

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra chemie



Čokoláda a její složení

Bakalářská práce

Autor práce: Lucie Kaňová

Vedoucí práce: Ing. Matyáš Orsák, Ph.D.

© 2015 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Čokoláda a její složení" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne _____

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Matyášovi Orsákovi Ph.D. a Ing. Vladimíru Pivcovi, CSc. za odborné konzultace. Dále děkuji firmě Jordi's chocolate za poskytnutí čokoládových vzorků k využití u praktické práce.

Čokoláda a její složení

Souhrn

Tato bakalářská práce je rozdělena do dvou částí, na část teoretickou a část praktickou. V teoretické části je shrnuta historie čokolád, vymezení druhu kakaovníku a jeho rozdělení do jednotlivých odrůd. Ty jsou pak vzájemně mezi sebou porovnány s ohledem na jejich kvalitu i kvantitu. Práce je zaměřená jak na celkové složení surovin, z kterých se čokoláda vyrábí, tak i na složení jednotlivých druhů čokolád, které jsou vymezené podle legislativy platné v České republice. Zejména jsou pak podrobně analyzovány ty látky, které mají vliv na výživu a zdraví konzumentů. Je zde shrnuta řada výzkumů zaměřenými jednak na polyfenoly a alkaloidy, které se v čokoládě vyskytují přirozeně, a přidanými látkami zlepšujícími konzistenci produktu, a jednak na jejich působení na organismus. V následující části teoretické práce je uveden postup zpracování čokolády od sběru kakaových bobů až po balení hotových čokoládových tabulek. Nejvíce je zde zkoumán proces fermentace a její vliv na mikroorganismy, hodnotu pH nebo obsah jednotlivých alkaloidů během tohoto procesu. Závěr teoretické části je zaměřen na vady čokolád.

Praktická část je zaměřena na čokoládové výrobky konkrétního podniku, na kterých nebyly uvedeny nutriční hodnoty. Mým cílem tak bylo tyto hodnoty zjistit. V této práci byly stanoveny obsahy tuků u jednotlivých vzorků čokolád. Výsledky byly porovnány mezi jednotlivými produkty. Další nutriční hodnoty budou stanoveny v diplomové práci.

Klíčová slova: čokoláda, kakao, theobromin, složení, polyfenoly

Chocolate and its composition

Summary

This bachelor's dissertation is divided into two parts. The first part is theoretical and the second part is practical. In the theoretical part are summarized the history of chocolate as well as the definition of species *Theobroma cacao* and its division into varieties. These varieties are then compared in quality and quantity. This work is focused on the total composition of raw materials that are necessary to the production of chocolate, as well as on the differences between the types of chocolate in accordance with the law in Czech Republic. Substances affecting nutrition and health of the consumer are analysed in particular. In this work are summarized many researches focused partly on polyphenols and alkaloids, occurring in chocolate naturally, as well as those substances added to improve consistence of the product, partly on the way all these substances affect human organism. In another part of the theoretical work the process of processing the chocolate is described, from collection of cocoa beans to packaging of finished chocolate tables; fermentation and its impact on microorganisms, pH value and content of individual alkaloids was examined the most. The closing part is focused on flaws of chocolates.

The practical part concentrates on chocolate products from a specific firm on which no nutritional values were stated. My goal therefore was to determine these values. In this work the contents of fat have been determined. Additional nutritional values will be determined in a thesis.

Keywords: chocolate, cocoa, theobroma, composition, polyphenols

Obsah

1	Úvod.....	8
2	Cíl.....	9
3	Přehled literatury (literární rešerše).....	10
3.1	Historie čokolády	10
3.2	Kakaovník pravý	11
3.2.1	Kakaové boby.....	12
3.3	Chemické složení čokolád.....	13
3.3.1	Voda.....	13
3.3.2	Sacharidy.....	13
3.3.2.1	Monosacharidy	13
3.3.3	Tuky	15
3.3.4	Biogenní aminy	16
3.3.4.1	Tyramin (p-hydroxyfenylethylamin).....	16
3.4	Alkaloidy.....	17
3.4.1	Theobromin (3,7-dimethylxanthin).....	17
3.4.2	Kofein (1,3,7-trimethylxantin).....	17
3.4.3	Theofylin (1,3-methylxantin).....	18
3.5	Polyfenoly	19
3.6	Emulgátory.....	20
3.6.1	Sojový lecitin	20
3.6.2	Polyglycerin Polyricinoleat.....	20
3.7	Druhy čokolád a jejich rozdíly ve složení.....	20
3.7.1	Hořká čokoláda	20
3.7.2	Mléčná čokoláda	20
3.7.2.1	Mléko	21
3.7.3	Bílá čokoláda.....	21
3.8	Technologie zpracování	22
3.8.1	Skližeň.....	22
3.8.2	Fermentace	22
3.8.3	Příprava bobů na přepravu	23
3.8.4	Přebírání a pražení.....	23
3.8.5	Mletí, přesátí a filtrování.....	24
3.8.6	Konšování	24
3.8.7	Temperování	24
3.8.8	Balení a skladování	24

3.9	Vady čokolád	25
3.10	Legislativní označení	25
4	Praktická část – materiály a metoda	27
5	Výsledky	29
6	Diskuze.....	33
7	Závěr	35
8	Seznam literatury	36
9	Seznam použitých zkratk.....	40

1 Úvod

Historie čokolády začíná na území Mexika v kmenech Aztéků a to jako čokoládový nápoj. Čokoláda, jak ji známe dnes, zaznamenala mnoho proměn a v současné době je to jedna z nejoblíbenějších cukrovinek. Pokud si chceme vychutnat pravou chuť čokolády, musíme se zaměřit na její složení a podle toho vyrábět tu nejvhodnější. Pravá a kvalitní čokoláda by měla obsahovat nejvíce tuků a to nejlépe pouze z kakaových bobů. Další více zastoupenou složkou jsou sacharidy, respektive cukr. Často se na čokoládových obalech udává procento kakaové hmoty. Čím je procento vyšší, tím je v čokoládě více kakaové hmoty a tedy méně přidávaného cukru. Další významnou složkou, díky které si čokolády ceníme a přiznáváme jí blahodárné účinky, je alkaloid – theobromin. Taktéž i polyfenoly obsažené v kakaových bobech mají příznivý vliv na organismus.

2 Cíl

Cílem této práce je zjistit historii čokolády, její výrobu a technologii. Dále zjistit hlavní suroviny pro výrobu základních druhů čokolád a díky literárním údajům porovnat nutriční parametry základních typů čokolád. Nakonec zajistit dostatečné literární podklady pro chemické zhodnocení konkrétních vzorků čokolád (chemické rozborů).

3 Přehled literatury (literární rešerše)

3.1 Historie čokolády

Olmékové byly nejspíše první civilizací, která pěstovala kakaovník; je jim to přisuzováno na základě zmínky v olméckém slovníku. Po zániku této civilizace se ve 4. století na tom samém místě usadili Mayové, kteří jako první vařili horký nápoj z kakaových bobů. Nápoj byl určen pouze pro náčelníky kmene a byl také často používán při rituálech. Po Mayské kultuře se tamtéž usadili Toltékové a po nich zase Aztékové, kteří pravděpodobně přejali mayskou kulturu.

