

MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ
AGRONOMICKÁ FAKULTA

DIPLOMOVÁ PRÁCE

BRNO 2017

JENA JURKOVÁ

Mendelova univerzita v Brně
Agronomická fakulta
Ústav chemie a technologie potravin



Agronomická
fakulta



**Vliv receptury na kvalitu čokoládových výrobků
v průběhu jejich skladování**

Diplomová práce

Vedoucí práce:
prof. Dr. Ing. Luděk Hřivna

Vypracovala:
Bc. Jena Jurková

Brno 2017

ZADÁNÍ

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: Vliv receptury na kvalitu čokoládových výrobků v průběhu jejich skladování vypracoval/a samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

Jsem si vědoma, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne:.....

.....

podpis

PODĚKOVÁNÍ:

Zvláštní poděkování patří prof. Dr. Ing. Luďkovi Hřivnovi a Ing. Artsiomu Rubanovi za cenné rady, připomínky, odborné konzultace a pomoc při zpracování diplomové práce. Dále bych chtěla poděkovat celé své rodině za podporu během studia.

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá technologií výroby čokolády. Jsou zde popsány jednotlivé technologické kroky úpravy kakaových bobů, jako je fermentace, sušení až pražení a mletí. Dále jsou zde charakterizovány jednotlivé výrobní kroky čokolády od míchání, přes válcování, konšování a temperaci. Práce se dále zabývá vlivy působícími na skladovatelnost, zejména vlivem složení. Nechybí stručná charakteristika kakaovníku, surovin používaných se pro výrobu čokolády a vad, které se mohou u čokolády a čokoládových výrobků vyskytovat.

V praktické části diplomové práce byly vyrobeny vzorky retemperované a noretperované mléčné a hořké čokolády skladovány po dobu 3 měsíců a poté byla provedena senzorická analýza a měření textury. Senzorická analýza byla provedena před i po uskladnění vzorků. Na závěr byl vyhodnocen vliv složení na skladovatelnost, navržena možnost vedoucí ke zlepšení stability a skladovatelnosti čokolády a čokoládových výrobků.

Klíčová slova: čokoláda, kakaovník, výroba, vlivy, vady, skladování

ABSTRACT

The thesis deals with technology of production of chocolate. There are described different technological processing steps of the cocoa beans, such as fermentation, drying and roasting and grinding. There are also characterized by the manufacturing steps of chocolate by mixing, via rolling, conching and tempering. The study also discusses influences on the shelf life, mainly due to the composition. There is a brief description of cacao, using raw materials for the production of chocolate and defects that may vary with chocolate and chocolate products occur.

In the practical part of the diploma thesis, samples of retemperated and unretperated milk and bitter chocolate were stored for 3 months and then sensory analysis and texture measurements were made. The sensory analysis was performed before and after the storage of the samples. In conclusion, the effect of the composition on the shelf life was evaluated, an option designed to improve the stability and shelf life of chocolate and chocolate products.

Keywords: chocolate, cacao, production, influences, defects, storage

OBSAH

1	ÚVOD	9
2	CÍL PRÁCE	10
3	LITERÁRNÍ REŠERŠE	11
3.1	Kakaovník pravý (<i>Theobroma cacao</i>)	11
3.1.1	Odrůdy	12
3.2	Suroviny	14
3.2.1	Kakaové boby	14
3.2.2	Cukr	15
3.2.3	Tuk	15
3.2.4	Emulgátory	18
3.2.5	Další suroviny	18
3.3	Vlivy působící na čokoládu	19
3.3.1	Vliv použitých surovin	19
3.3.2	Vliv použitého technologického postupu	21
3.3.3	Vliv teploty skladování	21
3.3.4	Ostatní vlivy	21
3.4	Výroba čokolády	22
3.4.1	Technologie zpracování kakaových bobů	23
3.4.2	Technologie výroby čokolády	26
3.4.3	Technologie zpracování čokoládových výrobků	30
3.4.4	Dělení čokolád	32
3.5	Vady čokoládových výrobků	35
3.5.1	Tukový výkvět	35
3.5.2	Cukerný výkvět	36
3.5.3	Další vady	36
4	MATERIÁL A METODIKA	37
4.1	Výroba čokolády a podmínky jejího skladování	37
4.2	Prováděné analýzy	39
4.3	Statistická analýza dat	39
5	VÝSLEDKY A DISKUSE	40

5.1	Vyhodnocení senzorické analýzy.....	40
5.1.1	Statistické zpracování senzorického hodnocení čokoládových výrobků..	45
5.2	Vyhodnocení textury	46
6	ZÁVĚR	50
7	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	51
8	SEZNAM OBRÁZKŮ	56
9	SEZNAM TABULEK	57
10	PŘÍLOHY	58

1 ÚVOD

Výroba čokolády zahrnuje složitý systém technologických operací. Základní surovinou pro výrobu jsou kakaové boby, které se po sklizni upravují fermentací a sušením. Poté se vyčistí a probíhá pražení, kdy získají výraznou hnědou barvu. Nakonec jsou kakaové boby pomlety, kdy je rozrušena buněčná struktura a uvolňuje se kakaové máslo. Kakaové boby jsou získávány z kakaovníku pravého, což je strom rostoucí v oblasti tropického pásu. Existuje několik desítek druhů odrůd, kdy velmi záleží na oblasti pěstování kakaovníku. Nejpoužívanějšími odrůdami používající se pro výrobu čokolády a čokoládových výrobků jsou Criollo, Forastero a kříženec Trinitario.

Samotná výroba čokolády zahrnuje míchání, kdy je čokoládová hmota smíchána s ostatními surovinami, jako je cukr, lecitin nebo sušené mléko. Následuje lisování, válcování, které probíhá na ocelových válcích a na jeho konci má čokoládová hmota velmi jemnou strukturu a konzistenci. Poté čokoládová hmota projde procesem konšování a temperace, což jsou velmi důležité procesy pro získání kvalitní čokolády s dobrým leskem, barvou a strukturou.

Na čokoládu působí mnoho vlivů, kdy mezi nejvýznamnější patří vliv složení, technologického postupu a teploty skladování. Dále jsou v práci popsány vady, které mohou nastat při špatném technologickém postupu nebo špatném skladování čokolády. Jedná se o tukový a cukerný výkvět a také je zde uvedeno základní rozdělení čokolád nejen podle platné legislativy, ale jsou zde uvedeny také další tržní druhy.

V praktické části diplomové práce byly vyrobeny vzorky mléčné a hořké čokolády. Polovina vzorků byla podrobena retemperaci, kdy vzorky byly skladovány 24 hodin při 23 °C. Poté byly rozděleny a zabaleny do hliníkové folie nebo do PE-folie za vakua. Vzorky čokolády byly 3 měsíce skladovány při teplotních režimech: -18 °C , 6 °C, 12 °C a 20 °C a poté u nich byla provedena senzorická analýza a měření textury. Senzorické hodnocení proběhlo dvakrát – před a po uskladnění čokolád.

2 CÍL PRÁCE

Vypracovat literární rešerši zaměřenou na výrobu čokolády a čokoládových cukrovinek včetně vlivu jejich složení na skladovatelnost. Připravit vzorky mléčné a hořké čokolády. U těchto čokolád sledovat vliv různých režimů skladování na změny jejich texturních vlastností a sensorické kvality. Průběh změn při skladování výrobků vyhodnotit s ohledem na jejich technologii výroby a složení. Zde se zaměřit na vzniklé vady a problémy a provést dokumentaci. Získané výsledky vyhodnotit dostupnými metodami a provést statistické hodnocení dat. V závěru doporučit nejvhodnější způsob skladování čokolády a čokoládových výrobků.

3 LITERÁRNÍ REŠERŠE

3.1 Kakaovník pravý (*Theobroma cacao*)

Původní oblast, ze které kakaovník pochází, je tropický deštný prales v povodí Amazonky a Orinoka (dnešní Mexiko a Guatemala). Odborníci odhadují, že rod *Theobroma* se v této oblasti vyskytuje už více než milion let a druh *Theobroma cacao* se objevil asi před 15 tisíci lety. Druh *Theobroma cacao* neboli kakaovník pravý vznikl zkrížením druhů *Theobroma pentagonum* a *Theobroma leiocarpum* (KRÁMSKÝ et al., 2008).

Kakaovník se v dnešní době pěstuje zejména v oblasti tzv. „kakaového pásu“, který se rozkládá mezi 10° severní a 10° jižní šířky. Kromě Mexika a Guatemaly zahrnuje státy jako Nikaragua, Peru, ostrovy v Karibském moři, Jamajku, Malajsii, Indonésii a Srí Lanku. Nejvýznamnějším producentem je západní Afrika (tab. 1), která se podílí na světové úrodě kakaových bobů až 67 %, z toho 43 % produkce pochází z Pobřeží slonoviny, kdy významnou úlohu hrají také Ghana (více než 20 % světové produkce), Nigérie, Kamerun a Madagaskar (ČOPÍKOVÁ et al., 2015; MERGEROVÁ, 2008).

Kakaovník je vždyzelený 4 – 8 metrů vysoký strom, který vyžaduje stálé podnebí, kdy teplota neklesá pod 16 °C (ideální je teplota 25 – 28 °C), vysokou vlhkost (65 – 70 %) a také ochranu před sluncem. V nižších patrech deštného pralesa má kakaovník potřebný stín a je dobře chráněný před větrem a vzdušná vlhkost dosahuje v těchto místech minimálních výkyvů. Na kakaovníku rostou listy, květy i plody (zralé i nezralé) zároveň po celý rok. Listy jsou zašpičatělé, asi 15 – 30 cm dlouhé a 8 – 10 cm široké. Květy (obr. 3) mají šafránově žlutou až červenou barvu a vyrážejí nejen z větví, ale i z kmene kakaovníku. Květy jsou velké, oválné a velikostí připomínají meloun. Úkaz, kdy květy vyrůstají přímo z kmene, se odborným názvem označuje jako kauliflorie. Plodem jsou tobolky, které dorůstají 4 - 5 měsíců a ještě další měsíc dozrávají. V tobolce se nachází 30 – 40 kožnatých semen, které jsou obklopeny slizkou kožnatou dužinou. Plody mají sladkou až mírně nakyslou chuť. Zbarvení plodů je velmi pestré, mohou být žluté, oranžové, červené až vínové. (BLÁHA et al., 2014; DOUTRE-ROUSSELOVÁ, 2005; MERGEROVÁ, 2008).

Kakaovník se v tropickém deštném pralesu rozmnožuje především díky zvířatům, která jedí dužinu plodů a hořké plody odhazují. Kakaovník začíná nést plody asi 3 – 5 let po vysazení, plná plodnost nastává za 6 – 7 let a trvá 20 – 50 let (ARCIMOVIČOVÁ, VALÍŠEK, 1999; HROMADOVÁ, 2006).

Sklizeň kakaovníku probíhá většinou v květnu a poté od října do listopadu, kdy plody se trhají ručně a poté jsou rozseknuty mačetou (BURDA, 2013; HROMADOVÁ, 2006).

Tab. 1 Světová produkce kakaových bobů (v tisících tunách)
(ICCO Quarterly Bulletin of Cocoa Statistics, Vol. XLII, No. 3, Cocoa year 2015/16)

	2013/14		Estimates 2014/15		Forecasts 2015/16	
Africa	3199	73.1%	3073	72.5%	2942	73.8%
Cameroon	211		232		250	
Côte d'Ivoire	1746		1796		1570	
Ghana	897		740		820	
Nigeria	248		195		190	
Others	97		109		112	
America	727	16.6%	763	18.0%	639	16.0%
Brazil	228		230		135	
Ecuador	234		250		230	
Others	265		283		274	
Asia & Oceania	447	10.2%	400	9.4%	408	10.2%
Indonesia	375		325		330	
Papua New Guinea	36		36		36	
Others	36		39		42	
World total	4373	100.0%	4236	100.0%	3988	100.0%

3.1.1 Odrůdy

Existují dvě základní odrůdy kakaovníku a velké množství odrůd hybridních (MERGEROVÁ, 2008).

3.1.1.1 Criollo

Kakaové boby odrůdy Criollo jsou velmi vysoké kvality, proto jsou považovány za nejvzácnější a nejdražší. Boby mají vejčitý tvar, na řezu bílou až červenobílou barvu a slupka je měkká a tenká. Jejich chuť je slabě nahořklá, ale jemně aromatická. Tato odrůda je velmi málo odolná vůči nákazám, vyžaduje jakostní půdu, dále stálou teplotu a vlhkost. Nejvíce se pěstuje v oblasti Nikaragui, Guatemaly, Mexika, Venezuely a Kolumbie, dále také v Trinidadu, Jamajce a Grenadě. Používá při výrobě jemných druhů čokolád. Druh Criollo tvoří asi 1 % celosvětové produkce (BLÁHA et al., 2014; HROMADOVÁ, 2006).

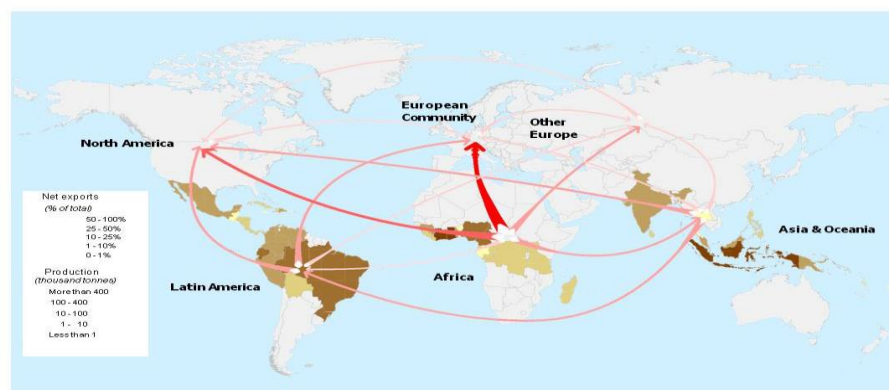
3.1.1.2 Forastero

Celosvětově nejrozšířenější a nejvíce využívanou odrůdou při výrobě čokolády, jsou kakaové boby odrůdy Forastero, které tvoří 85 – 90 % celosvětové produkce. Pěstují se zejména v Africe a ve Střední a Jižní Americe (zejména v Brazílii). Semena jsou plochá, na řezu mají purpurovou až hnědou barvu a jsou kryta tvrdou a silnou slupkou. Jejich chuť je trpká a nahořklá. Na rozdíl od Criolla je tento druh kakaovníku velmi odolný vůči nákazám (BLÁHA et al., 2014; ČOPÍKOVÁ, J. et al., 2015; MERGEROVÁ, 2008)

3.1.1.3 Trinitario

Hybridní odrůda vzniklá zkřížením odrůd Criollo a Forastero. Z Criolla této odrůdě zůstala chuťová pestrost a bohatost a z Forastera má vysokou odolnost vůči nákazám a vyšší výnosy. Odrůda získala název dle ostrova Trinidad, kde se je v 18. století poprvé podařilo vypěstovat. Kakaové boby mají světle fialovou dužinu. Tato odrůda kakaových bobů se také používá při výrobě jemné čokolády. Z celosvětové produkce tvoří odrůda Trinitario 10 – 15 % (BLÁHA et al., 2014; HROMADOVÁ, 2006).

Kromě těchto základních odrůd existuje mnoho místních odrůd. V každé oblasti, kde má pěstování kakaovníku tradici (obr. 1), existuje specifická odrůda, která má specifické chuťové vlastnosti. Mezi tyto místní odrůdy patří například Arriba, Amelonado, Chuao, Porcelana a mnoho dalších (BLÁHA et al., 2014).



Obr. 1 *Produkce a exportní síť kakaových bobů (rok 2005/2006)*
(www.icco.org)

3.2 Suroviny

3.2.1 Kakaové boby

Kakaové boby (obr. 2) obsahují: 53 % tuku, 13,1 % bílkovin, 7,35 % extrakčních látek, 5,6 % sacharidů, 5,5 % polyfenolových látek, 5 % vody, 2,65 % popela, 2,5 % organických kyselin, 2,4 % vlákniny, 1,5 % pentozanů, 1,4 – 1,7 % theobrominu (BLÁHA et al., 2014).

Mezi důležité složky kakaových bobů patří kakaové máslo, theobromin, organické kyseliny, polyfenolové látky a extrakční aromatické látky. Theobromin je alkaloid, který na lidský mozek působí podobně jako kofein. V malých dávkách působí povzbudivě na činnost srdce, působí jako diuretikum, jako mírný povzbuzující prostředek a také uvolňuje hladké svalstvo průdušek. Polyfenolové látky jsou v kakaových bobech obsaženy kolem 3 - 6 %. Tyto látky způsobují trpkou a svíravou chuť kakaových bobů a při jejich oxidaci vznikají hnědočerveně zbarvené flobabény. Polyfenolové látky mají také příznivé účinky na zdraví, zejména na kardiovaskulární systém. Organické kyseliny se v kakaových bobech nacházejí v množství 0,7 – 2,3 % a do této skupiny patří zejména octová, vinná, jablečná a šťavelová kyselina (BLÁHA et al., 2014; GODOČIKOVÁ et al., 2016; MERGEROVÁ, 2008).



Obr. 2 Kakaové boby
(<http://pixabay.com/cs/photos>)



Obr. 3 Květ kakaovníku
(<http://www.google.cz/kakaovnik>)

3.2.2 Cukr

Nejčastěji používaným cukrem při výrobě čokolády je sacharóza, což je disacharid složený z glukózy a fruktózy. Sacharóza představuje 30 – 60 % čokolády v závislosti na typu. Sacharózu lze nahradit jinými přídatnými látkami, mezi které patří zejména D-glucitol, D-maltitol, D-laktitol a izomalt v kombinaci s L-aspartamem (ČOPÍKOVÁ, 2012; FURLAN et al., 2017; TAUFEROVÁ et al., 2014).

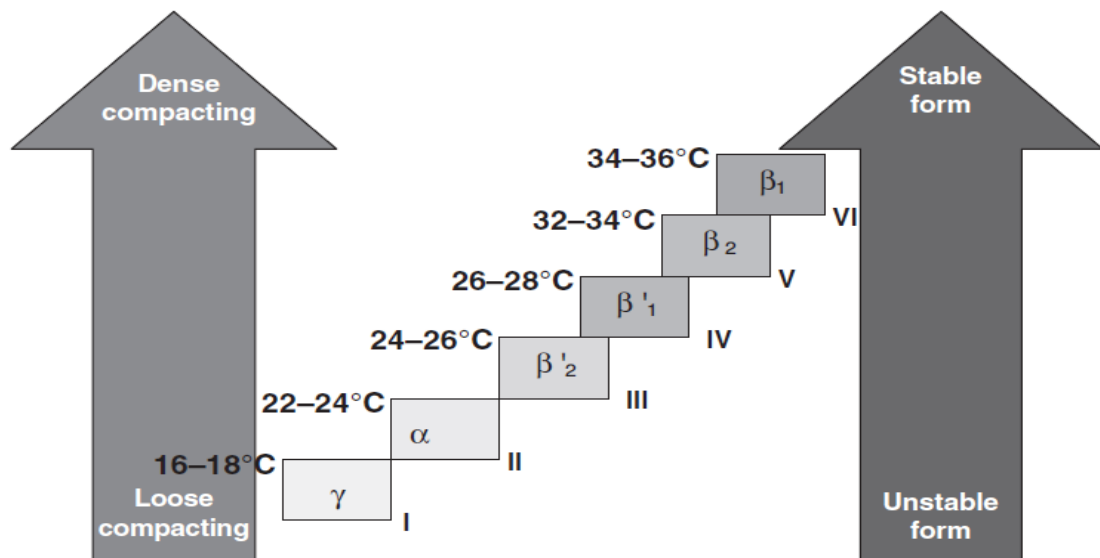
V dnešní době se vyskytuje mnohem více spotřebitelů, kteří požadují čokoládu a čokoládové výrobky bez cukru, protože diabetes je jednou z nejrozšířenějších chronických onemocnění. Nízkokalorická sladidla jsou důležitou alternativou pro výrobu produktů s nízkým obsahem cukru. Úplné nahrazení cukru představuje problém, protože budou ovlivněny fyzikální a reologické vlastnosti, textura, tvorba výkvětů a ostatní parametry, které ovlivňují konečnou stabilitu čokolády. Proto je nutná kombinace sladidel a stabilizačních činidel. V důsledku toho byla provedena studie, kdy byl jako sladidlo použit inulin a stévie. Tyto sladidla byla použita na vzorcích bílé čokolády, které byly skladovány při různých teplotních režimech 100 dní. Výsledky ukázaly, že bílá čokoláda s přídatkem 5 % inulinu má nejdelší životnost, což může být způsobeno izolačním účinkem inulinu mezi částicemi. Tato vlastnosti snižuje reaktivitu i reakční rychlost rozkladu zejména při nízkých koncentracích. Přídatek 10 % inulinu měl za následek snížení obsahu volného tuku ve vzorku. Studie textury u těchto vzorků ukázaly, že po přídatku 10 % inulinu poklesla pevnost čokolády. Díky probiotikům, jako je inulin, je možné vyrábět čokoládové produkty s lepšími vlastnostmi a vyšší stabilitou (FURLAN et al., 2017).

3.2.3 Tuk

Nejvýznamnějším tukem přidávaným při výrobě čokolád je kakaové máslo, které má vysokou trvanlivost, je odolné a poměrně stálé vůči vzduchu, zvýšené teplotě a také vlhkosti. Kakaové máslo lze skladovat po delší dobu, ale je nutné ho chránit před slunečními paprsky. V jádrech kakaových bobů je obsaženo kolem 50 – 65 % kakaového másla. Kakaové máslo je tuk, který má bod tání 32 – 33 °C a skládá se z kyseliny olejové (38 %), stearové (35 %), palmitové (25 %), linolové (4 %), glycerolu (4,3 %) a nemydelitelných látek (0,3 %). Převažující množství nasycených mastných kyselin v kakaovém másle bývá považováno za škodlivé, zejména z nutričního hlediska. Nasycené mastné kyseliny obsažené v kakaovém másle s délkou řetězce C:12 až C:16 jsou

považovány za jedny z původců aterosklerózy a často spojovány s kardiovaskulárním onemocněním. Vědecké studie z poslední doby ovšem ukazují na neutrální účinek kyseliny stearové na sérové hladiny celkového cholesterolu a LDL cholesterolu (BLÁHA et al., 2014; FILIP, 2014; GODOČIKOVÁ et al., 2016).

Kakaové máslo je polymorfní, neboli je schopno krystalizovat v různých krystalických modifikacích (obr. 4). Kakaové máslo může vytvářet 6 typů forem (I – VI), konkrétně α , β_1 a β_2 , které se rozpouštějí při různých teplotách. Forma V neboli β -modifikace je nejvíce žádoucí formou a vyskytuje se v dobře temperované čokoládě. Dává jí lesklý vzhled, dobrý lom a odolnosti proti cukernému a tukovému výkvětu. Jestliže je čokoláda špatně temperovaná, jsou krystaly ve formě IV, která se rychle přeměňuje do stabilnější formy β -modifikace. Krystalické formy V a VI jsou v kakaovém másle nejstabilnější. Teplota tání u krystalické formy VI se pohybuje kolem 34 – 36 °C a většinou se vyskytuje na déle skladované čokoládě v doprovodu tukového výkvětu, proto také rychle přechází ve stabilnější β -modifikaci. Nejméně stabilní forma I má teplotu tání 16 – 18 °C a velmi rychle se transformuje do krystalické formy II. Naopak transformace do formy III a IV probíhá velmi pomalu (AFOAKWA, 2010; HRABĚ et al., 2007).



Obr. 4 Stupně stability a teplotní rozmezí 6 krystalických forem kakaového másla (AFOAKWA, 2010)

3.2.3.1 Náhražky kakaového másla

Kakaové máslo lze nahradit rostlinnými tuky. Dle Vyhlášky č. 76/2003 Sb., kterou se stanoví požadavky pro přírodní sladidla, med, cukrovinky, kakaový prášek a směsi kaka s cukrem, čokoládu a čokoládové bonbony lze do čokolády přidávat rostlinné tuky, které jsou uvedeny v tabulce č. 2.

Tab. 2 Rostlinné tuky přidávané do čokoládových výrobků (Vyhláška č. 76/2003 Sb. MZe)

Obvyklý název rostlinného tuku	Botanický název rostlin, ze kterých mohou být uvedené tuky získány
1. Illipe, bornejský tuk, Tengkwang	<i>Shorea</i> spp.
2. Palmový olej	<i>Elaeis guineensis</i> <i>Elaeis Olivera</i>
3. Sal	<i>Shorea roborata</i>
4. Shea (bamacký tuk, olej z milovníku)	<i>Butyrospermum parkii</i>
5. Kokum gurgi	<i>Garcinia indica</i>
6. Olej z jader manga	<i>Mangifera indica</i>

Tyto rostlinné tuky nesmí obsahovat kyselinu laurovou a jsou bohaté na obsah symetrických monoenoových glyceridů jako jsou POP, POSt a StOSt, kdy P označuje kyselinu palmitovou, O kyselinu olejovou a St kyselinu stearovou. Tyto náhražky musí být mísitelné s kakaovým máslem v jakémkoliv poměru a slučitelné s jeho fyzikálními vlastnostmi. Rostlinné tuky jsou získávány pouze rafinací nebo frakcionací, což zajišťuje, že nebude triglyceridová struktura enzymaticky pozměněna (TAUFEROVÁ et al., 2014).

Dvě hlavní skupiny náhražek kakaového másla jsou popsány jako substituenty a evivalenty. První skupinou jsou CBS neboli Cocoa Butter Substitutes. Náhražky tohoto typu nejsou podobné kakaovému máslu, ovšem v malém množství se mohou míchat. Mezi tuto skupinu patří palmový, kokosový nebo palmojádrový olej a směs není nutné temperovat. Tyto tuky jsou částečně mísitelné až nemísitelné s kakaovým máslem a mají odlišné chemické a fyzikální vlastnosti. V mnoha zemích je používání těchto tuků omezeno zákonem, avšak vzhledem k tomu, že obsahují kyselinu laurovou, tak je možné je používat do čokoládových polev a zmrzlin (BARTOŠKOVÁ, 2010; ČOPÍKOVÁ, 1999; PELIKÁN et al., 1999).

Druhou skupinou jsou CBE nebo Cocoa Butter Equivalents. Skupina tuků, která má velmi podobné složení jako kakaové máslo, a proto je lze míchat v jakémkoli poměru. Řadíme sem tuky získané ze střední frakce palmového oleje, dále tuky z tropických rostlin, jako je Illipe nebo bornejský lůj. Používají se do čokoládových polev a při správném průběhu temperace jsou výrobky odolné proti tukovému výkvětu (BARTOŠKOVÁ, 2010; ČOPÍKOVÁ, 1999; PELIKÁN et al., 1999).

Do čokolád a čokoládových výrobků může být použit také mléčný tuk, který vykazuje inhibující účinky na vznik tukového výkvětu. Částečná náhrada kakaového másla mléčným tukem má příznivý vliv na krystalizaci v čokoládě. Dále se zvyšuje odolnost proti vzniku výkvětu a výrazně se zjemňuje struktura snížením obsahu podílu pevných tuků, čímž se zpomaluje rychlost krystalizace. V dnešní době je ovšem inhibiční účinek mléčného tuku zanedbatelný. V největší míře se dnes používá mléčný tuk ve formě sušeného mléka (MACHÁLKOVÁ et al., 2015).

3.2.4 Emulgátory

Nejvíce a nejčastěji používaným emulgátorem, který je přidáván do všech typů čokolády, je lecitin. Tento emulgátor se vyrábí z vaječného žloutku a sójových bobů a jeho hlavní funkcí je stabilizovat čokoládu a absorbovat vlhkost. Jestliže se obsah lecitinu v čokoládě pohybuje kolem 1 %, lze čokoládu považovat za vysoce kvalitní (McFADDEN et al., 1999).

3.2.5 Další suroviny

Mezi další suroviny přidávané do čokolád patří sušené mléko, aromatizující přísady nebo jádroviny.

