

**MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ
AGRONOMICKÁ FAKULTA**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

BRNO 2015

MARTINA MÜLLEROVÁ



**Sledování jakostních parametrů pražené kávy během
skladování v závislosti na balení**

Diplomová práce

Vedoucí práce:
Ing. Miroslav Jůzl, Ph.D.

Vypracovala:
Martina Müllerová

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Sledování jakostních parametrů pražené kávy během skladování v závislosti na balení vypracovala samostatně a použila jen pramenů, které cituji a uvádím v příloženém seznamu literatury.

Diplomová práce je školním dílem a může být použita ke komerčním účelům jen se souhlasem vedoucího diplomové práce a děkana Agronomické fakulty Mendelovy univerzity v Brně.

dne

Podpis

Poděkování:

Ráda bych poděkovala Ing. Miroslavu Jůzlovi Ph.D. za odborné vedení této diplomové práce a spolupráci při náročném provádění analýz a zpracování výsledků. Dále bych ráda poděkovala Ing. Lukáši Dvořákovi za spolupráci na zpracování výsledků, Ing. Tomáši Gregorovi, Ph.D., RNDr., Aleně Ansorgové, Ph.D., Ing. Janě Simonové, Ph.D., Ing. Marii Bartákové, Ph.D., RNDr. Evě Dvořáčkové, Ph.D. a Mgr. Lucii Chromcové, Ph.D. za spolupráci na provádění analýz. Poděkování patří pražírně Gill's coffee za spolupráci při poskytnutí kávy, jmenovitě panu Janu Košťálovi. Také bych ráda poděkovala panu Petru Košťálovi a Tomáši Hudcovi z Coffee Source za umožnění odborné prohlídky pražírny a poskytnuté informace, stejně tak bych ráda poděkovala za odborné zodpovězení mých dotazů Václavu Marešovi, Milanu Břečkovi, Karlu Pejškovi ml., Martinu Třešňákovi, Petře Varmužové, Anetě a Pavlovi Vodrážkovým, Jaroslavu Hrstkovi, Jiřímu Práškoví a Michaele Schovankové.

Abstrakt:

V této práci byly podrobeny tři druhy kávy analýzám, kde se zjišťovalo množství kofeinu, sumy polyfenolů, barva, senzorycké vlastnosti a měřila se spektra pomocí blízké infračervené spektroskopie. Analýza byla provedena po upražení káv. Kávy se pak zabalily do tří různých druhů obalů – papír, obal s jednocestným ventilem a do vakua, každá série těchto vzorků byla uložena ve třech různých podmínkách – normální podmínky (20 °C, 40% vlhkost), chladnička (4-6 °C, 80% vlhkost) a variabilní podmínky (15-30 °C, 40-60% vlhkost). Po třech, šesti a devíti měsících se pak prováděla měření znovu u všech vzorků. Následně se vyhodnocovaly rozdíly mezi výchozími vzorky a výsledky v průběhu času a výsledky se porovnávaly. Bylo zjištěno, že kvalita kávy se prudce po třech měsících snižuje, kofein v průběhu času mírně klesá. Suma polyfenolů prudce klesá po 3 měsících a dále je jejich hodnota na podobné hladině. Barva kávy se nejvíce mění po 3 a 6 měsících a pak se přibližuje k původní hladině.

Klíčová slova: káva, kofein, polyfenoly, barva, blízká červená spektroskopie, čas, balení, skladování

Abstract:

There were analyzed the amount of caffeine, amounts of polyphenols, color, sensory properties and the spectra were measured using near infrared spectroscopy in three kinds of coffee. Analyses were made after roasting coffees. The coffee was then packaged into three different types of packaging - paper, package with one-way valve and into a vacuum package, each series of samples were stored in three different conditions - normal conditions (20 °C, 40% RH), a fridge (4-6 °C, 80% RH) and variable conditions (15-30 °C, 40-60% RH). After three, six and nine months was then carried out analyses for all samples. Subsequently the differences between the baseline sample and the results in different time were evaluated and the results were compared. It was found out that coffee quality sharply decreased after three months, caffeine over time decreased slightly. Sum of polyphenols sharply decreasesd after 3 months and their value was at a similar level. The color of the coffee changed after 3 and 6 months rapidly, but then the colour approached the original surface.

Keywords: coffee, caffeine, polyphenols, color, near the red spectroscopy, time, packaging, storage

1 ÚVOD.....	9
2 CÍL PRÁCE.....	10
3 LITERÁRNÍ PŘEHLED	11
3.1 KÁVA.....	11
3.1.1 Kávovník.....	11
3.1.2 Druhy kávovníků	11
3.1.2.1 Coffea arabica	12
3.1.2.2 Coffea canephora	12
3.2 KVALITA KÁVY	12
3.3 ŽIVOTNOST KÁVY	13
3.4 BALENÍ KÁVY.....	15
3.4.1 Balení zelené kávy	15
3.4.2 Balení pražené kávy.....	15
3.4.1 Druhy balení kávy.....	17
3.4.1.1 Tvrdá balení	17
3.4.1.2 Měkká balení.....	17
3.4.1.3 Plechovky.....	19
3.4.1.4 Další možnosti balení.....	19
3.5 PRAŽENÍ KÁVY	19
3.5.1 Vývoj	20
3.5.2 Vlivy na pražení.....	20
3.5.2.1 Vlastnosti zrna	20
3.5.2.2 Pražicí podmínky	21
3.5.2. Průběh pražení	21
3.5.3 Chemické reakce.....	22
3.6 HODNOCENÍ JAKOSTI.....	23
3.6.1 Zelená káva	23
3.6.2 Pražená káva	25
3.6.3 Hodnocení nápoje	26
3.7 SLEDOVANÉ JAKOSTNÍ PARAMETRY A VYUŽITÍ METOD	27

3.7.1	Senzorická analýza	27
3.7.2	Instrumentální analýza	29
3.7.2.1	Barva kávy	29
3.7.2.2	Vysokoúčinná kapalinová chromatografie	33
	KOFEIN	34
3.7.2.3	Blízká červená spektroskopie (NIR).....	35
4	MATERIÁL A METODIKA	39
4.1	KÁVA.....	39
4.1.1	Monsooned Malabar AA	39
4.1.2	Costa Rica finca San Luis	39
4.1.3	El Salvador La Divina Providencia	40
4.2	STANOVENÍ FENOLŮ V KÁVĚ	41
4.3	STANOVENÍ KOFEINU V KÁVĚ.....	42
4.4	STANOVENÍ BARVY KÁVY	42
4.5	SENZORICKÉ HODNOCENÍ KÁVY	43
4.6	HODNOCENÍ KÁV POMOCÍ BLÍZKÉ ČERVENÉ SPEKTROSKOPIE	43
5	VÝSLEDKY A DISKUZE.....	44
5.1	STANOVENÍ KOFEINU	44
5.1.1	Změna kofeinu v závislosti na skladování	45
5.1.2	Změna kofeinu v závislosti na balení	46
5.1.3	Změna kofeinu v závislosti na čase	47
5.2	STANOVENÍ FENOLŮ.....	48
5.3	STANOVENÍ BARVY	49
5.3.1	Hodnocení rozdílu mezi druhy káv.....	49
5.3.2	Hodnocení rozdílu barvy z časového hlediska	49
5.3.3	Hodnocení rozdílu barvy mezi režimy skladování a typem balení.....	50
5.4	VYUŽITÍ NIR SPEKTROSKOPIE PRO KALIBRACI A ROZLIŠENÍ KÁV.....	51
5.4.1	Kalibrace káv pro kofein a polyfenoly	51
5.4.2	Rozlišení káv pomocí spekter	52
5.4.2.1	Kávy podle původu	52

5.4.2.3	Hodnocení časového hlediska.....	54
5.5	SENZORICKÉ HODNOCENÍ KÁVY	56
5.5.1	Senzorické hodnocení rozdílů mezi jednotlivými druhy káv	56
5.5.2	Hodnocení káv z časového hlediska	56
5.5.3	Hodnocení jednotlivých deskriptorů.....	57
5.5.3.1	Plnost vůně před zalitím kávy.....	57
5.5.3.2	Příjemnost vůně před zalitím kávy	57
5.5.3.3	Plnost vůně po zalití.....	58
5.5.3.4	Příjemnost vůně po zalití kávy.....	59
5.5.3.5	Plnost chutě.....	59
5.5.3.6	Intenzita kyselosti	60
5.5.3.7	Hořkost.....	60
5.5.3.8	Příjemnost chutě	60
6	ZÁVĚR.....	62
7	SEZNAM LITERATURY.....	65
8	SEZNAM OBRÁZKŮ	70
9	PŘÍLOHY	72
10	SEZNAMPŘÍLOH.....	79

1 ÚVOD

Pití kávy patří mezi každodenní rituály mnoha lidí po celém světě. Člověk ji pije pro její povzbuzující účinky, ale bere ji i jako formu relaxace a uklidnění. V mnoha domácnostech se proto setkáváme s kávou mletou, zrnkovou nebo oblíbenou rozpustnou.

Dávno pryč jsou doby, kdy se pro kávu chodívalo do koloniálu a káva se mlela v mlýncích dnes zdobících horní police kuchyňských linek a antikvariátů, stejně tak je naštěstí minulostí nákup zrnkového Standardu, který se mlel ještě v prodejně ve veřejném mlýnku. V devadesátých letech se v obchodních řetězcích, kavárnách a dalších restauračních zařízeních začala objevovat káva zahraniční, obzvláště oblíbenou se stala káva italská, tmavě pražená. Svoje místo na trhu si našla také káva rozpustná. Co se přípravy kávy týče, na významu začala nabývat příprava kávy v překapávacích kávovarech nebo domácích presovačích.

V poslední době se jak v domácím, tak kavárenském prostředí začíná uplatňovat alternativní příprava kávy. Jedná se především o frenchpressy, aeropressy, chemex či vacuum pot připomínající (i svým názvem) chemické vybavení. Dá se tedy říci, že se v České republice začíná v současné době stávat kávová kultura fenoménem. Tomu napomáhá vznik nespočtu malých českých pražírén (jdoucí proti vkusu průmyslově vyráběných káv), které praží kávu na světlo a zaměřují se především na kávu výběrovou, čehož využívají kavárny i obyčejní spotřebitelé. Můžeme obecně konstatovat, že takovouto kávu vyhledávají konzumenti hledající kvalitu. Nicméně stále vysoké procento lidí upřednostňuje průmyslově vyráběnou kávu různých, ale spíše horších kvalit, většinou mletou, rozpustnou či v neposlední řadě hojně populární kapslovou kávu do automatických kávovarů.

Kávu zakoupenou v obchodě nebo v pražírně pak lidé uchovávají v různých krabičkách, pytlících či dózách. Způsob skladování, forma obalu a délka tohoto skladování má na kvalitu kávy značný vliv.

V této práci se budu věnovat tomu, jak délka skladování, místo, kde je káva skladována, a obal, ve kterém je uložena, kvalitu kávy ovlivňuje. Nevhodným skladováním se totiž káva může zcela znehodnotit. Mezi sledované ukazatele, jimž je věnována v této práci pozornost, patří barva, senzorická jakost, množství kofeinu, fenolů a polyfenolů v průběhu času.

2 CÍL PRÁCE

Cílem práce je zjistit, jaký vliv mají skladovací podmínky, způsob balení a délka skladování na jakost kávy. Všechny kávy budou podrobeny analýzám každé tři měsíce po dobu 9 měsíců. Hodnotit se bude senzorická analýza, množství kofeinu, fenolů a barva kávy. K vyhodnocení těchto parametrů bude použita metoda vysokoúčinné kapalinové chromatografie a měření pomocí spektroskopů. Výsledky se mezi sebou porovnají a vyhodnotí se, zda tyto parametry měly na kávu podstatný vliv či ne.

3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

3.1 Káva

Zelenou kávou se rozumí dle vyhlášky Ministerstva zemědělství č. 330/1997 Sb. (ve znění 78/2003 Sb.) sušená semena kávovníku rodu *Coffea* zbavená pergamenové slupky. Pražená káva je podle této vyhlášky výrobek získaný pražením zelené kávy.

3.1.1 Kávovník

Kávovník se řadí mezi ovocné dřeviny. Výška kávovníků na plantážích bývá malá, ovšem může sahat až k patnácti metrům. Kávovník patří do čeledi mořenovitých (*Rubiaceae*). Tato čeleď zahrnuje asi 500 rodů a 6000 druhů. Květy kávovníku jsou bílé a dozrávají do červeného, někdy žlutého i oranžového plodu, který se nazývá kávová třešeň. (Esquivel a Jiménez, 2011). Rostlina se sklízí několikrát do roka, přičemž může zároveň kvést i dozrávat (Veselá, 2010).

Zrno je chráněno pěti vrstvami, které se během procesu zpracování postupně odstraňují. Povrchová slupka (*exokarp*, *epikarp*) určuje barvu třešně. Pod ní se nachází dužnatá vrstva tlustá 0,5 – 2 mm (*mesokarp*). Následuje tvrdá slupka, u které je třeba, aby se mechanicky odstranila. Poslední vrstvou je tzv. stříbrná slupka (*integument*) (Tuček, 2009).

K první sklizni dochází asi 4 roky po výsadbě, nejlepší úroda bývá většinou až po deseti letech a trvá dalších 20 - 30 let. Za rok je možné sklídit z jedné rostliny 0,5 – 1 kg surových plodů (Brzoňová, 2012).

Kávovník se pěstuje v tropických a subtropických oblastech. Největším producentem kávy je celosvětově již dlouhou dobu Brazílie, hned za ní můžeme nalézt Vietnam, Indonésii, Kolumbii a Etiopii (Statista, 2013).

3.1.2 Druhy kávovníků

Pro potravinářské účely se pěstují zejména dva druhy kávovníku, a to Arabika (*Coffea arabica*) a Robusta (*Coffea canephora*). Kávovníků ale existuje celá řada, je to například *Coffea liberica* nebo *Coffea charrieriana*. Druhy kávovníků se pak dále dělí na odrůdy, jejichž název je většinou odvozen od místa pěstování. Káva vypěstovaná ve vyšších nadmořských výškách má obecně jemnější chuť i aroma, kdežto káva pěstovaná v nižších nadmořských výškách je spíše charakterizována výraznější a silnější chutí. Jako kvalitnější se uvádí káva z vyšších nadmořských výšek (Brzoňová, 2012).

3.1.2.1 *Coffea arabica*

Arabika plodí nejkvalitnější kávu. Pokrývá 75 % světové produkce kávy. Pěstuje se převážně ve vyšších nadmořských výškách pohybujících se v rozmezí 600 – 2000 metrů nad mořem a při teplotě kolem 15 – 24 °C. Arabika má jemnou, kyselkavou chuť s ovocitými odstíny, obsahuje méně kofeinu než Robusta. Základním druhem arabiky je *Arabika Typica* pocházející z Etiopie, z ní se vyvinula řada dalších odrůd, například *Arabika Bourbon*, *Arabika Caturra*, *Arabika Mundo Nuovo*, *Arabika Maragogype*, *Arabika Pacamara* nebo *Arabika Geisha* (Veselá, 2010).

3.1.2.2 *Coffea canephora*

Robusta zaujímá zbytek světové produkce kávy. Má drsnou, svíravou, zemitou a hořkou chuť, je ale levnější než Arabika. Pěstuje se ve výškách mezi 200 – 600 metry nad mořem při teplotě 24 – 29 °C. Její výhodou je to, že je méně náchylná na choroby. Oproti Arabice obsahuje až dvojnásobné množství kofeinu (Veselá, 2010). Na rozdíl od Arabiky jsou zrnka Robusty menší a více kulatá (Brzoňová, 2012).

3.2 Kvalita kávy

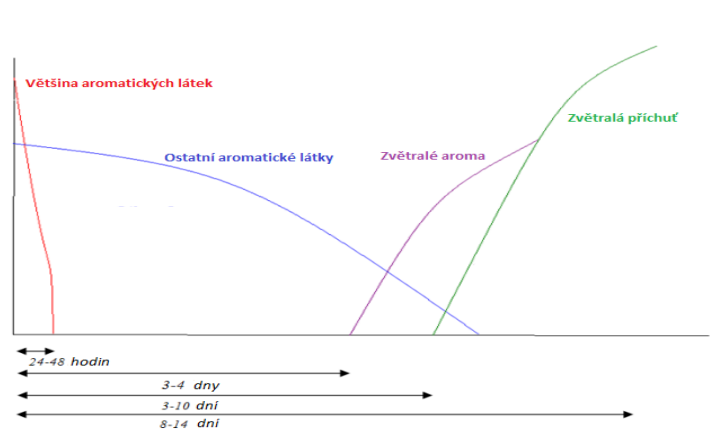
Na kávu jsou kladeny nároky jako na každou potravinu – zákazníci očekávají od zakoupeného zboží hygienickou, nutriční a v neposlední řadě vysokou senzoryckou jakost. Po upražení záleží na několika faktorech, zda se káva dostane k zákazníkovi v takové kondici, v jaké by měla. Mezi tyto faktory patří v první řadě typ výrobce, ty máme v podstatě dva – průmyslový podnik vyrábějící tuny kávy, který chce dosáhnout především toho, aby si káva udržela odpovídající vlastnosti po dlouhé měsíce v regálech obchodních řetězců, a pak jsou tu pražírny čerstvé kávy, jež naopak apelují na rychlou konzumaci kávy. A je potom na zákazníkovi, jakou kávu si vyberou a jak s ní naloží, aby si mohl připravit šálek chutného povzbuzujícího nápoje. A takových není v naší zemi málo. Češi se nacházejí ve statistikách z roku 2014 na 8. příčce v konzumaci kávy, každý Čech vypije průměrně 1,17 šálků kávy za den (Ferdman, 2014).

Základní chuťové vlastnosti kávy jsou dány přítomností netěkavých látek – kofein, polysacharidy, chlorgenové kyseliny, oleje, jež dávají kávě hořkost, kyselost a trpkost. Mimoto ale káva obsahuje více než 800 těkavých látek patřících do různých chemických skupin zahrnující kyseliny, alkoholy, aldehydy, anizoly, estery, furany,

ketony, pyraziny, piridiny, pyroly, tiazoly, tyčeny, fenolové a sirné sloučeniny (Buffo a Cardelli-Freire, 2004). Ale pouze malá skupina těchto látek je zodpovědná za aroma kávy. Toto aroma lze vnímat buď přímo nosem nebo průchodem aromatických látek přes dutinu ústní do nosu (Bröhan et al., 2009).

3.3 Životnost kávy

Na životnost pražené kávy mají vliv různé faktory. Takové, které ji prodlužují ihned po upražení, patří nízká aktivita vody dosažená vystavením kávy vysokým teplotám, životnost prodlužují i produkty Maillardových reakcí mající antibakteriální účinky (Daglia, Cuzzoni et al., 1994). Během skladování ale káva podléhá různým chemickým i fyzikálním změnám, které vedou k tomu, že káva zvětrává, což ovlivňuje kvalitu nápoje a jeho akceptovatelnost. Hlavní příčinou zvětrávání kávy je ztráta těkavých složek, zejména sirných aromatických látek nebo oxidační reakce zodpovědné později za nežádoucí chuť způsobenou vznikem nežádoucích látek (Holscher a Steinhart, 1991). Mezi faktory, které lze během balení a skladování ovlivnit patří především teplota, množství kyslíku a relativní vlhkost. Množství kyslíku koreluje s optimální chutí, například ve studii Radtkegranzera a Piringera (1981) bylo zjištěno, že balení zrnkové pražené kávy obsahující po zabalení 0,5 % O₂ si vysokou sensorickou úroveň zachová po dobu 6 měsíců a sensorickou přijatelnost ztrácí po 20 měsících, zatímco stejné balení obsahující po zabalení 1 % O₂ vydrželo mít pouze 4 měsíce vysokou sensorickou přijatelnost, ale po 14 měsících už ji nemělo vůbec. Káva, která byla vystavena podmínkám, které odpovídají bezobalové uskladnění – 21% O₂ - měla životnost pouze 10-15 dní a to byla chuť pouze střední kvality.



Obrázek 1 Množství aromatu v kávě v závislosti na čase (CoffeeAnalysts, 2015)

Na obrázku níže můžeme sledovat, jak mizí požadované aromatické látky z kávy během několik dní a jak rychle přibývá nežádoucích aromat.

Vniknutí kyslíku do obalu brání oxid uhličitý uvolňující se z čerstvě upražené kávy, nicméně ten způsobuje komplikace po zabalení, kdy se balení nafukuje, protože CO₂ se uvolňuje postupně, a je proto nutné kávu většinou zbavovat CO₂. Množství CO₂ změřeného při analýzách kávy poukazuje na to, jak dlouho po upražení byla káva zabalena (Coffee Analysts, 2015).

Jiná studie zaměřená na tuto problematiku uvádí, že zvýšení a_w u mleté kávy o 0,1 způsobilo snížení životnosti kávy o 60 %, zatímco zvýšení teploty o 10 °C snížilo životnost kávy o 15-23 %. Naproti tomu snížení teploty z 22 °C na 18 °C zvýšilo její trvanlivost o 44 % (Cardelli a Labuza, 2001).

Různá teplota, podmínky uvnitř Obalení a délka skladování ovlivňuje i množství triacylglycerolů a volných mastných kyselin v kávě. Lipidy jsou jednou z hlavních částí kávy a tvoří asi 11-20 g/100 g pražených zrn kávy *Coffee Arabica* a triacylglyceroly tvoří asi 8-17 g/100 g kávy, což je asi 75 %, v čerstvě uvařené kávě jich pak můžeme nalézt 0,1-0,2 g / 100 g kávy (Oliveira et al., 2004). Lipidy během skladování ztrácejí senzoricou kvalitu a mohou podléhat hydrolýze chemické či enzymatické, pak jsou produkovány monoacylglyceroly, diacylglyceroly, volné mastné kyseliny a glycerol. Množství těchto produktů závisí na již zmíněných faktorech. Výsledek studie Tociho et al. z roku 2013 ukázal, že během skladování se v jejich zkoumané brazilské arabice světle až středně pražené snížilo množství TAG o 7 % po dvou měsících skladování, o 36 % po 4 měsících a o 42 % po 5 měsících. Volné mastné kyseliny téměř žádné ztráty nevykazovaly díky zabalení do inertního plynu a úchově v nízkých teplotách.

Stárnutí kávy doprovázené zvětráváním způsobuje nepříjemné aroma, kdy se chuť mění ve starou, silně žluklou a rozsah žluknutí roste s přibývajícím vlhkostí a teplotou. V současné době je kladen důraz na optimalizaci balících technologií umožňující výrobcům omezovat faktory snižující životnost a kvalitu kávy až do chvíle, kdy si zákazník kávu doma otevře (Anese et al., 2006).

Otevření balení kávy ovšem opět všechny bariéry, které balení představovalo, poruší a káva je vystavena nepříznivým podmínkám. Tomu se říká sekundární životnost kávy zahrnující období od otevření kávy do chvíle, kdy už káva přestává být

hygienicky, nutričně a sensoricky akceptovatelná. Tímto problémem se ve své studii zabývala Anese et al.(2006).

3.4 Balení kávy

3.4.1 Balení zelené kávy

Zelená káva se po zpracování balí nejčastěji třemi způsoby, do jutového pytle, gran pro-bagu a vakuově.

Jutový pytel

Jedná se o nejstarší typ balení kávy vůbec, jutový pytel je, jak název napovídá, vyroben z přírodní juty. Toto balení zajišťuje kávě maximálně 6 měsíční trvanlivost.

Grain pro-bag

Tento typ obalu je na první pohled jutový pytel, ovšem vystlaný igelitovým vzduchotěsným uzavíratelným pytle. Je tak dosaženo vzduchotěsnosti a káva tak neztrácí aromatické látky. Káva balená tímto způsobem má trvanlivost 15 měsíců, což umožňuje producentům pražené kávy zajistit si zásobu surovin na celý rok (viz příloha č. 1).

