

Kvalita čokolády na základě geografického původu

Anna Morávková

Bakalářská práce
2023

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav technologie potravin

Akademický rok: 2022/2023

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Anna Morávková**
Osobní číslo: **T19116**
Studijní program: **B0721A210002 Technologie a hodnocení potravin**
Specializace: **Technologie potravin**
Forma studia: **Prezenční**
Téma práce: **Kvalita čokolády různého geografického původu**

Zásady pro vypracování

I. Teoretická část

Oblasti pěstování kakaových bobů.

Vliv podmínek pěstování na kvalitu a složení bobů.

Technologie výroby čokolády.

II. Praktická část

Charakteristika surovin použitých na výrobu čokolády.

Technologie výroby čokolády.

Popis metod hodnocení kvality čokolády.

Získané výsledky a jejich diskuze s literaturou.

Formulace závěrů práce.

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

Seznam doporučené literatury:

- [1] Afoakwa, E. O. (2010). Chocolate science and technology (Vol. 687). Oxford: Wiley-Blackwell
- [2] Afoakwa, E. O., Paterson, A., & Fowler, M. (2007). Factors influencing rheological and textural qualities in chocolate a review. Trends in Food Science & Technology, 18(6), 290-298
- [3] Kongor, J. E., Hinneh, M., Van de Walle, D., Afoakwa, E. O., Boeckx, P., & Dewettinck, K. (2016). Factors influencing quality variation in cocoa (Theobroma cacao) bean flavour profile A review. Food Research International, 82, 44-52

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Romana Šebestíková**
Ústav technologie potravin

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

Termín odevzdání bakalářské práce: **19. května 2023**

L.S.

prof. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan

Ing. Robert Gál, Ph.D.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a dostupná k nahlédnutí;
- na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

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

Ve Zlíně, dne:

Jméno a příjmení studenta:

.....
podpis studenta

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá souvislostmi mezi původem kakaových bobů a vlastnostmi vyrobené čokolády. Teoretická část se věnuje pěstování kakaovníku pravého (*Theobroma cacao L.*) a jeho odrůdami v souvislosti s vlastnostmi kakaových bobů. Dále popisuje výrobu čokolády manufakturním způsobem. V praktické části se pomocí senzorického hodnocení zjišťovalo, zda mají čokolády vyrobené z kakaových bobů vypěstovaných v různých zemích odlišné vlastnosti. Na výrobu čokolády byly použity kakaové boby ze dvou různých zemí. Z každých bobů byla vyrobena 100% a 70% čokoláda. Ze získaných výsledků je patrné, že čokolády vyrobené z bobů pocházejících z odlišných zemí mají i odlišné vlastnosti.

Klíčová slova: čokoláda, výroba čokolády, kakaovník, kakaové boby, senzorické hodnocení

ABSTRACT

The bachelor's thesis looks at the connections between the origins of cocoa beans and the properties of produced chocolate. The theoretical part is devoted to the cultivation of cacao (*Theobroma cacao L.*) and its varieties in relation to the characteristics of cocoa beans. It also describes the production of chocolate in a manufactory way. In practical part, a sensory assessment was used to determine whether chocolates made from cocoa beans grown in different countries had different characteristics. Cocoa beans from two different countries were used to make the chocolate. 100% and 70% chocolate were made from each bean. It appears from the results obtained that chocolates made from beans originating in different countries also have different characteristics.

Keywords: chocolate, chocolate production, cacao tree, cocoa beans, sensory evaluation

Chtěla bych poděkovat vedoucí své bakalářské práce Ing. Romaně Šebestíkové za pomoc při zpracování této práce. Dále bych chtěla poděkovat doc. RNDr. Ivě Burešové, Ph.D za cenné rady, které mi při psaní práce velmi pomohly.

Poděkování zaslouží i má rodina, která mě celou dobu podporovala.

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

OBSAH

ÚVOD.....	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 KAKAOVNÍK PRAVÝ	11
1.1 OBLASTI PĚSTOVÁNÍ.....	11
1.2 ODRŮDY.....	12
1.2.1 <i>Criollo</i>	13
1.2.2 <i>Forastero</i>	13
1.2.3 <i>Trinitario</i>	14
1.2.4 <i>Nacional</i>	15
1.3 KAKAOVÉ BOBY A JEJICH SLOŽENÍ	15
1.4 KAKAOVÉ MÁSLA.....	16
1.4.1 Chemické složení	16
1.4.2 Krystalické formy.....	17
2 PODMÍNKY PĚSTOVÁNÍ A JEJICH VLIV NA KVALITU BOBŮ	18
2.1 TEPLOTA	18
2.2 MNOŽSTVÍ SRÁŽEK A VLHKOST VZDUCHU.....	18
2.3 KVALITA PŮDY.....	19
3 TECHNOLOGIE VÝROBY ČOKOLÁDY.....	20
3.1 SKLIZEŇ KAKAOVÝCH LUSKŮ.....	20
3.2 VYJMUTÍ BOBŮ.....	20
3.3 FERMENTACE	20
3.4 SUŠENÍ	21
3.5 TŘÍDĚNÍ KAKAOVÝCH BOBŮ	21
3.6 PRAŽENÍ.....	22
3.7 DRCENÍ A ODSLUPKOVÁNÍ.....	22
3.8 MLETÍ A MÍSENÍ SUROVIN	22
3.9 KONŠOVÁNÍ	24
3.10 TEMPERACE.....	24
3.11 TVAROVÁNÍ A CHLAZENÍ.....	26
3.12 BALENÍ A SKLADOVÁNÍ	27
II PRAKTICKÁ ČÁST	28
4 CÍL PRÁCE	29
5 CHARAKTERISTIKA SUROVIN POUŽITÝCH NA VÝROBU	
 ČOKOLÁDY	30
5.1 KAKAOVÉ BOBY	30

5.2	CUKR.....	31
5.3	EMULGÁTOR	31
6	PRŮBĚH VÝROBY ČOKOLÁDY	32
6.1	TŘÍDĚNÍ BOBŮ	32
6.2	PRAŽENÍ	32
6.3	ODSLUPKOVÁNÍ A DRCENÍ.....	32
6.4	MLETÍ A KONŠOVÁNÍ.....	33
6.5	TEMPERACE.....	34
6.6	FORMOVÁNÍ	34
6.7	VYNDÁNÍ Z FOREM A SKLADOVÁNÍ	35
7	POPIS METOD HODNOCENÍ KVALITY ČOKOLÁDY.....	36
7.1	SENZORICKÁ ANALÝZA	36
7.2	STATISTICKÉ VYHODNOCENÍ SENZORICKÉ ANALÝZY.....	36
8	ZÍSKANÉ VÝSLEDKY A DISKUZE.....	37
8.1	VZHLEDOVÉ PARAMETRY	37
8.2	PARAMETRY VŮNĚ A KŘUPNUTÍ NA SKUSU	38
8.3	CHUŤOVÉ PARAMETRY A CELKOVÝ CHUŤOVÝ DOJEM	40
	ZÁVĚR	43
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	44
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	47
	SEZNAM OBRÁZKŮ	48
	SEZNAM TABULEK.....	49
	SEZNAM PŘÍLOH.....	50

ÚVOD

Kakaovník pravý, botanickým názvem *Theobroma cacao* L., je znám už poměrně dlouho. Pochází z deštných lesů ve střední Americe a jeho plody ukrývají velice cenná semena. Jejich zpracováním získáme, doslovně přeloženo, pokrm bohů. Řeč je samozřejmě o čokoládě. Historie této pochoutky je velice zajímavá, ale pro nás je nejdůležitější fakt, že plody kakaovníku byly v některých oblastech používány jako platidlo.

Kakaové boby jsou i dnes velice ceněnou komoditou. Jejich získání totiž není snadné. Kakaovník původně rostl jen na několika místech, ale postupem času se jeho výskyt značně rozšířil. I přesto existuje jen určitý pás v oblasti rovníku, kde je kakaovníky možné pěstovat. Protože příroda se dokáže přizpůsobit určitým změnám, obzvláště za pomoci člověka, vznikly nové odrůdy s novými vlastnostmi. Vlastnosti kakaových bobů jsou dané odrůdou a podmínkami pěstování kakaovníku (teplota, srážky, složení půdy).

Čokoláda se dnes vyrábí ve velkém množství tvarů i chutí. Preference zákazníků jsou různé, nicméně dlouhodobě je nejoblíbenější mléčná čokoláda. Většina čokolády se dnes vyrábí v průmyslových podnicích a jejich cílem je hlavně kvantita. Čím dál víc ale roste zájem o lokální manufakturní výrobky, které jsou produkovány ve znatelně vyšší kvalitě a také za vyšší cenu.

Kakaové boby neslouží jen k výrobě čokolády. Tuk v nich obsažený, známý jako kakaové máslo, se používá při výrobě různých pochutin a je hojně využíván také v kosmetice.

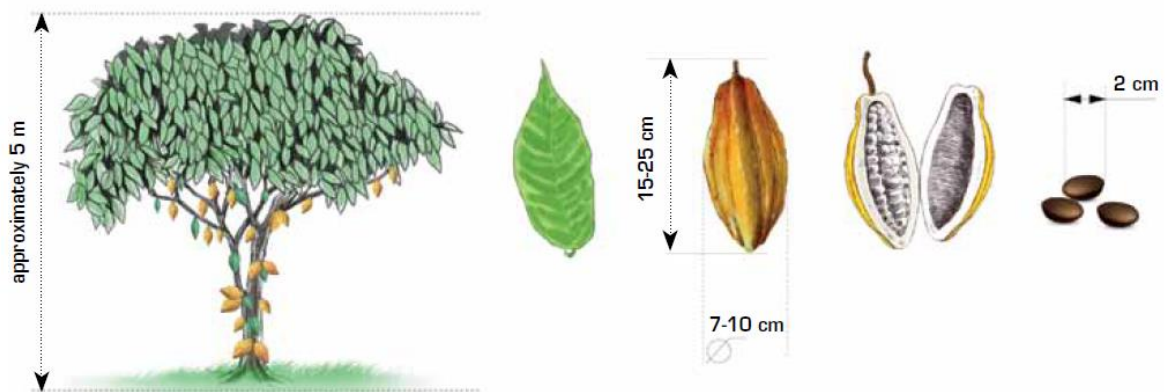
Teoretická část této práce informuje o pěstování kakaovníku a popisuje manufakturní způsob výroby čokolády. V praktické části jsem se rozhodla zjistit, zda a případně jak moc se liší vlastnosti čokolády, když je vyrobena z kakaových bobů různého původu. Tyto vlastnosti, například lesk, barva, vůně, chuť či rozpouštění v ústech, byly podrobeny senzorickému hodnocení.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 KAKAOVNÍK PRAVÝ

Botanický název kakaovníku pravého je *Theobroma cacao* L., řadí se do čeledi slézovité a rodu *Theobroma*, který zahrnuje asi 22 druhů. Název *Theobroma* pochází ze dvou řeckých slov, „theos“ znamená bůh a „broma“ znamená jídlo nebo pokrm. Doslovně to lze přeložit jako „pokrm bohů“. Tento botanický název se používá od roku 1753. [1;2]

Kakaovník je 3-5 m vysoký strom s rovným kmenem, který se ve výšce 1-1,5 m rozvětví na korunu. Koruna kakaovníku má asi 3-4 hlavní větve a velké množství listů. Kakaovník začíná plodit přibližně třetí rok po vysazení. Stromy mohou plodit i dvakrát ročně po dobu více než 30 let. Plody kakaovníků se nazývají lusky a vyrůstají přímo z kmene a velkých větví. Jeden strom dokáže vyprodukovat 10–80 lusků, které v sobě mají 20-60 semen neboli bobů. Vyobrazení kakaovníku najdete na obrázku 1. Lusky dozrávají 4-7 měsíců po opylení, délka zrání je závislá na odrůdě kakaovníku a okolních podmínkách. [1;2;3]