Sušené mléko musí být čerstvé a dobré kvality. Existují 3 typy mlék přidávaných při výrobě čokolády: sušené plnotučné mléko sušené rozprašováním, mléko sušené ve válcové sušárně, které je nejlepší pro výrobu čokolády, ale také dražší a posledním typem je odstředěné mléko (HŘIVNA, 2014). Dle vyhlášky č. 76/2003 Sb. mohou být do čokolády (hořké čokolády), mléčné čokolády, family mléčné čokolády, bílé čokolády, Chocolate a la taza a Chocolate familiar a la taza přidány jen takové látky určené k aromatizaci, které nenapodobují chuť čokolády nebo mléčného tuku (Vyhláška č. 76/2003 Sb. MZe). Do všech druhů čokolád a čokoládových bonbónů je dle Vyhlášky č.

76/2003 Sb. zakázáno přidávat živočišné tuky, které nepocházejí výhradně z mléka a mouky, granulované nebo práškové škroby, s výjimkou Chocolate a la taza a Chocolate familiar a la taza (Vyhláška č. 76/2003 Sb. MZe).

3.3 Vlivy působící na čokoládu

3.3.1 Vliv použitých surovin

Kvalitní přísady mohou významně ovlivnit sensorické a texturní vlastnosti čokolády. Pro získání vysoce kvalitního konečného čokoládového výrobku hraje důležitou roli složení čokoládové hmoty a to zejména forma krystalizace kakaového másla. Požadovanou krystalickou formou je forma V (β), která je dominantní v dobře temperované čokoládě. Podmínky krystalizace kakaového másla určují nejen jeho krystalickou formu a uspořádání v krystalové mřížce, ale jsou také hlavními faktory určujícími reologické a texturní vlastnosti čokolády (RUBAN et al., 2016).

3.3.1.1 Vliv tuku

Obsah tuku se většinou pohybuje kolem 25 – 35 % a má vliv na strukturu čokoládových výrobků. Použití rostlinných tuků jako náhrada kakaového másla může mít také vliv na vlastnosti čokolády a čokoládových výrobků. Sensorické vlastnosti čokolády mohou být odlišné také díky použití různých odrůd kakaových bobů při výrobě čokolád (AFOAKWA, 2010).

3.3.1.2 Vliv cukru

Cukr je v čokoládě inertní složkou, dává ji jemnou chuť a má vliv na sladkost čokolády a čokoládových výrobků. K velkým chuťovým změnám dochází již při zvýšení obsahu cukru v receptuře o 5 %. Laktóza, která se používá zejména ve formě laktitolu, se nachází v komplexu s podílem mléčného tuku. Významně ovlivňuje chuť čokolády a zvyšuje hnědnutí účastí v Maillardových reakcích. Glukóza a fruktóza se do čokolády přidávají jen velmi málo, protože je lze obtížně vysušit. Vzhledem k tomu dochází ke zvýšení vlhkosti, vyšší interakci mezi cukernými částicemi a zvyšují viskozitu čokolády (AFOAKWA, 2010).

3.3.1.3 Vliv mléka a mléčných produktů

Sušené mléko je v čokoládě obsaženo asi z 20 %, kdy jeho fyzikální vlastnosti mohou mít významný vliv na zpracování a reologické vlastnosti. Mléčný tuk, který je obsažený v mléce, zjemňuje strukturu čokolády, bohužel je náchylný k oxidaci a proto ovlivňuje trvanlivost čokoládových výrobků. Mléčné bílkoviny zlepšují krémovitost zejména u mléčných druhů čokolád a kaseinové bílkoviny snižují viskozitu čokolády. Syrovátka a laktóza se využívají ke snížení sladkosti některých druhů čokolád a čokoládových cukrovinek (AFOAKWA, 2010; GLICERINA et al., 2015).

3.3.1.4 Vliv povrchově aktivních látek

Použití povrchově aktivních látek se odvíjí od funkce konečného produktu, kdy do této skupiny řadíme lecitin, gumy a rozpustné nebo syntetické polysacharidy. Sójový lecitin, což je vedlejší produkt při výrobě sójového oleje lze do čokoládové hmoty přidat pouze do 1 %. Nejkritičtější vliv na čokoládovou hmotu má při přidavku do 0,3 %, kdy viskozita zůstává konstantní a hranice toku se začíná zvyšovat.

Další povrchově aktivní látkou je polyglycerolpolyricinoleát (PGPR), který se získává polykondenzací ricinového oleje a glycerolu. Jeho přidávání do obsahu do 0,5 % do čokoládových hmot bylo v rámci EU oficiálně schváleno. Na viskozitu se PGPR projevuje po přidavku 0,8 %, kdy hranice toku prudce klesá.

V cukrářství jsou také hodně využívány glycerol monostearáty (GMS), které se získávají esterifikací hydroxylových skupin glycerolu, a po jejich přidavku se zvyšuje viskozita čokoládové hmoty. Aby bylo dosaženo požadované viskozity a výtěžku čokolády, jsou v dnešní době využívány směsi sójového lecitinu a PGPR (AFOAKWA et al., 2007; ČOPÍKOVÁ, 1999).

3.3.2 Vliv použitého technologického postupu

Jedním z velmi důležitých vlivů na čokoládu a čokoládové výrobky je technologický postup jejich výroby. Různé studie a průzkumy ukazují rozdíly již v zemědělských postupech a zpracování kakaových bobů, a to nejen mezi jednotlivými zemědělci, ale i v rámci jednotlivých zemí. Zemědělská činnost a způsob pěstování a dalšího zpracování je zodpovědný za mnoho kvalitativních charakteristik kakaových bobů. V důsledku různých zemědělských postupů dostávají pak výrobci nesourodé šarže kakaových bobů, a proto mají jen hrubé očekávání kvalitativních parametrů podle země původu (SALTI-
NI et al., 2013).

Jedním z citlivých kroků technologické výroby čokolády je temperace. Řádně provedená temperace je velmi důležitá, protože způsob a provedení může mít významný vliv na senzorické a texturní vlastnosti čokolády a čokoládových výrobků (RUBAN et al., 2016).

3.3.3 Vliv teploty skladování

Velmi důležité jsou podmínky skladování čokolády, a to zejména teplotní režim. Senzorické a texturní vlastnosti mohou ovlivnit také podmínky během spotřeby čokolády. Vysoké teploty během skladování čokolády a čokoládových výrobků podporují migraci tuku, což vede k jeho rekrystalizaci na povrchu výrobků a vzniku tukových výkvětů (RUBAN et al., 2016).

3.3.4 Ostatní vlivy

Mezi ostatní vlivy působící na čokoládu lze zařadit vliv vlhkosti, vliv rozdělení velikosti částic a vliv otřesů.

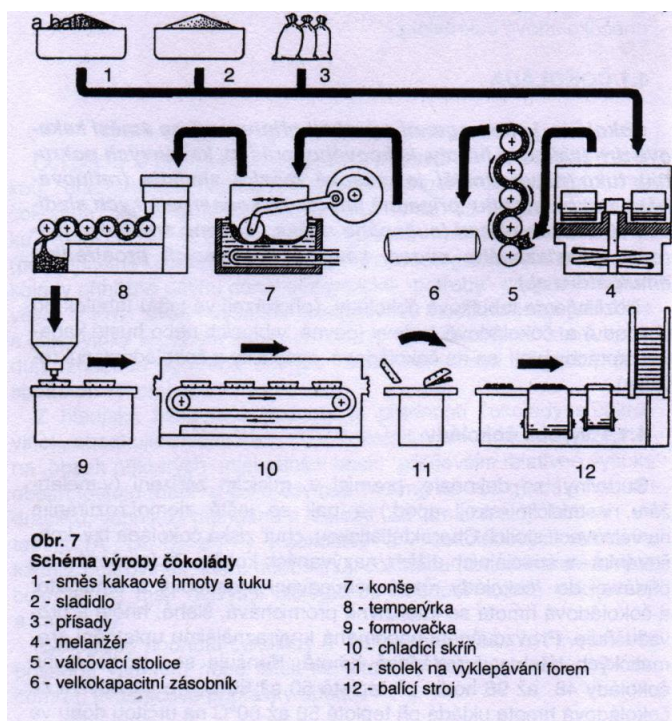
Vliv vlhkosti se projevuje zejména u viskozity čokolády, která se se stoupajícím obsahem vody také zvyšuje. Tekutá čokoláda je emulze vody v oleji. Obsah vody u hořkých čokoládových výrobků se pohybuje kolem 0,7 %. U mléčných čokoládových výrobků je tato hodnota nižší. Vliv otřesů se projevuje zejména při formování čokolád a čokoládových cukrovinek. Při tomto procesu dochází vlivem vibrací a překlápění forem k poklesu viskozity a naopak amplituda otřesů stoupá (ČOPÍKOVÁ, 1999).

Velikost pevných částic v čokoládově hmotě patří k důležitým faktorům ovlivňujícím reologické a texturní vlastnosti. Minimální viskozitu má čokoládová hmota, jestliže

obsahuje asi 20 % částic s velikostí do 20 μm . V případě vytvoření většího počtu částic viskozita čokoládové hmoty stoupá a hranice toku naopak klesá. Obsah menších částic má vliv na zlepšení sensorických vlastností čokolády. Viskozita a hranice toku patří mezi důležité fyzikální vlastnosti čokolády. Viskozita je energie potřebná k udržení tekutiny v konstantním pohybu a hranice toku je energie potřebná k uvedení tekutiny do pohybu (ČOPÍKOVÁ 1999; SOKMEN, GUNES, 2006).

3.4 Výroba čokolády

Proces technologie výroby čokolády zahrnuje několik fází. V první fázi jsou zpracovány kakaové boby pomocí fermentace, následuje sušení, čištění, předpražení a pražení a nakonec mletí. V procesu míchání se z rozdrčených kakaových bobů a dalších surovin stává čokoládová hmota a čokoláda, která se dále upravuje lisováním, válcováním, konšováním a nakonec temperováním. Samotné zpracování čokolády a čokoládových výrobků zahrnuje úpravy jako formování, chlazení, balení, skladování a expedice. Následující schéma (obr. 5) zahrnuje všechny tyto výrobní kroky.



Obr. 5 Technologické schéma výroby čokolády

3.4.1 Technologie zpracování kakaových bobů

3.4.1.1 *Fermentace*

Fermentace je první fází při zpracování kakaových bobů. Jedná se o proces, kdy kvasí cukerná dužina, ve které jsou obaleny kakaové boby. Ty jsou poté vyjmuty a samy jsou podrobeny fermentaci. Nejjednodušší způsob je boby navršit na hromadu a přikrýt je banánovými listy a postupně nechat kvasit. Během procesu je potřeba kakaové boby pravidelně otáčet kvůli stálému přístupu vzduchu a zajištění rovnoměrného kvašení. Modernějším způsobem je uložení bobů do dřevěných fermentačních nádob, které mají děrované dno. Doba fermentace se odvíjí od druhu bobů a pohybuje se v rozmezí 2 – 7 dní (BLÁHA et al., 2014).

Během fermentace probíhá řada chemických procesů, které lze rozdělit do dvou skupin. Na procesy vyvolané mikroorganismy a procesy vyvolané enzymy kakaových bobů. Fermentace vyvolaná mikroorganismy probíhá v aerobním i anaerobním prostředí. V anaerobní části procesu jsou pomnoženy kvasinky a vzniká etanol a oxid uhličitý. Díky působení mikroorganismů, zejména bakterií a kvasinek se ztrácí přirozená hořkost kakaových bobů a vzniká charakteristické čokoládové aroma (BLÁHA et al., 2014; HROMADOVÁ, 2006; MERGEROVÁ, 2008).

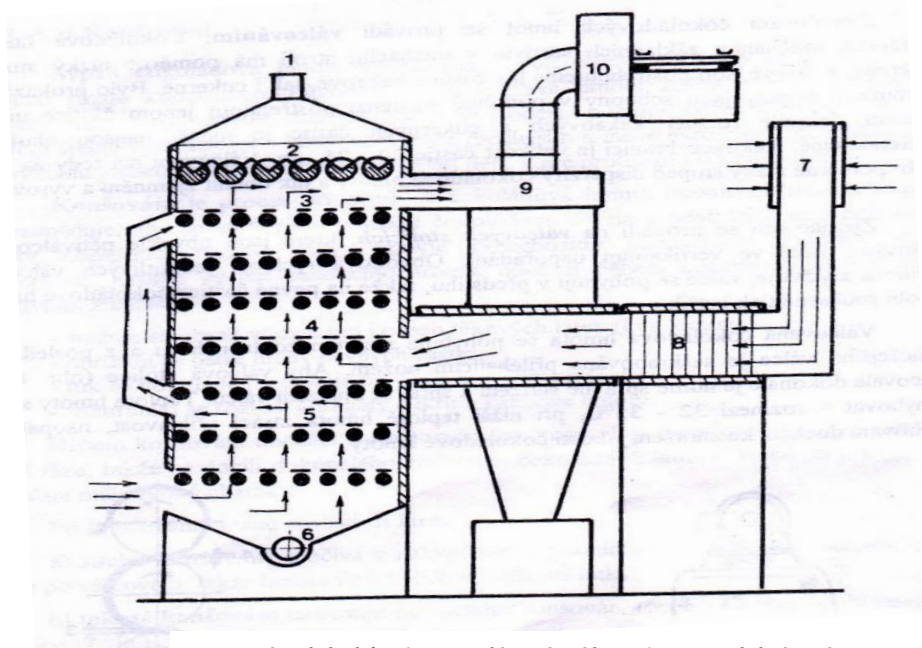
Současným působením pektolytických enzymů dochází k destrukci buněk plodové dužniny a je uvolňována kalná žlutá tekutina a fermentační šťáva. Tekutina vytéká z fermentačních hromad a košů a fáze trvá asi 24 - 36 hodin, zvyšuje se pH a obsah ethanolu. Vlivem odtékající šťávy se hromady začínají provzdušňovat, čímž klesá aktivita kvasinek a nastává aerobní fáze. V aerobní části fermentace klesá pH, etanol se oxiduje na kyselinu octovou. Ze začátku nejvíce působí bakterie mléčného kvašení, ale díky stoupající teplotě kakaových bobů až na hodnotu 43 – 45 °C začnou převládat bakterie octového kvašení (ČOPÍKOVÁ, 2012; TAUFEROVÁ et al., 2014).

Fermentace vyvolaná enzymy probíhá v anaerobním prostředí za působení polyfenolických enzymů. Tyto enzymy působí na polyfenolické látky, které jsou obsaženy v kakaových bobech. Díky řadě oxidačních a kondenzačních procesů dochází k degradaci polyfenolických látek a vznikají tmavohnědě zbarvené flobafény (ČOPÍKOVÁ, 2012; TAUFEROVÁ et al., 2014).

Fermentace je velmi důležitý proces, na kterém závisí konečná jakost kakaových bobů (BLÁHA et al., 2014).

3.4.1.2 Sušení

Cílem sušení je zbavit kakaové boby vlhkosti na méně než 8 %, aby se zabránilo plesnivění při dopravě a skladování. Sušení může probíhat buď přirozeně na slunci, kdy se kakaové boby rozprostou na rohože z bambusu nebo na dřevěnou podlahu. Dále lze sušení provádět uměle v sušárnách (obr. 6) a to zejména v místech, kde se vyskytují husté dešťové srážky a vysoká vlhkost vzduchu. Typ sušícího procesu závisí na místě pěstování a na odrůdě pěstovaných kakaových bobů. Sušení probíhá 7 – 12 dní. Kakaové boby sušené v umělých sušárnách mají vyšší obsah kyselin a nižší obsah těkavých mastných kyselin. Teplota umělého sušení se v laboratorních podmínkách používá nejčastěji 40 – 60 °C. V praxi se používají teploty vyšší, což má negativní vliv na kvalitu aroma kakaových bobů. Poté jsou kakaové boby posunuty na další fázi, což je čištění nebo jsou zabaleny do jutových pytlů a expedovány (CAMPOS et al., 2012; McFADDEN et al., 1999; DOUTRE-ROUSSELOVÁ, 2005).



1 – přívod bobů; 2 – podávací válce; 3 – předehřívací pásmo; 4 – pražicí pásmo; 5 – chladicí pásmo; 6 – vynášecí šnek; 7 – filtr vzduchu; 8 – tepelný výměník; 9 – cyklon; 10 – odsávací ventilátor

Obr. 6 Zařízení na sušení a pražení kakaových bobů (HŘIVNA, 2014)

3.4.1.3 Čištění

V čistícím zařízení jsou kakaové boby zbaveny všech nečistot a příměsí. Pomocí systému kartáčů, magnetů, sít a proudů vzduchu jsou odstraňovány drobné nečistoty. Součástí čistící linky může být také zařízení sloužící na sterilizaci bobů pomocí nasycené páry. Většina společností si v dnešní době kakaové boby již většinou nezpracovává sama z důvodů ekonomické náročnosti. Proto kakaové boby mohou být skladovány v pytlicích nebo v silech jeden rok a až poté čištěny (ČOPÍKOVÁ, 2015; KRÁMSKÝ et al., 2008; PEHLE, 2009).

3.4.1.4 Předpražení

Proces probíhá v předpražícím zařízení při teplotě 105 °C v případě pražení kakaové drti, při pražení celých kakaových bobů se používá teplota 130 – 150 °C. Použité teploty jsou závislé na druhu použitých bobů a na druhu finálního výrobku. Čokolády bývají většinou vyráběny ze směsi kakaových bobů, což znamená, že každý druh se musí upražit zvlášť a až poté smíchat (ČOPÍKOVÁ, 2015, KRÁMSKÝ et al., 2008).

3.4.1.5 Pražení

Tento proces probíhá při stejné teplotě a stejných podmínkách jako předpražení. V obou těchto procesech dochází ke značným chemickým a fyzikálním změnám a je ukončen vývoj barvy a tvorba aromatických látek. Lze pražit celé boby i se slupkami nebo jsou nejprve boby zbaveny slupek a nasekány a až poté se praží. Během tohoto procesu probíhá také Maillardova reakce, kdy jsou prekurzory určené k aromatizaci transformovány do chuťových látek, jako jsou aldehydy a ketony. Tyto aromatické sloučeniny jsou také zodpovědné za výslednou chuť produktu. Pro dosažení výraznější barvy a vyššího aroma mohou být boby alkalizovány uhličitánem draselným. Boby získají typickou výraznou hnědou barvu a obsah vody klesne na 2 – 3 % (ČOPÍKOVÁ, 2015, KRÁMSKÝ et al., 2008; PEHLE, 2009; SALTINI et al., 2013).

3.4.1.6 Mletí

Poslední fází zpracování kakaových bobů je mletí kakaové drti v kakaovém mlýně. Po vychladnutí kakaových bobů se nepotřebné slupky oddělí tlakem válců od jader a poté jsou kakaové boby nasekány nahrubo. Třením se zvyšuje teplota a proces mletí plynule přechází na další fáze – míchání a lisování. Kakaové boby mají v této fázi zpracování velmi trpkou chuť. Nasekaná jádra kakaových bobů musí vykazovat 50 % tuku, méně než 3 % vlhkosti a 2 % cizorodých příměsí (KRÁMSKÝ et al., 2008; PEHLE, 2009).

Optimální distribuci částic, minimální poškození zařízení obroušením a optimální kvalitu kakaové hmoty zajišťuje vícestupňová technologie. Velikost částic po mletí se pohybuje mezi 0 až 100 μm . Nejvíce početná frakce má velikost 30 μm , kdy částičky by neměly mít velikost pod 20 μm . Mlýny se dle vlastního mletí dělí na úderové, drtící a žernovové. Mezi úderové mlýny patří kolíkové, talířové nebo nožové. Do skupiny drtících mlýnů řadíme mlýny válcové, zubové nebo kulové a do žernovových mlýnů řadíme stříhové a třecí mlýny. V procesu mletí se používá dvoustupňová technologie, která může zahrnovat několik různých kombinací a spojení několika různých mlýnů dohromady. Žernovové mlýny lze využít při prvním a druhém stupni mletí. Tyto mlýny se skládají ze statoru a rotoru z korundových disků, mezi kterými je nastavitelná šterbina.

Žernovové mlýny používané v dnešní době mají dva pevné korundové disky, mezi kterými je otáčivý ocelový disk a šterbiny jsou nastavitelné, proto je možné použít tento mlýn na mletí kakaové hmoty ve dvou stupních. Při mletí lze využít také třístupňovou technologii. V tomto případě je dohromady kombinovaný mlýn úderový, kulový pomaloběžný a kulový rychloběžný (ČOPÍKOVÁ, 1999).

3.4.2 Technologie výroby čokolády

3.4.2.1 Míchání

Prvním krokem při výrobě čokoládové hmoty je míchání. Kakaová hmota se v míchacím nebo hnětacím stroji smíchává s cukrem, tukem a dalšími pomocnými surovinami, jako je například mléko při výrobě mléčné čokolády a vzniká čokoládová hmota (TAUFEROVÁ et al., 2014).

3.4.2.2 Lisování

Proces, kdy se vzniklá čokoládová hmota zpracovává lisováním v hydraulických lisech. V této fázi se získává kakaové máslo a pevná kakaová část neboli kakaový koláč. Kakaové máslo se dále používá na výrobu čokolády a kakaový koláč se usuší a používá se na výrobu kakaového prášku nebo se rozemele na prášek a míchá se s rostlinnými tuky a dalšími přísadami. Z této směsi se vyrábí ty nejlevnější čokolády (DOUTRE-ROUSSELOVÁ, 2005; KRÁMSKÝ et al., 2008).

Do kakaové hmoty se přidá další kakaové máslo plus ostatní přísady – cukr, vanilka, mléko, emulgátory, rostlinný tuk a další dle druhu výsledné čokolády. Na výrobu bílé čokolády se používá kakaové máslo, cukr a mléko (KRÁMSKÝ et al., 2008).

3.4.2.3 Válcování

Tento proces probíhá na chlazených válcovacích stolicích, kdy se zlepší struktura a zjemní se konzistence čokolády. Díky této fázi výroby je čokoládová hmota zjemněna, obsahuje částice s velikostí 20 – 25 μm . V dnešní době se válcování většinou provádí pomocí pěti nad sebou umístěných ocelových válců. Rychlost válců se směrem zdola nahoru zvyšuje a zužují se prostory mezi nimi. Hmota se posouvá mezi jednotlivými válci až je velmi tenká a jemná. Hmotu od posledního válce odřízne speciální nůž (ČOPÍKOVÁ, 2015; KRÁMSKÝ et al., 2008; PEHLE, 2009; TAUFEROVÁ et al., 2014).

3.4.2.4 Konšování

Zušlechťovací proces, kdy se čokoládová hmota nepřetržitě promíchává, provzdušňuje a hněte. Proces probíhá v konšovacím zařízení, které vynalezl švýcarský výrobce čokolády Rudolfe Lindt v roce 1880. První konšovací stroj byla velká nádoba ve tvaru mušle (HROMADOVÁ, 2006).

Během konšování dochází k dokonalé emulgaci shluků kakaového másla, čímž se docílí jeho rovnoměrného rozložení a k odpařování nižších organických kyselin, které vznikly při fermentaci kakaových bobů. Dále se snižuje obsah vody, mechanicky se zjemňují cukrové krystalky a jsou potlačovány trpké chuťové složky. Naopak jsou zvyšovány hořké chuťové složky a celkově je ukončen vývoj aroma a chuti čokolády. Pro lepší emulgaci kakaového másla se přidává lecitin, čímž může být proces konšování

rozdělen na několik fází. První fází je suché konšování, kdy dochází k tření, promíchávání a postupnému zahřívání, kdy jsou odstraněny nežádoucí aromatické látky, a tuk je rozptýlen po povrchu netukových látek. Tento proces trvá 6 – 10 hodin. Druhou fází je tzv. tekuté konšování, kdy se přidává kakaové máslo. Čokoládová hmota se ztekucuje, emulguje a homogenizuje. Proces trvá 6 – 40 hodin. Poslední fází konšování je homogenizace, kdy je 2 – 3 hodiny před koncem přidán lecitin. (BLÁHA et al., 2014; ČOPÍKOVÁ, 2015; HŘIVNA, 2014).

Konšování je energeticky a časově náročný proces, který obvykle probíhá 24 až 72 hodin, při teplotě 60 až 80 °C. Obyčejné čokolády se konšují pouze několik hodin, ty nejkvalitnější mohou být zpracovávány až týden. Způsob konšování a kombinace použitých teplot a času závisí na druhu vyráběné čokolády. Výsledná čokoládová hmota se před dalším zpracováním zvolna nechává vychladnout a skladuje a udržuje při teplotě kolem 45 °C (DOUTRE-ROUSSELOVÁ, 2005; KRÁMSKÝ et al., 2008).

Moderní způsoby konšování jsou založeny především na zintenzivnění pochodů, což vede rozpadu cukerných shluků. Dále je uplatňováno roztírání v tenké vrstvě, použití kontikonche nebo varných extrudérů (HŘIVNA, 2014).

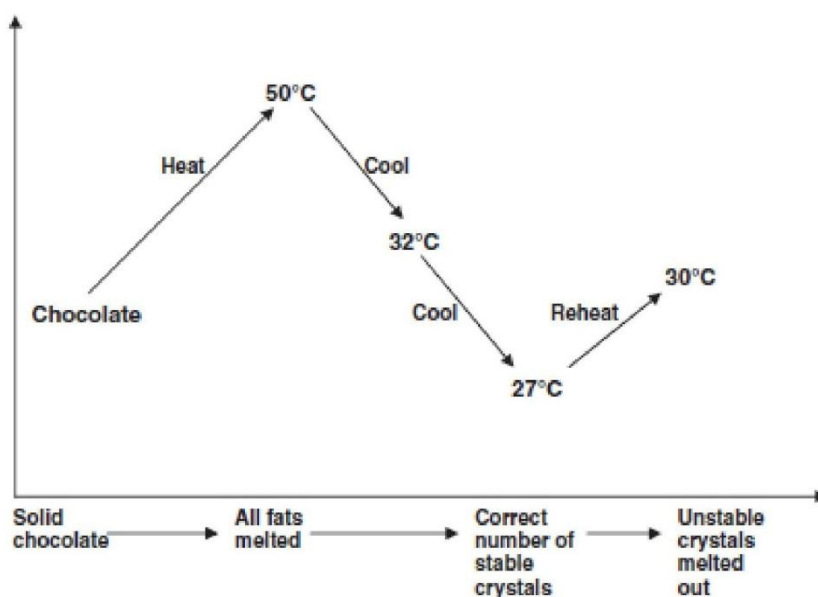
3.4.2.5 *Temperace*

Konečná fáze samotné výroby čokolády, poté následuje formování a zpracování čokoládových výrobků. Jedná se o složitou a důležitou fázi, kdy je v čokoládové hmotě ustálena struktura kakaového másla a tím je zaručena kvalita čokolády. Tento proces velmi ovlivňuje senzorickou kvalitu čokolády a to zejména její fyzikální vlastnosti, jako jsou lesk, struktura, tvrdost, konzistence a viskozita (ČOPÍKOVÁ, 2015).

Obvykle má temperace 3 fáze, které jsou zobrazeny na obrázku 7. V první fázi je čokoládová hmota roztavena při teplotě 50 °C, kdy dochází k úplnému roztání krystalů kakaového másla. Ve druhé fázi se pomocí intenzivního míchání zchlazuje na teplotu 28 – 30 °C a zde je zahájena krystalizace krystalů kakaového másla. V poslední fázi jsou odstraněny nestabilní formy krystalů při teplotách 31 – 33 °C, v čokoládě zůstává stabilní β -modifikace. Teploty v konečné fázi temperace se liší podle druhu čokolády. U mléčné čokolády je konečná fáze prováděna při 31 °C, u hořké čokolády je teplota o 2 °C vyšší. Po temperování je čokoláda načerpána do matric, ze které se dále vyrábějí tabulky čokolády nebo vedena do strojů sloužících k výrobě polev (BLÁHA et al., 2014; ČOPÍKOVÁ, 2015; McFADDEN et al., 1999).

Správně temperovaná čokoláda obsahuje 3 – 5 % tuku v krystalické formě a výrobek z ní má jemnou, zcela homogenní strukturu, rozplývavou chuť a zároveň tvrdou konzistenci, lasturovitý lom a lesklý povrch. Takto temperovaná čokoláda vykazuje dobrou dilataci a kontrakci, což znamená, že při zahřátí zvětšuje svůj objem a při ochlazení ho naopak zmenšuje (ČOPÍKOVÁ, 2015; HŘIVNA, 2014).