Vakuové balení

Zelená káva balená ve vakuu má nejdelší trvanlivost, cca 3-4 roky. Jedná se o menší balení, protože se takto balí kávy vyšších jakostí. Vakuově balené kávy jsou uloženy v krabicích.

3.4.2 Balení pražené kávy

Největší problémy s balením kávy způsobuje produkce oxidu uhličitého. Pokud se káva zabalí okamžitě po upražení do nepropustného obalu, začne se tvořit v balení přetlak způsobující nafukování sáčku. Tento přetlak může vést až k prasknutí obalu, z tohoto důvodu se káva ve většině případů balí jiným způsobem. Způsob balení kávy musí odpovídat účelu tohoto balení – je rozdíl mezi balením kávy na měsíc a na dva roky. Průmysloví výrobci se snaží dosáhnout toho, aby byla káva po co nejdelší dobu v ideální kondici a i po dvou letech byla schopná uspokojit zákazníka.

Odborníci z praxe, pražiči menších pražírén produkující především kávy vyšších jakostí než se kterými se můžeme setkat v běžné síti, mají ovšem jiný názor. Ale i

názory mezi nimi se v určitých věcech liší. Co se týče obalu a místa skladování, má většina jasno. Dle slov Václava Mareše z Amáres coffee by se káva měla skladovat v tmavé neprodyšné sklenici, kam by se měla přesypat z původního papírového sáčku, pokud se jedná o menší balení. Větší množství balí do sáčků s jednocestným ventilem. Milan Břečka z Kafe Kodó má podobný názor a doporučuje kávu skladovat: „V originálním obalu prodejce, nebo v dóze, kterou nezapomíná pravidelně čistit.“ Karel Pejšek ml. Z Ape-pražírny doporučuje to stejné a dodává, že kávu nedoporučuje skladovat v lednici z důvodů přejímání vlhkosti a nežádoucích pachů z lednice a jiných potravin. Martin Třešňák z Fair&Bio uvádí jako nevhodný materiál pro skladování kávy průhledné sáčky, sklo, hliníkové sáčky, hliníkové sáčky s jednocestným ventilem, plechovky grafované a zavařované a jako vhodný materiál pro skladování uvádí sáčky s jednosměrným ventilem s kombinovaným materiálem, kde je převážně hliník. Petra Varmužová působící v La Bohème Café také upozorňuje na nevhodnost skladování kávy v průhledných materiálech a doporučuje skladování kávy v původním obalu s jednocestným ventilem a nepřesypávání kávy jinam. V mnoha případech se ale můžeme setkat s pultovým prodejem kávy na váhu v průhledných skleněných obalech, především ve stáncích v obchodních centrech. Pražírna Lamp coffee vedená Anetou a Pavlem Vodrážkovými balí kávu do třívrstevných sáčků s ventilem, kde poslední vrstvu tvoří kraft papír. Stejně tak činí, jak uvedl Jaroslav Hrstka, v pražírně Doubleshot a také Jiří Prášek z Bota Coffee. V Rosta Café doporučuje Michaela Schovanková zákazníkům kávu uchovávat v původním obalu nebo ji přesypat do hermeticky uzavřené nádoby uskladněné při pokojové teplotě.

Co se týče trvanlivosti kávy, většina citovaných odborníků se shoduje na daleko kratší době, než po kterou je většinou káva prodávána. Tomáš Hudec doporučuje i pro různé typy příprav různou dobu skladování. Pro přípravu espressa je vhodná podle něj káva stará 6 dní, pro jiné alternativní přípravy kávy se káva může spotřebovat ihned, ale jako mez udává 30 dní od upražení. Podobný názor sdílí i Václav Mareš a jako ideální dobu po upražení udává pro espresso 10 dní. Jednoměsíční skladování kávy doporučuje i Jiří Prášek a maximální kvalitu kávy zaručuje do 30 dní i Jaroslav Hrstka, Aneta a Pavel Vodrážkovy a taktéž Karel Pejšek. Můžeme tedy shrnout, že čerstvá káva by se podle lidí pohybující se ve výrobě kávy měla skladovat maximálně měsíc a po tuto dobu bude zaručena její maximální kvalita. Káva se dá samozřejmě konzumovat i po této době, ale její chuťové vlastnosti už se budou pomalu ztrácet. V naprosté většině tito pražiči

uvedli, že by se káva po umletí měla spotřebovat do 15 minut, čehož spotřebitelé mohou dosáhnout jedině za podmínky, že vlastní mlýnek na kávu. Proto lze tvrdit, že zákazníci vyžadující maximální chuťový požitek by si měli kávu kupovat čerstvou a mlít si ji těsně před přípravou. Ovšem lidé, kteří nelpí na vysoké jakosti a postačí jim pouze klasická chuť kávy bez dalších chuťových tónů (nutno dodat, že takových je většina a je to z hlediska praktického a finančního pochopitelné) si kávu vyberou prakticky v kterémkoliv obchodě dle svých preferencí. Všichni spotřebitelé by se měli řídit radami týkajícími se způsobu skladování a nevystavovat kávu zbytečně podmínkám, které by ji ještě více degradovaly. Tato práce se právě zaměřila mimo jiné i na změnu chuťových vlastností v závislosti na skladování, způsobu balení a délky skladování kávy.

3.4.1 Druhy balení kávy

3.4.1.1 Tvrdá balení

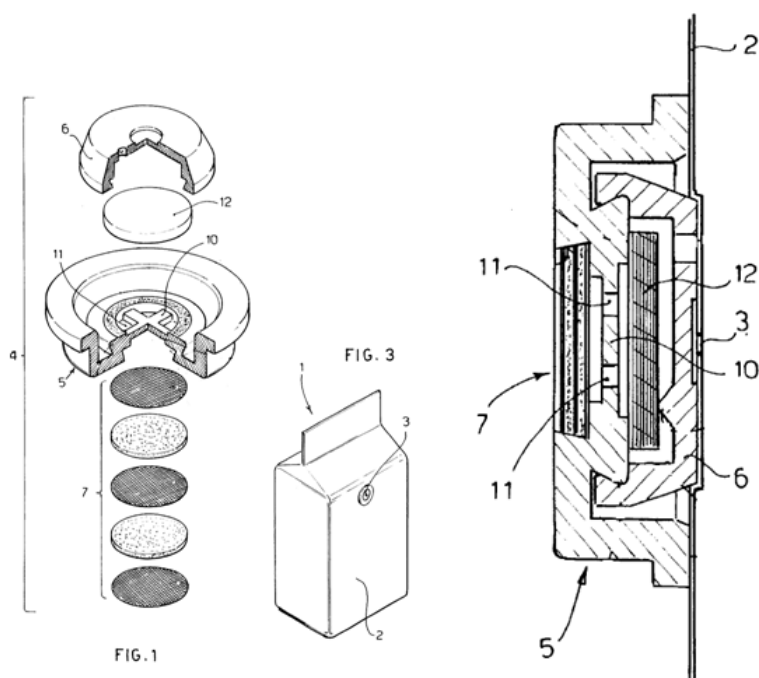
V současné době se široce používají tzv. tvrdá balení. Jedná se o flexibilní laminované materiály tvarované do balíčků. Tvrdé se nazývají proto, že je surovina balena vakuově, obalový materiál se smrskne a vytváří se během balení tvrdé cihličky kávy. Jsou to jedny z nejběžnějších balení kávy vůbec, v obchodních sítích se můžeme setkat s celými regály těchto cihliček. Pro většinu těchto obalů bylo typické uspořádání vrstev PET-hliníková folie-LDPE v poměru 12-12-70 μm , zatímco nyní se většinou používá čtyřvrstvá struktura, kde je použito BOPP nebo OPA, OPET , hliníková folie a LDPE. Před zabalením je nutné kávu zbavit CO_2 , jinak by posléze docházelo k měknutí obalu. Zbavování kávy plynu probíhá po různou dobu od 1 do 30 hodin, přičemž záleží na stupni upražení a jemnosti mletí. Jinou možností jak se zbavit měknutí obalu je vložit do něho sáček s absorbérem CO_2 , čehož se nyní často využívá. Musí se pak dbát na to, aby nebyl obal poškozen (Robertson, 2013).

3.4.1.2 Měkká balení

Další způsob balení jsou tzv. měkká balení. Jedná se o sáčky připomínající polštářek. Je to balení svým složením dosti podobné výše zmíněnému tvrdému balení. Sáčky ale nejsou ale baleny vakuově, množství O_2 je redukováno naplněním sáčku inertním plynem. Balení musí být zvoleno tak, aby zamezilo přístupu vlhkosti a plynů a opět se musí zajistit řádné zbavení kávy CO_2 . Jako u tvrdého balení se může použít

sáček s absorberem CO₂, ale častěji se používá jednocestný ventil. Jednocestný ventil uvolňuje CO₂, ale nedovoluje přijímání vlhkosti a prostup O₂ do obalu. Přetlak způsobený uvolňováním CO₂ způsobený, že se ventil otevře při tlaku 350 Pa, pokud tlak poklesne na 50 Pa, ventil se opět uzavře. Při tomto procesu mohou unikát i aromatické látky, což snižuje senzoryckou kvalitu.

V poslední době se ale již objevují ventilkovy skládající se ze systému filtrů eliminující všechny tyto negativní jevy. Tyto filtry umožňují únik oxidu uhličitého, naopak zabraňují úniku aromatických plynů a zároveň odvádějí nadbytečný kyslík z obalu ven. Jednotlivé filtry jsou vyrobeny z různých materiálů a plní různé funkce. Materiály použité na výrobu filtrů tvoří sloučeniny na bázi aktivního uhlí, křemeliny, oxidu křemičitého, které mohou být modifikovány přidavkem ještě jiných materiálů. (Robertson, 2013). Ventilek se nachází většinou na přední části obalu v horní části obr 4. V obalu zůstává dírka a ventilek je k obalu přilepen či přitaven. Zjednodušeně se ventilkovy skládají z horní (č. 6) a spodní části (č. 5), mezi nimi je umístěna pryžová membrána (č. 12), nad kterou se nachází centrální disk (č. 10) s dírkami (č. 11), nad ním se nachází systém filtrů (č. 7). Schéma tohoto ventilkovu můžeme vidět na obrázku, kde je rozložený a také řez bokem (Goglio, 2002). Díky těmto vlastnostem se tak sáčky s aplikací jednocestného ventilu zdají být jedním z nejlepších způsobů skladování kávy.



Obrázek 2 Nákres jednocestného ventilu (Goglio, 2002)

3.4.1.3 Plechovky

Nejstarším typem balení používaný na praženou a mletou kávu jsou pocínované vakuově balené plechovky. Poskytují nepropustnost pro vlhkost, plyny a těkavé látky. Po naplnění plechovky kávou je z plechovky vysát vzduch, obsah kyslíku se sníží na méně než 1 % a vytvoří se podtlak. Časem se začne uvolňovat CO₂ a podtlak se vyrovná normálnímu atmosférickému tlaku. Díky tomuto CO₂ nevytváří přetlak. Oxid uhličitý se ale i tak musí částečně z kávy před plněním odstranit a káva ho musí obsahovat přesně takové množství, které vyrovná podtlak. Plechovky mohou být také plněny inertním plynem, nejběžněji N₂, v tomto případě se postupuje stejně jako v předchozím případě s tím rozdílem, že se musí před plněním plechovky CO₂ obsažené v kávě snížit na daleko menší úroveň (Robertson, 2013).

Aplikací jednocestného ventilu do plechovky, se tento typ obalu stává jedním z nejlepších. Je zajištěn únik plynu, ale je zamezeno unikání aromatických látek, káva se totiž může balit ihned a nemusí se zbavovat plynů před balením (na rozdíl od výše zmíněných několika způsobů balení). Díky tomu, že je plechovka tvrdým, odolným obalem, nehrozí porušení bariéry, a tím unikání plynů, což se může při manipulaci stávat kávám baleným do sáčků (Košťál, 2015).

3.4.1.4 Další možnosti balení

V poslední době se velmi rozšířilo balení kávy do tzv. *podů* obsahující již odváženou porci kávy na jedno požití. Jedná se buď o *pody* určené na přípravu espresa, kde je odváženo 7 g kávy ukryté v papírovém filtru (viz příloha č. 2).

Pody jsou většinou jednotlivě hermeticky zapečetěné v metalizovaném obalu naplněném inertním plynem (převážně N₂). Mnohem častěji se ale můžeme v obchodech setkat s tzv. kapslemi určenými pro použití ve speciálních esspresso strojích. Kapsle obsahují různou hmotnost káva pohybující se mezi 5-7,5 gramy. Káva je ukryta v hliníkových foliích přesně padnoucích do přístroje (Robertson, 2013).

3.5 Pražení kávy

Pražení kávy je zásadní proces, díky němuž se stane káva požitelná. Během pražení se z mdlé zelené kávy stane produkt plný aromatických látek díky mnoha fyzikálním a chemickým procesům.

3.5.1 Vývoj

Káva se dříve pražila na horkém povrchu, zelené zrno bylo v kontaktu s horkým povrchem vyhřívaným zespod. Doba pražení byla až 50 minut.

Počátky pražení kávy se datují do doby kolem 16. století. Koncem 18. století se již objevují první pražičky. Kávy se pražili okolo 50 minut. Bubnem pražičky proudil horký vzduch působící na zrno. Při tomto způsobu horký vzduch obklopoval celé zrno. Dalším vývojem vznikly kontinuální pražičky, kdy se káva pohybovala ve válcích připomínajících šnekový dopravník s perforovaným dnem, kudy proudil horký vzduch. Následně začali v 60. letech vznikat fluidní pražičky. V 70 letech se kávový průmysl rozrostl a káva se pražila v daleko větším množství. Důraz se začal klást na rychlost a množství upražené kávy. Doba pražení se zkracovala a množství se zvětšovalo (Boot, 2011).

Káva se praží díky přenosu tepla. Vedení tepla se děje díky procesům zvaným kondukce a konvekce, popřípadě radiace. Při kondukcí přichází zrno do styku s horkým povrchem pražičky, popřípadě s dalšími horkými zrny. Při přenosu tepla konvekcí je zrno zahříváno horkým vzduchem a radiace vede teplo díky proudění elektromagnetických vln (Tuček, 2010).

3.5.2 Vlivy na pražení

Na výslednou jakost kávy má vliv kvalita vstupní suroviny – zelené kávy a podmínky, za jakých je káva pražena.

3.5.2.1 Vlastnosti zrna

Pražicí proces je ovlivněn především dvěma vlastnostmi kávy – vlhkostí zrna a jeho hustotou.

Vlhkost

Vlhkost se většinou pohybuje kolem 10-12 %. Vlhkost se měří už na plantážích po skončení procesu zpracování kávy. Pro skladování je vlhkost zásadní. Pokud má zelená káva více než 12% vlhkost, je náchylná k plísním. Proto by se neměla zelená káva skladovat v místech s vlhkostí vyšší než je 60 %, ale ideálně v prostředí, kde je okolo 45 %. (Košťál, 2015).

Hustota

Hustota zrna je pak závislá na místě pěstování kávy. Zrna se pak podle tohoto kritéria dělí do několika tříd: SHB (strictly hard bean), HB (hard bean) a SS (strictly soft beans). Zrna patřící do skupiny SHB bývají pěstována ve vysokých nadmořských výškách převyšujících 1300 m. n. m. Jejich znakem je vrásčitá textura a kompaktní velikost. Ideální je tato zrna pražit zpočátku při vysokých teplotách. Mezi kávy této třídy patří například *Guatemala Antigua*, *Costa Rica SHB*, *Kenya AA*. HB kávy se pěstují v nadmořských výškách v rozmezí 800-1300 m. n. m. Charakteristikou těchto zrn je hladký povrch. Pro pražení je se doporučuje středně teplý vzduch během celého procesu. Příkladem mohou být kávy Honduras nebo Ecuador. SS kávy mají nafouklý vzhled, rostou v nízkých nadmořských výškách. Pro pražení je vhodné zvolit nízké teploty. Tento typ kávy můžeme nalézt mezi kávami brazilskými a karibskými (Boot, 2011).

3.5.2.2 Pražicí podmínky

Samotné pražení je ovlivněno dvěma faktory – teplotou pražení a dobou pražení. Pražicí podmínky vycházejí z vlastností surového zrna a z požadované finální podoby kávy. Během pražení prochází káva různými fázemi, kdy se mění teplota. Kombinace různých teplot a časů je pražicí profil. Každá káva vyžaduje jiný pražicí profil, který musí sedět přesně na konkrétní surovinu.

3.5.2. Průběh pražení

Během pražení se sleduje teplota prostředí a teplota zrna. Ve chvíli, kdy zrno dosáhne teploty 100 °C, začíná měnit svoji barvu ze zelené na zelenožlutou až žlutohnědou. Začíná se snižovat vlhkost a zrno se zmenšuje. Při 120 °C zrno dostává nádech světle hnědé barvy, při 150 °C již tmavne a jeho barva se mění v tmavě hnědou. Ve chvíli, kdy se dosáhne teploty kolem 200 °C, se již zrno nachází ve fázi, kdy má konečnou požadovanou barvu. Pokud je ovšem výrobcí požadována barva tmavší, káva se praží na vyšší teploty, to doprovází olejnatý, načernalý a lesklý vzhled (Segall, 2001).

Teplu se do zrna dodává do zhruba 200 °C, probíhá endotermický děj. Bez dodání tepla by žádné reakce neprobíhaly. Pak ovšem zrno samo začne vytvářet teplo a děj se mění na exotermický. Uvnitř zrna se totiž díky probíhajícím chemickým reakcím začíná teplo vytvářet samo. Je to díky tomu, že se uvolňuje energie z reaktantů, vazeb a

molekul. Není nutné v této chvíli dodávat teplo, energie přebývá. Pokud by se teplo stále dodávalo, může dojít ke vznícení zrna (Segall, 2001).

S nárůstem energie uvnitř zrna roste tlak CO_2 . Plyn nemůže uniknout a způsobuje natahování membrán v zrně zpočátku postupně a pak náhle rychle, teplo se již nedodává. Viditelné zvětšení objemu se nazývá *crack* a je doprovázeno zvukem. Neuvolňuje se jen CO_2 , ale také voda měnící se na páru, která také působí na buňky zrna, které následně expandují a díky tomu se zpevňují (Schwartzberg, 2005). Některé kávy se praží na jeden *crack*, některé na dva *cracks*, to se odvíjí od požadované protaženosti kávy. Následuje pak ještě pomalé uvolňování plynů ze zrna pomocí difúze, protože se v něm nachází mnohem vyšší koncentrace plynů než v okolí. Je to asi 2 % CO_2 a řada aromatických látek, které pak ale unikají a tím dochází ke zvětrávání.

Pražením se objem kávového zrna zvětší o 40 – 70 %, hustota se naopak zmenší z 600 na 300 g/dm^3 (Vianni, 1985, Somporn et al., 2011). Po upražení je nutné kávu rychle zchladit (Segall, 2001).

3.5.3 Chemické reakce

Během pražení probíhá nesčetné množství chemických reakcí, jež se vzájemně ovlivňují, některé látky vznikají, jiné zanikají. Mezi nejpodstatnější reakce probíhající v zrně patří Maillardovy reakce, pyrolýza, Streckerova degradace (dekarbonizace AK) a karamelizace. Díky těmto reakcím vznikají produkty, které dodávají kávě chuť, vůni a barvu (Schenker, 2000) a mění se barva, objem, forma, hustota, pH a těkavé složky (Hernandez et al., 2005). Hmotnost se snižuje především díky odpařováním vody a úniku oxidu uhličitého (Eggers and A Pietsch 2001, Schenker, 2000).

Pyrolýza začíná probíhat od 190 °C. V té chvíli začínají probíhat oxidace, redukce, hydrolýzy, polymerace a dekarboxylace.

V průběhu Maillardových reakcí probíhají stovky reakce, mezi ně patří například následující. Díky kondenzaci se tvoří pyrazin z α -aminoketonu, vznikají diony a furanony, tvoří se methional a aldehydy. Z polysacharidů nacházejících se v buněčných stěnách se díky hydrolýze tvoří oligosacharidy. Rozpadem cukrů se vytváří alifatické kyseliny. Pyridiny vznikají po rozpadu trigonellinu. Díky izomerii a oxidaci vzniká rozkladem karotenu damascenon. Oxidativním rozkladem se mění tryptofan na 3 metyl-indol. Pentozany degradují a tvoří se z nich pak 2-furaldehydy a 2-furfuryl alkoholy a z nich dále vznikají 2-furfuryl merkaptan. Cystein a metionin se mění na H_2S .

Z chlorogenových kyselin vznikají fenolické sloučeniny, chlorogenové laktony a hydrolyzou kyselina chinová (Schwartzberg, 2005).

Množství produktů a reaktantů se v průběhu času mění. Určitá skupina produktů se nachází během pražení ve své maximální koncentraci, ale potom reagují dále a ubývá jich (6 methylylfurfural, furfural, kyselina octová, furfuryl alcohol, nežádoucí akrylamid), jiné produkty svoji koncentraci ještě po upražení zvětšují (cyklopentanon, fenol, pyrazin) (Schwartzberg, 2005).

Nastartované reakce se po požadované době pražení musí ukončit, a to okamžitým zchlazením studeným vzduchem či vodou (Hernandez et al., 2005).

3.6 Hodnocení jakosti

Jakost kávy se můžeme hodnotit u kávy surové, pražené a u nápoje.

3.6.1 Zelená káva

Po zpracování se zelená káva balí do pytlů, tzv. žoků, po 60 kg, v Kolumbii po 70 kg. Zelená káva, jejíž stáří nepřesahuje jeden rok, se řadí do skupiny označené současná sklizeň. Káva starší se označuje jako dřívější sklizeň, či stará sklizeň (Brzoňová, 2012).

Při hodnocení kávy v rámci mezinárodního obchodu se využívá klasifikačních tabulek a dohod mezi exportéry a kupujícími. Káva se při tomto procesu označí popisem její jakosti, kde jsou zahrnuty informace o tom, jaký má káva jakostní stupeň, velikost zrn, barvu a další informace týkající se kvality kávy po upražení.

Jakost kávy určuje množství vad a chyb. Vadou či chybou je myšlena přítomnost minerálních a organických nečistot a vadných zrn. Tyto informace se vyhodnocují dle tabulek.

Velikost zrn je hodnocena pomocí sít s různě velkými otvory. Zrna jsou pak řazena do různých skupin dle tabulek mezinárodních organizací, mezi něž patří například ISO. Velikost zrn ovlivňuje celkový dojem na spotřebitele. Normální zrna se prosívají na sítěch čtvercovitého tvaru. Perlová zrna jsou prosívána otvory oválného tvaru (Augustýn, 2003). Každá země má jiný styl označování velikosti zrn. V Kolumbii se například užívá názvů pro označení káv supremo excelso, UGQ a caracol (od největší po nejmenší).

Barva zelených kávových zrn se od sebe liší v závislosti na způsobu zpracování.

Podle ČSN 58 1329 se zelená káva dělí do tří skupin jakosti:

I. skupina - Do této skupiny patří kávy zelené severoamerické, středoamerické, jihoamerické, asijské a africké. Tyto kávy se ještě dělí na prané a neprané druhy arabik. Dále pak musí splňovat organoleptické vlastnosti a fyzikální znaky uvedené v tabulce A určené pro I. skupinu jakosti zelených káv, která je součástí normy.

II. skupina - Mezi tyto kávy se řadí zelené středoamerické, jihoamerické, africké, asijské aj. kávy. Dále dělí na prané a neprané druhy arabik. Opět musí splňovat organoleptické vlastnosti a fyzikální znaky uvedené v tabulce A určené pro II. skupinu jakosti zelených káv uvedených v normě.

III. skupina - Zde můžeme nalézt kávy zelené jihoamerické, africké, asijské aj., které se dělí na neprané druhy arabik, prané druhy robust a neprané druhy robust. Všechny druhy zmíněné v této skupině musí splňovat organoleptické vlastnosti a fyzikální znaky uvedené v tabulce A určené pro III. Skupinu této normy.

