

Vliv použitých směsí kakaových bobů lišících se zemí původu na vlastnosti čokolády

Iva Ležáková

Bakalářská práce
2024



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav technologie potravin

Akademický rok: 2023/2024

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: Iva Ležáková
Osobní číslo: T21240
Studijní program: B0721A210002 Technologie a hodnocení potravin
Specializace: Technologie potravin
Forma studia: Prezenční
Téma práce: Vliv použitých směsí kakaových bobů lišících se zemí původu na vlastnosti čokolády

Zásady pro vypracování

I. Teoretická část

Suroviny používané při výrobě čokolády.
Pěstování a zpracování kakaových bobů.
Vliv podmínek pražení na kvalitu výrobků.
Technologie výroby čokolády.

II. Praktická část

Charakteristika použitého materiálu a popis metod.
Popis výsledků a diskuze s literaturou.
Formulace závěrů plynoucích z práce.

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

Seznam doporučené literatury:

- [1] 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
- [2] Paul, S. D., & Jeanne, M. H. (1981). Chemico-physical aspects of chocolate processing—a review. *Canadian Institute of Food Science and Technology Journal*, 14(4), 269-282
- [3] Santander Muñoz, M., Rodríguez Cortina, J., Vaillant, F. E., & Escobar Parra, S. (2020). An overview of the physical and biochemical transformation of cocoa seeds to beans and to chocolate: Flavor formation. *Critical reviews in food science and nutrition*, 60(10), 1593-1613
- [4] Saltini, R., Akkerman, R., & Frosch, S. (2013). Optimizing chocolate production through traceability: A review of the influence of farming practices on cocoa bean quality. *Food control*, 29(1), 167-187

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

Datum zadání bakalářské práce: **1. ledna 2024**
Termín odevzdání bakalářské práce: **17. května 2024**

L.S.

prof. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan

Ing. Robert Gál, Ph.D.
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 19. února 2024

PROHLÁŠENÍ AUTORKY 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, považuji 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 pracovala samostatně a použitou literaturu jsem citovala. V případě publikace výsledků budu uvedena jako spoluautorka.
- že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

Ve Zlíně, dne:

Jméno a příjmení studentky:

.....
podpis studentky

ABSTRAKT

Bakalářská práce zkoumá vztahy mezi původem kakaových bobů a vlastnostmi vyrobené čokolády. Teoretická část se zaměřuje na popis surovin používaných při výrobě čokolád, na proces pěstování kakaovníku pravého (*Theobroma cacao*). Dále podrobně popisuje výrobu čokolády pomocí tradičních metod. V praktické části bylo provedeno senzorické hodnocení, které mělo za cíl zjistit, zda čokolády vyrobené ze směsí kakaových bobů pocházejících z různých zemí vykazují odlišné vlastnosti. Pro výrobu čokolády byly použity směsi kakaových bobů ze dvou různých zemí, z nichž byly vyrobeny vzorky 100 % a 70 % čokolády.

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

ABSTRACT

The bachelor's thesis examines the relationship between the origin of cocoa beans and the characteristics of the produced chocolate. The theoretical part focuses on the description of the raw materials used in the production of chocolates, on the process of growing the real cocoa tree (*Theobroma cacao*). It also describes in detail the production of chocolate using traditional methods. In the practical part, a sensory evaluation was performed, the aim of which was to find out whether chocolates made from mixtures of cocoa beans from different countries indicate different characteristics. For the production of chocolate, mixtures of cocoa beans from two different countries were utilized, from which were produced samples of 100 % and 70 % chocolate.

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

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

Dále bych chtěla poděkovat své rodině, která mi umožnila studovat, ale především své sestře, která za mnou vždy stála a podporovala mě při studiu.

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

OBSAH

ÚVOD.....	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 SUROVINY POUŽITÉ PŘI VÝROBĚ ČOKOLÁDY	11
1.1 KAKAOVÁ HMOTA	11
1.2 KAKAOVÉ MÁSLA.....	11
1.2.1 Náhražky kakaového másla.....	11
1.3 CUKR A JINÉ SACHARIDY	13
1.3.1 Náhradní sladidla – cukerné alkoholy a syntetická sladidla	13
1.4 EMULGÁTORY	14
2 PĚSTOVÁNÍ A ZPRACOVÁNÍ KAKAOVÝCH BOBŮ	15
2.1 CHARAKTERISTIKA KAKAOVNÍKU	15
2.2 PĚSTOVÁNÍ.....	16
2.2.1 Pěstování kakaových bobů v Ugandě.....	17
2.2.2 Pěstování kakaových bobů v Indii	18
2.3 SKLIZEŇ	18
2.4 FERMENTACE	18
2.5 SUŠENÍ	19
3 VLIV PODMÍNEK PRAŽENÍ NA KVALITU VÝROBKŮ.....	20
4 TECHNOLOGIE VÝROBY ČOKOLÁDY.....	22
4.1 ČIŠTĚNÍ A TŘÍDĚNÍ.....	22
4.2 PRAŽENÍ.....	22
4.3 DRCENÍ.....	23
4.4 MLETÍ.....	23
4.5 MÍSENÍ	23
4.6 VÁLCOVÁNÍ.....	23
4.7 KONŠOVÁNÍ.....	24
4.8 TEMPERACE.....	24
4.9 FORMOVÁNÍ	25
4.10 BALENÍ.....	25
II PRAKTICKÁ ČÁST.....	27
5 CÍL PRÁCE	28
6 POUŽITÝ MATERIÁL.....	29
7 METODIKA PRÁCE.....	30
8 SENZORICKÉ HODNOCENÍ ČOKOLÁDY.....	35

9	VÝSLEDKY SENZORICKÉ ANALÝZY	36
9.1	VZHLED POVRCHU.....	36
9.2	VZHLED VÝROBKU NA ŘEZU.....	39
9.3	TEXTURA VÝROBKU	41
9.4	CHUŤ A PACHUTĚ	45
9.5	VŮNĚ.....	46
9.6	CELKOVÝ DOJEM.....	47
	ZÁVĚR	48
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	49
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	54
	SEZNAM OBRÁZKŮ	55
	SEZNAM TABULEK.....	56
	SEZNAM PŘÍLOH.....	57

ÚVOD

Kakaovník pravý botanickým názvem *Theobroma cacao* pochází z tropické části Jižní Ameriky a jeho plody ukrývají semena, které jsou známé pod názvem kakaové boby. Historie pěstování kakaovníku sahá až do období 2000 let p. n. l., jak uvádějí botanici. V té době byly kakaové boby využívány při náboženských obřadech, kdy byly obětovány bohům. Později se staly cenným platidlem a symbolem bohatství.

I dnes jsou kakaové boby vysoce ceněnou komoditou, jejichž získání není snadné, avšak jejich využití se značně liší. Kakaové boby mají široké využití v potravinářském průmyslu a jsou klíčovou surovinou pro výrobu čokolády a dalších sladkých pochoutek. Kromě toho se využívají například i v moderní gastronomii nebo v kosmetickém průmyslu.

Výroba čokolády je dnes prakticky plně mechanizována. Hrubé zpracování kakaových bobů začíná jejich sklizní. Následuje proces, při kterém jsou boby podrobeny fermentaci, sušení, čištění, pražení, drcení, mletí a mísení kakaových bobů. Čokoláda se zjemňuje válcováním a konšováním, což zlepšuje homogenitu a chuť výsledného produktu. Konečnou úpravou je temperace a tvarování čokolády.

Tato bakalářská práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část. V teoretické části byly popsány suroviny, které se při výrobě čokolády používají a také zde byly zmíněny náhražky některých surovin. Dále se práce zaměřuje na pěstování kakaových bobů a jejich další zpracování, taktéž je zde popsán klasický výrobní postup čokolády.

V praktické části byly vyrobeny 4 vzorky čokolád ze dvou směsí kakaových bobů, které pocházely ze dvou zemí, a to z Indie a Ugandy. Od každé směsi byla vyrobena jedna 100 % a jedna 70 % čokoláda. U všech 4 vzorků byla poté provedena senzorická analýza.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 SUROVINY POUŽITÉ PŘI VÝROBĚ ČOKOLÁDY

Mezi klíčové ingredience nezbytné pro výrobu čokolády se řadí: kakaová hmota, kakaové máslo a cukr z různých zdrojů. Kromě toho se používají emulgátory, aromatické látky a případně náhražky kakaového másla.

1.1 Kakaová hmota

Kakaová hmota je klíčovou surovinou pro výrobu čokolády, respektive kakaového prášku a kakaového másla. Obsahuje zhruba 2 % vody, 55 % tuku, 11 % bílkovin a zbytek tvoří sacharidy, minerální látky, třísloviny a organické kyseliny. Při výrobě kakaového prášku se část kakaového másla odděluje od kakaové hmoty [1].

1.2 Kakaové máslo

Kakaové máslo je základní složkou čokolády, protože tvoří kontinuální fázi čokolády. Je zodpovědné za lesk, texturu a typické chování čokolády při tání. Ačkoli je kakaové máslo ideální složkou, proměnlivá nabídka a rostoucí cena v závislosti na kolísajících cenách kakaových bobů donutila výrobce hledat alternativy [2].

Primární rolí přidaného kakaového másla ve výrobě je regulace viskozity. Kromě toho má kakaové máslo vliv na:

- Chut' – Ideálně by kakaové máslo mělo být "čistě prvotní lis", vyrobené ze surovin pražených a oloupaných kakaových bobů, tak aby splňovalo očekávání kupujících.
- Barva – Přidané kakaové máslo ovlivňuje konečnou barvu čokolády, zejména u bílé čokolády [3].

1.2.1 Náhražky kakaového másla

Podle Vyhlášky č. 76/2003 Sb., kterou se stanoví požadavky na přírodní sladidla, med, cukrovinky, kakaový prášek, směsi kakaových produktů s cukrem, čokoládu a čokoládové bonbony, je možné nahradit kakaové máslo rostlinnými tuky (viz Tabulka 1) [52].

Tabulka 1 Rostlinné tuky povolené do čokoládových [Vyhláška č. 76/2003 Sb. MZe]

Obvyklý název rostlinného tuku	Botanický název rostlin
Illipe, bornejský tuk, Tenglawang	<i>Shorea sp.</i>
Palmový olej	<i>Elaeis guineensis, Elaeis olifera</i>
Sal	<i>Shorea robusta</i>
Shea (bambucký tuk, olej z máslovníku)	<i>Butyrospermum parkii</i>
Kokum gurki	<i>Garcinia indica</i>
Olej z jader manga	<i>Mangifera indica</i>

Substituenty kakaového másla lze rozdělit podle možnosti použití a svých vlastností do dvou hlavních skupin:

- a) Smísením s kakaovým máslem vzniká systém, který je nutné temperovat, a proto jsou tuky ekvivalentní kakaovému máslu (Equivalents CBE, případně Improvers CBI). Tyto tuky lze smíchat v libovolném poměru s kakaovým máslem, protože jsou chemickým složením a fyzikálními vlastnostmi velmi podobné kakaovému máslu (viz Tabulka 1) a jsou legislativně definovány.

Mísitelné náhrady mohou tvořit 25 – 30 % tukové fáze čokoládové polevy, tedy maximálně 5 % z hmotnosti čokolády. Nejčastěji se vyrábějí frakcionací rostlinných tuků obsahujících triacylglyceroly podobné kakaovému máslu. Mezi ně patří rostlinné tuky z tropických rostlin, například z ořechů Illipe a určité frakce palmového oleje (viz tabulka 1). Tyto tuky se používají především do čokoládových polev, zejména těch obsahujících mléčný tuk. Při správném temperování mají výrobky vysoký lesk, lom a jsou relativně stabilní vůči tukovému výkvětu [4].

- b) Smísením s kakaovým máslem vzniká soustava, kterou není nutné temperovat, a to jsou tuky označované jako "Replacers" (CBR) a "Substitutes" (CBS). Tyto tuky jsou částečně až nemísitelné s kakaovým máslem. Kombinací s nimi ztrácí kakaové máslo své charakteristické vlastnosti polymorfního tuku.

Skupina tuků označovaná jako "Replacers" neobsahuje kyselinu laurovou a částečně se mísí s kakaovým máslem. Tyto tuky jsou vyráběny převážně z oleje z bojovníku, řepkového, palmového nebo bavlníkového. Nevýhodou může být pomalejší tání v ústech s voskovou chutí. Výrobky připravené z CBR mají dobrý lesk, lom, mechanickou odolnost a stabilitu proti oxidaci.

Skupina tuků označovaná jako "Substitutes" obsahuje kyselinu laurovou a je vyráběna hydrogenací a frakcionací palmojadrového a kokosového oleje. Náhrady obsahující kyselinu laurovou se začaly používat díky dokonalé technologii při výrobě tuků, která zcela eliminuje aktivitu lipáz. Přítomnost lipáz může vést k uvolňování kyseliny laurové, což je příčina mýdlové chuti polevy. Laurové tuky CBS mají vysoký bod tání (kolem 34 °C), rychlé tání a nízkou viskozitu v kapalném stavu, což je vhodné pro výrobu polev, například na mražené výrobky.

V současné době je v technologii výroby tuků typu "Replacers" a "Substitutes" věnována vysoká pozornost s cílem minimalizovat obsah trans-tuků a zároveň zajistit příjemnou chuť pro spotřebitele [5].

1.3 Cukr a jiné sacharidy

Při výrobě čokolády se obvykle používá standardní krystalový cukr (sacharóza), i když někdy může být preferován moučkový cukr nebo cukr s většími částicemi. Optimálně by cukr měl mít úzké rozložení velikosti částic a nízký obsah vlhkosti. Na rozdíl od mnoha jiných aplikací, barva obvykle není klíčovým kritériem kvality. Čokolády s nízkým obsahem energie, šetrné k zubům a bez sacharózy používají cukrové alkoholy, často spolu s dalšími objemovými látkami, jako je polydextrosa a umělá sladidla, k nahrazení sacharózy. Tyto čokolády někdy vyžadují nižší teplotu konšování a doporučuje se konzumovat je s mírou kvůli jejich projímavé povaze [6].