Pro některé výrobky lze proces temperace upravit. Jedná se o podtemperování a přetemperování. Tyto procesy jsou při standardní výrobě čokolády nežádoucí a považovány za chybu. Podtemperování podporuje tekutost čokolády, vyžaduje delší dobu tuhnutí a je ho dosaženo se zvýšením konečné teploty. Přetemperování dává čokoládě dobrý lesk, čokoláda je tužší. Je ho dosaženo snížením konečné teploty a procesu se využívá zejména při výrobě dutinek, kdy je potřeba dostatečného ztuhnutí kontrakce při vyklepávání čokolády z forem (HŘIVNA, 2014).



Obr. 7 Teplotní průběh temperace (AFOAKWA, 2010)

3.4.3 Technologie zpracování čokoládových výrobků

3.4.3.1 Formování

Po ukončení temperování se z čokoládové hmoty vyrábějí tabulkové čokolády, máčené nebo duté figurky nebo čokoládové cukrovinky (ČOPÍKOVÁ, 2015).

Při výrobě tabulkové čokolády je čokoládová hmota nalévána do forem, pokračuje přes vibrační dráhu, kde jsou z hmoty uvolňovány bublinky vzduchu až do chladicího tunelu, kde je teplota 10 °C. Vychlazený výrobek se snadno uvolňuje z formy, protože při správně provedené temperaci kakaové máslo zmenšuje svůj objem (ČOPÍKOVÁ, 2015).

Při výrobě formovaných cukrovinek se čokoládová hmota plní do forem požadovaného tvaru. Ve vibrační zóně je forma převrácena, přebytek čokolády vyteče a na stěnách ulpí pouze tenká vrstva, která ztuhne v chladícím tunelu. Získané čokoládové dutinky se plní požadovanou náplní a na konec jsou zavíčkované čokoládou. Náplní do formovaných cukrovinek existuje nepřeberné množství. Mezi základní patří náplně vařené, krémy a fondány, krokanty, marcipán a nugát. Základem vařených náplní je cukr a glukóza, dále obsahují karamel, žlutou máslovou složku a fondán. Krokant je roztavený cukr, ve kterém jsou přidány drcené mandle nebo lískové oříšky. Marcipán je roztavený cukr smíchaný s jemně mletými mandlemi a nugát je směs našlehaných bílků, svařeného cukru nebo medu a oříšku nebo kandovaného ovoce. Po ztuhnutí v chladícím tunelu jsou výrobky přesunuty k balicím strojům (COADYOVÁ, 2000; ČOPÍKOVÁ, 2015; KAVINA, 1997).

Máčené čokoládové cukrovinky patří mezi největší skupinu cukrovinek. Většinou jsou složeny z vložky a pokryty vrstvou čokolády nebo čokoládové polevy. Vložek u tohoto druhu cukrovinek existuje velmi rozmanité množství – fondánové s různými příchutěmi, marcipánové, likérové, ovocné z kandovaného ovoce, nugátové, griliášové nebo šlehané (ČOPÍKOVÁ, 2015; KAVINA, 1997).

Z čokolády se dále dají vyrábět nápoje, lze ji přidávat do pečiva nebo různých úprav studených či teplých dezertů.

3.4.3.2 Chlazení

Poslední fáze výroby, na které závisí konzistence, lesk a odolnost čokolády vůči tukovým a cukerným výkvětům. Chlazení probíhá většinou ve 3 fázích. V první fázi je čokoláda pozvolna chlazena na teplotu kolem 16 °C a je tvořeno menší množství krystalů. Druhá fáze chlazení musí být nejrychlejší, aby se zabránilo vzniku zrnité čokolády. Chladí se na teplotu 3 – 10 °C. V poslední fázi chlazení je teplota zvýšena na teplotu nad rosným bodem, čili kolem 13 °C (HRABĚ et al., 2007; HŘIVNA, 2014).

3.4.3.3 Balení

V dnešní době jsou čokoláda a čokoládové cukrovinky baleny na automatických balících linkách. Většinou jsou baleny do hliníkové fólie, která chrání jejich vzhled, napomáhá zachovat lesk a zabraňuje odírání povrchu. Na hliníkovou fólii se dává graficky upravený obal vyrobený většinou z papíru. Máčené čokoládové cukrovinky a většina formovaných čokoládových cukrovinek se balí do sáčků z polypropylenu nebo do kartonových obalů. U čokoládových cukrovinek, jako jsou bonboniéry, jsou jednotlivé bonbóny baleny zvlášť do hliníkové fólie a poté jsou vloženy do tvarovaných podložek z plastu a celé pak do kartonových krabiček (KAVINA 1997).

3.4.3.4 Skladování

Čokoláda je velmi náchylná na teplo a vlhkost. Ideální podmínky pro skladování jsou 10 – 15 °C, při 40 % vlhkosti. Čokoláda je velmi náchylná k přijímání cizích pachů, proto je balena do obalů, které jsou odolné vůči přístupu vzduchu a měla by se skladovat odděleně na suchém místě. Sklady určené pro čokoládu a čokoládové cukrovinky by měly být čisté, vzdušné, suché dobře větratelné a bez přítomnosti skladištních škůdců. Před konzumací je vhodné nechat ji nějakou dobu při pokojové teplotě. Trvanlivost se pohybuje od několika týdnů až po několik let.

Nesprávné skladování může způsobit výrazné závoje na povrchu čokolády (více v kapitole vady čokolády) (BLÁHA et al., 1996).

3.4.4 Dělení čokolád

Dle Vyhlášky č. 76/2003 Sb., kterou se stanoví požadavky pro přírodní sladidla, med, cukrovinky, kakaový prášek a směsi kakaa s cukrem, čokoládu a čokoládové bonbony lze se rozumí

- čokoládou (hořkou čokoládou) – potravina vyrobená z kakaových součástí, přírodních sladidel, sladidel nebo jejich kombinací, přídatných látek nebo látek určených k aromatizaci, popřípadě z dalších složek,
- mléčnou čokoládou – potravina vyrobená z kakaových součástí, sladidel, mléka nebo mléčných výrobků, popřípadě z dalších složek,
- bílou čokoládou – potravina vyrobená z kakaového másla, mléka nebo mléčných výrobků, sladidel, popřípadě z dalších složek,
- plněnou čokoládou – potravina, jejíž vnější vrstva je složena z čokolády, mléčné čokolády, family mléčné čokolády nebo bílé čokolády; vnitřní náplň nesmí být složena z pekařských výrobků nebo mražených krémů (zmrzliny); vnější čokoládový podíl musí činit nejméně 25 % celkové hmotnosti výrobku,
- Chocolate a la taza – čokoláda vyrobená z kakaových součástí, sladidel, mouky nebo pšeničného, rýžového nebo kukuřičného škrobu, přičemž obsah mouky nebo škrobu je nejvýše 8 % celkové hmotnosti,
- Chocolate familiar a la taza – čokoláda vyrobená z kakaových součástí, sladidel, mouky nebo pšeničného, rýžového nebo kukuřičného škrobu, přičemž obsah mouky nebo škrobu je nejvýše 18 % celkové hmotnosti,
- family mléčnou čokoládou – potravina vyrobená z nižšího podílu kakaových součástí, sladidel a vyššího podílu mléka nebo mléčných výrobků,
- čokoládovým bonbonem – potravina o velikosti jednoho sousta, vyrobená z jednoho druhu čokolády nebo kombinace čokolád ve směsi (čokolády, mléčné čokolády, family mléčné čokolády, bílé čokolády nebo plněné čokolády) a jiných jedlých složek; celkový obsah čokolády musí být nejméně 25 % celkové hmotnosti výrobku,
- kakaovou součástí – kakaová drť, kakaová hmota, kakaový prášek, kakaové máslo, kakaové výlisky, kakaový tuk.

V tabulce č. 3 je uvedeno členění čokolády a čokoládových bonbónů na skupiny a druhy a v tabulce č. 4 jsou uvedeny fyzikální a chemické požadavky na jakost základních druhů čokolády, které uvádí Vyhláška č. 76/2003 Sb.

Tab. 3 Členění čokolády a čokoládových bonbónů na druhy a skupiny (Vyhláška č. 76/2003 Sb. Mze)

Druh	Skupina
čokoláda (hořká čokoláda) mléčná čokoláda family mléčná čokoláda bílá čokoláda	bez přísad s přísadami na vaření plněná
Chocolate a la taza Chocolate familiar a la taza	
čokoládové bonbóny formované	formované v různých tvarech, s různými náplněmi (tukovými, krémovými, likérovými atd.) nebo bez náplně
čokoládové bonbóny máčené nebo polomáčené	různé druhy vložek (želé, fondán, vyalehčené hmoty pěnou a další), máčené čokoládou, mléčnou čokoládou, family mléčnou čokoládou, nebo bílou čokoládou, s výjimkou Chocolate a la taza a Chocolate familiar a la taza
čokoládové dražé	podle druhů vložek

Tab. 4 Fyzikální a chemické požadavky na jakost základních druhů čokolády (Vyhláška č. 76/2003 Sb. MZe)

Druh	Obsah kakaového másla	Obsah tukuprosuté sušiny	Obsah celkové kakaové sušiny	Obsah mléčného tuku	Obsah celkového tuku	Obsah mléčné sušiny	Obsah mouky nebo škrobu
čokoláda (hořká čok.)	18	14	35	-	-	-	-
mléčná čokoláda	-	2,5	25	3,5	25	14	-
family mléčná čokoláda	-	2,5	20	5	2,5	20	-
bílá čokoláda	20	-	-	3,5	-	14	-
Chocolate a la taza	18	14	35	-	-	-	nejvýše 8
Chocolate familiar a la taza	18	12	30	-	-	-	nejvýše 18

Hodnoty v tabulce č. 4 jsou uvedeny v procentech vztažených na sušinu. Obsahem celkového tuku se rozumí součet obsahu kakaového másla a mléčného tuku.

V tržní síti je k dispozici mnoho dalších druhů čokolád, které jsou odlišné chutí a nejrůznějším poměrem přísad. Mezi tyto výrobky patří například

- porézní čokoláda, což je hořká, mléčná nebo bílá čokoláda s bublinkami vzduchu
- čokoláda s ingrediencemi, která obsahuje různé druhy oříšků, rozinky, křupinky, želé, sušené nebo kandované ovoce
- plněná čokoláda, kdy je čokoláda plněna nejrůznějšími druhy náplní (pralinky, višně v čokoládě apod.)
- dia čokoláda, která obsahuje náhradní sladidla místo cukru jako je například aspartam, maltitol nebo fruktóza
- bio čokoláda vyrobená ze surovin, které pocházejí organického zemědělství
- fairtrade čokoláda je vyrobena z kakaových bobů od drobných pěstitelů, za které byla zaplácena vyšší tržní cena, čímž se velmi napomáhá zemědělcům z rozvojových zemí

- couverture zahrnuje skupinu čokolád, které obsahují velké množství kakaového másla nejvyšší kvality
- náhražková čokoláda (čokoládová pochoutka) – většinou obsahuje kakaový prášek, rostlinný tuk, cukr, sušené nebo kondenzované mléko, lecitin a ethylvanilin. Tento druh se nesmí prodávat pod názvem čokoláda, protože neobsahuje kakaové máslo, ale pouze velmi malé množství kakaového prášku (HŘIVNA, 2014; OREYOVÁ, 2010).

3.5 Vady čokoládových výrobků

3.5.1 Tukový výkvět

Patří mezi druh fyzikálního znehodnocení často pozorovaného na čokoládě a čokoládových výrobcích. Tukový výkvět je významnější vadou tvořící se na čokoládě, který negativně ovlivňuje texturu a chuť výrobků. Vytváří se v čokoládě, ať už na špatně temperované nebo netemperované nebo také na povrchu kakaového másla. Tukový výkvět lze ve výjimečných případech najít i na dokonale temperované čokoládě. Proto je při výrobě čokolády nutné zajistit dokonalou emulgaci kakaového másla, dokonalé konšování a správně provést temperaci čokolády (BERK, 2013; HŘIVNA, 2014; MACHÁLKOVÁ, 2016; TAUFEROVÁ et al., 2014).

Ohledně vývoje tukového výkvětu existují dvě skupiny teorií a to polyformní transformace a oddělení fází. Teorie polyformní transformace je založena na vývoji tukového výkvětu prostřednictvím mechanismu transformace termodynamicky nestabilních β -forem (V) krystalů kakaového másla do polyformní modifikace VI. V průběhu trvanlivosti se forma V přirozeně přeměňuje na stabilnější formu VI, což vede k tvorbě tukového výkvětu a to znamená, že postupně dochází ke stárnutí čokolády. Teorie oddělování fází vychází z triacylglycerolů s různými teplotami tání, které jsou součástí tuků použitých v různých druzích čokoládových výrobků. Zvýšení teploty může způsobit, že triacylglyceroly s nižšími teplotami tání jsou tlačeny k povrchu a rekrystalizovány. Zvláště náchylné k tomuto jevu jsou plněné čokoládové výrobky, kde náplň obsahuje velké množství triacylglycerolů. Tuky z náplně migrují k povrchu, kde mohou způsobit nekontrolovatelné krystalizace, čímž se vytvoří tukový výkvět (BERK, 2013; MACHÁLKOVÁ et al., 2015).

Metody, díky kterým lze zabránit vzniku tukového výkvětu, se dělí na chemické a fyzikální. Mezi chemické metody patří použití emulgátorů, jako je lecitin. V případě, že je kakaové máslo dokonale emulgováno, tak dochází ke zvýšení pevnosti mezi tuhou a tekutou fází (BERK, 2013; HRABĚ et al. 2007).

3.5.2 Cukerný výkvět

Jedná se o méně častý jev, který bývá často zaměňován za tukový výkvět. Vada vznikající ve formě bělavého povlaku na povrchu čokolády. Vzniká v důsledku poklesu teploty vzduchu nad čokoládou pod rosný bod. Vodní páry kondenzují na povrchu čokolády, začne se rozpouštět sacharóza, která difunduje z čokoládové hmoty na povrch výrobku. Příčinou vzniku je ukládání čokoládových výrobků při vysoké vlhkosti nebo rychlý přesun výrobku z místnosti s nízkou teplotou do místnosti s vysokou teplotou (HŘIVNA, 2014; MACHÁLKOVÁ et al., 2015; TAUFEROVÁ et al., 2014).

Rozdíl mezi tukovým a cukerným výkvětem je možné pozorovat pod mikroskopem nebo při zahřevu čokolády na 38 °C. Tukový výkvět při této teplotě zmizí, ale cukerný výkvět zůstává viditelný (MACHÁLKOVÁ et al., 2015).

3.5.3 Další vady

Mezi další vady čokolády a čokoládových výrobků lze zařadit plesnivění, kdy byla čokoláda skladována ve vlhkém prostředí. Dále může, i přes velkou stabilitu kakaového másla, dojít ke žluknutí čokolády, což je většinou způsobeno dalšími přísadami obsahujícími tuk, například ořechy. Při nedokonalém skladování se v čokoládě mohou vyskytovat škůdci, jako je například housenka zavíječe skladištního. Tito škůdci se do čokolády mohou dostat ve výrobě, v prodejně nebo v domácnosti (HŘIVNA, 2014; TAUFEROVÁ et al., 2014).

4 MATERIÁL A METODIKA

Cílem praktické části diplomové práce bylo připravit čokoládové cukrovinky s různými poměry kakaového másla, sledovat vliv různých teplotních režimů skladování na jejich texturní vlastnosti a senzoryckou kvalitu. Průběh změn při skladování vyhodnotit s ohledem na technologii výroby, balení a jejich složení. Dále se zaměřit na vzniklé vady a problémy a provést jejich dokumentaci. Analýza byla provedena u vyrobených vzorků mléčné a hořké čokolády.

4.1 Výroba čokolády a podmínky jejího skladování

Byly vyrobeny 2 druhy čokolády (obr. 8), hořká čokoláda (54 % kakaové složky) a mléčná čokoláda (35 % kakaové složky). Část výrobků každého druhu byla podrobena hned po výrobě tzv. retemperaci, která spočívá v uložení výrobku po dobu 24 hodin v teplotním režimu 23 °C.

Tab. 5 Schéma pokusu

Varianta	druh čokolády	teplotní režim	retemperace	baleno
1	hořká	kontrola	ano	folie
2			ne	vakuum
3			ano	folie
4			ne	vakuum
5		6°C	ano	folie
6			ne	vakuum
7			ano	folie
8			ne	vakuum
9		12°C	ano	folie
10			ne	vakuum
11			ano	folie
12			ne	vakuum
13		20°C	ano	folie
14			ne	vakuum
15			ano	folie
16			ne	vakuum
17	mléčná	kontrola	ano	folie
18			ne	vakuum
19			ano	folie
20			ne	vakuum
21		6°C	ano	folie
22			ne	vakuum
23			ano	folie
24			ne	vakuum
25		12°C	ano	folie
26			ne	vakuum
27			ano	folie
28			ne	vakuum
29		20°C	ano	folie
30			ne	vakuum
31			ano	folie
32			ne	vakuum

Ostatní výroba byla zabalena tak, že vždy polovina každého druhu čokolády byla zabalena do hliníkové folie (obr. 9) a polovina byla zabalena do (PE folie) – zavakuo-
váno (obr. 10). Retemperované výrobky byly zabaleny stejným způsobem. Všechny výrobky byly hned po zabalení uloženy do různých teplotních režimů. Kontrolní vzorky byly zamražené (-18 °C), ostatní byly uloženy při 6 °C, 12 °C a 20 °C. Schéma pokusu je uvedeno v tabulce (tab. 5).



Obr. 8 Vlastní temperace čokolády



Obr. 9 Balení čokolády



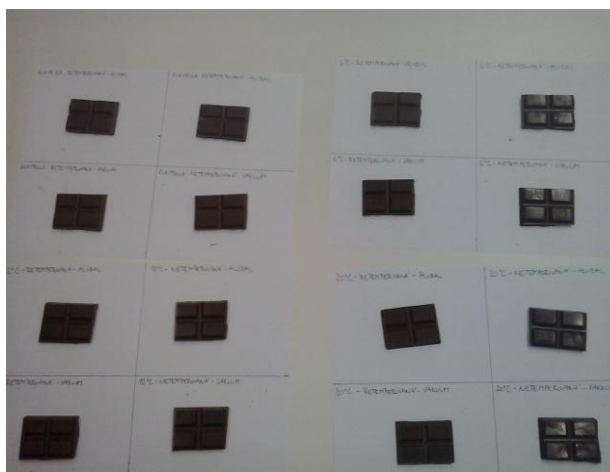
Obr. 10 Vakuování čokolády

4.2 Prováděné analýzy

Po 3 měsících bylo provedeno hodnocení texturních vlastností na zařízení Tira test (typ 27025), Německo (obr. 11). K testování čokoládových výrobků byl použit penetrační test se sondou ve tvaru nože. Zvolená kritéria pro penetrační test čokoládových výrobků tlakovou zkouškou byly následující: délka ostří nože 10 mm $v_1 = 40 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$ (zkušební rychlost).



Obr. 12 Tira test



Obr. 11 Příprava vzorků pro senzorkou analýzu

4.3 Statistická analýza dat

Statistické hodnocení zjištěných dat bylo provedeno v programu Microsoft Excel a Statistica 12. Pro výpočet byla využita metoda vícefaktorová ANOVA, která se používá pro hodnocení analýzy rozptylu. Vypočteny byly průměry a směrodatné odchylky zjištěných dat. Výsledky byly znázorněny prostřednictvím sloupcových a paprskových grafů.

5 VÝSLEDKY A DISKUSE

5.1 Vyhodnocení sensorické analýzy

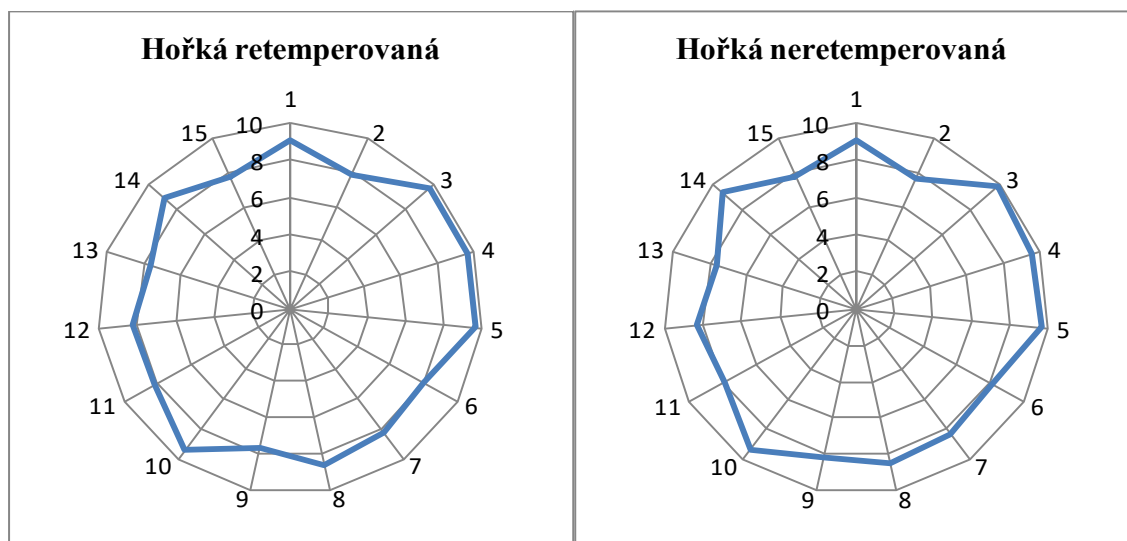
Kvalitní čokoláda má zcela homogenní strukturu, jemnou rozplývavou chuť, tvrdou konzistenci, lasturovitý lom a lesklý povrch. Kvalitu čokoládových výrobků ovlivňuje celý výrobní proces, receptura, použité suroviny a podmínky skladování. Všechny tyto aspekty působí na reologické, fyzikální a sensorické vlastnosti a určují tak výslednou kvalitu výrobků (AFOAKWA, 2010).

Výsledky sensorického hodnocení vzorků mléčné a hořké čokolády byly statisticky zpracovány do grafů. Sensorické hodnocení bylo provedeno 3 měsíce po uskladnění vzorků v různých teplotních režimech. Vzorky byly zabaleny ve folii nebo zavakuovány.

Proto, aby mohly být vyhodnoceny změny, ke kterým došlo v průběhu 3 měsíců skladování, bylo nezbytné provést vstupní analýzu vzorků hned po uskladnění. Proto jsou v první části hodnocení sensorické analýzy zobrazeny grafy sensorických profilů hořké a mléčné čokolády před jejich samotným zabalením a uložením do různých teplotních režimů. Na obr. 13 je zobrazen sensorický profil hořké retemperované a na obr. 14 neretemperované čokolády. Můžeme zde pozorovat, že mezi jednotlivými profily není znatelný rozdíl. U obou vzorků byl nejhůře hodnocen lesk, lom a tvrdost na skusu.

Obr. 14 Hořká retemperovaná čokoláda

Obr. 13 Hořká neretemperovaná čokoláda

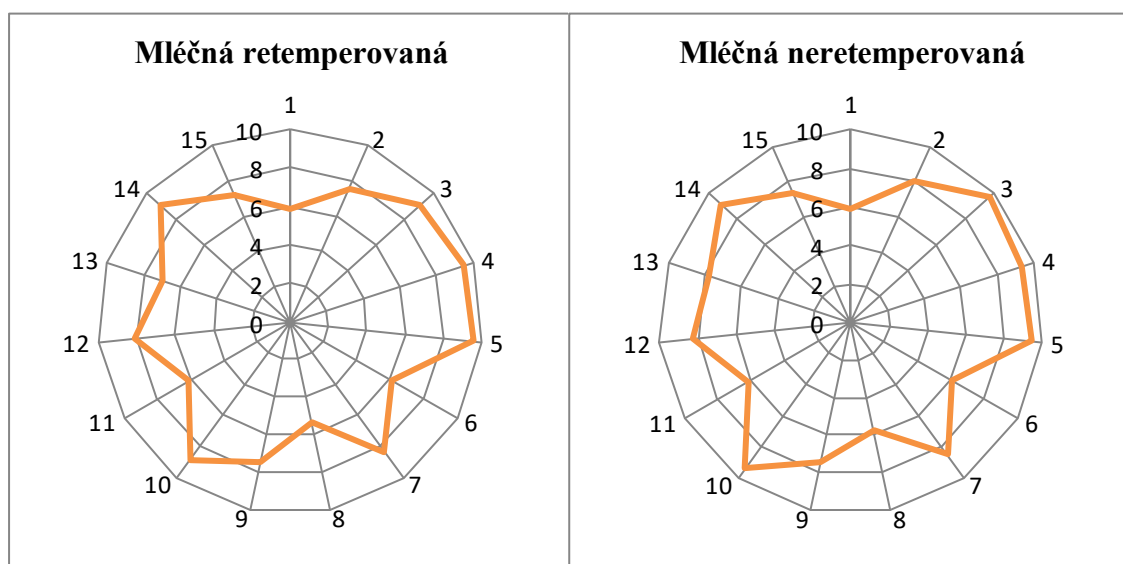


1 – barva; 2 – lesk; 3 – výkvět tukový horní strana; 4 – výkvět tukový spodní strana; 5 – průřez; 6 – lom; 7 – vůně – celek; 8 – konzistence na lomu; 9 – tvrdost na skusu; 10 – přilnavost – lepivost na patře; 11 – rozplývání čokosložky v ústech; 12 – chuť – celý výrobek; 13 – cizí chuť – pachut'; 14 – celkové hodnocení vzorku

Senzorické hodnocení mléčné čokolády se vyznačovalo většími rozdíly mezi jednotlivými deskriptory. Neretemperovaná čokoláda se vyznačovala nepatrně vyšší kvalitou oproti čokoládě, která byla retemperovaná (obr. 15 a 16). Nejhůře byla hodnocena konzistence na lomu, což může být způsobeno vyšším podílem cukru a mléčného tuku ve vzorku čokolády. Toto hodnocení se projevilo také na hodnocení lomu a barvy. Dále lze vidět, že byla mírně přítomna cizí chuť a rozplývání čokoládové složky v ústech bylo také horší. Obě tyto hodnocení opět mohou souviset s vyšším podílem cukru a tuku a také s přidavkem sušeného mléka, jejich špatným rozpuštěním nebo špatně provedenou temperací čokoládového vzorku. To se následně může projevit přítomností tukového výkvětu, což může mít vliv na vzhled a strukturu produktů (MACHÁLKOVÁ et al., 2016).

Obr. 15 Mléčná retemperovaná čokoláda

Obr. 16 Mléčná neretemperovaná čokoláda



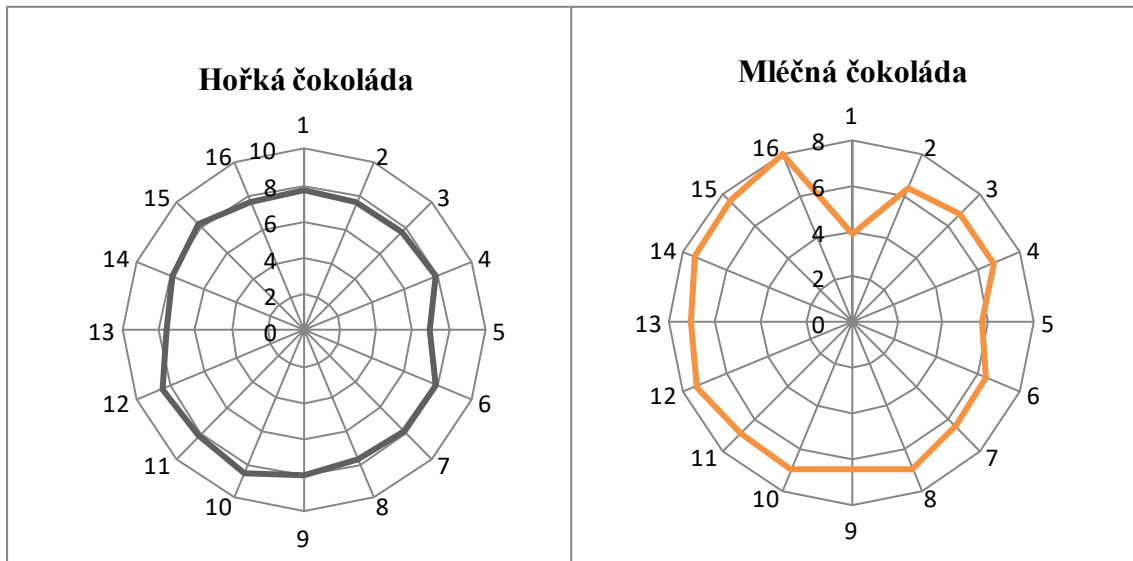
1 – barva; 2 – lesk; 3 – výkvět tukový horní strana; 4 – výkvět tukový spodní strana; 5 – průřez; 6 – lom; 7 – vůně – celek; 8 – konzistence na lomu; 9 – tvrdost na skusu; 10 – přilnavost – lepivost na patře; 11 – rozplývání čokosložky v ústech; 12 – chuť – celý výrobek; 13 – cizí chuť – pachů; 14 – celkové hodnocení vzorku

V obr. 17 je znázorněno, jak dopadlo celkové hodnocení vzorků (celkový dojem) hořké čokolády skladované dle schématu uvedeného v tabulce č. 5 (viz. Metodika). I když rozdíly nebyly velké, jako nejlepší byl vyhodnocen vzorek č. 10. Jednalo se o hořkou čokoládu uloženou při 12 °C, retemperovanou a zavakuovanou.