Mimo přípravu horkého nápoje sloužily kakaové boby i jako platidlo. Například za 100 bobů bylo možné si pořídit krocana, za 33 bobů králíka a ryba se tehdy dala pořídit za 3 boby. Tyto ceny jsou datované kolem roku 1545 (Krámský, 2008).

Evropané se poprvé seznámili s čokoládou při čtvrté a poslední plavbě Kryštofa Kolumba. Ten při své cestě narazil na obchodní kanoi, která byla naložená kakaovými boby (Coe and Coe, 2000). Z jiného zdroje však pochází zmínka o tom, že Kolumbus dostal kakaové boby jako dar od domorodců z ostrova Guanaja (Krámský, 2008). Nápoj, který mořeplavec představil ve Španělsku, byl však hořký a nezískal si oblibu. Proto se první dovoz připisuje španělskému dobyvateli Hernandu Cortézovi, který se v roce 1519 vylodil na pobřeží Vera Cruz. Jeho hlavním cílem bylo získat bohatství. Při dobývání Aztéckých měst poznal jejich kulturu a zpět do Španělska přivezl nápoj zvaný *xocolatl*. Nápoj byl obohacen o cukr a vanilku. Tato varianta nápoje si získala oblibu u vyšší vrstvy (Coady, 2000). Španělé si dlouho přípravu čokoládového nápoje hlídali a dařilo se jim to až do 1. poloviny 17. století. Roku 1650 se čokoládový nápoj dostal i do Londýna, kde byl posléze vybudován čokoládový dům. V 19. století začala být čokoláda cenově přijatelná i pro nižší třídu a tak nastal velký rozmach čokoládového průmyslu (Krámský, 2008).

3.2 Kakaovník pravý

Kakaovník pravý neboli *Theobroma cacao* L. pojmenoval roku 1753 Carl von Linné. Název *Theobroma* pochází z řečtiny a znamená pokrm bohů (Coe and Coe, 2000). Domnívá se, že první kakaovníky rostli již před 4000 lety (Coady, 2000). Tato rostlina má velice náročné podmínky pro svůj růst. Nachází se v oblastech mezi rovníkem a 20. rovnoběžkou a to zejména v deštných pralesech (Li et al., 1998). Aby měla rostlina optimální podmínky k růstu, neměla by teplota klimatu klesnout pod 16 stupňů. V suchých podmínkách je třeba kakaovník zavodňovat, protože potřebuje dostatečnou vlhkost, která by se měla pohybovat od 80 do 100 % (Krámský, 2008). Pokud panují nepříznivé podmínky pro rostlinu, je zde větší pravděpodobnost napadení škůdcem nebo postižení chorobou, jako je například plíseň lusků, vadnutí nebo uhnívání. Další vnější nebezpečí pro rostlinu představuje zvěř, která ji okusuje (Coe and Coe, 2000). Často jsou mezi kakaovníky vysázené banánovníky a kokosové palmy, které je tak chrání před prudkým větrem a slouží jim jako zdroj stínu (Coady, 2000). Ve volné přírodě strom dosahuje výšky 15 m, kvůli snazšímu sklizení je ale zkracován na 6–8 m. Květy, které velmi připomínají orchideje, akorát jsou bez vůně, jsou opylovány pakomáry. Plodem jsou pak velké tobolky, které obsahují 30 až 40 semen, která mají tvar připomínající mandle. Boby jsou obaleny sladkou a šťavnatou dužinou. Doba jejich růstu je 4 až 5 měsíců. Zralé boby mají barvu různých odstínů hnědé. Kakaovník má první plody již čtvrtým rokem, avšak až kolem 11. roku má strom plné výnosy. Zrání od květu do zralého plodu, který váží až 500 gramů, trvá přibližně 140 dní. Doba, kdy strom ještě plodí kakaové plody, se pohybuje do 40 let, jsou však známy i výjimky a může být ještě delší. Při ideálních podmínkách je životnost semen maximálně 3 měsíce. V tomto období je potřeba boby zpracovat (Coe and Coe, 2000; Krámský, 2008).

Ve své knize Coe a Coe (2000) uvádí, že kakaová semena jsou zdrojem kakaového prášku a kakaového másla, což jsou základní ingredience k výrobě čokolády. Kakaové máslo má další využití zejména ve farmacii nebo v kosmetickém průmyslu.

Systematické zařazení a odrůdy kakaovníku

Druhů kakaovníků je známo kolem 20. Ekvádor byl v minulosti jednou z největších oblastí, kde se kakaovník pěstoval. V 19. století se z Ekvádoru dováželo kolem 30 % z celkové světové produkce. Nejčastější a nejznámější jsou ovšem 3 odrůdy, které se používají právě na výrobu čokolády. Hlavními druhy jsou Criollo a Forastero. Z těch vznikl kříženec pojmenovaný Trinitario. Odrůda Criollo, která v překladu znamená domácí, je původem

z Venezuely. Tato země je jednou z největších pěstitelských oblastí, která své produkty vyváží. Criollo je z odrůd kakaovníku nejvíce citlivý k vnějším vlivům a tak je jeho pěstování složitější a i nákladnější. Cena konečného produktu je tak na rozdíl od jiných odrůd finančně nákladnější. Boby z této odrůdy jsou ale považovány za nejkvalitnější a proto je stále poptávka po plodech tohoto druhu. Mezi nejznámější odrůdy Criolla patří například Porcelana, Zulia, Quasare, Lacandón, Chuao, Ocumare nebo Rio Caribe. Z celkové sklizně všech druhů, tento druh zaujímá nejmenší procento z celkové produkce. Další odrůdou je Forastero, které v překladu znamená cizinec. Tento druh je charakteristický větší hořkostí a kyselostí, než jak tomu je u předchozího druhu. Je častěji pěstovaný, protože je odolnější a jeho výnosy jsou mnohem větší. Původně tento druh pochází z tropických deštných pralesů v Amazonii. Udává se, že tato odrůda je vhodná pro výrobu mléčné čokolády a kakaového prášku. Poslední odrůdou je Trinitario. Tato odrůda, vznikla křížením Criolla a Forastera. Prvním pěstitelem, kterému se podařilo tento druh vypěstovat, byl Homero Castr (Krámský, 2008). Chtěl odrůdu, která by měla ty nejlepší vlastnosti z předchozích dvou odrůd. Vznikl na ostrově Trinidad v 18. století. Na ostrově byl vyselektován od druhu Criollo, který nezvládal tamější povětrnostní podmínky (Coe and Coe, 2000). Dnes má výnosnost kolem 3. tun na hektar (Krámský, 2008).