1.3.1 Náhradní sladidla – cukerné alkoholy a syntetická sladidla

Cukerné roztoky hrají významnou roli v procesu výroby čokolády, a to zejména xylitol, sorbitol, maltitol, laktitol, isomalt a erythritol. Tyto cukerné alkoholy jsou klasifikovány jako látky přídatné a pomocné podle Zákona o potravinách a vyhlášky č. 152/2005 Sb.

Přidávání cukerných alkoholů do různých hmot má za cíl příznivě ovlivnit proces vysychání výrobků. V porovnání se sacharórou mají cukerné alkoholy obvykle nižší sladivost a při vyšších dávkách mohou způsobovat zdravotní problémy [7, 8].

1.4 Emulgátory

Emulgátory jsou nedílnou součástí receptur čokolády i cukrovinek, kde plní řadu funkcí během výroby, skladování a konzumace těchto výrobků. Pomáhají vytvářet a udržovat stabilní drobné kapénky ve hmotách, pozitivně ovlivňují viskozitu a chuťový prožitek. V případě čokolády emulgátory stabilizují viskozitu a brání vzniku tukového výkvětu [9].

Emulgátory jsou rozděleny podle jejich afinity k vodě a oleji. Tato afinita se vyjadřuje pomocí hodnoty HLB (the hydrophilic lipophilic balance). Hodnota HLB se pohybuje od 1 do 13 a vyšší. Emulgátory s lipofilní charakterem mají HLB hodnotu nižší než 9, oblast mezi 9 – 11 zahrnuje emulgátory s vyváženou afinitou a emulgátory s hydrofilním charakterem mají hodnotu HLB vyšší než 11. Obecně se emulgátory používané v receptech na čokoládu pohybují v rozmezí HLB hodnot 2 – 4, což znamená, že se jedná o lipofilní emulgátory [10].

V recepturách čokolády hrají klíčovou roli rostlinné lecitiny, jako je sójový nebo slunečnicový. Tyto rostlinné lecitiny jsou získávány srážením ze surového oleje pomocí horké vody. Po srážení se materiál suší a následně prochází různými fyzikálně-chemickými postupy či procesy čištění. Přechištěný produkt může být poté emulgován v kakaovém másle nebo jiném rostlinném tuku. Přechištěný lecitin se často dodává ve směsi s vhodným práškovým nosičem [9].

Obchodní sójový nebo slunečnicový lecithin obsahují glycerofosfolipidy, zejména fosfatidylcholin, fosfatidylethanolamin, fosfatidylinositol a další fosfolipidy.

Jak s technologickou, tak i se senzoryckou kvalitou cukrovinek pracuje celá paleta emulgátorů s různým složením, mezi něž patří fosfáty monoglycerolu, glycerol monostearát, sorbitan estery, polysorbáty a další [10].

2 PĚSTOVÁNÍ A ZPRACOVÁNÍ KAKAOVÝCH BOBŮ

Kakaovník pravý (*Theobroma cacao*) je strom, jehož zralé plody (lusky) obsahují semena, známá jako surové kakaové boby. Po procesech fermentace, sušení a dalších úpravách se tato semena proměňují v kakaové boby, ze kterých se následně vyrábí čokoláda [11].

2.1 Charakteristika kakaovníku

Kakaovník (viz Obrázek 1) je vytrvalý stromek s výškou 2 až 6 metrů, hustě osázený listím. Jeho listy jsou velké, podlouhle vejčité, kožovité, celokrajné a stále zelené. Květy kakaovníku jsou malé, nevonné, krémově žluté, vzácněji narůžovělé, a vyrůstají v hroznech [48].



Obrázek 1 Kakaovník pravý [Michael Kesl]

Plodem kakaovníku je bobule. Dosahuje délky 15 až 25 cm a šířky 5 až 10 cm. Hmotnost po sklizni se pohybuje mezi 300 až 500 g. Barva kakaových plodů závisí na odrůdě a stupni

zralosti. Nezralé plody jsou obvykle zelené, u některých odrůd mohou být červené. Zralé plody mohou mít barvu od žluté po červenou až hnědou, někdy jsou i žíhané [11].

Bobule je obklopena kožovitým oplodím a uvnitř obsahuje pět svislých řad velkých semen, nazývaných kakaové boby. Tato semena jsou uložena v měkké, poměrně silné a sladké dužině, která snadno zkvasí. Barva surových bobů, která je závislá na odrůdě, se během zrání mění od zelené k různým odstínům červené, oranžové a žluté [12, 13].

Theobromin, alkaloid obsažený v kakaových bobech, má podobné účinky jako kofein, avšak jeho vliv na centrální nervový systém je mírnější. Naopak má výraznější účinky na svaly, ledviny a srdce. Je především využíván pro své diuretické vlastnosti, které jsou způsobeny stimulací ledvinového epitelu. Dále se používá při léčbě vysokého krevního tlaku, protože podporuje rozšíření cév [14].

2.2 Pěstování

Kakaovník původně rostl na okrajích tropických deštných pralesů. Schopnost využívat stínu deštného pralesa a vytvářet přechod mezi pralesem a otevřenou krajinou je vlastní této rostlině. Pěstování kakaovníku na rozsáhlejších plantážích však částečně potlačilo tuto přirozenou vlastnost. V současné době se kakaovník pěstuje v tropickém pásmu mezi 23° severní a 20° jižní šířky, převážně v pobřežních oblastech, vlhkých nížinách a údolích řek. Kakaovníky pěstované pro světový trh se dělí do tří hlavních skupin (viz Obrázek 2):

1. *Criollo* varianty poskytují semena vynikající kvality, která jsou využívána při výrobě nejjemnějších a nejkvalitnějších druhů čokolády.

2. *Forastero* varianty zahrnují skupinu kakaovníků, jejichž semena mají trpkou až nakyslou chuť. Tvoří téměř 90 % celosvětové produkce kakaových bobů.

3. *Trinityrio* varianta představuje kříženec mezi *Criollo* a *Forastero* a začíná se stále více pěstovat v Malajsii [11].



Obrázek 2 Odrůdy kakaovníků [49]

Kakaovník má svůj původ v severní části Jižní Ameriky, ale v současné době se pěstuje ve čtyřech hlavních oblastech světa: Latinská Amerika, Západní Amerika, Asie a Oceánie [15].

Kakaovník preferuje stín poskytovaný většími stromy, jako jsou kokosovníky, banánovníky a avokádovníky, které mu poskytují ochranu před přímým sluncem a větrem. Tyto stromy jsou často nazývány "kakaovníkové matky". Kakaovník se také daří ve společnosti kardamonu, manga, kávovníku a ananasovníku. Jeho schopnost absorbovat chutě z okolí znamená, že chuť kakaových bobů a jejich složení jsou ovlivněny jak odrůdou kakaovníku, tak půdou, klimatem a okolní vegetací. To znamená, že milovníci čokolády mohou najít v její chuti prvky vanilky, kávy, tabáku, kokosu a různé ovocné tóny [49].

2.2.1 Pěstování kakaových bobů v Ugandě

Rwenzori je oblast v Ugandě, která se vyznačuje příznivými podmínkami pro pěstování kakaových bobů. Tato oblast se rozkládá v horách Rwenzori na západě Ugandy a je známá svou bohatou zemědělskou produkcí. Klima v této oblasti je příznivé pro kakaovník, s dostatečnými srážkami a teplotami, které jsou ideální pro růst této plodiny. Kakaovníky v této oblasti často rostou ve vyšších nadmořských výškách, což přispívá k vývoji bohatých chutí a aromat kakaových bobů [16, 17].

Pěstitelé v oblasti Rwenzori se často angažují v tradičním zemědělství a využívají ekologicky šetrné metody pěstování kakaovníku. Zpracování kakaových bobů často probíhá na místě, a to buď ručně nebo pomocí malých zařízení. Tento způsob zpracování umožňuje zachovat autentičnost a kvalitu kakaových produktů [18, 19, 20].

2.2.2 Pěstování kakaových bobů v Indii

Oblasti Idukki v indickém státě Kerala je známá svou zemědělskou produkcí, která zahrnuje širokou škálu plodin. Kakaovník se zde pěstuje převážně na menších plantážích a rodinných farmách. Tato oblast má vhodné klimatické podmínky pro pěstování kakaovníku, kterému vyhovuje vlhké a tropické podnebí. Díky vysokému srážkovému úhrnu a stabilním teplotám se zde kakaovníku dobře daří. Plantáže kakaovníků často leží ve vyšších nadmořských výškách, kde jsou podmínky ideální [16, 17, 18, 19].

2.3 Sklizeň

Když lusky dozrají, jejich barva se změní z obvyklé zelené nebo červené na odstíny žluté nebo oranžové, přičemž konkrétní barva závisí na odrůdě. Kvůli nesynchronizovanému zrání plodů se sklizeň lusků provádí každé 2 – 4 týdny během období sklizně. Toto období sklizně obvykle probíhá ve dvou hlavních etapách, které jsou označovány jako hlavní a střední sklizeň. Termíny těchto období se liší v různých regionech, například v západní Africe hlavní sklizeň obvykle probíhá od začátku října do poloviny prosince, zatímco v Indonésii trvá od dubna do června. Hlavní sklizeň je obvykle hojnější a mívá lepší kvalitu [21].

Sběrači tedy musí podle barvy a zvuku lusku poznat, zda je lusk zralý, což je velmi složitá práce, která vyžaduje roky praxe. Ze stromu jsou lusky odseknuty mačetou či zahnutým nožem na dlouhé tyči a poté se otevrou, aby se uvolnilo 30 – 45 bobů, které jsou uvnitř, spolu s jejich sladkou a bílou slizovitou dužinou [22].

2.4 Fermentace

Kakaové plody jsou rozkrojeny, a jejich dužnina spolu s kakaovými boby je přenesena do větších nádob. Tuto operaci provádějí buď farmáři, pracovníci plantáží, nebo se provádí v rozsáhlých továrnách na zpracování kakaa, kde může být automatizována pomocí strojů. Kakaová semena jsou poté přemístěna do dřevěných beden nebo košů, přičemž mezi nimi jsou vloženy banánové listy, jak seshora, tak i mezi jednotlivými vrstvami, což umožňuje optimální fermentaci. Délka fermentace závisí na odrůdě a trvá obvykle od 2 do 7 dní, někdy i déle. Doba fermentace má vliv i na aroma, a tak v případě požadavku na bohatou vůni jsou semena fermentována déle. Fermentační proces ovlivňuje výslednou chuť čokolády [50].

Klíčové jsou také reakce hnědnutí polyfenolů s bílkovinami (celkem asi 12-15 %) a peptidy, což vede k vytvoření charakteristické barvy pro kakao [23].

2.5 Sušení

Po fermentaci je nezbytné sušení kakaových bobů (viz Obrázek 3). Před tímto procesem je obsah vlhkosti v semenech přibližně 60 %, avšak pro obchodní účely a skladování je třeba snížit ho na zhruba 5 % až 7 %. Většinou se sušení provádí na slunci. Boby jsou rovnoměrně rozloženy ve vrstvách o tloušťce asi 2 cm a suší se po dobu přibližně 14 dní. Průmysloví výrobci využívají k tomuto účelu horkovzdušné sušárny [24].



Obrázek 3 Sušení kakaových bobů na bambusových rohožích [49]

3 VLIV PODMÍNEK PRAŽENÍ NA KVALITU VÝROBKŮ

Pražení je klíčovým krokem při výrobě čokolády a zahrnuje řadu důležitých faktorů. Během pražení kakaových bobů dochází k celé řadě chemických a fyzikálních změn, které ovlivňují barvu, chuť a vůni bobů. Kakaové boby, pečlivě tříděné podle druhu, jsou praženy ve velkých pražicích zařízeních po dobu 10 až 35 minut v závislosti na požadovaném stupni pražení. Během počáteční fáze sušení, boby ztrácejí asi 3 % svého obsahu vody a boby praskají, což umožňuje jejich oddělení od zrna. Následuje fáze vývoje chuti a vůně, přičemž teplota pražení závisí na druhu kakaových bobů. U konzumních kakaových bobů, obvykle afrických druhů, se teplotní rozpětí pohybuje mezi 120 až 130 °C, zatímco u vysoce kvalitních kakaových bobů je teplota nižší než 120 °C. Pro pražení nejkvalitnějších bobů postačuje teplota kolem 100 °C. Obsah vody se snižuje z 6 – 8 % na 2 – 3 %. Čím nižší je obsah vody v bobech, tím jsou křehčí a lépe se drtí a rozemílají [25, 26, 27].

Tradiční postup pražení kakaových bobů v současné době prochází několika změnami, které zahrnují pražení až rozemletého jádra a začíná se uplatňovat i pražení samotné kakaové hmoty. Tato nová schémata lze zjednodušeně vyjádřit následovně:

1. Klasické pražení kakaových bobů

Pražení – odslupkování a drcení – mletí

2. Pražení rozemleté kakaové drti

Předsušení – odslupkování a drcení – pražení – mletí

3. Pražení kakaové hmoty

Předsušení – odslupkování a drcení – mletí – pražení – mletí

Při výrobě kakaového prášku může příprava, tj. chemická úprava, probíhat jak u kakaové hmoty, tak u nepražené kakaové drti. Výhoda pražení až kakaové hmoty spočívá v tom, že nedochází ke ztrátám kakaového másla, které při pražení migruje z jádra do slupek, a také v rovnoměrnějším průběhu procesu pražení. Při pražení by teplota neměla přesáhnout hodnotu 125 – 130 °C [28, 29,30].

Pražení se provádí v kontinuálním věžovém pražicím zařízení (viz Obrázek 4), které se skládá z předehřívacího patra (kde probíhá předsušení), pražicího patra a chladicího patra. Původně se jako pražicí zařízení používaly zazděné železné bubny, otáčivé a vyhřívané přímým ohněm. Po předsušení projdou kakaové boby k úderovému drtiči, kde se vytvořená drť oddělí podle velikosti pomocí vibračních sít'ovin a odsáváním se oddělí

hlavní část drti (slupky). Dále se zpracovává pouze vybraná drť jader, která by měla obsahovat pouze 2 % slupek, a to pražením na zařízení podobném tomu, které se používá při předsušení bobů. V moderních metodách pražení kakaových bobů nebo drti se často využívá infračerveného záření [16].