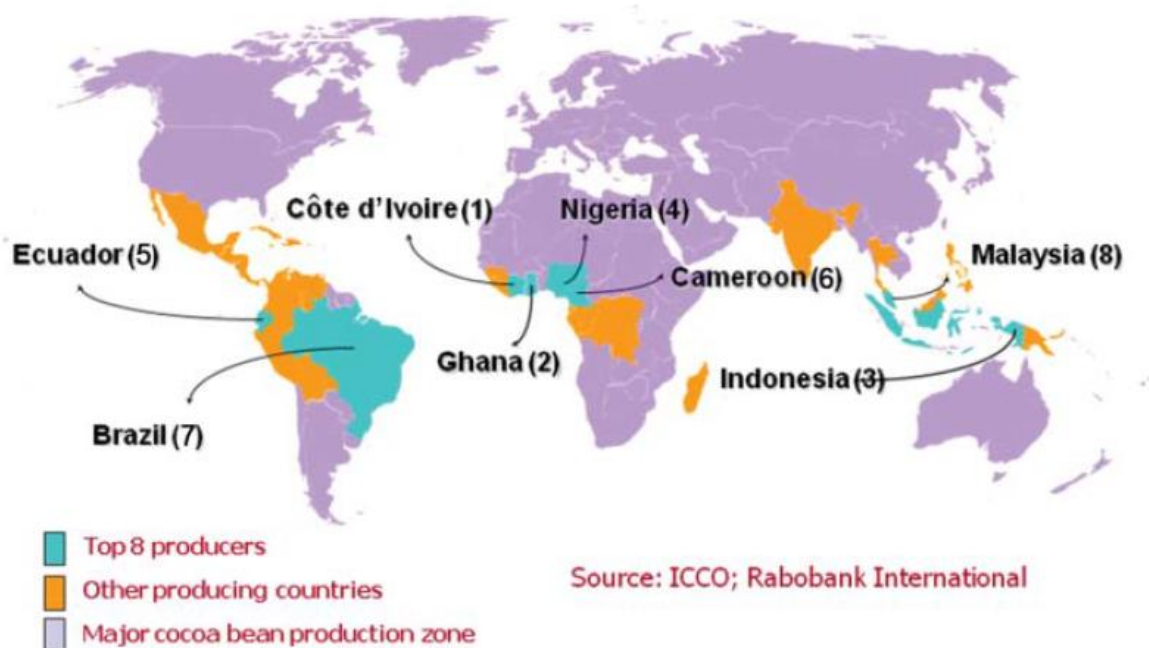


Obrázek 1 Obrázek kakaovníku, jeho listu, plodu a semen [3]

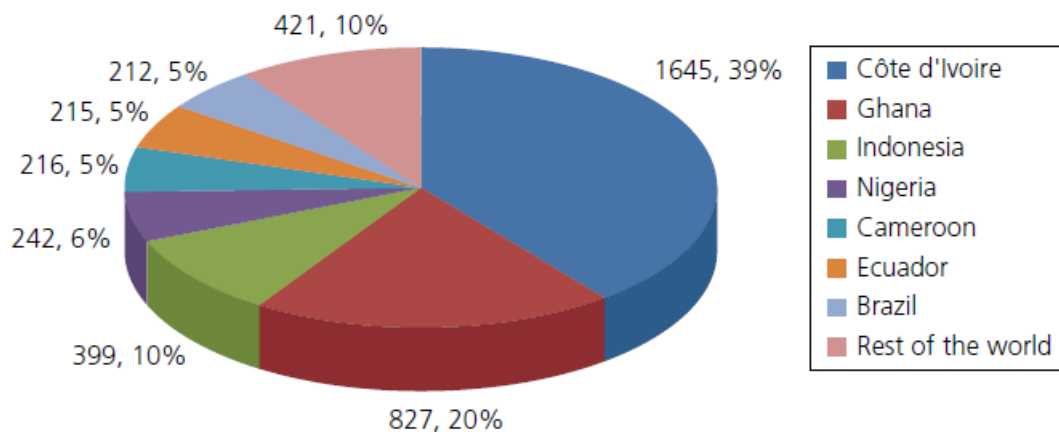
1.1 Oblasti pěstování

Prvotní oblastí výskytu kakaovníku jsou deštné lesy jižní a střední Ameriky, přibližně na území dnešního Mexika. Dnes se kakaovník pěstuje v pásu přibližně do 20° severně a jižně od Ekvádoru. Největší oblasti pěstování jsou jižní Amerika, západní Afrika a jihovýchodní Asie. Celkově se kakaovník dnes pěstuje ve více než 50 zemích. Největšími producenty jsou: Republika Pobřeží slonoviny, Ghana, Indonésie, Nigérie, Ekvádor, Kamerun, Brazílie a Malajsie. Oblasti pěstování kakaových bobů jsou zobrazeny na obrázku 2. Tyto země obstarávají přibližně 95 % celosvětové produkce kakaových bobů, což bylo v roce 2015 asi 4,23 milionů tun ročně. Na obrázku 3 je graficky znázorněna produkce kakaových bobů

podle zemí v tunách (x1000) a v % světové produkce. Převážnou většinu produkce kakaových bobů zajišťují malofarmáři na svých plantážích. [1;3;4;5;6]



Obrázek 2 Největší producenti kakaových bobů [4]



Obrázek 3 Graf znázorňující průměrnou produkci kakaových bobů podle zemí v letech 2011-2015 (x1000 tun a jako % světové produkce) [5]

1.2 Odrůdy

V základě existují dvě hlavní odrůdy, *Forastero* a *Criollo*, z nichž následně vzešly další varianty. Kromě těchto dvou odrůd jsou nejvíce pěstovány odrůdy *Trinitario* a *Nacional*. Momentálně je známo asi 10 hlavních genetických variací odrůd, *Trinitario* se mezi ně ale nezahrnuje. [5;6]

1.2.1 *Criollo*

Název *Criollo* lze ze španělštiny přeložit jako domorodý nebo místní. Tato odrůda je geneticky omezená a obecně se věří, že byla domestikována Mayskou civilizací. Tento typ je dnes poměrně vzácný a je pěstován pouze na starých plantážích na těchto místech: Venezuela, střední Amerika, Mexiko, Madagaskar, Sri Lanka a Samoa. Tato odrůda má nízkou produktivitu a je velice náchylná na nemoci. Zralé lusky jsou žlutočervené až červené s hlubokými rýhami a výraznými bradavicemi (obrázek 4). V jednom lusku se vytvoří přibližně 20-30 semen (bobů) Syrové boby odrůdy *Criollo* mají bílou nebo světle fialovou barvu. Kakaové boby *Criollo* jsou více aromatické, ale méně hořké než ostatní odrůdy a mají jemnou ořechově kakaovou příchut'. Díky těmto vlastnostem jsou na trhu velmi ceněné. [4;5;6;8;9]



Obrázek 4 Typické plody kakaovníku odrůdy *Criollo* [4]

1.2.2 *Forastero*

Ve španělštině znamená *Forastero* cizí a označují se tak odrůdy, které nesouvisejí s původní odrůdou daného regionu. Odrůda *Forastero* pochází z území Amazonie a dnes se nejvíce pěstuje v západní Africe a jihovýchodní Asii. Odrůda *Forastero* má díky své genetické variabilitě větší různorodost stromů i plodů. Má také vyšší produktivitu a je odolnější proti chorobám a škůdcům než odrůda *Criollo*. Zralé lusky jsou tvrdé, žluté, hladké a mají zaoblenější tvar podobně jako meloun (obrázek 5). Jeden lusk vyprodukuje 30 a více semen (bobů). Syrové kakaové boby této odrůdy jsou tmavě fialové. Kakaové boby *Forastero* se vyznačují výraznou kakaovou chutí, ale až na výjimky nemají nijak zvlášť komplexní chuť ani výrazné ovocné tóny. Oproti bobům *Criollo* mají taky o něco vyšší obsah tuku. Odrůda *Forastero* tvoří převážnou většinu celosvětové produkce kakaových bobů. [4;5;6;8;9]



Obrázek 5 Typický plod kakaovníku odrůdy *Forastero* [4]

1.2.3 *Trinitario*

Tato odrůda vznikla křížením odrůd *Criollo* a *Forastero*. Jak už napovídá název, domovskou zemí této odrůdy je Trinidad. Postupně se výskyt rozšířil na Venezuelu, Ekvádor, Kamerun, Samou, Sri Lanku, Javu a Papuu Novou Guineu. Lusky *Trinitario* jsou ze všech nejtvrďší, jejich vzhled a velikost závisí na konkrétní odrůdě (obrázek 6). V jednom lusku se může vytvořit 30 a více bobů různé barvy, bílé jsou ale vzácné. Některé odrůdy produkují boby s velice specifickým aroma jako je například sušené ovoce nebo melasa. [4;5;8]



Obrázek 6 Příklad kakaových bobů odrůdy *Trinitario* [4]

1.2.4 Nacional

Nacional je odrůda pocházející z Amazonské oblasti v Ekvádoru a v jiném státě se nepěstuje. Původní kakaovníky odrůdy *Nacional* jsou dnes již velmi vzácné. Dnes se převážně pěstují kakaovníky s příchutí *Arriba*, což vzniklo zkřížením původní odrůdy *Nacional* a odrůdy *Trinitario*. Tato varianta se vyznačuje květinovými tóny. Odrůda *Nacional* je velmi náchylná na choroby. Typické lusky *Nacional* jsou červenozelené s výraznými rýhami, podlouhlé a s bradavicemi na povrchu (obrázek 7). [4;5]



Obrázek 7 Typický plod kakaovníku odrůdy *Nacional* [4]

1.3 Kakaové boby a jejich složení

Kakaové boby jsou semena nacházející se uvnitř lusků, tedy plodů kakaovníku pravého (*Theobroma cacao*), obklopeny sladkou bílou dužinou. [10;11] Kakaové boby jsou složeny ze dvou částí. Slupka tvoří 10-14 % a jádro pak 86-90 % bobu. Jádra nefermentovaných bobů jsou tvořena z 1/3 vodou a další 1/3 tvoří tuk, respektive kakaové máslo. Zbývá třetina je tvořena fenolickými sloučeninami, škrobem, cukrem, theobrominem, netěkavými kyselinami a mnoha dalšími složkami v malých koncentracích. [4] Obecné složení bobu (jádra) po fermentaci a sušení je následující: tuky 50-57 %, bílkoviny 10-15 %, sacharidy cca 8 % z toho 3-7 % škrob, vláknina 12 %, minerální látky cca 5 %, theobromin 2-3 %, kofein <1 %. Zbýlá procenta zastupují vlhkost a stopové prvky (vitaminy). Chemické složení kakaových bobů se odlišuje na základě odrůdy a země původu. [3;12]

1.4 Kakaové máslo

Jak už bylo zmíněno v předchozí kapitole, kakaové máslo je tuk přirozeně se vyskytující v kakaových bobech a zastupuje jejich poloviční část. Vyrábí se při průmyslovém zpracování kakaových bobů, kdy je odděleno od kakaové hmoty. Kakaové máslo je vysoce ceněná surovina. [4]

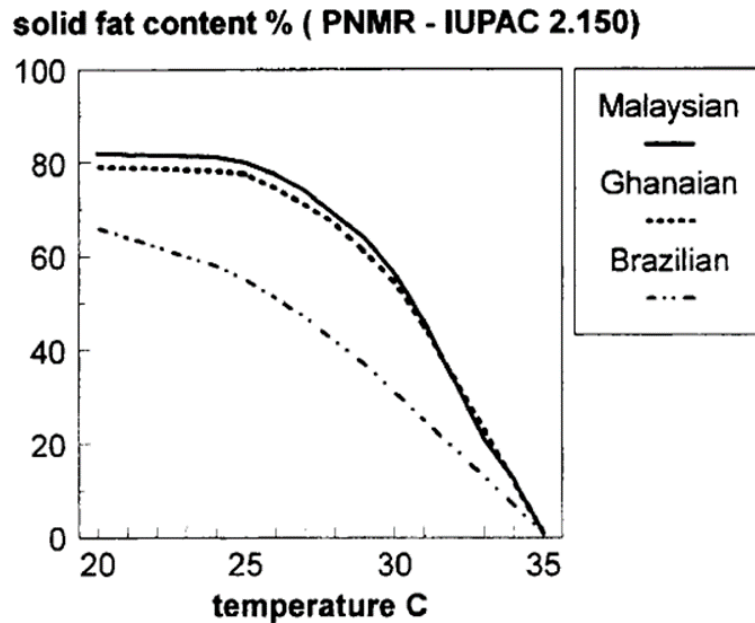
1.4.1 Chemické složení

Kakaové máslo, jako každý tuk, je složeno z triacylglycerolů (TAG), tedy tří mastných kyselin navázaných na glycerol. V případě kakaového másla jsou to většinou kyseliny olejová, stearová a palmitová. Kyseliny stearová a palmitová patří mezi nasycené MK (dále jako S), kdežto olejová je zástupcem nenasycených MK (dále jako O). V některých případech může být kyselina olejová zastoupena kyselinou linolovou. TAG může být tedy ve skladbě SSS, SOS nebo SOO, kdy každá z nich má jinou teplotu tání a v kakaovém másle jsou zastoupeny v různém poměru. Přibližně je to 1-2 % SSS, 5-20 % SOO a zbytek kolem 80 % nejvíce zastoupená skladba SOS. Zastoupení jednotlivých skladeb TAG v kakaovém másle z různých zemí najdete v tabulce 1. Skladba SSS má vyšší teplotu tání než standardní SOS, kdežto skladba SOO je při pokojové teplotě převážně kapalná. Složení kakaového másla závisí na místě a podmínkách pěstování kakaových bobů. Chemické složení kakaového másla ovlivňuje jeho fyzikální vlastnosti, především tání a tuhnutí. Na obrázku 8 můžete vidět graf závislosti tuhosti kakaového másla v % na teplotě ve °C. [10;13]