U mléčné čokolády byla situace odlišná (obr. 18). Jako senzoricky nejpříjemnější byl označen vzorek č. 16, tj. mléčná čokoláda skladovaná při 20 °C neretemperovaná balená do folie ve vakuu. Naopak nejhorším byl kontrolní neretemperovaný vzorek mléčné čokolády. Je třeba ale podotknout, že zatímco u hořké čokolády nejlepší

vzorky dosahovaly hodnocení vyšší jak 8 b, u mléčné to byl pouze zmiňovaný nejlepší vzorek. Ostatní vzorky mléčné čokolády osmibodovou hranici nepřekročily.

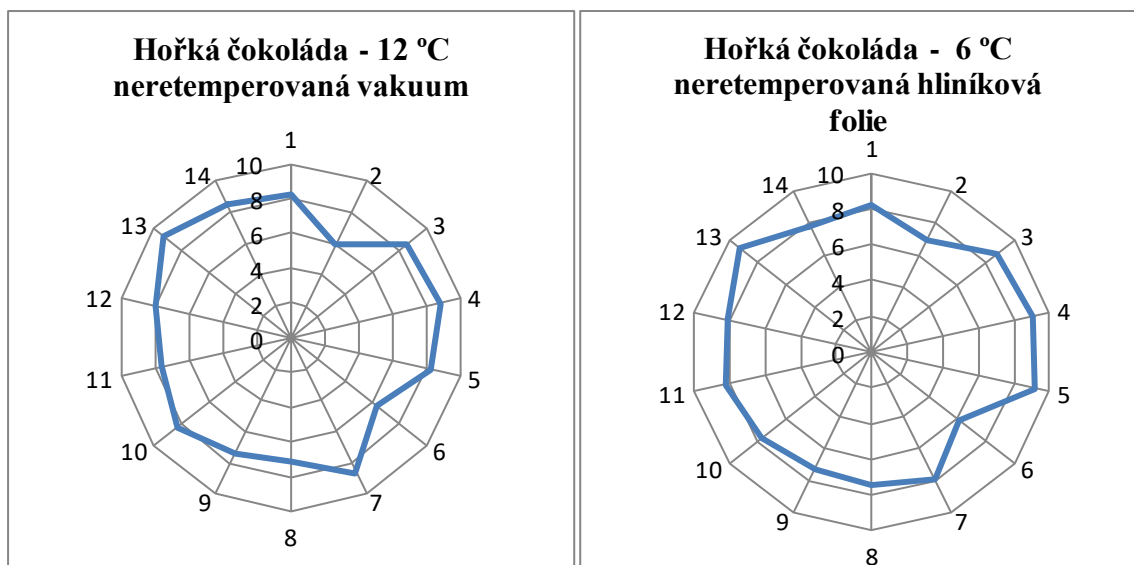
Obr. 18 Celkové hodnocení hořké čokolády Obr. 17 Celkové hodnocení mléčné čokolády



1 – barva; 2 – lesk; 3 – výkvět tukový horní strana; 4 – výkvět tukový spodní strana; 5 – průřez; 6 – lom; 7 – vůně – celek; 8 – konzistence na lomu; 9 – tvrdost na skusu; 10 – přilnavost – lepivost na patře; 11 – rozpívání čokosložky v ústech; 12 – chuť – celý výrobek; 13 – cizí chuť – pachů; 14 – celkové hodnocení vzorku

V další části jsme se v senzoričném hodnocení zaměřili na detailní posouzení vlivu složení, technologie výroby a balení jakož i teploty skladování na kvalitu výrobků. Vzhledem k velkému počtu variant jsou v textu prezentovány pouze ty s nejlepším a nejhorším hodnocením u jednotlivých druhů čokolád. U hořké čokolády, kde byl nejlepší hodnocen výrobek neretemperovaný, skladovaný při 12 °C a zavakuovaný (obr. 19), můžeme vidět největší problémy u lesku a lomu, tj. u deskriptorů, které byly špatně hodnoceny již před uskladněním. Nejhorší byl hodnocen výrobek skladovaný při 6 °C, neretemperovaný a zabalený v hliníkové folii (obr. 20). Z grafu je patrné, že vzorek měl měkčí konzistenci, díky tomu byl špatně hodnocen lom vzorku. Je třeba ale podotknout, že rozdíly mezi jednotlivými variantami jsou malé.

Obr. 19 Hořká čokoláda - 12 °C neretemp. Obr. 19 Hořká čokoláda 6 °C neretemp. rovaná vakuu rovaná hliníková folie

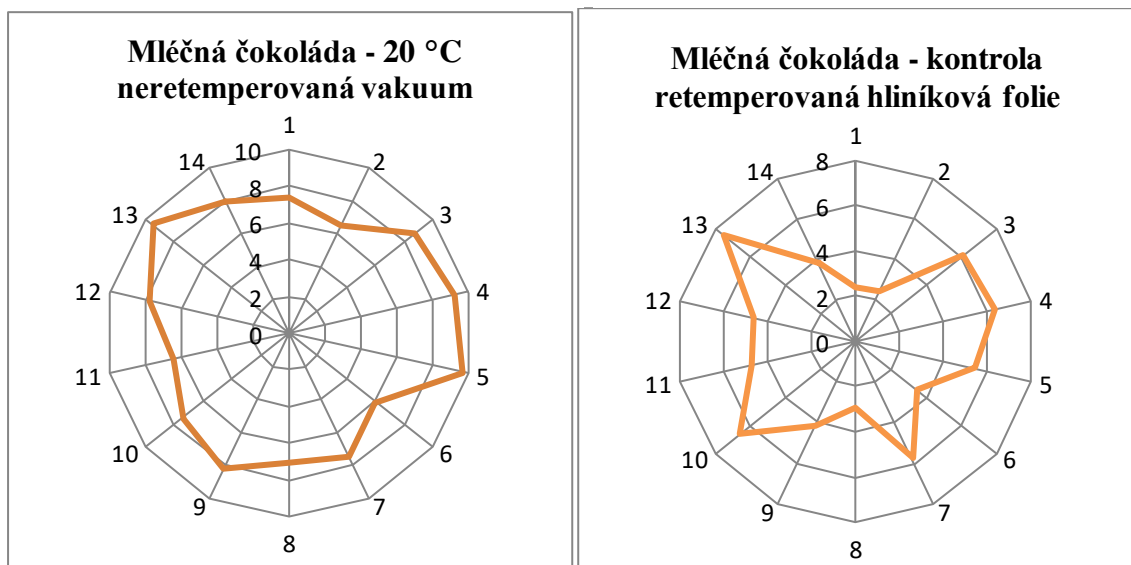


1 – barva; 2 – lesk; 3 – výkvět tukový horní strana; 4 – výkvět tukový spodní strana; 5 – průřez; 6 – lom; 7 – vůně – celek; 8 – konzistence na lomu; 9 – tvrdost na skusu; 10 – přilnavost – lepivost na patře; 11 – rozplývání čokosložky v ústech; 12 – chuť – celý výrobek; 13 – cizí chuť – pachut'; 14 – celkové hodnocení vzorku

U vzorků mléčné čokolády byl vyhodnocen jako nejlepší neretemperovaný zavakuovaný výrobek skladovaný při teplotě 20 °C (obr. 21). Od nejhoršího výrobku, kterým byla mléčná netemperovaná čokoláda zavakuovaná a skladovaná v mrazicím boxu (obr. 22) se odlišovala především v lesku a barvě. Zatímco Machálková (2016) uvádí, že retemperace pozitivně kvalitu čokolády skladované při pokojové teplotě ovlivňuje, v našem případě se to nepotvrdilo, lépe byla hodnocena čokoláda neretemperovaná. Může to být dáno i nižším zastoupením kakaového másla v receptuře, protože právě to má vliv na stabilitu výrobku, která může být retemperací posílena.

Obr. 20 Mléčná čokoláda – 20 °C neretemperovaná vakuem

Obr. 21 Mléčná čokoláda – kontrola retemperovaná hliníkovou folie



1 – barva; 2 – lesk; 3 – výkvět tukový horní strana; 4 – výkvět tukový spodní strana; 5 – průřez; 6 – lom; 7 – vůně – celek; 8 – konzistence na lomu; 9 – tvrdost na skusu; 10 – přilnavost – lepivost na patře; 11 – rozplývání čokosložky v ústech; 12 – chuť – celý výrobek; 13 – cizí chuť – pachutí; 14 – celkové hodnocení vzorku

Zlepšenou stabilitu netemperovaných produktů lze vysvětlit přítomností většího množství kakaového másla ve stabilní formě V, která se vytvoří během retemperace. Stabilní forma kakaového másla je spojena s vyšší teplotou tání, zlepšenou odolností výrobku proti vzniku tukového výkvětu a lepšími sensorickými vlastnostmi. Vyšší diverzita tuků u mléčné čokolády se pak často projevuje v nežádoucím změknutí čokoládové vrstvy naředěním obsahu pevného tuku (kakaového másla), což se projevuje viditelným tukovým výkvětem (NÖBEL et al., 2009).

U všech vzorků mléčné čokolády jsou z grafů patrné větší výkyvy u jednotlivých hodnocených vlastností než u čokolády hořké, kde jsou výsledné grafy souměrnější a rozdíly mezi jednotlivými deskriptory menší. V případě mléčné čokolády to může být způsobeno větším obsahem cukru a tuku, s čímž souvisí vyšší pravděpodobnost vzniku tukového a cukerného výkvětu. Sensorické profily ostatních hodnocených variant mléčné a hořké čokolády jsou uvedeny v přílohách č. 2 a 3.

5.1.1 Statistické zpracování sensorického hodnocení čokoládových výrobků

Data ze sensorického hodnocení hořké a mléčné čokolády byla zpracována a vyhodnocena. U vzorků hořké čokolády nebyly stanoveny statisticky průkazné rozdíly ($p < 0,05$). Souhrn průměrů je zobrazen v příloze č. 4, veškeré grafy jsou k nahlédnutí v příloze č. 5. Vzhledem ke statisticky neprůkazným rozdílům nelze jednoznačně určit nejlepší a nejhorší vzorek hořké čokolády. Podle počtu nejhůře a nejlépe vyhodnocených parametrů lze za nejlepší vzorky označit vzorek kontrolní neretemperovaný zabalený v hliníkové folii a vzorek skladovaný při 20 °C neretemperovaný zabalený také v hliníkové folii. Za nejhorší vzorky můžeme označit vzorek skladovaný při 6 °C neretemperovaný zabalený ve vakuu a vzorek skladovaný při 20 °C neretemperovaný zabalený také ve vakuu.

U vzorků mléčné čokolády se vyskytly statisticky průkazné rozdíly mezi jednotlivými variantami. Souhrn průměrů je zobrazen v tabulce v příloze č. 6, veškeré grafy jsou k nahlédnutí v příloze č. 7. Vzhledem ke statisticky průkazným rozdílům lze u každého deskriptoru stanovit nejlepší a nejhorší vzorek mléčné čokolády. Jako nejlepší byl vyhodnocen vzorek skladovaný při 20 °C, neretemperovaný, zavakuovaný. Za nejhorší můžeme považovat kontrolní, neretemperovaný vzorek, zabalený v hliníkové folii. Statisticky průkazné rozdíly mezi jednotlivými variantami byly stanoveny u barvy, lesku, tukového výkvětu na horní straně a průřezu výrobku, konzistenci na lomu, tvrdosti na skusu, u chuti a celkového hodnocení. Barva, lesk, tvar čokolády a její povrchová textura patří k základním vlastnostem charakterizujícím vzhled a rozhodujícím o ovlivnění zájmu spotřebitele o daný výrobek (SIMONOT, ELIAS, 2002). Vnímání barvy může být do značné míry ovlivněno. Tyto atributy vyplývají z komplexních interakcí dopadajícího světla, optických vlastností a lidského vnímání (AFOAKWA, 2010). V případě našeho hodnocení byla průkazně ($p < 0,05$) hůře hodnocena barva u výrobků skladovaných při teplotě -18 °C a 6 °C neretemperovaných, zabalených do hliníkové folie. Přitom jak uvádí Machálková et al. (2015), zamražení výrobku, případně jeho skladování při teplotách 6 °C vede k zajištění uchování jeho kvality a čerstvosti. Problém ale nastává, pokud je výrobek okamžitě po vytažení ze skladu konzumován a není podroben stabilizaci při teplotě 20 ± 2 °C, jak uvádí Afoakwa (2010). Výrobek v důsledku mikroorosení ztrácí lesk. To se projevilo významně ($p < 0,05$) u obou skladovaných režimů.

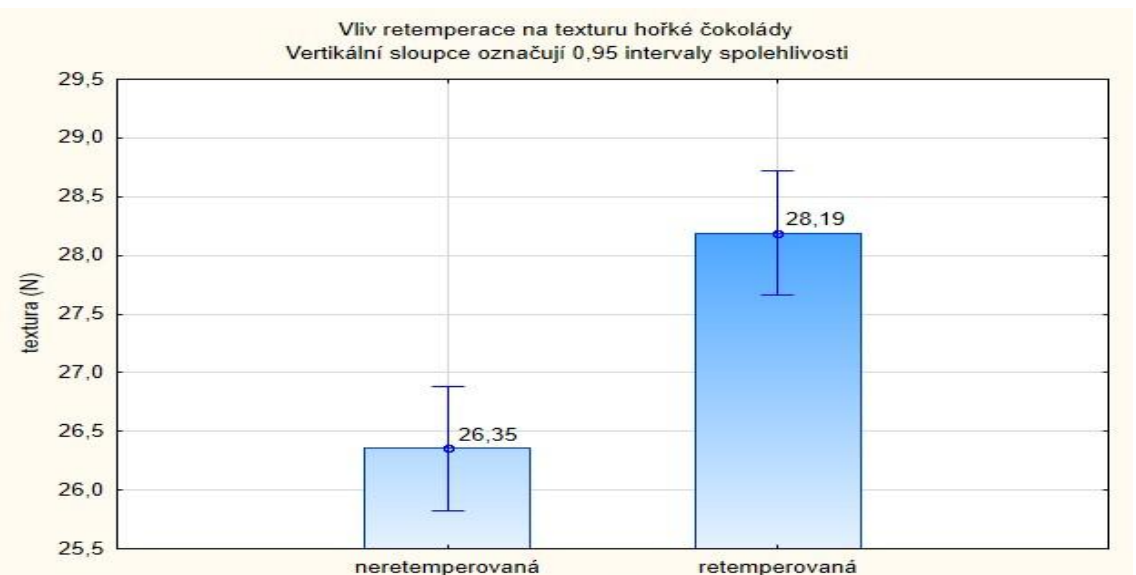
5.2 Vyhodnocení textury

Jednou z významných sensorických vlastností je tvrdost (pevnost) čokolády, která je ovlivněna nejenom recepturním složením, a technologií temperace (AFOAKWA, 2010), ale také teplotními podmínkami při jejím skladování. V našem případě hrálo složení a receptura velmi významnou roli. Hořká čokoláda (obr. 23), která obsahovala podstatně více kakaového másla, se vyznačovala vyšší pevností. Svou roli zde zřejmě sehrálo také zastoupení jednotlivých velikostních frakcí krystalů kakaového tuku.



Obr. 22 Pevnost čokolády dle jejího složení

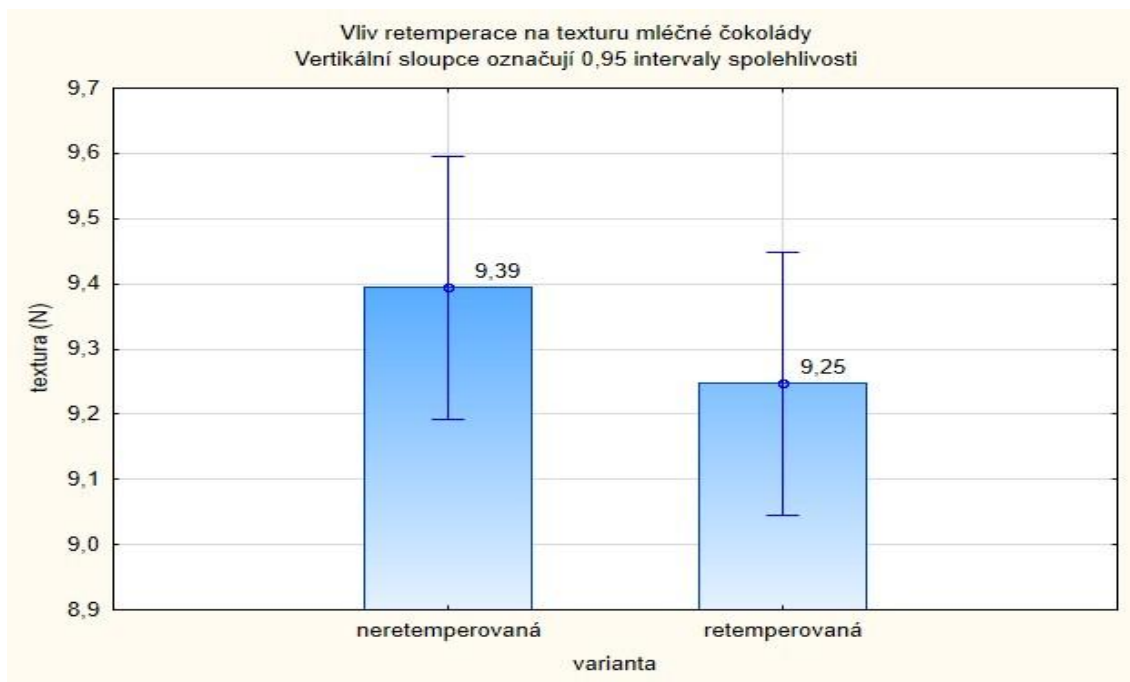
Jak uvádí Quast et al. (2013), Fernandes et al. (2013), pro výrobu čokolády je žádoucí krystalická forma V (β) a dominuje v dobře temperované čokoládě. Machálková (2016) dále uvádí, že tento proces podporuje také retemperace. Příznivý vliv retemperace na pevnost hořké čokolády můžeme pozorovat u obr. 24.



Obr. 23 Vliv retemperace na texturu hořké čokolády

Lepší uspořádání krystalické sítě, které lze z našich výsledků předpokládat, patří k hlavním faktorům, které určují reologické a texturní vlastnosti čokolády (AFOAKWA et al., 2008).

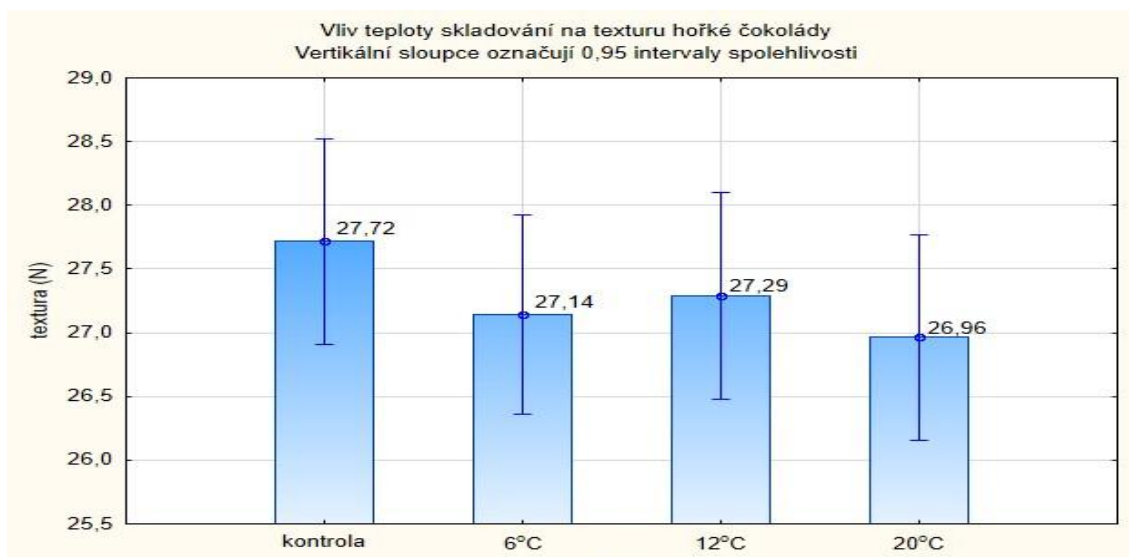
U mléčné čokolády (obr. 25) toto hodnocení dopadlo oproti čokoládě hořké obráceně, i když rozdíly byly zanedbatelné. Neprůkaznost retemperace lze zdůvodnit nízkým obsahem kakaového másla ve výrobku.



Obr. 24 Vliv retemperace na texturu mléčné čokolády

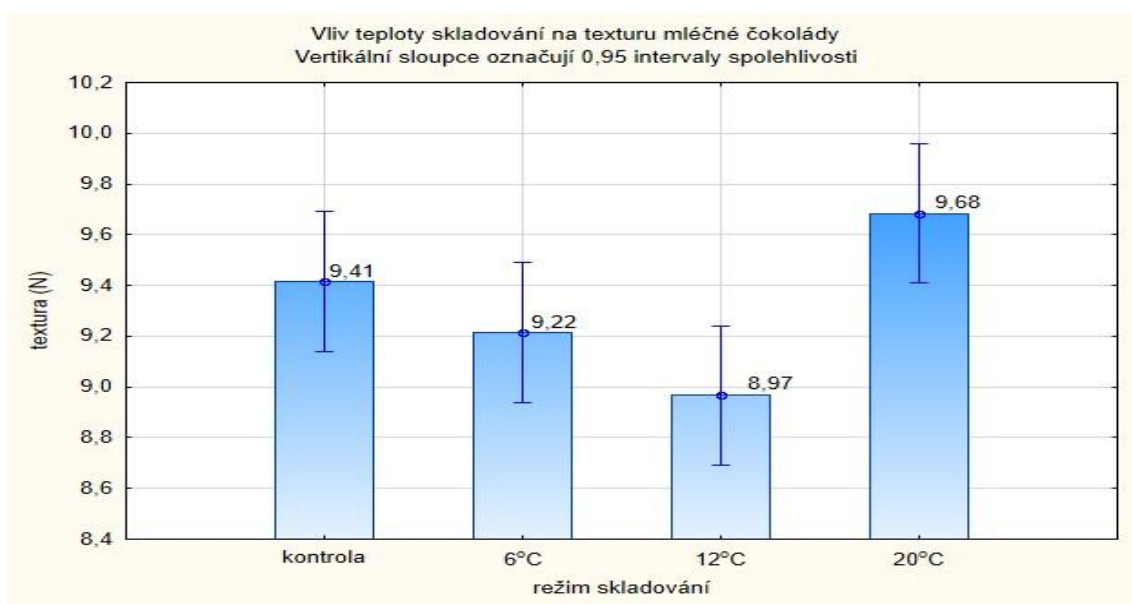
Čokoládě obecně nesvědčí vysoké teploty při skladování. Podporují migraci tuku přes matici částic čokolády a následně dochází k jeho rekrystalizaci na povrchu. Matný vzhled povrchu způsobený výkvětem vzniká důsledkem rozptylu světla shluky tukových krystalů, které vyčnívají z povrchu čokolády (AGUILERA et al., 2004; LOHMAN, HARTEL, 1994). Další vady spojené s migrací tuku jsou měknutí čokoládové vrstvy, ztvrdnutí náplní u plněných čokolád a desertů a celkové senzorické zhoršení výrobků (SVANBER et al., 2011).

V našem případě neměla teplota skladování na texturu výrobků z hořké čokolády výraznější vliv (obr. 26). Nejpevnější byly vzorky kontrolní, nejměkčí skladované při pokojové teplotě. Je třeba konstatovat, že vzorky byly před vlastní analýzou vytemperovány na stejnou teplotu pro zajištění objektivitu měření.



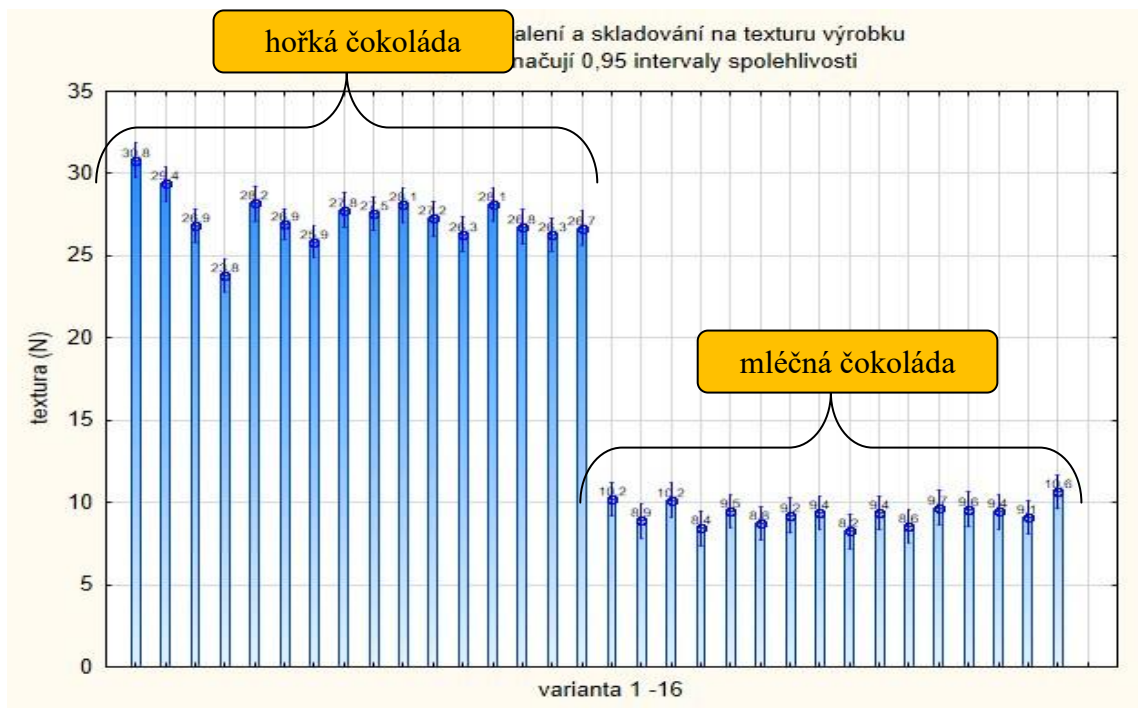
Obr. 25 Vliv teploty skladování na texturu hořké čokolády

Další graf (obr. 27) zobrazuje vliv různých režimů skladování na texturu mléčné čokolády. Je z něj patrné to, že pokojová teplota negativně na texturu výrobků nepůsobí. Rozdíly mezi jednotlivými režimy ale nejsou velké.



Obr. 26 Vliv teploty skladování na texturu mléčné čokolády

Poslední graf shrnuje výsledky texturních měření všech variant zahrnutých do pokusu (obr. 28). Je zde vidět především velký rozdíl v textuře mléčné a hořké čokolády. Variabilita v rámci jednotlivých skupin není velká, je třeba ale poznamenat, že doba skladování byla pouze 3 měsíce. Při delším skladování by se daly předpokládat větší rozdíly. Je patrné, že klíčovou roli nehraje technologie a skladování, ale receptura, především obsah kakaového másla. Tuto zkušenost potvrzují i Nöbel et al. (2009), Afoakwa (2010) a Machálková et al. (2015).