Kávy, jež nevyhovují požadavkům těchto skupin, se považují za nestandardní a nesmí se používat k pražení pro přímý konzum.

Podle ČSN 58 1329 nesmí být káva zatuhlá, napadená plísní, narušená vodou, či narušená lodním potem. V zelené kávě se nesmí objevovat živí škůdci, mrtvých může být maximálně 30 kusů propadajících sítok o velikosti ok 3 mm. U zelené kávy skladované odděleně po dobu 3 měsíců se povoluje výskyt živých roztočů a pisivek do 10 jedinců v 1 kg a brouků v počtu 2 jedinců v 1 kg. Nesmí však být přítomen roztoč *Tyrophagus putrescentiae* a brouk *Araecerus fasciculans*.

Dle chemických požadavků může mít zelená káva maximálně 14% vlhkost, obsah popela nejvýše 5 % a písku 0,5 %.

Z hlediska mikrobiologických požadavků, musí káva odpovídat podmínkám uvedeným v právních předpisech o mikrobiologických požadavcích na poživatiny a jejich obaly.

Kvalita zelené kávy se nakonec hodnotí po upražení namletí a přípravě nápoje. V praxi to znamená, že hodnotitelé si napraží ve speciálních přenosných pražičkách malý objem kávy, který okamžitě namelou a připraví nápoj.

Odběratelé nechávající si kávu dovézt, hodnotí nejprve vzorky kávy. Káva se upraží ve vzorkové pražičce) a pak se podrobí sensorickému hodnocení, pokud vyhovuje požadavkům, objedná se v požadovaném množství (viz příloha č. 3).

Po doručení sjednané dodávky se kontroluje, zda dorazila stejná káva odpovídající vzorku. Provádí se kontrola *vlhkosti* pomocí vlhkoměru (viz příloha č. 4), *hustota* klasickou kádinkovou metodou a tzv. *grading*, kdy se hodnotí množství defektů a příměsí v 350g vzorku dle tabulek SCAA (viz příloha č. 5) (Košťál, 2015).

3.6.2 Pražená káva

Zrna pražené kávy se hodnotí podle celkového vzhledu, stupně upražení, barevné jednotnosti a senzorických vlastností (Brzoňová, 2012). Vyhláška ministerstva zemědělství 330/1997 udává, že pražená káva má mít matný vzhled až s vyloučeným olejem na povrchu, kávově hnědou barvu a kávovou vůni. V roce 2003 se zrušila norma, kde byly popsány podmínky upravující názvosloví, smyslové, mikrobiologické, fyzikální a fyzikálně chemické požadavky na kávu a její minimální trvanlivost. Káva byla dle této normy dělena do čtyř tříd jakosti (a, b, c, d).

Kvalita pražené kávy se hodnotí pomocí klasických metod:

Nárůst skutečného objemu - jedná se o kádinkovou metodu, při níž se zjišťuje procento nárůstu objemu Δv .

Procento ztráty hmotnosti - před a po upražení se zváží 100 kávových zrn a z rozdílu se spočítá procento úbytku hmotnosti Δm .

Hustota – pro stanovení hustoty se používá 250ml kádinka (Bicho et al., 2012).

Vlhkost – navažovací baňka se umístí na 1 hodinu do pece s teplotou 103 ± 1 °C, poté se zchladí a zváží. 12 g pražené kávy se rozdrtí v třecí misce a do baňky se s přesností 0,1 mg naváží 5 g rozdrcené kávy, následně se umístí na 4 hodiny do pece vyhřáté na 103 ± 1 °C, opět se zváží s přesností na 0,1 mg. Při tomto stanovení se provádí 5 opakování (ČSN ISO 11294).

Celkový popel – v muflové peci vyhřáté na 100 °C se suší 5 g mleté kávy, teplota se zvýší na 525 ± 25 °C a káva se suší dokud se nezíská popel, jenž se následně zvlhčí a ve vodní lázni se suší na topné desce. Po tomto procesu se opět umístí do muflové pece, kde se při teplotě 525 ± 25 °C suší do konstantní hmotnosti.

Obsah etherového extraktu - 5 g namleté kávy suší hodinu v troubě vyhřáté na 100 °C, následně se přenese na filtrační papír a do Soxhletova extraktoru. Přidá se petrolether a provádí se 16 hodin extrakce. Odpaří se rozpouštědlo a vzorek se vysouší při 100 °C a následně se zváží. Stanovení se provádí třikrát (Bicho et al., 2012).

3.6.3 Hodnocení nápoje

Institut kvality kávy - *Coffee Quality Institute* (CQI) vznikl v rámci *Asociace pro výběrovou kávu v Americe* (SCAA). Tato organizace sdružuje odborníky zabývající se kvalitou kávy a snaží se sjednotit podmínky pro hodnocení kávy. CQI vytvořil v roce 2003 certifikační program Q sjednocující podmínky a pravidla hodnocení kávy. Program Q má za úkol sjednotit subjektivní hodnocení sensorických hodnotitelů po celém světě. Po absolvování programu jsou hodnotitelé označeni jako *Q Guardians*, řídí se pak stejnými standardy a používají stejné protokoly (Tuček, 2010).

Díky těmto standardům se káva posuzuje podle jednotné metody zvané *cupping*, jenž má přesně daný postup a pravidla. Ten se provádí již během sušení a skladování kávy, protože se během této doby mohou začít objevovat různé defekty, dále pak před exportem a po importu, před nákupem kávy a po upražení (Tuček, 2010).

Při hodnocení kávy pomocí techniky *cupping* je třeba mít k dispozici degustační stůl, malou pražičku kávy, váhu, měřič barvy a vlhkost, *cuppingovou* lžici a bílé degustační misky. Káva se posuzuje podle formulářů a výsledkem je bodové ohodnocení v rozsahu 0-100 bodů (Tuček, 2010). Káva hodnocená tímto způsobem by měla být pražená světle a měla by být umleta na středně hrubý až hrubý stupeň. U kávy se nejdříve hodnotí vůně před zalitím. Káva se následně zalije 150 ml vody o teplotě 93 °C (Tuček, 2010). Zalitím se vytváří krusta, pomocí *cuppingové* lžice se odhrne a hodnotí se dále vůně, chuť a textura. Látky rozpuštěné v kávě udávají čtyři základní chutě – hořkou, sladkou, kyselou a slanou. Textura kávy je vnímána ústní dutinou, stejně tak viskozita. Spolu s obsahem tuku tyto vlastnosti označují znak nazývaný se tělo kávy (Linge, 1991). Při *cuppingu* se pak dále hodnotí živost/acidita, dochuť, lahodnost/sladkost kávy (Tuček, 2010).

Cup of excellence nebo *Best of Panama* jsou soutěže, kde se hodnotí nejlepší kávy světa, jež mají možnost pěstitelům v případě výhry vynést několikanásobné výdělky. V soutěži *Cup tasting* se určují nejlepší degustátoři (Tuček, 2010).

Podmínky pro sensorickou analýzu kávy jsou upraveny v normě ISO 1991a, nicméně většinou se jí studie zabývající se sensorickou kvalitou kávy striktně nechrání, tudíž nemohou být ani mezi sebou porovnávány (Bhumiratana et al. 2011).

Jednou z možností, jak změřit kvalitu nápoje objektivně, je použití přístroje *Extract Mojo*. Tento přístroj změří refraktometricky kávu a speciální software ji vyhodnotí. Při tomto vyhodnocování jsou stěžejní dvě veličiny a to výtěžnost extrakce

(*Extraction Yield*) a podíl rozpustných látek v kávě (*Total Dissolved Solids – TDS*).

Výtěžnost extrakce je podíl rozpustných látek kávy v nápoji a může dosahovat 30 %. Ideálně by měla káva mít hodnotu 18-22 %. Méně mají kávy nedostatečně extrahované a vyšší hodnoty mají kávy neextrahované, kde se pak nacházejí i látky nežádoucí.

Podíl rozpustných látek je poměrem kávy a vody v nápoji, což se dá označit jako síla nápoje. Filtrovaná káva by měla mít poměr 1,3:98,7 (káva:voda) a espresso 10:90. (Tuček, 2010).

Další z možností, jak předpovědět senzoričké vlastnosti kávy je tzv. *elektronický nos* (Romani et al., 2012).

3.7 Sledované jakostní parametry a využití metod

V této práci se hodnotily senzoričké vlastnosti kávy díky senzoričké analýze, měřila se barva pomocí kolorimetru, metodou HPLC byl stanovován kofein a polyfenoly. Káva byla měřena také pomocí blízké červené spektroskopie (NIR).

3.7.1 Senzoričká analýza

Senzoričká analýza patří k nejstaršímu možnému typu hodnocení potravin. Nelze ji nahradit instrumentálními metodami. Při posuzování vzorků se používají lidské smysly a hodnotí se vzhled, textura, vůně, chuť. Vlivy působící na hodnocení mohou být objektivní i subjektivní. Senzoričká jakost se označuje jako souhrn vlastností postřehnutelných smysly, fyziologické procesy smyslového vnímání, které navíc ovlivňují psychologické jevy. Senzoričká analýza je cílevědomé nalézání a hodnocení senzoričkých ukazatelů a jejich následné vyhodnocování.

Proces smyslového vnímání se dělí do několika fází. Prvotní impuls je vyvolán vnějším podmětem nazývaným *stimul*, je to koncentrace senzoričké aktivní látky. Stimul přichází do kontaktu s receptorem smyslového vnímání, a tím vzniká *vzruch*. Vzruch se zesílí a je veden nervovými drahami do mozku a vzniká *vnitřní podnět*. Mozek tento podnět vyhodnotí a vzniká tzv. *počitek*. Soubor počitek se nazývá *vjem*. Zpracováním vjemů vzniká *senzoričká jakost* (Jarošová, 2013).



Obrázek 3 Stupně pražení kávy (Sweetmarias.com, 2015)

Popis jednotlivých fází pražení:

- 1 – zelené nepražené zrno,
- 2 – zrno zahřáté na počáteční teplotu pražení,
- 3 - zrno, které začíná ztrácet vodu,
- 4 – rozvoj vůně a barvy,
- 5 – zvětšování a praskání,
- 6 – tmavnutí díky Maillardovým reakcím,
- 7 – 1. *crack* – zrno praská za doprovodu zvuku,
- 8 – probíhá karamelizace,
- 9 – káva zbarvená na odstín City roast,
- 10 – City roast +,
- 11 – Full city roast – 2. *crack*,
- 12 – Full city roast +,
- 13 - Light French roast,
- 14 – Full French roas – káva se připaluje,
- 15 – připálená káva,
- 16 – zcela spálená káva.

Senzorická analýza je při hodnocení barvy kávy primární. Barva kávy udává, v jaké fázi pražení se nachází a podle toho se řídí délka pražení. Je to proto, že barva kávy přímo koreluje s jakostí, nicméně barevný rozptyl, ve kterém může být pražení ukončeno, závisí na preferencích daného výrobce. Káva může být pražena na různé pražicí stupně. Pražicí stupeň především udává, jaké chuťové vlastnosti káva bude mít. Existuje široká škála pražicích stupňů. Pro každý druh kávy, pro každý způsob přípravy je vhodný jiný pražicí stupeň. Jde ale v prvé řadě o to, aby tento pražicí stupeň dal maximálně vyniknout chuťovým možnostem kávy, tedy o to, aby se v kávě vytvořilo co nejvíce žádoucích aromatických a chuťových látek. Každý může dávat přednost jinému stupni pražení.

Níže můžeme vidět stručný popis pražicích stupňů, zvýrazněny jsou všeobecně používané základní termíny pro pražicí stupně.

Klíčová je potom chuť nápoje. Možnosti jejího hodnocení jsou popsány výše.

3.7.2 Instrumentální analýza

Možnosti využití instrumentálních metod při hodnocení kávy jsou široké. Tato práce je zaměřena na hodnocení barvy pomocí kolorimetru, měření množství kofeinu a fenolů pomocí HPLC.

3.7.2.1 Barva kávy

Rozsah barev u surové kávy se pohybuje od světle žluté až po tmavě zelenou. Záleží především na druhu kávy a na způsobu zpracování. Za hnědou barvu kávy po upražení jsou zodpovědné především dva typy chemických reakcí a to Maillardovy reakce a fenolová polymerace, které zapříčiňují vznik barevných látek, jako jsou barevné polymery a melanoidiny (Homma, 1991).

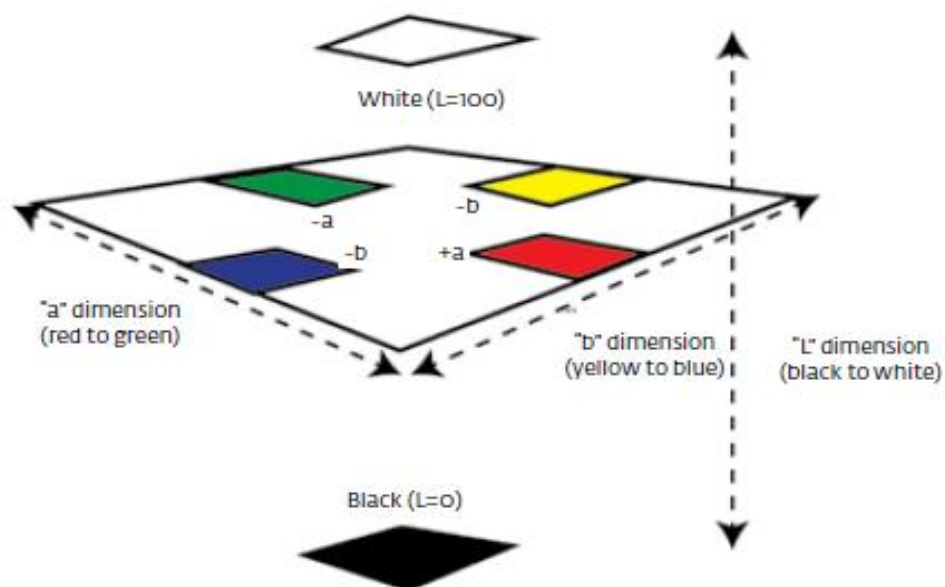
Pokud již mají technologové vyvinut pražicí profil pro kávu, je velmi užitečné kontrolovat ho pomocí přístrojů měřících barevný profil. Během pražení se totiž objevují dva jevy, a to hnědnutí a vytváření nových produktů (především díky Maillardovým reakcím) a degradace látek. Oba dva jevy jsou zapříčiněny působením tepla. Měřicí přístroje zaznamenávají přibývání produktů a ubývání degradovaných složek. Výsledek měření je zapříčiněn třemi jevy – barvou zdroje světla, optickými vlastnostmi měřeného předmětu a detektorem. To, co vidíme je výsledkem kombinace barvy předmětu a světla odrážejícího se od tohoto předmětu. Přístroje, které tyto předměty měří, se liší v tom, co měří a v jakých vlnových délkách měří. Přístroje měřící

stupně hnědnutí barvy, pracují ve viditelném spektru. Jiné, které zaznamenávají změny barvy, jež je zapříčiněna degradací různých látek při rozlišování pražicích profilů, už se nenacházejí ve viditelném spektru. Jak jsou tyto hodnoty zaznamenávány, záleží na zdroji světla a detektorem světla, výsledky jsou pak vyhodnocovány dle dostupného vyhodnocovacího zařízení (Songer, 2015).

Oko vnímá vlnové délky v rozsahu 400 – 700 nanometrů a vyhodnocuje červenou, zelenou a modrou barvu.

Tyto barvy pak mají svůj odstín, sytost a světlost. Kombinací barev a jejich odstínů, sytostí a světlostí vzniká paleta viditelného spektra.

Potravinářský průmysl přijal škálu barev založenou na principu $L^*a^*b^*$ systému ilustrovanou obrázkem (Songer, 2015).



Obrázek 4 Šklála barev popsaná dle systému $L^*a^*b^*$ (Songer, 2015)

Měření hnědých odstínů ale nedokáže určit typ produktů – konkrétní druh cukru vznikající při Maillardových reakcích. Měří se tedy jenom odstíny této barvy (Songer, 2015).

S rozrůstajícím se kávovým průmyslem, se začala přirozeně objevovat snaha o udržení si stejných kvalitativních a chuťových vlastností kávy. Vzhledem k tomu, že káva má při každé sklizni jiné kvalitativní vlastnosti (především vlhkost a kyselost) a během skladování se v ní tyto parametry ještě navíc mění, stává se logickým, že se

výrobci snaží tyto jevy eliminovat a pražením upravit surovinu tak, aby měl finální výrobek stále stejné chuťové vlastnosti.

K predikci stupně pražení slouží přístrojové zařízení, jež je schopno v kávě rozpoznat více než barvu, a to chuťové vlastnosti kávy (viz příloha 7).

Proto je nutné si pomoci senzoričké analýzy – *cuppingem* - vytvořit standard, ze kterého se pak vychází. Ve chvíli, kdy se určí standard, vytvoří se následující specifikace. Je to *poměr odstínu hnědého zbarvení celých pražených a mletých zrn*. Tento poměr určuje rychlost pronikání tepla do zrna a množství a druh vzniklých cukrů. U uvedeného poměru by mělo být uvedeno, v jakém rozsahu se může pohybovat. Dále by měly být uvedeny *hodnoty času a teploty* pro chvíle, kdy se zrno nachází ve stavu tzv. zlatého zrna, prvního *cracku* a druhého *cracku*. Jsou to klíčové chvíle při pražení kávového zrna. A neposlední řadě by měly být zaznamenány požadované *senzoričké vlastnosti* a jejich intenzita. Pokud jsou zaznamenány tyto specifikace, je možné přístrojově kávu ohodnotit. Pokud se značně liší od standardu, je třeba provést senzoričkou analýzu. Proto, aby byla měření účinná, je třeba a připravovat vzorky stejným způsobem a měřit je za stejných podmínek. Káva totiž není homogenní materiál. Malá zrnka jsou tmavější než ta větší, částice mleté kávy pocházející od povrchu zrna jsou tmavší než ty pocházející ze středu kvůli prostupu tepla zvenku dovnitř. Barvu ovlivňuje i hrubost mletí (viz příloha č. 6), způsob balení, vzdálenost od měřicího zařízení. Svoji roli hraje i čas, kdy se káva měří od upražení (Songer, 2015).

Přístroje měřící barvu

Tyto přístroje měří barvu, která koreluje s hnědnutím kávy díky vytvoření cukrů během pražení. Stejný stupeň barvy naměřený u různých vzorků však neznámá stejné obsahové složky, barva může být stejná, ale může se lišit typ cukru a jiné aromatické látky vytvořené během pražení. Pokud se tedy měřidla používají pro určení stupně pražení, je třeba mít k dispozici ke standardům také teplotu a čas pražení či křivku pražení. Výhodou měřidel je, že se mohou používat pro měření surové kávy.

Tato měřidla jsou dvojího typu – kolorimetry a spektrofotometry. Kolorimetry měří odražené světlo přes červené, modré a zelené filtry. Fotodetektor kvantifikuje množství světla, které prochází přes filtry a zpracovává výsledky. Ve spektrofotometrech se láme odražené světlo od vzorku a vytváří se škála barevných spekter. Výsledná spektra pak přechází na diodové pole, které vyhodnocují vlnové

délky světla. Spektrofotometry jsou přesnější než kolorimetry, ale přístrojové vybavení je dražší.

Příkladem kolorimetrů mohou být přístroje *HunterLab ColorFlex EZ Coffee spektrofotometer* a *Konica Minolta CR-410C colorimeter*. Oba tyto přístroje jsou schopny uvádět hodnoty v souladu se stupnicemi SCAA (*Specialty Coffee Association of America*).

Barvu lze zjišťovat také např. pomocí HPLC, kdy se měří množství melanoidinů v kávě (Kim A Lee, 2009).

Přístroje měřící speciálně barvu kávy

Existují i přístroje vyvinuté speciálně pro měření kávy. Mezi první z nich patří spektrofotometr *Agtron*. Přístroje založené na principu měření jednotek *Agtron* měří v blízké infračervené oblasti a jejich výsledkem jsou *Agtron jednotky*. Přístroje jsou schopny poskytnout vysoké rozlišení chutí související s technologií pražení kávy, neboť při měření zaznamenávají množství vybrané skupiny chinonů (vedlejší produkty degradace kyseliny chlorogenové probíhající při pražení). Množství těchto degradačních produktů přímo koreluje se stupněm pražení. Tím se liší od přístrojů měřící v rozsahu viditelného světla, neboť *Agtron* je schopen rozlišit nepatrné rozdíly v na první pohled stejných vzorcích (Agtron, 2013). Přístroj *Agtron* využívá dvě stupnice, jednou je tzv. komerční stupnice (0-75) a druhá je gourmet stupnice (0-100). Při hodnotách 105 – 120 začínají degradovat některé látky a tvoří se nové látky související s pražením. Stupnice je sestavena od nejtmaší (0) po nejsvětlejší barvy (100). Tmavé kávy vykazují výsledek kolem 30 jednotek, běžné kávy 40-55 jednotek a světlé kávy nad 55 jednotek (Spencer, 2011). Při měření barvy kávy touto metodou se měří káva mletá i celá. Zjišťuje se pak poměr v rozdílu těchto barev. Mletá Pokud bude mezi těmito měřeními velký rozdíl, znamená to, že káva bude na povrchu spálená a uvnitř nedopražená (výsledkem bude svíravá chuť). Zatímco bude-li rozdíl malý, káva bude chutnat velmi jemně až nevýrazně. (Coffee analysts, 2011).

Podobnou funkci má přístroj série *Javalitics JAV-RDA-D* měřící také stupeň pražení kávy (Javalitics, 2015). Tento přístroj je vyráběn i v příruční verzi. *JAV-RDA-D* i *Agtron* musejí být kalibrovány.

Dalším přístrojem je *ColorTrack*, který na rozdíl od ostatních není třeba kalibrovat. Je schopen měřit vysokou rychlostí. Zaznamenává odchylky a průměry

všech měření. Výsledky zahrnují i podrobné histogramy. Měří vzorek přímo bez skla či jiné odrazecí plochy, nezáleží na úhlu dopadu, vzdálenosti a hladkosti povrchu. Příprava vzorku má minimální vliv na výsledky.

3.7.2.2 Vysokoúčinná kapalinová chromatografie

Chromatografie patří mezi analytické fyzikálně-chemické metody. Při této metodě se využívá distribuce látek mezi mobilní (pohyblivou) a stacionární (nepohyblivou) fází. Chromatografie se dělí dle několika hledisek, podle povahy mobilní fáze (plynová, kapalinová), způsobu provedení (kolonová, plošná), principu separace (rozdělovací, adsorpční, iontově výměnná, gelová).

Vysokoúčinná kapalinová chromatografie (HPLC) se využívá k separaci různých druhů látek. Analyt se v průběhu separace dělí mezi stacionární a mobilní fází. Doba, kterou stráví analyt v jedné či druhé fázi, je závislá na afinitě analytu k fázi. Doba, kterou analyt setrvává v koloně, závisí na velikosti interakcí a určuje pořadí, ve kterých se jednotlivé složky analytu eluují. Stacionární fáze bývá zakotvena na pevném nosiči nacházející se uvnitř chromatografické kolony. Mobilní fáze je kapalina, ta je tlačena vysokotlakou pumpou při vysokém tlaku a protlačována kolonou. Čím déle trvá interakce se stacionární fází, tím později vychází z kolony, čímž se zvětšuje retenční čas (celkový čas analytu strávený v separační koloně) nebo retenční objem (objem mobilní fáze, který prošel kolonou) separační kolony. Ve chvíli, kdy vychází analyt z kolony, je výsledkem procesu eluční křivka neboli pík. Eluční křivka je znázorněním odezvy detektoru na čas či objemu proteklé mobilní fáze. Eluční čas či objem daného analytu se pak porovnává s elučním časem a objemem standardu měřených za stejných podmínek. Množství analytu je pak úměrné ploše pod píkem (Fuksová a Kristová, 2007).