Obrázek 4 Kontinuální věžové pražicí zařízení [vekamaf.cz]

4 TECHNOLOGIE VÝROBY ČOKOLÁDY

4.1 Čištění a třídění

Kakaové boby jsou čištěny a tříděny pomocí vibračních sít. Prach a lehké nečistoty jsou odstraněny proudem vzduchu. Kovové předměty jsou dále odstraňovány pomocí magnetů. Kromě suchého čištění se také provádí čištění máčením v pračkách, což umožňuje odstranění slizovitých látek, které mohou negativně ovlivnit aroma pražených kakaových bobů [31, 28, 29].

4.2 Pražení

Konečným vrcholem v procesu vytváření kakaového aroma je pražení kakaových bobů; následné technologické operace slouží převážně k redukci obsahu těkavých látek. Aromatické sloučeniny se vytvářejí během pražení z prekurzorů, které se objevují během fermentace, Maillardovy reakce, karamelizace cukrů, rozkladu proteinů a syntézy síru obsahujících látek. Během pražení klesá obsah redukujících cukrů téměř na nulu a obsah hydrofobních aminokyselin se snižuje o 60 – 70 %. Obsah methylxanthinů zůstává téměř nezměněný [16].

Těkavé látky, jejichž obsah se během pražení mění, lze rozdělit do tří skupin:

- Sloučeniny, jejichž obsah zůstává konstantní nebo mírně klesá (většina esterů, alkoholů a kyselin).
- Sloučeniny, jejichž obsah stoupá (aldehydy s výjimkou benzaldehydu a menší podíl pyrazinů).
- Sloučeniny, které se během pražení vytvářejí (deriváty pyrazinu, uranu a pyrrolu).

Senzorické vlastnosti kakaových bobů a čokolády, jako je aroma a chuť, jsou ovlivněny různými faktory, včetně druhu kakaovníku, procesu zpracování po sklizni a pražení. Vývoj aromatických prvků v kakaové hmotě nebo čokoládové hmotě dosahuje svého vrcholu během pražení [32].

Během procesu pražení kakaových bobů nebo drti sehrávají Maillardovy reakce klíčovou úlohu vytváření kakaového aroma. Hydrofobní aminokyseliny (Leu, Ala, Phe a Tyr), peptidy a redukující cukry (zejména glukóza a fruktóza), které se uvolňují během fermentace, slouží jako prekurzory aromatických složek v těchto reakcích [28, 29].

4.3 Drcení

Drcení probíhá ve dvou fázích. Nejprve se kakaové boby drolí, přičemž se oddělují rozdrcené boby, slupky a klíčky od těch nerozdrcených. Poté následuje druhé drcení a třídění podle velikosti. Po třídění je drť pražena tak, aby obsah vlhkosti klesl na 2 %. Upražená jádra jsou následně rozemleta, což umožní oddělit zbylé slupky od jader. Výsledná kakaová drť je poté důkladně vyčištěna. V pražených bobech je obsah slupek a klíčků přibližně 16 % [33].

4.4 Mletí

Kakaová drť, zbavená slupek a klíčků, je jemně mletá, čímž se přeměňuje na kakaovou hmotu. Mletí drti se provádí hlavně za účelem uvolnění buněčného obsahu, zejména kakaového másla, z buněk rozdrcených jader. Během mletí dochází k ohřívání hmoty, vytváří se polotekutá hmota, která je prakticky suspenzí kakaového másla, kde kapalnou fází je samotné kakaové máslo a dispergovanou složkou jsou kakaové částice [26].

4.5 Mísení

Čokoládová hmota vzniká spojením ingrediencí, jako je hmota, cukr a přídavek kakaového másla, a případně dalších složek jako sušené mléko, podle konkrétního typu čokolády. Smíchání těchto ingrediencí probíhá na míchacích strojích, které lze označit jako hnětací, protože zpracovávají hmoty s plastickou nebo těstovinovou konzistencí. Tyto míchací stroje mohou být buď periodické nebo kontinuální. Mají výměnná míchadla a vanu vybavenou topením nebo chlazením, a mohou být vybaveny tryskami pro aplikaci kapalin do zpracovávaného materiálu [34].

4.6 Válcování

Zjemňování čokoládových hmot se provádí válcováním. Čokoládová hmota, vzniklá smícháním základních surovin v míchacím stroji, představuje suspenzi, ve které jsou dispergovány částice kakaového másla, cukru a dalších případných přísad, jako je sušené mléko. Disperzibilita této suspenze je poměrně nízká, což má za následek hrubou strukturu hmoty a nevyrovnanou chuť. V této hmotě jsou patrné částice kakaového másla a cukru. Když rozměr těchto částic klesne pod určitou hranici, již nejsou chuťově rozeznatelné, a hmotnost má homogenní jemnou chuť. Optimální velikost částic pro chuťovou registraci

se pohybuje mezi 20 a 25 mikrony. Obsah kakaového másla v hmotě ovlivňuje její jemnost, přičemž vyšší obsah kakaového másla zvyšuje jemnost hmoty [29].

Při válcování dochází k chemickým změnám v čokoládové hmotě, jako je snížení obsahu vody a oxidační procesy, které ovlivňují chuťové a aromatické vlastnosti čokolády [35].

Válcování se obvykle provádí na pětiválcových válcovacích strojích s ocelovými válci ve svislém uspořádání. Pro optimální fungování válcovacího stroje je důležité správné seřízení a chlazení válců. Teplota hmoty na válcích je udržována mezi 32 a 35 stupni Celsia. Vyšší teploty mohou vést ke zhoršení kvality hmoty. Výstupní hmota z míchacího stroje má těstovitou konzistenci při teplotě kolem 40 stupňů Celsia, zatímco hmota opouštějící válcovací stroj má sypkou konzistenci. Postupným zjemňováním pevných částic se zvětšuje jejich povrch, který kakaové máslo již nedokáže pokrýt [34, 28].

4.7 Konšování

Konšování se provádí ve strojním zařízení kde se uskutečňuje proces spočívající v míchání, roztírání a provzdušňování hmoty čokolády při vysokých teplotách (nad 50 °C), který je klíčovým krokem pro dosažení optimální viskozity, konečné textury a výrazného rozvinutí čokoládového aroma. Obvykle se jedná o dvoustupňový proces, který probíhá ve stejném zařízení. První fáze směřuje k odstranění vlhkosti a nežádoucích těkavých látek vytvořených během fermentace kakaových bobů a k obalení všech pevných částic tukem. Ve druhém kroku se do hmoty přidává více tuku a emulgátorů, aby se získala kapalná homogenizovaná pasta. Různé kombinace času a teploty jsou vybrány podle konkrétního produktu, který se má vyrábět: u tmavé čokolády se často používají teploty v rozmezí od 70 do 90 °C. Variace v kombinacích času a teploty během konšování ovlivňují viskozitu, konečnou texturu a chuť čokolády. Volba správné kombinace času a teploty je jedním z nejdůležitějších procesních parametrů [36, 12].

4.8 Temperace

Temperace je proces, který výrazně ovlivňuje kvalitu čokolády, zejména její fyzikální vlastnosti, strukturu, konzistenci, lesk a viskozitu. Dobře temperovaná čokoláda má jemnou, plně homogenní strukturu, což přispívá k rozplývavé chuti, a její konzistence je lasturově lámavá s lesklým povrchem. Během temperace se vytváří co největší počet krystalických center stabilní krystalické formy. Ideální vytemperovaná čokoláda obsahuje 3-5 % tuku v krystalickém stavu [31].

Temperování zabezpečuje, že tuk v čokoládě krystalizuje do termodynamicky stabilní formy. Běžně se proces skládá z ochlazení roztavené čokolády držené při přibližně 45 °C na teplotu asi 27 °C, která indukuje krystalizaci jak stabilních, tak nestabilních forem krystalů (polymorfů). Následné mírné zvýšení teploty na přibližně 30 °C roztaví nestabilní krystaly, čímž umožní, aby zůstaly pouze stabilní krystaly, které spustí krystalizaci většiny čokolády ve stabilní polymorfní formě. Aby se krystaly mohly efektivně rozrůstat, bývá čokoláda obvykle míchána při chladnutí pomocí škrabacích a míchacích nožů. Teploty potřebné k temperování čokolády jsou závislé na složení tukové fáze [37].

4.9 Formování

Formování čokoládových výrobků je proces, během něhož se připravená a vytemperovaná čokoládová hmota transformuje do požadovaných forem či tvarů. Tento proces zahrnuje několik kroků. Vytemperovaná čokoládová hmota je pečlivě naplněna do forem, které musí být čisté, suché. Před nanesením čokolády se formy předeřívají, tyto formy jsou obvykle vyráběny z plastu nebo silikonu. Naplněné formy procházejí vibrační drahou, která odstraňuje vzduchové bubliny a zajišťuje rovnoměrné rozložení čokolády po celé formě. Poté jsou formy s naplněnou čokoládou umístěny do chladících tunelů, které mají tři části s různými teplotami, kde čokoláda postupně tuhne. Jakmile je čokoláda ztuhnutá, je snadno vyjmuta z forem. Pokud jsou použity silikonové formy, lze je ohýbat, aby se čokoládové produkty snadno uvolnily. Po vyjmutí z forem může být čokoláda dokončena, například dekorací nebo potahováním další vrstvou čokolády [38, 1].

4.10 Balení

Čokolády jsou obvykle baleny s ohledem na ochranu a estetiku. Nejprve jsou často zabaleny do hliníkových fólií nebo lakovaných celofánů, které poskytují ochranu proti vnějším vlivům jako je vlhkost a světlo. Poté jsou tyto zabalené čokolády přebaleny do dalších obalů, jako jsou papírové, polyetylenové nebo propylenové obaly a fólie [39, 40].

Různé typy obalů se používají podle typu a tvaru čokolády. Čtvercové čokolády a čokoládové tyčinky jsou často baleny do plastových fólií, které poskytují pružnost a ochranu před poškozením. Někteří výrobci, zejména ti ze Skandinávie, používají speciální typ obalu, který kombinuje papírový obal s vnitřní hliníkovou fólií, což poskytuje kombinaci odolnosti a atraktivního vzhledu [51].

V posledních letech některé nadnárodní firmy, jako je Kraft (výrobci Milka a Figaro), Nestlé a Cadbury, přecházejí k používání plastových fólií. Tento trend směřuje k větší trvanlivosti a ochraně čokolády, zároveň však vyvolává otázky ohledně ekologických dopadů používání plastových materiálů [41, 42].

II. PRAKTICKÁ ČÁST

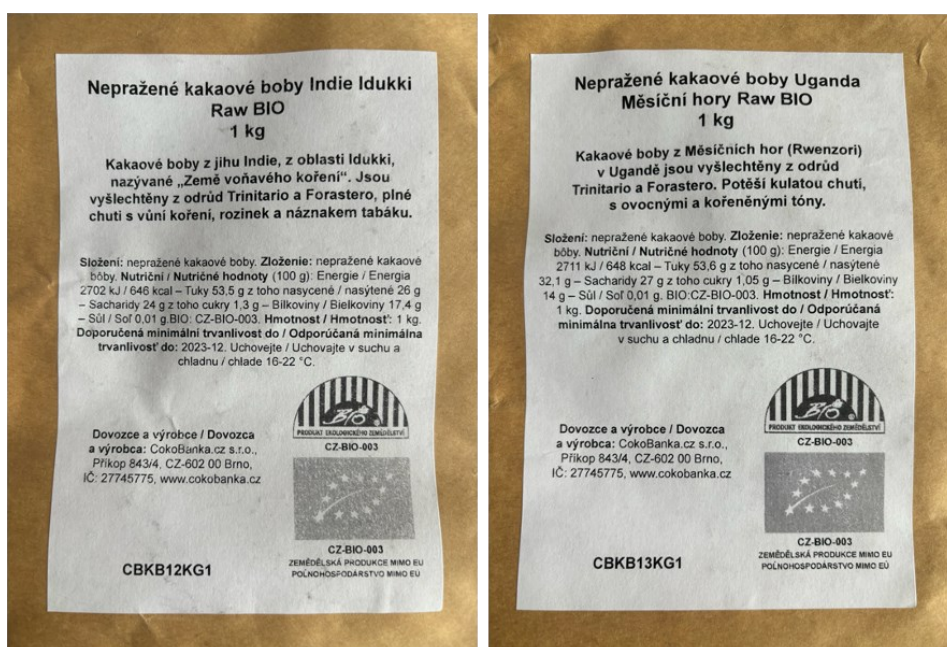
5 CÍL PRÁCE

Cílem bakalářské práce bylo vyrobit 4 vzorky hořké čokolády ze dvou směsí kakaových bobů, které byly k dispozici. Konkrétně byly použity směsi odrůd Trinitario a Forastero z Indie a Ugandy. U každé směsi byl vždy vyráběn jeden vzorek 100 % a jeden 70 % čokolády. Vyrobené čokolády byly zhodnoceny pomocí sensorické analýzy.

6 POUŽITÝ MATERIÁL

Při výrobě čokolády v laboratoři byly použity dva druhy směsí kakaových bobů, které zahrnovaly: kakaové boby celé nepražené z Indie, horské oblasti Idukki, odrůdy Trinitario a Forastero; kakaové boby celé nepražené z Ugandy, z „Měsíční hory“ Rwenzori, odrůdy Trinitario a Forastero (viz Obrázek 5). Prodejcem u obou směsí bobů byla CokoBanka.cz s.r.o, Brno. Dále byl použit cukr krystal od výrobce Cukrovar Vrbátky a.s., Vrbátky. Jako poslední byl použit slunečnicový lecitin od firmy Monaco International s.r.o., Praha.