Obr. 27 Vliv technologie výroby, balení a skladování na texturu výrobku

6 ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo zaměřit se na vliv složení čokolády na její skladovatelnost. Dále připravit čokoládové cukrovinky s různými poměry kakaového másla a sledovat vliv různých režimů skladování na změny jejich senzorycké kvality a texturních vlastností. Příprava čokolád probíhala v poloprovozu, kdy byly připraveny vzorky mléčné a hořké čokolády, které byly rozděleny a polovina z nich byla podrobena retemperaci. Poté byly obě poloviny vzorků opět rozděleny a zabaleny do hliníkové folie a zavakuovány. Skladování probíhalo po dobu 3 měsíců při teplotních režimech: -18 °C, 6 °C, 12 °C a 20 °C a poté byly vzorky podrobeny měření textury a senzorycké analýze.

Celkové hodnocení deskriptorů senzorycké analýzy po 3 měsících skladování bylo více rovnoměrné u hořké čokolády. Mléčná čokoláda vykazovala horší lesk, což mohlo být způsobeno vyšším obsahem cukru, který mohl způsobit přítomnost cukerného výkvětu na povrchu výrobků.

Vliv technologického postupu se výrazněji projevil u hořké čokolády, kdy lepší texturu vykazovaly vzorky retemperované čokolády. Proces retemperace měl v našem případě příznivý vliv na pevnost těchto vzorků, protože obsahovaly vyšší podíl kakaového másla. U mléčné čokolády byly naopak texturně lepší vzorky neretemperované, i když s velmi malými zanedbatelnými rozdíly.

Vliv balení se více projevil u vzorků mléčné čokolády, kdy jako nejlepší vzorek byl vyhodnocen vzorek zabalený ve vakuu a jako nejhorší vzorek zabalený v hliníkové folii. U hořké čokolády nebylo možno pozorovat statisticky významné rozdíly.

Režimy skladování měli větší vliv na mléčnou čokoládu, kdy bylo patrné, že pokojová teplota na ně nepůsobí negativně. U hořké čokolády vzorky skladované při 20 °C vykazovaly naopak texturu nejhorší, ale opět s velmi minimálními rozdíly mezi jednotlivými teplotními režimy skladování.

Kvalitu čokoládových výrobků ovlivňuje celý výrobní technologický proces, receptura, použité suroviny a také podmínky skladování. V našem případě je ovšem patrné, že klíčovou roli nehraje technologie a skladování, ale receptura, a to zejména obsah kakaového másla. Všechny tyto aspekty působí na reologické, fyzikální a senzorycké vlastnosti a určují tak výslednou kvalitu čokoládových výrobků.

7 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

AFOAKWA, E. O., PATERSON, A. & FOWLER, M., 2007, *Factors influencing rheological and textural qualities in chocolate – a review*, *Trends in Food Science & Technology*, 18: 290-298 s.

AFOAKWA, E. O., PATERSON, A., FOWLER, M., VIEIRA, J. 2008, *Effects of tempering and fat crystallisation behaviour on microstructure, mechanical properties and appearance in dark chocolate systems*, *Journal of Food Engineering*, 89 (2): 128–136.

AFOAKWA, E. O., 2010, *Chocolate science and technology*, Wiley-Blackwell, United Kingdom: 275 s.

AGUILERA, J. M., MICHEL, M., MAYOR, G., 2004, *Fat migration in chocolate: Diffusion or capillary flow in a particulate solid? – A hypothesis paper*, *Journal of Food Science*, 69 (7): 167–174.

ARCIMOVIČOVÁ, J., VALÍČEK, P., 1999, *Čokoláda – pokrm bohů*, START, Benešov: 117 s.

BARTOŠKOVÁ, L., 2010, *Analytické a senzorické hodnocení čokoládových výrobků*, Diplomová práce („rukopis“), Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Zlín: 113 s.

BERK, Z., 2013, *Food process engineering and technology*, Elsevier/Academic Press, Amsterdam: 690 s.

BLÁHA, L., ŠREK, F., 1996, *Suroviny pro učební obor Cukrář, Cukrářka*, Informatorium, Praha: 213 s.

BLÁHA, L., KOPOVÁ, I. & ŠREK, F., 2014, *Suroviny pro obor vzdělání Cukrář*, Informatorium, Praha: 214 s.

BURDA, A., 2013, *O kávě, čaji a dalších nápojích*, Carter/reproplus, Praha: 83 s.

CAMPOS, J. R., BUENDÍA, H. B. E., RAMOS, S. M. C., AVILA, I. O., FLORES, E. J. & CERVANTES, E. L., 2012, *Effect of fermentation time and drying temperature on volatile compounds in cocoa*, Food Chemistry, 132: 277 – 288 s.

COADYOVÁ, CH., 2000, *Čokoláda: průvodce znalce světem nejjemnějších čokoládových cukrovinek*, Fortuna Print, Praha: 192 s.

ČOPÍKOVÁ, J., 1999, *Technologie čokolády a čokoládových cukrovinek*, Vydavatelství VŠCHT, Praha: 168 s.

ČOPÍKOVÁ, J., 2012, *Výroba čokolády a čokoládových cukrovinek*: s. 452 – 458. KADLEC, P., MELZOCH, K., a kol., *Technologie potravin – přehled tradičních potravinářských výrob*, KEY Publishing s.r.o. Ostrava: 569 s.

ČOPÍKOVÁ, J. a kol., 2015, *Jak poznáme kvalitu? Čokoláda, kakao a výrobky z nich*, Libertas, Praha: 20 s.

DOUTRE-ROUSSELOVÁ, CH., 2005, *Čokoláda pro znalce: opravdová chuť a vášeň*, Slovart, Český Těšín: 216 s.

FERNANDES, V. A., MÜLLER, A. J., SANDOVAL, A. J. 2013, *Thermal, structural and rheological characteristics of dark chocolate with different compositions*, Journal of Food Engineering, 116 (1):97–108.

FILIP, V., 2014, *Výroba olejů a tuků z rostlinných a živočišných surovin*: s. 295 – XXX. DOSTÁLOVÁ, J., KADLEC, P., a kol., *Technologie potravin – potravinářské zboží*, Key Publishing s.r.o. Ostrava: 425 s.

FURLAN, L., BARACCO, Y., LECOT, N., ZARITZKY, N. & CAMPDERRÓS, M., 2017, *Influence of hydrogenated oil as cocoa butter replacers in the development of sugar-free compound chocolates: Use of inulin as stabilizing agent*, Food Chemistry, 217: 637 – 647 s.

GLICERINA, V., BALESTRA, F., DALLA ROSA, M., ROMANI, S., 2015: *Effect of manufacturing process on the microstructural and rheological properties of milk chocolate*. Journal of Food Engineering, 145, 45–50 s.

GODOČIKOVÁ, L., IVANIŠOVÁ, E., ÁRWAY, J., PETROVÁ, J. & KOČÁNIOVÁ, M., 2016, *Comparsion of biological aktivty of chocolates made by different technological procedures*, Potravinarstvo – Scientific Journal for Food Industry, 10: 316 – 322 s.

HRABĚ, J., BUŇKA, F., HOZA, I., 2007, *Technologie výroby potravin rostlinného původu pro kombinované studium*, Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Zlín: 189 s.

HROMADOVÁ, J., 2006, *Čokoláda*, Ottovo nakladatelství, Praha: 63 s.

HŘIVNA, L., 2014, *Technologie sacharidů*, Mendelova univerzita v Brně, Brno: 158 s.

KAVINA, J., 1997, *Zbožiznalství potravinářského zboží pro 3. ročník*, IQ 147, Praha: 335 s.

KRÁMSKÝ, S., FEITL, J., 2008, *Knih o čokoládě: historie výroby čokolády a cukrovinek v českých zemích*, MILPO MEDIA, Praha: 167 s.

LOHMAN, M., HARTEL, R. W., 1994, *Effect of milk fat fractions on fat in dark chocolate*. Journal American Oil Chemistry Society, 71(3): 267–275.

MACHÁLKOVÁ, L., HŘIVNA, L., JŮZL, M., NEDOMOVÁ, Š., 2015, *The effect of storage temperature on the quality and formation of blooming defects in chocolate confectionery*, Potravinarstvo – Scietific Journal for Food Industry, 9: 39 - 47 s.

MACHÁLKOVÁ, L., HŘIVNA, L., NEDOMOVÁ, Š., RUBAN, A. & BUREŠOVÁ, I., 2016, *The effect of tempering and storage conditions on the quality of chocolate bars and tablets and their resistance to fat blooming*, Food Science and Technology International: 417 – 422 s.

MACHÁLKOVÁ, L., HŘIVNA, L., RUBAN, A., SAPÁKOVÁ, E., & RUMÍŠKOVÁ, V., 2016, *Effect of recipe and production technology of chocolate products on their quality during storage*, Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis, 10: 91 – 98 s.

MERGEROVÁ, I., 2008, *Zlatá čokoládová kniha*, Fortuna Libri, Praha: 703 s.

McFADDEN, Ch., FRANCE Ch., 1999, *Velká encyklopedie čokolády: více než 200 receptů*, Rebo Productions, Praha: 256 s.

NÖBEL, S., BÖHME, B., SCHNEIDER, Y., ROHM, H. 2009. *Technofunctional barrier layers for preventing fat bloom in triple-shot pralines*. *Food Research International*, 42 (1): 69–75.

RUBAN, A., HŘIVNA, L., MACHÁLKOVÁ, L., NEDOMOVÁ, Š. & ŠOTTNÍKOVÁ, V., 2016, *Effect of storage regime on texture and other sensory properties of chocolate*, Mendel Net, 645 – 650 s.

OREYOVÁ, C., 2010, *Zázračná síla čokolády*, Kensington publishing corp., USA: 326 s.

PEHLE, T. & kolektiv, 2009, *Čokoláda*, Rebo, Productions CZ, Dobřejovice: 295 s.

PELIKÁN, M., HŘIVNA, L. & HUMPOLA, J., 1999, *Technologie sacharidů*, Mendelova univerzita v Brně, Brno: 154 s.

QUAST, L. B., LUCCAS, V., RIBEIRO, P. B., CARDOSO, L. P., KIECKUSCH, T. G. 2013, *Original article Physical properties of tempered mixtures of cocoa butter, CBR and CBS fats*, *International Journal of Food Science and Technology*, 48 (8): 1579–1588.

SALTINI, R., AKKERMAN, R & FROSCHE, S., 2013, *Optimizing chocolate production through traceability: A review of the influence of fading practices on cocoa bean quality*, Food Control, 29: 167 – 187 s.

SIMONOT, L., ELIAS, M., 2002, *Color changes due to surface state modification*, Color Research and Application, 28 (1): 45–49. DOI: 10.1002/col.10113

SOKMEN, A., GUNES, G., 2006, *Influence of some bulk sweeteners on rheological properties of chocolate*, LWT – Food Science and Technology, 39: 1053 – 1058 s.

SVANBERG, L., AHRNÉ, L., LORÉN, N., WINDHAB, E., 2011, *Effect of pre-crystallization process and solid particle addition on cocoa bitter crystallization and reset in microstructure in chocolate model systems*, Procedia Food Science, 1:1910–1917.

TAUFEROVÁ, A., OŠŤÁDALOVÁ, M., a kol., 2014, *Technologie a hygiena potravin rostlinného původu I., II.*, Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, Brno: 168 s.

Vyhláška MZe č. 76/2003 Sb.

8 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Produkce a exportní síť kakaových bobů (rok 2005/2006)	13
Obr. 2 Kakaové boby	14
Obr. 3 Květ kakaovníku	14
Obr. 4 Stupně stability a teplotní rozmezí 6 krystalických forem kakaového másla.....	16
Obr. 5 Technologické schéma výroby čokolády	22
Obr. 6 Zařízení na sušení a pražení kakaových bobů	24
Obr. 7 Teplotní průběh temperace	29
Obr. 8 Vlastní temperace čokolády.....	38
Obr. 9 Balení čokolády	38
Obr. 10 Vakuování čokolády	38
Obr. 11 Příprava vzorků pro senzoryckou analýzu	39
Obr. 12 Tira test	39
Obr. 13 Hořká retemperovaná čokoláda	40
Obr. 14 Hořká neretemperovaná čokoláda	40
Obr. 15 Mléčná retemperovaná čokoláda	41
Obr. 16 Mléčná neretemperovaná čokoláda	41
Obr. 17 Celkové hodnocení hořké čokolády	42
Obr. 18 Celkové hodnocení mléčné čokolády	42
Obr. 19 Hořká čokoláda - 12 °C neretemperovaná vakuum.....	43
Obr. 20 Hořká čokoláda - 6 °C neretemperovaná hliníková folie	43
Obr. 21 Mléčná čokoláda – 20 °C neretemperovaná vakuum	44
Obr. 22 Mléčná čokoláda – kontrola retemperovaná hliníková folie	44
Obr. 23 Pevnost čokolády dle jejího složení.....	46
Obr. 24 Vliv retemperace na texturu hořké čokolády.....	46
Obr. 25 Vliv retemperace na texturu mléčné čokolády	47
Obr. 26 Vliv teploty skladování na texturu hořké čokolády.....	48
Obr. 27 Vliv teploty skladování na texturu mléčné čokolády	48
Obr. 28 Vliv technologie výroby, balení a skladování na texturu výrobku.....	49

9 SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Světová produkce kakaových bobů (v tisících tunách)	12
Tab. 2 Rostlinné tuky přidávané do čokoládových výrobků	17
Tab. 3 Členění čokolády a čokoládových bonbónů na druhy a skupiny	33
Tab. 4 Fyzikální a chemické požadavky na jakost základních druhů čokolády	34
Tab. 5 Schéma pokusu	37

10 PŘÍLOHY

Příloha č. 1 Dotazník k sensorickému hodnocení čokoládových výrobků

Senzorické hodnocení čokoládových výrobků

Datum, čas:

Zdravotní stav:

Pohlaví:

Hodnocení vzhledu

Barva

1. I-----I
2. I-----I
3. I-----I
4. I-----I
5. I-----I
6. I-----I
7. I-----I
8. I-----I
9. I-----I
10. I-----I
11. I-----I
12. I-----I
13. I-----I
14. I-----I
15. I-----I
16. I-----I

Světle-hnědá, netypická

Tmavě-hnědá,
typická

Lesk

1. I-----I
2. I-----I
3. I-----I
4. I-----I
5. I-----I
6. I-----I
7. I-----I
8. I-----I
9. I-----I
10. I-----I
11. I-----I
12. I-----I
13. I-----I
14. I-----I
15. I-----I
16. I-----I

Matný povrch

Lesklý povrch

Výkvět tukový – horní strana

1.	I-----I	I
2.	I-----I	I
3.	I-----I	I
4.	I-----I	I
5.	I-----I	I
6.	I-----I	I
7.	I-----I	I
8.	I-----I	I
9.	I-----I	I
10.	I-----I	I
11.	I-----I	I
12.	I-----I	I
13.	I-----I	I
14.	I-----I	I
15.	I-----I	I
16.	I-----I	I
100 % výrobku		Nepřítomný

Výkvět tukový – spodní strana

1.	I-----I	I
2.	I-----I	I
3.	I-----I	I
4.	I-----I	I
5.	I-----I	I
6.	I-----I	I
7.	I-----I	I
8.	I-----I	I
9.	I-----I	I
10.	I-----I	I
11.	I-----I	I
12.	I-----I	I
13.	I-----I	I
14.	I-----I	I
15.	I-----I	I
16.	I-----I	I
100 % výrobku		Nepřítomný

Výkvět tukový – průřez

1. I-----I
2. I-----I
3. I-----I
4. I-----I
5. I-----I
6. I-----I
7. I-----I
8. I-----I
9. I-----I
10. I-----I
11. I-----I
12. I-----I
13. I-----I
14. I-----I
15. I-----I
16. I-----I

100 % výrobku

Nepřítomný

Lom

1. I-----I
2. I-----I
3. I-----I
4. I-----I
5. I-----I
6. I-----I
7. I-----I
8. I-----I
9. I-----I
10. I-----I
11. I-----I
12. I-----I
13. I-----I
14. I-----I
15. I-----I
16. I-----I

Bez lomu

Lasturovitý

Hodnocení vůně

Vůně - celek

1. I-----I
2. I-----I
3. I-----I
4. I-----I
5. I-----I
6. I-----I
7. I-----I
8. I-----I
9. I-----I
10. I-----I
11. I-----I
12. I-----I
13. I-----I
14. I-----I
15. I-----I
16. I-----I

Nevýrazná, nepříjemná, netypická

Příjemná, odpovídající složení

Hodnocení textury

Konzistence na lomu

1. I-----I
2. I-----I
3. I-----I
4. I-----I
5. I-----I
6. I-----I
7. I-----I
8. I-----I
9. I-----I
10. I-----I
11. I-----I
12. I-----I
13. I-----I
14. I-----I
15. I-----I
16. I-----I

Tuhá, suchá, hrudkovitá s tvrdými kousky

Jemná, rozplývavá

Tvrdot na skusu

- 1. I-----I
- 2. I-----I
- 3. I-----I
- 4. I-----I
- 5. I-----I
- 6. I-----I
- 7. I-----I
- 8. I-----I
- 9. I-----I
- 10. I-----I
- 11. I-----I
- 12. I-----I
- 13. I-----I
- 14. I-----I
- 15. I-----I
- 16. I-----I

Příliš měkká

Tvrdá

Přilnavost-lepivost na patře

- 1. I-----I
- 2. I-----I
- 3. I-----I
- 4. I-----I
- 5. I-----I
- 6. I-----I
- 7. I-----I
- 8. I-----I
- 9. I-----I
- 10. I-----I
- 11. I-----I
- 12. I-----I
- 13. I-----I
- 14. I-----I
- 15. I-----I
- 16. I-----I

Silná

Žádná

Rozplývání čokosložky v ústech

1. I-----I
 2. I-----I
 3. I-----I
 4. I-----I
 5. I-----I
 6. I-----I
 7. I-----I
 8. I-----I
 9. I-----I
 10. I-----I
 11. I-----I
 12. I-----I
 13. I-----I
 14. I-----I
 15. I-----I
 16. I-----I
- Špatné Snadné

Hodnocení chuti

Chuť - celý výrobek

1. I-----I
 2. I-----I
 3. I-----I
 4. I-----I
 5. I-----I
 6. I-----I
 7. I-----I
 8. I-----I
 9. I-----I
 10. I-----I
 11. I-----I
 12. I-----I
 13. I-----I
 14. I-----I
 15. I-----I
 16. I-----I
- Nevýrazná,
nepříjemná,
netypická Příjemná, odpovídající složení

Cizí chuť- pachuť

- 1. I-----I
- 2. I-----I
- 3. I-----I
- 4. I-----I
- 5. I-----I
- 6. I-----I
- 7. I-----I
- 8. I-----I
- 9. I-----I
- 10. I-----I
- 11. I-----I
- 12. I-----I
- 13. I-----I
- 14. I-----I
- 15. I-----I
- 16. I-----I

Výrazně přítomna

Nepřítomna

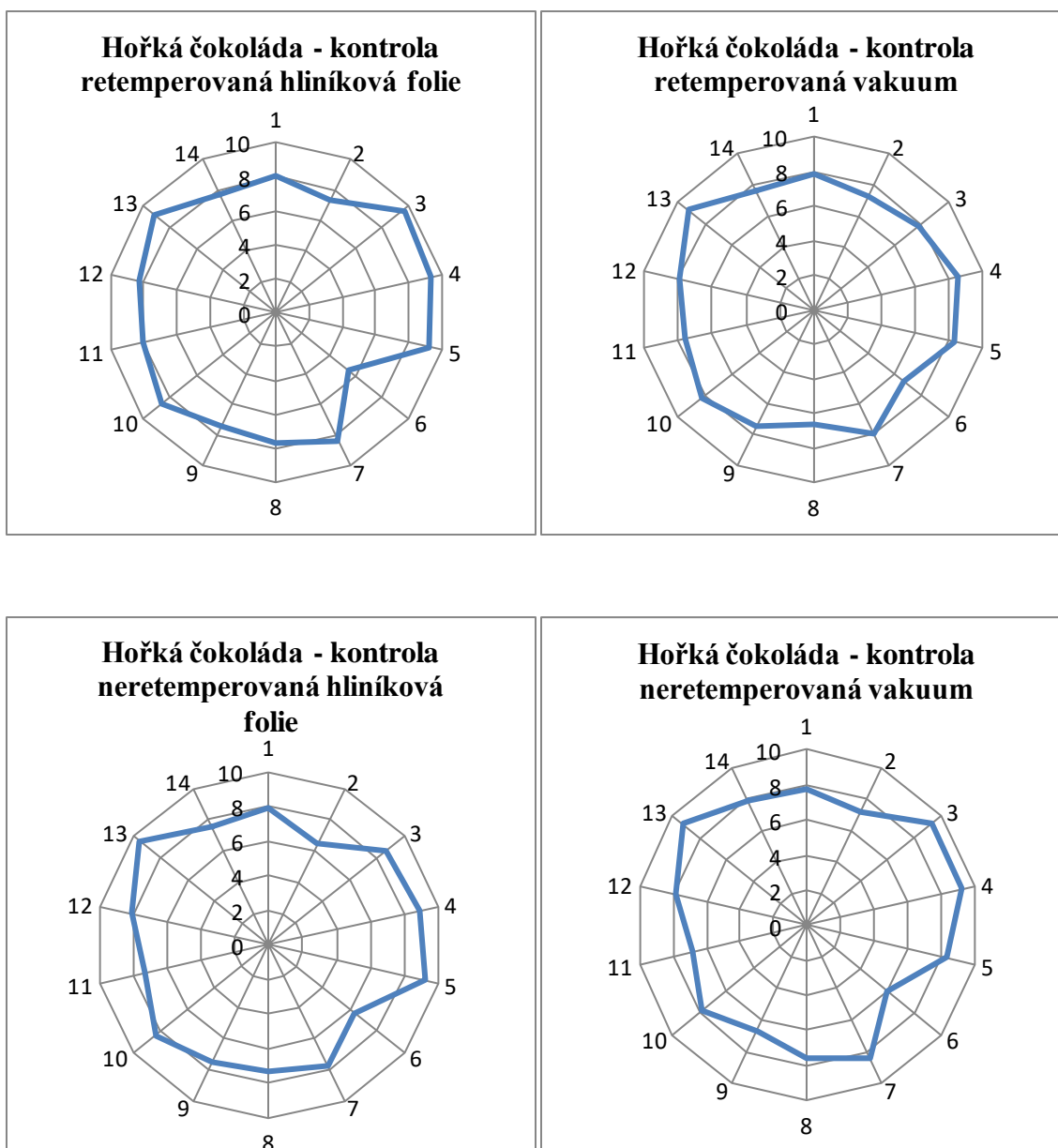
Celkové hodnocení vzorku

- 1. I-----I
- 2. I-----I
- 3. I-----I
- 4. I-----I
- 5. I-----I
- 6. I-----I
- 7. I-----I
- 8. I-----I
- 9. I-----I
- 10. I-----I
- 11. I-----I
- 12. I-----I
- 13. I-----I
- 14. I-----I
- 15. I-----I
- 16. I-----I

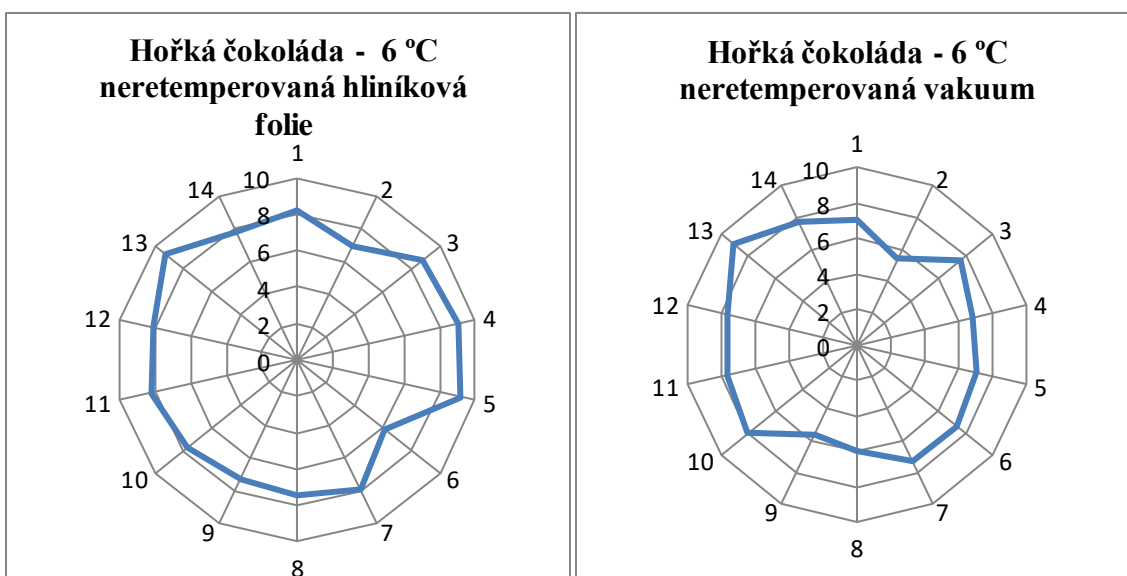
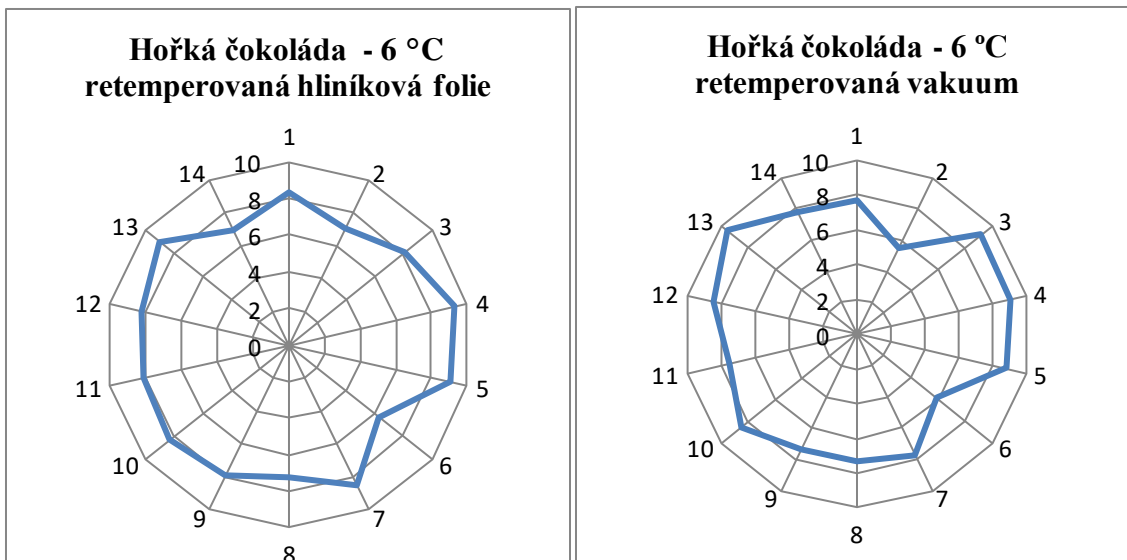
Špatný

Vynikající

Příloha č. 2 Senzorické profily hořké čokolády

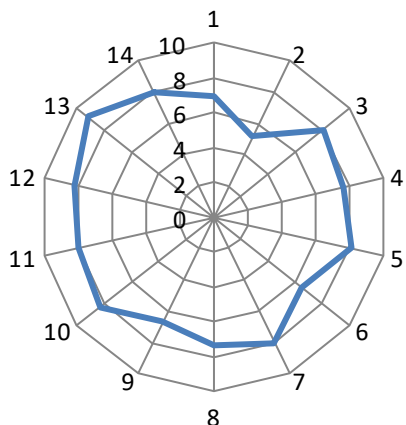


1 – barva; 2 – lesk; 3 – výkvět tukový horní strana; 4 – výkvět tukový spodní strana; 5 – průřez; 6 – lom; 7 – vůně – celek; 8 – konzistence na lomu; 9 – tvrdost na skusu; 10 – přilnavost – leplivost na patře; 11 – rozplývání čokosložky v ústech; 12 – chuť – celý výrobek; 13 – cizí chuť – pachutí; 14 – celkové hodnocení vzorku