Při HPLC se používá k dávkování vzorku kohout s dávkovací smyčkou, která se plní mikrostříkačkou. Kolony odolávají vysokým tlakům (až 60 MPa) díky materiálům, ze kterých jsou vyrobeny, je to nejčastěji borosilikátové tvrzené sklo či antikorozi ocel. Kolony se plní sorbenty s částicemi o velikosti 3 μm , mají délku cca 5 cm a vnitřní průměr 2 mm. Pomocí vysokotlakých čerpadel zajišťujících konstantní průtok mobilní fáze je zajištěn konstantní průtok mobilní fáze (Dolanský, 2011).

Pomocí HPLC bylo měřeno množství kofeinu a fenolů.

Kofein

Kofein je řazen do skupiny chemických látek alkaloidů. Alkaloidy jsou vesměs jedovaté sloučeniny a nacházejí se v určitých druzích rostlin. Většina z nich má důležité farmakologické účinky. Alkaloidy jsou heterocyklické sloučeniny obsahující ve většině případů dusíkatý atom. Řada z nich má bazický charakter, v rostlinách se proto vyskytují ve formě solí s různými organickými kyselinami. V rostlinách se alkaloidy nevyskytují samostatně, ale po skupinách. Alkaloidů existují tisíce. Kofein je celkem málo jedovatý alkaloid a nachází se především v kávě, čaji a kakau. Má povzbudivé účinky na organismus (Pacák, 1989).

Kofein byl identifikován z kávových zrn v roce 1819 (Klosterman, 2006). Přidává do různých nealkoholických osvěžujících a povzbuzujících nápojů. Jedná se o různé druhy kolových nápojů a energetických nápojů. Do těchto nápojů se přidává kofein izolovaný při výrobě bezkofeinové kávy či kofein získaný z rostlin *Koly lesklé* či *Koly zašpičatělé*. Jeho obsah se pak v takových nápojích pohybuje obvykle v rozmezí 50-250 mg/l nápoje (Faltýnková, 2011). Dle nařízení EU č. 1169/2011 se ale musí označit nápoje, jež nejsou na bázi kávy a čaje, a obsahují více než 150 mg kofeinu na litr slovy „vysoký obsah kofeinu – není vhodné pro děti a těhotné nebo kojící ženy“ a v závorce musí být uvedeno jeho množství v mg/100 ml.

Množství kofeinu nacházející se v kávě se liší v závislosti na druhu kávy, záleží na tom, zda se jedná o tzv. Arabiku (*Coffea arabica*) či Robustu (*Coffea canephora*). Arabika obsahuje v průměru 8-14 g/kg kávy a Robusta asi 17-40 g/kg. Podle vyhlášky č. 330/1997 Sb. se požaduje, aby káva obsahovala minimálně 6 g/kg kávy. Množství kofeinu ale na obale káv být uvedeno nemusí, stejně tak nemusí být uveden ani druh kávy (Suková, 2013).

Kofein stimuluje v malých dávkách centrální nervový systém, působí močopudně, je zodpovědný za zvýšenou výkonnost, ale při vysokých pravidelných dávkách může způsobovat nervozitu, nespavost a neklid (Faltýnková, 2011).

Při orálním požití se považuje 150 mg kofeinu na 1 kg tělesné váhy za smrtelnou dávku, toto množství odpovídá 25 šálkům kávy. Při užití nitrožilně je smrtelná dávka 3,2 mg. Doporučená denní dávka je 300 mg kofeinu na den, což odpovídá 3 šálkům kávy (Fuksová, Kristová, 2007).

Kofein lze stanovovat pomocí kapalinové chromatografie, plynové chromatografie, infračervené spektrometrie, elektromigračních metod, zejména

kapilární elektroforézy, hmotnostní spektrometrie a mezi metody méně používané patří voltametrie a potenciometrie (Faltýnková, 2011). Nejčastější metoda – kapalinová chromatografie - byla použita i při stanovení kofeinu v této práci.

Polyfenoly

Polyfenoly jsou tvořeny jedním a více aromatickými či heterocyklickými jádry, které jsou buď kondenzované či spojené alifatickými řetězci. Obsahují jednu i více hydroxylových nebo methoxylových skupin. Vyskytují se ve formě glykosidů a aglykonů. Mezi nejčastěji vázané cukry patří glukóza, galaktóza, rhamóza či arabinóza.

Polyfenoly zahrnují širokou škálu skupin látek. Patří do nich fenolové kyseliny a jejich deriváty (kyseliny benzoové, skořicové), třísloviny, kumariny, flavonoidy, isoflavonoidy, prenylované flavonoidy, deriváty stilbenu a další.

Množství fenolů v rostlinách je dáno genetickými faktory rostlin a kvalitou prostředí, kde se rostliny pěstují. Dále jejich množství ovlivňuje stupeň zralosti, druh, zpracování a skladování (Lugasi, 2003).

Polyfenoly mají schopnost vázat těžké kovy a terminovat radikálové reakce. Mají antioxidační, antimutagení vlastnosti a jejich příjem je tedy účinnou prevencí kardiovaskulárních nemocí a rakoviny (Lugasi, 2003). Mají také schopnost kondenzovat s peptidy a bílkovinami. Polyfenoly ovlivňují chuťové a nutriční vlastnosti potravin, např. flavany dávají svíravou chuť, citrusové flavonoidy zapříčiňují hořkost, dihydrochalkony zase sladkost (Dočekalová, 2013).

Polyfenoly se stanovují pomocí chromatografických technik a to především plynové chromatografie (GC) a vysokoúčinné kapalinové chromatografie (HPLC) a dále pak pomocí spektrofotometrie UV/VIS (Kostrhounová, 2002).

3.7.2.3 Blízká červená spektroskopie (NIR)

Princip

Infračervená spektrometrie pracuje na základě toho, že je infračervené záření absorbované molekulami látek. Oproti ultrafialovému a viditelnému záření má infračervené záření větší vlnovou délku. V elektromagnetickém spektru se pohybuje v rozmezí 0,78 a 1000 μm . Místo vlnové délky se tu běžněji používá vlnčet. Nejčastěji používaná oblast pro infračervenou spektrometrii je 4000 – 670 cm^{-1} . Infračervené oblast spektra zahrnuje blízkou, střední a vzdálenou oblast.

Blízká infračervená spektra se měří ve spektrometrech. Spektrometry jsou obecně tvořeny zdrojem, kyvetou a detektorem.

Blízká infračervená spektrometrie se používá v kvalitativní i kvantitativní analýze. Nejčastěji se používá ve strukturní analýze a k identifikaci organických a anorganických sloučenin. Spektra jsou uložena v počítači a nově změřené vzorky jsou s nimi porovnávány. Jednotlivé pásy se přiřazují vibračním funkčním skupin podle svých vlnočtů (Klouda, 2003).

Měření touto metodou se využívá v potravinářství od 60. let 20. století pro stanovení obsahových složek jako jsou proteiny, tuky, sacharidy, obsah vody. Může být ale použita také pro stanovení fyzikálně chemických a sensorických vlastností (Mlčoch, 2010).

Tvorba kalibračního modelu

Pro vytvoření kalibrace funkčního modelu je nutné mít k dispozici alespoň 30 vzorků (Čižmár, 2010). Tvorba kalibračního modelu je možná s použitím počítače vybaveného chemometrickým softwarem, přičemž má většinou nainstalované i programy, jež ovládají měřicí přístroje (Hurburgh a Igne, 2010). Kalibrace je tvořena na principu vytvoření závislosti mezi naměřenými spektry a chemickým složením (Geladi, 2003). Každá sledovaná komponenta musí být pro NIR spektrometr kalibrována. Proto je nutné mít k dispozici kalibrační standardy o známém složení stanovené nezávislou referenční analýzou.

Diskriminační analýza je spektrální klasifikační technika určující, jestli neznámý analyzovaný vzorek patří do některé z definovaných tříd, a pokud ano, pak do které.

Vytvořený kalibrační model je posuzován dle několika parametrů, mezi které patří například:

- a) korelační koeficient zmiňované lineární regrese,
- b) směrodatná odchylka kalibrace (*Standard Error of Calibration – SEC*),
- c) kalibrační variační koeficient (*Calibration Coefficient of Variation – CCV*).

Korelační koeficient je míra lineární závislosti mezi referenčními hodnotami a naměřenými spektry. Jeho velikost dosahuje hodnot od -1, (dokonalá negativní závislost), do +1 (dokonalá pozitivní závislost). V některých případech se můžeme setkat s koeficientem determinace (R^2), což je druhá mocnina korelačního koeficientu.

Pro výpočet korelačního koeficientu platí:

$$R = \frac{\sum_{i=1}^N [(x_i - x_{prum})(y_{i,NIR} - y_{NIR,prum})]}{\sqrt{\sum_{i=1}^N (x_i - x_{prum})^2 \sum_{i=1}^N (y_{i,NIR} - y_{NIR,prum})^2}},$$

Kde:

y_{NIR} - hodnota předpovězená z NIR spektra,

x_i - referenční hodnota i -tého kalibračního vzorku,

$y_{NIR,prum}$ - průměrná hodnota y_{NIR} ,

x_{prum} - průměrná hodnota x_i ,

N - počet kalibračních vzorků.

Směrodatná odchylka kalibrace (Standard Error of Calibration – SEC) posuzuje kvalitu vytvořeného modelu. Je vyjádřena vztahem (Esbensen,1998):

$$SEC = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (y_{NIR} - x_i)^2},$$

Kde:

y_{NIR} - hodnota předpověděná z NIR spektra,

x_i - referenční laboratorní hodnota i -tého kalibračního vzorku,

N - počet kalibračních vzorků.

Kalibrační variační koeficient (Calibration and prediction coefficient of variation – CCV) ověřuje spolehlivost kalibračního modelu a vyjadřuje ho vztah:

$$CCV = \frac{SEC}{X_{prum}} \cdot 100,$$

Kde:

SEC - směrodatná odchylka kalibrace,

X_{prum} - průměr laboratorních hodnot složky.

Kalibrace mající hodnoty *CCV* pod 5 % se považuje za velmi spolehlivou, pokud má do 10 % dá se model ještě použít, vyšší hodnoty však již spolehlivé nejsou (Míka et al., 2008).

Funkce PRESS (predicted residual sum of squares) vyjadřuje změnu hodnoty sumy čtverců předpovídané zbytkové chyby v závislosti na čísle hlavních komponent, které byly použity ke kalibraci každé komponenty posuzované aktivní metodou. Pro výpočet funkce PRESS platí (Haaland a Thomas, 1988b):

$$PRESS = \sum_{i=1}^m (\hat{c}_i - c_i)^2$$

Kde:

m - celkový počet kalibrovaných vzorků,

\hat{c}_i - odhadovaná hodnota koncentrace,

c_i - referenční hodnota koncentrace *i*-tého vzorku vynechaného z kalibrace při křížové validaci.

Hodnota PRESS je indikátorem chyby kalibrace PLS metody (Thermonicolet, 2004).

Pro hodnocení kávy byl NIR spektrometrie použita ve studii Hucka a spo. (2005), kde se zjišťovalo množství tří alkaloidů – kofeinu, teobrominu a teofylinu. Množství kofeinu a barva kávy byla pomocí blízké spektroskopie vyhodnocována také Pizzarem et al. (2007) a Zhangem et al. (2013). Barbin et al. v roce 2014 vytvořil přehled, kde jsou uvedeny různé studie zaměřené na měření různých obsahových složek kávy, její barvy a sensorických vlastností zjištěných pomocí NIR.

4 MATERIÁL A METODIKA

4.1 Káva

Pro tuto práci byly napraženy kávy *Costa Rica finca San Luis*, *El Salvador La Divina Providencia* a *India Monsooned Malabar AA* v pražírně *Gill's Coffee* na pražičce kávy firmy *Neuhaus Neotec*.

Pražírna *Gill's Coffee* je brněnská pražírna kávy. Praží pouze kávy *single origin* (kávy, u kterých známe původ, může se jednat o zemi, či konkrétní oblast) či *speciality coffee* (jsou to kávy vysoké kvality, jež prošly přísnou kontrolou). Kávy se zpracovávají po malých množstvích a balí v drtivé většině do sáčků s jednocestným ventilem.

Pražírna kávu praží pouze na objednávku pro maloobchodce, kavárny a lokální obchody, tím je zajištěna naprostá čerstvost kávy. Nabídka druhů káv se v průběhu času mění. *Gill's Coffee* se zabývá také promo akcemi a cateringem.

4.1.1 Monsooned Malabar AA

Do Indie se káva dostala na přelomu 15. a 16. století, pěstovat ji ale začali Britové až po kolonizaci Indie. V Indii se většina kávy zpracovává mytou metodou, mezi nejlepší kávy zpracované tímto způsobem patří *Plantation AA* nebo *Mysore*. Káva se tu pěstuje v nižších nadmořských výškách. Jedná se o hybridní druhy rostlin, které jsou odolnější. Indická káva se vyznačuje zaoblenější chutí, najdeme v ní tóny čokolády, koření a často hořkost připomínající robustu. Díky tomu se stává jednou ze složek směsí z arabic. Káva *Monsooned Malabar* je sušena monsunovými větry, což způsobuje nažloutlou barvu kávy a redukuje to její aciditu. Údajně se tato metoda začala používat za účelem napodobení káv z Jáv. Jávké kávy měly svoji zvláštní charakteristiku díky tomu, že byly vystaveny vlhkosti a slanému vzduchu v podpalubí lodí.

4.1.2 Costa Rica finca San Luis

Tato káva je pěstována v regionu *Alajuela*, ve městě *San Luis de Sabanilla de Alajuela*, na farmě *San Luis*. Majitelem firmy je *Horte Zamorana* a jeho rodina. Jedná se o červenou odrůdu kávy *Catuai* a pěstuje se v 1,650 m.n.m. následně je pak zpracována mokrou metodou. Tato káva se vyznačuje chutí nugu, mandarinky a pomerančové kůry.

4.1.3 El Salvador La Divina Providencia

Slavadorská káva La Divina Providencia je pěstovaná v regionu Apaneca Ilamatepec a Palo Campana nan farmě Roberta Ulloa. Tato káva se pěstuje v 1580 – 1730 m. n. m. a zpracovává se mokrou metodou. Mezi pěstované odrůdy patří červený Bourbon, oranžový Bourbon a Kenya Bourbon. La Divina Providencia se vyznačuje komplexní chutí s kulatým tělem, můžeme v ní najít chutě jako surové kakao, višně a tóny černého čaje.



Obrázek 5 Pražíčka firmy Neuhaus Neotec (Neuhaus Neotec)

Tabulka 1 Popis vzorků kávy a jejich zkratky

Zkratky pro popis káv, typů balení, skladovacích režimů a doby skladování	
Druhy kávy:	Costa Rica (CR)
	India (I)
	El Salvador (ES)
Typ balení:	Papírový sáček (PAP)
	Vakuové balení (VAK)
	Jednoscestný ventil, polopropustný zámek (ZAM)
Způsob skladování:	Variabilní podmínky (VAR)
	Normální podmínky (NOR)
	Chladnička (CHLA)
Doba skladování:	Začátek pokusu (1)
	měření po 3 měsících (2)
	měření po 6 měsících (3)
	měření po 9 měsících (4)

4.2 Stanovení fenolů v kávě

Pro stanovení fenolů se na extrakčním zařízení Randall po dobu 30 min při 80°C extrahoval 1,00 g vzorku kávy ve 20 ml MQ vody. Poté se extrakt nechal zchladnout, okyselil se 50 µl kyseliny chlorovodíkové 6M a provedla se SPE extrakce (extrakce pevným sorbentem): Kolonka Chromabond HR-X (1 ml/30 mg) se nejprve kondicionovala 1 ml methanolu a poté 1 ml MQ vody, nanesly se 3 ml okyseleného vzorku kávy, kolonka se promyla 1 ml 5% methanolu a poté se eluovala 1 ml 100 % methanolu.

Získaný eluát se převedl do vialky a provedla se analýzy na UHPLC-PDA za těchto podmínek:

Kolona: Kynetex C18 (4,6 x 100 mm, 2,6 µm),

Složení mobilní fáze: 90 % kyselina octová (0,8%), 10 % acetonitril,

Při teplotách odpovídajících standardním hodnotám na Ústavu chemie MENDELU.

4.3 Stanovení kofeinu v kávě

Při stanovení kofeinu se provedla extrakce kávy vodou – 1,0 g kávy byl zalit právě vroucí vodou (100 °C) a nechal se extrahovat 5 minut. Poté byla provedena filtrace.

Na kapalinovém chromatografu Agilent 1100 se provedla analýza za těchto podmínek:

Kolona: WATREX Nucleosil 120-5 C18

Složení mobilní fáze: 20 % acetonitril, 80 % voda,

Vlnová délka: 273 nm,

Teplota: 35 °C,

Nástřik vzorku: 10 µl

Průtok: 1 ml/min.

4.4 Stanovení barvy kávy

Měření barvy bylo provedeno ve fyzikální laboratoři Ústavu technologie potravin AF MENDELU. Ke stanovení barvy byl použit spektrofotometr Konica Minolta CM-3500d. Vyhodnocení bylo provedeno prostřednictvím softwarového programu CMs-100w Spectramagic NX, ve kterém lze nastavit různé režimy ke zpracování a exportu dat. Při měření reflektance mleté kávy bylo použito speciální petriho misky (CM-A128) o rozměru 17 x 45 mm. Přístroj o geometrii měření d/8 s režimem osvětlení D 65 byl nastaven na měření reflektance, SCE (eliminaci lesku - specular component excluded), délka štěrbiny 30 mm. Pro vyjádření změny barvy ΔE^*_{ab} byla tato odchylka vypočtena v programu MS Excel 2010 podle vztahu:

$$\Delta E^* = \sqrt{\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2}}$$

$$\Delta L^* = L^*_{vzorku} - L^*_{předlohy}$$

$$\Delta a^* = a^*_{vzorku} - a^*_{předlohy}$$

$$\Delta b^* = b^*_{vzorku} - b^*_{předlohy}$$

Pro statistické vyhodnocení barvy mleté kávy v závislosti na druhu byl využit program UNISTAT 5.1. Byla provedena analýza variance (ANOVA) s mnohonásobným porovnáváním a následným Tukeyovým testem na hladině významnosti $\alpha = 0,95$.

4.5 Senzorické hodnocení kávy

Na sensorickém hodnocení se podílelo 9 hodnotitelů (5 mužů, 4 ženy) proškolených dle normy ISO 8586-1 (na hodnotitele) v samostatné místnosti podle zásad a požadavků na prostory hodnocení a pomůcek podle ISO 8589. K vyjádření sensorické jakosti bylo použito grafické 10cm stupnice. V tomto případě byly sledovány následující deskriptory: plnost vůně před zalitím, plnost vůně po zalití, plnost chuti, intenzita kyselé chutě a intenzita hořké chutě. Výsledky byly zprůměrovány v programu UNISTAT 5.1 a statisticky vyhodnoceny pomocí analýzy variance (ANOVA) a rozdíly průměrů označeny tukeyovým testem na hladině významnosti ($P < 0,05$). V tabulkách jsou uvedeny jako rozdílné indexy mezi aritmetickými průměry ($\bar{x} \pm s_d$) ve sloupci. K vyjádření sensorické charakteristiky jakosti hédonickým způsobem byla použita 5bodová kategorová stupnice (1 – nejméně příjemné, 5- nejvíce příjemné) a to u následujících deskriptorů: příjemnost vůně před zalitím, příjemnost vůně po zalití a příjemnost chuti. Výsledky byly zpracovány rovněž v programu UNISTAT 5.1 a uvedeny v tabulkách a grafech jako medián (\tilde{x}). Káva byla hodnocena pomocí formuláře (viz příloha č. 9).

4.6 Hodnocení káv pomocí blízké červené spektroskopie

Spektroskopické analýzy probíhaly na spektroskopu FT-NIR Antaris (ThermoNicolet Corp., USA) ve spektrálním rozsahu 10 000 – 4 000 cm^{-1} . Doba snímání spektra se pohybovala okolo 1,5 minuty. Vzorky kávy byly měřeny ve formě zrn a poté i v pomletém stavu. Vzorky byly měřeny programem Result Iteration v 5 opakováních, přičemž k vyhodnocení výsledků využil software průměrné spektrum. Vzorky byly měřeny optickou sondou (režim interaktance), kdy sonda byla upevněna ve stojanu a následně ponořena do skleněné baňky naplněné vzorkem a obalené alobalovou fólií. Měření spekter probíhalo v počtu 100 scanů při rozlišení 8 cm^{-1} .

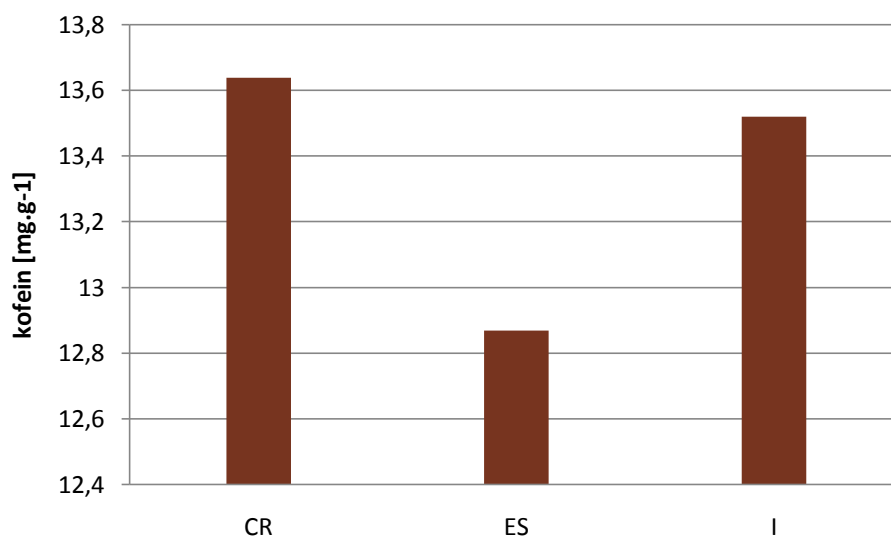
Kalibrační modely byly tvořeny softwarem TQ Analyst s využitím techniky diskriminační analýzy a metodou částečných nejmenších čtverců PLS.

5 VÝSLEDKY A DISKUZE

5.1 Stanovení kofeinu

Kofein je chemicky stabilní, a proto by se jeho množství v kávě nemělo nijak výrazně měnit ani v závislosti na balení, způsobu skladování a času. Kofein se stanovoval každé tři měsíce na chromatogram, výsledkem byly píky, jejichž obsah vymezoval množství kofeinu (viz příloha č. 8). Po pravidelném měření každé tři měsíce, bylo ale zjištěno, že množství kofeinu ve všech vzorcích plošně klesal ve všech druzích kávy.