Pomůcky použité k výrobě čokolády zahrnovaly Melanžér na čokoládu S11, který měl dvě žulová kola, která se otáčela kolem své osy a byly umístěny kolmo k třetímu velkému žulovému kolu, které se taktéž otáčelo. Dále byl použit stolní mixér sm3393 značky Concept. Formy na čokoládu, které byly vyrobené z polykarbonátu. Byl použit i potravinářský teploměr.

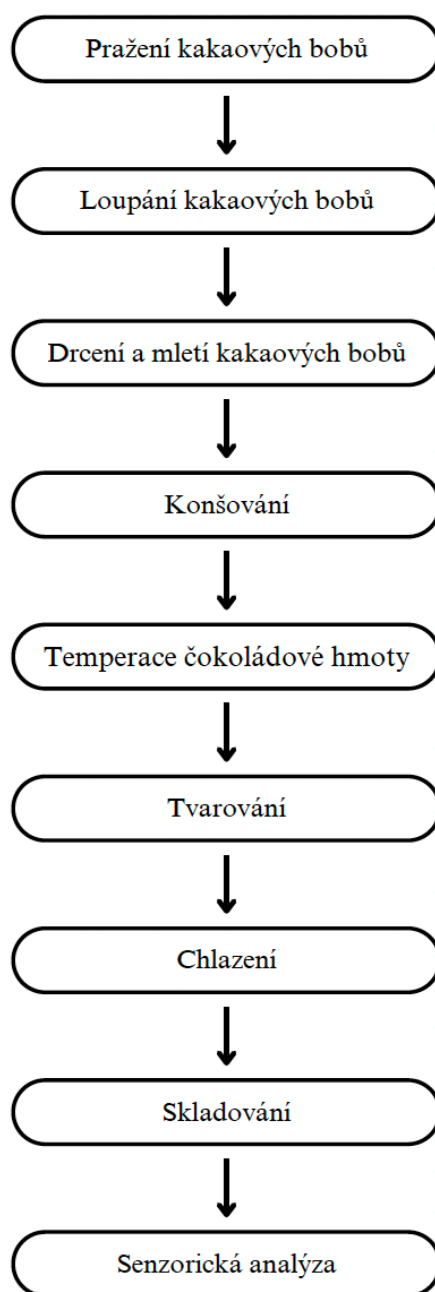


Obrázek 5 Balení kakaových bobů z Indie (napravo) a z Ugandy (nalevo)

7 METODIKA PRÁCE

Při výrobě 100 % čokolády bylo k výrobě potřeba 500 g vyloupaných kakaových bobů a 2 g slunečnicového lecitinu. Při výrobě 70 % čokolády bylo použito 350 g vyloupaných kakaových bobů, 150 g cukru krystal, který byl rozemlet na jemný prášek a 2 g slunečnicového lecitinu. K výrobě nebyl použit komerčně dostupný cukr moučka z důvodu toho, že obsahuje protispěčkové látky, které jsou nežádoucí při výrobě čokolády.

Metodiku práce představuje schéma (viz Obrázek 6).



Obrázek 6 Schéma výroby čokolády v laboratoři [autorka práce]

Kakaové boby byly upraženy v horkovzdušné peci při teplotě 95 °C po dobu jedné hodiny (Obrázek 7). Po vytažení z pece se boby nechaly vychladit na laboratorní teplotu (cca 20 °C) a začaly se loupát (Obrázek 8). V řádů několika dnů byly boby všechny oloupany. Následovala fáze drcení a mletí kakaových bobů, která probíhala přímo v melanžéru (Obrázek 9). Při mletí kakaových bobů docházelo k uvolňování kakaového másla z důvodu zahřívání, drť se začala postupně ztekucovat (Obrázek 9). Když je melanžér v provozu produkuje teplo díky tření hmoty mezi žulovými koly, proto se hmota začala ohřívat. V momentu, kdy byla hmota tekutá, začala fáze konšování, která trvala tři hodiny. Během tohoto procesu se hmota zjemňovala na méně než 30 μm, aby v ústech nebyly znát žádné krystaly. Po dvou hodinách konšování byl do hmoty přidán emulgátor. Po uplynutí doby tří hodin byla hmota přendána do kyblíku, kde se nechala vychladit na laboratorní teplotu. Další fází výroby byla temperace čokoládové hmoty. Temperace probíhala tak, že nad parou byla zahřáta hořká čokoláda v misce nejdříve na 46 – 49 °C, následně byla schlazena na 28 – 29 °C a znovu ohřátá na teplotu 31 – 32 °C (viz Obrázek 10). V tomto momentu byla čokoláda přelita do polykarbonátových forem, které musely být naprosto suché a také předeřáté pomocí fěnu na teplotu cca 26 °C, aby nedocházelo k teplotnímu šoku, který by způsobil vady čokolády. Po nalití čokolády bylo potřeba vyklepat klepáním o stůl vzduchové bublinky, které zůstaly ve formách po nalití. Díky tomu bylo také docíleno toho, že se čokoládová hmota lépe usadila do forem. Přebytky čokoládové hmoty na formách byly stěrkou setřeny zpět do mísy, kde byla čokoládová hmota temperována. Takto očištěné formy s čokoládovou hmotou byly přeneseny do lednice, aby vychladly. Čokoládové pralinky byly vychlazené v momentě, kdy šly bez problému vyklepnout z formy. Hotové pralinky byly uskladněny v termostatu při 20 °C. Tímto způsobem byly vyrobeny 4 šarže čokolády, z každé směsi kakaových bobů jedna šarže 100 % čokolády a 70 % čokolády. Šarže jsou značeny následovně:

1. Směs kakaových bobů z Indie je značena I100, jedná-li se o 100 % čokoládu, a I70 v případě kdy jde o 70 % čokoládu (viz Obrázek 11).
2. Směs kakaových bobů z Ugandy je značena U100, pokud jde o 100 % čokoládu a U70 jedná-li se o čokoládu 70 % (viz Obrázek 12).



Obrázek 7 Upražené boby z Ugandy (nalevo) a z Indie (napravo) [autorka práce]



Obrázek 8 Loupání kakaových bobů [autorka práce]



Obrázek 9 Drcení kakaových bobů a následné konšování hmoty [autorka práce]



Obrázek 10 Temperace čokolády [autorka práce]



Obrázek 11 Čokoláda I100 (nalevo) a I70 (napravo) [autorka práce]



Obrázek 12 Čokoláda U100 (nalevo) a U70 (napravo) [autorka práce]

8 SENZORICKÉ HODNOCENÍ ČOKOLÁDY

Vyhodnocování vyrobené čokolády probíhalo pomocí senzoricke analýzy. Hodnotitelé měli k dispozici čtyři vzorky – konkrétně dva vzorky 100% čokolády a dva vzorky 70 % čokolády. K dispozici byla také neochucená voda pro neutralizaci chuti. Hodnocení se zúčastnilo 7 hodnotitelů, zahrnující jak ženy, tak muže, ve věkovém rozmezí 20 – 25 let. Hodnotitelské schéma bylo navrženo podle článku [43] a je přiloženo v příloze P I.

U vzorků čokolády byly hodnoceny tyto znaky:

- Vzhled povrchu: barva – od světlé po velmi tmavou intenzitu barvy čokolády; lesk – od matného po lesklý povrch čokolády; povrch – od velkého množství dutinek po celistvý povrch čokolády bez dutinek
- Vzhled výrobku na řezu: struktura – od drobné po celistvou nedrobnou strukturu čokolády; dutinky – od velkého množství dutinek po bez dutinek
- Textura výrobku: tání – od tání při pokojové teplotě po netání ani při doteku rukou; tvrdost – od příliš měkké po příliš tvrdou; textura – od hrubé po jemnou konzistenci v ústech; rozplývání v ústech – od pomalého po snadné rozplývání v ústech
- Chuť a pachut': chuť – od nepříjemné a netypické po příjemnou a typickou chuť čokolády
- Vůně: vůně – od nepříjemné, nevýrazné po příjemnou, výraznou vůni
- Celkový dojem: zde hodnotitelé zaznamenali, zda je pro ně výrobek nevyhovující nebo vyhovující

U hodnocení chutě a vůně měli hodnotitelé prostor pro slovní hodnocení jak/po čem jim jednotlivé vzorky voněly či chutnaly.

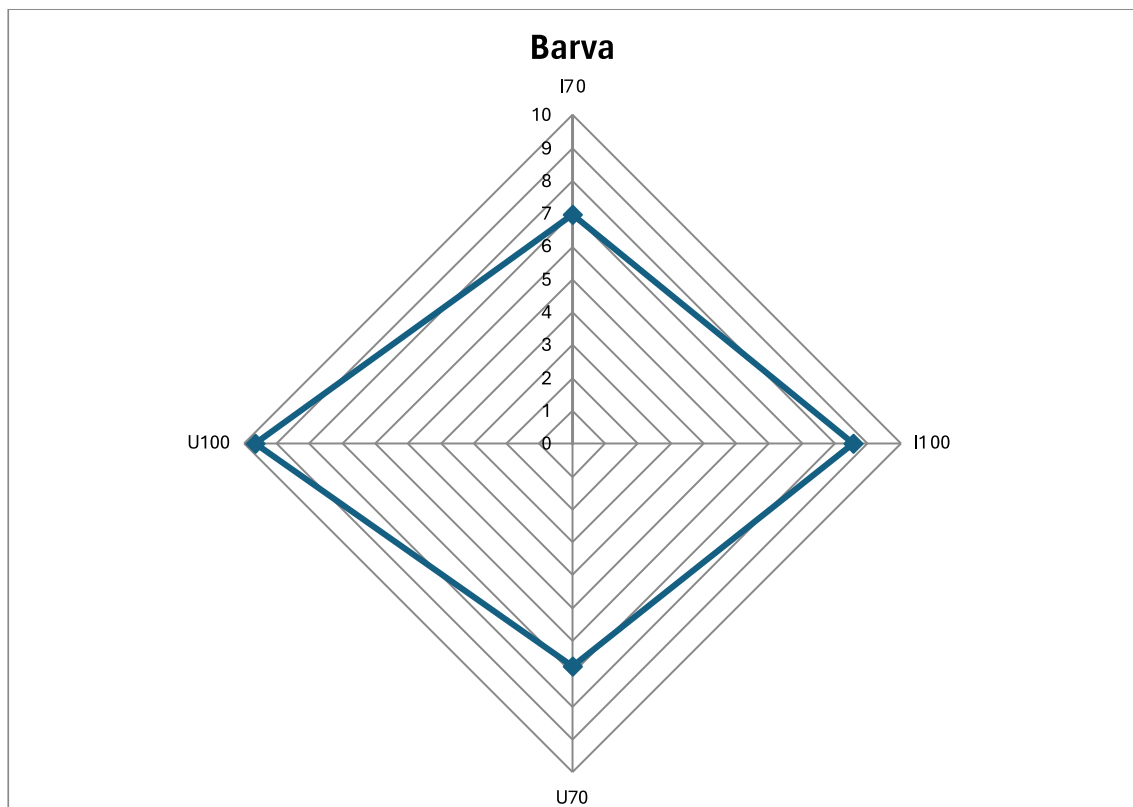
9 VÝSLEDKY SENZORICKÉ ANALÝZY

9.1 Vzhled povrchu

Barva

Barva povrchu byla hodnocena od velmi světlé barvy (0) po velmi tmavou barvu čokolády (10) (viz Obrázek 13). Nejtmavší čokoládou byl posouzen vzorek Uganda U100, jehož hodnota na stupnici dosáhla 9,6; následovaný vzorkem Indie I100 s hodnotou 8,6. Naopak světlejšími vzorky byly Indie I70 a Uganda U70, které byly hodnoceny na přibližně 7.

Barva čokolády je ovlivněna odrůdou a zpracováním kakaových bobů, stejně jako přidáním ingrediencemi do produktu. Hlavním faktorem ovlivňujícím barvu je proces pražení, který zahrnuje Maillardovu reakci [44]. Kakaové boby se lišily barvou již po upražení (viz Obrázek 7), boby z Ugandy byly tmavší než boby z Indie. Pražení probíhalo za stejných podmínek u obou směsí kakaových bobů, proto by se dalo říct, že odlišnosti v barvě se týkají odrůdy a země původu.

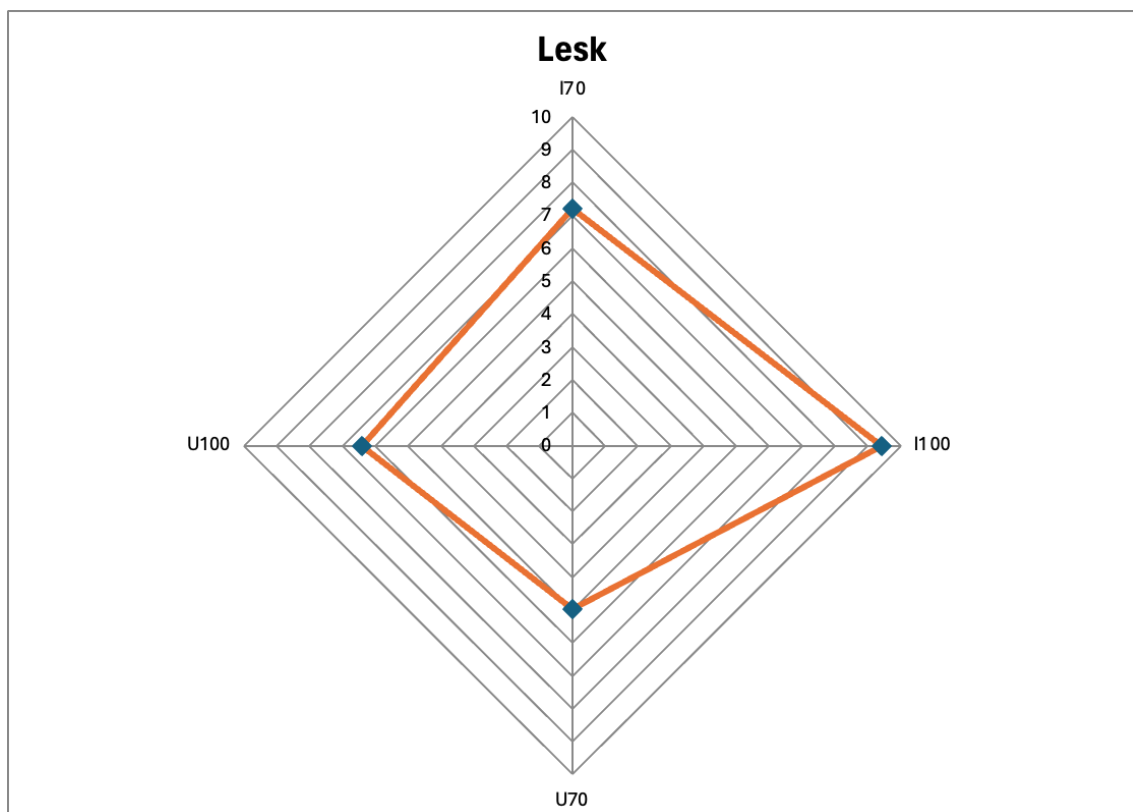


Obrázek 13 Barva povrchu čokolády

Lesk

U hodnocení lesku se hodnotitelé zaměřovali na to, zda má čokoláda matný povrch (0) nebo zda je povrch čokolády lesklý (10) (viz Obrázek 14). Čokoláda s nejvíce lesklým povrchem byla označena vzorkem Indie I100, jehož hodnota byla 9,4. Následoval vzorek Indie I70 s hodnotou 7,2. Méně lesklé vzorky byly Uganda U100 s hodnotou 6,4 a Uganda U70, kde byla hodnota vyhodnocena na 5.