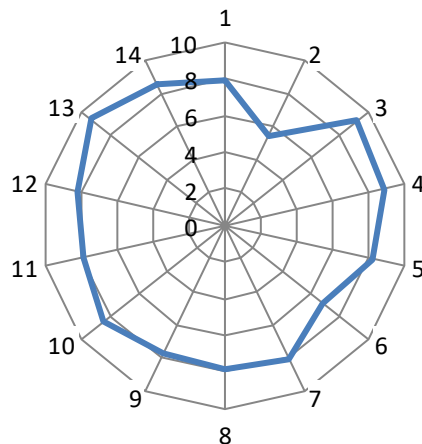


1 – barva; 2 – lesk; 3 – výkvět tukový horní strana; 4 – výkvět tukový spodní strana; 5 – průřez; 6 – lom; 7 – vůně – celek; 8 – konzistence na lomu; 9 – tvrdost na skusu; 10 – přilnavost – lepkavost na patře; 11 – rozplývání čokosložky v ústech; 12 – chuť – celý výrobek; 13 – cizí chuť – pachutí; 14 – celkové hodnocení vzorku

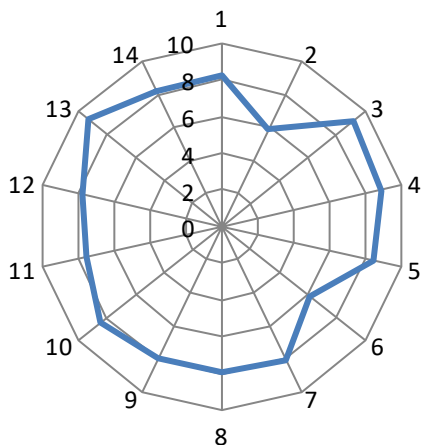
**Hořká čokoláda - 12 °C
retemperovaná hliníková folie**



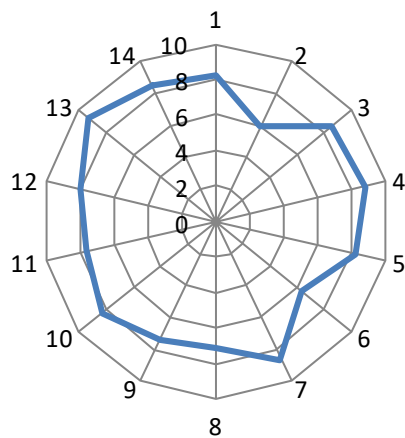
**Hořká čokoláda - 12 °C
retemperovaná vakuum**



**Hořká čokoláda - 12 °C
neretemperovaná hliníková
folie**

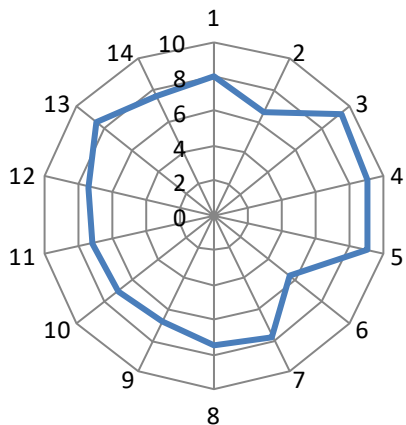


**Hořká čokoláda - 12 °C
neretemperovaná vakuum**

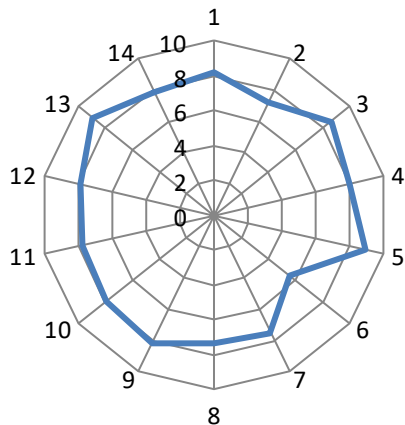


1 – barva; 2 – lesk; 3 – výkvět tukový horní strana; 4 – výkvět tukový spodní strana; 5 – průřez; 6 – lom; 7 – vůně – celek; 8 – konzistence na lomu; 9 – tvrdost na skusu; 10 – přilnavost – lepidlost na patře; 11 – rozplývání čokosložky v ústech; 12 – chuť – celý výrobek; 13 – cizí chuť – pachut'; 14 – celkové hodnocení vzorku

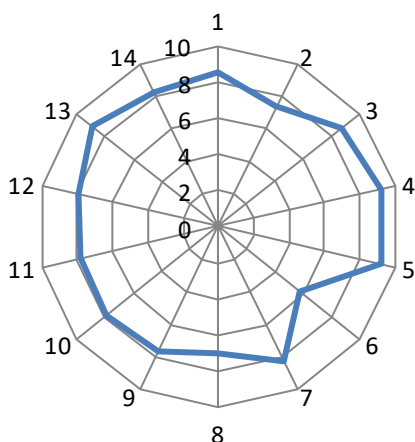
**Hořká čokoláda - 20 °C
retemperovaná hliníková folie**



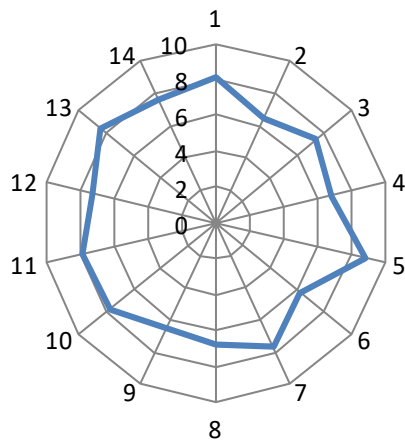
**Hořká čokoláda - 20 °C
retemperovaná vakuum**



**Hořká čokoláda - 20 °C
neretemperovaná hliníková
folie**

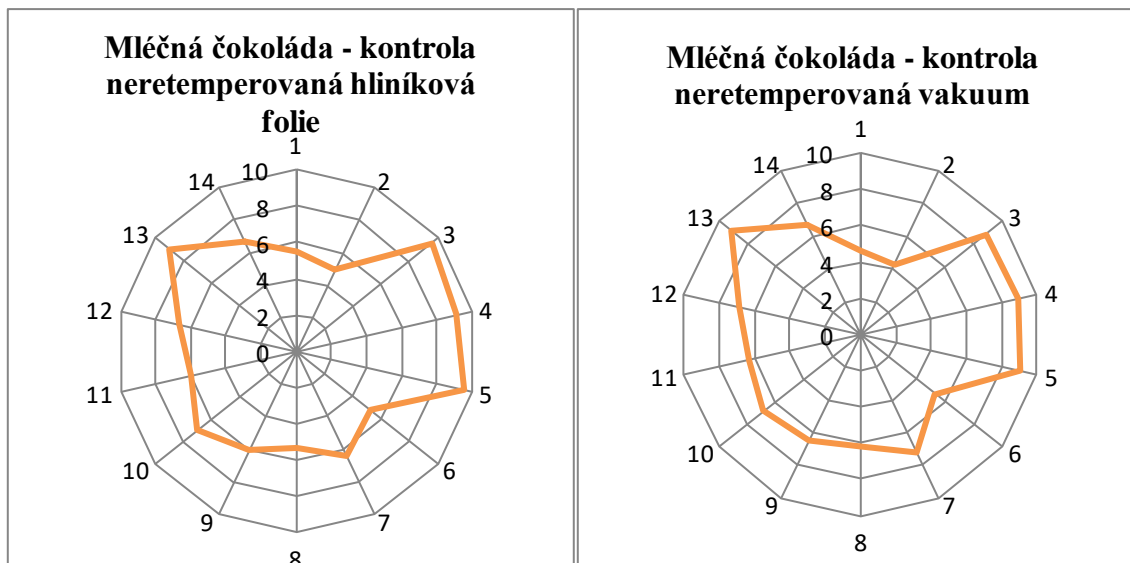
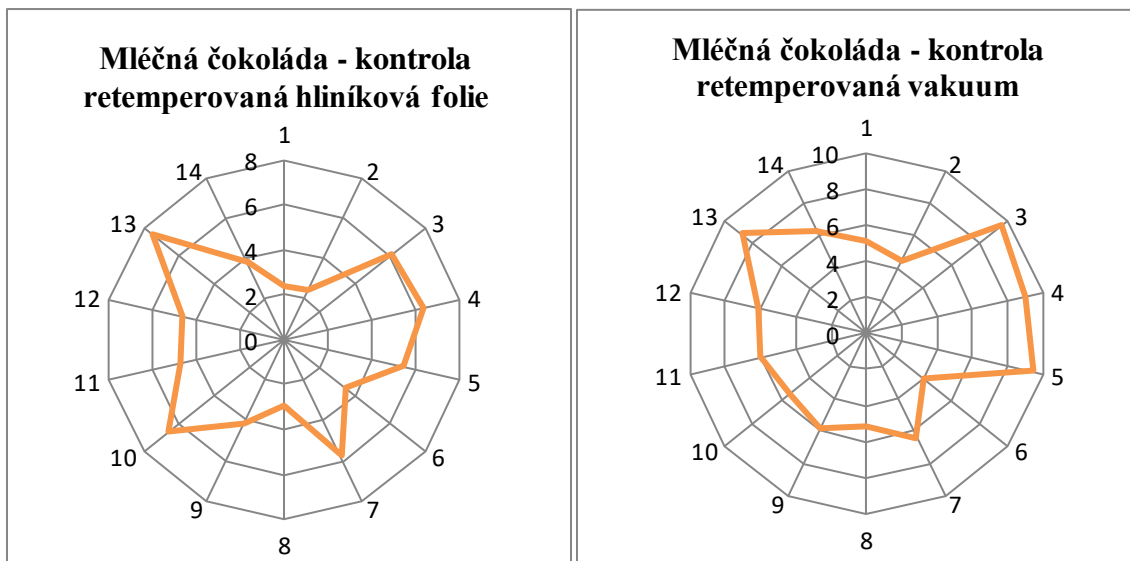


**Hořká čokoláda - 20 °C
neretemperovaná vakuum**



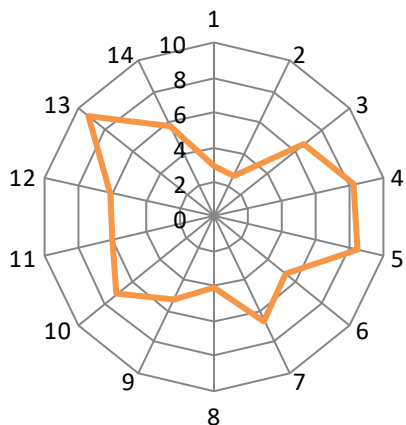
1 – barva; 2 – lesk; 3 – výkvět tukový horní strana; 4 – výkvět tukový spodní strana; 5 – průřez; 6 – lom; 7 – vůně – celek; 8 – konzistence na lomu; 9 – tvrdost na skusu; 10 – přilnavost – lepkavost na patře; 11 – rozplývání čokosložky v ústech; 12 – chuť – celý výrobek; 13 – cizí chuť – pachutí; 14 – celkové hodnocení vzorku

Příloha č. 3 Senzorické profily mléčné čokolády

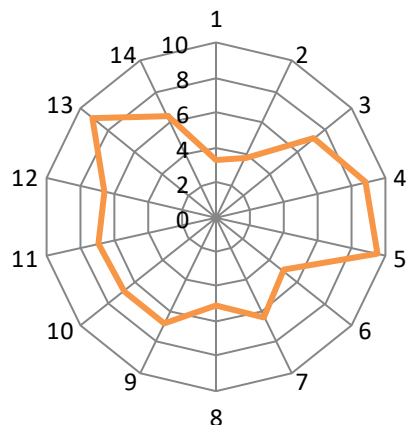


1 – barva; 2 – lesk; 3 – výkvět tukový horní strana; 4 – výkvět tukový spodní strana; 5 – průřez; 6 – lom; 7 – vůně – celek; 8 – konzistence na lomu; 9 – tvrdost na skusu; 10 – přilnavost – lepidlost na patře; 11 – rozplývání čokosložky v ústech; 12 – chuť – celý výrobek; 13 – cizí chuť – pachutí; 14 – celkové hodnocení vzorku

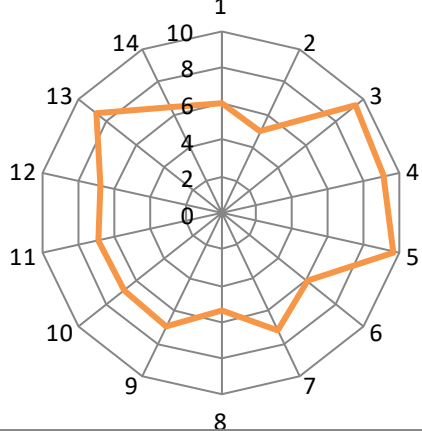
**Mléčná čokoláda - 6 °C
retemperovaná hliníková folie**



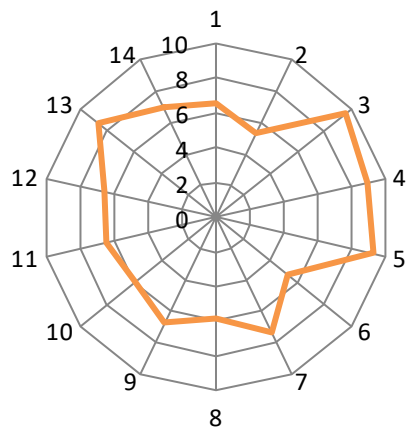
**Mléčná čokoláda - 6 °C
retemperovaná vakuum**



**Mléčná čokoláda - 6 °C
neretemperovaná hliníková
folie**

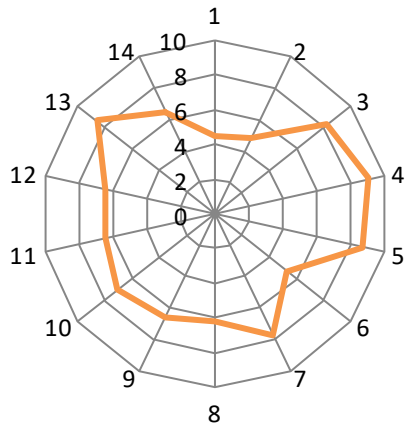


**Mléčná čokoláda - 6 °C
neretemperovaná vakuum**

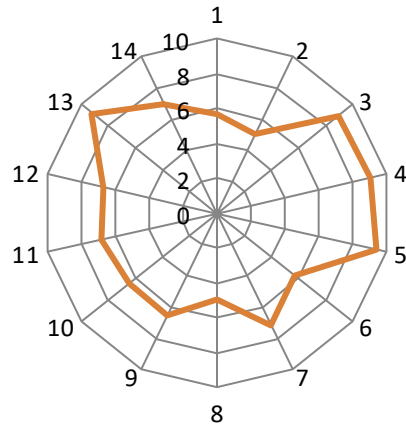


1 – barva; 2 – lesk; 3 – výkvět tukový horní strana; 4 – výkvět tukový spodní strana; 5 – průřez; 6 – lom; 7 – vůně – celek; 8 – konzistence na lomu; 9 – tvrdost na skusu; 10 – přilnavost – leplivost na patře; 11 – rozplývání čokosložky v ústech; 12 – chuť – celý výrobek; 13 – cizí chuť – pachutí; 14 – celkové hodnocení vzorku

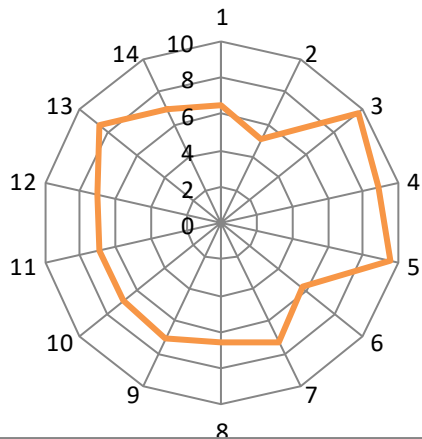
**Mléčná čokoláda - 12 °C
retemperovaná hliníková folie**



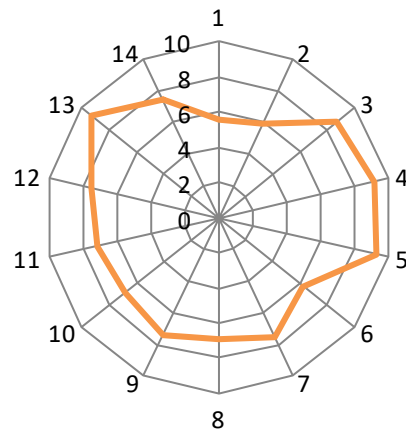
**Mléčná čokoláda - 12 °C
retemperovaná vakuum**



**Mléčná čokoláda - 12 °C
neretemperovaná hliníková
folie**

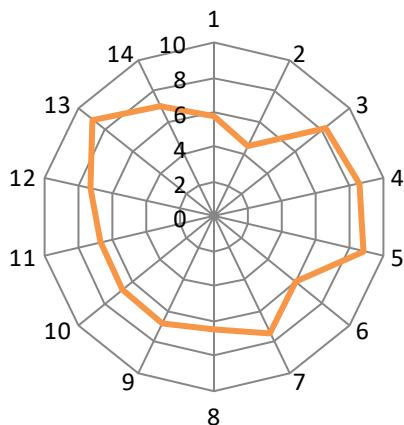


**Mléčná čokoláda - 12 °C
neretemperovaná vakuum**

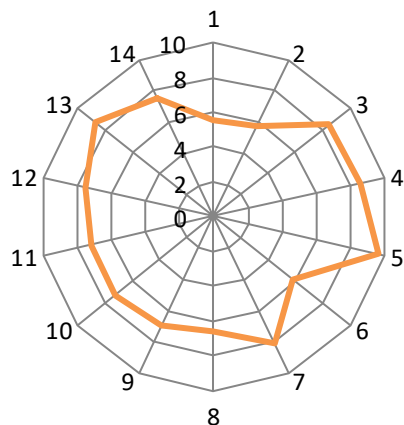


1 – barva; 2 – lesk; 3 – výkvět tukový horní strana; 4 – výkvět tukový spodní strana; 5 – průřez; 6 – lom; 7 – vůně – celek; 8 – konzistence na lomu; 9 – tvrdost na skusu; 10 – přilnavost – lepkavost na patře; 11 – rozplývání čokosložky v ústech; 12 – chuť – celý výrobek; 13 – cizí chuť – pachutí; 14 – celkové hodnocení vzorku

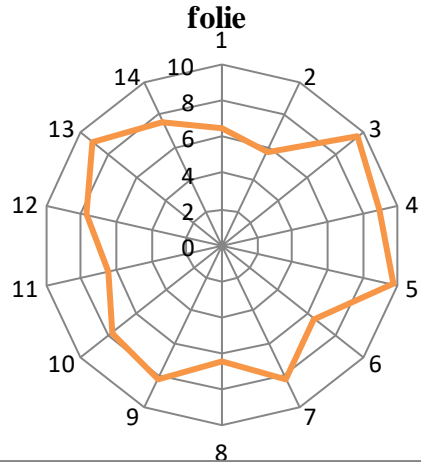
**Mléčná čokoláda - 20 °C
retemperovaná hliníková folie**



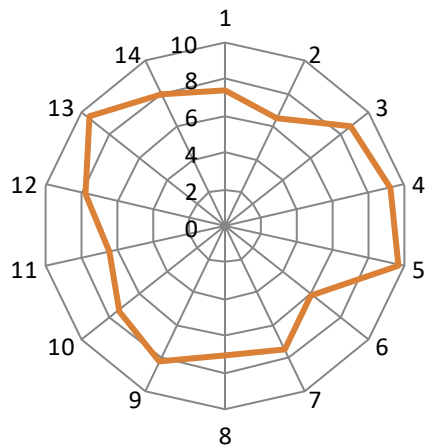
**Mléčná čokoláda - 20 °C
retemperovaná vakuum**



**Mléčná čokoláda - 20 °C
neretemperovaná hliníková
folie**



**Mléčná čokoláda - 20 °C
neretemperovaná vakuum**



1 – barva; 2 – lesk; 3 – výkvět tukový horní strana; 4 – výkvět tukový spodní strana; 5 – průřez; 6 – lom; 7 – vůně – celek; 8 – konzistence na lomu; 9 – tvrdost na skusu; 10 – přilnavost – lepkavost na patře; 11 – rozplývání čokosložky v ústech; 12 – chuť – celý výrobek; 13 – cizí chuť – pachuč; 14 – celkové hodnocení vzorku

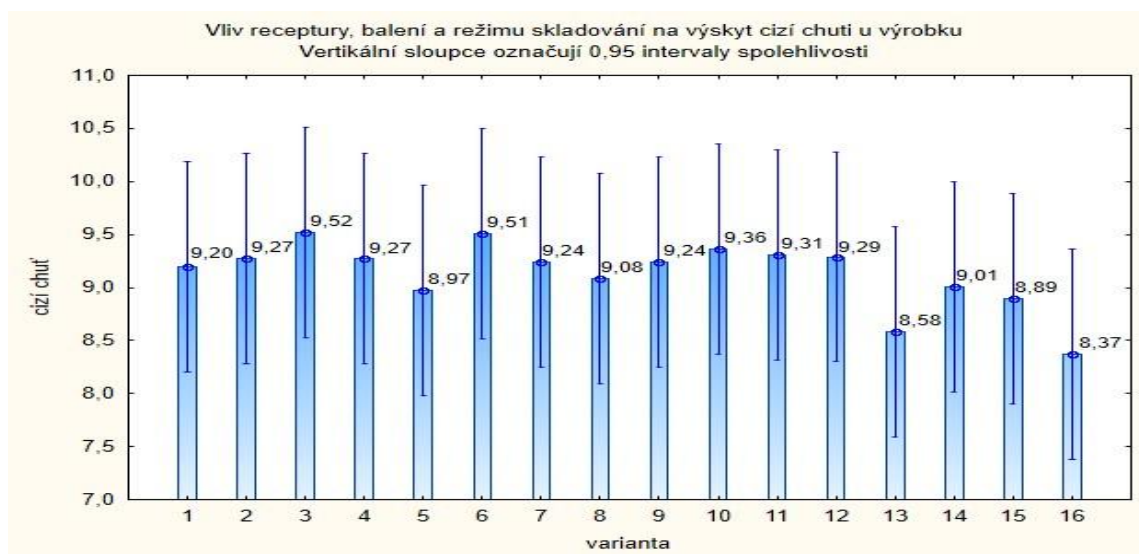
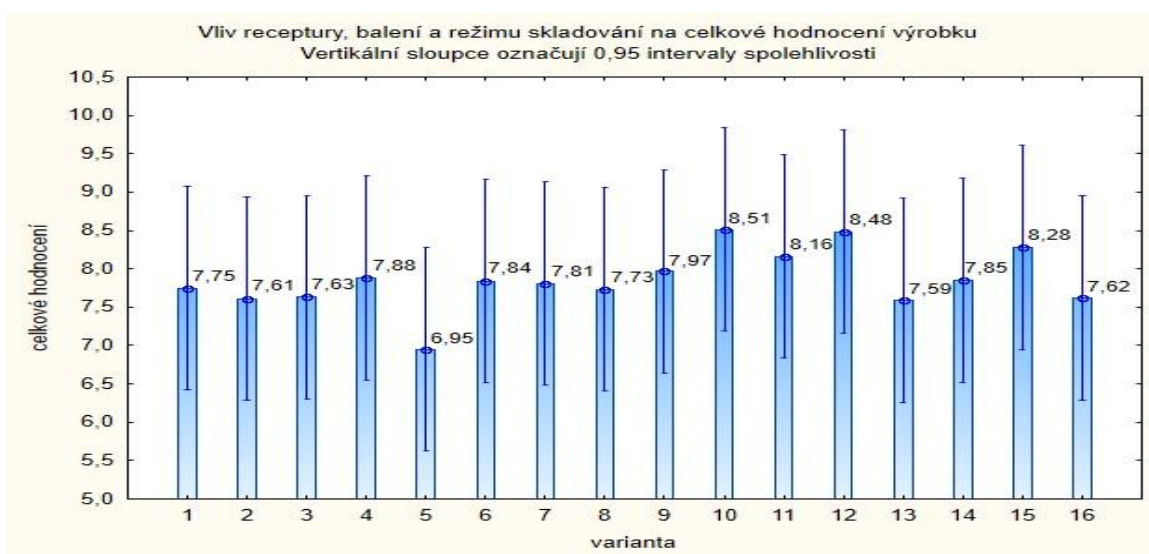
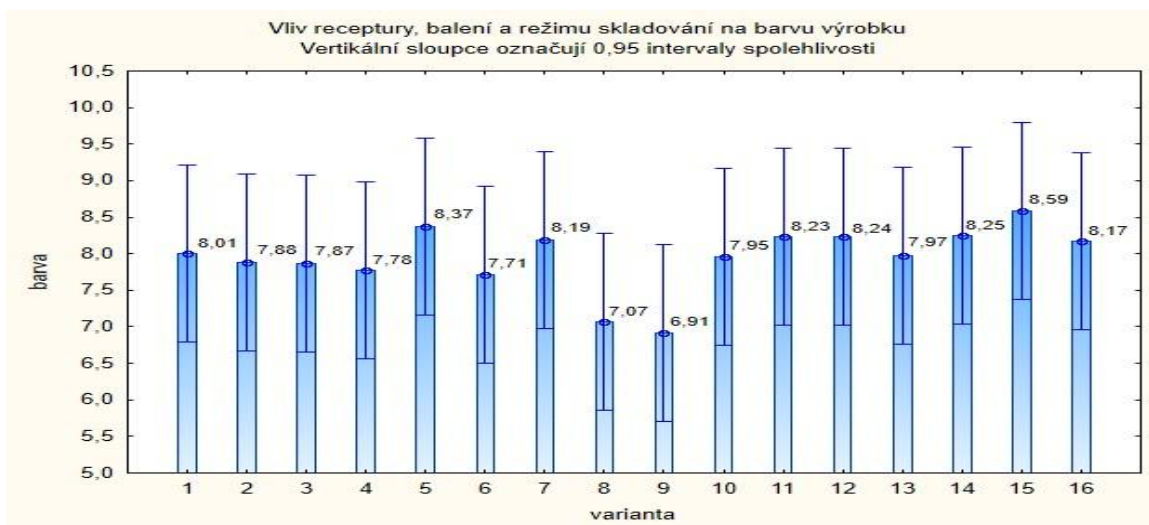
Příloha č. 4 Souhrn průměrů – hořká čokoláda