3.2.1 Kakaové boby

Největší složkou, kterou fermentovaný bob zaujímá, je kakaové máslo. Jeho zastoupení v bobu je 50 až 55 %. V pořadí druhou nejrozsáhlejší částí jsou dusíkaté látky (bílkoviny), které jsou přítomny v zastoupení 13 %. Škrob se pohybuje kolem 6 % a vlhkost se může přiblížit až k 8 % (Skoupil, 2005). Sušené a fermentované kakaové boby obsahují malé množství sacharózy a alkoholového cukru – manitolu, oproti kterému je více zastoupena fruktóza. Camu et al. (2008) uvedl výsledky cukrů nalezených v bobech. Glukóza se pohybovala v rozmezí 1,61 – 3,03 mg/g, fruktóza v rozmezí 3,40 – 6,53 mg/g a manitol v rozmezí 0,46 – 2,7 mg/g. Ostatní složky byly v menším množství. Vlákna zaujímá kolem 3 %. Obsah theobrominu je kolem 1 % a kofein je zastoupen 0,3 % (Skoupil, 2005).

3.3 Chemické složení čokolád

3.3.1 Voda

Kakaové boby, které prošly procesem pražení, mají vlhkost kolem 2 %. Se stoupajícím množstvím vody dochází k zvyšování viskozity a snižování homogenity. Kvalitní čokoláda by měla obsahovat jen minimum vody, a to nejlépe kolem 0,5 %. Toho se docílí při procesu konšování a poté následnou temperací. Dalšího snížení obsahu vody se případně může dosáhnout i emulgací (Skoupil, 2005).

3.3.2 Sacharidy

Sacharidy, které se vyskytují v bobech, mají menší procentuální zastoupení a to v podobě škrobu v rozsahu 4,50 až 7,00 % (Schmiederand, 1980). Proto, aby čokoláda neměla tak hořkou a trpkou chuť, se přidává cukr. Zvyšuje se tak výsledná chutnost produktu. Do čokolád se přidává přírodní sladidlo, tedy cukr neboli sacharóza. Přidává se do čokolády během jejího zpracování při procesu konšování. Díky cukru tak dojde k zjemnění konečné chuti. Dnes se do většiny čokolád přidává alespoň nějaké množství tohoto cukru, ačkoli i dnes někteří výrobci vyrábí 100% čokoládu.

Sacharóza se vyrábí buď z cukrové řepy, nebo z třtinového stromu. Je to sloučenina složená z 2 monosacharidů, a to glukózy a fruktózy. Relativní molekulová hmotnost sacharózy je 342,30. Má bílou barvu a krystalickou strukturu. Látka je dobře rozpustná ve vodě, v alkoholu o něco méně. Má typicky sladkou chuť. Bod tání se pohybuje v širokém rozmezí od 160 do 182 °C. Často je obsažena v plodech a šťávách rostlin. Největší procentuální zastoupení sacharózy je právě v řepě cukrové (*Beta vulgaris*) s 16 – 20% nebo ve třině cukrové (*Saccusrum officinarum*), ve které se nachází sacharóza od 14 % do 16 % (Skoupil, 2005).

3.3.2.1 Monosacharidy

Sacharidy jsou tvořeny uhlíkem, vodíkem a kyslíkem. Mezi jednotlivé monosacharidy nalezené v čokoládě patří glukóza a fruktóza. U mléčných čokolád se vyskytuje ještě galaktóza.

Glukóza

Glukóza neboli cukr hroznový, má vzorec $C_6H_{12}O_6$. Molekulová hmotnost tohoto cukru je 180,16. Tvoří bezbarvé krystalky, které jsou dobře rozpustné ve vodě. Existují dva způsoby výroby glukózy. Prvním způsobem je kyselá hydrolýza škrobů, druhým separace invertního cukru.

Větší část glukózy, která je resorbovaná ze střeva, je transportována do cévního oběhu, kde má za následek zvýšení glykémie. Je využita pro tvorbu glykogenových a lipidových rezerv. Glukóza má za následek stimulaci sekrece inzulínu z pankreatu. Těž stimuluje sekreci leptinu z tukové tkáně a inhibuje sekreci ghrelinu z gastrointestinálního traktu, díky kterému jsou v centrálním nervovém systému stimulována centra sytosti.

Fruktóza

Fruktóza neboli cukr hroznový je velmi podobný glukóze. Relativní molekulová hmotnost a sumární vzorec jsou stejné jako u glukózy. Mezi její hlavní vlastnosti patří obtížnost krystalizace a dobrá rozpustnost ve vodě. Nachází se zejména v ovoci či medu. Sladivost hroznového cukru je vysoká, například při porovnání se sacharózou o 74 % vyšší. Fruktóza na rozdíl od glukózy nenavozuje pocit nasycení.

Fruktóza je metabolizována ve střevě, kam je transportována glukozovými transportéry GLUT 5 a následně difundována pomocí transportéru GLUT 2 do portální žíly, kde je přivedena do jater, kde se může hromadit. V játrech je využita k syntéze pyruvátu, laktátu a je i částečně oxidována na CO_2 . Zvyšuje tvorbu triacylglycerolů a způsobuje inhibici oxidace lipidů (Kazdová et al. 2013).

Galaktóza

Dalším monosacharidem, který nacházíme v mléčné čokoládě, je galaktóza. Ta se do produktu dostává ve formě disacharidu laktózy, což je mléčný cukr složený právě z monosacharidů glukózy a galaktózy, které jsou spojeny β (1→4) glykosidickou vazbou (Paide et al., 1975).

3.3.3 Tuky

Tuky a oleje jsou estery vyšších mastných kyselin a glycerolu. Tuky mají mimo jiné v potravinách celkem 3 základní funkce. Jsou důležité z nutričního hlediska, protože jsou zdrojem energie a esenciálních mastných kyselin, které jsou pro zdraví člověka důležité. Také jsou nositelem vitamínů, které jsou rozpustné v tucích.

Díky fyzikálně-chemickým vlastnostem mají tuky schopnost ovlivňovat řadu vlastností čokolád, jako je například lesk, hladkost povrchu, tvrdost nebo i vůně (Copiková, 1999).

Hlavní tuk přidávaný do čokolád je získán z kakaových bobů. Čokoláda může obsahovat i jiné rostlinné tuky. Jediný povolený živočišný tuk použitý v čokoládě může být z mléka. Mimo kakaový tuk je povoleno přidávat do čokolád dalších šest rostlinných tuků. Jsou to: Illipe (bornejský tuk, Tengkawang), Palmový olej, Sal, Shea (bambucký tuk), koky Gurgi a olej z jader manga. Uvedené tuky, které je povoleno přidávat, musí splňovat určitá pravidla. Nesmí obsahovat kyselinu laurovou, musí být bohaté na symetrické monoenoové triglyceridy, musí být mísitelné v jakémkoli poměru s kakaovým máslem a musí být získávány pouze rafinací nebo frakcionací. Podíl však nesmí být vyšší než 5 % u celkového množství tuku (Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 76/2003, kterou se stanoví požadavky pro přírodní sladidla, med, cukrovinky, kakaový prášek a směsi kakaa s cukrem, čokoládu a čokoládové bonbony).

