

Vliv použitých kakaových bobů lišících se odrůdou a zemí původu na vlastnosti čokolády

Hana Svobodová, DiS.

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: **Hana Svobodová, DiS.**
Osobní číslo: **T21234**
Studijní program: **B0721A210002 Technologie a hodnocení potravin**
Specializace: **Technologie potravin**
Forma studia: **Prezenční**
Téma práce: **Vliv použitých kakaových bobů lišících se odrůdou a zemí původu na vlastnosti čokolády**

Zásady pro vypracování

I. Teoretická část
Suroviny používané při výrobě čokolády.
Vliv kvality kakaových bobů na vlastnosti výrobků.
Technologie výroby čokolády.
Hodnocení kvality 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. (2010). *Chocolate science and technology* (Vol. 687). Oxford: Wiley-Blackwell
- [2] 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
- [3] Paul, S. D., & Jeanne, M. H. (1981). Chemo-physical aspects of chocolate processing—a review. *Canadian Institute of Food Science and Technology Journal*, 14(4), 269-282
- [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, 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 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 se zabývá popisem kakaovníku a kakaových bobů, samotným zpracováním kakaových bobů, výrobou čokolády a hodnocením kvality čokolády a jejími vadami. V praktické části je pomocí senzorického hodnocení zjišťováno, jaké vlastnosti mají čokolády vyrobené z různých druhů kakaových bobů z různých oblastí. Z každých kakaových bobů byla vyrobena 100 % a 70 % čokoláda. Ze získaných výsledků bylo zjištěno, že odrůda má vliv na vlastnosti čokolády.

Klíčová slova: kakaové boby, čokoláda, výroba, senzorická analýza

ABSTRACT

The bachelor thesis deals with the description of the cocoa tree and cocoa beans, the processing of cocoa beans, the production of chocolate and the evaluation of the quality of chocolate and its defects. In the practical part, the properties of chocolates made from different types of cocoa beans from different regions are investigated using sensory evaluation. Each cocoa bean was used to produce 100% and 70% chocolate. From the results obtained, it was found that variety has an effect on the properties of chocolate.

Keywords: cocoa beans, chocolate, production, sensory analysis

Chtěla bych poděkovat své vedoucí bakalářské práce Ing. Romaně Šebestíkové za pomoc při zpracování praktické části a doc. RNDr. Ivě Burešové, Ph.D za cenné rady při psaní bakalářské práce, které mi velice pomohly.

Dále bych chtěla poděkovat své rodině, která mě při studiu velmi podporovala.

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

OBSAH

ÚVOD.....	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 KAKAOVNÍK PRAVÝ (<i>THEOBROMA CACAO</i>).....	11
1.1 FORASTERO	11
1.2 CRIOLLO.....	12
1.3 TRINITARIO	12
1.4 OBLASTI PĚSTOVÁNÍ KAKAOVNÍKU	13
1.5 VLIV KVALITY KAKAOVÝCH BOBŮ NA VLASTNOSTI VÝROBKŮ	13
2 SUROVINY POUŽÍVANÉ PŘI VÝROBĚ ČOKOLÁDY	15
2.1 KAKAOVÉ BOBY	15
2.2 KAKAO	16
2.3 DALŠÍ SUROVINY POUŽÍVANÉ PRO VÝROBU ČOKOLÁDY	16
2.3.1 Cukr.....	16
2.3.2 Emulgátory	16
3 TECHNOLOGIE VÝROBY ČOKOLÁDY	17
3.1 VÝROBA KAKAOVÉ HMOTY A KAKAOVÉHO MÁSLA	18
3.1.1 Fermentace kakaových bobů	18
3.1.2 Sušení kakaových bobů	19
3.1.3 Čištění a třídění kakaových bobů	19
3.1.4 Předpražení a pražení kakaových bobů	19
3.1.5 Drcení a mletí kakaových bobů.....	20
3.2 KAKAOVÉ MÁSLA	20
3.2.1 Náhražky kakaového másla.....	20
3.3 VÝROBA ČOKOLÁDY	21
3.3.1 Výroba čokoládové hmoty	21
3.3.2 Válcování čokoládové hmoty.....	21
3.3.3 Konšování čokoládové hmoty	21
3.3.4 Temperace čokoládové hmoty	22
3.3.5 Formování a chlazení čokoládových výrobků	22
3.3.6 Balení čokoládových výrobků.....	23
4 HODNOCENÍ KVALITY ČOKOLÁDY	24
4.1 VADY ČOKOLÁDY.....	24
4.1.1 Cukerný výkvět	24
4.1.2 Tukový výkvět	25
4.1.3 Další vady čokolády	25
5 SENZORICKÁ ANALÝZA	26
II PRAKTICKÁ ČÁST.....	27

6	CÍL PRÁCE	28
7	MATERIÁL A POMŮCKY	29
8	METODIKA PRÁCE.....	30
9	SENZORICKÉ HODNOCENÍ ČOKOLÁDY.....	32
9.1	PŘEDKLÁDANÉ VZORKY ČOKOLÁD.....	33
10	VÝSLEDKY SENZORICKÉ ANALÝZY A DISKUZE	34
10.1	POVRCH – VZHLED	34
10.1.1	Barva	34
10.1.2	Lesk.....	35
10.1.3	Dutinky na povrchu.....	36
10.2	VZHLED VÝROBKU NA ŘEZU.....	37
10.2.1	Struktura.....	37
10.2.2	Dutinky na řezu	38
10.3	TEXTURA VÝROBKU	39
10.3.1	Tání	39
10.3.2	Tvrdost	40
10.3.3	Textura	41
10.3.4	Rozplývání v ústech	42
10.4	CHUŤ A PACHUŤ	43
10.5	VŮNĚ	45
10.6	CELKOVÝ DOJEM.....	46
	ZÁVĚR	47
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	48
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	52
	SEZNAM OBRÁZKŮ	53
	SEZNAM PŘÍLOH.....	54

ÚVOD

Čokoláda, která patří mezi jednu z nejoblíbenějších cukrovinek na světě, začala psát svoji historii již před více než 3 000 lety na pomezí Střední a Severní Ameriky, oblast dnes odpovídá Mexiku a Guatemale. Už v této době indiáni pěstovali kakaovníky v deštných pralesech v Mexiku. Tato verze čokolády byla velmi ceněna místními obyvateli a byla konzumována jako hořký nápoj, který byl ale úplně odlišný od toho, co dnes popisujeme jako čokoládu. První tabulka čokolády vznikla již v roce 1847. V dnešní době je oblíbená především u dětí. Má svoji charakteristickou chuť a vůni. Hořká čokoláda pravděpodobně zvyšuje aktivitu mozku, soustředěnost, je bohatým zdrojem antioxidantů. Čokoláda se vyrábí v různých podobách, nejčastěji ve formě tabulek, pralinek, figurek, nebo jiných tvarů, které se vztahují k některým svátkům, jako jsou například velikonoce (zajíci, vejce), mikuláš nebo také vánoce (figurkové vánoční kolekce).

Stromy kakaovníků se pěstují ve stínech vyšších stromů, například banánovníků, které zároveň působí jako ochrana proti přímému slunci a větru. Kakaovníky původně rostly jen na několika místech, ale nyní se jeho pěstování rozšířilo, ale i přesto není získávání kakaových bobů snadné. V dnešní době jsou známé tři typy kakaovníků – Forastero, Criollo a Trinitario. Chuť kakaových bobů je ovlivněna mnoha faktory, například odrůdou, klimatem a půdou, ze které přebírají různé vlastnosti i z okolních stromů. Můžeme tak v kakau cítit různé chutě ovocných stromů, vanilky a další.

Mezi základní suroviny pro výrobu čokolády především kakao, získávají se ze semen kakaovníku pravého, kakaová hmota, kakaové máslo, cukr, sušené mléko, emulgátory. Výroba začíná zpracováním kakaových bobů, mísením surovin podle daných receptur a zpracováním kakaové hmoty na tabulky čokolády nebo jiné výrobky.

Teoretická část práce je věnována popisu a pěstování kakaových bobů, samotné výrobě čokolády a vlivům kvality kakaových bobů na vlastnosti čokolády. V praktické části bylo úkolem vyrobit ze tří druhů kakaových bobů lišících se zemí původu čokolády a porovnat jejich vlastnosti senzorickým hodnocením.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 KAKAOVNÍK PRAVÝ (*THEOBROMA CACAO*)

Kakaovník pravý (Obr. 1) je stálezelený strom, dosahující výšky 5 – 8 metrů. Existuje celkem asi 20 druhů kakaovníků. Kakaovníky rostou ve stinném prostředí, potřebují stálé teplo a vlhko, proto rostou pouze v oblasti tropů. Tento strom může současně kvést a plodit, plody je tedy možno sbírat až 9 měsíců v roce. Z jednoho stromu se ročně obvykle sklídí pouze 50 – 60 % plodů. V současné době se pěstují tři hlavní odrůdy kakaovníku – Forastero, Criollo a Trinitario (Obr. 2). Nejčastější odrůdou je Forastero, světová sklizeň této odrůdy činí asi 90 %. Odrůda Criollo, pěstovaná hlavně ve Venezuele, je nejkvalitnější a má nejlepší a nejjemnější chuť, ale je málo odolná vůči nepříznivému počasí a chorobám oproti odrůdě Forastero. Odrůda Trinitario je křížencem dvou předchozích odrůd, její pěstování je ale velmi málo rozšířené. Plod kakaovníku se podobá velkému lusku, jehož délka je 10 – 27 cm, a hmotnost 300 – 500 gramů. Nezralé plody jsou zelené barvy. Zralé plody mají většinou barvu žlutou, červenou až hnědou, někdy jsou i pruhované. Zralé plody se odřezávají a vylupují se z nich semena [1,2,3].

Kakaovník pravý vyžaduje stín v sousedství větších stromů, například banánovníků, kokosovníků, avokád, které stromy chrání před přímým sluncem a větrem. Chuť kakaových bobů je ovlivněna odrůdou kakaovníku, klimatem, půdou a stromy, které rostou v jeho okolí. Díky tomu můžeme v kakau cítit chuť vanilky, kokosu, kávy, tabáku a ostatní například ovocné chuti [4].



Obr. 1 Kakaovník pravý [4]

1.1 Forastero

Kakaové boby odrůdy Forastero činí téměř 90 % celosvětové produkce této plodiny. Stromy patří mezi méně náročné, co se týká jejich ošetřování a více odolné než ostatní

odrády, méně náročné na typ půdy. Stromy této odrůdy také dorůstají vyššího vzrůstu. Původně pochází tato odrůda z oblasti Amazonie, dnes se pěstuje a šlechtí téměř po celém světě, nejčastěji v západní Africe a jihovýchodní Asii. Plody bobů rostou na kmeni i větvích stromu. Lusky jsou žluté a hladké, mají zaoblenější tvar. Chuť bobů je trpká a nakyslá, proto se tato odrůda většinou používá při výrobě čokolády s jinou odrůdou. Kakaové boby této odrůdy je potřeba fermentovat déle než jiné odrůdy, asi 5 – 8 dní, aby se začala vyvíjet chuť této odrůdy [3,5,6].

1.2 Criollo

Kakaové boby odrůdy Criollo se využívají k výrobě jemnějších a kvalitnějších druhů čokolád. Mají složitější podmínky na pěstování, jsou více náchylné k nemocem. Pěstují se hlavně ve Venezuele, Mexiku, Kolumbii, Peru a Guatemale. Plody bobů rostou pouze na kmeni stromu. Lusky této odrůdy jsou žlutočervené až červené s hlubokými rýhami. Chuť bobů je jemně nahořklá, vůně slabě aromatická. Fermentace této odrůdy je krátká, pro rozvoj chuti stačí 2 – 3 dny [3,5].

1.3 Trinitario

Kakaové boby odrůdy Trinitario vznikly křížením odrůd Forastero a Criollo. Z odrůdy Forastero si tato odrůda odnesla odolnost a vyšší výnosy, z odrůdy Criollo si vzala bohatou pestrost chutí. Je mnohem víc rezistentní vůči nemocem a poškozením než předchozí dvě odrůdy, což vede poslední dobou k jejímu rozšiřování a pěstování. Pěstují se hlavně na ostrovech v karibských oblastech. Plody mají značnou variabilitu tvarů, zbarvení i kvalitu semen. Kakaové boby této odrůdy mají ovocné svěží aroma, jemnou kyselost a lehce kořeněnou příchuť. Z celkové produkce patří této skupině maximálně 10 % [3,6].



Obr. 2 Odrůdy kakaových bobů [4]

1.4 Oblasti pěstování kakaovníku

Největším pěstitelem kakaových bobů je v dnešní době Pobřeží slonoviny, které pokrývá téměř 40 % podíl z celkového množství. Dalších přibližně 20 % pěstování tvoří Ghana. Většinou se zde pěstuje odrůda Forastero, která má větší výtěžnost než ostatní druhy, ovšem není tak chutné a má slabé aroma. Druhým největším producentem byla do konce 20. století Brazílie, kde ale stromy postihla vážná choroba stromů, takže nyní tato země produkuje pouze přibližně 5 % celosvětové produkce. Kvalita těchto kakaových bobů patří mezi průměrné. Mezi další země, kde se pěstují kakaovníky, patří například Mexiko, Venezuela nebo Ekvádor, který patřil v minulém století v produkci na přední příčky, dnes však tvoří jen 3 % světové výtěžnosti. Kakao z této země je však velmi chuťově zajímavé. Mezi vzácnou lokalitu patří Madagaskar, přesněji na severovýchodě ostrova, protože je zde dostatek vláhy po celý rok a teploty zde jsou díky rovníkovému teplému jižnímu proudu dostatečné. Několik let zpět se začaly zakládat plantáže i na severu Austrálie [4,7,8].