Porovnáme-li mezi sebou jednotlivé druhy kávy, zjistíme, že nejvíce kofeinu se vyskytovalo v kávě Costa Rica ($13,64 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$), nepatrně méně obsahovala kofeinu káva Indie ($13,52 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$) a nejméně bylo naměřeno u kávy El Salvador ($12,87 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$). Kávy můžeme porovnat v následujícím grafu:



Obrázek 6 Kofein v jednotlivých druzích kávy

Hodnoty kofeinu v kávách se v průběhu času měnily. Obecně lze říci, že se snižovaly, jaké konkrétní měly změny ve vzorcích průběh lze vyčíst z tabulky:

Tabulka 2: Množství kofeinu ve všech vzorcích káv v mg.g-1

Druh kávy	Způsob skladování	Obal	Délka skladování			
			1	2	3	4
CR	NOR	PAP	13,64	13,94	11,59	10,62
		ZAM	13,64	13,28	11,85	10,21
		VAK	13,64	12,62	11,47	10,05
	CHLA	PAP	13,64	14,04	12,38	10,04
		ZAM	13,64	12,92	13,25	9,91
		VAK	13,64	13,1	10,59	11,08
	VAR	PAP	13,64	12,93	11,24	8,9
		ZAM	13,64	13,53	11,97	9,63
		VAK	13,64	13,99	10,91	11,11
I	NOR	PAP	13,52	13,02	11,53	9,16
		ZAM	13,52	13,68	10,94	10,06
		VAK	13,52	13,07	10,81	10,22
	CHLA	PAP	13,52	13,93	11,35	10
		ZAM	13,52	14,22	10,82	9,34
		VAK	13,52	13,48	10,1	9,31
	VAR	PAP	13,52	12,06	9,7	9,6
		ZAM	13,52	13,84	10,48	9,47
		VAK	13,52	15,84	10,68	10,2
ES	NOR	PAP	12,87	12,44	10,51	8,34
		ZAM	12,87	12,7	11,95	8,45
		VAK	12,87	13,1	10,02	9,13
	CHLA	PAP	12,87	13,04	11,14	9,15
		ZAM	12,87	12,55	11	9,02
		VAK	12,87	13,12	10,69	9,37
	VAR	PAP	13,52	12,06	9,7	9,6
		ZAM	13,52	13,84	10,48	9,47
		VAK	13,52	15,84	10,68	10,2

5.1.1 Změna kofeinu v závislosti na skladování

Na obr. 7 lze pozorovat, že se kofein u kávy CR při druhém měření ve všech vzorcích v závislosti na skladování snížil o minimum, při třetím měření ovšem kofein klesl značně u chladu, méně ho bylo naměřeno u normálních podmínek a nejméně u variabilních podmínek. Podobný pokles můžeme zaznamenat i u posledního čtvrtého

měření, kdy se kofein opět podstatně snížil, a to na hodnoty pod $11 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ u všech typů skladování.

Podobný charakter klesání u druhého měření měla i káva El Salvador (obr. 8), kdy se v závislosti na skladování kofein snížil o velmi malé množství, ovšem u třetího měření klesl daleko výrazněji než u CR, a to na hodnoty kolem $9 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$, nejméně byl pokles zaznamenán v tomto období u kávy uchované ve variabilních podmínkách, větší ztráty vykazovalo normální balení a největší ztráty balení v chladu. Při čtvrtém měření ovšem kofein již u ES neklesal jako u kávy CR. Pouze u káv uchovaných v normálních podmínkách kofein klesl, tento pokles byl ale minimální. Naopak bylo naměřeno v kávách uchovaných ve variabilních a chladných podmínkách o takřka $0,1 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ více.

Káva Indie vykazovala po druhém měření podobný průběh snižování kofeinu jen u vzorků uchovaných v chladu, naopak hodnoty kofeinu se u variabilních a normálních podmínek zvýšily (obr. 9). Při třetím měření se již ale vzorky Indie chovaly jako předchozí kávy – množství kofeinu se snížilo. Nejpatrněji se tento jev projevil u skladování ve variabilních podmínkách, méně u normálních a chladných podmínek. Při posledním čtvrtém měření se obsah kofeinu v kávách u všech skladovacích podmínek snížil na podobnou hodnotu pod $10 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$.

5.1.2 Změna kofeinu v závislosti na balení

V kávě CR se s ohledem na balení ve druhém měření (obr. 10) obsah kofeinu změnil minimálně, u papíru se nezměnil vůbec a u vakua a zámku o $0,4 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$. Při druhém měření už byla rozdílnost v balení patrná, kofein klesl nejméně u balení se zámkem, více u papírového balení a na nejnižší hodnotu klesl u vakua. Při čtvrtém měření však kofein ve vzorcích kávy balených do vakua klesal daleko méně a daleko nižších hodnot pak dosahovaly vzorky balené v obalu se zámkem a papíru.

Od výchozího měření se v kávách ES kofein zvýšil u vakua a nepatrně se snížil u papíru a obalu se zámkem (obr. 11) Při třetím měření již klesal kofein prudčeji, nejvíce klesl v balení se zámkem, nejméně v papírovém a vakuovém balení. Při posledním měření se hladiny kofeinu takřka srovnaly a klesly na podobnou úroveň pohybující se kolem $9 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$.

Při druhém měření v kávě Indie množství kofeinu kleslo pouze u vzorku baleného v papíru, u káv balených ve vakuu a obalu se zámkem obsah kofeinu naopak vzrostl (obr. 12). Při třetím měření však opět všechny vzorky vykazovaly prudký pokles

kofeinu a jeho hodnoty byly u všech vzorků na podobné úrovni nacházející se pod 11 mg.g⁻¹. Kofein klesl při čtvrtém měření u všech vzorků na podobnou úroveň, z toho nejnižší měl vzorek balený v obalu se zámkem.

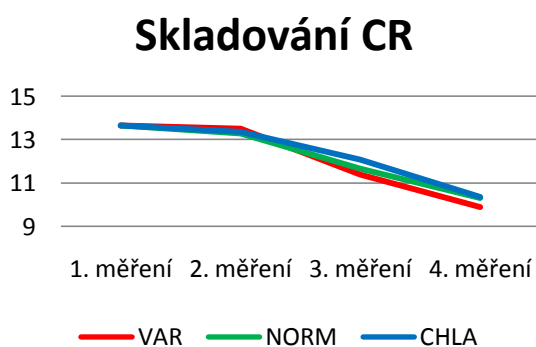
5.1.3 Změna kofeinu v závislosti na čase

Nejpravidelnější průběh klesání kofeinu měla káva CR, kde se kofein snižoval poměrně pravidelně a v závislosti na balení se nevyskytovaly v jeho obsahu markantní rozdíly. Naopak u kávy ES kofein prudce klesal pouze mezi druhým třetím měřením a stejně tak se dělo i u Indie, u které ovšem došlo také k nárůstu kofeinu mezi prvním a druhým měřením, což se u ostatních káv nestalo.

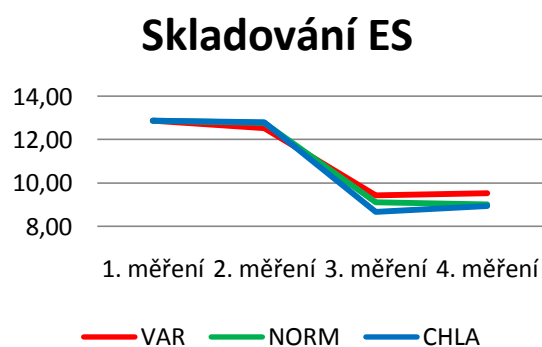
Hodnoty kofeinu v jednotlivých obdobích v závislosti na balení byly rozdílnější, než jak tomu bylo u sledování změny kofeinu v závislosti na skladování u kávy CR. Lze tedy tvrdit, že kofein v průběhu skladování ovlivňoval u kávy CR více typ obalu než způsob skladování. Podobně je tomu tak i u kávy ES. U kávy Indie ovlivňovalo množství kofeinu na podobné úrovni balení i skladování.

Největší rozdíl mezi prvním a čtvrtým měření činil 4,74 mg.g⁻¹ a byl zaznamenán u kávy CR balené v papíru a uchované při variabilních podmínkách, naopak nejmenší rozdíl byl také u kávy CR a to 2,53 mg.g⁻¹ u kávy CR balené ve vakuu a uchované ve variabilních podmínkách, což potvrzuje, že bylo množství kofeinu u kostarické kávy ovlivněno především typem balení.

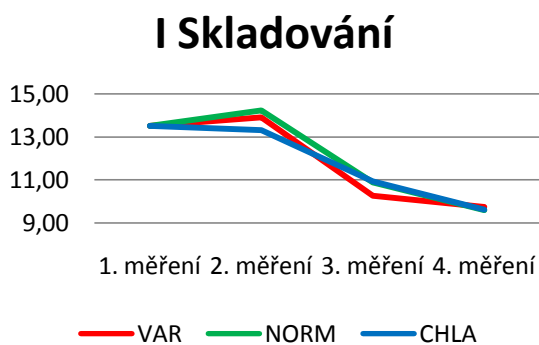
Průměrně byl největší rozdíl mezi prvním a čtvrtým měřením u káv Indie, pak El Salvador a nejmenší u Costa Ricy.



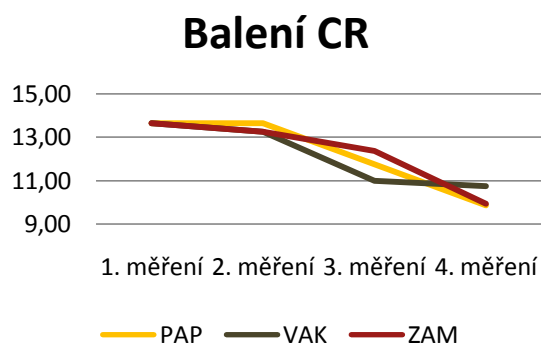
Obrázek 7 Vliv skladování u kávy Costa Rica



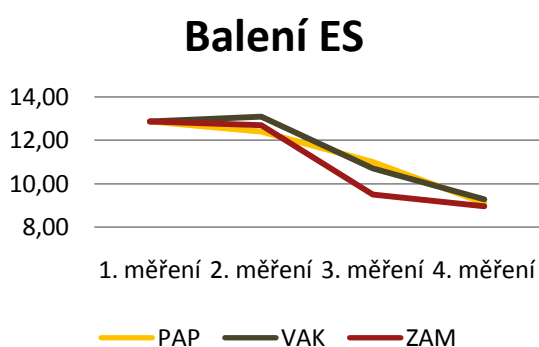
Obrázek 8 Vliv skladování u kávy El Salvador



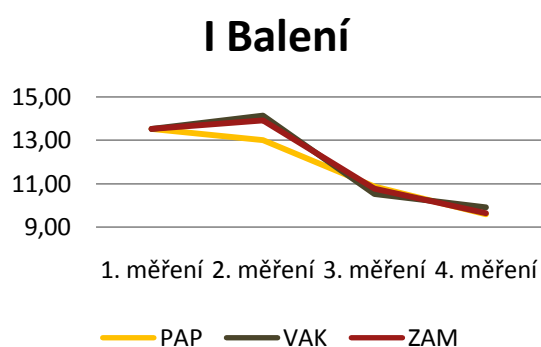
Obrázek 9 Vliv skladování u kávy Indie



Obrázek 10 Vliv balení u kávy Costa Rica



Obrázek 11 Vliv balení u kávy El Salvador



Obrázek 12 Vliv balení u kávy Indie

5.2 Stanovení fenolů

V kávkách bylo v prvním měření detekováno poměrně vysoké množství polyfenolů, z nichž nejvíce byl zastoupen 4-hydroxybenzaldehyd a to v množství $13,26 \text{ mg.g}^{-1}$ v kávě Costa Rica, $10,52 \text{ mg.g}^{-1}$ v kávě El Salvador a $12,08 \text{ mg.g}^{-1}$ v kávě Indie. Od toho se odráželo i množství sumy polyfenolů, kdy Costa Rica obsahovala $13,72 \text{ mg.g}^{-1}$, Indie $12,07 \text{ mg.g}^{-1}$ a v El Salvadoru bylo změřeno množství $11,06 \text{ mg.g}^{-1}$. Dále se v kávkách vyskytoval 3,4-dihydroxybenzaldehyd, kyselina swingová a vanilin.

Oproti kofeinu množství fenolů prudce kleslo u všech káv bez ohledu na způsob skladování a balení. Jejich množství se snížilo na průměrnou hodnotu $0,70 \text{ mg.g}^{-1}$ se směrodatnou odchylkou $\pm 0,27 \text{ mg.g}^{-1}$, což bylo dáno tím, že při druhém měření 4-hydroxybenzaldehyd nebyl vůbec detekován. Oproti tomu byla v kávě změřena kyselina kávová a sinapová. Pokud bychom porovnali rozdíl mezi druhým a třetím měřením, množství polyfenolů se u většiny nepatrně zvýšil a to na $0,88 \text{ mg.g}^{-1}$ se směrodatnou odchylkou $0,21 \text{ mg.g}^{-1}$.

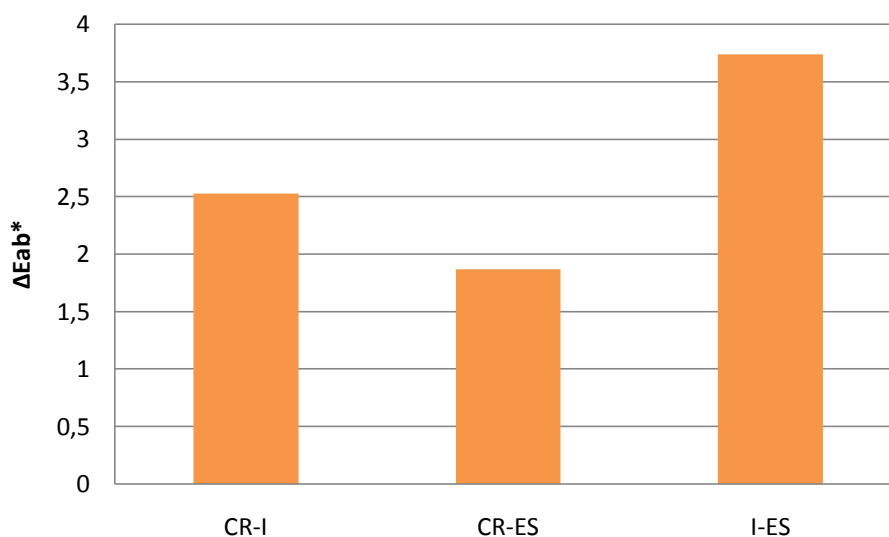
Vliv skladování a balení na změnu koncentrace polyfenolů v kávě neměl takřka žádný vliv.

5.3 Stanovení barvy

Každá kombinace skladování a balení byla každé měření změřena kolorimetrem a byl vyhodnocen rozdíl mezi výchozí barvou a barvou při druhém, třetím a čtvrtém měření.

5.3.1 Hodnocení rozdílu mezi druhy káv

Při prvním měření byla hodnocena rozdílnost mezi jednotlivými druhy kávy. Největší rozdíl byl patrný mezi kávami India a El Salvador a tento rozdíl nabýval hodnot (3,74), menší rozdíl byl mezi kávami Costa Rica a India (2,53) a nejmenší mezi kávami Costa Rica a El Salvador (1,87) (obr. 13).



Obrázek 13 rozdíly mezi druhy káv

Z grafu (obr.13) lze vyčíst, že obecně při druhém, třetím i čtvrtém měření byly rozdíly v kávě Indie největší. Menší rozdíly vykazovala Costa Rica a vůbec nejméně náchylná ke změně barvy byla káva El Salvador.

5.3.2 Hodnocení rozdílu barvy z časového hlediska

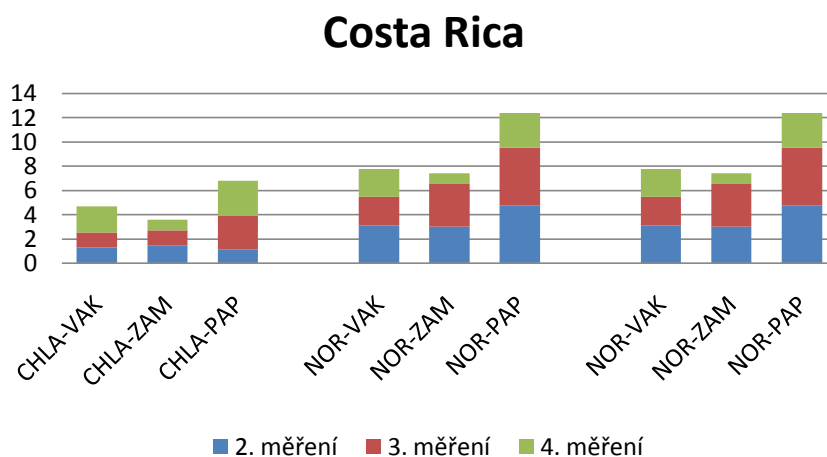
V grafu můžeme zpozorovat, že největší skok v rozdílu se stával většinou mezi prvním a druhým měřením, naopak nejmenší rozdíl mezi barvami byl mezi prvním a čtvrtým měřením. Lze tedy obecně tvrdit, že káva s postupem času tmavla a při

posledním měření se její původní barva vracela a káva zesvětlala. Na původní hodnotu se už ale nevrátila (obrázky č. 14, 15, 16).

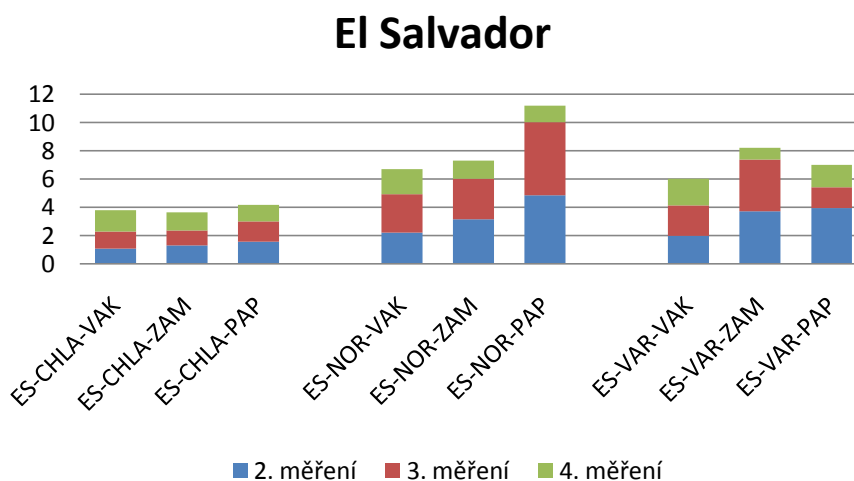
5.3.3 Hodnocení rozdílu barvy mezi režimy skladování a typem balení

Porovnáme-li režimy skladování, největší rozdíly byly zaznamenány u skladování při normálních podmínkách, menší rozdíly byly změřeny u skladování ve variabilních podmínkách a vůbec nejmenší rozdíly byly změřeny u skladování v chladných podmínkách.

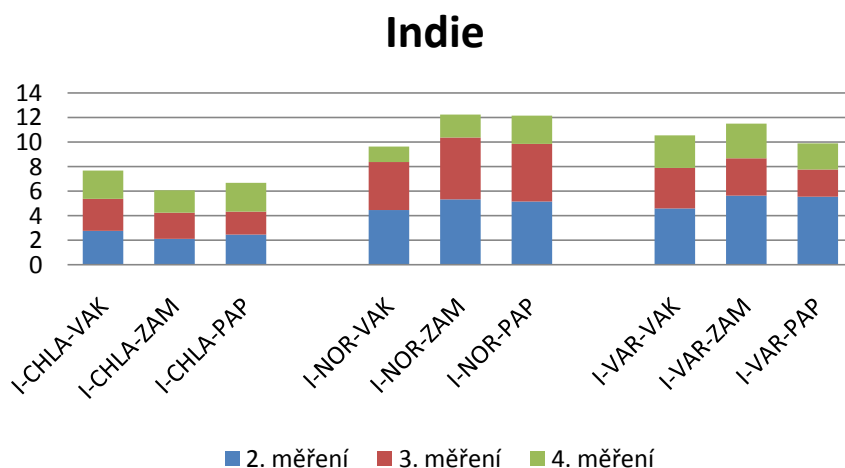
Z hlediska balení byly největší rozdíly mezi vzorky u papírového balení při normálních podmínkách. Nelze říci, že by se pak hodnoty rozdílů u dalších typů balení pohybovaly v podobných hladinách.



Obrázek 14 Změna barvy v průběhu času u Costa Ricy



Obrázek 15 Změna barvy v průběhu času u El Salvadoru



Obrázek 16 Změna barvy v průběhu času u Indie

Největší rozdíly od výchozího vzorku byly naměřeny u káv balených v papíru a uchovaných v normálních podmínkách při druhém a třetím měření u všech druhů káv. Stejně tak tomu bylo u kávy Indie balené v obalu se zámkem uchované v normálních podmínkách, také u druhého a třetího měření a Indie balené v obalu se zámkem uchované ve variabilních podmínkách při druhém měření. Naopak nejmenší rozdíly v barevnosti se projevily u káv balených v obalu se zámkem a uchovaných v chladu, a to nejvíce u Costa Rici a El Salvadoru.

Shrňeme-li všechny vlivy, které na vzorky kávy působily, můžeme usuzovat, že na rozdílnost barev má vliv především druh kávy a čas. Menší vliv na změnu barvy má způsob skladování a vůbec nejméně barvu ovlivňuje balení. Nejvyrovnanější a zároveň největší rozdíly byly naměřeny u vzorků balených v papíře a uchovaných v normálních podmínkách.

5.4 Využití NIR spektroskopie pro kalibraci a rozlišení káv

5.4.1 Kalibrace káv pro kofein a polyfenoly

Kalibrace na NIR spektrometru byla provedena u všech káv pro polyfenoly a kofein. Kalibrace se vyznačovala příkladně u kávy Costa Rica korelačním koeficientem 0,233 pro kofein a 0,094 pro polyfenoly. RMSEC pro kofein je 1,31 a RMSEC pro polyfenoly 2. Kalibrace byla ale nespolehlivá, protože CCV bylo 11,10 pro kofein a 43,24 pro fenoly, což ji činí nefunkční. To dokazuje i funkce PRESS, která by měla mít klesající charakter. Pro funkci PRESS byl použit 1 faktor. Důvodem, proč je kalibrace

nespolehlivá, je malá robustnost kalibračního modelu, tj. malá variabilita hodnot stanovované komponenty.

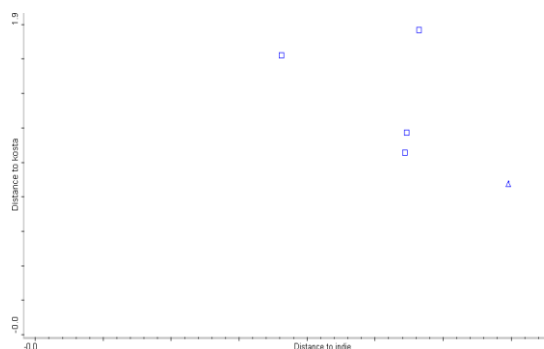
Tabulka 3 Charakteristika kalibrace

Charakteristika	Kofein	Polyfenoly
Počet vzorků (153)	90	63
Korelační koeficient (R)	0,233	0,094
Směrodatná odchylka kalibrace (SEC)	1,31	2
Kalibrační variační koeficient (CCV %)	11,10	43,24
PLS faktory	2	2

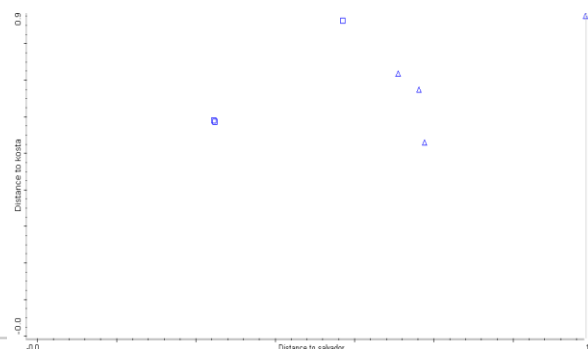
5.4.2 Rozlišení káv pomocí spekter

5.4.2.1 Kávy podle původu

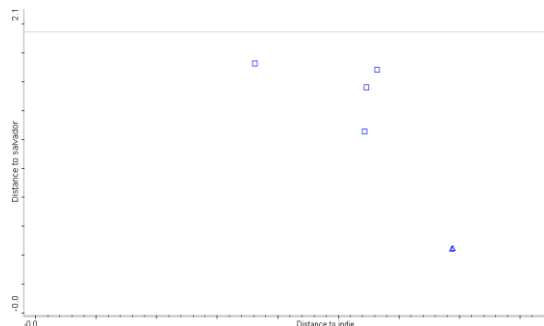
Jednotlivé druhy kávy lze od sebe zjevně odlišit. Rozdíly mezi jednotlivými kávami ilustrují grafy, které porovnávají různé druhy kávy (obr. 17, 18 a 19).