Kakaové máslo

Kakaové máslo je polymorfní - má schopnost krystalizovat ve více modifikacích. Jsou známy 4 modifikace, a to γ , α , β'' a β' v závislosti na stabilitě. γ má bod tuhnutí při teplotě 18 °C, při níž jsou vzniklé krystalky nestálé. Tato modifikace je labilní, pokud je ponechána přibližně hodinu v klidu, kinetická energie molekul se samovolně přemění na tepelnou a vznikne tak modifikace α , která má bod tání 23 až 24 °C. Stálejší modifikací, než byla modifikace α , je β'' . Její krystalky tuku jsou stabilnější a její bod tání je 28 °C. Poslední základní modifikací je β' , která má bod tání od 33 do 35 °C a je nejstabilnější ze všech předchozích (Skoupil, 2005).

Kakaové máslo je v dnešní době velmi ceněnou složkou. Mimo výroby kvalitních čokolád se používá i ve farmaceutickém a kosmetickém průmyslu. K jeho vlastnostem patří velmi pomalé žluknutí a rozpouští se při teplotě jen o něco málo nižší, než je teplota lidského těla. Je tak často z bobů odebrán a zpeněžen jinde než v cukrárenském průmyslu (Coe and Coe, 2000). Často se tak používá v kosmetice jako základ pro výrobu rtěnek (Coady, 2000). Do čokolád se tak místo původního tuku dostávají náhradní rostlinné tuky. Dokonce již

z 18. století jsou zmínky o čokoládách, které byly falšované a obsahovaly v sobě jiné látky (Coe and Coe, 2000).

Podle Braca (1994) je rostlinný tuk z bobů bohatý na nasycené mastné kyseliny, zejména pak na kyselinu stearovou, která je v másle obsažena z 32 – 36 %. Ve větším množství je obsažena kyselina palmitová o obsahu 24 – 27 %. Z nenasycených mastných kyselin je významná kyselina olejová, která v něm zaujímá 33 – 37 % a malé procento zastoupení představuje kyselina linolová s 1 – 3 %. Na prostřední alkoholické skupině glycerolu se většinou vyskytuje kyselina olejová. Její bod tání je 32,5 °C a bod tuhnutí se nachází kolem teploty 31 °C (Skoupil, 2005).

3.3.4 Biogenní aminy

Mezi dusíkaté látky, které se sledují a nachází v čokoládě, patří biogenní aminy. V malém množství jsou pro člověka nezbytné jako součást živých buněk. Jsou přítomny v řadě metabolických procesů. Významné jsou zejména proto, že v sobě obsahují dusík, který se využívá při syntéze hormonů, nukleových kyselin a proteinů. V potravinách vznikají nejčastěji dekarboxylací aminokyselin za účasti kofaktoru pyridoxal-5-fosfátu. Další možnost výskytu těchto aminů je aminace a transaminace aldehydů či ketonů (Zorníková, 2012). Mezi zaznamenané biogenní aminy v čokoládě patří 2-fenylethylamin, tyramin, tryptamin a serotonin (5-hydroxytryptamin) (Hurst and Toomey, 1981). V jiném výzkumu byly nalezeny i další, jako například dopamin, který byl zaznamenán o hmotnosti 3 mg/kg nebo histamin s 1 mg/kg (Pastore et al., 2005).

3.3.4.1 Tyramin (*p*-hydroxyfenylethylamin)

Jeden z toxicky nejvýznamnějších biogenních aminů je tyramin. Vzniká z aminokyseliny tyrosinu za působení bakteriální tyrozindekarboxylázy.

Tyraminu se často přisuzuje příčina bolestivosti hlavy a vznik migrén. Ovšem podle Moffetta et al. (1974) je čokoláda jen zřídka příčinou vzniku migrén. O několik let později Marcus et al. (1997) potvrdil Moffettovu studii a také vyloučil účinek čokolád jako příčinu vzniku bolestivosti hlavy. Množství tyraminu, které se vyskytovalo v čokoládových vzorcích, se pohybovalo mezi 0,1 a 2,8 µg/g (Jalon et al., 1983).

3.4 Alkaloidy

Alkaloidy vznikají jako vedlejší metabolity u některých aminokyselin. Obsahují v sobě dusík a reagují spíše zásaditě. Alkaloidy mohou mít pro lidský organismus kladné, ale i záporné účinky. V kakaových bobech se vyskytuje theobromin a kofein. Ty mají příznivý účinek na organismus. V kombinaci s jinými látkami se používají v lékařství (Skoupil, 2005). V menším množství se dále v kakaových bobech vyskytuje theofylin (Brunetto et al., 2007).

3.4.1 Theobromin (3,7-dimethylxanthin)

Theobromin se systematickým názvem 3,7-dimethylxanthin byl objeven roku 1841 Rusem Alexandrem Abramowitsch Woskressenski a v roce 1882 získal Emil Hermann Fischer theobromin methylací (adicí methylové skupiny) xanthinu (Arnaud, 1984). Tento alkaloid je nerozpustnou látkou s hořkou chutí. Ta je pro kakaové boby charakteristická.

Usmani et al. (2005) zjistil, že xanthinové sloučeniny, které na prvním heteroatomu neobsahují žádný substituent, mají léčivý účinek na suchý a dráždivý kašel. Proto se rozhodl vyzkoušet účinky theobrominu. Ze začátku zkoumal účinky na morčatech, kde výsledky prokázaly pozitivní účinky a tak byly statisticky významné. Později na deseti dobrovolnících pozoroval účinky a rozdíl mezi theobrominem, kodeinem a placebem. Zjistil, že theobromin vyšel z testovaných látek nejpříznivěji. Alkaloid z kakaových bobů výrazně snižoval působení kapsainu na vyvolání kašle.

3.4.2 Kofein (1,3,7-trimethylxantin)

Další purin, který se vyskytuje v kakaových bobech, je kofein. Tento alkaloid je po požití rychle vstřebáván, maximální hladina jeho koncentrace v krvi je poté dosažena do 1 až 1,5 hodin (Nawrot et al., 2003). Jedním z jeho účinků je zvyšování krevního tlaku. Navíc má schopnost vázat se na adenosinové receptory, díky čemuž působí povzbudivě (Costenla et al., 2010). Dále zvyšuje lipolýzu tukových tkání a oxidaci tuků v průběhu cvičení (Ryu et al., 2001).