1.5 Vliv kvality kakaových bobů na vlastnosti výrobků

Kakaovník se sklízí celoročně, hlavní sezóna je však od listopadu do ledna a od května do července [9].

Kakaovník pravý se původně pěstoval na okrajích tropických deštných pralesů, kde využíval jejich stínu. Nejvíce jeho růstu vyhovuje teplota 20 – 35 °C po celý rok. Z počátku jsou pěstovány ve stínu jiných stromů, například banánovníků. Je nutno také dosáhnout dostatečné vlhkosti minimálně 80 %, je tedy nutno ho pěstovat v oblastech, kde jsou ideální srážky (cca 1500 mm ročně). Pokud by k těmto dostatečným srážkám nedocházelo, byla by nutnost použít umělou závlahu. Za těchto příznivých podmínek stromy plodí přibližně za 3 – 5 let. Mohou rodit maximálně 30 – 40 let [2,10].

Stromy musí být chráněny před silnými větry, aby nedocházelo k vyvrácení stromů, protože mají poměrně slabý kořenový systém. Půda musí být dobře provzdušňována, avšak na složení půdy není kakaovník nijak náročný, většinou se mu daří v půdách jílovitých a písčitých. Kakaovníky se nechávají růst volně, nijak se nezastříhávají. Vzhledem k tomu, že jsou kakaovníky pěstované ve vyšších teplotách a vysoké vlhkosti vzduchu, mohou trpět různými chorobami, především způsobené houbami [11,12,13].

Pro posuzování kvality samotných kakaových bobů není doposud vypracována žádná norma. Můžeme po jakostní stránce ale rozlišovat boby dobře vyzrálé, se snadno se

odlupující slupkou, boby drobnější nebo nevyzrálé, špatné – například plesnivé, červivé, napadené hmyzem nebo jinak znehodnocené. Kakaové boby se mohou posuzovat také podle chuti a vůně – velmi hořká chuť a kyselý zápach je pro výrobu čokolády nebo kakaá nežádoucí. Může se posuzovat také to, zda máme boby typického tvaru celé nebo jsou různě rozlámány. Na kvalitu kakaových bobů může mít vliv také například výrobní proces, kdy je nutno dodržovat předepsané teploty a časy výrobních operací, a tím předejít vzniku nežádoucích změn a snížení kvality konečného produktu, například pražení, nebo také skladovací podmínky kakaových bobů – teplota, vlhkost vzduchu, nebo škůdci [14].

2 SUROVINY POUŽÍVANÉ PŘI VÝROBĚ ČOKOLÁDY

V této kapitole jsou popsány suroviny pro výrobu čokolády – kakao, cukr, kakaové boby.

Pro účely vyhlášky č. 76/2003 Sb. se rozumí:

- a) kakaovými boby – fermentovaná a sušená semena kakaovníku (*Theobroma cacao*),
- b) kakaovým tukem – tuk získaný z kakaových bobů nebo jejich částí nevyhovující požadavkům stanoveným pro kakaové máslo,
- c) kakaovým máslem – tuk získaný z kakaových bobů nebo jejich částí,
- d) kakaovým práškem (kakaem) – potravina získaná z pražených kakaových bobů zbavených slupek, upravených do formy prášku, obsahující nejméně 20 % kakaového másla v sušině a nejvýše 9 % vody,
- e) směsí kakaa s cukrem – potravina získaná mechanickým smísením nebo instantizací kakaa s cukrem v určitém poměru,
- f) čokoládou v prášku – potravina vyrobená ze směsi kakaa a cukrů obsahující nejméně 32 % kakaa,
- g) čokoládou k přípravě nápoje, slazeným kakaem, slazeným kakaovým práškem – potraviny vyrobené ze směsi kakaa a cukrů obsahující nejméně 25 % kakaa [15].

2.1 Kakaové boby

Kakaové boby jsou plody kakaovníku pravého *Theobroma cacao*. Zralé boby se sklízají ručně. Protože obsahují hodně vody (více než 50 %), je nutno je rychle zpracovat, neboť se rychle kazí. Plody se sekají a na velkých hromadách se nechají fermentovat. Mikroorganismy (hlavně kvasinky) rozkládají v dužnině sacharidy na alkohol. Asi po dvou dnech se provzdušní. Působením tepla jsou sacharidy a alkohol přeměňovány na kyselinu octovou a další kyseliny. Fermentované boby se suší na slunci a praží. Teprve v tomto momentu získávají boby charakteristickou chuť a vůni. Vysušené a pražené boby se drtí a melou, vzniká z nich kakaová hmota, která se dále zpracovává. Kakaová hmota obsahuje 50 – 57 % kakaového tuku (kakaového másla), 17 % sacharidů, 12 % bílkovin, 1 – 2 % vody, minerály, vitamíny a další organické látky. Boby působí proti rakovině, vysokému krevnímu tlaku, trombóze. Působí pozitivně na nervovou soustavu, protože obsahují poměrně vysoké množství hořčíku [2,13,16].

2.2 Kakao

Kakao patří do skupiny pochutin. Vyrábí se z kakaových bobů, což jsou semena kakaovníku. Vzniká z lisované hmoty, kterou získáme rozdrčením suchých, pražených bobů. Vylisovaný tuk z těchto bobů, tzv. kakaové máslo, se využívá při výrobě čokolády, kosmetických výrobků a ve farmacii. Kakao obsahuje asi 17 – 30 % tuku. Můžeme zde ale najít také kofein, theobromin, hořčík, železo, zinek draslík a měď. Na trhu můžeme najít raw kakao (obsahuje aktivní enzymy a při výrobě nebyla použita teplota vyšší 40 °C), nepražené kakao, kakao z pražených bobů nebo kakao holandského typu (kakaový prášek alkalizovaný pomocí uhličitanu draselného). Kakao bez ošetření alkáliemi je světlejší barvy a drsné hořké chuti, zatímco kakao holandského typu má tmavší barvu a jemnější chuť [17].

2.3 Další suroviny používané pro výrobu čokolády

V následujících kapitolách jsou popsány suroviny, které se mohou přidávat do čokolád při jejich výrobě.

2.3.1 Cukr

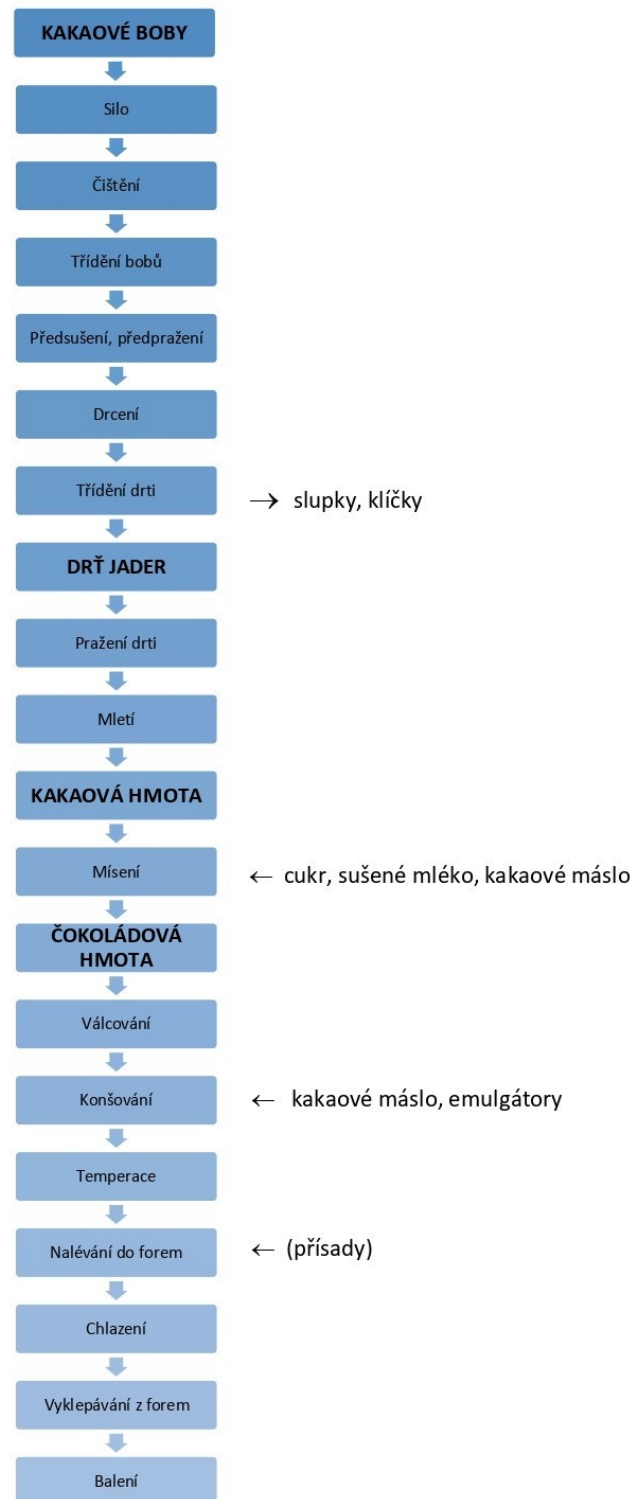
Cukr je ve vyhlášce 76/2003 Sb. charakterizován jako čistá krystalizovaná sacharóza. Používá se jako sladidlo i jako konzervační látka. Vyrábí se z cukrové řepy nebo cukrové třtiny. Cukr je důležitý zdroj energie, dodává potravinám sladkou chuť, ale způsobuje také řadu onemocnění. Podílí se například na vzniku zubního kazu. Na trh se dodává jako bílý nebo surový cukr (má nahnědlou barvu). Často se hnědý cukr nazývá také jako zdravý cukr, má lepší sensorické vlastnosti, ale výživová hodnota je jen nepatrně vyšší než u bílého cukru [15].

2.3.2 Emulgátory

Emulgátory plní několik důležitých funkcí nejen při výrobě, ale také při skladování výrobků a při konzumaci čokolád, ovlivňují viskozitu a chuť, zabraňují krystalizaci tuků a tím snižují riziko vzniku tukového výkvětu. Při výrobě čokolády se nejčastěji používají rostlinné lecithiny (E322) a to sójový nebo slunečnicový, patřící mezi přírodní antioxidanty. Tyto lecithiny se získávají srážením ze surového oleje horkou vodou. Sraženina se následně suší a přečišťuje dalšími chemicko – fyzikálními postupy. Tento produkt se pak přidává při výrobě čokolády [13,18].

3 TECHNOLOGIE VÝROBY ČOKOLÁDY

První fáze výroby se skládá z výroby kakaové hmoty a kakaového másla, druhá fáze popisuje samotnou výrobu čokolády (Obr. 3).



Obr. 3 Schéma výroby čokolády [vlastní schéma]

3.1 Výroba kakaové hmoty a kakaového másla

V této fázi je podrobněji popsáno zpracování kakaových bobů, aby mohly být použity na výrobu čokolády.

3.1.1 Fermentace kakaových bobů

Fermentace je proces, při kterém dochází ke změnám, které mají velký vliv na technologickou jakost kakaových bobů - chuť i barvu bobů, především klesá obsah methylxanthinů – theobrominu a kofeinu. Cílem fermentace je odstranění zbytků plodové dužniny, která zůstala na povrchu bobů po vyjmutí z plodu a zamezení dalšímu klíčení. Během fermentace kakaových bobů dochází ke složitým procesům, které můžeme rozdělit na procesy vyvolané mikroorganismy a procesy vyvolané enzymy vyskytující se v kakaových bobech. Fermentace může probíhat několika způsoby, nejjednodušší je navrstvení kakaových bobů na hromady, překrytí banánovými listy a ponechání 2 -7 dnů (podle odrůdy) fermentovat. Modernější způsob je umístit kakaové boby do košů, nebo dřevěných nádob s děrovaným dnem. Délka fermentace jednotlivých typů kakaovníku je různá. Kakaové boby Criollo mají krátkou dobu fermentace, většinou 24 – 28 hodin, Trinitario 3 – 4 dny a u typu Forastero může fermentace trvat až 6 dnů. V první fázi fermentace kakaových bobů, která probíhá anaerobně, dochází k pomnožení kvasinek, které následně zkvašují zkvasitelné cukry na ethanol a oxid uhličitý. Dochází také k destrukci buněk v plodové dužnině pomocí pektolytických enzymů. Dochází také k uvolňování kalné tekutiny a fermentační šťávy, která vytéká z hromad nebo košů, na kterých jsou kakaové boby skladovány. Tato fáze trvá v rozmezí 24 – 36 hodin. Během této fáze se postupně zvyšuje pH a obsah ethanolu. Díky odtékání šťávy z dužniny se hromady bobů provzdušňují, tím se mění prostředí z anaerobního na aerobní a vitalita kvasinek klesá. V tomto okamžiku začínají působit bakterie mléčného kvašení, které se vlivem stoupající teploty na 45 °C stávají bakteriemi octového kvašení. Nastává oxidace ethanolu na kyselinu octovou, která tvoří 80 – 90 % fermentace. Při tomto procesu klesá pH. Po fermentaci se obsah vody v semenech pohybuje okolo 35 %, proto musí být provedena další operace – sušení. Pokud jsou boby nedostatečně fermentovány, mají hořkou chuť a žádnou nebo slabou vůni. Naopak, pokud dojde k delšímu fermentování, mohou mít boby kyselou chuť a nepříjemnou vůni [2,19].