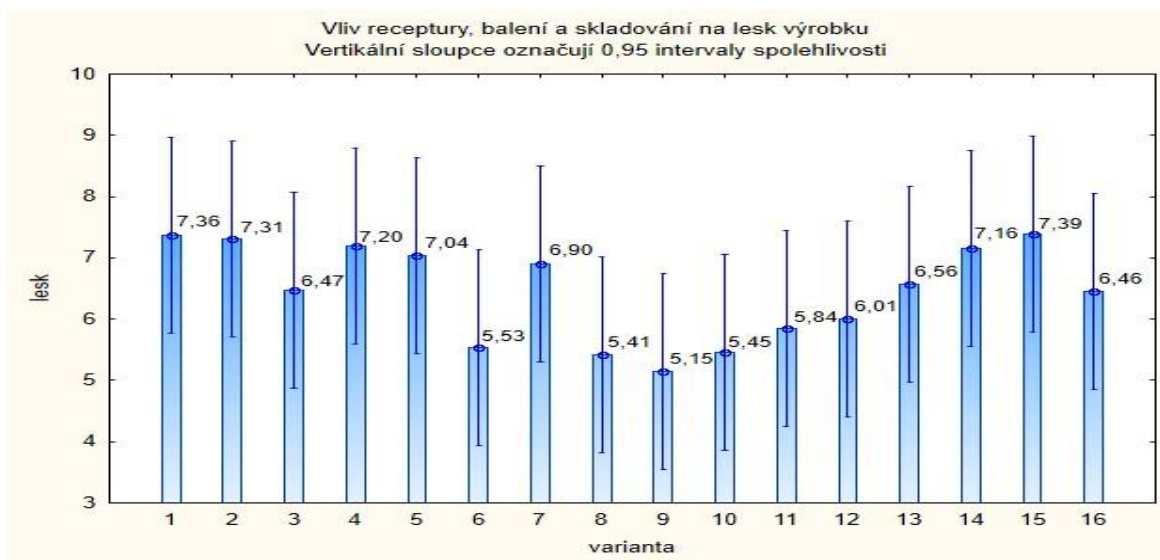
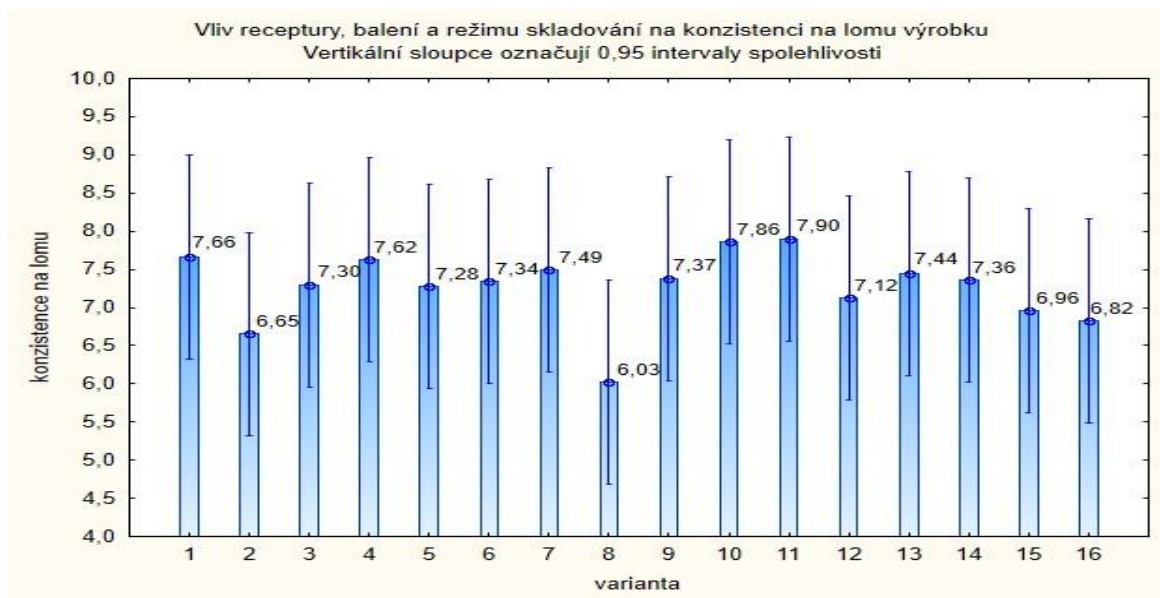
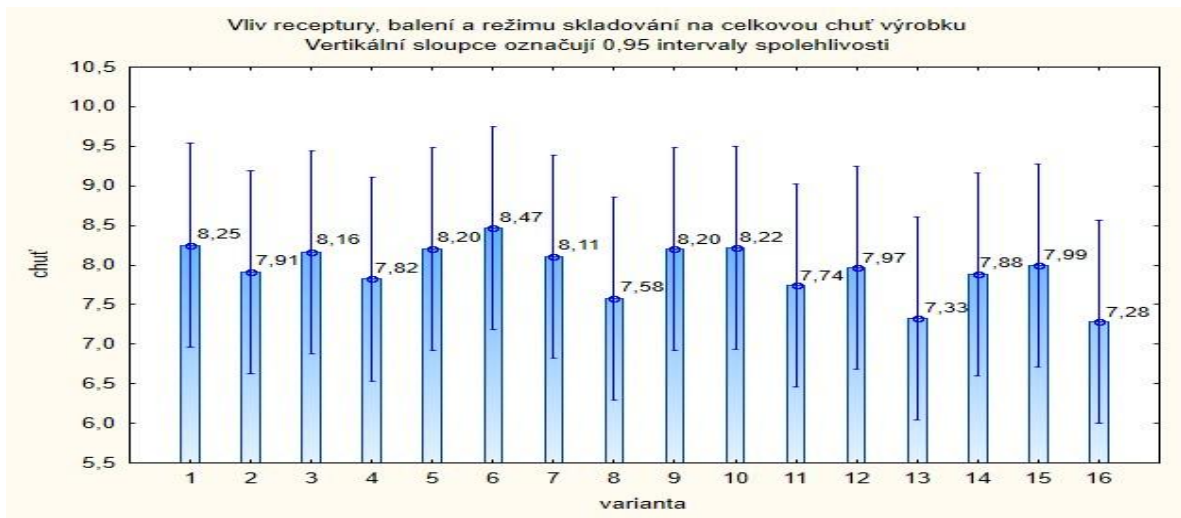
	Barva	Lesk	Tukový výkět – horní strana	Tukový výkět – spodní	Tukový výkět - průřez	Lom	Vůně – celek	Konzistence na lomu	Tvrdość na skusu	Přilnavost	Rozplývání čokolozky	Chuť	Cizí chuť	Celkové hodnocení
Kontrola – r. f.	8,01	7,36	9,64	9,31	9,23	5,45	8,42	7,66	7,40	8,64	8,02	8,25	9,20	7,75
Kontrola – r. v.	7,88	7,31	7,77	8,63	8,35	6,63	8,00	6,65	7,50	8,18	7,58	7,91	9,27	7,61
Kontrola – n. f.	7,87	6,47	8,66	8,93	9,31	6,32	7,76	7,30	7,57	8,36	7,36	8,16	9,52	7,63
Kontrola – n. v.	7,78	7,2	9,32	9,28	8,37	5,98	8,42	7,62	6,67	7,85	6,89	7,82	9,27	7,88
6 °C – r. f.	8,37	7,04	8,04	9,33	9,05	6,34	8,50	7,28	7,94	8,31	8,11	8,20	8,97	6,95
6 °C – r. v.	7,71	5,53	9,14	9,05	8,86	5,89	7,72	7,34	7,39	8,53	7,45	8,47	9,51	7,84
6 °C – n. f.	8,19	6,9	8,80	9,03	9,14	6,11	7,89	7,49	7,25	7,72	8,19	8,11	9,24	7,81
6 °C – n. v.	7,07	5,41	7,64	6,82	7,04	7,36	7,33	6,03	5,66	8,03	7,64	7,58	9,08	7,73
12 °C – r. f.	6,91	5,15	8,11	7,68	8,10	6,51	8,06	7,37	6,66	8,36	7,92	8,20	9,24	7,97
12 °C – r. v.	7,95	5,45	9,14	8,94	8,24	6,85	8,07	7,86	7,76	8,49	7,97	8,22	9,36	8,51
12 °C – n. f.	8,23	5,84	9,24	8,90	8,49	6,08	8,11	7,90	7,98	8,38	7,59	7,74	9,31	8,16
12 °C – n. v.	8,24	6,01	8,57	8,85	8,30	6,34	8,63	7,12	7,37	8,37	7,55	7,97	9,29	8,48
20 °C – r. f.	7,97	6,56	9,37	9,05	9,09	5,59	7,83	7,44	6,82	6,93	7,16	7,33	8,58	7,59
20 °C – r. v.	8,25	7,16	8,65	8,04	8,93	5,51	7,49	7,36	8,18	7,92	7,78	7,88	9,01	7,85
20 °C – n. f.	8,59	7,39	8,74	9,30	9,20	5,73	8,29	6,96	7,61	7,88	7,80	7,99	8,89	8,28
20 °C – n. v.	8,17	6,46	7,46	6,86	8,87	6,20	7,69	6,82	6,45	7,72	7,82	7,28	8,37	7,62

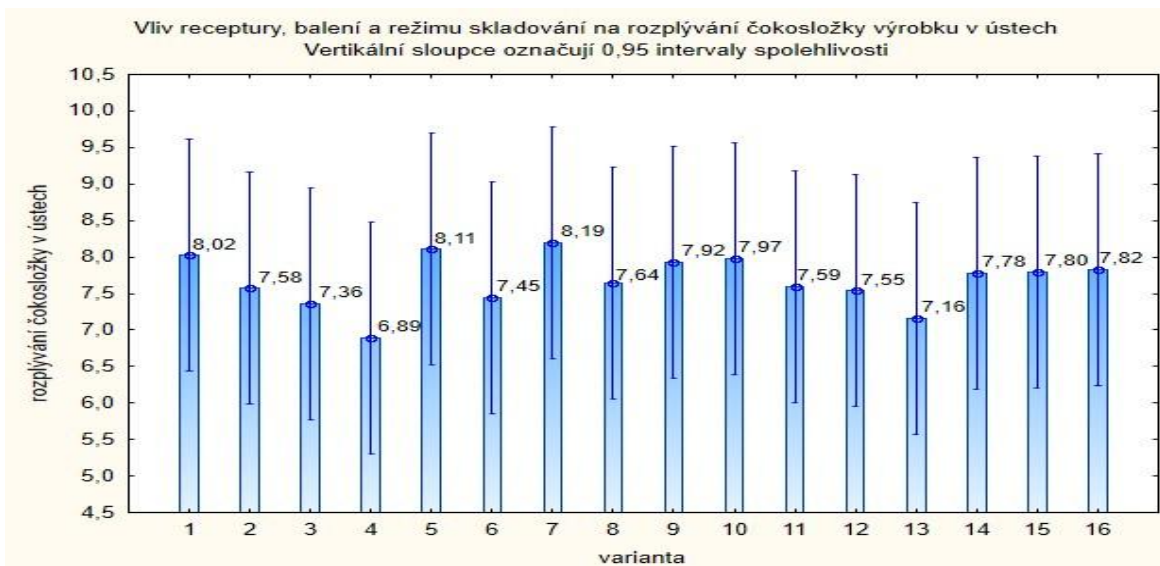
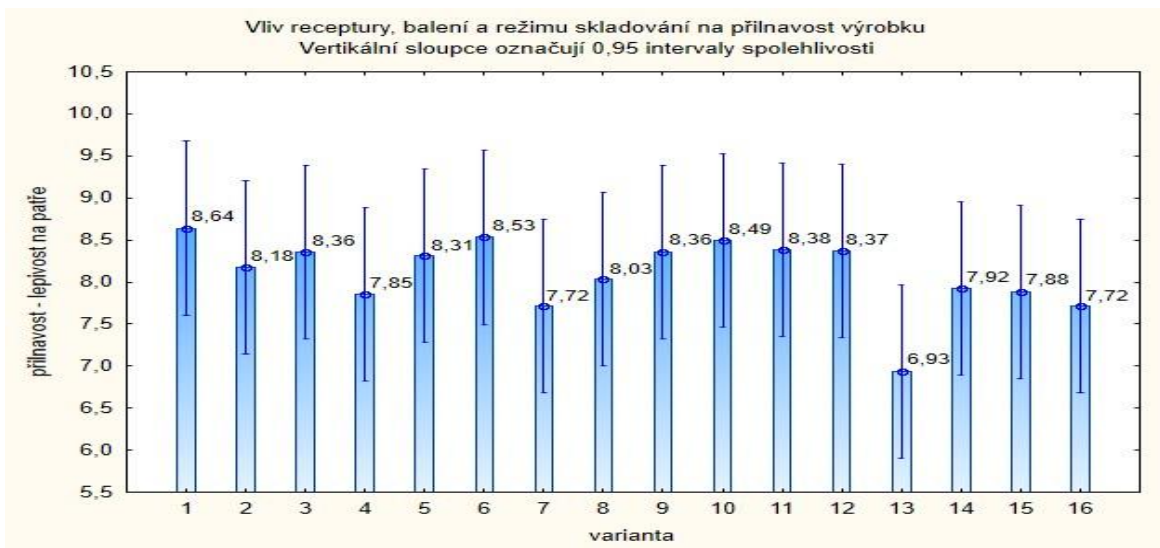
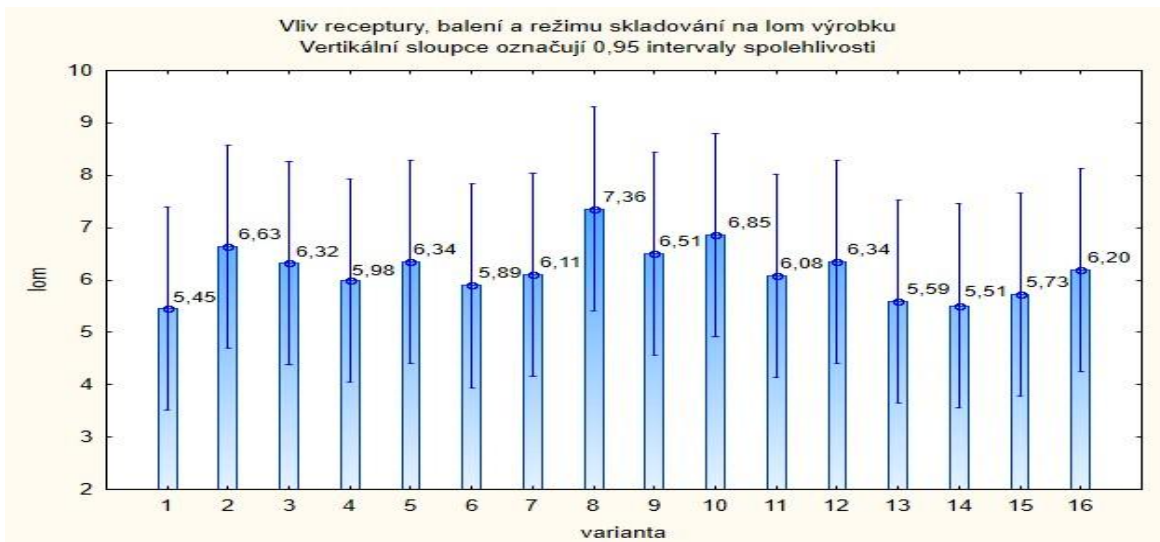
Vysvětlivky:

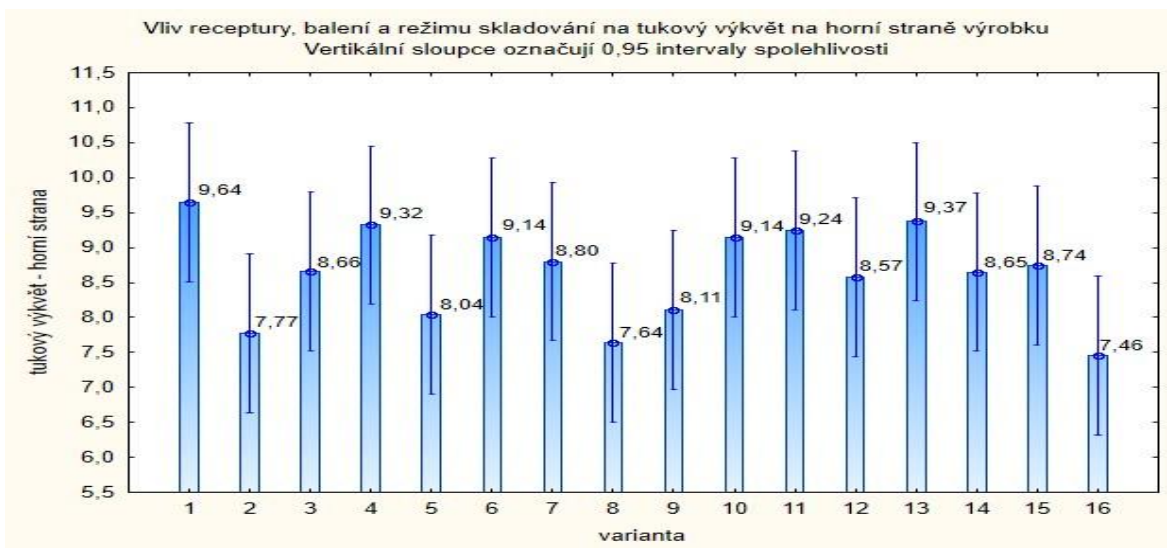
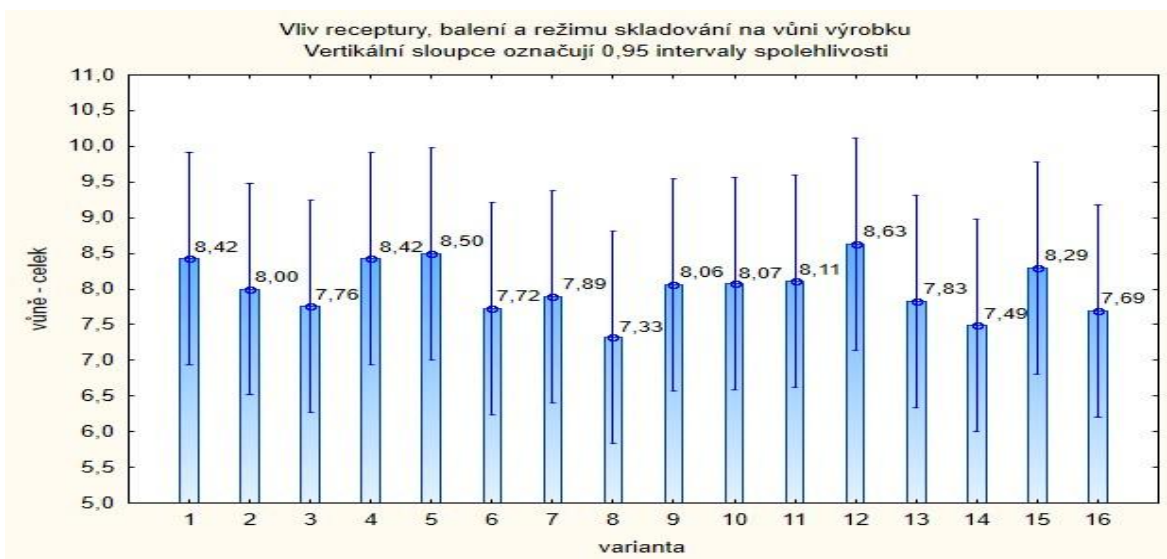
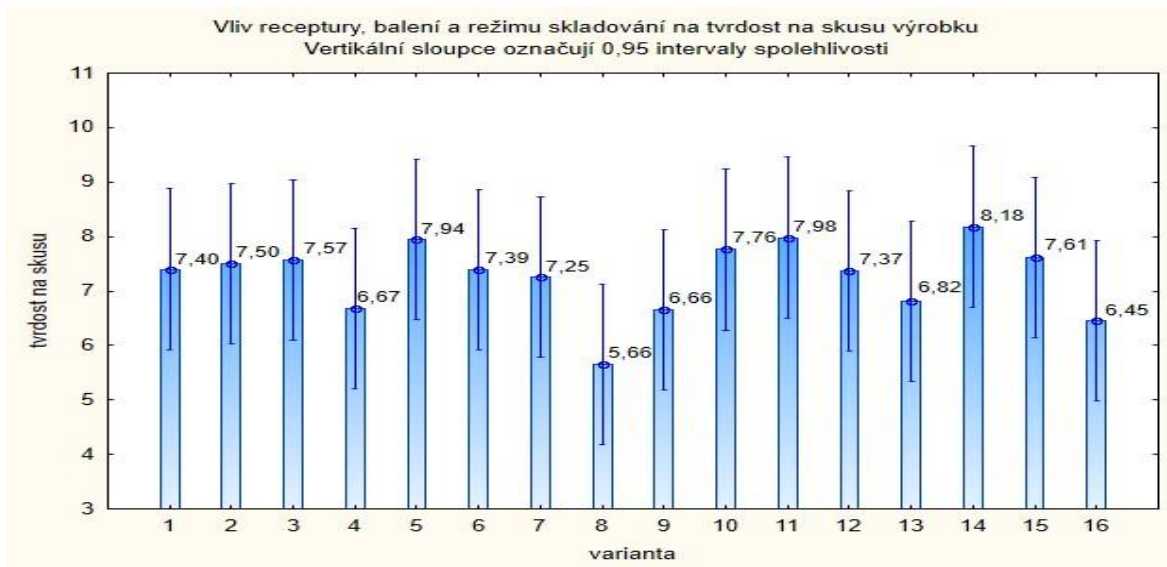
r – retemperovaná čok.; n – neretemperovaná čok.; f – hliníková folie; v – vakuum
Zeleně označené hodnoty označují nejlépe hodnocený vzorek v daném deskriptoru, červeně
označené hodnoty naopak nehorší.

Příloha č. 5 Statistické zpracování sensorické analýzy – hořká čokoláda

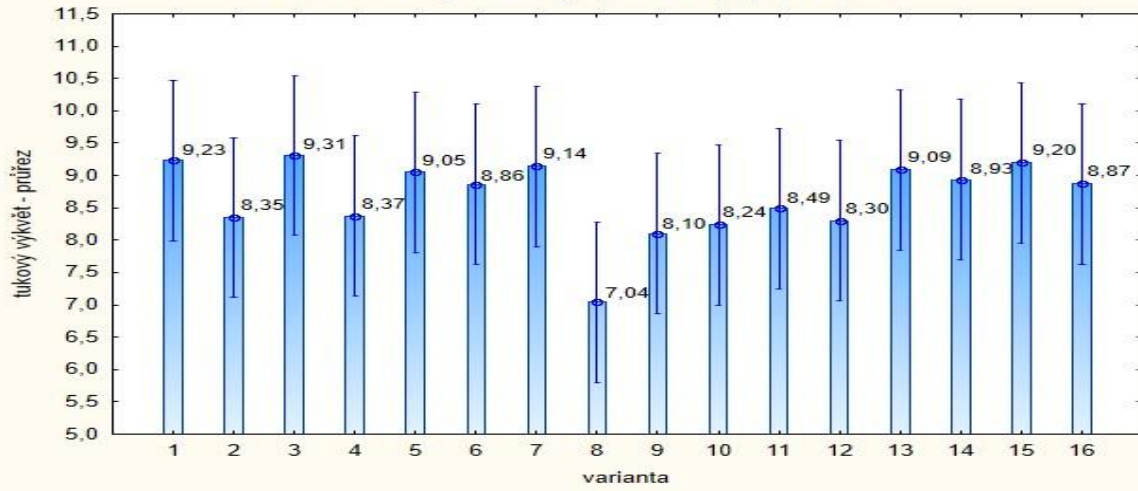




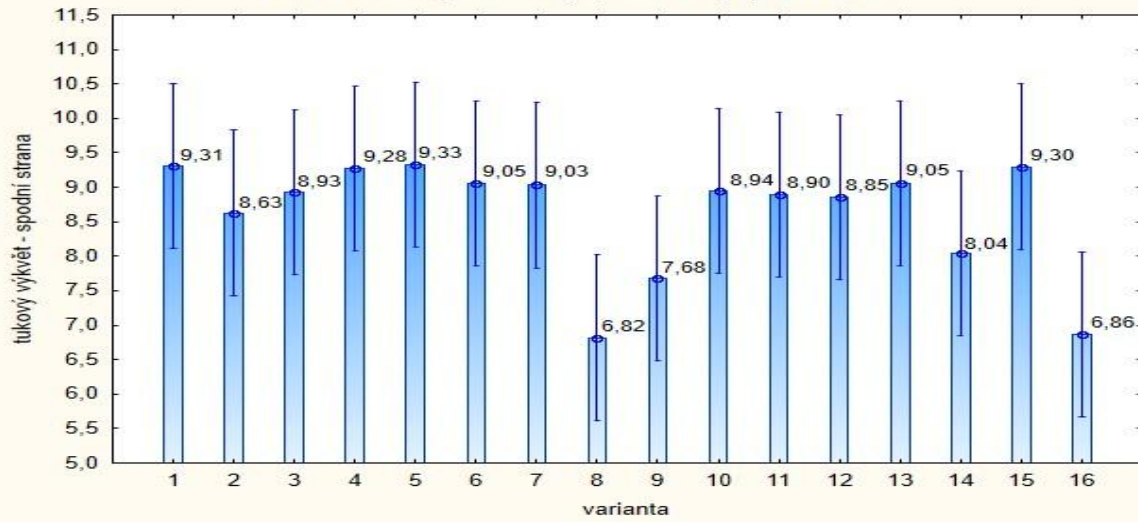




Vliv receptury, balení a režimu skladování na tukový výkvět na průřezu výrobku
Vertikální sloupce označují 0,95 intervaly spolehlivosti



Vliv receptury, balení a režimu skladování na tukový výkvět na spodní straně výrobku
Vertikální sloupce označují 0,95 intervaly spolehlivosti