Obrázek 17 Rozdíly mezi Indií a Costa Ricou



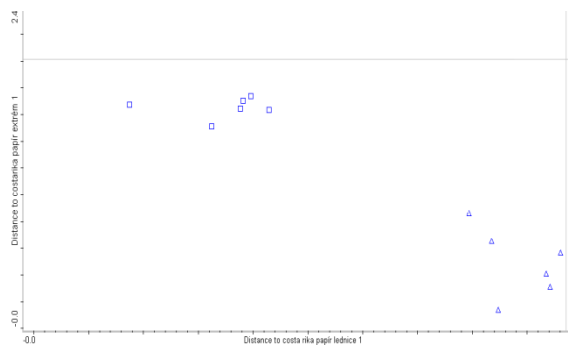
Obrázek 18 Rozdíly mezi Indií a El Salvadorem



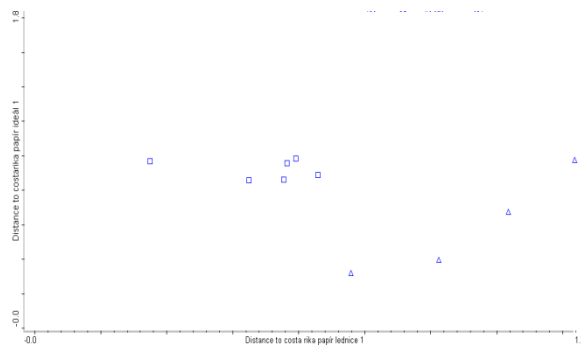
Obrázek 19 Rozdíly mezi Indií a El Salvadorem

5.4.2.2 Kombinace obalu a podmínek

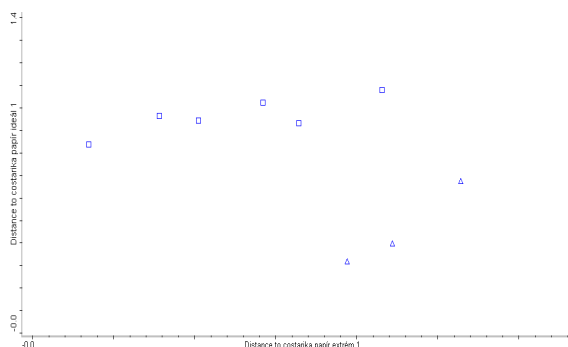
Co se týče kombinace typu obalu a skladovacích podmínek, lze říci, že tyto faktory neměly v rámci jednoho časového období významný vliv na množství kofeinu ani fenolů. Rozdíly lze ale nalézt v grafech měřených na spektrometru. Mezi jednotlivými kombinacemi se vyskytují různě velké rozdíly. Například u kávy Costa Rica můžeme z grafu vyčíst značný rozdíl mezi kombinací PAP-VAR x PAP-CHLA (obr. 20), menší rozdíl je zaznamenán u grafu PAP-NOR x PAP-CHLA (obr. 21), a v rámci papírového balení nalezneme nejmenší rozdíl při porovnávání káv zabalených PAP-VAR x PAP-NOR (obr. 22). Menší rozdíly v rámci jednoho časového úseku můžeme zpozorovat v kávách balených do obalů s jednocestným ventilem, ale nejmenších rozdílů je dosahováno při zabalení ve vakuu, zobrazuje to například (obr. 23), kde můžeme vidět kombinaci VAK-CHLA x VAK-NOR. Naopak největší rozdíly mezi kávami v rámci jednoho typu balení a období jsou u kávy El Salvador, a to porovnání mezi kávami ZAM-CHLA x ZAM-VAR, z toho lze usoudit, že značný vliv na rozdílnost káv má i způsob skladování (obr. 24).



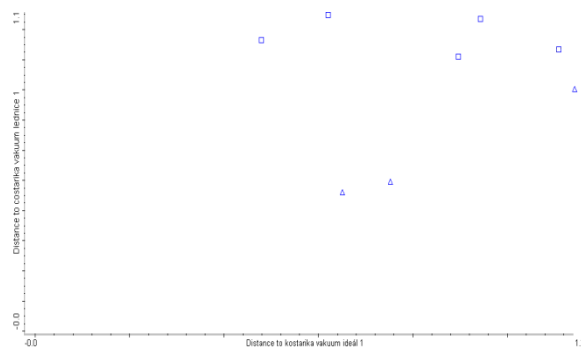
Obrázek 20 Rozdíl mezi kombinací PAP-VAR x PAP-CHLA u CR



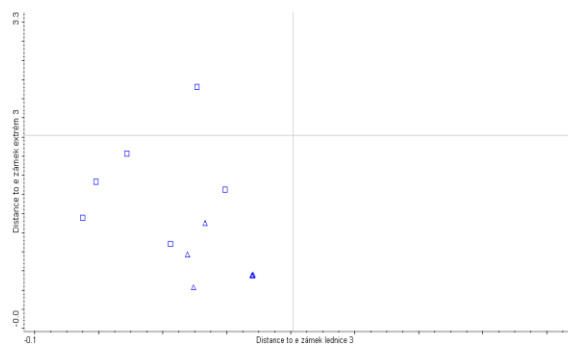
Obrázek 21 Rozdíl mezi kombinací PAP-NOR x PAP-CHLA u CR



Obrázek 22 Rozdíl mezi kombinací PAP-VAR x PAP-NOR u CR



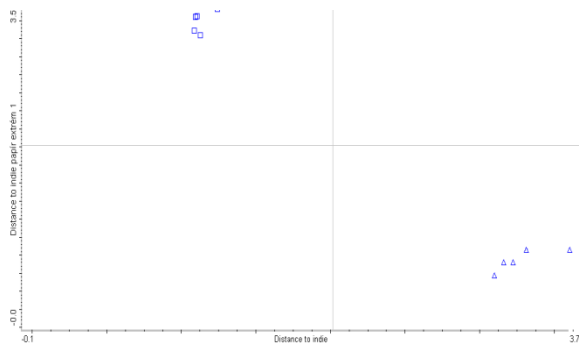
Obrázek 23 Rozdíl mezi kombinací VAK-NOR x VAK-CHLA u CR



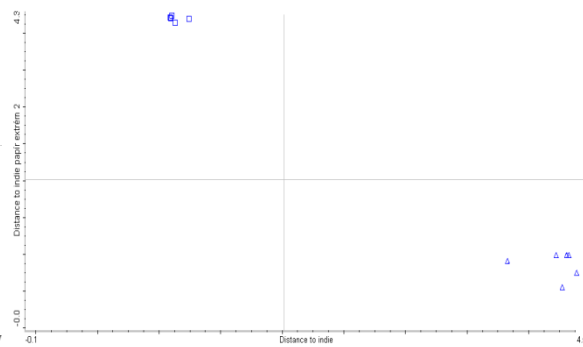
Obrázek 24 Rozdíl mezi kombinacemi ZAM-CHLA x ZAM-VAR u ES

5.4.2.3 Hodnocení časového hlediska

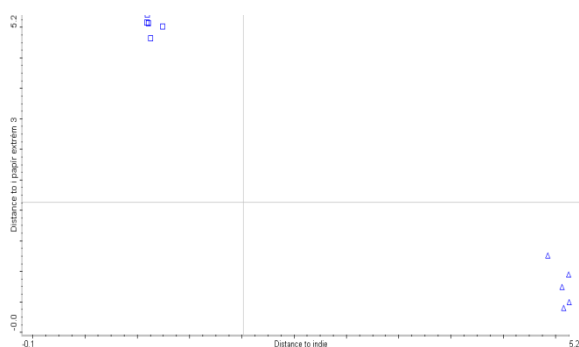
Kávy lze z časového hlediska bezpečně rozeznat. Rozdíly mezi časovými úseky po třech měsících nabývají vyšších rozměrů. Vždy se rozdíl s přibývajícím časem zvětšoval. Některé kombinace balení a způsobily menší rozdíly, jiné větší. Příkladem může být porovnání výchozího vzorku kávy Indie s kávou v kombinaci PAP-VAR, značný rozdíl je mezi kávami při druhém, třetím a čtvrtém měření (obr. 25, 26 a 27).



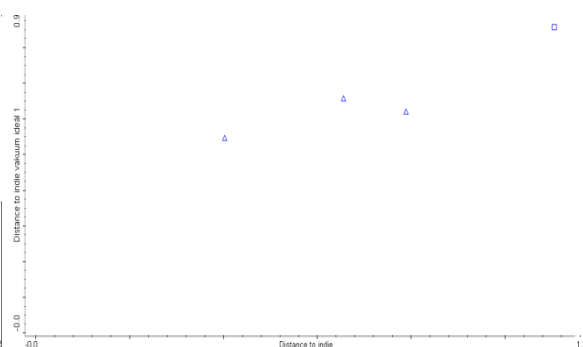
Obrázek 25 Rozdíl mezi výchozím vzorkem Indie a kombinací PAP-VAR-2



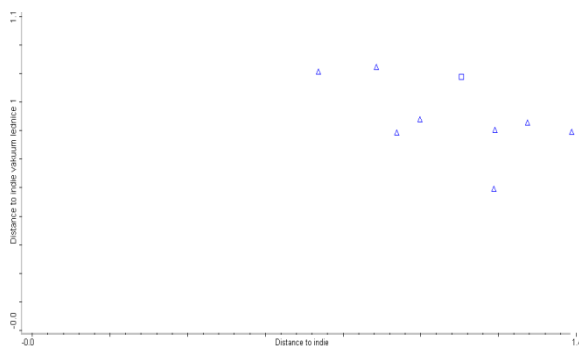
Obrázek 26 Rozdíl mezi výchozím vzorkem Indie a kombinací PAP-VAR-3



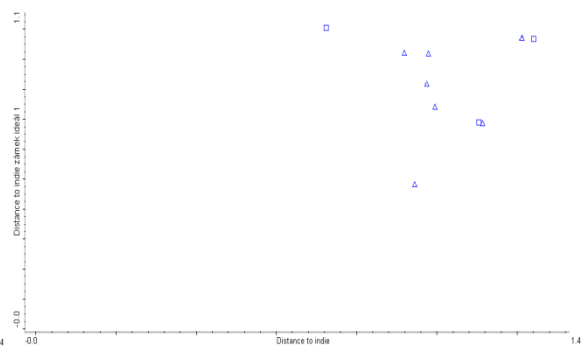
Obrázek 27 Rozdíl mezi výchozím vzorkem Indie a kombinací PAP-VAR-4



Obrázek 28 Rozdíl mezi výchozím vzorkem Indie a kombinací VAK-NOR-2



Obrázek 29 Rozdíl mezi výchozím vzorkem Indie a kombinací VAK-CHLA-2



Obrázek 30 Rozdíl mezi výchozím vzorkem Indie a kombinací VAK-VAR-2

Co se týče papírového obalu, největší rozdíly byly vždy u variabilních podmínek, pak normálních a nejmenší v lednici, přesto se ale kávy od výchozího vzorku baleného do papíru značně lišily u všech káv.

Naopak u káv balených ve vakuu byly rozdíly nejmenší, naprosto nejmenší rozdíl byl zjištěn mezi výchozí kávou a kávou balenou ve vakuu uchovanou v normálních podmínkách, ale ani takto balená káva uchovaná v lednici i ve variabilních podmínkách nevykazovala velké rozdíly při druhém měření (obr. 26 a 27).

Velmi nízkých rozdílů od standardu vykazovaly vzorky balené do obalů s jednocestným ventilem uchovaných v normálních podmínkách a vzorky balené ve vakuu uchovaných v normálních podmínkách (obr. 28).

5.5 Senzorické hodnocení kávy

5.5.1 Senzorické hodnocení rozdílů mezi jednotlivými druhy káv

Na začátku měření byly mezi sebou porovnávány jednotlivé druhy kávy v ideálním čase určeném ke konzumaci. V následující tabulce je uvedeno, jak se od sebe jednotlivé druhy liší, a v kterých deskriptorech jsou největší rozdíly.

Tabulka 4 Hodnocení jednotlivých druhů káv v ideálním čase pro konzumaci, rozdílné indexy a, b označují statisticky významný rozdíl na hladině $P < 0,05$ (červeně - průkazně méně intenzivní, zeleně - průkazně více intenzivní hodnota).

Deskriptor	Druh kávy		
	COSTA RICA	INDIA	EL SALVADOR
Plnost vůně před zalitím ($\bar{x} \pm s_d$)	78 ± 18a	65 ± 21ab	44 ± 16b
Příjemnost vůně před zalitím (\bar{x})	5	4	3
Plnost vůně po zalití ($\bar{x} \pm s_d$)	62 ± 19a	55 ± 22ab	45 ± 15b
Příjemnost vůně po zalití (\bar{x})	5	4	4
Plnost chuti ($\bar{x} \pm s_d$)	58 ± 17	68 ± 16	52 ± 12
Intenzita kyselé chuti ($\bar{x} \pm s_d$)	75 ± 18a	36 ± 13b	66 ± 28ab
Intenzita hořké chuti ($\bar{x} \pm s_d$)	39 ± 23b	72 ± 28a	60 ± 35ab
Příjemnost chuti (\bar{x})	4	5	4

Z tabulky lze vyčíst, že průkazně lepších sensorických vlastností celkově má kostarická káva. Je tomu tak u všech deskriptorů týkající se vůně a intenzity kyselé chuti. Nehledě na hodnocení jednotlivých vlastností, byla jako nejpříjemnější chutnající káva označena India. El Salvador byl vyhodnocen jako nejhorší káva, jejím nejhůře hodnocenými vlastnostmi byla vůně, především plnost a příjemnost před zalitím a plnost vůně po zalití.

5.5.2 Hodnocení káv z časového hlediska

Všechny deskriptory u většiny kombinací balení a skladování při druhém, třetím a čtvrtém měření byly hodnoceny hůře u všech druhů káv. Nejméně variabilní vlastností

byla kyselost, která se v průběhu času výrazně neměnila. Naopak nejvíce se časem změnila plnost vůně před zalitím a příjemnost chuti.

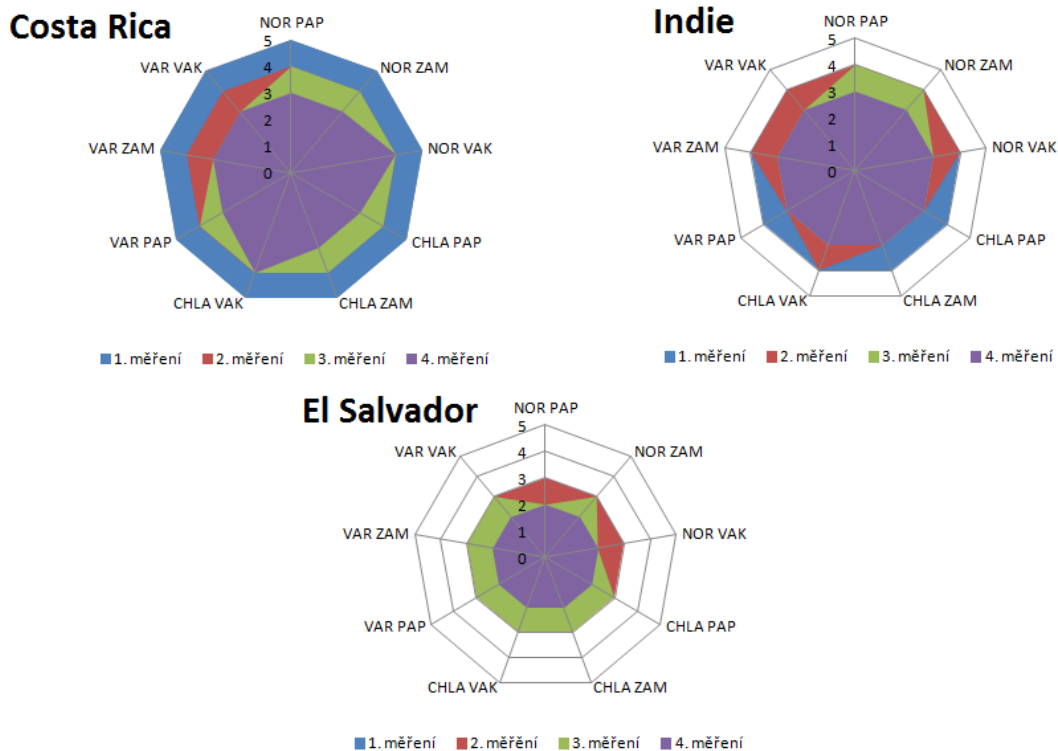
5.5.3 Hodnocení jednotlivých deskriptorů

5.5.3.1 Plnost vůně před zalitím kávy

Plnost vůně před zalitím byl jeden z nejvíce se měnících deskriptorů. Nejlépe byla tedy hodnocena plnost chutě u Costa Ricy, o něco hůře u India a vůbec nejhůře u El Salvadoru. Největší propad byl zaznamenán mezi prvním a druhým měřením u kostarické a indické kávy, při dalším měření se plnost vůně snižovala, ale již ne tak rapidně. Při posledním měření vykazovala nejlepší plnosti vůně před zalitím Costa Rica balená ve vakuu a uchovaná v lednici. Naprosto jinak se v průběhu času ovšem chovala na začátku nejhůře hodnocená salvadorská káva. Hodnoty plnosti vůně před zalitím někdy klesaly, někdy rostly. Při posledním měření většina již ale většina klesla. Nejhůře na tom byly všechny vzorky El Salvadoru balené v papíře (viz příloha č. 10).

5.5.3.2 Příjemnost vůně před zalitím kávy

Jako nejpříjemnější byla vůně před zalitím hodnocena u kostarické kávy, o stupeň méně u indické a nejméně u salvadorské. Nejvyrovnanější výkyvy v průběhu času a v závislosti na balení i skladování byly u Indie. Costa Rica klesala průběžně, přičemž nejhorších výsledků vykazovaly vzorky balené v zámku a vakuu skladované ve variabilních podmínkách a nejlepších vzorky balené ve vakuu skladované v normálních a chladničkových podmínkách. Toto ilustrují grafy (obr. č. 31).



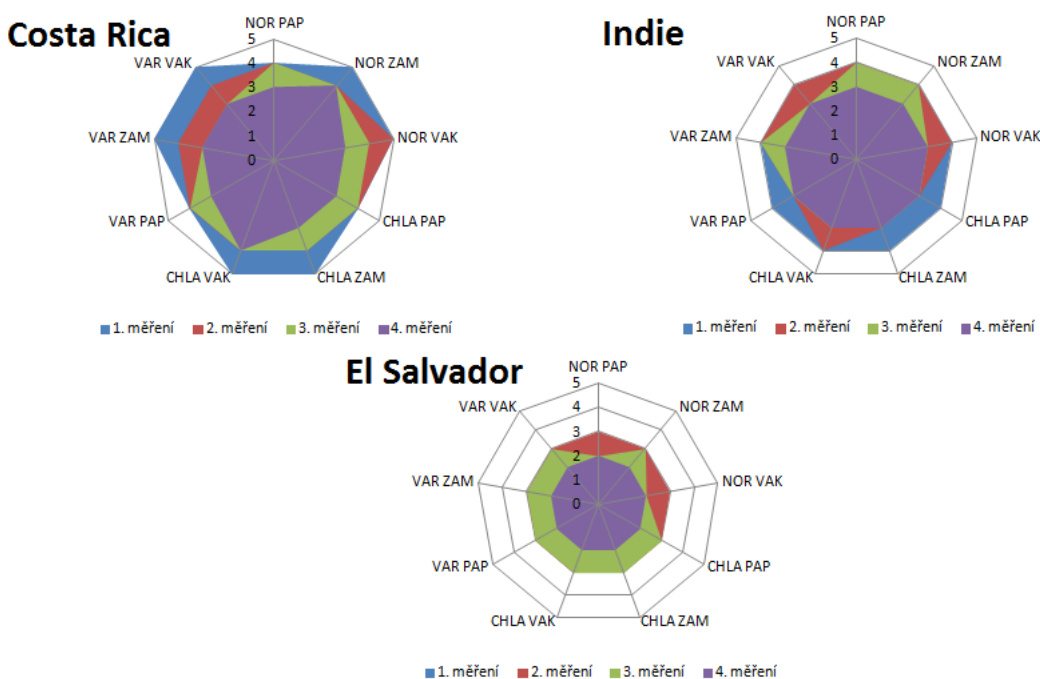
Obrázek 31 Příjemnost vůně před zalitím

5.5.3.3 Plnost vůně po zalití

Plnost vůně po zalití měla téměř u všech vzorků v průběhu času klesající charakter. U kostarické kávy uchované ve variabilních podmínkách plnost vůně při druhém měření výrazně klesla, ale až do posledního měření se držela na stejné hladině. Ostatní kávy v rámci jednoho skladovacího režimu již neměly tak podobný průběh, ale i v těchto případech plnost klesala. Nejvýrazněji se to projevilo u indické kávy balené v papírovém sáčku ve všech skladovacích režimech. Papírový sáček neprospíval ani kostarické kávě uchované v normálních podmínkách, kdy byl pokles mezi prvním a posledním měřením podobně velký jako u Indie. Nejméně patrný rozdíl v plnosti vůně během měření se vyskytoval u salvadorské kávy balené v obalu se zámkem uchované ve variabilních podmínkách a balené ve vakuu uchované v normálních podmínkách. Tato tvrzení dokazují grafy v příloze č. 11.

5.5.3.4 Příjemnost vůně po zalití kávy

Nejvyšší kvalitu příjemnosti chuti kávy po zalití si udržovala káva Costa Rica, vysokou jakost si zachovávaly zvláště vzorky balené do obalu se zámkem uchované v normálních podmínkách a balené ve vakuu uchovaných v lednici, kdy po klesnutí při druhém měření o jeden stupeň již nadále neklesaly. Nejvýraznější pokles, kdy se tak stalo už při třetím měření, se projevil u Costa Ricy uchované ve variabilních podmínkách balené ve vakuu a obalu se zámkem. U kávy El Salvador, kdy již při prvním měření byla zjištěna nízká příjemnost vůně po zalití, si zachovávala stejné bodové ohodnocení na začátku i na konci pokusu. Bylo tomu tak u vzorku baleného v papíře a uchovaném v normálních podmínkách. Vyčíst to můžeme z následujících grafů (obr č. 32).



Obrázek 32 Příjemnost vůně po zalití

5.5.3.5 Plnost chutě

Plnost chutě byla nejlépe hodnocena u kávy indické, při druhém měření ale výrazně klesla a snižovala se i při dalších měřeních. Ostatní druhy káv nevykazovaly tak prudký pokles, rozdíl mezi plností chuti na počátku, při druhém, třetím i čtvrtém měření nebyly tak markantní jako u Indie, všechny měly klesající charakter. Zajímavostí je, že všechny druhy káv balené ve vakuu uložené v chladničce si zachovávaly jen nepatrně nižší hodnotu plnosti chutě než u prvního měření (viz příloha č. 12).

5.5.3.6 Intenzita kyselosti

Zcela jiný charakter průběhu změny měly intenzity kyselé chutě na rozdíl od ostatních deskriptorů. Kyselost se totiž v průběhu času výrazně neměnila. Pokud totiž kyselost klesala, tak jen nepatrně anebo se po poklesu při prvním měření vrátila na podobnou či vyšší hladinu, jak tomu bylo u prvního měření. Nárůst na vyšší hladinu, než jaká byla zjištěna při prvním měření, byla zaznamenána u Costa Ricy balené v papíře a uchované v normálních podmínkách a u Indie za stejných podmínek a vzorcích balených v obalu se zámkem a uchovaných v chladničce a variabilních podmínkách. Vyloženě klesající charakter měl průběh změn u kávy Costa Rica balené ve vakuu a uchované v chladničce a balené v obalu se zámkem uchované ve variabilních podmínkách. Nejvyrovnanějších hodnot dosahovaly všechny typy balení uchované v normálních podmínkách, především kávy Costa Rica a El Salvador (viz příloha č. 13).