3.1.2 Sušení kakaových bobů

Po dokončení fermentace je třeba snížit obsah vody v kakaových bobech z původních cca 35 % na pouhých 6 – 8 % vody sušením. Fermentované boby se mohou sušit dvěma způsoby – přirozeným sušením na slunci, nebo umělým sušením v sušárnách. Nejlepší kvality se dosáhne při použití prvního způsobu – rozložením kakaových bobů na slunci a větru na rohožích nebo betonových plochách pod posuvnými střechami, které chrání proti dešti. Kakaové boby se vrství do výšky 5 – 10 centimetrů. Boby se během sušení musí promíchávat, aby se zabránilo vzniku plísní. Tento proces trvá přibližně týden. Druhým způsobem je sušení v sušárnách, kde jsou boby rozmístěny na rohožích, okolo kterých proudí ohřátý vzduch. Moderní sušičky fungují na principu otáčivého bubnu, do kterého proudí vzduch o teplotě 70 °C a buben se během procesu otáčí. Takové sušení trvá přibližně 36 hodin. Usušené boby putují na další operaci – čištění a třídění [2,19,20].

3.1.3 Čištění a třídění kakaových bobů

Protože se kakaové boby sbírají, fermentují a suší v různých podmínkách, je nutno provést čištění a třídění kakaových bobů. Mohou být mezi nimi obsaženy různé kamínky, větvičky, písek, kovy a jiné částice, které jsou pro nás při výrobě nežádoucí. Mohou být tedy využívána různá vibrační síta, vzduchové trysky, magnety a další. Prach a lehké příměsi jsou unášeny ventilátorem. Je nutno také odstranit zbytky slupek, poškozené nebo červivé boby [16].

3.1.4 Předpražení a pražení kakaových bobů

Při předpražení a pražení kakaových bobů dochází k mnoha změnám v barvě, chuti a vůni kakaových bobů. Obsah vody se při této operaci snižuje z původních 6 – 8 % na 2 – 3 % vody. Snižováním vlhkosti dochází k tomu, že se boby stávají křehčími, což usnadňuje loupání bobů a jejich následné mletí. Slupky kakaových bobů pro další výrobu již nepotřebujeme. Při pražení ve slupce je nevýhodou to, že nám část kakaového másla může odcházet se slupkou, tudíž může docházet ke ztrátám, proto někteří volí pražení kakaových bobů bez slupek. Pražení se provádí na kontinuálním nebo věžovém pražiči při teplotě okolo 125 °C. Teplota se může mírně lišit u jednotlivých odrůd. Kakaové boby obsahují po upražení přibližně 2 % vody, ale i přes tuto nízkou vlhkost výrobku se nedoporučuje kakaové boby dlouho skladovat, protože jsou hygroskopické (mohou vázat vodní páru z okolního vzduchu), což znamená, že by se mohly při skladování začít kazit [3,21].

3.1.5 Drcení a mletí kakaových bobů

Po upražení kakaových bobů dochází k rozdrcení na kakaovou drť, která se zbavuje klíčků. Poté se kakaová drť zjemňuje mletím na kakaovou hmotu, aby došlo k uvolnění kakaového másla z buněk pletiva. To se provádí na válcových nebo rotačních mlýnech. Kakaová hmota je během mletí zahřívána. Tím se hmota stává polotekutou a je tím pádem dobře zpracovatelná a dobře mísitelná s jinými přísadami, například s cukrem [22].

3.2 Kakaové máslo

Kakaové máslo se získává lisováním kakaové hmoty, ve které je ho obsaženo přibližně 55 %. Jedná se o tuk krémové barvy, má jemnou aromatickou vůni, kvalita másla je závislá na kvalitě bobů. Kakaové máslo patří mezi dražší suroviny, je vysoce ceněnou látkou, proto jej mnozí výrobci čokolád zaměňují za levnější, méně kvalitní rostlinné tuky. Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/36/ES povoluje použití ostatních rostlinných tuků v kakaových výrobcích maximálně do 5 %. Kakaové máslo má charakteristické složení triacylglycerolů, mastných kyselin a doprovodných látek. Co se týče mastných kyselin, existuje několik jednotlivých mastných kyselin charakteristických pro autentické kakaové máslo. Triacylglyceroly ovlivňují fyzikální a texturní vlastnosti, například krystalizaci a tání čokolády. Kromě potravinářství se může používat i v kosmetickém a farmaceutickém průmyslu [22,23,24,25].

3.2.1 Náhražky kakaového másla

V poslední době roste cena pravého kakaového másla. Z tohoto důvodu se začaly používat náhražky kakaového másla, kterého ale může být v čokoládových výrobcích maximálně 5 %. Náhražky kakaového másla dělíme na 3 skupiny:

- CBE – cocoa butte equivalent – tuky podobné složením a vlastnostmi kakaovému máslu, nemají vliv na fyzikální vlastnosti výrobku.
- CBR – cocoa butter replacer – směsi bavlníkového, arašídového, řepkového a slunečnicového oleje. Jedná se o tuky s podobným složením mastných kyselin, ale rozdílným složením triacylglycerolů, mohou být přidávány ke kakaovému máslu jen v malých koncentracích.

- CBS – cocoa butter substitute – tuky mají podobné fyzikální vlastnosti jako kakaové máslo, ale mají jiné chemické složení. Mohou být přidávány pouze samostatně, například jako náhražky do plev [25].

3.3 Výroba čokolády

3.3.1 Výroba čokoládové hmoty

Čokoládovou hmotu získáme smícháním cukru, kakaové hmoty a kakaového másla. Suroviny se míchají podle typu vyráběné čokolády. Mohou se také přidávat chuťové přísady, například sušené mléko, káva nebo vanilin. Čokoládová hmota nesmí obsahovat žádná umělá aromata [22].

3.3.2 Válcování čokoládové hmoty

Jedná se o proces, kdy dochází ke zlepšování struktury a zjemnění konzistence hmoty. Používají se válcovací stolice s ocelovými válci ve vertikálním uspořádání. Šířka štěrbiny mezi válci je dána druhem čokolády, ale musí být rovnoměrná. Hmota je vystavena tření, tím se zahřívá, proto je chlazení důležitou součástí procesu. Chladí se pomocí protékající vody a teplota hmoty je udržována mezi 32 – 35 °C [13,22].

3.3.3 Konšování čokoládové hmoty

Při konšování se upravuje struktura hmoty a vyvíjí se aroma. Ve strojích se hmota míchá, roztírá a provzdušňuje. Konšování ovlivňuje rychlost otáčení válců, doba trvání a teplota. Při této operaci se odstraňují nežádoucí těkavé látky, které vznikly během fermentace kakaových bobů nebo chemickými reakcemi při výrobě. Také se snižuje obsah vody a tím klesá viskozita hmoty. Teplota čokoládové hmoty závisí na druhu čokoládové hmoty, na konšovacím zařízení atd. U hořké čokolády se teplota pohybuje v rozmezí 65 – 90 °C, u mléčné 40 – 60 °C. Doba konšování je 12 – 24 hodin, hořké čokolády mají delší dobu konšování než mléčné čokolády. Rozlišujeme 3 typy konšování:

- Suché konšování, kdy se zpracovává sypká hmota, která přímo odchází z válcovacích zařízení, hmota rychle ztrácí vlhkost a další těkavé látky.
- Tekuté konšování, následuje po suchém konšování, zde se přidává do čokoládové hmoty kakaové máslo, čímž se hmota ztekucuje. Dochází k vyvíjení chuťových vlastností.

- Homogenizace, kdy se rovnoměrně rozptýluje tuk po povrchu pevných částic. V této fázi se přidávají emulgační prostředky. Nejčastěji je přidáván lecitin [13,26].

3.3.4 Temperace čokoládové hmoty

Temperace se řadí mezi konečné fáze výroby čokolády. Jedná se o náročný proces, který ovlivňuje kvalitu čokolády, hlavně strukturu, konzistenci, viskozitu a lesk. Pojmem temperace se rozumí proces, kdy je zahájena fáze krystalizace kakaového másla. Pokud je temperace čokoládové hmoty dobře provedena, čokoláda je tvrdá, lesklá, má hladký lom a při konzumaci je jemná a hezky se rozplývá v ústech. Čokoláda, která prošla procesem konšování má teplotu 60 – 75 °C a je nutné ji zchladit na teplotu okolo 40 °C. Poté se ohřeje na 50 °C, aby se rozpustily všechny krystaly v čokoládě. Ve druhé fázi temperace dochází k ochlazení na 26 °C. V poslední fázi se čokoláda opět ohřeje na teplotu 31 – 32 °C. Správně temperovaná hmota má jemnou strukturu. Nutností u celého procesu je dbát na to, aby byla čokoládová hmota rovnoměrně zahřívána [27].

3.3.5 Formování a chlazení čokoládových výrobků

Tabulkové čokolády se formují naléváním do forem ve tvaru tabulek. Formy procházejí přes vibrační úsek, kde se uvolňují vzduchové bublinky a formy pak postupují do chladících tunelů. Výrobek tak dobře ztuhne a dochází k vyklepnutí, balení a expedici. U formovaných cukrovinek dochází k plnění do formiček, které prochází vibračním tunelem. Poté se formičky obrátí a čokoládová hmota zůstane v tenké vrstvě na stěnách formičky. Náplněmi těchto cukrovinek mohou být různé polotekuté náplně, ovoce nebo cukerné alkoholické nápoje. U dutých figurek se čokoláda do formiček vstříkuje a postupuje do rotačního zařízení, aby byla čokoláda dobře rozmístěna po celé ploše. Formičky postupují do chladícího tunelu a poté se vyloupne hotová figurka. Dalším způsobem jak vyrobit duté figurky je, že vyrobíme každou polovinu figurky zvlášť, jejich okraje pak nahřejeme a přilepíme k sobě [28,29].

Chlazení je poslední částí při výrobě čokolády, probíhá v chladícím tunelu, který bývá rozdělen do tří částí. V první fázi čokoládové výrobky postupně chladnou a dochází ke krystalizaci. Teplota se pohybuje okolo 16 °C, krystalizuje zde pouze část kakaového másla, větší množství zůstává stále v tekutém stavu. Dále dochází ke zchlazení vzduchu na teplotu 3 – 10 °C. V druhé fázi chlazení dochází ke krystalizaci zbylého kakaového másla. V poslední fázi dochází ke zvýšení teploty výrobku na teplotu okolního vzduchu. Pokud by nedošlo ke správnému srovnání teploty, vlhkosti výrobku a chladícího zařízení, mohlo by

po opouštění chladicího zařízení dojít na povrchu výrobků ke kondenzaci vodních par, nebo způsobit například cukerné výkvěty na povrchu čokolády [26,28].

3.3.6 Balení čokoládových výrobků

Balení čokoládových výrobků je v dnešní době zautomatizovanou výrobní linkou. Čokoládové tabulky se balí nejčastěji do hliníkových fólií, které jsou mnohdy doplněné ještě o papírový obal. Hliníkový obal brání čokoládě před možným znečištěním, napadením hmyzem nebo mikroorganismy. Takto zabalené čokolády většinou putují do tržní sítě ještě v označených kartonových krabicích, ve kterých je často můžeme v obchodech vidět. Obaly čokolád bývají většinou barevné, aby upoutaly pozornost spotřebitele, a bývají na nich uvedené údaje, například druh výrobku (mléčná, hořká nebo bílá čokoláda), hmotnost výrobku, složení výrobku (alergeny bývají označené většinou tučným písmem), minimální trvanlivost, výživové a nutriční údaje. Trvanlivost čokolády může být až rok od její výroby. Nesprávným skladováním mohou vznikat senzorické vady [30].

4 HODNOCENÍ KVALITY ČOKOLÁDY

Kvalita čokolády je závislá hlavně na způsobu přípravy a použitých přísadách. Kvalitní čokoláda při rozlomení krásně křupne, hezky se rozpouští v ústech a sametově se leskne. Všechny tyto parametry z velké části ovlivňuje teplota, proto je tento krok při výrobě velmi důležitý a na každém stupni Celsia velmi záleží. Bod tání čokolády se pohybuje okolo 35 °C z důvodu zajištění dobrého rozpouštění v ústech. Nejdůležitější složkou čokolády je kakaové máslo, které je směsí tvořeno směsí triacylglycerolů a mastných kyselin. Poměr těchto složek určuje fyzikální vlastnosti čokolády, například hustotu, bod tání nebo tvrdost. Struktura kakaového másla se může měnit v průběhu skladování. Nesprávným skladováním může docházet nejen k sensorickým vadám, ale i k dalším vadám, způsobující nepoživatelnost čokolády a tím ztráty zdravotní nezávadnosti (více popsáno v kapitole 4.1). Chuť a vůně čokolády je dána podle druhu použitých kakaových bobů a dalších surovin, měla by být příjemná a aromatická. Každý druh kakaových bobů má svoji typickou chuť a vůni. Povrch čokolády by měl být lesklý, neměl by mít šedivé skvrny a povlaky [31,32].

4.1 Vady čokolády

Čokoláda kromě toho, že je velice příjemná svou chutí a vůní, může mít také různé vady. Jednou z nejčastějších vad je tzv. šedivění (Obr. 4), kdy je povrch čokolády matný a pokrytý jemnou vrstvou šedobílé barvy. Vady se posuzují podle toho, zda se jedná o vadu, která se týká bezpečnosti dané potraviny, nebo se jedná jen o sensorickou vadu, která je akceptovatelná. Mezi takové sensorické vady čokolády patří zejména cukerný a tukový výkvět. Produkty s těmito sensorickými vadami jsou pro spotřebitele neatraktivní, i přesto, že nepředstavují žádné zdravotní riziko [33,34].

4.1.1 Cukerný výkvět

K cukernému výkvětu dochází, pokud nejsou dodržovány dané skladovací podmínky. K tomuto výkvětu tedy dochází, když poklesne teplota vzduchu nad povrchem výrobku, kde zkondenzují vodní páry, začne se rozpouštět sacharóza, která proniká na povrch z čokoládové hmoty. Pokud dojde ke změnám teplot a k opakovanému odpaření vody, sacharóza začne krystalizovat a na povrchu se bude vytvářet bílý povlak. Tomuto typu vad lze zabránit správnými skladovacími podmínkami [34].

