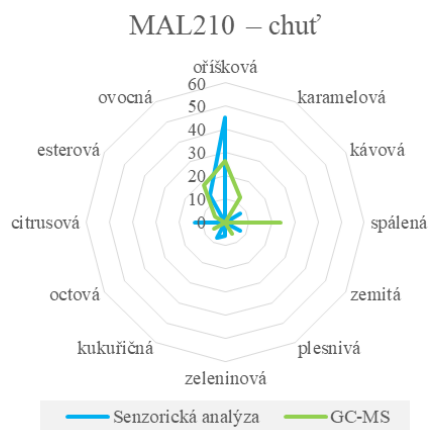
Obr. B.35: KEN240, vůně



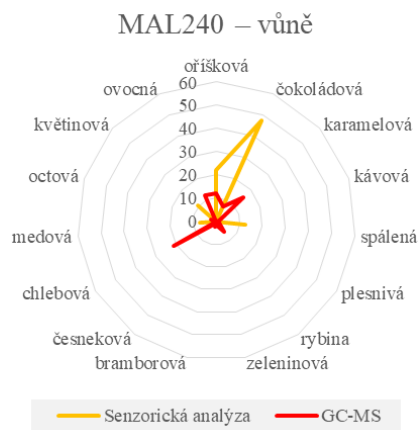
Obr. B.36: KEN240, chuť



Obr. B.37: MAL210, vůně



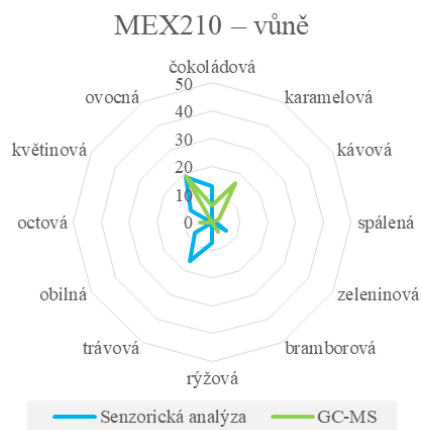
Obr. B.38: MAL210, chuť



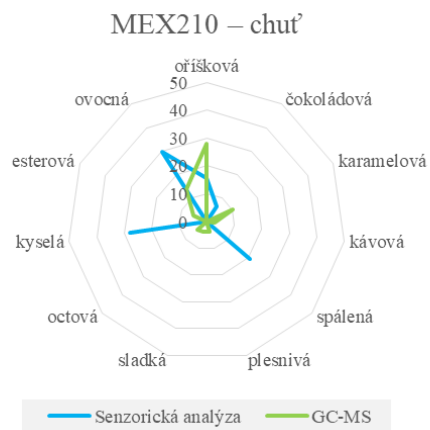
Obr. B.39: MAL240, vůně



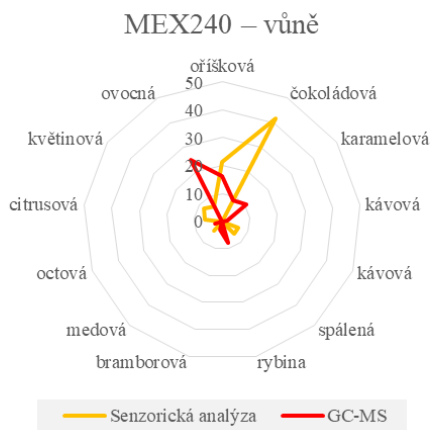
Obr. B.40: MAL240, chuť



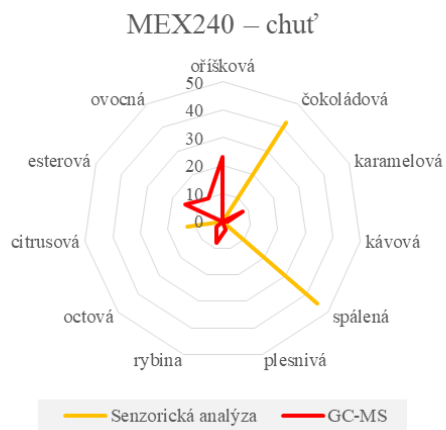
Obr. B.41: MEX210, vůně



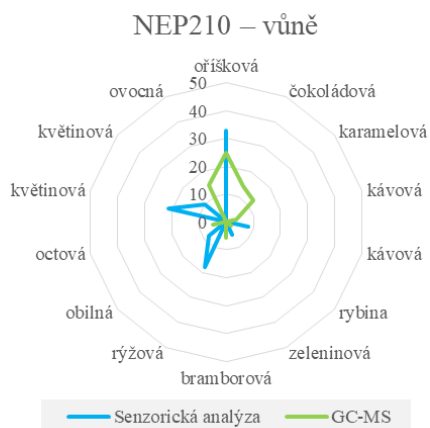