Správná temperační teplota během výrobního procesu úzce souvisí s leskem, ale i s táním výrobku, avšak v našem případě se tání projevilo jen u jednoho vzorku a matný povrchu u tří vzorků [41]. Lze tedy říct, že temperace v tomto případě nehrála žádnou roli. Matný povrch vzorků mohlo způsobit nedůkladné očištění a nahřátí forem před litím čokolády.

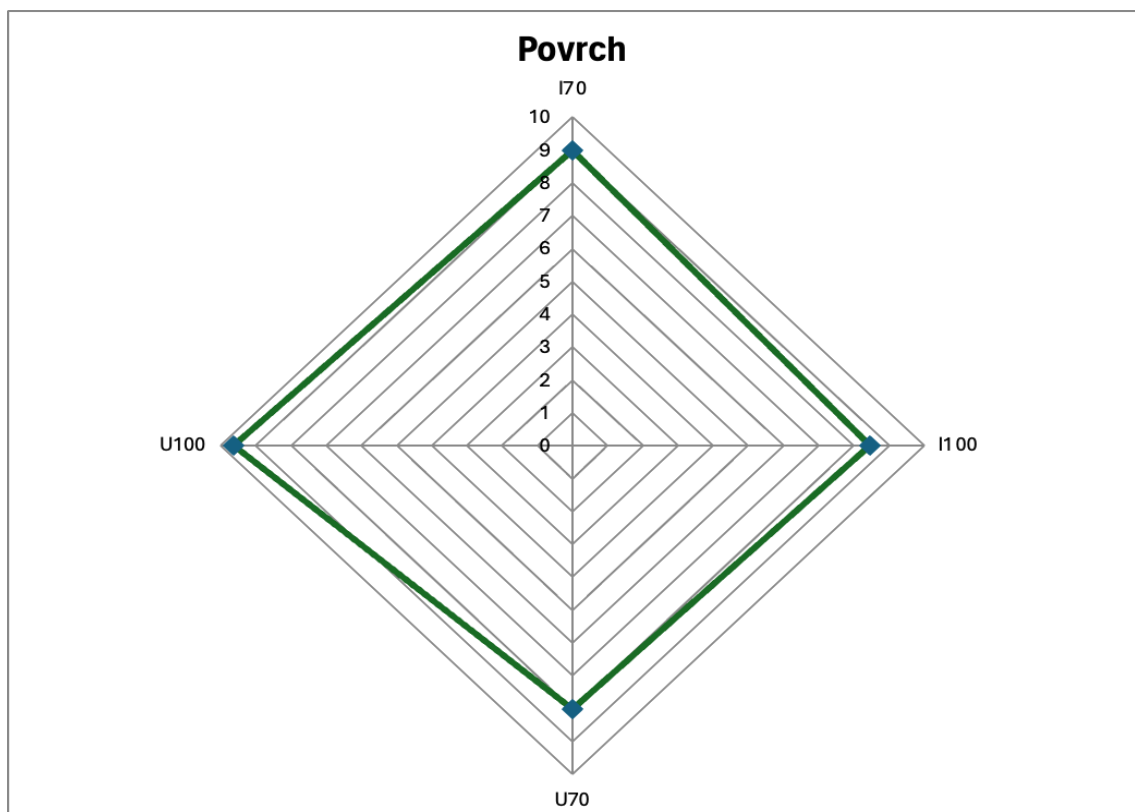


Obrázek 14 Lesk povrchu čokolády

Povrch

Povrch čokolád byl hodnocen podle množství dutinek na povrchu od velkého množství (0) po celistvý povrch čokolády (10) (viz Obrázek 15). V tomto hodnocení byly hodnoty vysoké u všech vzorků. Nejcelistvější povrch byl zaznamenán u vzorku Uganda U100, kde hodnota na stupnici dosáhla 9,7. O něco méně celistvější povrch měl vzorek India I70, jehož hodnota byl 9. Následoval vzorek India I100 s hodnotou 8,4. Nejvíce dutinek na povrchu měl vzorek Uganda U70 s hodnotou 8.

U některých výrobků byl zjištěn malý výskyt dutinek na povrchu, což mohlo být zapříčiněno tím, že forma nebyla zcela zbavena vody před formováním a také nemusela být forma s čokoládou dostatečně vyklepána, aby se zbavila vzduchových bublin.



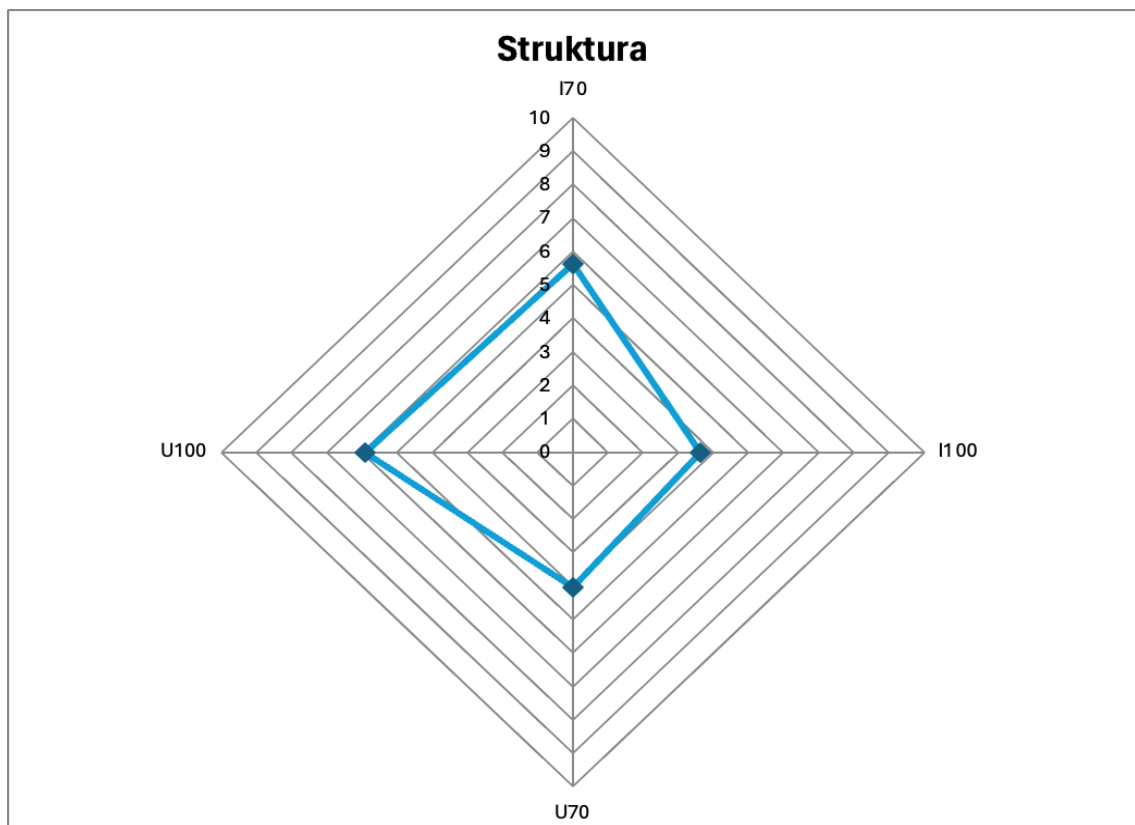
Obrázek 15 Celistvost povrchu čokolády

9.2 Vzhled výrobku na řezu

Struktura

U struktury hodnotitelé hodnotili, zda má vzorek drobitou strukturu (0) nebo zdali má čokoláda celistvou strukturu (10) (viz Obrázek 16). Nejméně drobitá struktura byla zaznamenána u vzorků Uganda U100 a Indie I70, kde hodnota u vzorku U100 byla 5,9 a u vzorku Indie I70 byla 5,7. Drobitější strukturu měl výrobek U70, u kterého byla hodnota 4. Nejvíce drobitou strukturu měl výrobek Indie I100 s hodnotou 3,6.

Drobitá struktura byla zjištěna u všech výrobků, dalo by se předpokládat, že tato drobitá struktura byla způsobena nedostatečným konšováním, kde nemuselo dojít k perfektnímu promísení směsi.

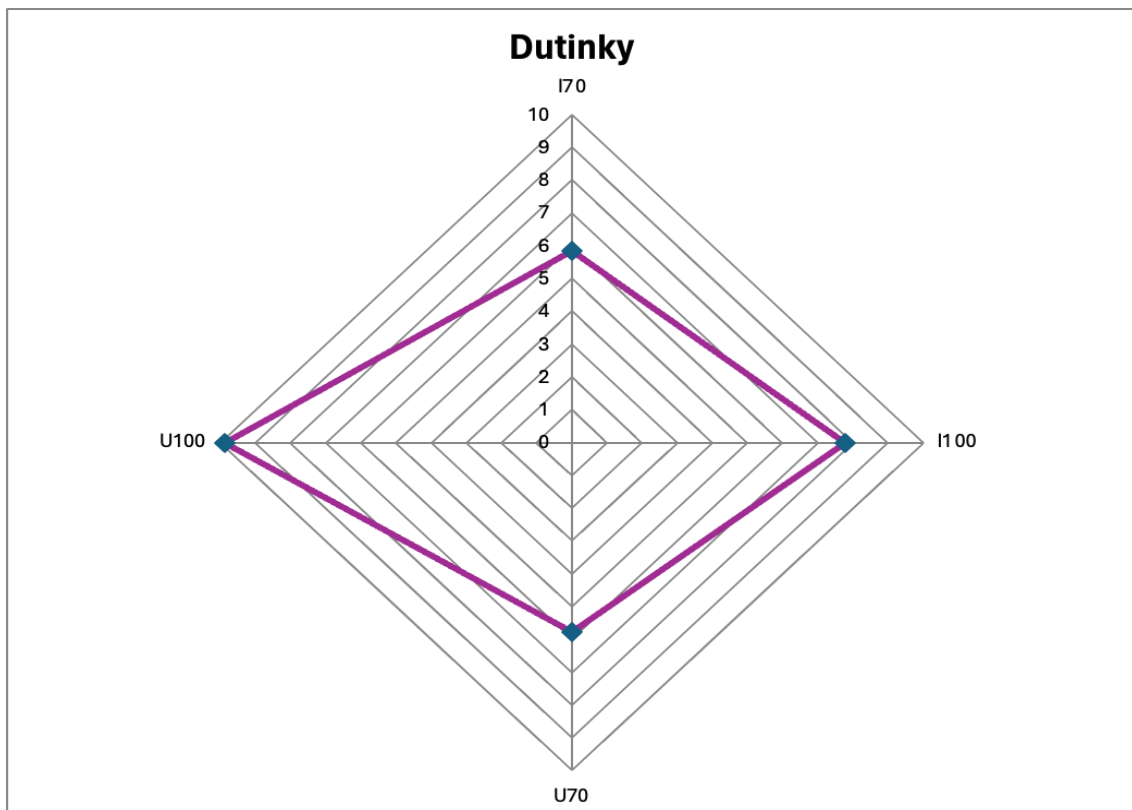


Obrázek 16 Drobitá struktura výrobku na řezu [autorka práce]

Dutinky

Dutinky byly hodnoceny od velkého množství dutinek (0) po čokoládu bez dutinek na řezu (10) (viz Obrázek 17). Nejméně dutinek měl vzorek Uganda U100, u něhož se hodnota vyšplhala na 9,9.; následoval vzorek Indie I100, jehož hodnota byla 7,8. U vzorků Indie U70 a Uganda U70 hodnotitelé určili přibližně stejnou hodnotu a to 5,8.

U vzorků 100 % čokolád bylo méně dutinek než u čokolád 70 %. Je to způsobeno tím, že čokoláda s nižším obsahem kakaava obsahuje cukr, který při technologii má vliv na tvorbu dutinek. Je to způsobeno tím, že během technologického procesu se cukr mísí s kakaovým máslem a vytváří viskózní tekutinu. Při ochlazení této tekutiny na pokojovou teplotu cukr krystalizuje a vytváří pevné krystaly. Tyto cukrové krystaly mohou vytvářet mezery nebo dutinky v čokoládě [47].