4.1.2 Tukový výkvět

Tukový výkvět je mnohem obávanější vadou čokoládových výrobků. Tvoří bělavý film tuku na povrchu čokolády, obvykle pokrývající celý povrch. I když není tento typ nijak nebezpečný a nepředstavuje žádná zdravotní rizika, nevypadá čokoláda přitažlivě pro spotřebitele. Tato vada může mít příčiny, jako jsou například špatná teplota čokoládové hmoty nebo špatné skladovací podmínky čokolády. K této vadě nedochází jen na povrchu čokolády, je možno ji sledovat i na čistém kakaovém másle. Jako prevence proti vzniku tukového výkvětu je správné konšování, správně provedená emulgace kakaového másla a správná teplota čokolády [33].

4.1.3 Další vady čokolády

Mezi ostatní vady čokolád patří například tvorba trhlin, u plněných čokoládových výrobků například vysychání náplně nebo nerovnoměrný podíl čokoláda – náplň, různá mechanická poškození, například i po nesprávném skladování. Mezi zdravotně závadné změny může při špatném skladování vlivem vnější vlhkosti docházet k plesnivění čokolád, ke žluknutí kakaového másla, nebo může být čokoláda při skladování napadena brouky – zavíječem skladištním, tzv. molem. Do obalu se může dostat při výrobě, v tržní síti nebo při skladování doma. Mohou se však objevit také změny související se stárnutím čokolády během doby trvanlivosti, ať už chuťovým, vzhledovým nebo pachovým [33,34].



Obr. 4 Šedivění čokolády [37]

5 SENZORICKÁ ANALÝZA

Senzorickou analýzou se rozumí hodnocení výrobku smyslovými orgány, včetně zpracování výsledků centrálním nervovým systémem. Analýza probíhá na základě zrakových, sluchových, chuťových, čichových a hmatových smyslů. Samotné hodnocení musí probíhat za daných podmínek, které zajišťují přesné a objektivní výsledky, sloužící ke kontrole a dalšímu vývoji potravinářských výrobků. Mohou sloužit také ke kontrole kvality výrobků a vylepšování technologických operací. Běžně se provádí také testy skladovatelnosti potravin a jejich změny během skladování. Senzorická analýza potravin a potravinářských produktů patří neodmyslitelně k posouzení kvality potravin, a proto ji využívají nejen výrobci a kontrolní složky, ale také spotřebitelé.

Podmínky pro sensorickou analýzu jsou podrobně popsány v mezinárodních normách, kde jsou definovány přesné subjekty pro dané hodnocení, vybavení a teploty místnosti, způsob přípravy a předkládání vzorků hodnotitelům. Základní informace popisuje Česká státní norma (ČSN) ČSN EN ISO 8586 (560037) Senzorická analýza – Výběr a výcvik sensorických posuzovatelů z roku 2023, ČSN EN ISO 8589 (560036) Senzorická analýza – Obecné pokyny pro uspořádání sensorického pracoviště vydaná v roce 2008. Další pokyny pro sensorickou analýzu jsou popsány v normách ČSN ISO 5496 (560031) Senzorická analýza – Metodologie – Zaslíbení do problematiky a výcvik posuzovatelů při zjišťování a rozlišování pachů z roku 2009, ČSN ISO 3972 (560039) Senzorická analýza – Metodologie – Metoda zkoumání citlivosti chuti z roku 2013, ČSN ISO 11037 (560049) Senzorická analýza – Pokyny pro sensorické hodnocení barvy výrobků z roku 2012.

Místnosti musí být čisté, světlé barvy, nejlépe bez různých obrazů a nápisů. Osvětlení místnosti má být podle mezinárodní normy rovnoměrné, o dostatečné intenzitě, mělo by odpovídat dennímu světlu. Teplota místnosti by se měla pohybovat v rozmezí 18 – 23 °C. Při průběhu analýzy nesmí být otevřená okna, aby průvan neovlivňoval analýzu. Hodnotitel musí sedět pohodlně, mít kolem sebe dostatek prostoru. Nádobí používané při analýze musí být zdravotně nezávadné, bez vůně a pachů. Nejvhodnější materiál je sklo, keramika nebo porcelán, přístroje jsou nejvhodnější nerezové [35].

U čokolády se kromě chuti a vůně hodnotí hmatem tvrdost a lámavost čokolády, jazykem posuzujeme jemnost konzistence a rychlost rozpouštění v ústech. Chuť, vůně a konzistence čokolády je ovlivněna recepturou dané čokolády a technologií výroby.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

6 CÍL PRÁCE

Cílem bakalářské práce bylo vyrobit celkem 6 vzorků hořké čokolády. Byly vyráběny z různých odrůd kakaových bobů, které byly k dispozici, a to Forastero, Trinitario a Criollo. Z každého druhu kakaových bobů byl vyráběn jeden vzorek 100 % čokolády a jeden 70 % čokolády. Srovnána byla senzorická kvalita vyrobených čokolád.

7 MATERIÁL A POMŮCKY

Pro výrobu čokolády byly použity nepražené kakaové boby od prodejce CokoBanka.cz s.r.o., Brno. Používali jsme kakaové boby následujících odrůd:

- celé nepražené kakaové boby Akkeson Brazílie Forastero,
- celé nepražené kakaové boby Akkeson Madagaskar Criollo BIO,
- celé nepražené kakaové boby Nikaragua El Castillero Trinitario BIO.

Další surovinou potřebnou pro výrobu čokolády byl slunečnicový lecitin, jehož prodejcem je firma Monaco International s.r.o, Praha.

Pro výrobu 70 % čokolády byl navíc použit cukr krystal, jehož výrobce je Cukrovar Vrbátky a.s. Vrbátky.

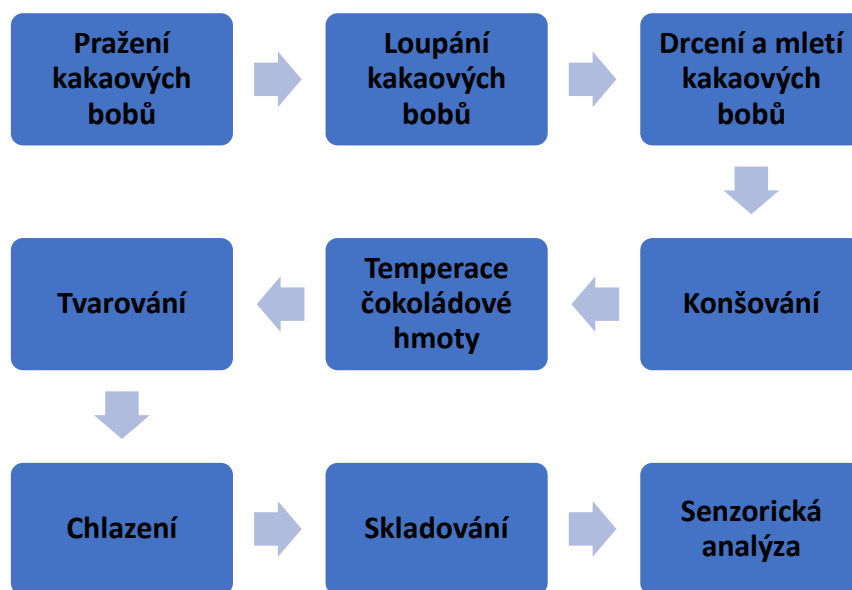
Při výrobě jsme používaly následující pomůcky:

- horkovzdušná trouba,
- melanžér pro výrobu čokolády,
- stolní mixér Concept,
- polykarbonátové formy na výrobu čokoládových pralinek,
- potravinářský teploměr.

8 METODIKA PRÁCE

Při výrobě 100 % čokolády bylo na výrobu použito 500 g loupaných kakaových bobů a 2 g slunečnicového lecitinu. K výrobě 70 % čokolády bylo použito 350 g loupaných kakaových bobů, 150 g nejmenno namletého cukru krystal a 2 g slunečnicového lecitinu. K výrobě nebyl použitý komerčně prodáváný cukr moučka, z důvodu toho, že obsahuje protispěkové látky, které by nebyly vhodné při použití k výrobě čokolády.

Výroba čokolády byla provedena podle obrázku (Obr. 5).



Obr. 5 Schéma výroby čokolády v laboratoři

Kakaové boby byly nejprve upraženy v horkovzdušné peci při teplotě 95 °C (Obr. 6), pražení trvalo jednu hodinu. Poté jsme kakaové boby nechali zchladit na laboratorní teplotu a poté boby začaly loupát. Po loupání byly boby nadrceny a semlety v melanžeru, kde se začalo z kakaových bobů zahříváním uvolňovat kakaové máslo, drť se začala postupně ztekuovat (Obr. 7). Melanžér je zařízení se dvěma žulovými válci, které rotují po spodní části melanžeru, která je také žulového charakteru. Třením hmoty mezi těmito plochami vzniká teplo, a proto se hmota ohřívá. V momentu, kdy byla hmota tekutá, začala fáze konšování, která trvala tři hodiny. Během konšování se hmota zjemňovala. Po dvou hodinách byl přidán emulgátor slunečnicový lecitin. Po uplynutí doby konšování jsme hmotu nechaly zchladit. Výroba pokračovala temperací čokoládové hmoty. Pro hořkou čokoládu bylo prvním krokem ohřátí hmoty na 46 – 49 °C, následovalo zchlazení na 28 – 29 °C a znovu ohřátí na 31 – 32 °C. V tomto momentu bylo potřeba čokoládovou hmotu přelit do polykarbonátových forem. Po nalití vytemperované čokoládové hmoty do

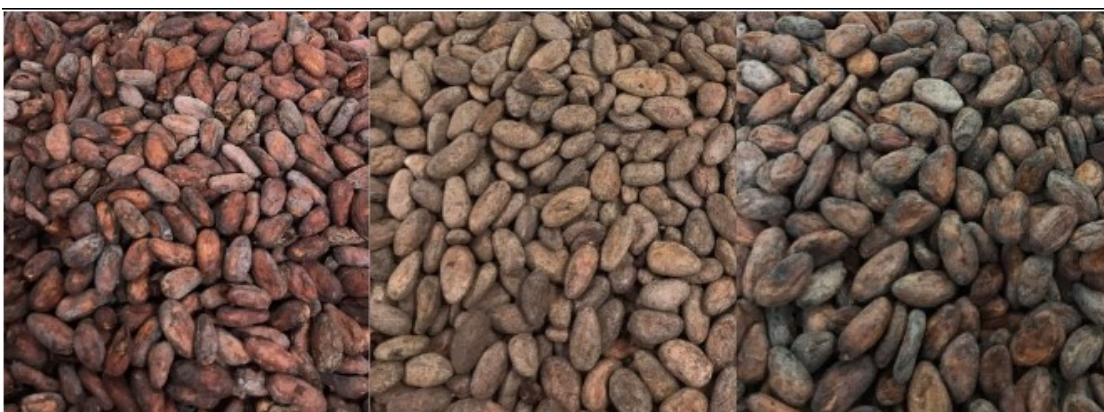
forem bylo zapotřebí vyklepat třepáním vzduchové bublinky, které zůstaly po nalití. Klepáním se také usadila čokoládová hmota do formy a přebytečnou čokoládovou hmotu jsme odstranily. Takto upravená forma s čokoládovou hmotou se dala vychladit do lednice. Čokoládové pralinky byly vychlazené v momentě, kdy šly vyklepnout z formy. Hotové čokoládové pralinky byly uskladněny v termostatu při 20 °C. Takto byly vyrobeny celkem 6 šarží čokolády, z každého druhu kakaových bobů jednu šarží 100 % čokolády a jednu šarží 70 % čokolády.

V této práci jsou výrobky značeny následovně:

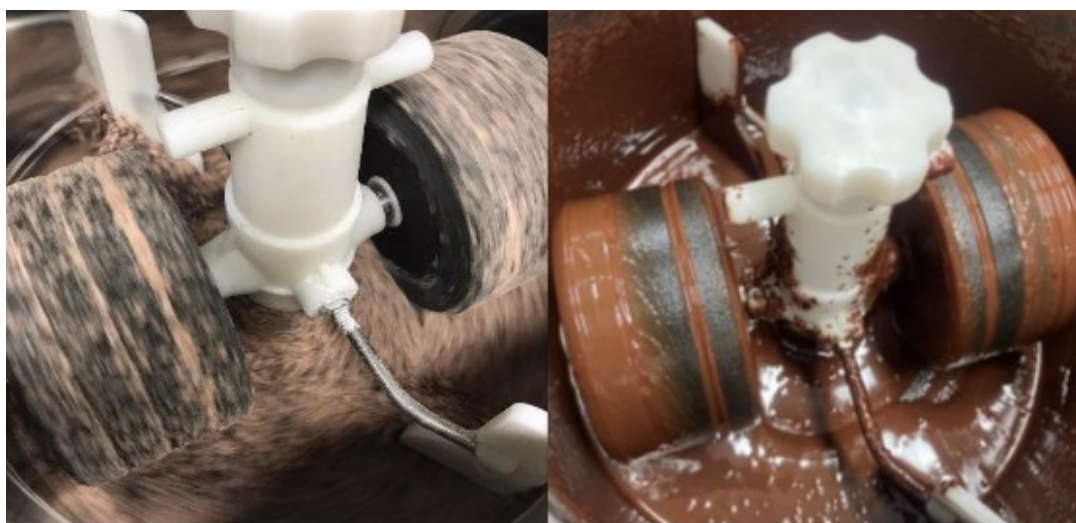
Brazílie Forastero 70 % (značení B70), Brazílie Forastero 100 % (značení B100),

Madagaskar Criollo 70 % (značení M70), Madagaskar Criollo 100 % (značení M100),

Nikaragua Trinitario 70 % (značení N70), Nikaragua Trinitario 100 % (značení N100).