Hammerstone et al. (1994) se zabýval obsahem kofeinu a theobrominu u 9 rostlin *Theobroma cacao L.*, kdy zkoumal jednotlivé druhy této rostliny. U Criollo byly výsledky kofeinu velmi rozdílné. U První rostliny byl obsah $3,3 \text{ mg.g}^{-1}$ a u druhé rostliny $12,8 \text{ mg.g}^{-1}$. U Druhu Forastero, kde byly pozorovány semena u tří rostlin, byly výsledky poměrně vyrovnané. Nejmenší naměřená hodnota činila $0,8 \text{ mg.g}^{-1}$, následovaly hodnoty $1,7 \text{ mg.g}^{-1}$

a 1,41 mg.g⁻¹. U posledního druhu, tedy druhu Trinitario, byla sledována semena ze 4 rostlin. Výsledky ukazují, že obsah kofeinu byl ve všech případech vyšší, než tomu bylo u rostlin druhu Forastero. Nejmenší obsah se rovnal 2,89 mg.g⁻¹, dále byly o něco vyšší hodnoty 3,68 mg.g⁻¹ a 4,09 mg.g⁻¹ a nejvyšší zaznamenaná hodnota byla 5,9 mg.g⁻¹. Obsah theobrominu byl o něco vyšší, než tomu bylo u kofeinu. U druhu Criollo byly hodnoty 14,6 mg.g⁻¹ a 33,20 mg.g⁻¹. U Forastera bylo naměřeno 9,40 mg.g⁻¹, 10,33 mg.g⁻¹ a 12,2 mg.g⁻¹. U hybrida Trinitario 8,48 mg.g⁻¹, 9,88 mg.g⁻¹, 9,72 mg.g⁻¹ a 11,70 mg.g⁻¹.

Obsah theobrominu a kofeinu u druhů Criollo

Označení druhu	Obsah theobrominu (mg.g ⁻¹)	Obsah kofeinu (mg.g ⁻¹)
101-R	14,6	3,3
UF-12	33,2	12,8

Tabulka č. 1: Obsah theobrominu a kofeinu u druhů Criollo

Obsah Theobrominu a kofeinu u druhů Forastero

Označení druhu	Obsah theobrominu (mg.g ⁻¹)	Obsah kofeinu (mg.g ⁻¹)
IMC-67	12,2	1,7
PA-16	9,4	0,8
PA-44-1	10,33	1,41

Tabulka č. 2: Obsah theobrominu a kofeinu u druhů Forastero

Obsah theobrominu a kofeinu u druhů Trinidad

Označení druhu	Obsah Theobrominu (mg.g ⁻¹)	Obsah kofeinu (mg.g ⁻¹)
ICS-89	11,7	2,89
ICS-95	8,48	4,09
ICS-100	9,88	5,9
UF-613	9,72	3,68

Tabulka č. 3: Obsah theobrominu a kofeinu u druhů Trinidad

3.4.3 Theofylin (1,3-methylxantin)

V menším množství se v kakaových bobech z alkaloidů nachází theofylin. Používá se v plicním lékařství. Jeho nízké dávky tlumí projevy astmatu (Sullivan et al., 1994).

3.5 Polyfenoly

Polyfenoly jsou sekundární metabolity rostlin. U nich se podílí na ochraně ultrafialového záření nebo na vliv patogenů. Vyskytují se převážně jako β -glykosidy (Slanina and Táborská, 2004). Sloučeniny rozdělujeme do tříd v závislosti na počtu fenolických kruhů, a to na fenolové kyseliny, flavonoidy, stilbeny a lignany. Flavonoidy, které se nacházejí v kakaových bobech (Afoakwa et al., 2012), se skládají z 2 aromatických kruhů. Ty jsou se sebou vzájemně spojeny atomy uhlíku tvořící heterocykly. Podle počtu heterocyklů se tak rozdělují do 6 podtříd, na flavonoly, flavony, isoflavonoidy, flavan-3-oly, anthokyanidiny a flavanony (Manach et al., 2004).

Hlavní místo vstřebávání glykosidů v trávicím traktu se uskutečňuje v tenkém střevě. Pro to, aby se dostaly přes lem kartáčového lemu, je za potřebí odštěpení polární složky. Na vnější straně kartáčového lemu působí enzym laktáza-phlorizin hydroláza (LPH, EC 3.2.1.62), který má schopnost štěpit glykosidy flavonoidů (Day et al., 2000). Pokud nejsou polyfenoly metabolizovány v tenkém střevě, dostanou se do střeva tlustého, kde jsou následně metabolizovány střevními bakteriemi (Slanina and Táborská, 2004).

Právě díky interakci polyfenolů s proteiny vzniká svíravá chuť. Rozmezí, ve kterém se vyskytují polyfenoly v bobech je od 140,34 mg/g do 190,87 mg/g (Afoakwa et al., 2012). Pravidelná konzumace potravin bohatých na flavonoidy může snížit riziko vzniku ischemické choroby srdeční (Hertog et al., 1993) nebo cévní mozkové příhody (Keli et al., 1996). Flavonoidy dále vykazují protirakovinotvorné účinky (Steinmetz and Potter, 1991). Mezi významnými polyfenoly vyskytujícími se v nekvašených kakaových bobech jsou (-)-epikatechin a (+)- katechin, které patří do třídy Flavan-3-olů. V bobech, které jsou určené ke zpracování, tedy zkvašené, byl nejvíce zastoupen (-)-katechin (Kofink et al., 2007). Ten zlepšuje krevní oběh tím, že snižuje tvorbu krevních sraženin (Skoupil, 2005). U zdravých jedinců byl prokázán pozitivní účinek na zachytávání volných radikálů (Wang et al., 2000) a na zvyšování odolnosti vůči oxidaci LDL cholesterolu (Baba et al., 2007).

Příznivý účinek prokázala i studie, kde byli zúčastnění rozděleny do skupin. Sledovaní pili po dobu 30 dní čokoládový nápoj, ve kterém bylo 500 mg, 250 mg nebo 0 mg polyfenolických látek. Ukázalo se, že lidé, kteří pili nápoj s obsahem polyfenolů, byli spokojenější a měli zlepšenou náladu. Výsledky z testu tak poskytují domněnku, že kakaové polyfenoly mohou zmírnit symptomy spojené s klinickou úzkostí nebo depresí (Pase et al, 2013).

Významnou roli pro obsah polyfenolů v kakaovém bobu hraje jeho fermentace. S rostoucí dobou fermentace se výrazně snižuje obsah těchto látek. Zároveň i samotné skladování bobů hraje roli v jeho obsahu. Například u skladování po dobu delší jak 7 dní se zjistilo snížení obsahu. Ze studie vyplývá, že doba fermentace do 6 dnů a skladování bobů do 7 dnů může ponechat až 83% množství polyfenolů (Afoakwa et al., 2012).

3.6 Emulgátory

3.6.1 Sojový lecitin

Lecitin se získává buď z vaječných žloutků, nebo ze sójových bobů, které jsou k použití při výrobě levnější (Coe and Coe, 2000). Do čokolád se jako emulgátor a stabilizátor přidává zejména sojový lecitin. Mezi další možné emulgátory patří například glycerinmonostearát nebo polyoxyethylen sorbitmonostearát (Skoupil, 2005). Lecitin zlepšuje texturu a odolnost čokolády. Emulgátor se přidává do kakaové směsi během procesu konšování (Coady, 2000). Smíchání čokolády s lecitinem se doporučuje zejména v druhé polovině procesu a to nadvakrát. První dávka by měla být kolem 30 % z celkového množství. Zbytek z tohoto množství se doporučuje přidat po 5 hodinách. Jeho hlavní účinek je ztekucení hmoty, rozdělení přítomného tuku, a tím snížení viskozity. Optimum dávkování v celkovém množství by se měl pohybovat kolem 0,3 % (Skoupil, 2005).