Obr. B.42: MEX210, chuť



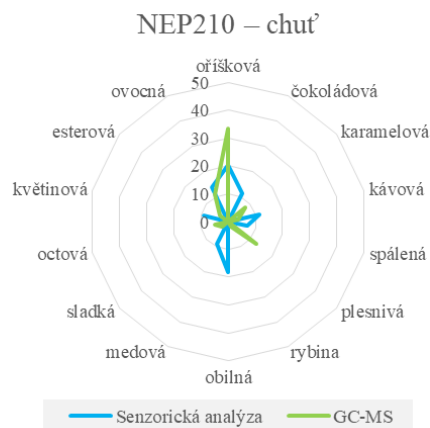
Obr. B.43: MEX240, vůně



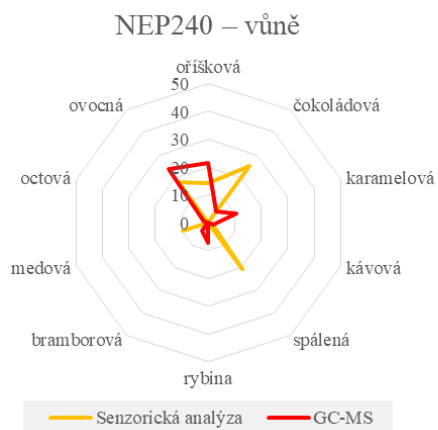
Obr. B.44: MEX240, chuť



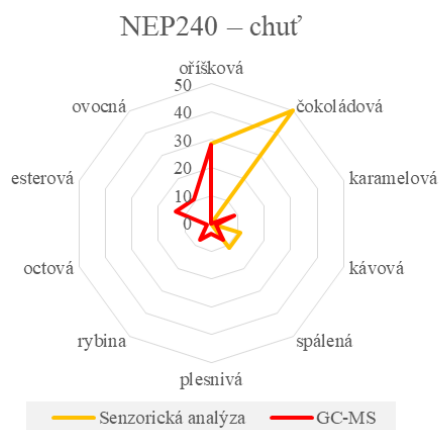
Obr. B.45: NEP210, vůně



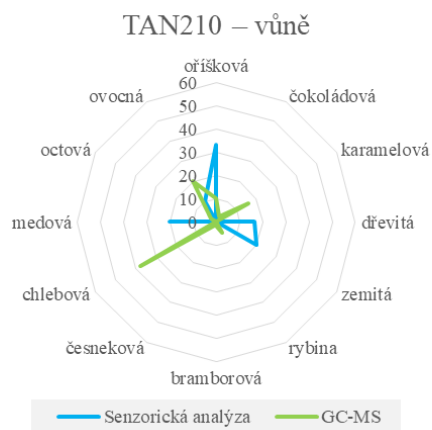
Obr. B.46: NEP210, chuť



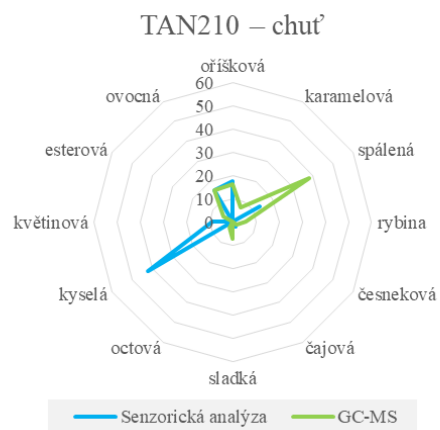
Obr. B.47: NEP240, vůně



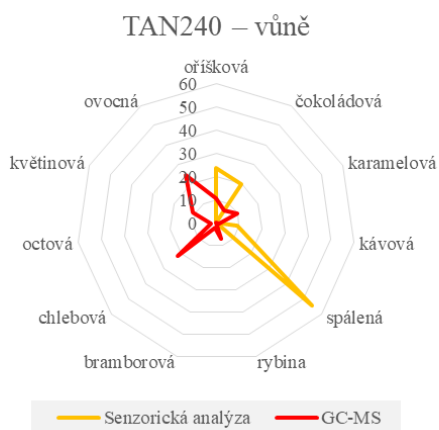
Obr. B.48: NEP240, chuť



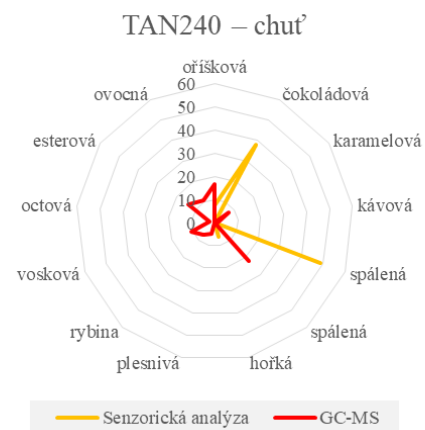