Obr. 6 Upražené kakaové boby (zleva Forastero, uprostřed Criollo, zprava Trinitario)[foto autorka]



Obr. 7 Mletí kakaových bobů a následné ztekucení hmoty [foto autorka]

9 SENZORICKÉ HODNOCENÍ ČOKOLÁDY

Hodnocení probíhalo formou senzorické analýzy. Hodnotitelé měli připravených 6 vzorků, a to tři vzorky 100 % čokolády, a tři vzorky 70 % čokolády (Obr. 8, Obr. 9, Obr. 10). Jako neutralizátor chuti byla použita neochucená voda. Hodnocení se účastnilo celkem 7 hodnotitelů ve věkovém rozmezí 20 – 25 let, muži i ženy.

Hodnotící schéma bylo navrženo podle článku [36] a je v příloze P I.

U čokolády byly hodnoceny tyto znaky:

- vzhled povrchu - barva – od světlejší po tmavší intenzitu barvy čokolády, lesk – od matného po lesklý povrch čokolády, množství dutinek na povrchu čokolády,
- vzhled výrobku na řezu - zda má čokoláda drobnou strukturu, nebo tvoří celistvou hmotu čokolády, a množství dutinek na řezu,
- textura výrobku – zda čokoláda taje/netaje při pokojové teplotě a při doteku rukou, tvrdost čokolády, textura – zda je konzistence hrubá nebo jemná při rozplývání v ústech, a jak se výrobek v ústech rozplývá, zda rychle nebo pomalu,
- chuť a pachut' – zda má čokoláda typickou, příjemnou chuť, nebo zda je čokoláda na chuti nepříjemná, nevýrazná, a také to, zda je v chuti cítit nějaká pachut',
- vůně – zda je výrobek cítit po použitých surovinách, nebo se ve vůni objevují nepříjemné a cizí pachy,
- celkový dojem – zda je výrobek pro hodnotitele vyhovující, nebo nevhovující.

U možnosti chutě a vůně měli hodnotitelé možnost napsat chuť a vůni, kterou jim vzorek připomínal.

9.1 Předkládané vzorky čokolád



Obr. 8 Čokoláda B70 (vlevo) a B100 (vpravo) [foto autorka]



Obr. 9 Čokoláda M70 (vlevo) a M100 (vpravo) [foto autorka]



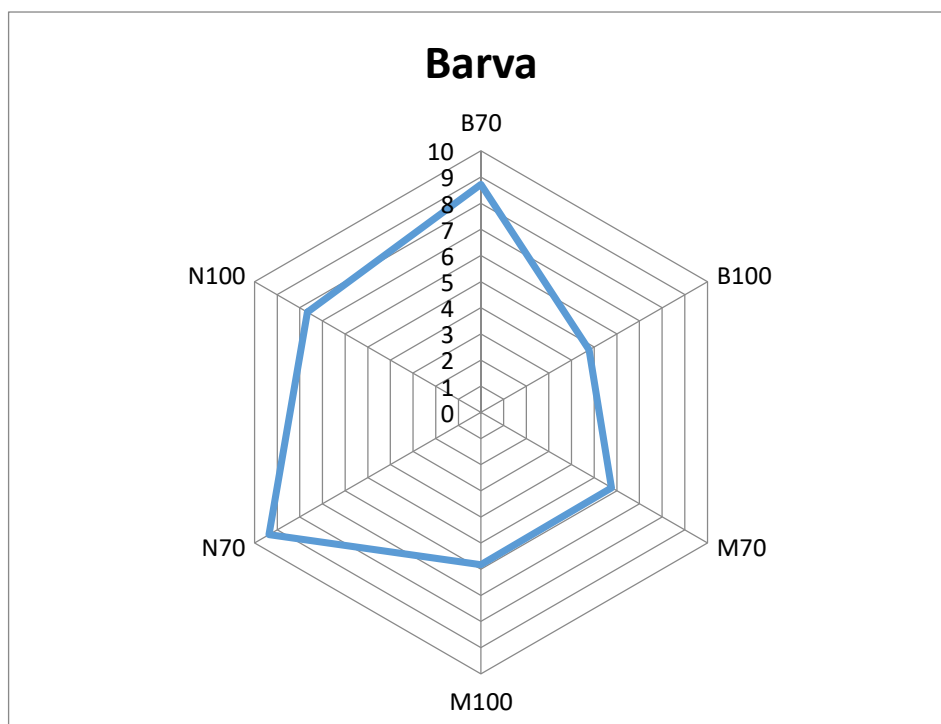
Obr. 10 Čokoláda N70 (vlevo) a N100 (vpravo) [foto autorka]

10 VÝSLEDKY SENZORICKÉ ANALÝZY A DISKUZE

10.1 Povrch – vzhled

10.1.1 Barva

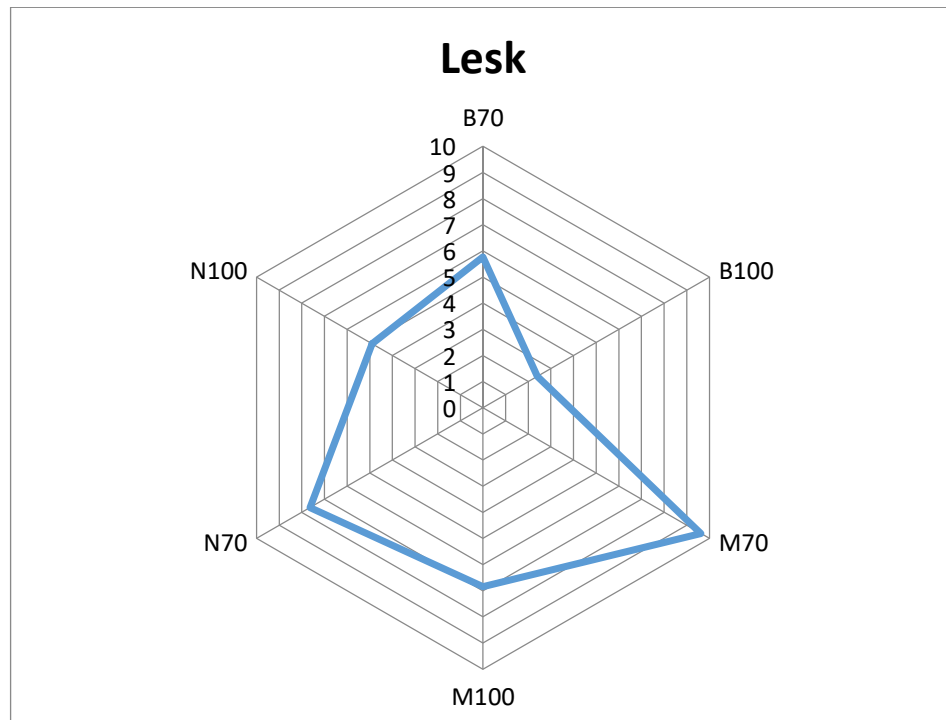
Barva povrchu byla posuzována od velmi světlé barvy (0) po velmi tmavou intenzitu barvy čokolády (10), (Obr.11). Jako nejtmaší čokoládu určili hodnotitelé vzorek N70, u kterého byla hodnota 9,4, následoval vzorek B70 s hodnotou 8,7 a vzorek N100, který měl hodnotu barvy 7,6. Naopak světlejší byly vzorky Madagascar Criollo, kde byla hodnota u M70 i M100 stejná, a to 5,8. Nejsvětlejší barvu měl vzorek B100 - 4,7. Průměrně se barva pohybovala ve velmi širokém rozmezí 4,7 – 9,4. Největší vliv na barvu má barva kakaových bobů po pražení, protože v průběhu probíhají Maillardovy reakce, a podíly kakaové hmoty, protože 70 % čokolády mají méně kakaové hmoty než 100 %. Kakaové boby byly ale v mém případě praženy za stejných podmínek, odlišnosti v barvě můžeme tedy přisuzovat různým druhům odrůd z různých zemí původu [38]. Mezi nejsvětlejší odrůdu bych v případě tohoto senzorkého hodnocení zařadila Criollo z Madagaskaru. Zajímavé je, že u posuzování tohoto parametru jsou nejtmaší právě 70 % čokolády z kakaových bobů z Nikaragui a Brazílie, což pravděpodobně znamená, že tyto odrůdy patří mezi tmavší.



Obr. 11 Barva povrchů čokolády

10.1.2 Lesk

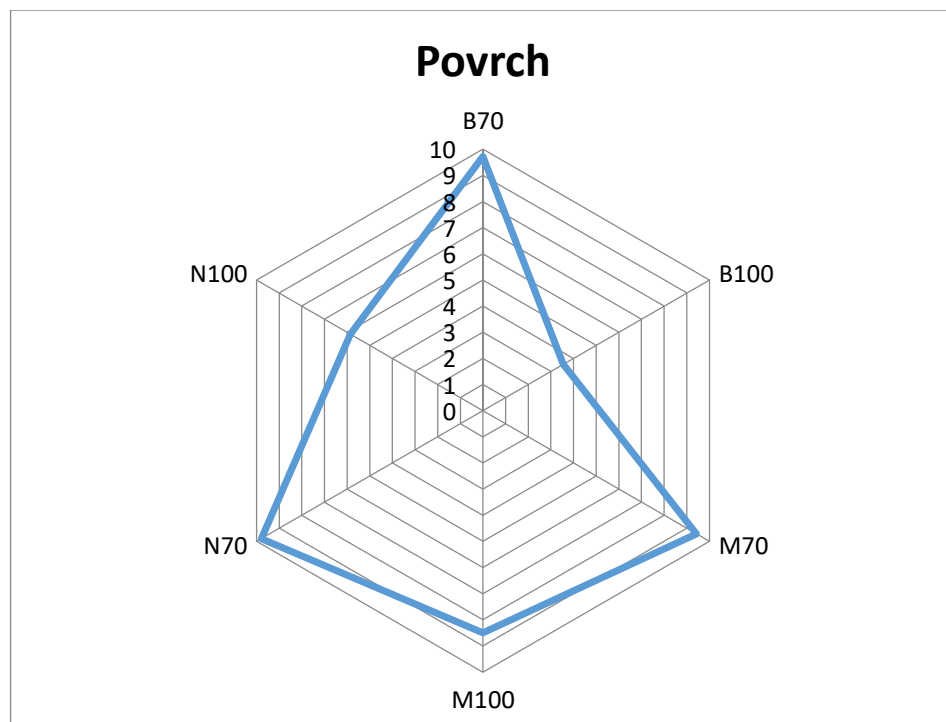
Lesk povrchu byl posuzován od matného povrchu (0) po lesklý povrch čokolády (10), (Obr. 12). Nejvíce tmavý podle hodnotitelů byl M70 s hodnotou 9,6. Poté následovaly vzorky N70 s hodnotou 7,6, M100 s hodnotou 6,8 a B70 s hodnotou 5,8. Za těmito vzorky pak následovaly matnější povrchy čokolád, a to N100 s hodnotou 4,9 a B100 s hodnotou 2,4. Průměrně se lesk pohyboval v obrovském rozmezí 2,4 – 9,6. Lesk je ovlivněn především správnou temperací při výrobě čokolády. V průběhu temperace totiž dochází ke krystalizaci kakaového másla, čímž vzniká krystalická forma, která má za následek právě dokonalý lesk [38]. Pravděpodobně by se dalo říci, že u kakaových bobů Criollo z Madagaskaru došlo ke krystalizaci kakaového másla lépe než u ostatních vzorků kakaových bobů.



Obr. 12 Lesk povrchů čokolády

10.1.3 Dutinky na povrchu

Povrch čokolád byl posuzován podle množství dutinek na povrchu - velké množství dutinek na povrchu (0) po hladký a celistvý povrch čokolády (10), (Obr. 13). Nejhezčí a nejvíc celistvý povrch čokolády měl vzorek N70 s hodnotou 9,8, následoval vzorek B70 s hodnotou 9,7, M70 s hodnotou 9,4 a M100 s hodnotou 8,5. Vzorek N100 neměl úplně celistvý povrch, hodnota je 5,9. Nejvíce dutinek měl vzorek B 100 s hodnotou jen 3,5. U posuzování dutinek na povrchu bylo patrné, že téměř všechny vzorky neměly téměř žádné, nebo měly málo dutinek na povrchu, kromě vzorku B100. Je tedy možné, že chyba nastala při výrobě, při špatném vyklepávání vzduchových bublinek po nalití vytemperované hmoty do polykarbonátových forem.