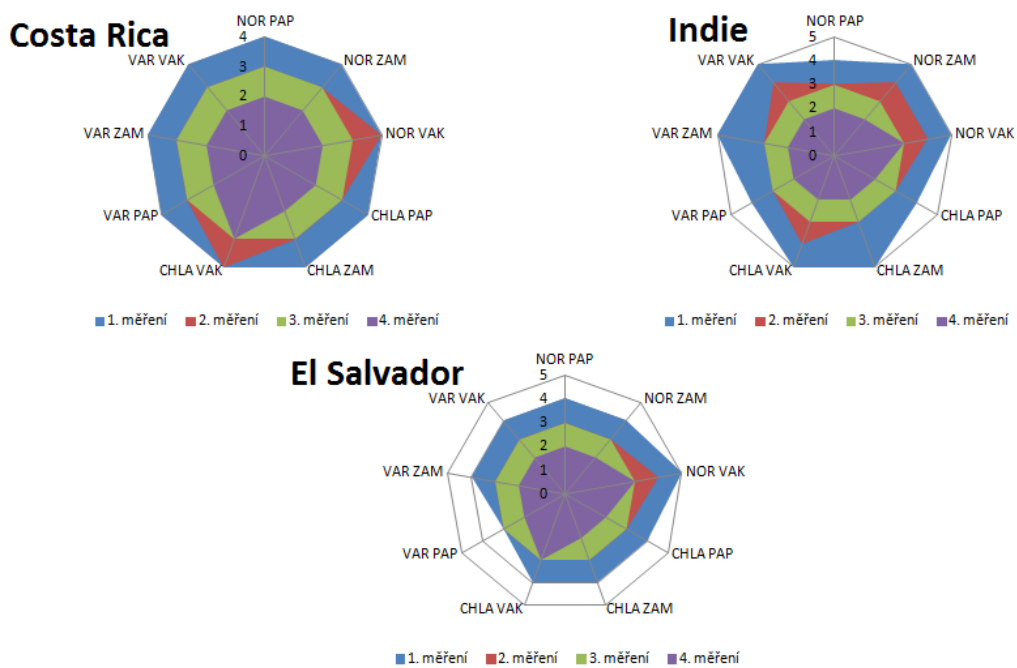
5.5.3.7 Hořkost

Intenzita hořké chutě byla velmi dobře hodnocena u kávy z Indie. Projevil se ale u ní i největší propad v průběhu času. Vůbec největší propad indické kávy se projevil u tří vzorků, a to u kávy balené v obalu se zámkem uchované v normálních podmínkách, káv balených v papíru a uchovaných v chladničkových a variabilních podmínkách. U kostarické kávy, kde byla zhodnocena intenzita hořkosti jako nejhorší ze všech káv, se již dále zhoršovala během všech měření u většiny vzorků velmi málo, výjimkami byly vzorky balené v zámku a vakuu uchované ve variabilních podmínkách, kdy hodnoty razantně klesly při druhém měření, ovšem při posledním měření se přiblížily na vyšší hodnoty k ostatním vzorkům (viz příloha č. 14). Káva El Salvador si držela během měření podobné hodnoty ohodnocení, byly mírně klesající až s výjimkou vzorků uchovaných v normálních podmínkách, kde hodnoty klesly výrazně.

5.5.3.8 Příjemnost chutě

Nejdůležitější deskriptor - příjemnost chutě - byl nejlépe hodnocen u Indie. Jako nejlepší způsob balení se pro zachování plnosti chuti jeví zabalení do vakua, protože v 6 případech z 9 si takto zabalená káva pohoršila při druhém měření pouze na hodnotu 4 (počáteční hodnota u dvou vzorků byla 4 a u dvou 5 b), přičemž ve třech případech z 9 byla při posledním hodnocení oznámkována 3 body, všechny ostatní kávy klesly na 2.

Celkové bodové ohodnocení 3 při posledním měření byly tedy vakuované uchované buď v normálních či chladničkových podmínkách. Tyto skutečnosti dokazují následující grafy (obr. č. 33).



Obrázek 33 Příjemnost chutě

6 ZÁVĚR

V této diplomové práci jsem se zabývala účinky různých vlivů na kvalitu kávy. Bylo také hodnoceno, zda lze pomocí měření barvy a blízkých spekter druhy kávy od sebe odlišit.

Káva byla vystavena podmínkám, jež simulovaly běžné skladování spotřebitelů, proto byly vybrány tři režimy skladování, které se nejběžněji využívají. Byly také zvolené spotřebitelské obaly, se kterými se můžeme nejčastěji setkat v obchodní síti. Stanovení byla prováděna každé tři měsíce.

Jednotlivé druhy kávy lze pomocí blízké infračervené spektroskopie a měření barvy na spektrofotometru rozeznat. Nejpatrnější byl rozdíl mezi kávou z Indie a El Salvadoru, lze je těmito stanoveními bezpečně rozeznat. Rozdíly jsou patrné i mezi Costa Ricou a El Salvadorem a Costa Ricou a Indií. Ze sensorického hlediska vyšla jako nejlépe hodnocená káva Costa Rica, o něco hůře byla hodnocena India a nejhůře byla vyhodnocena káva El Slavador.

Vezmeme-li v potaz všechny hodnocené faktory, je zřejmé, že největší vliv na kvalitu kávy má čas. Z časového hlediska se děly největší změny, při všech stanoveních, které se prováděly.

Ačkoliv se to neočekávalo, kofein ve všech kávách a kombinacích skladovacích režimů a balení klesal. Jeho množství na začátku bylo u kávy Costa Rica se snížilo jen nepatrně, ale bylo tomu tak u všech káv a ve všech režimech. Za 9 měsíců se celkově obsah kofeinu v průměru ve všech kávách snížil na $3,68 \text{ mg.g}^{-1}$ ($s_d \pm 0,15$).

Množství sumy polyfenolů v kávě kleslo po třech měsících ve všech kávách dosti výrazně, u Costa Ricy to bylo z $13,72 \text{ mg.g}^{-1}$ na $0,92 \text{ mg.g}^{-1}$ ($s_d \pm 0,26$), Indie $12,07 \text{ mg.g}^{-1}$ na $0,89 \text{ mg.g}^{-1}$ ($s_d \pm 0,24$), u EL Salvadoru z $11,06 \text{ mg.g}^{-1}$ na $0,82 \text{ mg.g}^{-1}$ ($s_d \pm 0,04$) nadále se pak už takřka nesnižovaly. Opět na to neměl takřka vliv typ obalu ani skladování. Polyfenoly obsažené v pražené zrnkové kávě se tak zdají být časově nestálé. Tak rapidní propad v množství polyfenolů je způsoben úplnou absencí při druhém a třetím měření 4-hydroxybenzaldehydu, který zaujímal nejvyšší procento polyfenolů při prvním měření.

Všechny vzorky kávy vykazovaly po třech měsících v sensorické analýze rapidní zhoršení. Jak již bylo zmíněno, ideální doba skladování se uvádí maximálně 3 měsíce. Bylo dokázáno, že se vůně i chuť po třech měsících zhoršily, intenzita hořkosti taktéž, pouze intenzita kyselosti si držela jako jediný deskriptor přibližně stejný

charakter. Z hlediska senzorické analýzy se projeví účinky obalů a skladování. Jako nejlépe se chovaly vzorky balené do vakua a zámku a uchované v normálních a chladničkových podmínkách. Je nutno dodat, že káva balená do vakua byla před zatavením uchovávána v obalu s jednocestným ventilem (v pražírně není k dispozici vakuová balička), což způsobilo počáteční únik CO₂ z kávy, a tím bylo dosaženo možná lepšího průběhu změn v těchto kávách než kdyby se káva zabalila do vakua okamžitě. Naopak značně horší výsledky jsme mohli očekávat u vzorků balených v papírovém sáčku, to se i potvrdilo. Celkově by se dalo ale konstatovat, že spotřebitel by měl kávu uchovávat po dobu maximálně tří měsíců, protože po delší době již dochází k podstatnému zhoršení senzorických vlastností. Kombinace způsobu skladování a balení tyto změny, jak bylo uvedeno, sice v určitých případech zpomalují, ale ani v těchto případech už nelze takovou kávu označit za senzoricky kvalitní.

Kalibrace káv pomocí NIR spektrometru pro kofein a sumu polyfenolů není spolehlivá, protože byla k dispozici malá variabilita hodnot stanovované komponenty. Rozdíly mezi jednotlivými kombinacemi skladování a balení byly pak pomocí spekter vyhodnoceny. Rozdíly závisely především na čase, ale způsob zabalení byl také důležitý. Stejně jako u senzorické analýzy byly největší rozdíly u káv balených v papíru a daleko menší u káv balených ve vakuu a obalu s jednocestným ventilem, především skladovaných v normálních podmínkách.

Průběh změny barvy u vzorků káv je zajímavý v tom, že rozdíl mezi výchozím a druhým a třetím měřením byl značný, zato rozdíl mezi prvním a posledním měřením byla daleko menší, tzn., že káva v průběhu skladování ztmavla a pak se opět přiblížila zpět k původní barvě a zesvětlala. Shrme-li všechny vlivy, které na vzorky kávy působily, můžeme usuzovat, že na rozdílnost barev má vliv především druh kávy a čas. Menší vliv na změnu barvy má způsob skladování a vůbec nejméně barvu ovlivňuje balení. Nejvyrovnanější a zároveň největší rozdíly byly naměřeny u vzorků balených v papíře a uchovaných v normálních podmínkách.

Tato studie se zabývala především dlouhodobým skladováním kávy. Výsledky stanovení různých paprametrů potvrzují všeobecný názor odborníků na dobu skladování kávy. Skladování delší než je tři měsíce rapidně zhoršuje senzorické vlastnosti kávy, snižuje se obsah kofeinu i sumy polyfenolů. Různé kombinace obalů a skladování má na výsledky také vliv, je ovšem zanedbatelný v porovnání s faktorem času. Důležitou roli zde hrál i fakt, že káva byla ztrnoková a ne mletá. U mleté kávy by se dal očekávat

daleko horší průběh změn během skladování. Vezmeme-li v potaz, že se z balení kávy nedozvíme většinou datum pražení, dá se říci, že je pro spotřebitele takřka nemožné koupit si v běžné síti čerstvou kávu (nehledě na to, že je v drtivé většině mletá). Spoléhat se tak milovníci kávy mohou pouze na malé pražírny nabízející naopak pouze kávu čerstvě praženou.

7 SEZNAM LITERATURY

- AGTRON INC. HEADQUARTERS, 2013: *What we can do for your coffee!*, Databáze online [2013-04-17]. Dostupné na: <http://www.agtron.net/Coffee1.html>
- ANESE M., MANZOCCO L., NICOLI M. C., 2006: Modeling the Secondary Shelf Life of Ground Roasted Coffee, *Journal of agricultural and food chemistry*, 54 (15): 5571-557.
- AUGUSTÝN J., 2003: *Povídání o kávě*, Fontána, Olomouc, 354 s.
- BARBIN D. F., MADUREIRA FELICIO A. L. S., SUN D-W., NIXDORF S. L., HIROOKA E. Y., 2014: Application of infrared spectral techniques on quality and compositional attributes of coffee: An overview, *Food Research International*, 61: 23-32.
- BHUMIRATANA N., ADHIKARI K, CHAMBERS E., 2011: Evolution of sensory aroma attributes from coffee beans to brewed coffee, *LWT - Food Science and Technology*, 44 (10): 2185–2192
- BICHO N. C., LEITAO A. E., RAMALHO J. C., CEBOLA F. C., 2012: Use of colour parameters for roasted coffee assessment, *Ecology Of Food And Nutrition*, 32 (3): 436-442
- BOOT W., 2011: *Coffee Roasting Technology*, soukromá prezentace.
- BRÖHNAN M., HUYBRIGHS T., WOUTERS CH., VAN DER BRUGGEN B., 2009: Influence of storage conditions on aroma compounds in coffee pads using static headspace GC–MS, *Food Chemistry*, 116 (2): 480-483.
- BRZOŇOVÁ L., 2012: *Svět kávy - Jak poznáme kvalitu?*, Česká technologická platforma pro potraviny.
- BŘEČKA M., 2015, soukromé sdělení
- BUFFOR A., CARDELLI-FREIRE C., 2004 Coffee flavour: An overview, *Flavour and Fragrance Journal*, 19 (2): 99-104.
- CARDELI C., LABUZA T. P , 2001: Application of Weibull Hazard analysis to the determination of the shelf life of roasted and ground coffee, *LWT - Food Science and Technology*, 34 (2): 273-278.
- COFFEE ANALAYSTS, Coffee Packaging and Shelf Life Issues, Databáze online [cit. 2015-02-13]. Dostupné na: <http://www.coffeeanalysts.com/coffee-packaging-staling-issues/>.
- COFFEE ANALYSTS 2011: Coffee Lab: Agtron Test and Degree of Roast, Databáze online [cit. 2013-04-17]. Dostupné na: <http://www.coffeeanalysts.com/2011/07/coffee-lab-agtron-test-and-degree-of-roast/>.
- DAGLIA M., CUZZONI M. T., DACARRO C., 1994: Antibacterial activity of

coffee, *Journal of agricultural and food chemistry*, 42 (10), 2270-2272.

DOČEKALOVÁ H., 2013: Přednáška předmětu Chemie potravin, Mendelova univerzita.

DOLANSKÝ J., 2011: Využití kapalinové chromatografie s hmotnostní detekcí pro identifikaci a kvantifikaci látek, Univerzita Jana Purkyně Evangelisty.

EGGERS R., PIETSCH A., 2001: Technology I: Roasting, s. 90 – 107. In: Clarke C. J., Vitzthum O. G. (ed), *Coffee: recent Developements*. MPG Books Ltd, Bodmin, 257 s.

ESBENSEN, K. *Multivariate alysis-in practise*, Camo ASA, 1998.

ESQUIVEL P., JIMENÉZ M. V., 2012: Functional properties of coffee and coffee by-products, *Food Research International*, 46 (2): 488–495.

FALTÝNKOVÁ M., 2011: *Charakteristika kofeinu a možnosti jeho stanovení, Bakalářská práce*, Univerzita Tomáše Bati, Databáze online [2015-03-19]. Dostupné na: <http://hdl.handle.net/10563/14889>.

FERDMAN R. A., 2014: Here Are the Countries That Drink the Most Coffee—the U.S. Isn't in the Top 10, *The Atlantic*, Databáze online [cit. 2015-02-17]. Dostupné na: <http://www.theatlantic.com/business/archive/2014/01/here-are-the-countries-that-drink-the-most-coffee-the-us-isnt-in-the-top-10/283100/>.

GELADI, P., 2003: Chemometrics in spectroscopy. Part 1. Classical chemometrics: A review. *Spectrochimica Acta, Part B*, 58: 767 – 782.

GOGLIO M., BOSSETI V., BOTTINI G., 2002: Selective degassing valve for containers of aromatic or odours products, such as coffee and the like, *United states patent*, Databáze online [cit. 2015-02-07]. Dostupné na: <http://patft.uspto.gov/netacgi/nph-Parser?Sect2=PTO1&Sect2=HITOFF&p=1&u=/netahtml/PTO/search-bool.html&r=1&f=G&l=50&d=PALL&RefSrch=yes&Query=PN/6468332>.

HAALAND, M., D., THOMAS, V., E., 1988a: Partial Least – Squares Methods for spectral Analyses. 1. Relation to Other Quantitative Methods and the Extraction of Qualitative Information. *Analytical Chemistry*, 60: 1193-1202

HERNANDEZ J. A., HEYD B., IRLES C., VALDOVINOS B., TRYSTRAM G., 2005: Analysis of the heat and mass transfer during coffee batch roasting, *Journal of Food Engineering*, 78(4): 1141–1148.

HOLSCHER W., STEINHART H., 1992: Investigation of roasted coffee freshness with an improved headspace technique, *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung*, 195 (1): 33-38.

HOMMA S., 1999: Nonvolatile compounds in coffee, 18th International Scientific Colloquium on Coffee, s. 83-89.

HRSTKA J., 2015, soukromé sdělení

HUCK C. W., GUGGENBICHLER W., BONN G. K., 2005: Analysis of caffeine, theobromine and theophylline in coffee by Near infrared spectroscopy (NIRS) compared to high-performance liquid chromatography (HPLC) coupled to mass spectrometry, *Analytica Chimica Acta*, 538 (1-2): 195–203

HUDEC T., 2015, soukromé sdělení

JAROŠOVÁ A., 2013: Přednáška Senzorická analýza, MENDELU.

JAVALYTICS, 2015: Model JAV-RDA-D, Databáze online [cit 5.4.2015]. Dostupné na: <http://javalytics.com/model-jav-rda-d/>.

KIM, J. S., LEE Y. S., 2009: Enolization and racemization reactions of glucose and fructose on heating with amino-acid enantiomers and the formation of melanoidins as a result of the Maillard reaction, 36 (3): 465-474

KLOSTERMAN, L. The Facts about Caffeine. New York: Marshall Cavendish, 2006. 111 s. s. 11.

KLOUDA, P., 2003: *Moderní analytické metody*, Nakladatelství Pavel Klouda, Ostrava, 132 p., ISBN 80-86369-07-2.

KOSTRHOUNOVÁ, R. 2002: *Stanovení fenolu a chlorfenolů ve vodách s použitím s použitím spektrofotometrie s použitím UV/VIS a HPLC po předchozím zkoncentrováním na pevné sorbenty*, Zkrácená verze disertační práce VUT, Brno Databáze online [2014-11-29]. Dostupné na: <https://dspace.vutbr.cz/bitstream/handle/11012/19721/164.pdf?sequence=1>.

KOŠTÁL P., 2015, ústní sdělení [2015-04-16], Praha.

KRISTOVÁ P., FUKSOVÁ H., 2007: Vysokoúčinná kapalinová chromatografie s obrácenými fázemi RP-HPLC, Masarykova univerzita, Databáze online [2015-03-19]. Dostupné na: https://is.muni.cz/th/195604/prif_b/Samostatny_projekt_HPLC.txt.

LUGASI A., HÓVÁRI, J., 2003: Antioxidant properties of commercial alcoholic and nonalcoholic beverages. *Nahrung/Food* 47(2): 79-86.

MAREŠ V., 2015, soukromé sdělení

Nařízení evropského parlamentu a rady (EU) č. 1169/2011, Databáze online [2015-01-09]. Dostupné na: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/ALL/?uri=CELEX:32011R1169> .

OLIVEIRA S. L., FRANCA S. A., MENDOCA J. C. F., BARROS-JÚNIOR M. C., 2006: Proximate composition and fatty acids profile of green and roasted defective coffee beans, *LWT - Food Science and Technology*, 39 (3): 235–239.

PACÁK K., 1989: Poznáváme organickou chemii, Polytechnická knihovna, Praha, s. 234.

PEJŠEK ML. K., 2015, soukromé sdělení

PIZARRO C., ESTEBAN-DIEZ I, GONZÁLEZ-SÁ IZ J. M., FORINA M., 2007: Use of Near- Infrared Spectroscopy and Feature Selection Techniques for Predicting the Caffeine Content and Roasting Color in Roasted Coffee, *Journal of agricultural and food chemistry*, 55 (18): 7477-7488.

PRÁŠEK J., 2015, soukromé sdělení

RADTKEGRANZER R., PIRINGER O. G., 1981: Problems in the quality evaluation of roasted coffee through quantitative trace analysis of volatile flavor components, *Deutsche Lebensmittel-Rundschau*, 77 (6): 203-210.

ROBERTSON G. L., 2013: *Food Packaging: Principles and Practice*, CRC Press, 2013, New York, s. 583-588

ROMANI S., CEVOLI CH., FABBRI A., ALESSANDRINI L., ROSA M. D., 2012: Evaluation of Coffee Roasting Degree by Using Electronic Nose and Artificial Neural Network for Off-line Quality Control, *Journal of Food Science*, 77 (9): 960-965.

SEGALL S., 2001: Physics & Chemistry of Roasting, prezentace z konference SCAA na Floridě v Miami Beach.

SCHENKER S., 2000: *Investigations on the Hot Air Roasting of Coffee Beans*. Disertační práce (SWISS FEDERAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY ZURICH) Databáze online [cit. 2012-28-09]. Dostupné na: <http://e-collection.library.ethz.ch/view/eth:23461>

SCHOVANKOVÁ M., 2015, soukromé sdělení

SCHWARTZBERG H.G., 2005: Evolution of coffee roasting. In. AIChE Annual Meeting, Conference Proceedings , s. 12543-12561.

SOMPORN CH., KAMTUO A., THEERAKULPISUT P., SIRIAMIRNPUN S., 2011: Effects of roasting degree on radical scavenging activity, phenolics and volatile compounds of Arabica coffee beans (*coffea arabica* L. cv. Catimor), *Food Science and Technology*, 46 (11): 2287–2296.

SONGER P., 2015: Using Color Analysis in Quality Control, *Roast magazine*, Databáze online [cit. 2013-04-17]. Dostupné na: http://www.roastmagazine.com/resources/Articles/Roast_JanFeb15_ColorofCoffee.pdf.

SPENCER T., 2011: Coffee Lab: Agtron Test and Degree of Roast, *Coffeee Analysts*, Databáze online [cit. 2013-04-17]. Dostupné na: <http://www.coffeeanalysts.com/2011/07/coffee-lab-agtron-test-and-degree-of-roast>

STATISTA, 2013: *Global top 10 coffee producing countries from 2011 to 2013 (in 1,000 units)*, Databáze online [2015-01-29]. Dostupné na: <http://www.statista.com/statistics/277137/world-coffee-production-by-leading-countries/>.

SUKOVÁ I., 2013: Kvalita pražené mleté kávy ze supermarketů, *Agronavigátor*, Databáze online [2015-03-19]. Dostupné na: <http://www.agronavigátor.cz/default.asp?ids=158&ch=13&typ=1&val=124292>.

THERMONICOLET, *Spektroskopický software TQ Analyst*, Firemní literatura, kurz 14. – 15.6. 2004, Praha, 51 s.

TŘEŠŇÁK M., 2015, soukromé sdělení

TUČEK J., 2009: Vliv zpracování na chuť kávy, *Beverage&Gastro*, 7-8 s. 2-4.

TUČEK J., 2010: Krátce o pražení kávy, Databáze online [cit. 2013-04-17]. Dostupné na: <http://www.doubleshot.cz/blog/2010/12/10/kratce-o-prazeni-kavy/>

VARMUŽOVÁ P., 2015, soukromé sdělení

VESELÁ P., 2010: *Kniha O kávě*. Smart press, Praha, 248 s.

VIANI R., 1985: Coffee. Nestec LTD., Vevey, 52 s.

VODRÁŽKOVÁ A., VODRÁŽKA P., 2015, soukromé sdělení

ZHANG X., LI W., YIN B., CHEN W., KELLY D. P., WANG X., ZHENG K., DU Y., 2013: Improvement of near infrared spectroscopic (NIRS) Analysis of caffeine in roasted Arabica coffee by variable selection method of stability competitive adaptive reweighted sampling (SCARS), *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 114: 350-356.