Příloha č. 6 Souhrn průměrů – mléčná čokoláda

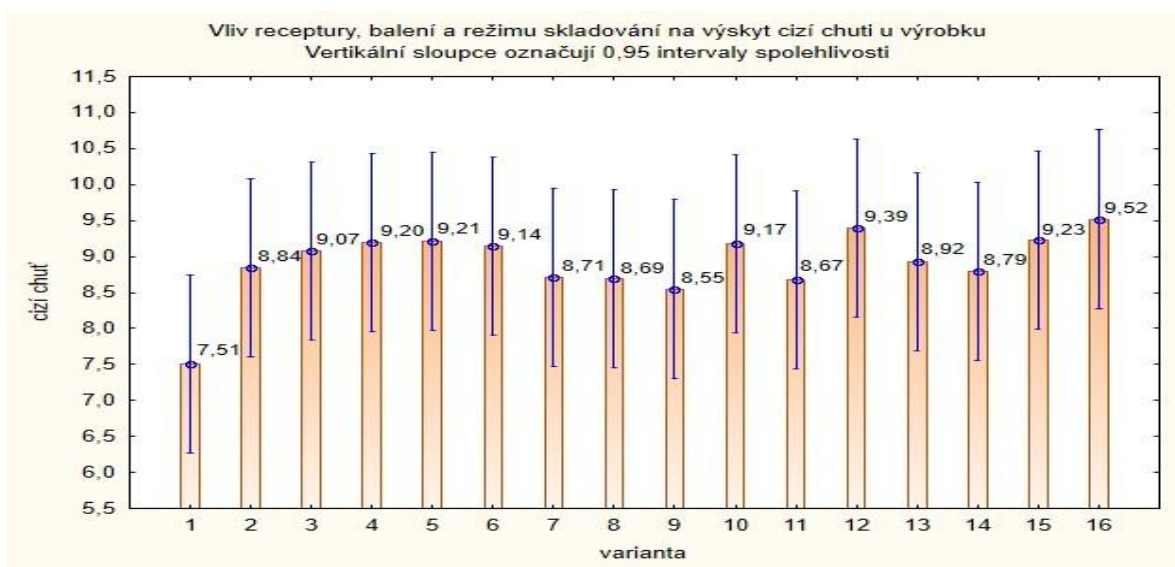
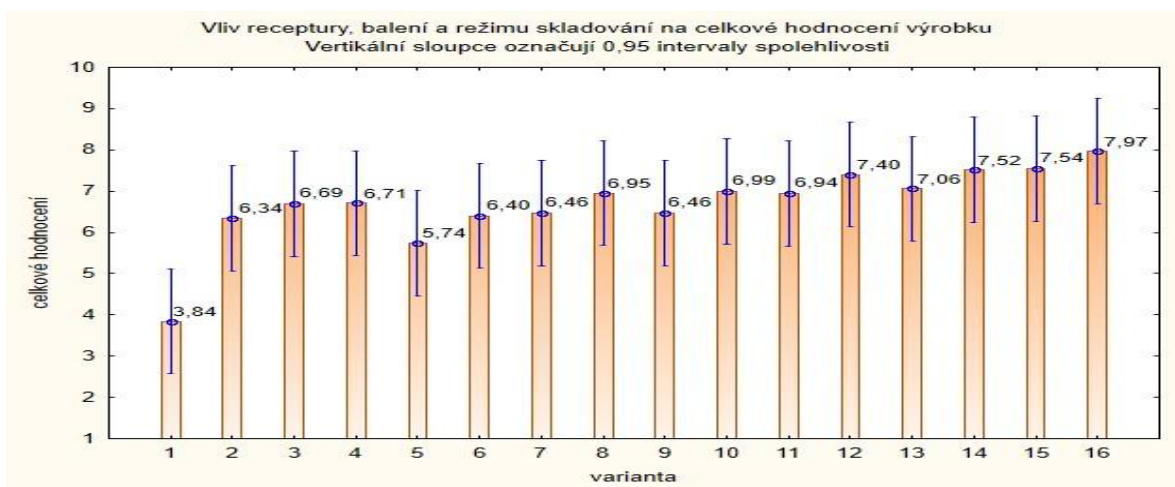
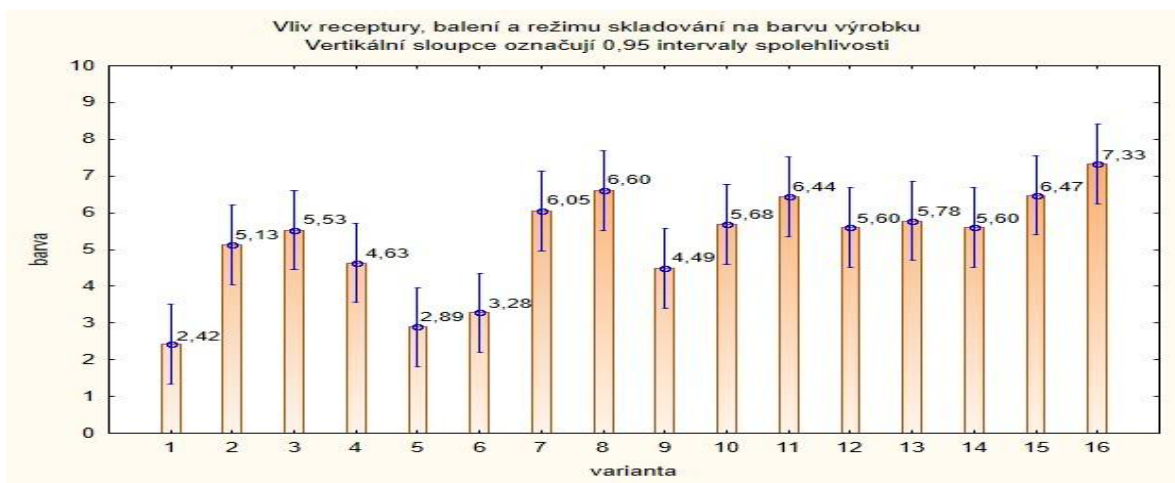
	Barva	Lesk	Tukový výkvět – horní strana	Tukový výkvět – spodní	Tukový výkvět - průřez	Lom	Vůně – celek	Konzistence na lomu	Tvrdość na skusu	Přilnavost	Rozplývání čokolozky	Chut'	Cizí chut'	Celkové hodnocení
Kontrola – r. f.	2,42 ^a	2,45 ^a	6,12 ^a	6,38 ^a	5,40 ^a	3,44 ^a	5,76 ^a	2,94 ^a	4,14 ^a	6,59 ^a	4,80 ^a	4,68 ^a	7,51 ^a	3,84 ^a
Kontrola – r. v.	5,13 ^{bcd}	4,47 ^{ab}	9,59 ^b	9,00 ^d	9,46 ^b	3,99 ^a	6,41 ^a	5,18 ^{ab}	5,87 ^{abc}	5,39 ^a	5,98 ^a	6,12 ^{ab}	8,84 ^a	6,34 ^{ab}
Kontrola – n. f.	5,53 ^{bcd}	4,96 ^{ab}	9,57 ^b	9,11 ^a	9,55 ^b	5,21 ^a	6,41 ^a	5,35 ^{ab}	5,98 ^{abc}	6,98 ^a	6,01 ^a	6,66 ^{ab}	9,07 ^a	6,69 ^{ab}
Kontrola – n. v.	4,63 ^{abcd}	4,24 ^{ab}	8,88 ^{ab}	8,98 ^a	9,06 ^b	5,30 ^a	7,25 ^a	6,22 ^b	6,54 ^{abc}	6,82 ^a	6,33 ^a	6,88 ^{ab}	9,20 ^a	6,71 ^{ab}
6 °C – r. f.	2,89 ^{ab}	2,63 ^a	6,66 ^{ab}	8,25 ^a	8,51 ^b	5,29 ^a	6,73 ^a	4,11 ^{ab}	5,27 ^{ab}	7,15 ^a	6,03 ^a	6,08 ^{ab}	9,21 ^a	5,74 ^{ab}
6 °C – r. v.	3,28 ^{abc}	3,82 ^{ab}	7,23 ^{ab}	8,83 ^a	9,55 ^b	4,89 ^a	6,36 ^a	5,05 ^{ab}	6,78 ^{abc}	6,83 ^a	6,92 ^a	6,65 ^{ab}	9,14 ^a	6,40 ^{ab}
6 °C – n. f.	6,05 ^{de}	4,95 ^{ab}	9,42 ^{ab}	9,18 ^a	9,65 ^b	6,01 ^a	7,15 ^a	5,35 ^{ab}	6,88 ^{abc}	6,82 ^a	6,94 ^a	6,82 ^{ab}	8,71 ^a	6,46 ^{ab}
6 °C – n. v.	6,60 ^{de}	5,32 ^{ab}	9,54 ^{ab}	8,97 ^a	9,30 ^b	5,29 ^a	7,34 ^a	5,79 ^{ab}	6,74 ^{abc}	5,95 ^a	6,40 ^a	6,56 ^{ab}	8,69 ^a	6,95 ^{ab}
12 °C – r. f.	4,49 ^{abcd}	4,89 ^{ab}	8,25 ^{ab}	9,07 ^a	8,77 ^b	5,36 ^a	7,74 ^a	6,15 ^b	6,62 ^{abc}	7,07 ^a	6,41 ^a	6,39 ^{ab}	8,55 ^a	6,46 ^{ab}
12 °C – r. v.	5,68 ^{cde}	5,11 ^{ab}	8,94 ^{ab}	9,07 ^a	9,39 ^b	5,72 ^a	7,13 ^a	4,92 ^{ab}	6,55 ^{abc}	6,42 ^a	6,77 ^a	6,75 ^{ab}	9,17 ^a	6,99 ^b
12 °C – n. f.	6,44 ^{de}	5,08 ^{ab}	9,65 ^b	8,92 ^a	9,57 ^b	5,67 ^a	7,33 ^a	6,53 ^b	7,08 ^{bc}	6,92 ^a	6,87 ^a	7,01 ^{ab}	8,67 ^a	6,94 ^{ab}
12 °C – n. v.	5,60 ^{cde}	5,94 ^b	8,75 ^{ab}	9,16 ^a	9,34 ^b	6,27 ^a	7,58 ^a	6,94 ^b	7,38 ^{bc}	6,84 ^a	7,15 ^a	7,53 ^{ab}	9,39 ^a	7,40 ^b
20 °C – r. f.	5,78 ^{cde}	4,52 ^{ab}	8,24 ^{ab}	8,57 ^a	8,83 ^b	6,02 ^a	7,46 ^a	6,50 ^b	6,81 ^{abc}	6,74 ^a	6,71 ^a	7,29 ^{ab}	8,92 ^a	7,06 ^b
20 °C – r. v.	5,60 ^{cde}	5,76 ^b	8,45 ^{ab}	8,66 ^a	9,66 ^b	5,85 ^a	8,04 ^a	6,64 ^b	7,01 ^{abc}	7,21 ^a	7,28 ^a	7,58 ^b	8,79 ^a	7,52 ^b
20 °C – n. f.	6,47 ^{de}	5,75 ^b	9,66 ^b	8,96 ^a	9,74 ^b	6,55 ^a	8,24 ^a	6,43 ^b	8,20 ^c	7,78 ^a	6,46 ^a	7,65 ^b	9,23 ^a	7,54 ^b
20 °C – n. v.	7,33 ^e	6,55 ^b	8,79 ^{ab}	9,21 ^a	9,66 ^b	6,01 ^a	7,53 ^a	7,04 ^b	8,21 ^c	7,42 ^a	6,49 ^a	7,76 ^b	9,52 ^a	7,97 ^b

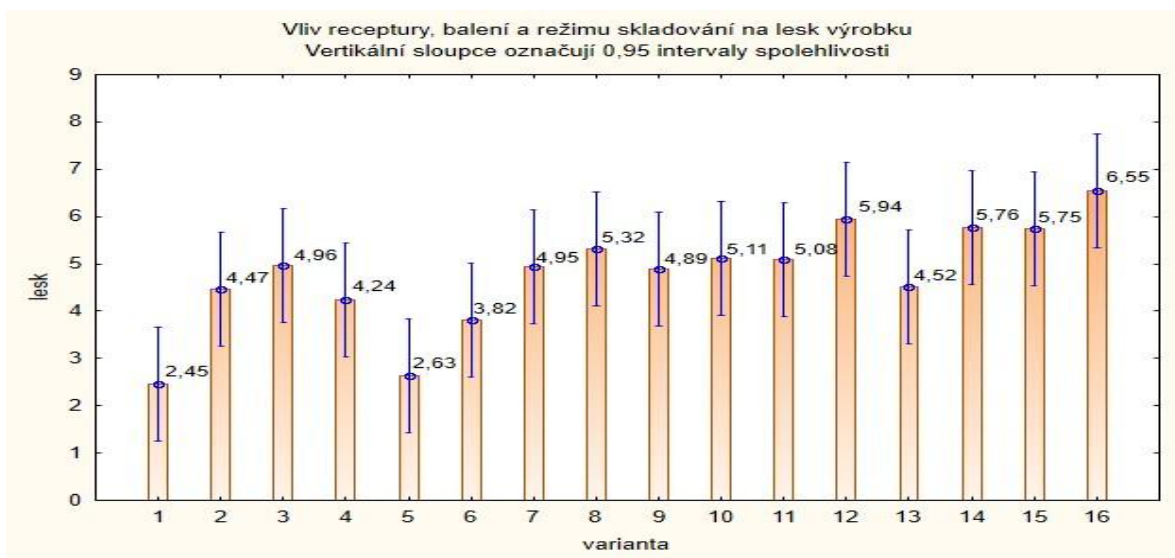
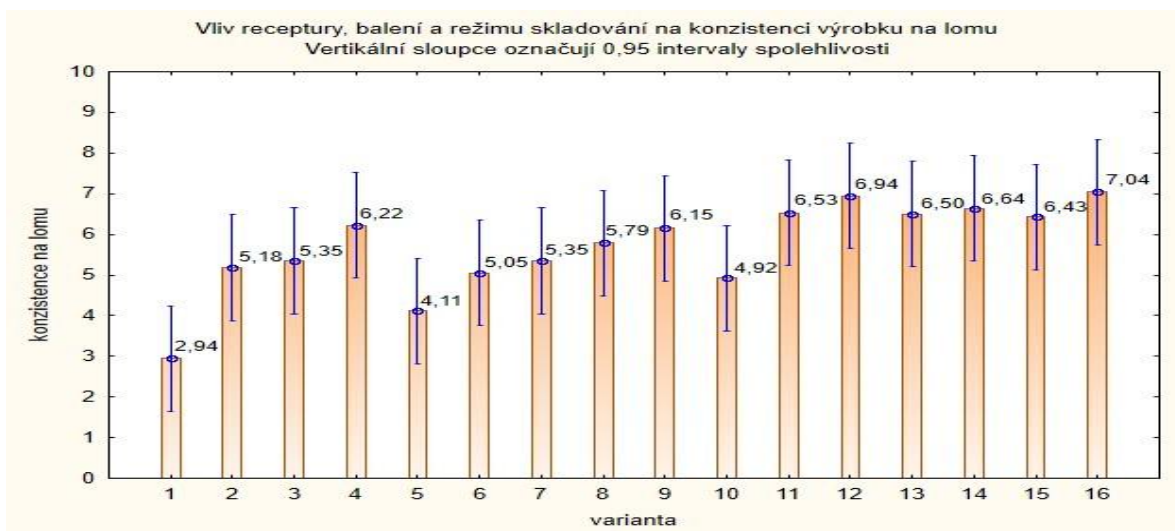
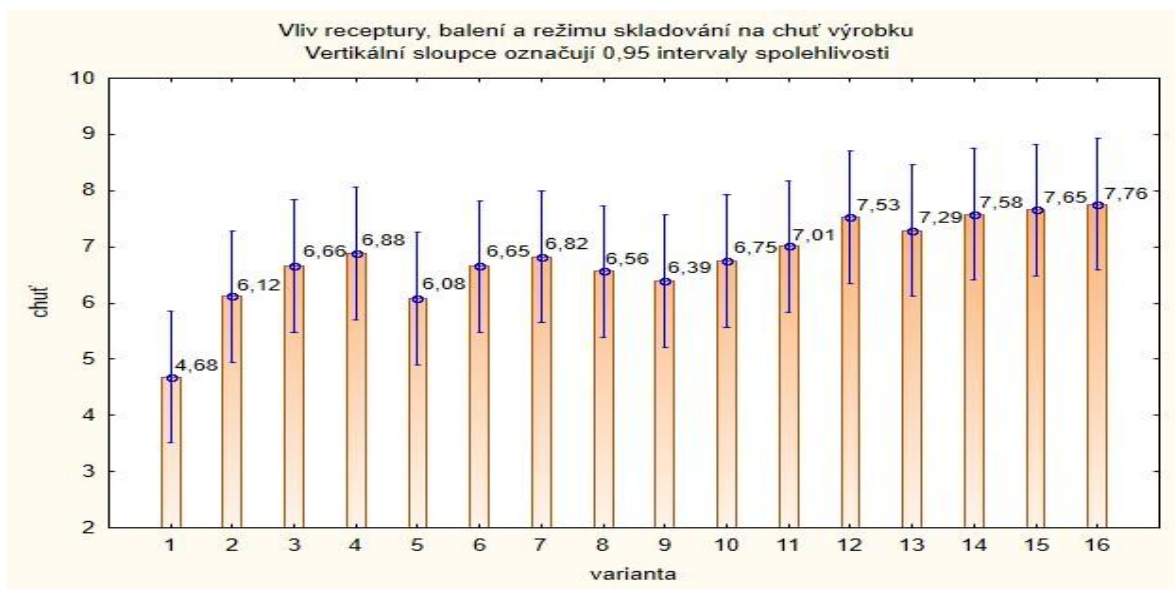
Vysvětlivky:

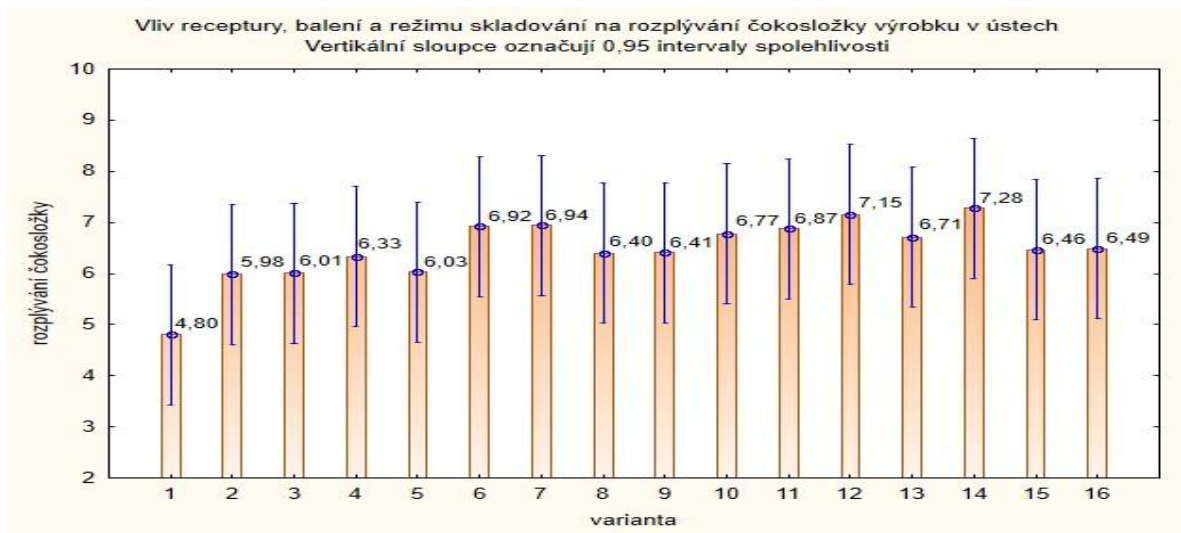
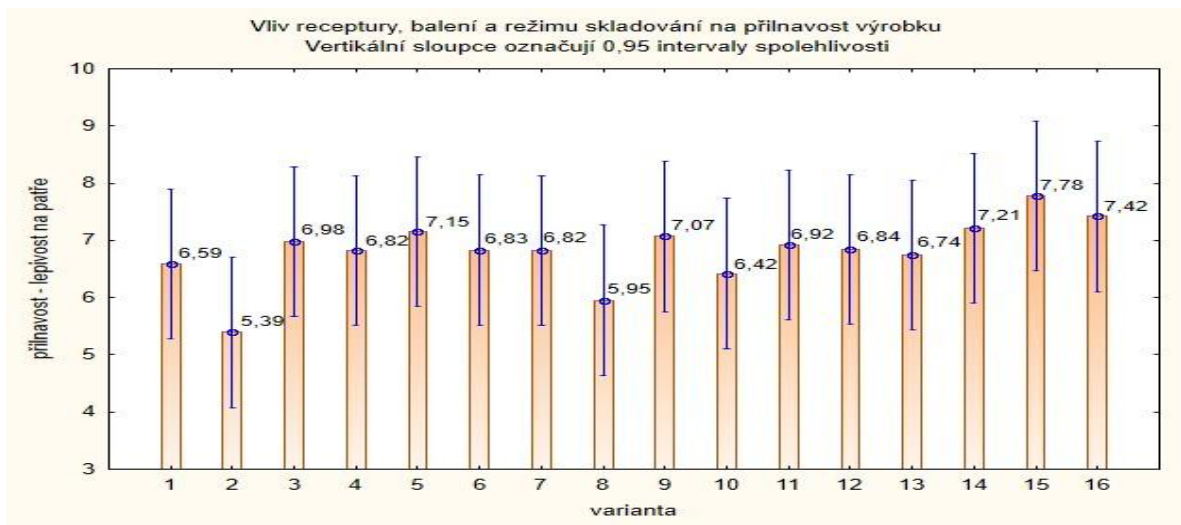
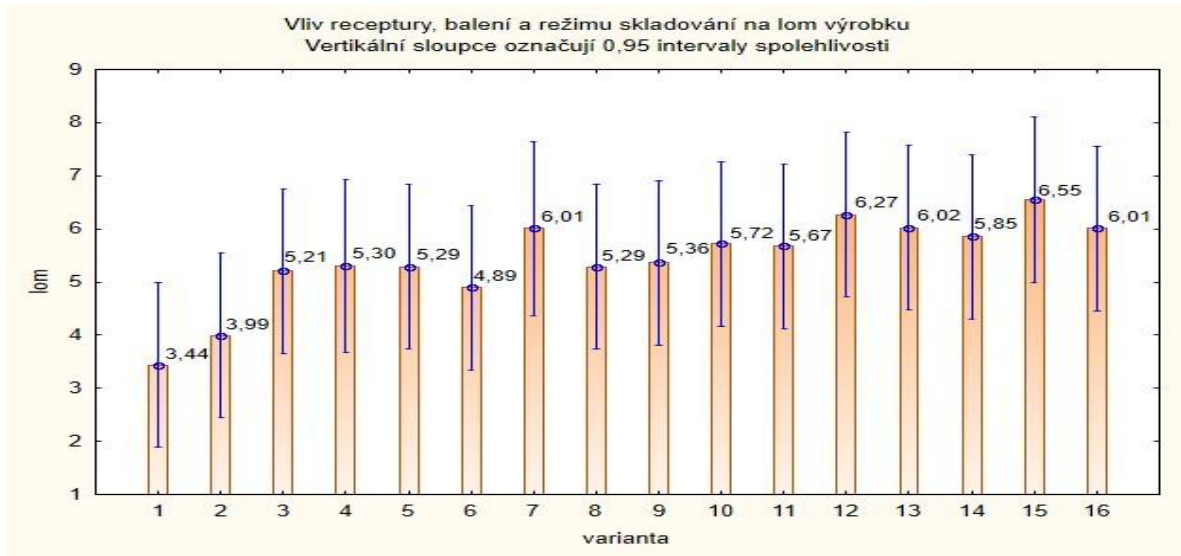
r – retemperovaná čok.; n – neretemperovaná čok.; f – hliníková folie; v – vakuum
Zeleně označené hodnoty označují nejlépe hodnocený vzorek v daném deskriptoru,
červeně označené hodnoty naopak nejhorší.

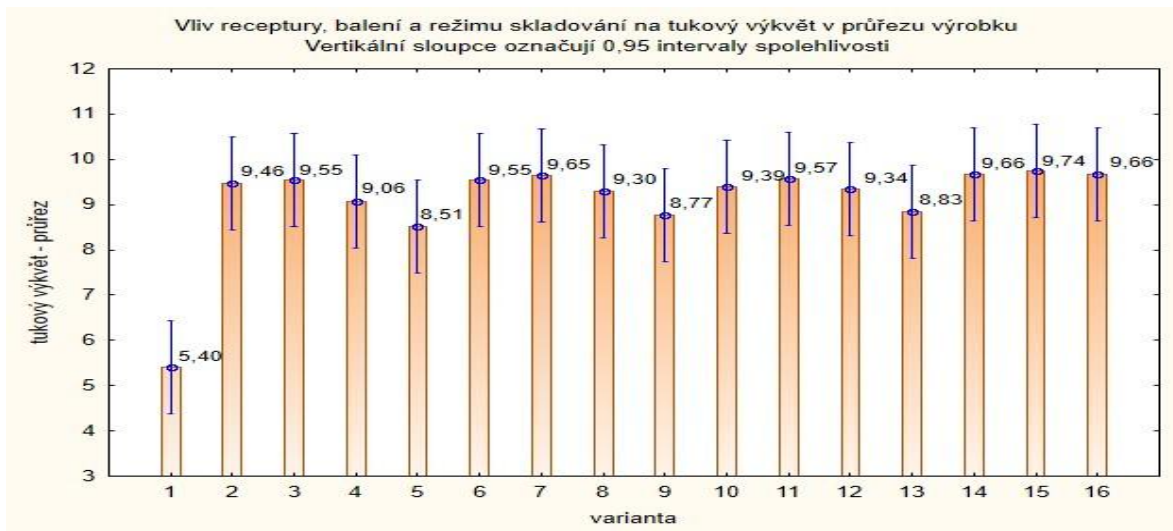
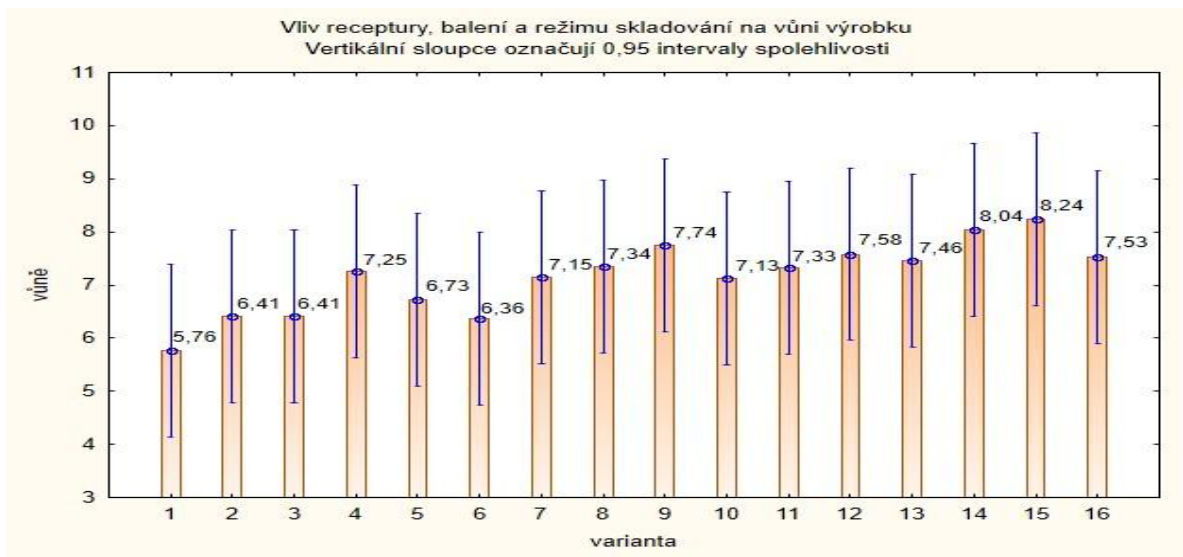
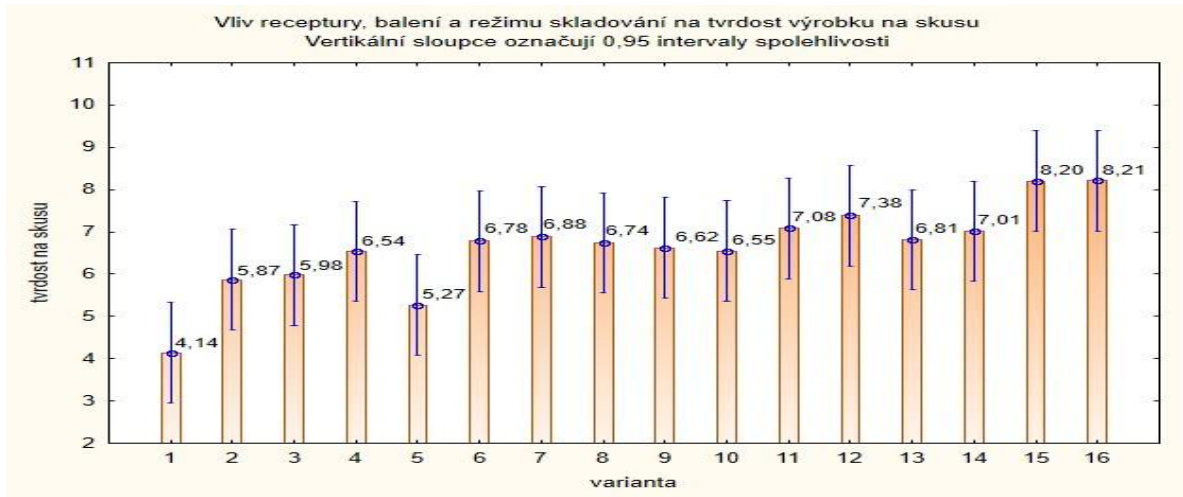
Průměry jednotlivých variant se významně neliší (p 0,05), pokud je za nimi uveden shodný horní index.

Příloha č. 7 Statistické zpracování senzorycké analýzy – mléčná čokoláda

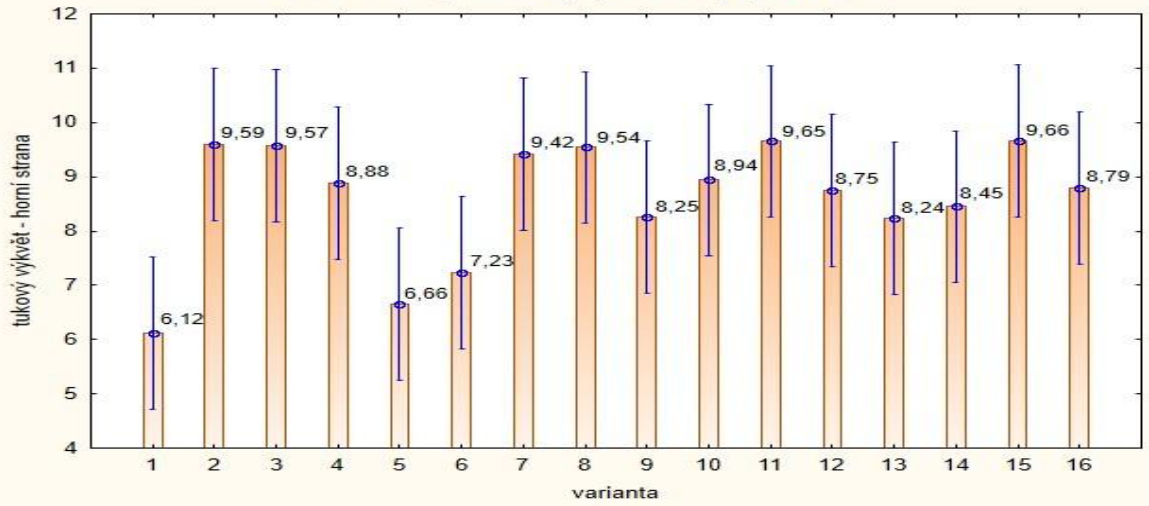








Vliv receptury, balení a režimu skladování na tukový výkvět vyskytující se na horní straně výrobku
Vertikální sloupce označují 0,95 intervaly spolehlivosti



Vliv receptury, balení a režimu skladování na tukový výkvět na spodní straně výrobku
Vertikální sloupce označují 0,95 intervaly spolehlivosti