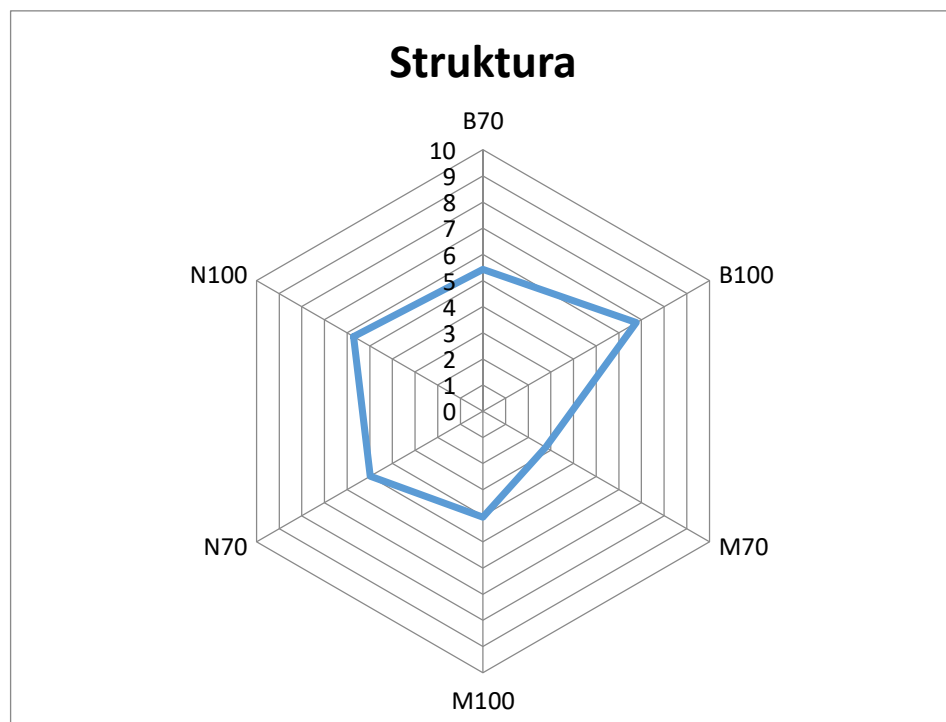


Obr. 13 Celistvost povrchů čokolády

10.2 Vzhled výrobku na řezu

10.2.1 Struktura

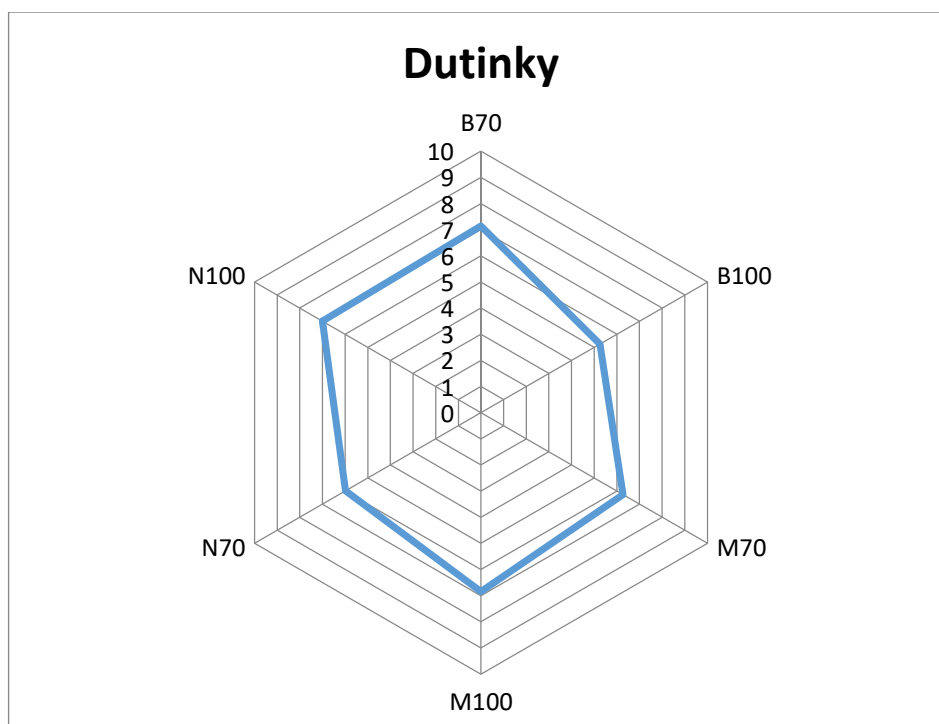
Při posuzování vzhledu výrobku na řezu byla hodnocena čokoláda od drobné struktury (0) po celistvou hmotu čokolády (10), (Obr. 14). Nejvíce celistvý byl vzorek B100 s hodnotou 6,8, po něm pak N100 s hodnotou 5,7, následoval vzorek B70 s hodnotou 5,4, N70 s hodnotou 4,9, M100 s hodnotou 4,0. Nejvíce drobný byl vzorek M70 s hodnotou 2,8. Dalo by se říci, že žádný vzorek neměl po rozkrojení dokonalý řez bez dalších úlomků čokolády. Výsledky je možné dát do souvislosti s různým obsahem kakaového másla.



Obr. 14 Struktura čokolády na řezu

10.2.2 Dutinky na řezu

Při posuzování dutinek na řezu bylo posuzováno, kolik se jich ve vzorku nachází, velké množství dutinek na řezu (0), bez dutinek na řezu (10), (Obr. 15). Nejméně dutinek na řezu měl vzorek B70 s hodnotou 7,1, N100 s hodnotou 7,0, následoval vzorek M100 s hodnotou 6,8, vzorek M70 s hodnotou 6,3 a vzorek s hodnotou 5,9. Nejvíce dutinek ze všech vzorků měl s hodnotou 5,3. Při sensorickém hodnocení nebylo skoro u všech vzorků mnoho dutinek na řezu čokolády. Tam, kde se dutinky nacházely, mohla být chyba při výrobním procesu, kdy nebyly dostatečně vyklepány všechny vzduchové bublinky po nalití hmoty do polykarbonátových forem a tím zůstaly při tuhnutí v čokoládové hmotě, ve které způsobily právě již zmíněné vzduchové bublinky.

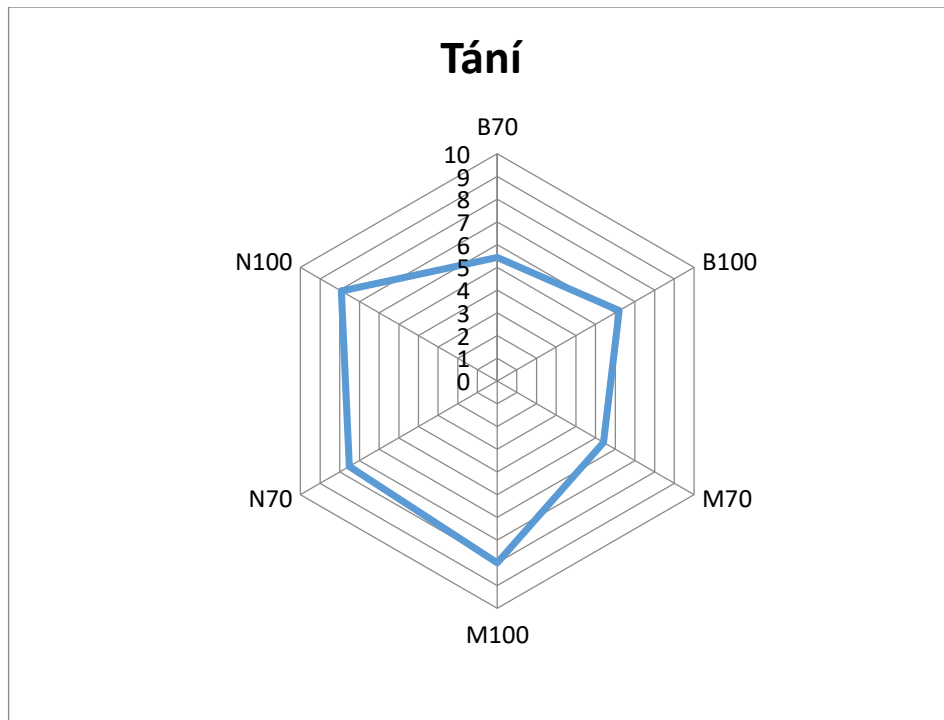


Obr. 15 Dutinky na řezu čokolády

10.3 Textura výrobku

10.3.1 Tání

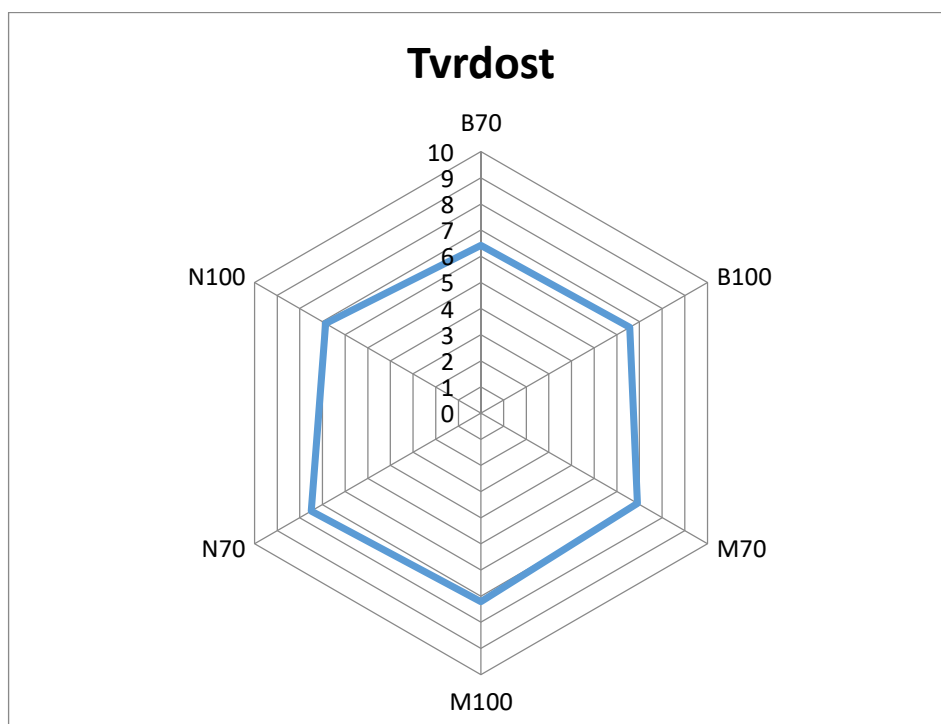
Při zkoumání tání výrobku bylo zjišťováno, zda čokoláda taje při pokojové teplotě (0), nebo netaje při pokojové teplotě ani při doteku rukou (10), (Obr. 16). Nejvyšší údržnost v rámci tání má vzorek M100 s hodnotou 8,0, hned za tímto vzorkem je N100 s hodnotou 7,9 a vzorek N70 s hodnotou 7,5. Na další pozici je vzorek B100 s hodnotou 6,2. Nejmenší údržnost mají vzorky M70 a B70 s hodnotou shodnou 5,4. Z tohoto parametru je patrné, že čokoláda u většiny vzorků při pokojové teplotě ani při doteku rukou příliš netaje. Tání má za následek právě obsah kakaového másla, především jeho krystalické formy [38].



Obr. 16 Tání vzorků čokolády

10.3.2 Tvrдость

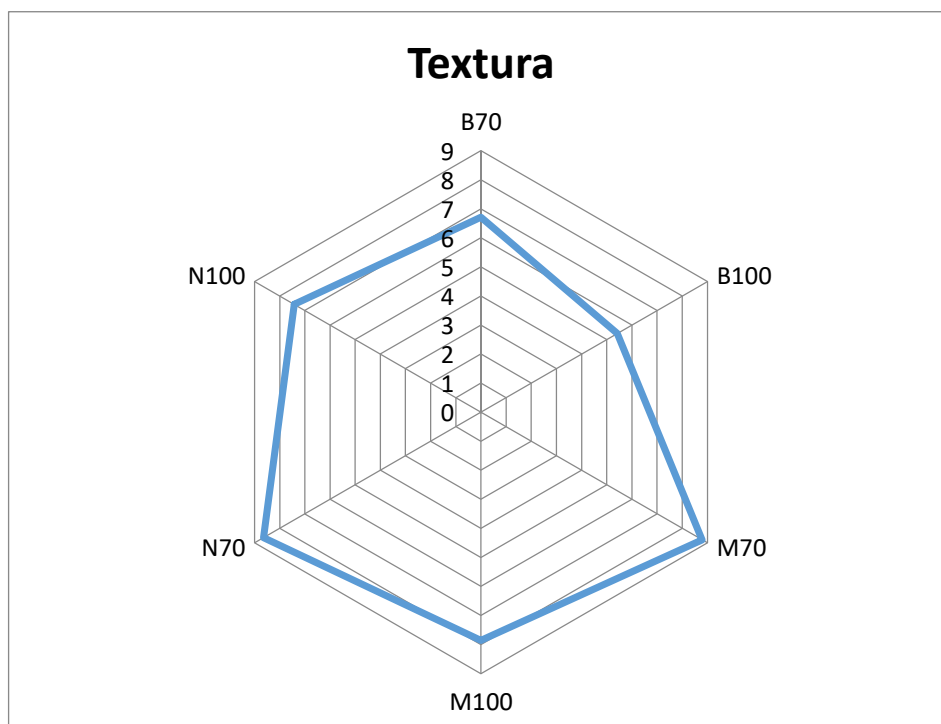
Při zkoumání tvrdosti výrobku bylo zjišťováno, zda je čokoláda příliš měkká (0), nebo jestli je příliš tvrdá na skusu (10), (Obr. 17). U tohoto parametru byly výsledky u všech vzorků dost podobné. Nejvíce tvrdý byl vzorek N70 s hodnotou 7,5, v závěsu za ním pak vzorek M100 s hodnotou 7,2. Dále pak vzorek M70 s hodnotou 6,9 a vzorek N100 s hodnotou 6,8, vzorek B100 s hodnotou 6,5 nejvíce měkký pak byl vzorek B70 s hodnotou 6,4. Lze tedy říci, že je zde odlišnost B70 a B100, které jsou nejměkčí, oproti ostatním druhům. Můžeme tedy říci, že je zde odlišnost mezi vzorky, které jsou vyrobené z kakaových bobů vypěstovaných v Brazílii, oproti kakaovým bobům z Madagaskaru a Nikagarui. U hořkých čokolád je tvrdost ovlivňována především velikostí částic, obsahem tuku a přidaným emulgátorem (v našem případě lecitinem). Tvrдость může ovlivňovat také správně provedená temperace [38].