Obr. B.49: TAN210, vůně



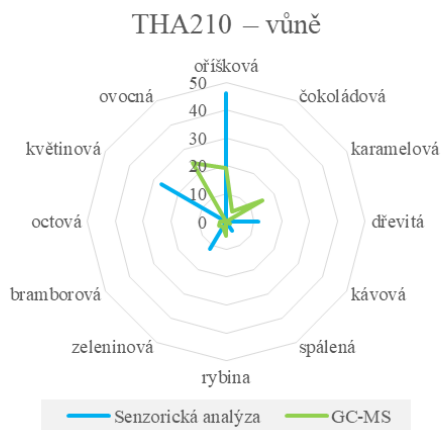
Obr. B.50: TAN210, chuť



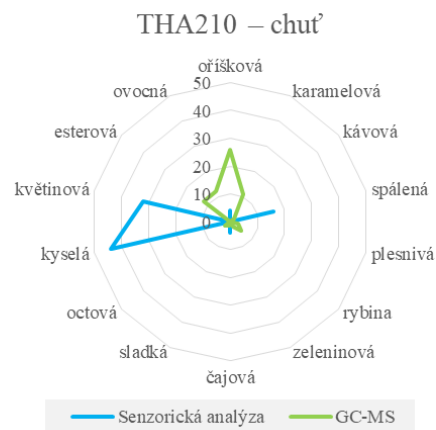
Obr. B.51: TAN240, vůně



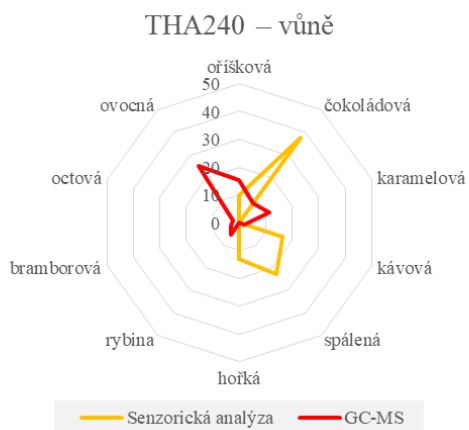
Obr. B.52: TAN240, chuť



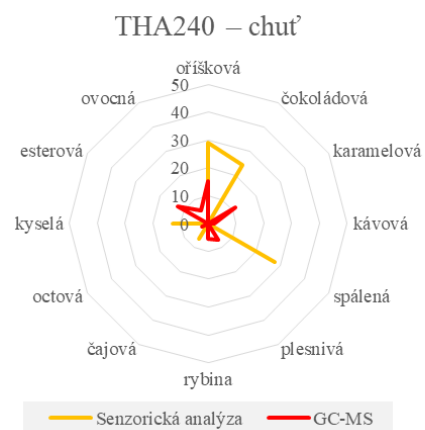
Obr. B.53: THA210, vůně



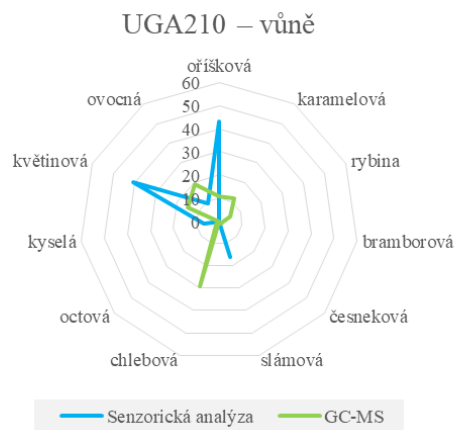
Obr. B.54: THA210, chuť



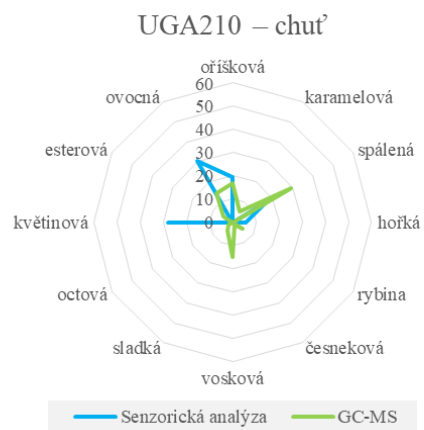
Obr. B.55: THA240, vůně