Tabulka 1 Zastoupení TAG v kakaovém másle různého původu [13]

<i>Triglyceride</i>	<i>Brazil</i>	<i>Ghana</i>	<i>Malaysia</i>
SSS	1.0	1.4	2.3
SOS	63.7	76.8	84.0
SSO	0.5	0.4	0.5
SLS	8.9	6.9	6.8
SOO	17.9	8.4	5.1
OOO	8.0	6.1	1.3

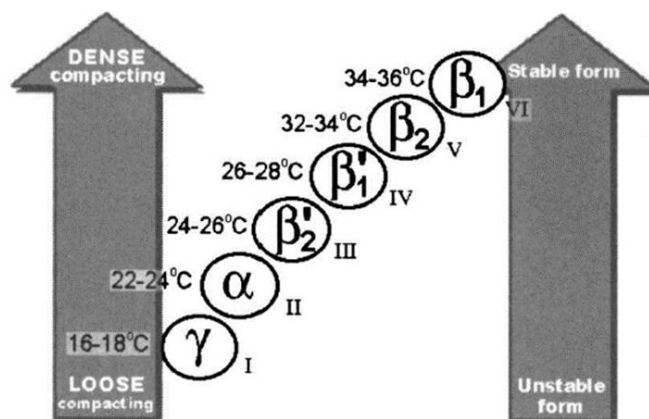
S = Saturated fatty acids (mainly palmitic and stearic); O = oleic acid; L = linoleic acid.



Obrázek 8 Graf znázorňující různý průběh tání kakaového másla různého původu [13]

1.4.2 Krystalické formy

Kakaové máslo je polymorfní látka. To znamená, že má schopnost krystalizovat v různých formách. Konfigurace TAG připomíná vidlicovou ladičku nebo profil židle. Při přechodu z kapalné fáze do tuhé se TAG shlukují blíže k sobě, jako by se na sebe skládali židle. S rostoucí hustotou se snižuje energie, zvyšuje se stabilita a roste teplota potřebná k tání. Kakaové máslo má celkem 6 krystalických forem a pro jejich označení se používají dva způsoby. V odvětví čokolády a cukrovinek se obvykle značí římskými číslicemi I – VI. Odvětví tuků a olejů běžně používá označení řeckými písmeny γ , α , β' , β . Stabilní jsou pouze formy V (β_2) a VI (β_1). [10, 13] Přehled jednotlivých forem a jejich teploty tání jsou zobrazeny na obrázku 9.



Obrázek 9 Přehled krystalických forem kakaového másla [13]

2 PODMÍNKY PĚSTOVÁNÍ A JEJICH VLIV NA KVALITU BOBŮ

Kakaovník pravý se nejvíce pěstuje v oblastech na úrovni přibližně 10° severně a jižně od Ekvádoru. Kakaovníky se pěstují převážně v nížinných oblastech, ale mohou se vyskytovat i v nadmořské výšce 1000 m. Tato oblast poskytuje vhodné podmínky pro pěstování. Hlavní faktory ovlivňující správný růst kakaovníku jsou teplota, množství srážek, vlhkost vzduchu a kvalita půdy. [4] Tyto faktory budou popsány v další části této kapitoly. Většinová produkce kakaových bobů pochází z rodinných farem, kde kakaovník roste ve stínu jiných stromů, protože je náchylný na přímé slunce. Zbytek produkce zajišťují plantáže na otevřeném prostranství, kde jsou pro zajištění úrody použity pesticidy. Na takových plantážích je obvykle asi 1000 kakaovníků na 1 hektar. [1;14]

2.1 Teplota

Optimální teplota je 22-28°C [14]. Celkové teplotní rozmezí, kdy se kakaovníku ještě daří je poměrně široké. Maximální teplotní hranice je 32°C a minimální se pohybuje v rozmezí 18-21°C. V nejméně chladných měsících může teplota v některých oblastech dosahovat v měsíčním průměru 13°C. Pokud teplota klesne na 10°C více nocí po sobě, je pravděpodobné, že dojde ke snížení výtěžnosti. Při teplotě 8°C a nižší nastává opadávání listů a následné odumírání stromu. [4;5;8]

Teplota vzduchu v době dozrávání, tedy asi 60 dní před sklizní, má vliv na celkový obsah tuku kakaových bobů. Při nižších teplotách bylo zjištěno větší množství celkového tuku. Také obsah uhlíku se liší v závislosti na teplotě. Při vyšší teplotě byl zjištěn menší celkový obsah uhlíku, což je přisuzováno nižší fotosyntetické aktivitě při vzrůstající teplotě. [16]

2.2 Množství srážek a vlhkost vzduchu

Vzhledem k tomu, že kakaovník je původní rostlinou deštných lesů, je celkem zřejmé, že pro svůj růst potřebuje značné množství vláhy. Kakaovník vyžaduje vysokou vlhkost vzduchu, což je přibližně 70-80 % během dne a v noci až 100 %. [5] V oblastech pěstování kakaovníku je průměrné množství srážek v rozmezí 1000-4000 mm za rok. Za optimální množství je považováno 1500-2500 mm srážek ročně. Není důležité jen množství, ale také rozložení srážek po celý rok. Období sucha, při kterém je množství srážek menší než 100 mm za měsíc by nemělo trvat déle než 3 měsíce. Výjimkou je Ekvádor, kde je období sucha 5-6 měsíců. V těchto oblastech ale bývá větší vlhkost vzduchu a větší oblačnost. Pro dobrou úrodu je potřebné, aby slunce svítilo přibližně 4,5-6,5 hodin denně. [4;5;8;15]

Stresové situace, jako je například přechod z dešťového na suché období způsobí chemické změny v kakaových bobech. Ukazatelem toho jevu jsou fenolické látky, které jsou zodpovědné za hořkost kakaových bobů. Celkový obsah fenolických látek je nejvyšší právě při přechodu z období dešťů na období sucha a postupně působí jako antioxidant snižující hladinu reaktivního kyslíku během tohoto období. [16] Z tohoto faktu můžeme odvodit, že čím delší bude období sucha, tím menší bude celkový obsah fenolických látek.

2.3 Kvalita půdy

Pro pěstování kakaovníku je vodná poměrně široká škála druhů půdy. Nejvhodnější je půda s přiměřeným množstvím živin do hloubky 1-1,5 m a dobrým odvodňováním, což zajišťuje napůl písčité a napůl jílovité půdy. Kakaovník je schopný ustát podmáčenou půdu, ale voda by neměla na místě setrávat. Zároveň je však kakaovník citlivý na příliš suchou půdu, je proto důležité, aby půda zadržovala přiměřené množství vody. Vhodné pH půdy pro pěstování kakaovníku je neutrální až slabě kyselé, tedy v rozmezí 5-7,5. Kakaovník je tolerantní ke kyselým půdám, jen pokud jsou bohaté na živiny. Kakaovník nebude růst v případě silně kyselých (pH méně než 4) nebo více zásaditých (pH více než 8) půdách. Chemické vlastnosti půdy jsou velice důležité, protože obsáhlý kořenový systém do sebe čerpá živiny z půdy. Půda by měla obsahovat značný podíl organické hmoty, ve vrchních 15 cm zeminy alespoň 3,5 %. Optimální celkový podíl uhlíku a dusíku by měl být více než 9. Zároveň optimální poměr celkového dusíku a celkového fosforu by měl být přibližně 1,5. Dále by půda měla být bohatá na draslík a vápník. [4;5;8;14;15]

Rozsáhlé kořeny kakaovníku nepohlují pouze živiny, ale také škodlivé látky. Některé půdy, převážně ty vulkanické, mohou obsahovat vyšší obsah kadmia a pokud se jedná o dostupnou formu, může se kadmium dostat až do bobů. Dále se z půdy do bobů může dostat například olovo, látky z hnojiv a pesticidů, popřípadě z emisí vozidel. Tyto látky se vyskytují jen ve stopovém množství, ale i to někdy stačí pro dosažení hranice denního příjmu. V Evropské unii jsou proto od roku 2019 zavedeny limity. Pro kadmium je to v rozmezí 0,2-2 mg/kg v závislosti na obsahu kakaové sušiny ve výrobku. [5]

3 TECHNOLOGIE VÝROBY ČOKOLÁDY

V dnešní době se využívají dva způsoby výroby čokolády. Průmyslový, který se používá pro výrobu velkého množství převážně levnějších čokolád a manufakturní, který produkuje značně menší množství čokolády. V této práci bude popsán pouze manufakturní způsob výroby způsobem zvaný „from bean to bar“, což znamená výroba od bobů po finální výrobek. V posledních letech, kdy jsou k dispozici stroje i pro malý objem výroby je tento způsob čím dál populárnější. [5;17]

3.1 Sklizeň kakaových lusků

Jako u každé rostliny ani plody kakaovníku nedozrávají všechny najednou. Sklízají se postupně v pravidelných intervalech, obvykle je to přibližně jednou za dva týdny. Lusky se sklízí v plné zralosti a během dozrání obvykle změni barvu podle odrůdy. Lusky rostoucí nízko nad zemí se odseknou mačetou nebo odstříhnou nůžkami. Na sklizení zbylých plodů se používá speciální dlouhý nůž nebo srp na násadě. Pro další úrodu je nutné při sklizni nepoškodit květinový polštářek, ze kterého vyrostě další plod. [3;18]

3.2 Vyjmutí bobů

Lusky se otvírají nejpozději 5 dní po sklizni a poškozené lusky je třeba dát stranou. Lusky se mohou otevřít mačetou, ale většinou se používá dřevěný obušek, aby nedošlo k poškození bobů. Boby jsou obaleny sladkou bílou slizovitou dužinou. Veškeré vadné boby a zbytky kortexu musí být odstraněny. [3;18]

3.3 Fermentace

Fermentace probíhá většinou v dřevěných boxech nebo pod banánovými listy. V případě velkých produkcí se mohou používat fermentační tanky. Délka fermentace se pohybuje v rozmezí 4-7 dní v závislosti na odrůdě kakaových bobů. Obvyklá doba je 5 dní. Proces fermentace je jedním ze stěžejních kroků při výrobě čokolády. V rámci tohoto kroku probíhá spousta biochemických reakcí, které mají zásadní vliv na výsledné aroma a chuť čokolády. V dužině se přirozeně vyskytují bakterie a kvasinky, které se za přístupu vzduchu začnou množit a rozloží cukr a sliz. Díky probíhající fermentaci stoupá teplota, což má za následek biologické usmrcení bobu. Postupně se vytváří chuťové prekurzory a barva tmavne. Na konci fermentace jsou boby tmavě hnědé, lesklé, snadno se lámou a již mají čokoládové aroma. [1;3;18;19]

3.4 Sušení

Sušení bobů po fermentaci je velice důležité. Dochází ke snížení vlhkosti bobů, čímž se zároveň ukončí dosud probíhající fermentace. Požadovaná vlhkost je přibližně 7 %. Pokud se boby vysuší málo, hrozí, že zplsní. Přesušené boby s vlhkostí pod 6 % jsou velice křehké a velmi těžko zpracovatelné. Tradiční způsob sušení probíhá v tenké vrstvě na slunci. Takto se boby suší přibližně 5 dní a vždy je tu riziko, že mohou zmoknout. Velkoproducenti však přišli s obdobou skleníku, kde se suší velké množství bobů za pomoci tepla vyprodukovaného v kamnech na dřevo či plyn. Horký vzduch urychlí proces sušení na pouhých 15-48 h. Je však nutné mít dobrou ventilaci, aby kouř neznehodnotil vlastnosti bobů. Usušené boby jsou skladovány a následně přepravovány na další zpracování v jutových pytlích. [3;18;19]

3.5 Třídění kakaových bobů

Před zahájením vlastního zpracování bobů je potřeba je důkladně protřídit. Společně s boby se v pytlích nacházejí také kamínky, zbytky slupek, větvičky, kousky kovů a vlákna z jutových pytlů i jiné cizorodé látky. Mohou se objevit také škůdci, ať už živí či mrtví. Nic z toho se nesmí dostat dál do výroby. Kromě cizích těles se musí vytrídit i poškozené nebo jinak nevyhovující boby. Proces třídění probíhá za pomoci detektorů nebo v malých množstvích ručně. [5;19] Nevyhovující boby a cizí předměty jsou vidět na obrázcích 8 a 9.