Obr. 17 Tvrдость vzorků čokolády

10.3.3 Textura

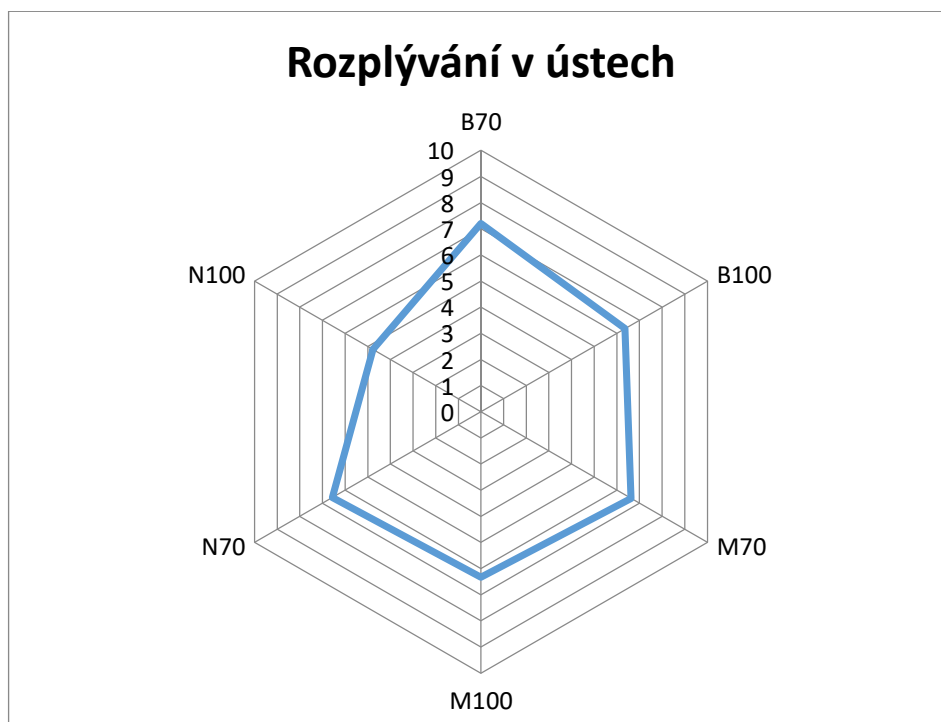
Při zkoumání textury výrobku bylo zjišťováno, zda má čokoláda hrubou konzistenci (0), nebo jestli je jemná a vyvolává příjemný pocit v ústech (10), (Obr. 18). Jako nejjemnější vzorek hodnotitelé označili M70 s hodnotou 8,8 a hned za ním vzorek N70 s hodnotou 8,6. Dále následovaly vzorky M100 s hodnotou 7,8, vzorek N100 s hodnotou 7,4, B70 s hodnotou 6,7 a nejvíce hrubý byl vzorek B100 s hodnotou 5,4. Dalo by se říci, že všechny vzorky měly jemnou konzistenci na jazyku, kromě vzorku B100, který měl podle ostatních hrubou konzistenci. Ve vzorku byly cítit malé části nedokonale rozemletých surovin. Textura také souvisí na rozpustnosti kakaového másla. Někteří tento parametr pojmenovávají jako hladkost. Závisí na velikosti částic, která se má pohybovat v rozmezí 15 -50 μm . Dříve však byla čokoláda považována za hrubou už při velikosti částic 30 - 35 μm . Velikost částic má tak velký a zásadní vliv na sensorickou kvalitu čokolád [38].



Obr. 18 Textura vzorků čokolády

10.3.4 Rozplývání v ústech

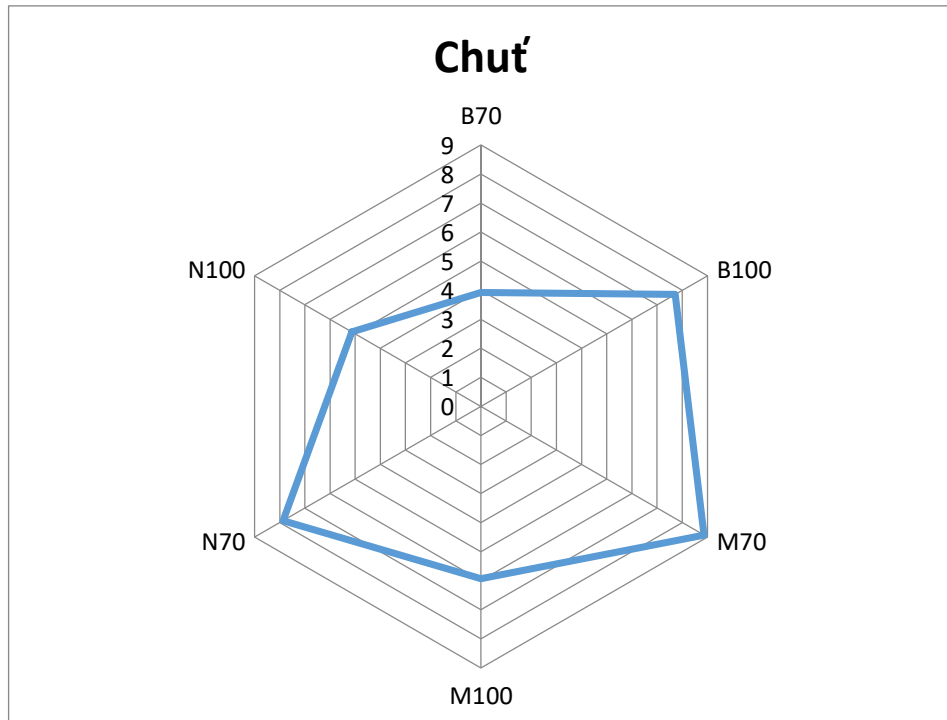
Při zkoumání výrobku bylo zjišťováno, zda se čokoláda pomalu rozplývá (0), nebo jestli je rozplývání v ústech snadné a rychlé (10), (Obr. 19). Nejrychleji se v ústech rozplývá vzorek B70 s hodnotou 7,7. S malými odchylkami mezi sebou pak následuje vzorek M70 s hodnotou 6,6, N70 s hodnotou 6,5, B100 s hodnotou 6,4, M100 s hodnotou 6,3. Nejpomaleji se rozpouští vzorek N100 s hodnotou 4,8. Vzorky se od sebe příliš nelišily až na výjimku u vzorku N100, který se rozpouštěl nejrychleji oproti ostatním. Pravděpodobně to bude ovlivněno kakaovým máslem a jeho strukturou, jelikož nemusí být obsah kakaového másla ve všech odrůdách kakaových bobů stejný. Závisí také na výrobním procesu, protože rozplývání v ústech může také ovlivňovat mletí, především velikost částic [38].



Obr. 19 Rozplývání vzorků čokolád v ústech

10.4 Chuť a pachut'

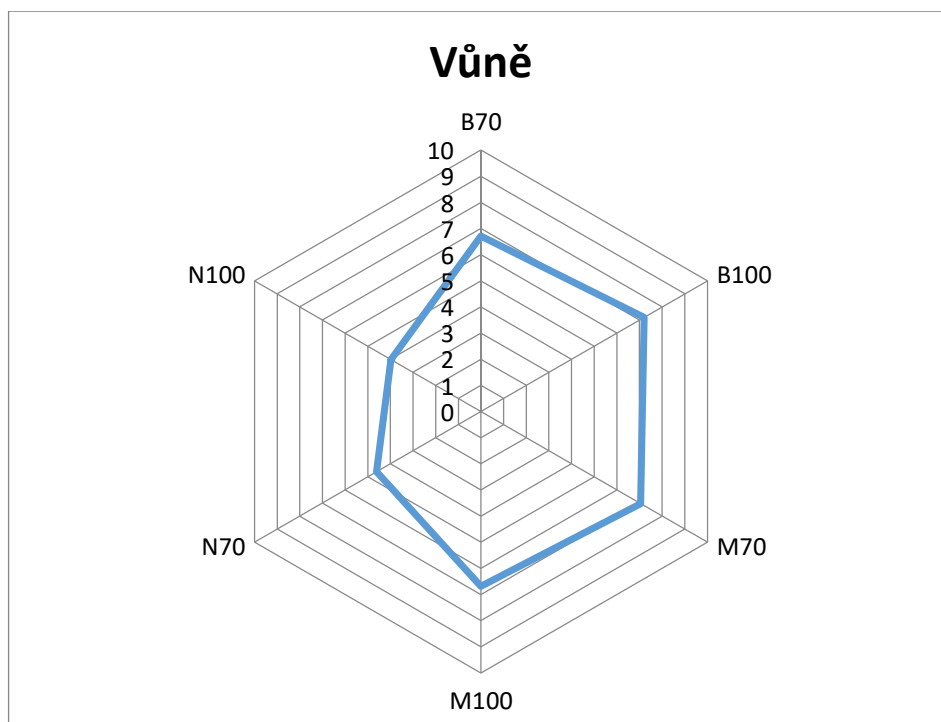
Při porovnávání chutí výrobku bylo zjišťováno, zda je čokoláda nepříjemná, nevýrazná, má netypickou nebo dokonce žluklou chuť (0), nebo jestli má typickou, příjemnou a intenzivní chuť čokolády (10) (Obr. 20). Nejvíce chutný byl vzorek M70 s hodnotou 8,8, který hodnotitelům připomínal například lesní jahody, citrusy, chuť podle nich byla mírně nakyslá, květinovo – ovocná. Druhou nejlepší chuť měl vzorek N70 s hodnotou 7,8. K tomuto vzorku do poznámek připsali hodnotitelé ovocnou, nasládlou, příjemnou chuť, některým připomínal tento vzorek chuť po pomerančích, některým nádech pepře nebo chilli, pro někoho byla čokoláda mírně štiplavá a velmi hořká. Třetí chuťově nejlepší byl vzorek B100 s hodnotou 7,7. Pro někoho byl tento vzorek nasládlý, chuťově po nedozrálých borůvkách, pro někoho nepříjemná citrusová a hořká. Další vzorek byl M100 s hodnotou 5,9. Tento vzorek někomu připomínal grepovou chuť, pro někoho byla chuť hodně kyselá, trpká, hořká a na konci slaná. Předposlední skončil vzorek N100 s hodnotou 5,1. Většinou tento vzorek připomínal nepříjemnou chuť tabáku nebo chilli, hořkou se sláným koncem a silnou pachutí. Poslední skončil vzorek B70 s hodnotou 3,9, kdy hodnotitelé tuto chuť přirovnali k tabákové, zatuchlé, slané, trpké a velice hořké. Chuť patří mezi klíčové faktory, které nám ovlivňují její konzumaci, a určuje i to, jak se výrobky prodávají. Příznivé tóny čokolády mají hořké tóny, které mohou být doprovázeny dalšími příchutěmi – medové, ovocné. Nežádoucí jsou chutě tabáku, pálivé, zemité, plísňové, zatuchlé chutě. Bude tak nejspíše záviset na použitých surovinách a jejich různých odrůdách. Na chuti se podílí také přidané suroviny, které se přidávají, například cukr, emulgátory, nebo například sušené ovoce, ořechy. Z mého sensorického hodnocení lze říci, že čokolády s přidaným cukrem jsou méně hořké. Pokud bychom porovnávali 100 % vzorky čokolád, můžeme říci, že kakaové boby odrůdy Forastero z Brazílie měly lepší chuť než zbylé odrůdy, nejhůře byly hodnoceny kakaové boby odrůdy Trinitario z Nikagaru, pravděpodobně pro její tabákovou chuť. Při hodnocení chuti však pohlédneme i na ostatní parametry, například na vůni nebo texturu čokoládu, a také na to, jak se rozpouští v ústech [38].



Obr. 20 Chuť vzorků čokolád

10.5 Vůně

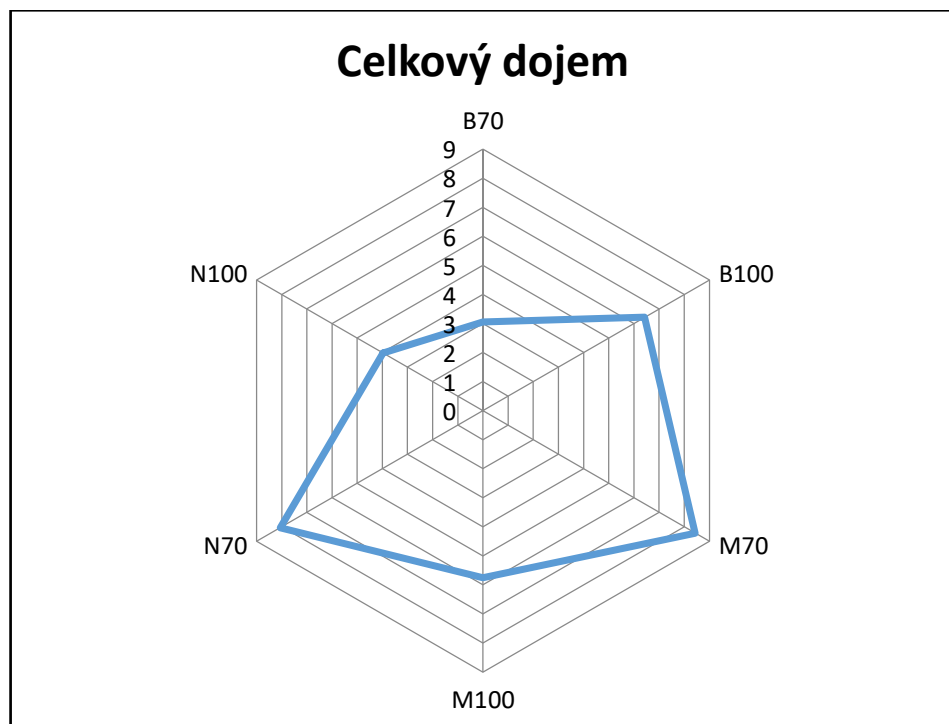
Při porovnávání vůní výrobku bylo zjišťováno, zda má čokoláda nepříjemnou, nevýraznou, nebo netypickou vůni (0), nebo jestli má typickou, příjemnou a výraznou vůni čokolády (10), (Obr. 21). Nejvíce příjemnou vůni měl vzorek B100 s hodnotou 7,2, hodnotitelé tuto vůni hodnotili jako příjemnou. Druhý vzorek skončil M70 s hodnotou 7,0. Další skončil vzorek B70 s hodnotou 6,7, vůně připomínala hodnotitelům velké množství koření. Následoval vzorek M100 taktéž s hodnotou 6,7, který měl podle hodnotitelů citrusovou vůni. Nejhůře skončily vzorky N70 s hodnotou 4,6 a N100 s hodnotou 3,9, které hodnotitelům připomínaly nepříjemné vůně tabáku a kouře z cigaret. Z výsledků je patrné, že kakaové boby pocházející z Brazílie a Madagaskaru mají intenzivní kakaové vůně, kdežto kakaové boby z Nikaragui mají nepříjemné pachy připomínající tabák. Je proto možné, že tyto kakaové boby rostly v oblasti, kde se pěstuje také tabák, a tak kakaové boby pochytily právě tuto vůni, protože Nikaragua se kromě pěstování kakaovníků zabývá také pěstováním tabáku a kávy [39].