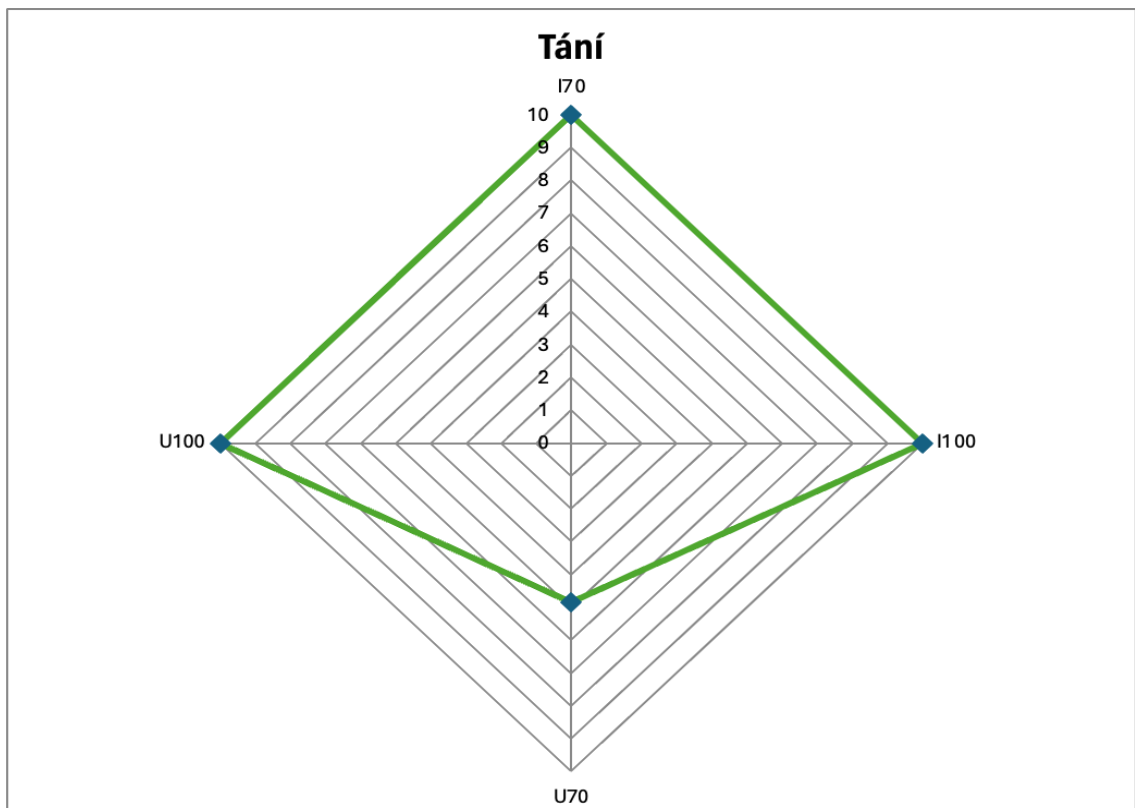
Obrázek 17 Množství dutinek na řezu [autorka práce]

9.3 Textura výrobku

Tání

U tání bylo hodnoceno to, jestli výrobek taje již při pokojové teplotě (0) anebo netaje při pokojové teplotě a ani při doteku rukou (10) (viz Obrázek18). Zde se hodnotitelé stoprocentně shodli na tom, že vzorek Uganda U100 i vzorky z Indie I100 a I70 netají při pokojové teplotě ani při doteku, proto jejich hodnota byla 10. Naopak nejvíce tál vzorek Uganda U70, jehož hodnotu určili hodnotitelé na 4,8.

Tento parametr úzce souvisí s obsahem kakaového másla v čokoládě a také s jeho krystalickou formou. Pokud by byla čokoláda špatně temperována, nedosáhly bychom požadované krystalické formy a čokoláda by snadněji tála [23]. Vzorek Uganda U70 byl vyhodnocen jako vzorek, který nejvíce tál a zároveň měl i nejhorší lesk, proto lze předpokládat, že v tomto případě je důvodem špatná temperace.

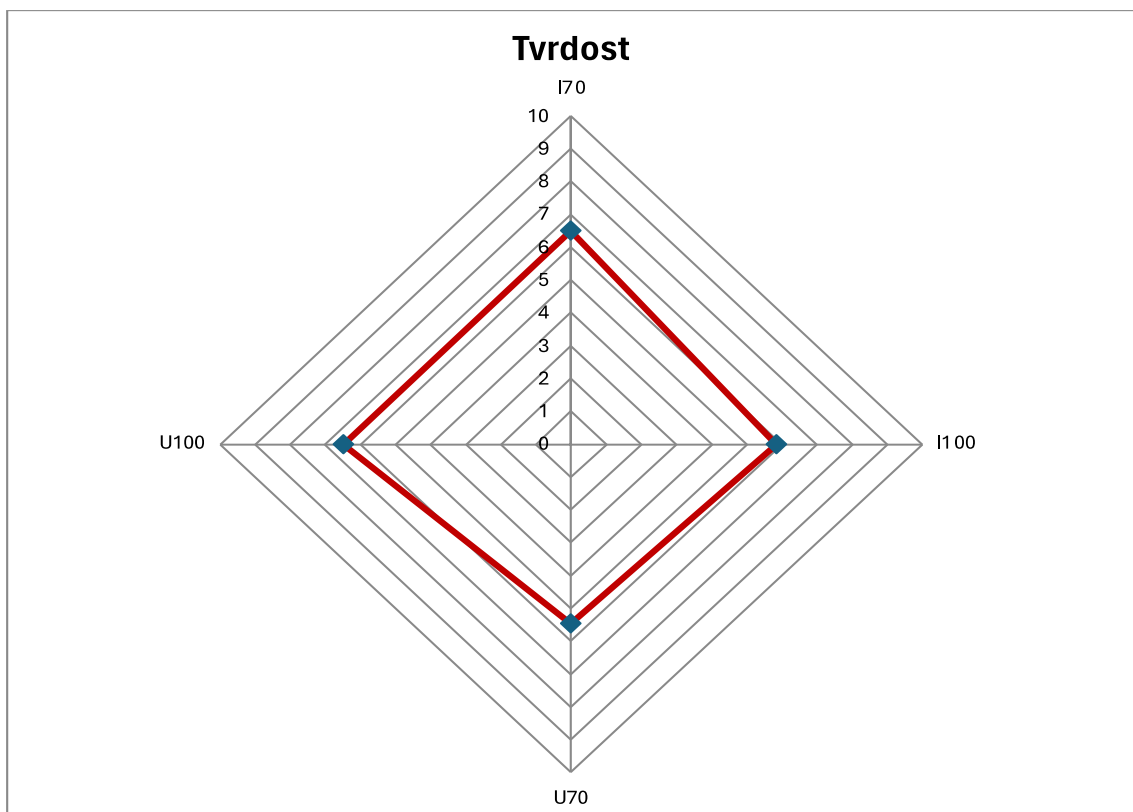


Obrázek 18 Tání čokolády [autorka práce]

Tvrдост

Tvrдост čokolády byla hodnocena od příliš měkké (0) po příliš tvrdou texturu čokolády (10) (viz Obrázek 19). Nejvíce tvrdou strukturu hodnotitelé určili u vzorků Indie I70 a Uganda U100, kde byla hodnota určena přibližně stejně na 6,5. Méně tvrdý byl vzorek Indie I100 s hodnotou 5,8. Nejměkčí podle hodnotitelů byl vzorek Uganda U70, jehož hodnotu hodnotitelé určili na 5,5.

Textura čokolády, a tudíž i její tvrdost při skousnutí, je důsledkem technologického zpracování a složení surovin použitých při výrobě daného výrobku [41]. Tvrдост čokolády je především ovlivněna kakaovým máslem, jehož chemické složení a krystalická forma hrají klíčovou roli. Správná teplota zajišťuje stabilní krystalickou strukturu. Drobné rozdíly v chemickém složení jsou patrné v závislosti na původu kakaových bobů [46].

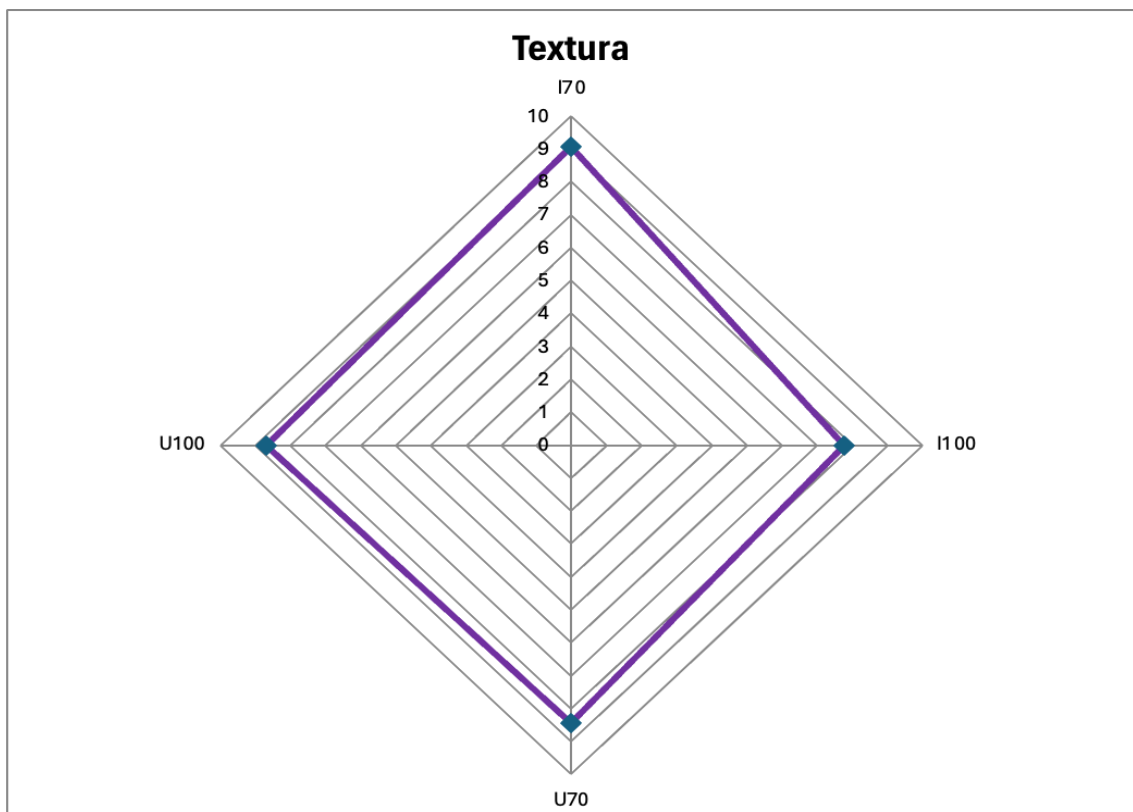


Obrázek 19 Tvrдост čokolády [autorka práce]

Textura

U hodnocení textury se hodnotitelé zaměřovali na to, zda má čokoláda hrubou konzistenci (0) nebo zda je jemná a vyvolává příjemný pocit v ústech (10) (viz Obrázek 20). Nejjemnější texturu hodnotitelé určili u vzorku Indie I70, kde hodnota byla 9,1; následovaly vzorky Uganda U100 s hodnotou 8,7 a Uganda U70 s hodnotou 8,4. Nejhrubší konzistenci měl vzorek Indie I100, jehož hodnotu určili hodnotitelé na 7,8.

S hodnocením textury úzce souvisí konšování. Čím déle konše probíhá tím menší krystalky v čokoládě budou [47]. Při konšování se konzistence čokolády zjemňuje na méně než 30 μm , aby čokoláda neměla hrubou konzistenci, proto by se dalo říct, že konše u všech vzorků probíhala relativně dobře, avšak o trochu delší dobu konšování by, dle výsledků, mohl mít vzorek I100.

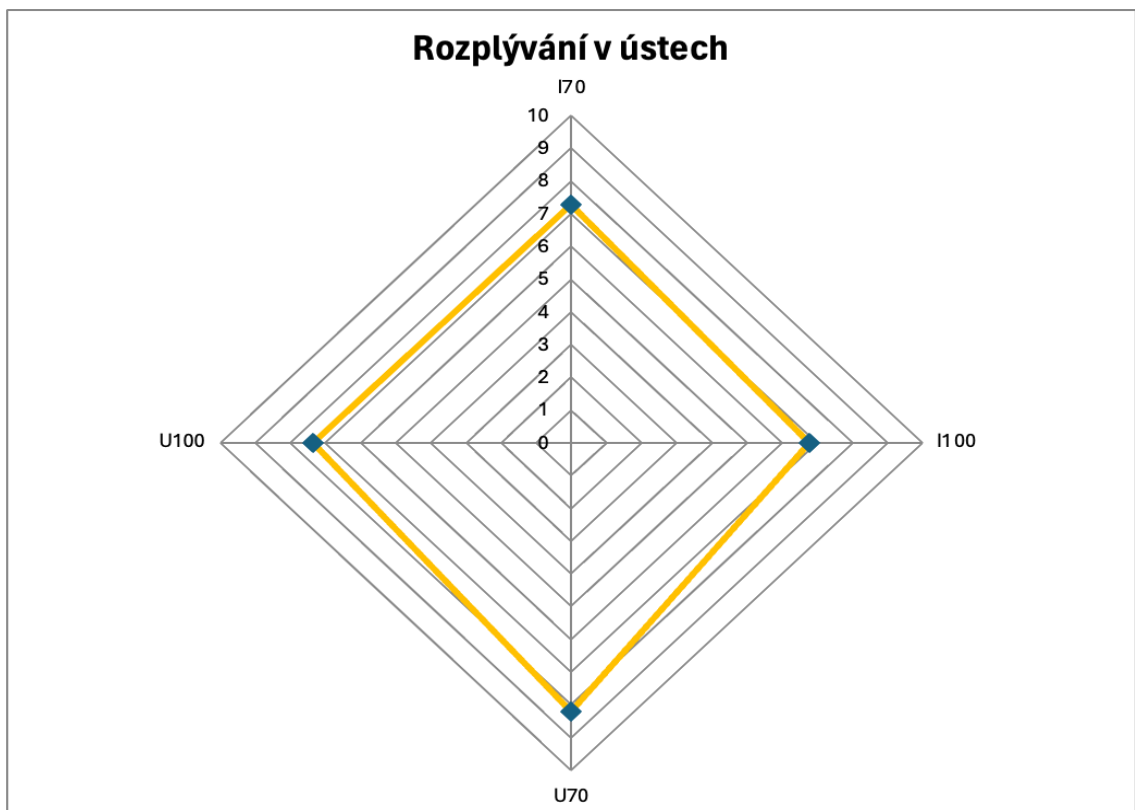


Obrázek 20 Textura výrobku [autorka práce]

Rozplývání v ústech

Rozplývání v ústech bylo hodnoceno od pomalého (0) po snadné (10) (viz Obrázek 21). Nejsnadněji se podle hodnotitelů rozplýval vzorek Uganda U70 s hodnotou 8,2. O trochu hůře se rozplývaly v ústech vzorky Uganda U100 a Indie I70, hodnotitelé určili přibližně stejnou hodnotu u těchto dvou vzorku a to 7,3. Naopak nejpomaleji se rozplýval v ústech vzorek Indie I100, který byl hodnocen na 6,8.