Obrázek 10 Nevyhovující kakaové boby [foto autorka]



Obrázek 11 Vyřazené kakaové boby a cizí tělesa (kámen, vlákno z pytle, slupka) [foto autorka]

3.6 Pražení

Pražení je dalším stěžejním krokem výroby čokolády. Při pražení probíhá řada fyzikálních a chemických změn, které následně vytváří chuť a aroma bobů. Nejzásadnější jsou následující změny:

- Uvolnění slupky.
- Snížení celkové vlhkosti na cca 2 %.
- Jádru se stává drobivějším a má tmavší barvu.
- Snížení počtu případných mikroorganismů.
- Degradace aminokyselin a částečná denaturace bílkovin.
- Ztráta části těkavých látek a kyselin, které přispívají k hořkosti a kyselosti bobů.

[1;11]

Teplota pražení bobů se pohybuje v rozmezí 110-150°C a čas pražení může být od 5-120 minut. Praží se buď celé boby i se slupkou, nibsy, tedy již nadrcené boby bez slupky anebo kakaový likér. Obvykle se pražení využívá alespoň ve 2 krocích výroby. Délka a teplota pražení se volí na základě požadovaných výsledných vlastností bobů. Pražení probíhá v pražicích bubnech, které se používají také na pražení kávy, nebo v případě malých výrobců v horkovzdušných pecích na perforovaném plechu. [4;5;11;18]

3.7 Drcení a odslupkování

Odslupkování se provádí za pomoci série sít v kombinaci s prouděním vzduchu. Dochází tedy k oddělení slupky od jádra. Povolný obsah slupek v kakaové hmotě je 1,75 %, ale přirozeně se výrobci snaží o co nejmenší množství. Při drcení se z kakaových bobů stává kakaová drť. Pro drcené boby se běžně používá výraz nibsy. Tyto dva výrobní kroky většinou zastává jeden stroj. Upražené kakaové boby jsou rozdrceny mezi dvěma válci. Těžší nibsy propadávají do zásobníku, kdežto lehké slupky jsou odfouknuty proudem vzduchu do jiného zásobníku. Slupky z kakaových bobů jsou dále využívány jako krmivo, hnojivo pro rostliny nebo se z nich dá připravit specifický nápoj. [3;17;19]

3.8 Mletí a mísení surovin

Procesem mletí se z kakaových nibsů stane kakaová hmota, někdy nazývaná jako kakaový likér. To je možné díky vysokému obsahu kakaového másla v bobech (přibližně 55 %), které

se během procesu uvolní z buněk, zahřeje a změní formu z pevné na tekutou. Při mletí se také postupně zmenšuje velikost pevných částí bobů. Aby výsledná čokoláda působila v ústech jemně, měla by být velikost částic na konci mletí maximálně 0,03 mm. Čím menší částice, tím jemnější bude výsledný produkt. Z kakaového likéru se buď může dalšími kroky vyrobit kakaové máslo a kakaový prášek nebo z něj po přidání dalších surovin vznikne čokoláda. [1;19]

Tato práce je věnována výrobě čokolády, proto následuje přidání dalších surovin. V případě hořké čokolády je to kakaové máslo, cukr a emulgátor. Další kakaové máslo se přidává kvůli lepší struktuře čokolády. Cukr se používá standardní krystalový, většinou třtinový, ale může být i řepný nebo například kokosovo-palmový. Další surovinou přidávanou do čokolády je emulgátor. Emulgátor má vlastnost vytvořit bariéru mezi dvěma jinak nemísitelnými složkami, jako například tuk a voda. V čokoládě je obsah vody minimální, ale i tak je emulgátor důležitý. Cukr je lipofobní, tedy má tendenci odpuzovat tuk, ale díky emulgátoru lze obě složky smísit, aniž by později docházelo k jejich oddělení. Emulgátor se přidává jen ve velmi malém množství, obvykle je to méně než 0,5 %. Nejpoužívanější je sójový nebo slunečnicový lecitin. [17;18]

Mletí obvykle probíhá minimálně ve dvou krocích a existuje několik druhů mlecích zařízení. Pro předmletí se obvykle používají kladivové nebo příklepové mlýny. Pro další mletí se v manufakturní výrobě nejčastěji používá válcový mlýn neboli melanžér různých velikostí. Dvě žulová kola se otáčejí po stejném žulovém dnu kotle a postupně drtí nibsy na menší části (obrázek 12). Mechanickým namáháním vzniká teplo, které rozpustí kakaové máslo a vznikne tak kakaový likér. Při větším objemu hmoty se používají také tři až pět válcových mlýnů, kde hmota prochází mezi kovovými válci. [5;17;19]



Obrázek 12 Prázdný válcový mlýn [foto autorka]

3.9 Konšování

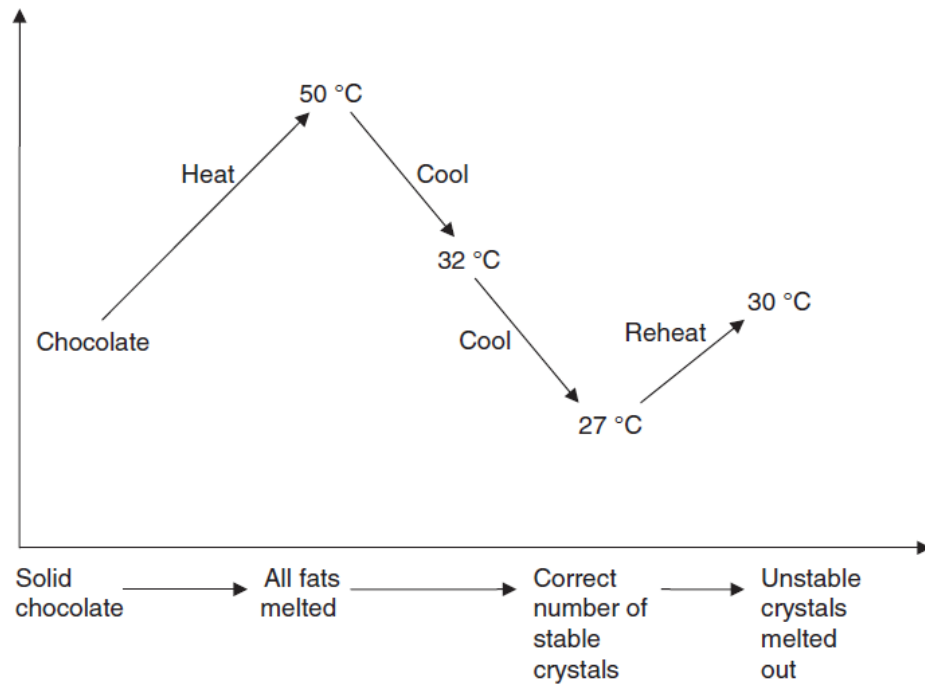
Konšování je proces, který zajistí výslednou konzistenci chutí a aroma čokolády. Ačkoliv se po mletí může výsledná hmota zdát hotová, stále obsahuje nežádoucí látky vzniklé během fermentace. Během konšování se odpařují těkavé kyseliny a zbytky vody a zlepšuje se viskozita čokolády. Hořká čokoláda se obvykle konšuje při 70°C a optimální délka procesu je přibližně 72 hodin. Podmínky konšování si určuje každý výrobce sám, takže celkový čas se může pohybovat v rozmezí pár hodin až několika dnů. Při velkém objemu výroby se používají speciální konšovací stroje, ale v případě manufaktur se pokračuje v mletí a oba procesy probíhají v jednom stroji. [17;19]

3.10 Temperace

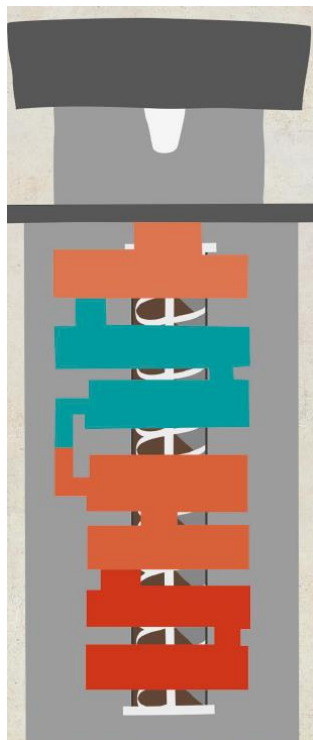
Kakaové máslo má několik krystalických forem, což bylo popsáno v kapitole 1.4. Správná temperace zajistí požadovaný lesk a tvrdost čokolády a taky ovlivní teplotu, při které se začne rozpouštět. Čokoláda je tepelně upravena tak, aby vznikly malé stabilní krystalky kakaového másla rovnoměrně rozmístěné v čokoládě. Temperace probíhá ve čtyřech krocích (obrázek 13):

1. Zahřátí do rozpuštění všech krystalických forem dosažením teploty 50 °C
2. Ochlazení do bodu krystalizace při teplotě 32°C
3. Průběh krystalizace při 27°C
4. Přeměna jakýchkoliv nestabilních forem při 29-31°C

Čokoládu lze temperovat ručně, dávkově nebo kontinuálně. Ručně se čokoláda temperuje za pomoci mramorové desky, ale tento způsob je vhodný pouze pro velmi malé množství čokolády. Dalším způsobem je rotační temperovací mísa. Nejpoužívanější je však kontinuální temperování. Kontinuální temperovací stroje se dají snadno naprogramovat na konkrétní teplotu a čokoláda pak následně stále cirkuluje. Čokoláda je posouvána šroubovou pumpou a postupně prochází různými teplotními zónami (obrázek 14). Dávkování je buď řízeno počítačem nebo se ovládá manuálně. Obvykle se čokoláda udržuje při 45°C a před vypuštěním se mírně ochladí, aby se spustila krystalizace. Na obrázku 15 je ukázka kontinuálního temperovacího stroje pro menší objem. [4;5;17]



Obrázek 13 Grafické schéma průběhu teploty [4]



Obrázek 14 Mechanismus kontinuálního temperovacího stroje [17]

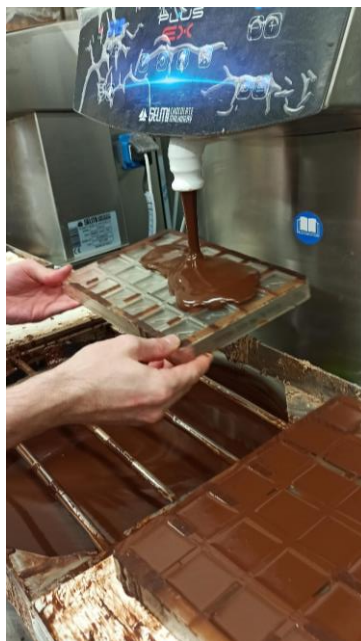


Obrázek 15 Kontinuální temperovací stroj [foto autorka]

3.11 Tvarování a chlazení

Při velkém objemu výroby se používají automatické plnicí linky. V případě manuální výroby se formy plní ručně, většinou přímo z temperovacího stroje (obrázek 16). Běžně se používají kovové formy, ale v posledních letech je velmi rychle nahrazují plastové polykarbonátové formy. Tyto formy jsou lehčí a dají se trochu ohnout, což usnadňuje vyjmutí čokolády z formy. Je nutné, aby forma měla při plnění stejnou teplotu jako čokoláda. U přehřátých forem se čokoláda lepí na povrch formy, takže půjde špatně vyndat a nebude dostatečně lesklá. Také hrozí možnost tzv. výkvětu. Pokud jsou formy příliš studené, lepí se čokoláda na stěny což vede nejen k menšímu lesku ale také k zvýšení počtu vzduchových bublin. Vzduchové bubliny vznikají i při správné teplotě formy, ale v menším množství. Pro jejich odstranění se používají vibrační desky nebo se opatrně vyklepou ručně.