3.6.2 Polyglycerin Polyricinoleat

Jeden z nejvíce používaných emulgátorů je Polyglycerin Polyricinoleat, kterému náleží označení E 476. Podle Wilsona et al. (1998), který zkoumal vliv látky na funkci jater a ledvin, zjistil, že tato látka nemá nežádoucí účinky na tyto orgány při příjmu potravou do množství 10 g/den.

Při použití emulgátorů se snižuje viskozita (tření tekutin) čokoládové hmoty. Nejčastější koncentrace přidávaná do čokolád se pohybuje okolo 0,4 %. Při přidání Lecitinu se viskozita snížila o 40 %, u E 467 tomu bylo o 30 % (Schantz et al., 2003).

3.7 Druhy čokolád a jejich rozdíly ve složení

3.7.1 Hořká čokoláda

Hořká čokoláda je pouze z kakaových bobů, cukru, tuků a popřípadě emulgátorů.

3.7.2 Mléčná čokoláda

Mléčná čokoláda byla prvně vynalezena ve Švýcarsku, kde jsou vyráběny nejkvalitnější mléčné čokolády. Jsou dva typy mléčných čokolád. U prvního typu se přidává mléko, které je

kondenzované podle původního receptu Daniela Petera a Henriho Nestlé. U druhého typu se používá prášková směs mléka a cukru usušených na vzduchu. Tyto čokolády jsou vyráběny především v USA a ve Velké Británii (Coady, 2000).

3.7.2.1 Mléko

Nejčastěji je používané mléko kravské, ale vyrábějí se i čokolády s mlékem například ovčím či kozím. Mléko, které se přidává do mléčných a bílých čokolád, je buď ve formě sušené, nebo kondenzované.

Sušené mléko

Mléko sušené se vyrábí sušením zahuštěného mléka. Dnes se převážně suší v rozprašovacích sušárnách za pomoci horkého vzduchu. Mléko sušené tímto způsobem se nazývá mléko mlhové. Podle obsahu tuku v sušině mléka se rozděluje na mléko sušené mlhové plnotučné s 27 % a s 25 %, sušené mlhové polotučné s 13 % a sušené válcové odtučněné mléko s 0,5 % tuku v sušině. Takové mléko se musí skladovat v relativní vlhkosti vzduchu maximálně do 70 % a 20 °C (Skoupil, 2005).

Mléko kondenzované

Zahuštěné mléko se vyrábí odpařováním z mléka plnotučného za sníženého tlaku (Skoupil, 2005).

3.7.3 Bílá čokoláda

Do bílé čokolády se nepřidávají boby. Je složena pouze z cukru, mléka, kakaového másla a popřípadě dalších tuků (Coady, 2000).

3.8 Technologie zpracování

3.8.1 Sklizeň

Boby se sklízí po celý rok. Jsou ovšem i velké sklizně, a to v období května a listopadu. Boby mohou mít různou barvu, od hnědé přes žlutou až do oranžové. Sklízí se vždy ručně za pomoci mačety. Plody se musí opatrně odříznout tak, aby se kmen nepoškodil a nebyl příliš náchylný k nemocem. Po odříznutí je dělníci ručně otevírají. Boby jsou obaleny bílou dužinou, kterou je potřeba odstranit. Kakaové boby jsou pak přemístěny do krabic, kde jsou přikryty listy banánovníků (Doutre-Roussel, 2006).

3.8.2 Fermentace

Fermentace je biochemický proces, který ovlivňuje sensorické i chemické vlastnosti kakaových bobů. Mezi fáze procesu patří biochemické změny kakaových tríslovin, zejména pak polyfenolů. Následné alkoholové kvašení způsobuje vznik ethanolu, oxidu uhličitého a energie, která má za následek zvýšení teploty. Třetí fází je octové kvašení, při kterém vzniká kyselina octová, díky které je křehčí slupka, zvýšená trvanlivost a která zabraňuje vzniku máselného kvašení (Skoupil, 2005). Před fermentací jsou plody kakaovníku rozřezány a dány do kádí. Během fermentace se pomnoží vlastní mikroorganismy a díky jejich aktivitě se bílá dužina přemění na kyselinu octovou a další látky (Coady, 2000). Z plodů tak zůstanou fermentované boby, které mají hnědou barvu a v konečném stavu mají 55 % z původní hmotnosti (Krámský, 2008).

Velký vliv na chuť bobů má hodnota konečného pH. Ve studii Ardhana et al. (2003) byla měřena hodnota pH při fermentaci před jejím začátkem u druhu Forastero, která se rovnala 6,3. Po fermentaci, která trvala 120 hodin, se hodnota pH rovnala 5,1. Naproti tomu u druhu Trinidad byla hodnota pH před fermentací 6,5 a po 72 hodinách fermentace klesla na 5,0 (Ardhana and Fleet, 2003).

Vláknité houby, které byly zjištěny před fermentací v počtu 102 – 103 KTJ/g (jednotky tvořících kolonie), se po dobu kvašení rozmnožili na 106 – 107 KTJ/g. Po fermentaci za 24 hodin byla jejich hodnota nižší než 100 KTJ/g. Většina hub, které byly nalezeny v semenech, rostla při 37 °C, ale už ne při 40 °C. Mezi zjištěnými houbami byly *Penicillium citrinum*, *Aspergillus versicolor*, *Aspergillus wentii*, *Penicillium purpurogenum*, *Penicillium ochrochloron*. Výjimkou byl *Aspergillus versicolor*, který rostl i při 40 °C, ale už ne při 45 °C.

Průběh fermentace také ovlivňuje růst kvasinek. Po 36 hodinách byl zjištěn úbytek těchto organismů. *Saccharomyces cerevisiae* a *Candida tropicalis* byly nejvýznamnější kvasinky. Tyto druhy přetrvávali i po 36 hodinách fermentace. Fermentace byla ukončena až po 120 hodinách, kdy hladina kmenů klesla.

Lactobacillus cellobiosus, který patří mezi bakterie mléčného kvašení, byl nejvíce převládajícím druhem a tvořil 60 – 85 % (Ardhana and Fleet, 2003).

Na konci fermentace obsahovaly hromady s boby ethanol, kyselinu mléčnou, kyselinu octovou a kyselinu citrónovou. Koncentrace těchto látek byly závislé na velikosti hromady bobů (Camu et al., 2008). Po skončení fermentace by měl být obsah vlhkosti v bobu snížený z 55 % na 7,5 % (Knight, 1999).

Vliv fermentace na polyfenoly a alkaloidy

Celkový obsah polyfenolů se během fermentace spíše snižuje. Obsah theobrominu klesl v průměru o 20 %, obsah epikatechinu klesl až o 70 %, pouze kofein zůstal přibližně na stejných hodnotách, než tomu bylo tak před začátkem fermentace, která trvala 144 hodin (Camu et al., 2008).