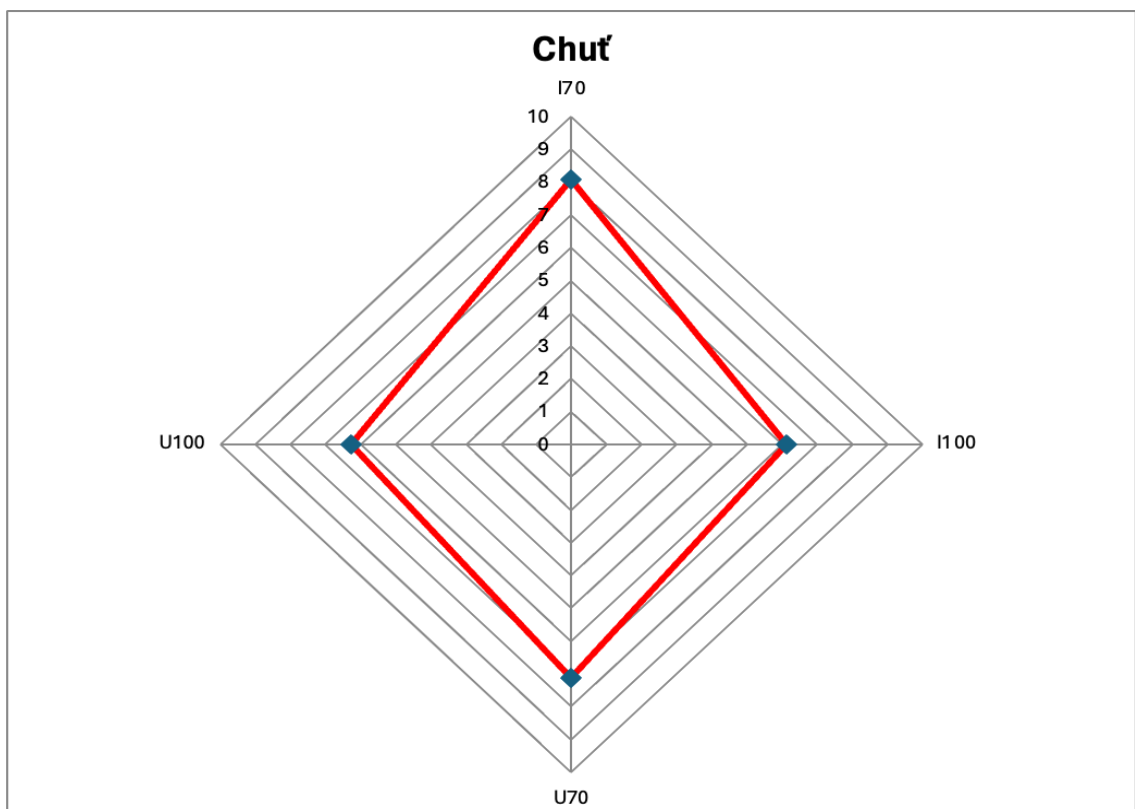
Kakaové máslo a jeho struktura jsou hlavními složkami čokolády, které ovlivňují přechod z tvrdého stavu na tekutý. Celkový obsah kakaového másla pak významně ovlivňuje, jak se čokoláda rozpouští v ústech [41]. Nejlépe se v ústech rozplývala čokoláda 70 %, což může být způsobeno tím, že se do čokolády přidával cukr, který „změkčuje“ její strukturu [47].



Obrázek 21 Rozplývání čokolády v ústech [autorka práce]

9.4 Chuť a pachutě

U hodnocení chuti se hodnotitelé zaměřovali na to, zda čokoláda má nepříjemnou, nevýraznou, netypickou, zkaženou a žluklou chuť (0) nebo zdali má typickou, příjemnou a intenzivní chuť (10) (viz Obrázek 22). Nejpříjemnější intenzitu chuti měl vzorek Indie I70, kde byla hodnota určena na 8,1. Druhou nejpříjemnější intenzitu chuti měl vzorek Uganda U70 s hodnotou 7,1. Naopak méně příjemnou intenzitu chuti měly pro hodnotitele vzorky Indie I100 a Uganda U100, kde hodnotitelé určili přibližně stejnou hodnotu a to 6,2. Dále hodnotitelé u chuti měli možnost slovního hodnocení. U vzorku Uganda U100 se hodnotitel shodli na tom, že je čokoláda hořká a silně kyselá, stejně tak tomu bylo u vzorku Indie I100. Kyselost čokolády se mění podle země původu a občas i mezi různými regiony. Tato kyselost je důsledkem obsažených kyselin, převážně kyseliny octové, citronové a mléčné [44]. Při dalším vzorku Uganda U70 hodnotitelé do svých archů zaznamenali, že chuť čokolády jim připomínala citrusové plody a byla lehce kyselá. Dle prodejce CokoBanka.cz by boby z Ugandy měly mít plně kakaovou chuť. U posledního vzorku Indie I70 hodnotitelé popsali chuť jako ovocnou či chuť po lesních plodech. To, jak bude čokoláda chutnat určují všechny technologické kroky zahrnuté při výrobě.

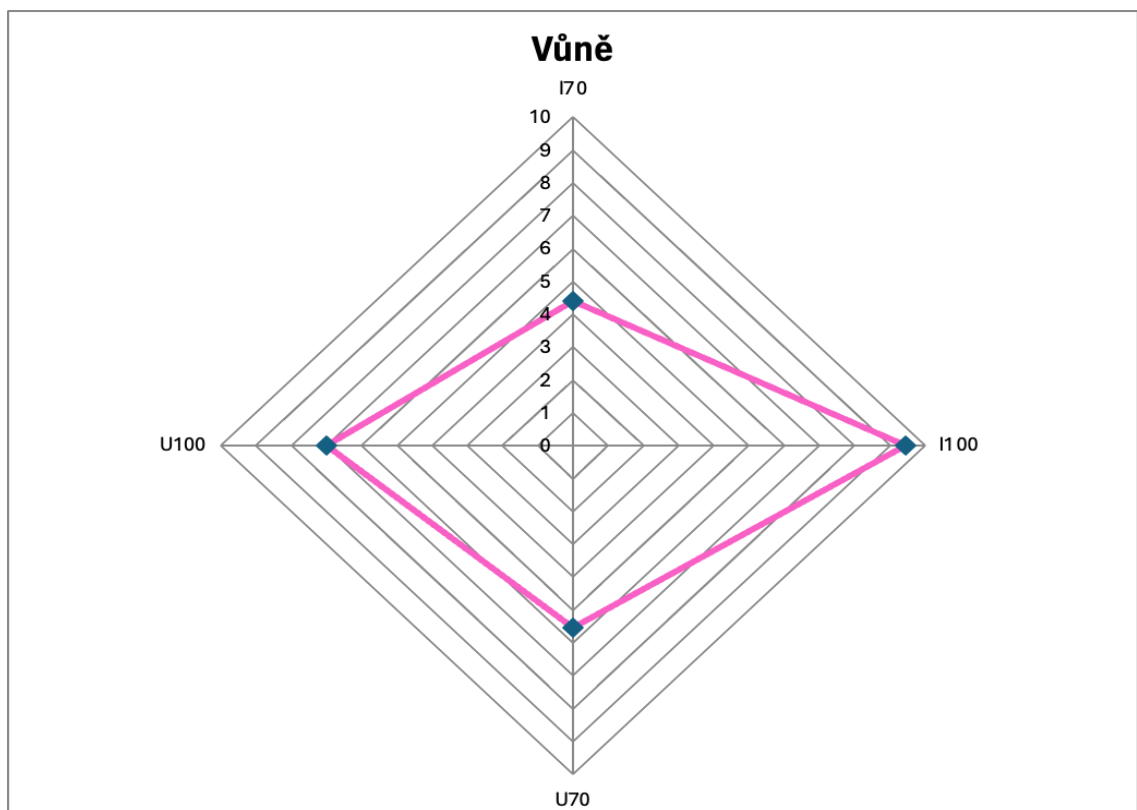


Obrázek 22 Chuť a pachutě čokolády [autorka práce]

9.5 Vůně

Vůně byla hodnocena od nepříjemné, nevýrazné a netypické (0) po typickou, příjemnou a výraznou vůni (10) (viz Obrázek 23). Hodnotitelům nejpříjemněji voněl vzorek Indie I100, u něhož se hodnota vyšplhala na 9,4. Následoval vzorek Uganda U100 s hodnotou 7. Méně příjemnou vůni dle hodnotitelů měl vzorek Uganda U70, kde byla hodnota určena na 5,5. Nejpříjemnější vůni měl vzorek Indie I70, který byl hodnocen na 4,4.

Dle vědců je jedinečná chuť a vůně připisována pyrazinům a thiazolům, kde množství pyrazinů v čokoládě může variabilně záviset na stupni pražení kakaových bobů, což se může lišit v závislosti na odrůdě. Vůně také úzce souvisí s technologickým procesem výroby čokolády [47]. Hodnotitelé vůni u vzorků Uganda U70 a Indie I70 popsali tak, že cítili tabák a velmi jemnou, nevýraznou vůni čokolády, avšak u vzorků Indie I100 a Uganda U100 jim vůně přišla velmi příjemná kakaová.

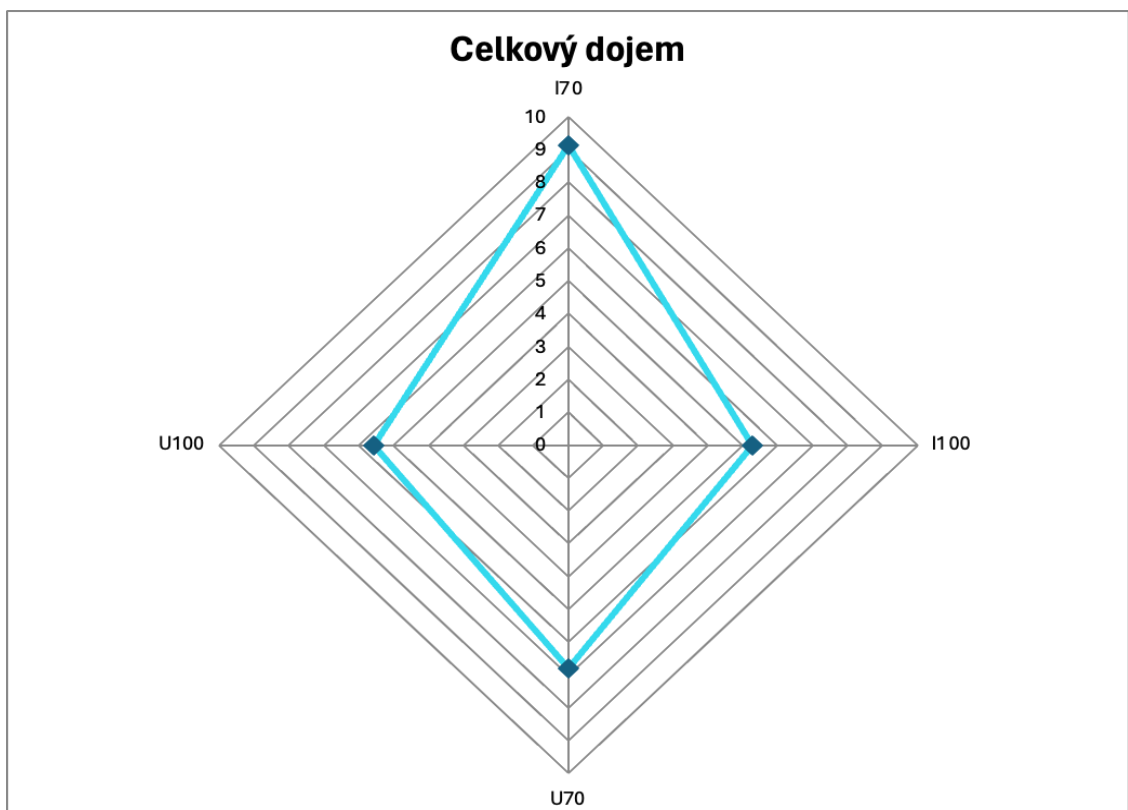


Obrázek 23 Vůně čokolády [autorka práce]

9.6 Celkový dojem

U celkového dojmu se hodnotitelé zaměřili na hodnocení, zda byl výrobek velmi neuspokojivý a měl nevyhovující vlastnosti (0) nebo zdali byl výrobek vynikající s výbornými vlastnostmi (10) (viz Obrázek 24). Dle hodnotitelů výrobek s nejlepšími vlastnostmi byl vzorek Indie I70, u něhož se hodnota vyšplhala na 9,1. Následoval vzorek Uganda U70 s hodnotou 6,8. Méně uspokojivým výrobkem pro hodnotitele byl vzorek Uganda U100, kde byla hodnota určena na 5,6. Nejméně uspokojivý byl výrobek Indie I100, který byl hodnocen na 5,3.

Celkový dojem z čokolády nejen záleží na její chuti, ale také na vůni a textuře. Způsob, jakým se čokoláda rozpouští v ústech, také významně ovlivňuje celkový zážitek. [41]. Jak je z grafu jasné, 70 % čokolády měly u hodnotitelů větší úspěch, sice jim moc nevoněly, ale chuť ovocných tónů si je získala.