Následuje chladicí proces. Ve velkých podnicích se používají chladicí tunely, kde dochází k postupnému ochlazování na cca 12-15°C. V malých podnicích se nejprve čokoláda nechá zchladnout na pokojovou teplotu a následně tuhne v lednici při teplotě 7-10°C po dobu 20-30 minut. Je třeba se vyhnout teplotnímu šoku, který by způsobil kondenzaci vlhkosti na povrchu čokolády a následně vykristalizování cukru. Ztuhlá čokoláda se vyklápí z forem. Při správném procesu plnění vypadne čokoláda sama nebo po úderu do formy. U plastových forem se dá využít jejich pružnosti a formu lehce ohnout pro snadnější uvolnění čokolády. [4;5;17]



Obrázek 16 Plnění polykarbonátových forem čokoládou přímo z temperovacího stroje [foto autorka]

3.12 Balení a skladování

Nejpoužívanější způsob balení čokolády je do hliníkové fólie a následně do papírové krabičky. Moderní a odolnější jsou plastové obaly. Obal musí být dostatečně prostupný pro plyny a vodní páru vycházející z čokolády, ale zároveň uchovat co nejlépe její aroma. Čokoláda má velice malý obsah vody, takže téměř nepodléhá bakteriálnímu kažení. Naopak vysoký obsah tuku dost limituje podmínky skladování. Je třeba zamezit oxidaci (žluknutí) tuku působením kyslíku, světla, tepla a vlhkosti. Při správném skladování je trvanlivost hořkých čokolád přibližně 12 měsíců, kdežto u mléčných a bílých čokolád je to přibližně 6 měsíců. [4;5;17;19]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 CÍL PRÁCE

Cílem této práce bylo vyrobit čokoládu z kakaových bobů pocházejících z různých zemí a s různým obsahem cukru a porovnat jejich sensorické vlastnosti. Na výrobu byly použity kakaové boby ze dvou různých zemí a z obou byla vyrobena 100% a 70% čokoláda.

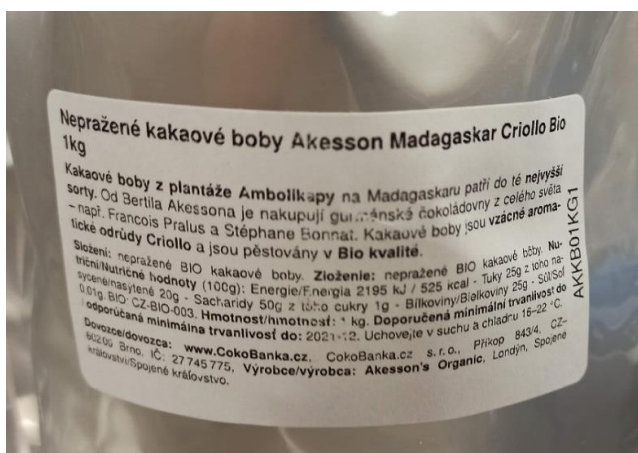
5 CHARAKTERISTIKA SUROVIN POUŽITÝCH NA VÝROBU ČOKOLÁDY

Byla vyráběna hořká čokoláda ve dvou variantách. U 100% čokolády byl přidán pouze lecitin. Při výrobě 70% čokolády byl kromě lecitinu přidán ještě cukr. Běžně se přidává ještě kakaové máslo. V této práci se ale využilo jen kakaové máslo již obsažené v kakaových bobech. Díky tomu se mohl zkoumat vliv obsahu kakaového másla v bobech na kvalitu výsledné čokolády.

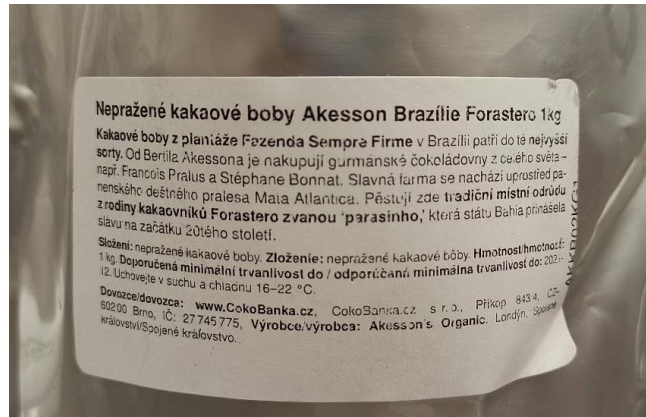
5.1 Kakaové boby

Na výrobu byly použity dva druhy nepražených kakaových bobů od výrobce Akesson's Organic (Londýn, Spojené Království).

- a) Bio nepražené kakaové boby odrůdy Criollo vypěstované na Madagaskaru na plantáži Ambollkapa (obrázek 17)
- b) Nepražené kakaové boby odrůdy Forastero vypěstované v Brazílii na plantáži Fazenda Sempre Firme (obrázek 18)



Obrázek 17 Balení kakaových bobů z Madagaskaru [foto autorka]



Obrázek 18 Balení kakaových bobů z Brazílie [foto autorka]

5.2 Cukr

Na výrobu byl použit standardní řepný bílý cukr krupice. Kvůli snazšímu rozpuštění krystalů během výroby byl za pomoci kutru rozmělněn na prášek.

5.3 Emulgátor

Při výrobě čokolád byl jako emulgátor použit sójový lecitin v prášku (E322) bez genetické modifikace výchozí suroviny. Lecitin byl původem z Ekvádoru a prodejcem je firma Monaco Int., s.r.o.

6 PRŮBĚH VÝROBY ČOKOLÁDY

Čokolády byly vyráběny manufakturním způsobem, ale výroba byla uzpůsobena laboratorním podmínkám.

6.1 Třídění bobů

Zakoupené boby byly po vybalení ručně přebrány, aby se zamezilo použití špatných bobů a odstranila se případná cizí tělesa jako například kamínky, zbytky slupek nebo vlákna z jutových pytlů, ve kterých jsou boby dováženy z plantáží. Vybíraly se poškozené nebo nezdravě vypadající boby.

6.2 Pražení

Pražení bobů probíhalo v horkovzdušné troubě na perforovaném plechu, aby se zajistilo dobré proudění vzduchu a boby se pražily rovnoměrně. Boby byly praženy při 145°C po dobu 20 minut.



Obrázek 19 Pražené kakaové boby
z Brazílie [foto autorka]



Obrázek 20 Pražené kakaové boby
z Madagaskaru [foto autorka]

6.3 Odslupkování a drcení

Odstranění slupek se provádělo ručně za pomoci malého kuchyňského nože. Oloupané boby se v kutru nadrtili na menší kousky, kterým se říká nibsy.



Obrázek 21 Odslupkování kakaových bobů [foto autorka]

6.4 Mletí a konšování

Vlastní výroba kakaové hmoty, a i výsledné čokolády probíhala v malém melanžeru typu SPECTRA 11. Nejprve se po částech přidávaly nibsy. V okamžiku, kdy už byla hmota tekutá se přidal lecitin a v případě 70% čokolád také cukr. Celková doba mletí a konšování byla 6h. Vyrobená čokoláda byla následně převedena do plastového sáčku a do uzavíratelného kyblíčku. Po zchladnutí byla uskladněna v chladničce do dalšího zpracování.



Obrázek 22 Melanžér [foto autorka]



Obrázek 23 Počáteční fáze mletí
[foto autorka]



Obrázek 24 Konečná část konšování
[foto autorka]

6.5 Temperace

Kvůli malému objemu nebyl použit temperovací stroj, protože by vznikly velké ztráty. Temperace byla tedy prováděna ručně. Pro snazší rozpouštění byl kus čokolády rozbit nožem na menší kusy. Nahřívání probíhalo nad vodní parou a chlazení ve vodní lázni a pozvolna díky pokojové teplotě. Teplota čokolády byla po celou dobu kontrolována digitálním kuchyňským teploměrem. Temperace probíhala dle režimu uvedeného v kapitole 3.10.

6.6 Formování

Vytemperovaná čokoláda se ručně nalévala do polykarbonátové formy. Po odstranění přebytečné čokolády a zahlazení do roviny se s formou několikrát bouchlo o pracovní desku, aby se odstranilo co nejvíce vzduchových bublin vzniklých při nalévání. Forma s čokoládou se následně dala ztuhnout do chladničky na 30 minut.



Obrázek 25 Polykarbonátová forma naplněná čokoládou [foto autorka]

6.7 Vydání z forem a skladování

Ztuhlá čokoláda, nyní již ve tvaru bonbonů, byla vyklepnuta z forem několika bouchnutími o pracovní desku. Jednotlivé bonbony byly naskládány do plastové krabičky a uchovávány v chladničce.



Obrázek 26 Hotové čokoládové bonbony [foto autorka]

7 POPIS METOD HODNOCENÍ KVALITY ČOKOLÁDY

7.1 Senzorická analýza

Senzorická analýza je metoda hodnocení potravin, která je prováděna pomocí lidských smyslů. Pro účely naší práce byla vybrána metoda hodnocení s použitím stupnice. [20] V rámci sensorického hodnocení bylo určeno celkem 16 parametrů k hodnocení. Hodnotitelé zaznamenávali výsledky hodnocení do hodnotícího listu, který je k dispozici v příloze 1. Hodnotitelé byli náležitě poučeni a způsobu zaznamenávání výsledků. Byly hodnoceny celkem 4 vzorky, které byli hodnotitelům označeny písmeny A-D. Přiřazení označení ke vzorkům bylo následující:

- A. 70% čokoláda vyrobená z Madagaskarských bobů
- B. 70% čokoláda vyrobená z Brazílských bobů
- C. 100% čokoláda vyrobená z Brazílských bobů
- D. 100% čokoláda vyrobená z Madagaskarských bobů

Výsledky hodnocení jsou uvedeny v kapitole 8.

7.2 Statistické vyhodnocení sensorické analýzy

Jednotlivé parametry vzorků čokolád byly vyhodnoceny pomocí Tukeyova HSD testu (jednofaktorová ANOVA) na hladině významnosti 0,05 v programu STATISTICA (verze 13.0) a zapsány ve formě průměrných hodnot \pm směrodatná odchylka průměru v tabulkách 2-4.

8 ZÍSKANÉ VÝSLEDKY A DISKUZE

8.1 Vzhledové parametry

Lesk:

Průměrné hodnocení lesku bylo v rozmezí 6–7 (tabulka 1). Vzorky vyrobené z Brazilských bobů dosáhly v průměru vyššího hodnocení, tedy hodnoty 7. Vzorky vyrobené z Madagaskarských bobů měly menší lesk a jejich průměrná hodnota je 6. Rozdíl mezi vzorky však není statisticky průkazný. Lesk je zásadně ovlivněn správnou temperací při výrobním procesu [4]. V průběhu temperace dochází k částečné krystalizaci kakaového másla, přičemž vzniká specifická krystalická forma potřebná k dosažení požadovaného lesku. [10;18] Jelikož lesk nedosahoval nejlepší možné intenzity, lze předpokládat, že temperace nebyla úplná.

Výskyt šedého povlaku na povrchu a na spodní části čokolády

Průměrné hodnoty u výskytu šedého povlaku na povrchu čokolády byly v rozmezí 5-8 (tabulka 1). Čokoláda vyrobená z bobů z Madagaskaru dosáhla vyšší průměrné hodnoty. Vzorky čokolády vyrobené z bobů z Brazílie měly nižší průměrné hodnoty. 100% vzorek z Brazílie dosáhl průměru 6 a 70% vzorek pak průměru 5. Odlišnost mezi vzorky je však statisticky neprůkazná. U výskytu šedého povlaku na spodní části čokolády byly výsledné hodnoty obdobné (tabulka 1). Vzorky z Madagaskarských bobů dosáhly průměrné hodnoty 8. V případě čokolády z Brazilských bobů byla průměrná hodnota u 100% čokolády 7 a u 70% čokolády 6. Opět nebyla odlišnost vzorků statisticky prokázána. S největší pravděpodobností se jedná o tzv. tukový výkvět. Tukový výkvět je bělavý až bílošedý povlak na povrchu čokolády, který vzniká rekrystalizací kakaového másla. Příčin vzniku tukového výkvětu může být více. V našem případě je nejpravděpodobnější nedokonalá temperace. Pro správnou stabilitu je třeba temperací dosáhnout polymorfní formy V kakaového másla. V případě nedokonalé temperace zůstane část kakaového másla ve formě IV. Během skladování pak forma IV volně krystalizuje, a protože stabilnější forma V je hustší, je část tuku vytlačena na povrch a vytváří větší krystaly. [4;5;6] Podobný efekt vytváří i tzv. cukerný výkvět, což je vykrytalizovaný cukr na povrchu čokolády. [6] Ten by se však projevil pouze u 70% čokolády.