3.8.3 Příprava bobů na přepravu

Dalším krokem je usušení a následné sypání bobů do 50kilových pytlů, které jsou připraveny k přepravě (Coady, 2000).

3.8.4 Přebírání a pražení

K první manipulaci s boby dochází při jejich přebírání. Je potřeba sensoricky ohodnotit, zda jsou kakaové boby použitelné k dalšímu zpracování. Hledí se zejména na jejich strukturu a barvu. Další posouzení je hmatové. U analytického hodnocení se stanovuje vlhkost a obsah tuku, přičemž v některých případech se může ještě stanovit i kyselost. Boby, které přesáhnou hodnotu vlhkosti 6%, musí být ihned zpracovány dosoušením a pražením. Další způsob je jejich uložení na místo, kde bude umožněno jejich vysychání. Stanovením obsahu tuku se zjistí kvalita bobu. Poslední posuzování je biologické, kterým se sleduje napadení plísní. Sledují se zpravidla tzv. skladištní škůdci, jako je brouk *Aracocerus fasciculatus* nebo kakaový mol, *Ephestia elutella* (Skoupil, 2005).

Do pytle, ve kterém se boby převážejí, se mohou dostat i další předměty, jako jsou kamínky nebo kovy, které je potřeba vyřadit. Po tomto úkonu jsou dále boby přesunuty do pražírny, kde jsou praženy po dobu 20 minut při teplotě 120 stupních. Zde se boby ještě více vysuší, na 2 % vlhkosti. Boby zkrěhnou, získají čokoládové aroma a zvýrazní se jejich barva. Při pražení se bílkoviny za vyšších teplot srážejí a spolu s kyselinami a glycidy vznikají *melanoidy*. To jsou sloučeniny organické, které mají tmavohnědé zbarvení. (Krásmký, 2008,; Skoupil, 2005).

3.8.5 Mletí, přesátí a filtrování

Boby s 2% vlhkostí je potřeba nadrtit. K tomu slouží mlýnek. Nadrcené boby jsou pak následně přefiltrovány od prachu. Další filtrací jsou odděleny slupky od samotných kakaových zrn, která se před nasypáním do válce na mletí dají do pece, kde jsou prohřátý kolem 20 minut. Mletí je proces, při kterém se boby melou ve mlýně. Vznikne tak kakaová hmota.

3.8.6 Konšování

Zde se kakaové boby mísí s ostatními surovinami, jako je kakaové máslo, cukr nebo sušené mléko. Zde se rozhoduje, který produkt vznikne, tedy čokoláda hořká nebo mléčná. Mohou být přidány další suroviny, jako sójový lecitin nebo jiné rostlinné tuky, které jsou povoleny. Doba konšování trvá od několika hodin po až 38 hodin.

3.8.7 Temperování

Po konšování je hmota jednolitá. Tekutá hmota je temperována v temperovacích nádobách. Hmota se zde promíchá a ochladí na teplotu 28 °C. Následně je opět zahřívána na teplotu 32 °C, aby se čokoláda mohla lít do forem (Krámský, 2008). Čokoláda vylitá do požadovaného tvaru se zchladí v lednici a následně vyklepe z forem. Zde proběhnou poslední úpravy, jako je okrajování případných nedokonalostí a vážení.

3.8.8 Balení a skladování

Ke konečné úpravě dojde v balírně, kde je čokoláda zabalena do příslušných obalů, které označují například druh čokolády, složení nebo minimální trvanlivost. Pro skladování čokolád je optimum teplota do 20 stupňů, sucho a bez přímého slunečního svitu. Pokud je čokoláda

dobře uskladněna a nepůsobí na ni nějaké negativní vlivy, jako jsou například škůdci, může tak vydržet až několik let stále dobrá.

Čokoládě vadí vlhko a teplo. Ideální teplota pro skladování je 10 – 15 °C při 40 % vlhkosti. Tabulky čokolády by neměly být skladovány v ledničce, protože čokoláda tak může nasávat pachy. Před konzumací je doporučeno nechat čokoládu při pokojové teplotě (Krámský, 2008).

3.9 Vady čokolád

Výkvět je označení pro šedobílý povlak na povrchu čokolády. Existují dva druhy výkvětu. První je způsoben čokoládovým máslem. Pokud byla čokoláda v některém stádiu výroby příliš teplá, putují krystalky kakaového másla k povrchu a dojde k rekrystalizaci při zpětném ochlazení. Tento jev neznamena pro chuť žádnou komplikaci, je to pouze estetická vada.

Dalším důvodem vzniku šedého povlaku je kontakt čokolády s vlhkem. Krystaly cukru putují k povrchu, tam se rozpouštějí a následně opět rekrystalizují. Na rozdíl od prvního případu, zde dochází k narušení struktury čokolády a je to poznat i na chuti.

Kvalitní čokoládu můžeme posoudit nejen podle chuti a barvy, ale i podle sluchu. Pokud tabulku čokolády v ruce rozloíme, mělo by být slyšet charakteristické prasknutí (Coady, 2000).

3.10 Legislativní označení

Podle vyhlášky Ministerstva zemědělství č. 76/2003, kterou se stanoví požadavky pro přírodní sladidla, med, cukrovinky, kakaový prášek a směsi kakaa s cukrem, čokoládu a čokoládové bonbony se u názvu čokolád dále uvádí její druh, skupina a název složky, která výrobek charakterizuje, pokud byla tato použita. Mohou to být například mandle nebo sušené ovoce. Výrobek má na obalu označení s údajem o obsahu kakaové sušiny. Ta představuje celkový obsah sušiny kakaových částí, který je vyjádřen v procentuálním poměru k celkové hmotnosti čokolády. Na obalu je slovy napsáno: "obsah kakaové sušiny nejméně...%".

Pokud se v čokoládě nachází další jiné rostlinné tuky kromě kakaového másla, musí být spotřebitel o jejich výskytu informován na obalu a to označením: „vedle kakaového másla obsahuje rostlinné tuky.“

Druh	Skupina
čokoláda (hořká čokoláda)	Bez přísad

mléčná čokoláda	S přísadami
Family mléčná čokoláda	Na vaření
Bílá čokoláda	plněná

Tabulka č. 4: Členění čokolád na druhy a skupiny

Požadavky na jakost (vztažených na sušinu)

Druh	Obsah kakaového másla	Obsah tukuprosté kakaové sušiny	Obsah celkové kakaové sušiny	Obsah mléčného tuku	Obsah celkového tuku *	Obsah mléčné sušiny
Čokoláda (hořká čokoláda)	18 %	14 %	35 %	Není definováno	Není definováno	Není definováno
Mléčná čokoláda	Není definováno	2,5 %	25 %	3,5 %	25 %	14 %
Family mléčná čokoláda	Není definováno	2,5 %	20 %	5 %	25 %	20 %
Bílá čokoláda	20 %	Není definováno	Není definováno	3,5 %	Není definováno	14 %

Tabulka č. 5: Požadavky na jakost
*(kakaové máslo + mléčný tuk)

Jiné než standartní čokolády:

Oříšková čokoláda musí být vyrobena nejméně z 32 % celkové kakaové sušiny, nejméně 8 % tukuprosté kakaové sušiny a z mletých oříšků. Obsah oříšků je nejméně 20 g a nejvíce 40 g ve 100 g výrobku.