Obrázek 24 Celkový dojem čokolády [autorka práce]

ZÁVĚR

Cílem mé bakalářské práce bylo zkoumat, zda se vlastnosti čokolády liší při použití směsi kakaových bobů pocházejících z různých zemí. Úspěšně byly vyrobeny čtyři různé druhy čokolády, přičemž byly využity směsi kakaových bobů ze dvou různých zemí. Následně byla provedena senzorická analýza těchto čokolád.

Z výsledků senzorické analýzy lze usoudit, že nejlepší dojem na hodnotitele udělal vzorek Indie I70, který byl následovaný vzorkem Uganda U70. Lze předpokládat, že čokolády s přídavkem cukru hodnotitele zaujaly více pro svou sladší a ovocnější chuť, která u těchto vzorků byla zaznamenána. O něco horší celkový dojem udělal vzorek Uganda U100 a nejhorší dojem udělal vzorek Indie I100. Celkově by se dalo říct, že každá směs bobů z různých odrůd je něčím specifická. Tyto směsi bobům určovali nějaké vlastnosti jako je chuť či vůně, ale například i barvu. Při senzorické analýze mohlo u některých výrobků dojít k technologickým chybám, a to nejen u temperace, ale třeba i u konšování což mohlo způsobit u některých vzorků horší výsledky.

Na závěr lze říct, že směsi kakaových bobů z různých zemí mají vliv na výsledné senzorické vlastnosti čokolád, jako je barva, vůně a hlavně chuť.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] DRDÁK, Milan. *Základy potravinářských technologií: spracovanie rastlinných a živočíšnych surovín, cereálne a fermentačné technológie, uchovávanie, hygiena a ekológia potravín*. Bratislava: Malé centrum, 1996. ISBN 80-967064-1-1.
- [2] VERSTRINGE, Stefanie; DE CLERCQ, Nathalie; NGUYEN, Tuyet Mai; KADIVAR, Sheida a DEWETTINCK, Koen. *18 - Enzymatic and Other Modification Techniques to Produce Cocoa Butter Alternatives*. In: AOCS Press, 2012, s. 443-474. ISBN 978-0-9830791-2-5.
- [3] MEURSING, E.H., deZaan. *Cocoa & Chocolate Manual*. 40th Anniversary Edition. 2009. 168 stran.
- [4] O'BRIEN, Richard D.; FARR, Walter E. a WAN, Peter J. *Introduction to Fats and Oils Technology (2nd Edition)*. In: AOCS Press. ISBN 978-1-893997-13-4.
- [5] BOCKISCH, Michael. *Fats and Oils Handbook*. AOCS Press. ISBN 978-0-935315-82-0.
- [6] TALBOT, Geoff. *Science and Technology of Enrobed and Filled Chocolate, Confectionery and Bakery Products*. In: Woodhead Publishing. ISBN 978-1-84569-390-9.
- [7] BHATTACHARYA, Suvendu. *Snack Foods – Processing and Technology*. In: Elsevier. ISBN 978-0-12-819759-2.
- [8] LINDEN, G. a LORIENT, D. *New Ingredients in Food Processing*. In: Woodhead Publishing. ISBN 978-1-85573-443-2.
- [9] MCFADDEN, Christine a FRANCE, Christine. *Velká encyklopedie čokolády: více než 200 receptů*. Praha: Rebo Productions, 1999. ISBN 80-7234-056-5.
- [10] TALBOT, Geoff. *Science and Technology of Enrobed and Filled Chocolate, Confectionery and Bakery Products*. In: Woodhead Publishing. ISBN 978-1-84569-390-9.
- [11] BLÁHA, Ludvík; KOPOVÁ, Ivana a ŠREK, František. *Suroviny pro obor vzdělání Cukrář. 5., aktualiz. vyd.* Praha: Informatorium, 2014. ISBN 978-80-7333-108-5.

- [12] DOUTRE-ROUSSEL, Chloé. *Čokoláda pro znalce: opravdová chuť i vášeň*. Praha: Slovart, 2006. ISBN 80-7209-825-x.
- [13] *Zlatá čokoládová kniha*. Praha: Fortuna Libri, 2008. ISBN 978-80-7321-386-2.
- [14] PREEDY, Victor R.; WATSON, Ronald Ross a PATEL, Vinood B. *Nuts and Seeds in Health and Disease Prevention*. Elsevier. ISBN 978-0-12-375688-6.
- [15] KADLEC, Pavel; MELZUCH, Karel a VOLDRICH, Michal. *Co byste měli vědět o výrobě potravin?: technologie potravin*. Monografie (Key Publishing). Ostrava: Key Publishing, 2009. ISBN 978-80-7418-051-4.
- [16] ČAPEK, Milan. *Výroba cukrovinek, trvanlivého pečiva, kaka a čokolády*. Knižnice potravinářského průmyslu. Praha: Průmyslové vydavatelství, 1951.
- [17] POSPÍŠIL, František a HRACHOVÁ, Blažena. *Užitkové rostliny jižních zemí. Živou přírodou*. Praha: Academia, 1989.
- [18] VALÍČEK, Pavel. *Užitkové rostliny tropů a subtropů*. Vyd. 1. Praha: Academia, 1989. ISBN 80-200-0000-3.
- [19] WEBER, Beatrice (ed.). *Lexikon zemí*. Praha: GeoCenter International, 1994. ISBN 3-575-11789-6.
- [20] ZWETTLER, Otto. *Lexikon zemí 2 000*. Praha: Fortuna Print, 1999. ISBN 80-86144-35-6.
- [21] 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
- [22] GARTI, Nissim a WIDLAK, Neil R. *Cocoa Butter and Related Compounds*. In: AOCS Press. ISBN 978-0-9830791-2-5.
- [23] AFOAKWA, Emmanuel Ohene; PATERSON, Alistair a FOWLER, Mark. *Factors influencing rheological and textural qualities in chocolate – a review*. *Trends in Food Science & Technology*. 2007, roč. 18, č. 6, s. 290-298. ISSN 0924-2244.
- [24] KUTZ, Myer. *Handbook of Farm, Dairy and Food Machinery Engineering (3rd Edition)*. In: Elsevier. ISBN 978-0-1281-4803-7.

- [25] ARCIMOVIČOVÁ, Jana a VALÍČEK, Pavel. *Čokoláda pokrm bohů*. Benešov: Start, 1999. ISBN 80-86231-07-0.
- [26] SCHUMACHER, Karl. 2002. *Čokoláda: velká encyklopedie: dějiny čokolády, jemné pečivo, cukrovinky, dezerty a nápoje*. Bratislava: Trio. ISBN 80-968705-0-5.
- [27] *Potravinářská revue: odborný časopis pro výživu, výrobu potravin a obchod*. Praha: AGRAL. ISSN 1801-9102.
- [28] KRÁMSKÝ, Stanislav a FEITL, Josef, BRONCOVÁ, Dagmar (ed.). *Kniha o čokoládě: historie výroby čokolády a cukrovinek v českých zemích*. Vyd. 1. Z historie průmyslu. Praha: Milpo media, 2008. ISBN 978-80-87040-13-3.
- [29] PEHLE, Tobias. *Čokoláda: [antidepressivum, afrodiziakum, antioxidant]*. Čestlice: Rebo, 2009. ISBN 978-80-255-0049-1.
- [30] SALTINI, Rolando; AKKERMAN, Renzo a FROSCH, Stina. Optimizing chocolate production through traceability: A review of the influence of farming practices on cocoa bean quality: A review of the influence of farming practices on cocoa bean quality. *Food Control*. 2013, roč. 29, č. 1, s. 167-187. ISSN 0956-7135.
- [31] ČOPÍKOVÁ, Jana. *Čokoláda, kakao a výrobky z nich. Jak poznáme kvalitu?* Praha: Sdružení českých spotřebitelů, z.ú. a Potravinářská komora ČR v rámci priorit České technologické platformy pro potraviny, 2015. ISBN 978-80-88019-06-0.
- [32] GARTI, Nissim a WIDLAK, Neil R. *Cocoa Butter and Related Compounds*. In: AOCS Press. ISBN 978-0-9830791-2-5.
- [33] COADYOVÁ, Chantal. *Čokoláda*. 1.vyd. Praha: Print, 2000. ISBN 80-86144-54-3
- [34] MINIFIE, Bernard. W. *Chocolate, Cocoa and Confectionery: Science and Technology*. 2.vyd. Connecticut: The Avi Publishing Company. 1982. ISBN 0-87055-330-5
- [35] BECKETT, Stephen T. Traditional chocolate making. In: *Beckett's Industrial Chocolate Manufacture and Use*. 2017, s. 1-8. ISBN 9781118923597.
- [36] DI MATTIA, Carla; MARTUSCELLI, Maria; SACCHETTI, Giampiero; BEHEYDT, Bram; MASTROCOLA, Dino et al. Effect of different conching

- processes on procyanidin content and antioxidant properties of chocolate. *Food Research International*. 2014, roč. 63, s. 367-372. ISSN 0963-9969.
- [37] KUTZ, Myer. *Handbook of Farm, Dairy and Food Machinery Engineering (2nd Edition)*. In: Elsevier. ISBN 978-0-12-385881-8.
- [38] MOTARJEMI, Yasmine a LELIEVELD, Huub. *Food Safety Management – A Practical Guide for the Food Industry*. In: Elsevier. ISBN 978-0-12-381504-0.
- [39] 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.
- [40] 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.
- [41] 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.
- [42] RAPOPORT, Abram Lazar'jevič a SOKOLOVSKIJ, Abram Leont'jevič. *Technologie cukrovinkářské výroby*. Řada potravinářské literatury. Praha: SNTL, 1956.
- [43] HŘIVNA, Luděk, MACHÁLKOVÁ, Lenka, BUREŠOVÁ, Iva, NEDOMOVÁ, Šárka, & GREGOR, Tomáš., 2021. Texture, color, and sensory changes occurring in chocolate bars with filling during storage. *Food science & nutrition*, 9(9), 4863-4873.
- [44] JANUSZEWSKA, Renata et al., 2018. *Hidden Persuaders in Cocoa and Chocolate: A Flavor Lexicon for Cocoa and Chocolate Sensory Professionals*. United Kingdom: Woodhead Publishing is an imprint of Elsevier. ISBN 978-0-12-815447-2.
- [45] TALBOT, Geoff. *Science and Technology of Enrobed and Filled Chocolate, Confectionery and Bakery Products*. Woodhead Publishing. ISBN 978-1-84569-390-9.
- [46] 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, UK: WILEY Blackwell. ISBN 9781118780145.

- [47] PAUL, S. Dimick a JEANNE, M. Hoskin. Chemico-physical Aspects of Chocolate Processing – A Review1. *Canadian Institute of Food Science and Technology Journal*. 1981, roč. 14, č. 4, s. 269-282. ISSN 0315-5463.
- [48] *About the Cacao Tree*. [online]. [cit. 2024-02-05]. Cacaoweb. 2003. Dostupné z: <https://www.cacaoweb.net/cacao-tree.html>.
- [49] ŽIVA, Veronika. *Vše o kakau*. [online]. [cit. 2024-04-27]. Kus kaka. Dostupné z: <https://www.kuskakaa.cz/vse-o-kakau/>.
- [50] *Fermentation of Cacao*. [online]. [cit. 2024-02-05]. Cacaoweb. 2003. Dostupné z: <https://www.cacaoweb.net/cacao-beans.html>.
- [51] *Muzeum čokoládových obalů* [online]. [cit. 2010-04-06]. Dostupný z: <http://www.chocolatewrappers.info/>
- [52] Vyhláška č. 76/2003 Sb. MZe

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

CBE	Alternativa kakaového másla
CBI	Alternativa kakaového másla
CBR	Nelaurické substituty kakaového másla
CBS	Aurické substituty kakaového másla
HLB	The hydrophilic lipophilic balance
Leu	Leucin
Ala	Alanin
Phe	Fenylalanin
Tyr	Tyrosin
Viz	Podívejte se

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Kakaovník pravý [Michael Kesl]	15
Obrázek 2 Odrůdy kakaovníků [49]	17
Obrázek 3 Sušení kakaových bobů na bambusových rohožích [49]	19
Obrázek 4 Kontinuální věžové pražicí zařízení [vekamaf.cz]	21
Obrázek 5 Balení kakaových bobů z Indie (napravo) a z Ugandy (nalevo)	29
Obrázek 6 Schéma výroby čokolády v laboratoři [autorka práce]	30
Obrázek 7 Upražené boby z Ugandy (nalevo) a z Indie (napravo) [autorka práce]	32
Obrázek 8 Loupání kakaových bobů [autorka práce]	32
Obrázek 9 Drcení kakaových bobů a následné koňšování hmoty [autorka práce]	33
Obrázek 10 Temperace čokolády [autorka práce]	33
Obrázek 11 Čokoláda I100 (nalevo) a I70 (napravo) [autorka práce]	34
Obrázek 12 Čokoláda U100 (nalevo) a U70 (napravo) [autorka práce]	34
Obrázek 13 Barva povrchu čokolády	36
Obrázek 14 Lesk povrchu čokolády	37
Obrázek 15 Celistvost povrchu čokolády	38
Obrázek 16 Drobná struktura výrobku na řezu [autorka práce]	39
Obrázek 17 Množství dutinek na řezu [autorka práce]	40
Obrázek 18 Tání čokolády [autorka práce]	41
Obrázek 19 Tvrdost čokolády [autorka práce]	42
Obrázek 20 Textura výrobku [autorka práce]	43
Obrázek 21 Rozplývání čokolády v ústech [autorka práce]	44
Obrázek 22 Chuť a pachutě čokolády [autorka práce]	45
Obrázek 23 Vůně čokolády [autorka práce]	46
Obrázek 24 Celkový dojem čokolády [autorka práce]	47

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Rostlinné tuky povolené do čokoládových [Vyhláška č. 76/2003 Sb. MZe] 12

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Hodnotící list