Barva:

Průměrné vyhodnocení barvy bylo v rozmezí 6-8 (tabulka 1). 100% vzorky čokolády dosáhly vyšší průměrné hodnoty, tedy 8. 70% vzorky čokolád měly ve výsledku nižší průměrné hodnoty. Vzorek 70% čokolády vyrobené z bobů z Brazílie dosáhl průměru 7. U 70% čokolády vyrobené z bobů z Madagaskaru byl dosažený průměr 6. Statisticky se vzorky mezi sebou průkazně neliší. Barva čokolády závisí na odrůdě a zpracování kakaových bobů a na přidaných ingrediencích výsledného produktu. Největší vliv na barvu má pražení, při kterém probíhá Maillardova reakce. [21] Boby byly praženy za stejných podmínek, proto se barva jednotlivých vzorků neliší. Z výsledků je patrné, že s úbytkem podílu kakaové hmoty hodnoty mírně klesají.

Celistvost povrchu:

U tohoto parametru se výrazně odlišuje 100% čokoláda vyrobená z Madagaskarských bobů, která má nejlepší výsledky. Její průměrná hodnota dosahuje čísla 9 (tabulka 1). Průměrné hodnocení u ostatních vzorků bylo v rozmezí 5-6. 100% čokoláda vyrobená z Brazílských bobů a 70% čokoláda z Madagaskarských bobů dosáhly průměrné hodnoty 6. Vzorek 70% čokolády z bobů vypěstovaných v Brazílii měl průměrnou hodnotu 5. U těchto tří vzorků nebyla odlišnost statisticky prokázána. S úbytkem podílu kakaové hmoty ve vzorku se snižuje výsledná hodnota parametru. Při mletí se částice kakaové hmoty obalují tukem a jeho celkový obsah ovlivňuje celkovou viskozitu čokolády [18]. Protože při naší výrobě nebyl použitý žádný další tuk než ten již obsažený v kakaových bobech, můžeme předpokládat, že to vedlo ke zhoršenému úniku vzduchových bublin vzniklých při nalévání čokolády do forem.

Tabulka 2 Vzhled čokolády

Vzorek/parametr	Lesk	Výskyt šedého povlaku na povrchu	Výskyt šedého povlaku na spodu	Barva	Celistvost povrchu
70% Madagaskar	6 ± 3 a	8 ± 3 a	8 ± 3 a	6 ± 2 a	6 ± 2 a
70% Brazílie	7 ± 2 a	5 ± 4 a	6 ± 3 a	7 ± 1 a	5 ± 2 a
100% Madagaskar	6 ± 3 a	8 ± 3 a	8 ± 3 a	8 ± 1 a	9 ± 1 b
100% Brazílie	7 ± 2 a	6 ± 3 a	7 ± 3 a	8 ± 1 a	6 ± 2 a

8.2 Parametry vůně a křupnutí na skusu**Vůně kakaová:**

Průměrné hodnoty kakaové vůně byly v rozmezí 7-9 (tabulka 2). Nejlépe byla vyhodnocena 70% čokoláda vyrobená z bobů pěstovaných na Madagaskaru, její průměrná hodnota byla

9. Její 100% varianta dosáhla průměru 8. Vzorky čokolády vyrobené z bobů pěstovaných v Brazílii měly průměrnou hodnotu 7. Statisticky byla prokázána odlišnost mezi vzorky 70% Madagaskarské a 100% Brazilské čokolády. Boby pocházející z Brazílie mají méně intenzivní kakaovou vůni oproti bobům odrůdy Criollo z Madagaskaru [4,23]

Vůně zemitá:

Průměrné hodnoty u vůně zemité byly v rozmezí od 2 do 6 (tabulka 2). Vzorek 100% čokolády z Brazilských bobů dosáhl nejvyšší průměrné hodnoty, tedy 6. U 70% vzorku z Brazilských bobů byl průměr 5. Vzorky vyrobené z Madagaskarských bobů měly nižší průměrné hodnoty. 100% čokoláda z Madagaskaru dosáhla průměru 3 a 70% čokoláda průměru 2. Vzorky 100% čokolády z Brazílie a 70% čokolády z Madagaskaru se statisticky průkazně liší. Čokoláda vyrobená z bobů odrůdy Forastero (Brazílie) má vyšší obsah pyrazinů, než čokoláda vyrobená z bobů odrůdy Criollo (Madagaskar). [24] Sloučeniny pyrazinů jsou aromatické látky nejvíce zodpovědné za zemité tóny v čokoládě. [4]

Vůně žluklá:

Žluklá vůně byla vyhodnocena průměrnými hodnotami 5-6 (tabulka 2). Vzorek 70% čokolády z bobů pocházejících z Brazílie měl průměrnou hodnotu 5. Ostatní vzorky dosáhly průměrné hodnoty 6. Statistická odlišnost nebyla mezi jednotlivými vzorky prokázána. U tohoto parametru pravděpodobně došlo k ovlivnění výsledných hodnot chybným zápisem některých z hodnotitelů. U tohoto parametru byly totiž uváděny buď nulové hodnoty nebo naopak téměř maximální hodnoty u stejného vzorku. Zoxidovaný (žluklý) tuk má nepříjemný, štiplavý zápach, který je způsoben tvorbou hexanalů nebo aktivací kyseliny butanové. [21]

Křupnutí na skusu:

Průměrné hodnoty dosažené při hodnocení křupnutí na skusu byly v rozmezí 2-8 (tabulka 2). Vzorky čokolád vyrobené z Madagaskarských bobů měly výrazně lepší výsledky a dosáhly průměrné hodnoty 8. U 70% čokolády z Brazilských bobů byla průměrná hodnota 4 a u její 100% varianty byl průměr 2. Byla tedy statisticky prokázána odlišnost mezi vzorky vyrobenými z bobů vypěstovaných na Madagaskaru a z těch vypěstovaných v Brazílii. Textura čokolády, a tedy i křupnutí při skusu, je ovlivněno technologickým zpracováním a surovinovou skladbou daného produktu. [4] Největší vliv na výslednou tvrdost čokolády má kakaové máslo, respektive jeho chemické složení a krystalická forma. Stabilní krystalická forma je dosažena během správné teploty. Chemické složení se mírně odlišuje na základě

původu bobů. Kakaové máslo původem z Brazílie obsahuje oproti jiným poměrně vysoký podíl TAG skladby SOO (více v kapitole...), takže čokoláda vyrobená z Brazílských bobů bude při pokojové teplotě na skus výrazně měkčí. [5]

Tabulka 3 Vůně a křupnutí čokolády

Vzorek/parametr	Vůně kaková	Vůně zemitá	Vůně žluklá	Křupnutí na skusu
70% Madagaskar	9 ± 1 c	2 ± 2 a	6 ± 5 a	8 ± 2 b
70% Brazílie	7 ± 1 ab	5 ± 2 ab	5 ± 5 a	4 ± 2 a
100% Madagaskar	8 ± 1 bc	3 ± 3 ab	6 ± 5 a	8 ± 1 b
100% Brazílie	7 ± 1 a	6 ± 3 b	6 ± 5 a	2 ± 2 a

8.3 Chuťové parametry a celkový chuťový dojem

Hořkost:

Hořkost dosahovala průměrných hodnot od 4 do 9 (tabulka 3). Nejvyšších hodnot dosáhla 100% čokoláda z Brazílských bobů, její průměr byl 9. Následovala 100% čokoláda z Madagaskarských bobů s průměrnou hodnotou 7. Vzorek 70% čokolády z Brazílie dosáhl průměru 5 a vzorek 70% čokolády z Madagaskaru průměru 4. Statisticky průkazná odlišnost byla mezi 100% čokoládou z Brazílských bobů a 70% čokoládou z Madagaskarských bobů. Můžeme tedy prokazatelně říct, že s přibývajícím množstvím cukru klesá hořkost. [4] Kakaové boby z Madagaskaru odrůdy Criollo jsou obecně méně hořké než boby odrůdy Forastero z Brazílie. [4,22]

Svíravost / trpkost:

Svíravost / trpkost byla vyhodnocena průměrnými hodnotami v rozmezí 3-8 (tabulka 3). Nejvyšší průměrné hodnoty, tedy 8, dosáhla 100% čokoláda vyrobená z bobů vypěstovaných v Brazílii. Vzorky 100% čokolády z Madagaskaru a 70% čokolády z Brazílie dosáhly oba průměrné hodnoty 6. U vzorku 70% čokolády vyrobené z bobů vypěstovaných na Madagaskaru byla průměrná hodnota 2. Statisticky průkazně se lišily vzorky 100% Brazílské a 70% Madagaskarské čokolády. Z výsledných hodnot můžeme konstatovat, že se zvyšujícím podílem kakaové hmoty se zvyšuje trpkost. Boby pocházející z Brazílie mají obecně výraznější trpkost než boby z Madagaskaru. [22]

Kyselost:

Průměrné hodnoty se u kyselosti pohybovaly v rozmezí 3-8 (tabulka 3). Nejvyšších výsledků dosáhla 100% čokoláda vyrobená z Madagaskarských bobů s průměrnou hodnotou 8. Druhou nejvyšší kyselost měla její 70% varianta s průměrnou hodnotou 6. V případě vzorků

vyrobených z bobů pěstovaných v Brazílii byla průměrná hodnota u 100% čokolády 5 a u 70% čokolády pak 3. Mezi vzorky 100% čokolády z Madagaskaru a 70% čokolády z Brazílie byla statisticky potvrzena odlišnost. Kyselost je tím nižší, čím nižší je podíl kakaové hmoty. Kyselost čokolády se liší podle země původu a někdy i mezi regiony. Za kyselost jsou zodpovědné přítomné kyseliny, a to zejména kyselina octová, citronová nebo mléčná. [10;21] U bobů z Brazílie, převážně z oblasti Bahia probíhá jen velmi krátká fermentace. V počáteční fázi fermentace převažují bakterie mléčného kvašení, a právě kyselina mléčná vede k charakteristické kyselosti u Brazílských čokolád. [4] Obecně jsou však boby odrůdy Forastero z Brazílie méně kyselé než body odrůdy Criollo z Madagaskaru. [22]

Chuť zemitá:

Průměrné hodnoty u zemité chuti byly v rozmezí 2-7 (tabulka 3). Nejvýraznější byla zemitá chuť u 70% čokolády vyrobené z bobů vypěstovaných v Brazílii, kdy její průměrná hodnota byla 7. Následovala její 100% varianta s průměrem 6. Vzorky čokolády z Madagaskarských bobů dosáhly nižších výsledků. U 100% byla průměr 4 a u 70% byl průměr 2. Statisticky průkazně se od sebe lišily vzorky vyrobené z Brazílských bobů se vzorkem 70% čokolády z Madagaskaru. U čokolády z Brazílie můžeme rozeznat ostré tóny pepře. Čokoláda z Madagaskaru má spíše kořeněné než zemité tóny. Může nést tóny muškátového oříšku, skořice, ale také oliv či dubu. [21]

Chuť ovocná / květinová:

Hodnocení ovocné chuti dosáhlo průměrných hodnot v rozmezí 1-5 (tabulka 3). Nejvýrazněji byla ovocná chuť hodnocena u vzorku 100% čokolády z Madagaskarských bobů s průměrnou hodnotou 5. Její 70% varianta dosáhla průměrné hodnoty 4. Oba vzorky vyrobené z bobů vypěstovaných v Brazílii měly průměrnou hodnotu 1. Vzorek 100% čokolády z Madagaskaru se statisticky prokazatelně lišil od vzorků čokolády z Brazílie. Pro kvalitní boby z Madagaskaru je přítomnost ovocné chuti charakteristická. Jedná se převážně o tóny mandarinek, žlutého ovoce a tamarindu. U čokolády z Brazílie se může vyskytovat slabý náznak chuti pomerančů. [21]

Rozpouštění v ústech:

Průměrné hodnoty byly u tohoto parametru v rozmezí 7-8 (tabulka 3). Vzorek 70% čokolády vyrobené z Brazílských bobů měl průměrnou hodnotu 8. U ostatních vzorků byla průměrná hodnota 7. Statisticky průkazně se vzorky mezi sebou nelišily. Hlavní složkou čokolády ovlivňující přechod z tvrdé formy na tekutou je kakaové máslo a jeho struktura. Celkový

obsah kakaového másla výrazně ovlivňuje rozpouštění čokolády v ústech. [4] Kakaové boby odrůdy Forastero z Brazílie mají obecně nepatrně vyšší obsah kakaového másla a jeho chemické složení způsobuje, že je náchylnější k rozpouštění již za pokojové teploty na rozdíl od kakaového másla z bobů odrůdy Criollo z Madagaskaru. [5,6]