Obr. 21 Vůně vzorků čokolád

10.6 Celkový dojem

Při hodnocení celkového dojmu čokolády bylo zjišťováno, zda je výrobek neuspokojivý s nevyhovujícími vlastnostmi (0), nebo je výrobek vynikající s výbornými vlastnostmi (10), (Obr. 22). Při hodnocení celkového dojmu nejlépe dopadl vzorek M70 s hodnotou 8,4, za ním pak N70 s hodnotou 8,0, dále B100 s hodnotou 6,4, M100 s hodnotou 5,7, N100 s hodnotou 3,9 a nejhorší dojem měl vzorek B70 s hodnotou 3,0. Nejvíce chutné byly dva vzorky 70 % čokolády s odlišnou zemí původu. Teoreticky by se dalo říci, že lepší celkový dojem budou vyvolávat vzorky 70 % čokolády s přidaným cukrem, nicméně celkový dojem netvoří jen chuť, ale i vůně a textura výrobku a rozpouštění v ústech [38].



Obr. 22 Celkový dojem vzorků čokolád

ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce bylo zjistit, jestli má vliv použitých kakaových bobů lišících se odrůdou a zemí původu na vlastnosti výrobku. Bylo vyrobeno celkem 6 vzorků čokolád, byly použity kakaové boby různých odrůd ze tří zemí. Čokolády se sensoricky vyhodnotily.

V rámci sensorické analýzy bylo zjištěno, že každá odrůda má své specifické vlastnosti, především tedy chuť a vůni. Tyto parametry totiž patří mezi klíčové faktory u spotřebitelů. Závisí ovšem nejen na použitých druzích kakaových bobů, ale i na přidaných surovinách, v mém případě na přídavku cukru. U některých vzorků mohlo pravděpodobně dojít i k vadám ve výrobě, nejen při temperaci, proto měly při sensorickém hodnocení horší výsledky. Nejlepší dojem u hodnotitelů vyvolal vzorek M70, tedy 70 % vzorek čokolády z kakaových bobů odrůdy Criollo z Madagaskaru. Druhý nejlepší vzorek v pořadí byl vzorek N70, tedy 70 % čokoláda z kakaových bobů Trinitario z Nikaragui. Naopak nejhorší dojem vyvolal vzorek B70, tedy 70 % čokoláda z kakaových bobů Forastero z Brazílie. Při porovnání 100 % čokolády bylo hodnocení přibližně stejné u vzorků B100 a M100, tedy kakaových bobů Forastero z Brazílie a kakaových bobů Criollo z Madagaskaru. Nejhorší dojem u vzorků 100 % čokolád vyvolal vzorek N100, což jsou kakaové boby Trinitario z Nikaragui. U obou provedení, jak u 70 % tak i u 100 % čokolády byly mezi vzorky s nejlepším celkovým dojmem zařazeny výrobky z kakaových bobů Criollo z Madagaskaru.

Závěrem tedy můžeme říci, že různé druhy kakaových bobů z různých zemí mají vliv na vlastnosti výrobků, převážně u hodnocení chutě a vůně.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] ARCIMOVIČOVÁ, Jana a VALÍČEK, Pavel. *Čokoláda pokrm bohů*. Benešov: Start, 1999. ISBN 80-86231-07-0
- [2] POSPÍŠIL, F., HLAVA, B. *Rostlinná výroba tropů a subtropů*. Státní pedagogické nakladatelství Praha. 1977. 157 stran.
- [3] BERK, Z., 2013, Food proces engineering and technology, Elsevier/Academic Press, Amsterdam: 690 s
- [4] Online. Dostupné z: <https://www.kuskakaa.cz/vse-o-kakau/>
- [5] DOYLE, Michael P. a BUCHANAN, Robert L. Food Microbiology - Fundamentals and Frontiers (4th Edition). In: . American Society for Microbiology (ASM). ISBN 978-1-55581-626-1. Dostupné také z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt00C3L1S6/food-microbiology-fundamentals/fermentation-in-boxes>
- [6] Online. Dostupné z: <https://www.cokobanka.cz/o-cokolade/kakaove-boby-odrudy/>
- [7] Online. Dostupné z: http://kakaoveboby.cz/?page_id=12
- [8] Online. Dostupné z: <https://www.cokomuzeum.cz/cz/muzeum/historie/historie-kakaa>
- [9] KUTZ, Myer. Příručka inženýrství zemědělských, mlékárenských a potravinářských strojů (3. vydání). V: . Elsevier. ISBN 978-0-1281-4803-7. Dostupné také z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt012282P1/handbook-farm-dairy-food/harvest-of-cacao>
- [10] KRÁMSKÝ, Stanislav a FEITL, Josef, BRONCOVÁ, Dagmar (ed.). *Kniha o čokoládě: historie výroby čokolády a cukrovinek v českých zemích*. Z historie průmyslu. Praha: Milpo media, 2008. ISBN 978-80-87040-13-3
- [11] GARTI, Nissim a WIDLAK, Neil R. Kakaové máslo a příbuzné sloučeniny. V: . AOCS Press. ISBN 978-0-9830791-2-5. Dostupné také z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt00A5QGS1/cocoa-butter-related/cacao-cocoa-from-tree>
- [12] HLAVA, B., MATĚJKA, V. *Technické rostliny a pochutiny*. Vysoká škola zemědělská Praha. 1988. 1 vydání. 130 stran

- [13] ČOPÍKOVÁ, Jana. *Technologie čokolády a cukrovinek*. 2. přepracované a aktualizované vydání. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2020. ISBN 978-80-7592-077-5
- [14] ČAPEK, M. *Výroba cukrovinek, trvanlivého pečiva, kaka a čokolády*. Praha: Průmyslové vydavatelství. 1951. 171 s.
- [15] Vyhláška Mze ČR č. 76/2003 Sb.
- [16] MOTARJEMI, Yasmine; MOY, Gerald a TODD, Ewen. Encyklopedie bezpečnosti potravin. V: . Elsevier. ISBN 978-0-12-378612-8. Dostupné také z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt00C6DR51/encyclopedia-food-safety/supply-chain>
- [17] CHANDAN, Ramesh C.; KILARA, Arun a SHAH, Nagendra P. *Dairy Processing and Quality Assurance (2nd Edition)*. In: . John Wiley. ISBN 978-1-118-81031-6. Dostupné také z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt011NBYFG/dairy-processing-quality/market-value>
- [18] Online. Dostupné z: <https://www.ferpotravina.cz/seznam-ecek/E322>
- [19] KADLEC, Pavel; MELZOCH, Karel a VOLDŘICH, Michal. *Co byste měli vědět o výrobě potravin?: technologie potravin*. Monografie (Key Publishing). Ostrava: Key Publishing, 2009. ISBN 978-80-7418-051-4
- [20] HRABĚ, J., BŘEZINA, P. a VALÁŠEK, P., *Technologie výroby potravin živočišného původu*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati, 2006. 180 s. ISBN 9788073184056
- [21] SCHUMACHER, K., *Čokoláda: velká encyklopedie: dějiny čokolády, jemné pečivo, cukrovinky, dezerty a nápoje*. Bratislava: TRIO Publishing, 2002. ISBN 80-968705- 0-5
- [22] *Výroba čokolády - Mendelova univerzita v Brně*. <http://web2.mendelu.cz>. [Online] http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/print.php?page=1436&typ=html.
- [23] GARTI, Nissim a WIDLAK, Neil R. *Kakaové máslo a příbuzné sloučeniny*. V: . AOCS Press. ISBN 978-0-9830791-2-5. Dostupné také z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt00A5QGB1/cocoa-butter-related/variation-in-fatty-acid>
- [24] SUN, Da-Wen. *Moderní techniky pro ověřování potravin (2. vydání)*. V: . Elsevier. ISBN 978-0-12-814264-6. Dostupné také z:

<https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt011PJZA1/modern-techniques-food/authenticity-cheese-milk>

[25] Online. Dostupné z: <https://www.potravinyinfo.cz/33/falsovani-kakaa-cokolady-a-vyrobyku-s-podilem-kakaa-a-cokolady-uniqueidmRRWSbk196FNf8-jVUh4EstVtRjpnQxZiE31Jd1RiIbVRYFLS2WAvA/>

[26] TALBOT, Geoff. Věda a technologie potažené a plněné čokolády, cukrovinek a pekařských výrobků. V: . Nakladatelství Woodhead. ISBN 978-1-84569-390-9. Dostupné také z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt006M9DC4/science-technology-enrobed/sensory-properties>

[27] TIEFENBACHER, Karl F. Technology of Wafers and Waffles I - Operational Aspects. In: . Elsevier. ISBN 978-0-12-809438-9. Dostupné také z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt012EAR17/technology-wafers-waffles/cocoa-chocolate-worlds>

[28] MANLEY, Duncan. Manley's Technology of Biscuits, Crackers and Cookies (4th Edition). In: . Woodhead Publishing. ISBN 978-1-84569-770-9. Dostupné také z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt009KA5V7/manley-s-technology-biscuits/chocolate-chocolate-cooling>

[29] MANLEY, D. Technology of Biscuits, Crackers and Cookies (3rd Edition). In: . Woodhead Publishing. ISBN 978-1-85573-532-3. Dostupné také z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt001B29TA/technology-biscuits-crackers/chocolate-moulding>

[30] Muzeum čokoládových obalů [online]. Dostupný z <https://www.chocolatewrappers.info/Cz>

[31] Online. Dostupné z: <https://sciencemag.cz/fyzikalni-tabulky-dobre-cokolady/>.

[32] Online. Dostupné z: <https://www.food-info.net/cz/qa/qa-fp45.htm>.

[33] HAMM, Wolf; HAMILTON, Richard J. a CALLIAUW, Gijs. Edible Oil Processing (2nd Edition). In: . John Wiley. ISBN 978-1-4443-3684-9. Dostupné také z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt011ARV52/edible-oil-processing/conclusion>

[34] CLARK, J. Peter. Practical Design, Construction and Operation of Food Facilities. In: . Elsevier. ISBN 978-0-12-374204-9. Dostupné také z:

<https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt009KXNX1/practical-design-construction/confectionery-chocolate>

[35] ČSN Online. Dostupné z: <https://www.agentura-cas.cz/>.

[36] HŘIVNA, L., MACHÁLKOVÁ, L., BUREŠOVÁ, I., NEDOMOVÁ, Š., & GREGOR, T. (2021). Texture, color, and sensory changes occurring in chocolate bars with filling during storage. *Food science & nutrition*, 9(9), 4863-4873

[37] Obr. 4. Online. Dostupné z:

https://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/print.php?page=8313&typ=html

[38] 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>

[39] Online. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Nikaragua>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

ČSN Česká státní norma

μm mikrometr

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Kakaovník pravý

Obr. 2 Odrůdy kakaových bobů

Obr. 3 Schéma výroby čokolády

Obr. 4 Šedivění čokolády

Obr. 5 Schéma výroby čokolády v laboratoři

Obr. 6 Upražené kakaové boby (zleva Forastero, uprostřed Criollo, zprava Trinitario)

Obr. 7 Mletí kakaových bobů a následné ztekucení hmoty

Obr. 8 Čokoláda B70 (vlevo) a B100 (vpravo)

Obr. 9 Čokoláda M70 (vlevo) a M100 (vpravo)

Obr. 10 Čokoláda N70 (vlevo) a N100 (vpravo)

Obr. 11 Barva povrchů čokolády

Obr. 12 Lesk povrchů čokolády

Obr. 13 Celistvost povrchů čokolády

Obr. 14 Struktura čokolády na řezu

Obr. 15 Dutinky na řezu čokolády

Obr. 16 Tání vzorků čokolády

Obr. 17 Tvrdost vzorků čokolády

Obr. 18 Textura vzorků čokolády

Obr. 19 Rozplývání vzorků čokolád v ústech

Obr. 20 Chut' vzorků čokolád

Obr. 21 Vůně vzorků čokolád

Obr. 22 Celkový dojem vzorků čokolád

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Senzorické hodnocení čokolády