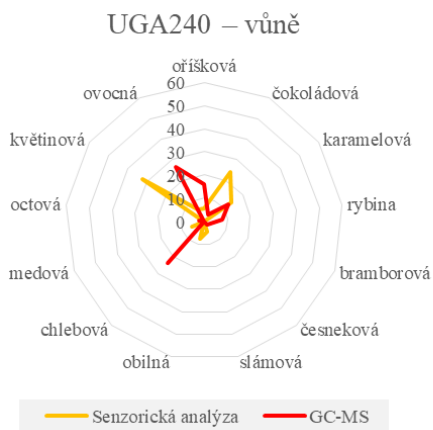
Obr. B.56: THA240, chuť



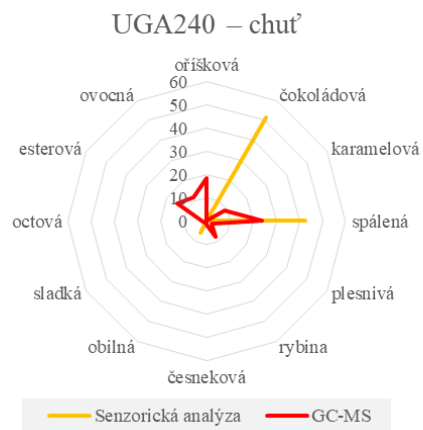
Obr. B.57: UGA210, vůně



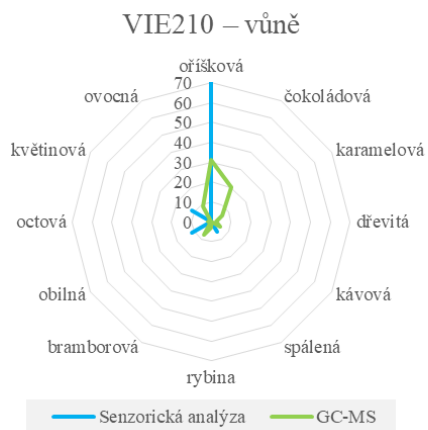
Obr. B.58: UGA210, chuť



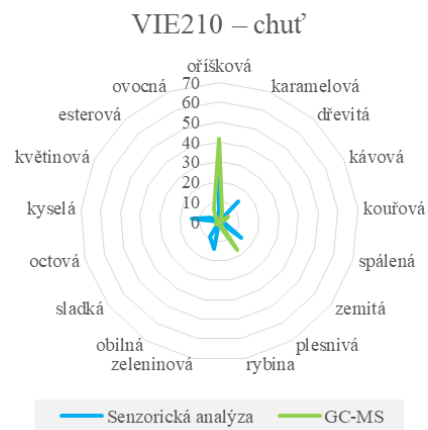
Obr. B.59: UGA240, vůně



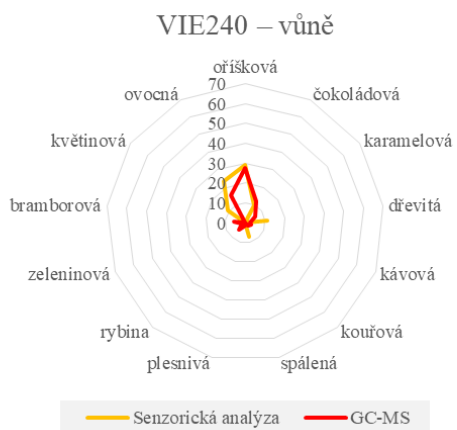
Obr. B.60: UGA240, chuť



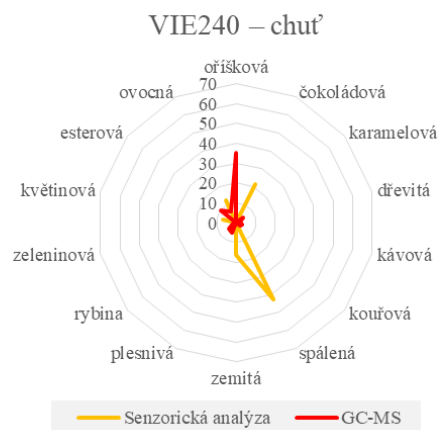
Obr. B.61: VIE210, vůně



Obr. B.62: VIE210, chuť



Obr. B.63: VIE240, vůně



Obr. B.64: VIE240, chuť