Celkový chuťový dojem:

Průměrné hodnoty celkového chuťového dojmu byly od 3 do 7 (tabulka 3). Nejlépe hodnocený byl vzorek 70% čokolády z bobů vypěstovaných na Madagaskaru, jeho průměrná hodnota byla 7. Druhé nejlepší hodnocení měl vzorek 70% čokolády z bobů vypěstovaných na Madagaskaru s průměrem 5. Oba vzorky 100% čokolády měly průměrnou hodnotu 3. Statisticky průkazně se odlišovaly vzorky 100% čokolád od vzorku 70% čokolády z Madagaskaru. Podle výsledných hodnot se dá říct, že přídavek cukru v případě 70% čokolád vytváří lepší celkový dojem. Celkový dojem není vytvářen jen samotnou chutí, ale také vůní a texturou čokolády. To, jak se čokoláda rozpouští v ústech, má na celkový dojem velký vliv. [4]

Tabulka 4 Chuť, rozpouštění v ústech a celkový dojem čokolády

Vzorek/parametr	Hořkost	Svíravost / trpkost	Kyselost	Chuť zemitá	Chuť ovocná / květinová	Rozpouštění v ústech	Celkový chuťový dojem
70% Madagaskar	4 ± 2 a	3 ± 2 a	6 ± 3 ab	2 ± 3 b	4 ± 3 ab	7 ± 3 a	7 ± 2 b
70% Brazílie	5 ± 2 ab	6 ± 3 ab	3 ± 2 a	7 ± 2 a	1 ± 1 a	8 ± 1 a	5 ± 3 ab
100% Madagaskar	7 ± 3 bc	6 ± 3 ab	8 ± 3 b	4 ± 4 ab	5 ± 4 b	7 ± 2 a	3 ± 3 a
100% Brazílie	9 ± 3 c	8 ± 3 b	5 ± 3 ab	6 ± 3 a	1 ± 2 a	7 ± 1 a	3 ± 2 a

ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo zjistit, zda se při použití kakaových bobů z různých zemí budou lišit vlastnosti vyrobené čokolády. Úspěšně se vyrobily 4 různé čokolády, na jejichž výrobu byly použity boby ze dvou různých zemí. Čokolády se následně senzoricky ohodnotily.

Kvalita čokolády se odvíjí od kvality kakaových bobů a dalších vstupních surovin. Kakaové boby jsou semena kakaovníku pravého, který má několik odrůd. Původní odrůdy rostli jen pár místech. Kvůli potřebě zvýšení produkce se vyšlechtili odrůdy nové. Některé odrůdy jsou typické pro určitou oblast a každá oblast se vyznačuje nějakým podnebím a složením půdy. Některé vlastnosti kakaových bobů, a tedy i čokolády z nich vyrobené, jsou dané odrůdou a pěstováním kakaovníku. K těmto vlastnostem patří například hořkost, kyselost, trpkost a chuťové tóny. Odrůda a geografický původ kakaových bobů vytváří největší rozdíl v chuti čokolády.

Velký vliv na výsledné vlastnosti čokolády má také technologický postup výroby. Během některých kroků výroby, zejména při fermentaci, pražení a konšování, probíhají biochemické reakce. Tyto reakce způsobují chemické i fyzikální změny. Například průběh fermentace má zásadní vliv na chuť a při pražení se Maillardovy reakce postarají o změnu barvy. Některé výsledné vlastnosti čokolády jsou ovlivněny více správností technologického postupu než složením kakaových bobů. Příkladem může být celistvost povrchu. Vyšší obsah tuku v kakaových bobech může zajistit lepší viskozitu čokolády, ale pokud se neodstraní vzduchové bublinky vzniklé naléváním čokolády, bude jimi povrch konečného výrobku narušen.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

podle použité citační normy ČSN ISO 690

- [1] SCHWAN, Rosane F. a G. H. FLEET, [2015]. *Cocoa and coffee fermentations*. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group. ISBN 14-398-4791-6. e-ISBN-13: 978-1-4398-4793-0.
- [2] JAIN, S. Mohan a P. M. PRIYADARSHAN, 2009. *Breeding Plantation Tree Crops: Tropical Species*. Spring Street, New York: Springer. ISBN 978-0-387-71199-7. e-ISBN: 978-0-387-71201-7.
- [3] ADABE, Kokou Edoh a E. Lionelle NGO-SAMNICK, 2014. *Cocoa production and processing*. The Technical Centre for Agricultural and Rural Cooperation, The Netherlands: Pro-Agro Collection, Engineers Without Borders. ISBN 978-92-9081-566-2.
- [4] AFOAKWA, Emmanuel Ohene, 2016. *Chocolate science and technology*. Second edition. The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex, PO19 8SQ, UK: WILEY Blackwell. ISBN 978-1-1189-1378-9. Dostupné také z: <https://www.pdfdrive.com/chocolate-science-and-technologye183773542.html>
- [5] BECKETT, Stephen T., Mark S. FOWLER a Gregory R. ZIEGLER, 2017. *Beckett's Industrial Chocolate Manufacture and Use*. Fifth edition. The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex, PO19 8SQ, UK: WILEY Blackwell. ISBN 9781118780145. ISBN 9781118923573 (epub).
- [6] THE DE ZAAN, 2006. *Cocoa Manual*. Netherlands: ADM Cocoa. Dostupné také z: <https://www.pdfdrive.com/the-de-zaan-cocoa-manual-e54624724.html>
- [7] Produced in the south – consumed in the north: Most cocoa is produced in West Africa. In: *Swiss Platform for Sustainable Cocoa* [online]. [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://www.kakaoplattform.ch/about-cocoa/cocoa-facts-and-figures>
- [8] Farma and Forestry Producton and Marketing Profile for Cacao (*Theobroma cacao*), 2011. In: HEBBAR, Prakash, H.C. BITTENBENDER a Daniel O'DOHERTY. *Specialty Crops For Pacific Island Agroforestry*. Second version. Holualoa, Hawaii, USA: Permanent Agriculture Resources, s. 79-100. ISBN 978-0-9702544-8-1. Dostupné také z: <https://www.agroforestry.org/free-publications/specialty-crops-for-pacific-island-agroforestry>

- [9] BARTLEY, B.G.D., 2005. *THE GENETIC DIVERSITY OF CACAO AND ITS UTILIZATION: Botany, Production and Uses*. 875 Massachusetts Avenue, Cambridge, MA 02139, USA: CABI Publishing. ISBN 0 85199 619 1.
- [10] ČOPÍKOVÁ, Jana, 2020. *Technologie čokolády a cukrovinek*. 2. přepracované a aktualizované vydání. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze. ISBN 978-80-7592-077-5.
- [11] WINIFIE, Bernard W., 1989. *CHOCOLATE, COCOA, AND CONFECTIONERY: SCIENCE AND TECHNOLOGY THIRD EDITION*. 3rd edition. 115 Fifth Avenue, New York: Van Nostrand Reinhold. ISBN 978-94-011-7926-3. e-ISBN-13: 978-94-011-7924-9.
- [12] WATSON, Ronald R., Victor R. PREEDY a Sherma ZIBADI, 2013. *Chocolate in health and nutrition*. New York: Humana Press/Springer Verlag. Nutrition and health (Totowa, N.J.). ISBN 16-177-9802-9.
- [13] BECKETT, Stephen T., 2006. *The science of chocolate*. Cambridge: Royal Soc. of Chemistry. RSC paperbacks. ISBN 08-540-4600-3.
- [14] MENDOZA-MENESES, C.J. et al., 2023. Implementation of pre-harvest techniques in emerging agroforestry systems to increase the yield of cocoa tree (*Theobroma cacao* L.). *Heylion* [online]. Elsevier, **2023**(9), 1-8 [cit. 2023-05-17]. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844023017498?pes=vor>
- [15] *Giant On A Pinhead: A Profile of the Cocoa Sector* [online], 2014. 11/12 Tokenhouse Yard, London EC2R 7AS, United Kingdom: Hardman & Co [cit. 2023-05-17]. Dostupné z: <https://www.pdfdrive.com/giant-on-a-pinhead-e52725083.html>
- [16] Environmental Growing Conditions in Five Production Systems Induce Stress Response and Affect Chemical Composition of Cocoa (*Theobroma cacao* L.) Beans, 2017. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* [online]. American Chemical Society, **2017**(65), 10165–10173 [cit. 2023-05-17]. Dostupné z: <https://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/acs.jafc.7b04490>
- [17] RAMSEY, Dom, 2016. *Chocolate indulge inner chocoholic: Become to bean-to-bar expert*. 80 Strand, London, Great Britain: Dorling Kindersley Limited A Penguin Random House Company. ISBN 978-0-2412-2943-9.

- [18] Talbot, Geoff. (2009). *Science and Technology of Enrobed and Filled Chocolate, Confectionery and Bakery Products*. Woodhead Publishing. Retrieved from <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpSTEFCCB1/science-technology-enrobed/science-technology-enrobed>
- [19] GREWELING, Peter P., 2013. *Chocolates and confection: formula, theory, and technique for the artisan confectioner*. Second edition. Hoboken, New Jersey: John Wiley. ISBN 978-0-470-42441-4.
- [20] JEŽEK, František a Alena SALÁKOVÁ, 2012. *Senzorická analýza potravin* [online]. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno [cit. 2023-05-19]. Dostupné z: https://fvhe.vfu.cz/files/skripta-senzorika_2012.pdf
- [21] JANUSZEWSKA, Renata et al., 2018. Hidden Persuaders in Cocoa and Chocolate: A Flavor Lexicon for Cocoa and Chocolate Sensory Professionals [online]. The Officers' Mess Business Centre, Royston Road, Duxford, CB22 4QH, United Kingdom: Woodhead Publishing is an imprint of Elsevier [cit. 2023-03-31]. ISBN 978-0-12-815447-2. ISBN 978-0-12-815448-9 (online). Dostupné z: <https://www.pdfdrive.com/hidden-persuaders-in-cocoa-and-chocolate-a-flavor-lexicon-for-cocoa-and-chocolate-sensory-professionals-e158317720.html>
- [22] Kongor, J. E., Hinneh, M., Van de Walle, D., Afoakwa, E. O., Boeckx, P., & Dewettinck, K. (2016). Factors influencing quality variation in cocoa (Theobroma cacao) bean flavour profile A review. *Food Research International*, 82, 44-52
- [23] TOKER, Omer Said et al., 2020. Chocolate aroma: Factors, importance and analysis. *Trends in Food Science & Technology* [online]. (99), 580-592 [cit. 2023-05-06]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.03.035>
- [24] VELÁSQUEZ-REYES, Dulce et al. Forastero and Criollo cocoa beans, differences on the profile of volatile and non-volatile compounds in the process from fermentation to liquor. *Helvion* [online]. 2023(9), 1-15 [cit. 2023-05-06]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.helivon.2023.e15129>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

cca přibližně

MK masťná kyselina

TAG triacylglycerol

SSS }
SOS } složení triacylglycerolů
SOO }

tzv. tak zvaně

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Obrázek kakaovníku, jeho listu, plodu a semen [3]	11
Obrázek 2 Největší producenti kakaových bobů [4]	12
Obrázek 3 Graf znázorňující průměrnou produkci kakaových bobů podle zemí v letech 2011-2015 (x1000 tun a jako % světové produkce) [5].....	12
Obrázek 4 Typické plody kakaovníku odrůdy <i>Criollo</i> [4]	13
Obrázek 5 Typický plod kakaovníku odrůdy <i>Forastero</i> [4].....	14
Obrázek 6 Příklad kakaových bobů odrůdy <i>Trinitario</i> [4]	14
Obrázek 7 Typický plod kakaovníku odrůdy <i>Nacional</i> [4]	15
Obrázek 8 Graf znázorňující různý průběh tání kakaového másla různého původu [13] ...	17
Obrázek 9 Přehled krystalických forem kakaového másla [13]	17
Obrázek 10 Nevyhovující kakaové boby [foto autorka].....	21
Obrázek 11 Vyřazené kakaové boby a cizí tělesa (kámen, vlákno z pytle, slupka) [foto autorka]	21
Obrázek 12 Prázdný válcový mlýn [foto autorka].....	23
Obrázek 13 Grafické schéma průběhu temperace [4].....	25
Obrázek 14 Mechanismus kontinuálního temperovacího stroje [17]	25
Obrázek 15 Kontinuální temperovací stroj [foto autorka].....	25
Obrázek 16 Plnění polykarbonátových forem čokoládou přímo z temperovacího stroje [foto autorka]	26
Obrázek 17 Balení kakaových bobů z Madagaskaru [foto autorka].....	30
Obrázek 18 Balení kakaových bobů z Brazílie [foto autorka].....	31
Obrázek 19 Pražené kakaové boby z Brazílie [foto autorka]	32
Obrázek 20 Pražené kakaové boby z Madagaskaru [foto autorka]	32
Obrázek 21 Odslupkování kakaových bobů [foto autorka]	33
Obrázek 22 Melanžér [foto autorka].....	33
Obrázek 23 Počáteční fáze mletí [foto autorka]	34
Obrázek 24 Konečná část konšování	34
Obrázek 25 Polykarbonátová forma naplněná čokoládou [foto autorka]	34
Obrázek 26 Hotové čokoládové bonbony [foto autorka].....	35