8 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Množství aromat v kávě v závislosti na čase (CoffeeAnalysts, 2015).....	13
Obrázek 2 Nákres jednocestného ventilu (Goglio, 2002).....	18
Obrázek 3 Stupně pražení kávy (Sweetmarias.com, 2015)	28
Obrázek 4 Šklála barev popsaná dle systému L*a*b* (Songer, 2015).....	30
Obrázek 5 Pražička firmy Neuhaus Neotec (Neuhaus Neotec).....	40
Obrázek 6 Kofein v jednotlivých druzích kávy	44
Obrázek 7 Vliv skladování u kávy Costa Rica	47
Obrázek 8 Vliv skladování u kávy El Salvador	47
Obrázek 9 Vliv skladování u kávy Indie	48
Obrázek 10 Vliv balení u kávy Costa Rica	48
Obrázek 11 Vliv balení u kávy El Salvador	48
Obrázek 12 Vliv balení u kávy Indie	48
Obrázek 13 rozdíly mezi druhy káv	49
Obrázek 14 Změna barvy v průběhu času u Costa Ricy.....	50
Obrázek 15 Změna barvy v průběhu času u El Salvadoru.....	50
Obrázek 16 Změna barvy v průběhu času u Indie	51
Obrázek 17 Rozdíly mezi Indií a Costa Ricou	52
Obrázek 18 Rozdíly mezi Indií a El Salvadorem.....	52
Obrázek 19 Rozdíly mezi Indií a El Salvadorem.....	52
Obrázek 20 Rozdíl mezi kombinací PAP-VAR x PAP-CHLA u CR.....	54
Obrázek 21 Rozdíl mezi kombinací PAP-NOR x PAP-CHLA u CR.....	54
Obrázek 22 Rozdíl mezi kombinací PAP-VAR x PAP-NOR u CR	54
Obrázek 23 Rozdíl mezi kombinací VAK-NOR x VAK-CHLA u CR	54
Obrázek 24 Rozdíl mezi kombinacemi ZAM-CHLA x ZAM-VAR u ES	54
Obrázek 25 Rozdíl mezi výchozím vzorkem Indie a kombinací PAP-VAR-2	55
Obrázek 26 Rozdíl mezi výchozím vzorkem Indie a kombinací PAP-VAR-3	55
Obrázek 27 Rozdíl mezi výchozím vzorkem Indie a kombinací PAP-VAR-4	55
Obrázek 28 Rozdíl mezi výchozím vzorkem Indie a kombinací VAK-NOR-2	55
Obrázek 29 Rozdíl mezi výchozím vzorkem Indie a kombinací VAK-CHLA-2.....	55
Obrázek 30 Rozdíl mezi výchozím vzorkem Indie a kombinací VAK-VAR-2.....	55
Obrázek 31 Příjemnost vůně před zalitím.....	58
Obrázek 32 Příjemnost vůně po zalití.....	59

Obrázek 33 Příjemnost chutě..... 61

9 PŘÍLOHY



Příloha 1 Jutové pytle



Příloha 2 Kávový pod



Příloha 3 Vzorková pražička kávy pražírny Coffee Source



Příloha 4 Vlhkoměr



SPECIALTY GRADE

No Category 1 Defects Allowed. No more than 5 Full Defects.



QUAKER

An unripe bean that does not fully develop during roasting.

STANDARD METHOD OF CLASSIFICATION

SAMPLE WEIGHTS:
Green Coffee – 350 grams | Roasted Coffee – 100 grams

GREEN COFFEE MOISTURE CONTENT:
Washed Coffees should be between 10 – 12% upon import.

SCENT OF THE GREEN COFFEE:
Coffee must be free of foreign odor.

BEAN SIZE:
No more than 5% variance from purchase contracted specification, measured by retention on traditional round-holed grading screens.

TABLE OF DEFECT EQUIVALENTS:

CATEGORY 1 DEFECTS	FULL DEFECT EQUIVALENTS	CATEGORY 2 DEFECTS	FULL DEFECT EQUIVALENTS
Full Black	1	Partial Black	3
Full Sour	1	Partial Sour	3
Dried Cherry/Pod	1	Parchment/Pergamina	5
Fungus Damaged	1	Floater	5
Foreign Matter	1	Immature/Unripe	5
Severe Insect Damage	5	Withered	5
		Shell	5
		Broken/Chipped/Cut	5
		Hull/Husk	5
		Slight Insect Damage	10

ROAST UNIFORMITY:
Specialty Grade – No quakers allowed

CUPPING METHODOLOGY:
Cupping is a professional technique for evaluating coffee's fragrance, aroma, taste, body and aftertaste. 150 milliliters of hot water are poured directly onto 8.25 grams of roast and ground coffee and allowed to steep. Using a large spoon, the coffee is stirred, sniffed, allowed to settle, then vigorously sipped at various temperatures to reveal its flavor characteristics.

FLAVOR CHARACTERISTICS:
Upon cupping, sample must exhibit distinctive attributes in the areas of taste, acidity, body and aroma as determined between buyer and seller. Must be free from faults and taints.

PARTIAL BLACK BEAN
Less than one-half opaque black.

PARTIAL SOUR BEAN
Less than one-half reddish or yellowish-brown.

PARCHMENT/PERGAMINO BEAN
Partially or fully enclosed in dried parchment.

FLOATER BEAN
Light in color and low in density.

IMMATURE/UNRIPE BEAN
Underdeveloped and greenish with silverskin attached.

WITHERED BEAN
Lightish green bean with a wrinkled surface.

SHELL
Part of a malformed bean consisting of a cavity.

BROKEN/CHIPPED/CUT
A cut bean or fragment.

HULL/HUSK
Fragment of a dried cherry/pod.

SLIGHT INSECT DAMAGE BEAN
With less than three insect perforations.



FULL BLACK BEAN
Predominately opaque black.



FULL SOUR BEAN
Predominately reddish or yellowish brown.



DRIED CHERRY/POD
Bean partially or fully enclosed in dark outer fruit husk.



FUNGUS DAMAGED BEAN
Exhibiting yellowish or brownish fungal attack.



FOREIGN MATTER
Any non-coffee item, such as sticks or stones.



SEVERE INSECT DAMAGE BEAN
With three or more insect perforations.



GREEN COFFEE COLOR GRADIENT

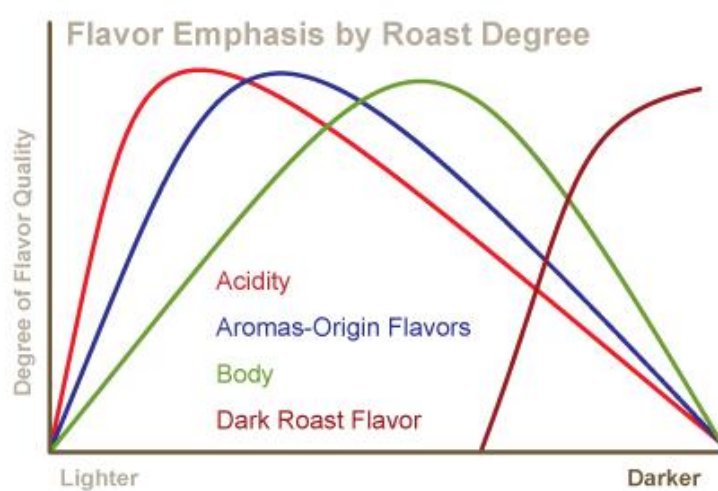
Unroasted coffee's color ranges from a blue-green to a pale yellow depending upon origin, processing or age.



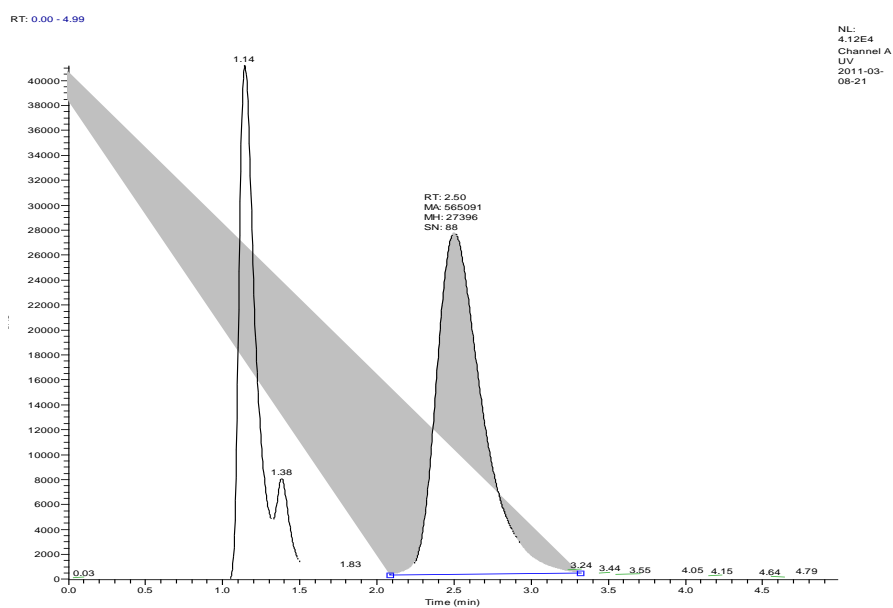
Blue-Green Bluish-Green Green Greenish Yellow-Green Pale Yellow Yellowish Brownish



Příloha 6 Rozdíly barev v závislosti na hrubosti mletí (Songer, 2015)



Příloha 7 Předpověď chuťových vlastností kávy (Songer, 2015)



Příloha 8 Pik kofeinu z chromatografu

Datum:
Zdravotní stav:
Pohlaví:

Senzorické hodnocení kávy

1. Hodnocení vůně před zalitím:

Síla

(vlevo nejméně intenzivní, vpravo nejvíce intenzivní)

Příjemnost

Stupnice

vzorek
hodnocení

1 2 3 4

1 – velmi příjemná

2 – dosti příjemná

3 – uspokojivá

4 – ještě přijatelná

5 – nepříjemná

2. Hodnocení vůně po zalití:

Síla

(vlevo nejméně intenzivní, vpravo nejvíce intenzivní)

Příjemnost

Stupnice

vzorek
hodnocení

1 2 3 4

1 – velmi příjemná

2 – dosti příjemná

3 – uspokojivá

4 – ještě přijatelná

5 – nepříjemná

3. Hodnocení chutě intenzivní:

(vlevo nejméně intenzivní, vpravo nejvíce intenzivní)

Kyselost

Hořkost

Síla

4. Hodnocení příjemnosti chutě:

Příjemnost

Stupnice

vzorek
hodnocení

1 2 3 4

1 – velmi příjemná

2 – dosti příjemná

3 – uspokojivá

4 – ještě přijatelná

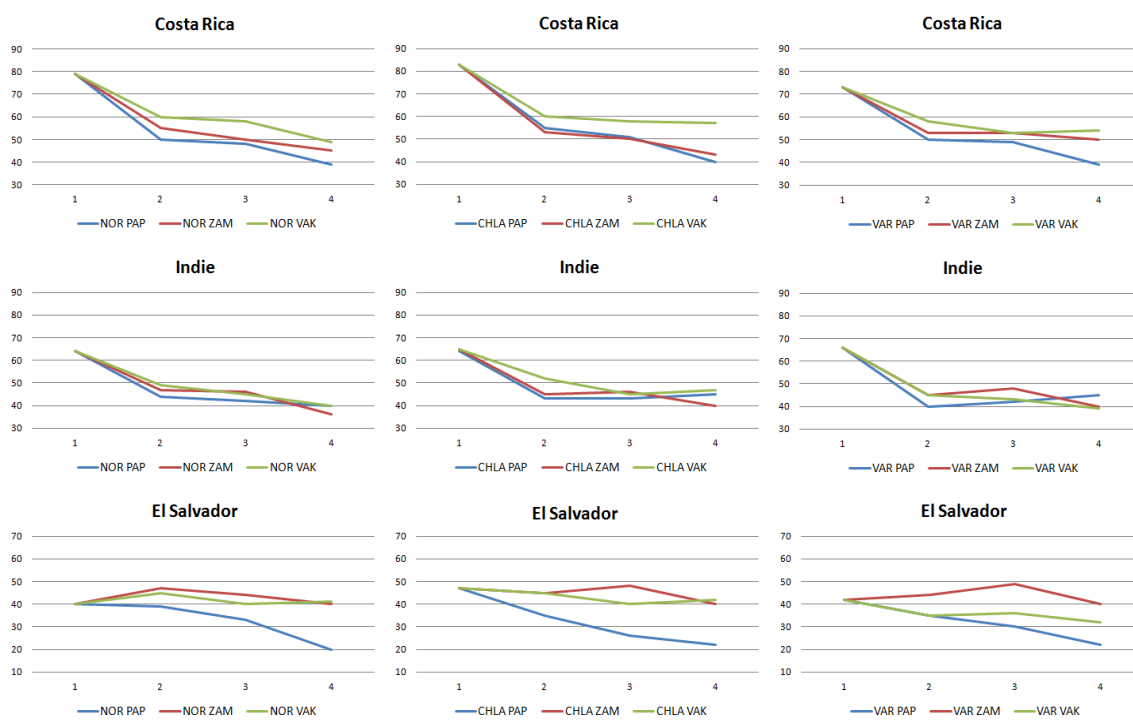
5 – nepříjemná

5. Prosím, uveďte, jaké jiné chutě v kávě rozpoznáváte:

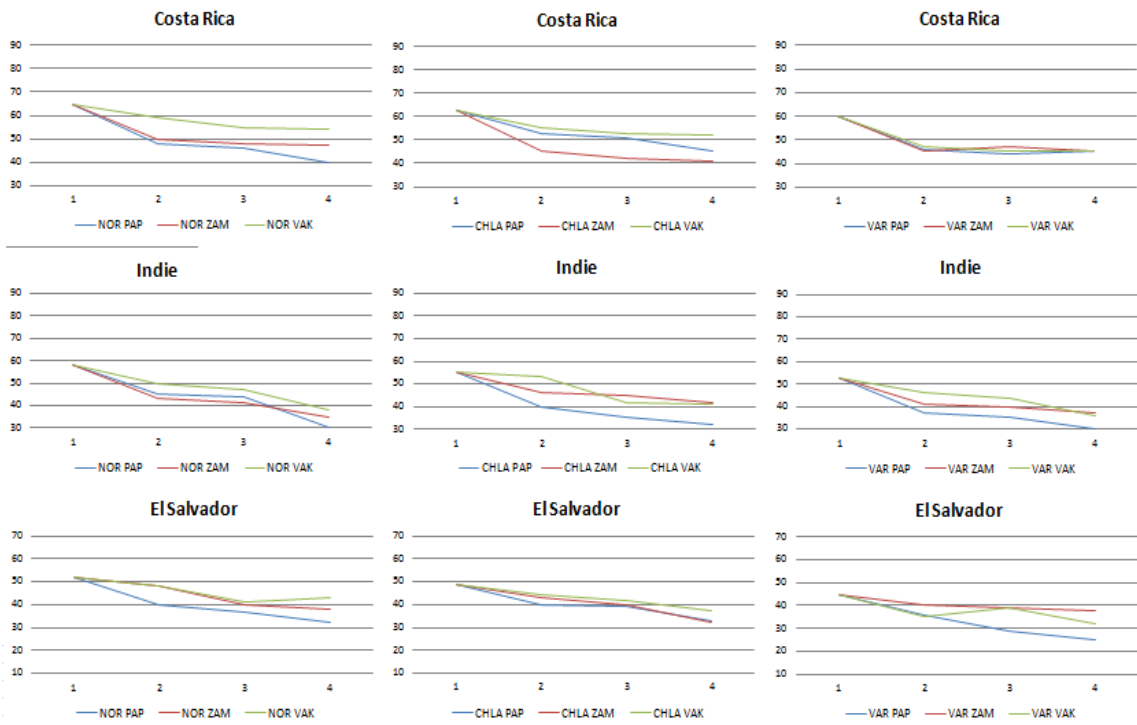
Vzorek:

- 1 –
- 2 –
- 3 –
- 4 –
- 5 –
- 6 –

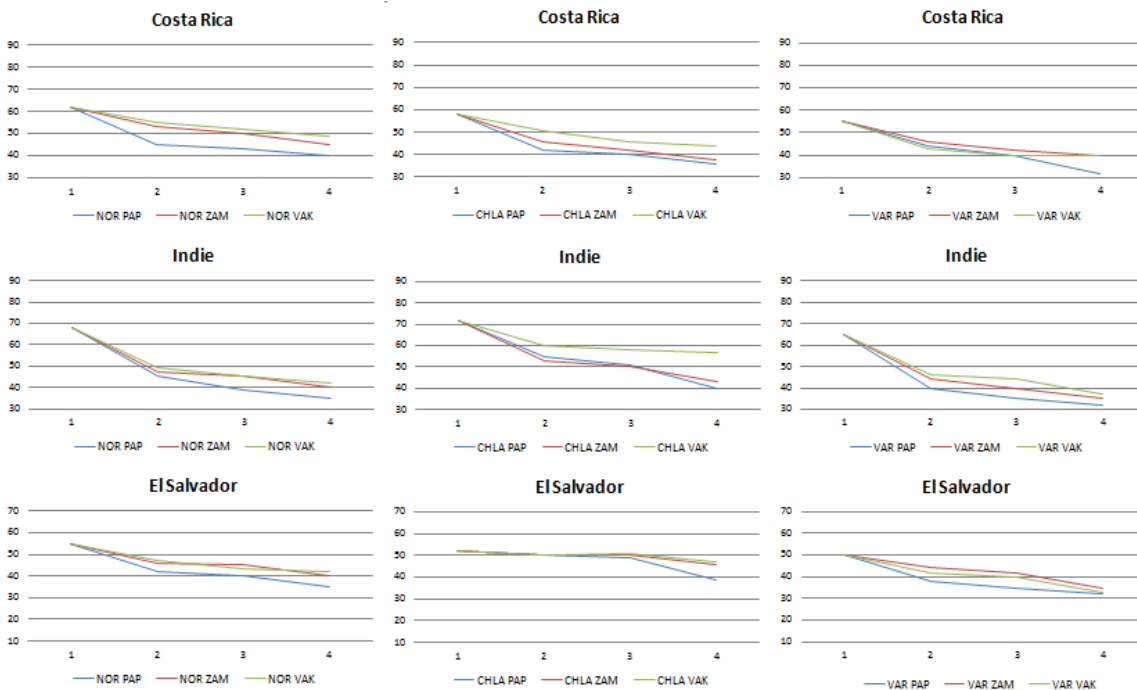
Příloha 9 Formulář pro senzorní hodnocení kávy



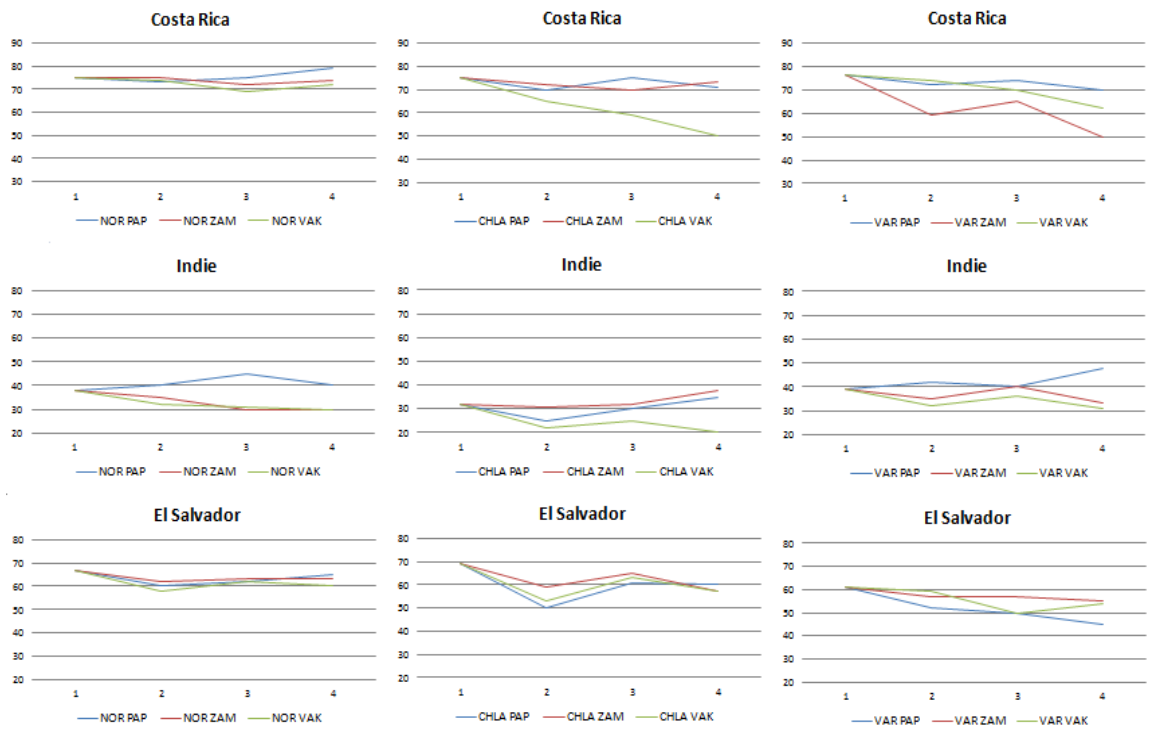
Příloha 10 Plnost vůně před zalitím



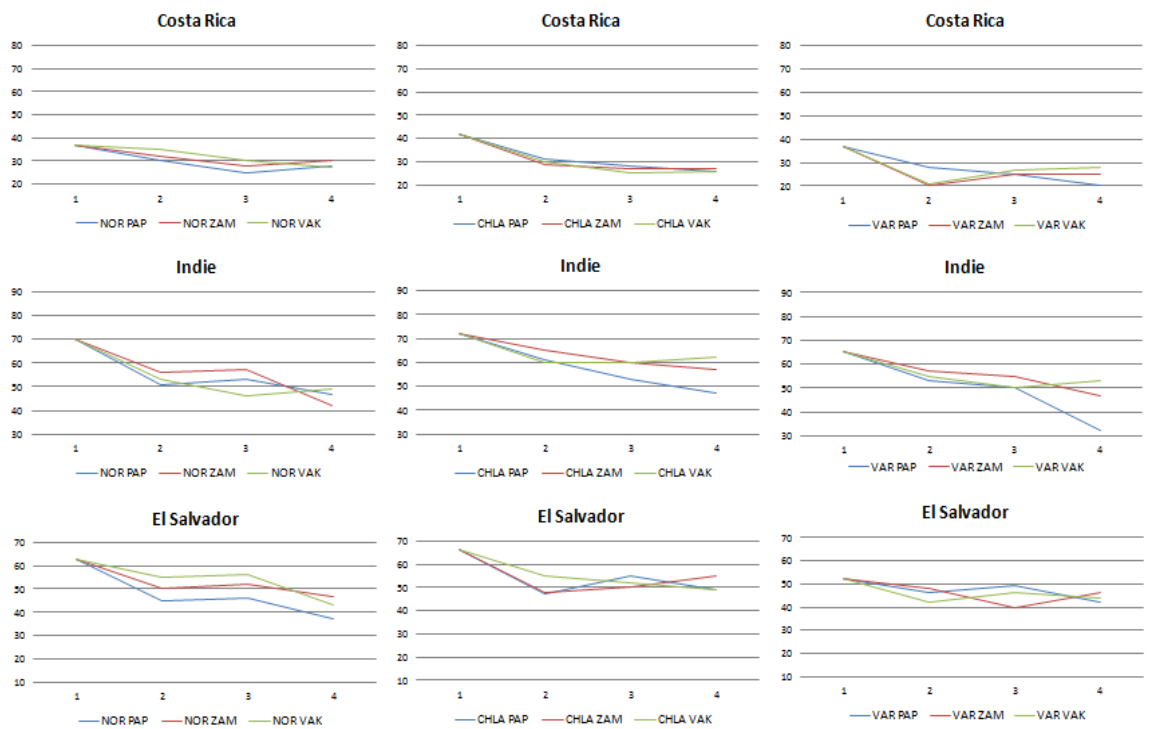
Příloha 11 Plnost vůně po zalití



Příloha 12 Plnost chuti



Příloha 13 Intenzita kyselé chuti



Příloha 14 Intenzita hořké chuti

10 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 Jutové pytle	72
Příloha 2 Kávový pod	72
Příloha 3 Vzorková pražička kávy pražírny Coffee Source	72
Příloha 4 Vlhkoměr.....	72
Příloha 5 Klasifikační systém hodnocení defektů kávy (SCAA, 2015)	73
Příloha 6 Rozdíly barev v závislosti na hrubosti mletí (Songer, 2015)	74
Příloha 7 Předpověď chuťových vlastností kávy (Songer, 2015).....	74
Příloha 8 Pík kofeinu z chromatografu	74
Příloha 9 Formulář pro sensorické hodnocení kávy	76
Příloha 10 Plnost vůně před zalitím	76
Příloha 11 Plnost vůně po zalití	77
Příloha 12 Plnost chuti.....	77
Příloha 13 Intenzita kyselé chuti.....	78
Příloha 14 Intenzita hořké chuti.....	78