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Zastoupení TAG v kakaovém másle různého původu [13].....	16
Tabulka 2 Vzhled čokolády	38
Tabulka 3 Vůně a křupnutí čokolády.....	40
Tabulka 4 Chuť, rozpouštění v ústech a celkový dojem čokolády.....	42

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Hodnotící list

PŘÍLOHA P I: HODNOTÍCÍ LIST

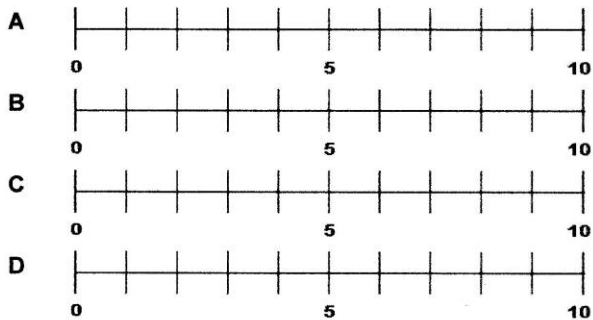
Senzorické hodnocení čokolády

Datum hodnocení:

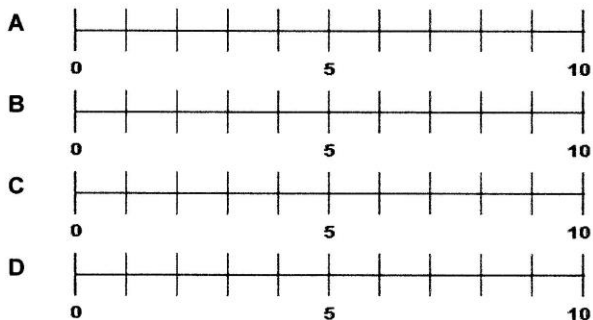
Hodnotitel:

Vyhodnoťte vybrané parametry na stupnici od 0 do 10:

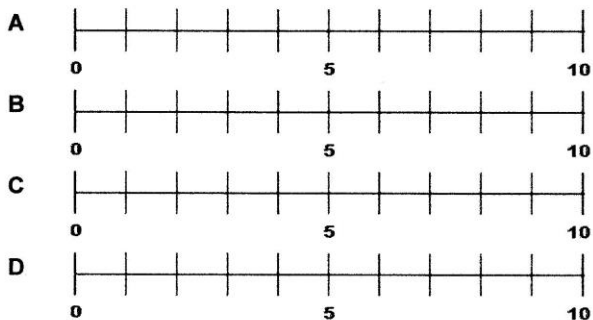
Lesk: (0 – matný, 10 – úplně lesklý)



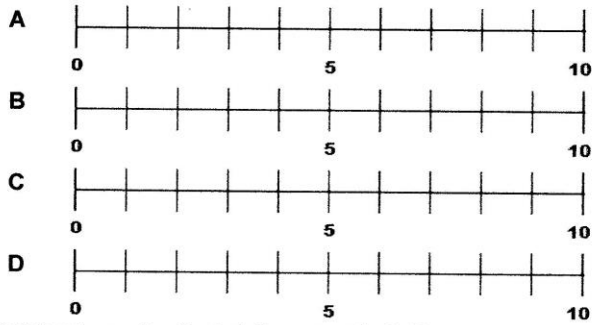
Výskyt šedého povlaku na povrchu: (0 – po celém povrchu, 10 – bez výskytu)



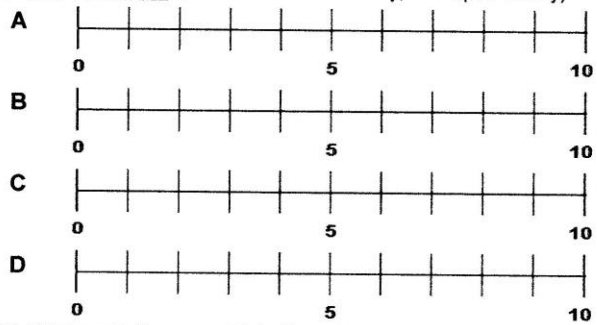
Výskyt šedého povlaku na spodu: (0 – po celém povrchu, 10 – bez výskytu)



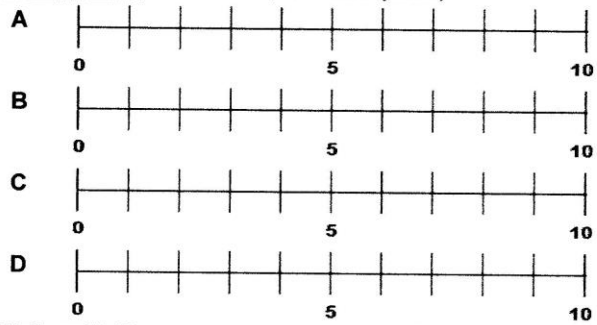
Barva: (0 – červenohnědá, 10 – tmavě hnědá až černá)



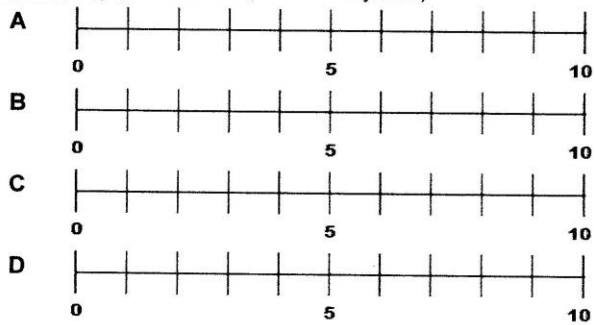
Celistvost povrchu: (0 – hodně nerovnoměrný, 10 – úplně hladký)



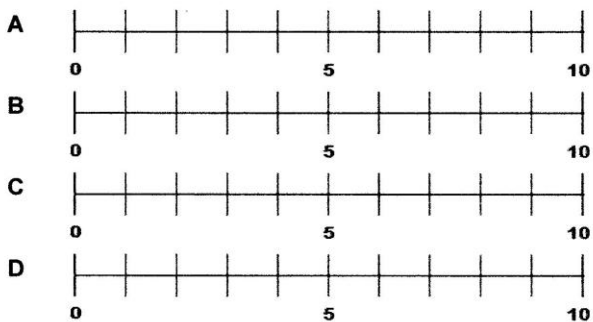
Vůně kakaová: (0 – neznatelná, 10 – velmi výrazná)



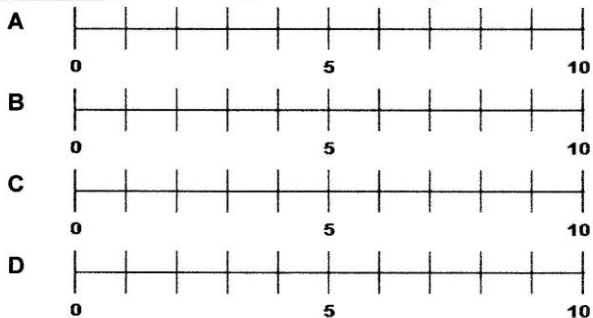
Vůně zemitá: (0 – neznatelná, 10 – velmi výrazná)



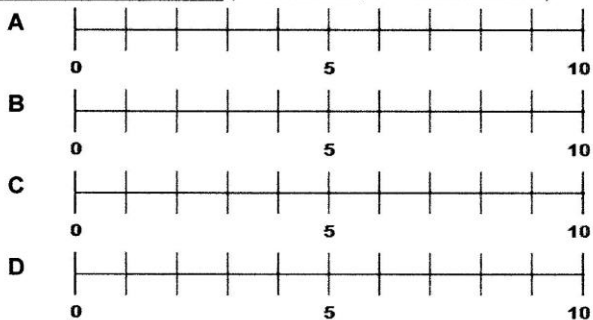
Kyselost: (0 – neznatelné, 10 – velmi intenzivní)



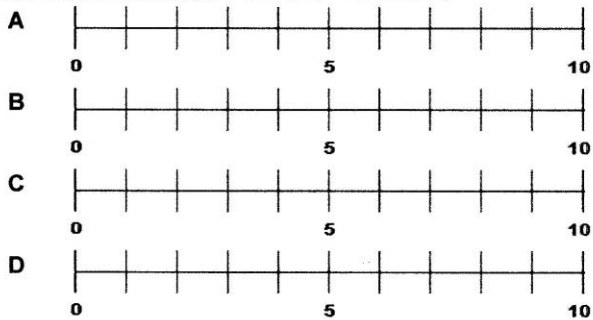
Chuť zemitá: (0 – neznatelné, 10 – velmi intenzivní)



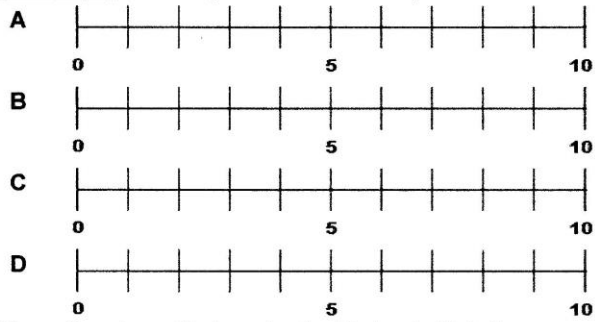
Chuť ovocná / květinová: (0 – neznatelné, 10 – velmi intenzivní)



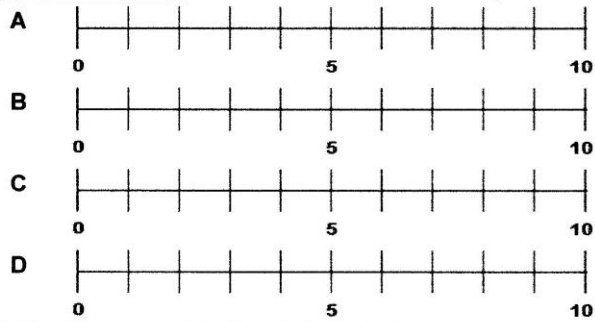
Rozpouštění v ústech: (0 – vůbec, 10 – velmi dobře)



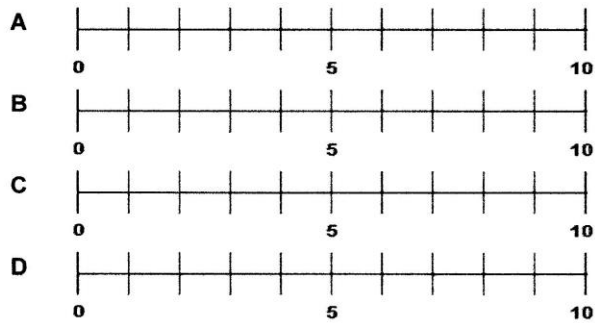
Vůně žluklá: (0 – velmi výrazná, 10 – neznatelná)



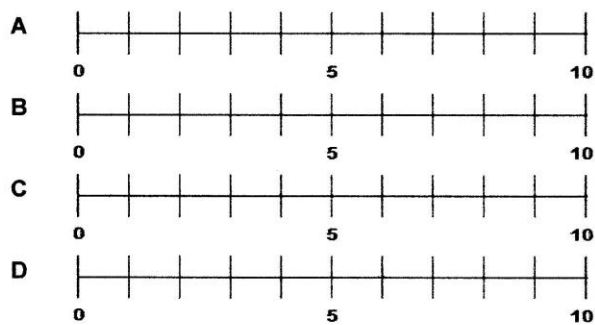
Křupnutí na skusu: (0 – bez náznaku, 10 – jasně zřetelné)



Hořkost: (0 – neznatelné, 10 – velmi intenzivní)



Svíravost / trpkost: (0 – neznatelné, 10 – velmi intenzivní)



Celkový chuťový dojem: (0 – nepříjemný, 10 – lahodný, popište jedním slovem)