U vyšších jakostí výrobků:

U hořké čokolády je obsah celkové kakaové sušiny nejméně 43 % a kakaového másla nejméně 26 %. U čokolády mléčné je celkový obsah kakaové sušiny nejméně 30 %, mléčné sušiny 18% a mléčného tuku v mléčné sušině 4,5 % (Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 76/2003, kterou se stanoví požadavky pro přírodní sladidla, med, cukrovinky, kakaový prášek a směsi kakaa s cukrem, čokoládu a čokoládové bonbony).

4 Praktická část – materiály a metoda

Materiály: Popis vzorků

Vzorky byly poskytnuty firmou Jordi's chocolate. Složení čokoládových vzorků: kakaové boby, kakaové máslo, třtinový cukr, kravské mléko sušené, kozí mléko sušené, ovčí mléko sušené, čaj Pu-erh, čaj Darjeeling nebo čaj Matcha.

1) Název čokolády: Mléčná čokoláda 65 %

Složení: Kakaové boby, sušené mléko, třtinový cukr

Obsah kakaového podílu: 65 %

2) Název čokolády: Blend 100 %, tmavá čokoláda

Složení: Kakaové boby.

3) Název čokolády: Ecuador 100 %

Pouze z bobů Ecuador

4) Název čokolády: Pu-Erh, Bílá čokoláda s černým čajem

Složení: Kakaové máslo, sušené mléko, třtinový cukr, černý čaj Pu-Erh (10 %).

Obsah kakaového podílu: 40 %

5) Název čokolády: Mléčná čokoláda 51 % ovčí mléko

Složení: Kakaové boby, sušené ovčí mléko, třtinový cukr

Obsah kakaového podílu: 51 %

6) Název čokolády: Darjeeling, Bílá čokoláda se zeleným čajem

7) Matcha, Bílá čokoláda se zeleným čajem Matcha.

8) Název čokolády: Mléčná čokoláda 51 % kozí mléko

Složení: Kakaové boby, sušené kozí mléko, třtinový cukr.

Obsah kakaového podílu: 51 %

9) Název čokolády: Mléčná čokoláda 51 % kravské mléko

Složení: Kakaové boby, sušené mléko, třtinový cukr.

Obsah kakaového podílu: 51 %

Metoda: Stanovení obsahu tuku

Princip metody: Stanovení tuku podle Soxhleta, patřící mezi vážkové metody, za použití extrakčního činidla. Následně bylo činidlo oddestilováno a vyextrahovaný tuk byl vysušen.

Pomůcky: extrakční patrony, vata, mořský písek, Soxhletova aparatura, baňky, analytické váhy

Chemikálie: extrakční činidlo (petrolether)

Postup: Vzorek byl navážen do extrakční patrony, promíchán spolu s mořským pískem a zazátkován pomocí vaty. Patrony se vložily do střední části Soxhletova extrakčního přístroje a zalili extrakčním činidlem. Petrolether přetekl do extrakční baňky, která byla umístěná ve spodní části přístroje. Zařízení, které bylo potřeba připojit na chladič, bylo umístěn do topného hnízda. Zde docházelo k zahřívání extrakčního činidla a k jeho postupné přeměně na páru. Ta stoupala vzhůru do chladiče, kde kondenzovala. Kapalně činidlo stékalo do střední části přístroje, kde promývalo vzorek v patroně a rozpouštělo tak tuk obsažený ve vzorku. Rozpuštěný tuk a činidlo přeteklo do extrakční baňky, kde se opět přeměnilo v páru. Extrakce trvala 6 hodin.

Následně bylo rozpouštědlo odpařeno a zjistila se hmotnost vyextrahovaného tuku.

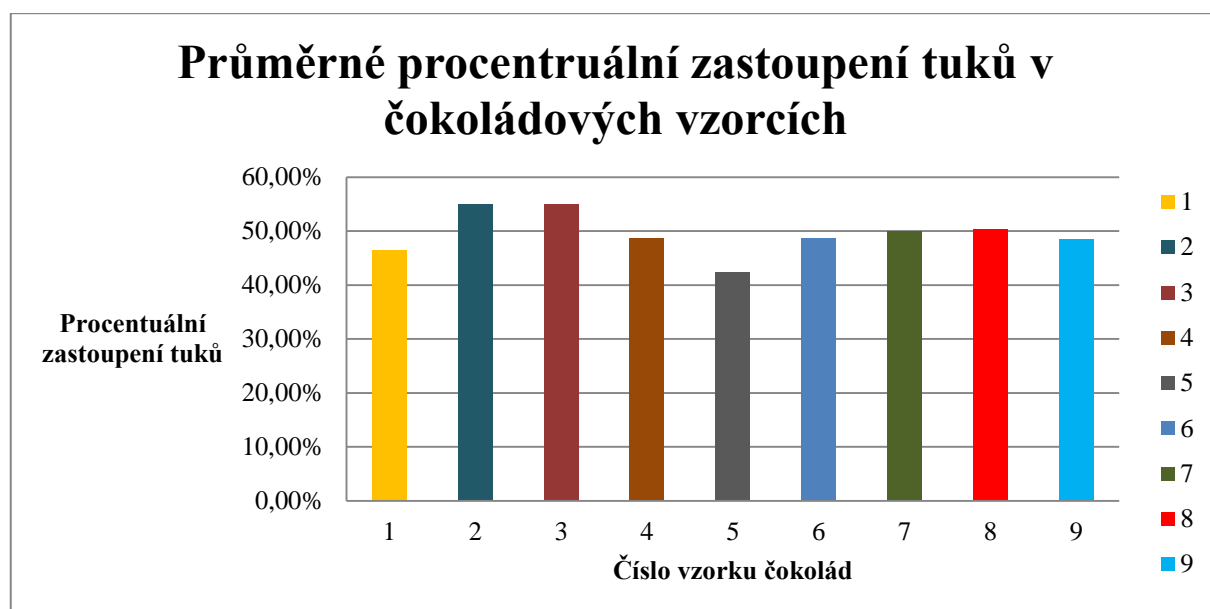
5 Výsledky

Procentuální zastoupení tuků v jednotlivých vzorcích

Vzorek	Navážka před extrakcí (g)	tuky (g)	% tuků	průměr % u vzorku
1A	1,433	0,663	46,27	46,32
1B	1,408	0,654	46,45	
1C	1,54	0,712	46,23	
2A	1,28	0,722	56,41	54,88
2B	1,359	0,735	54,08	
2C	1,518	0,822	54,15	
3A	1,493	0,821	54,99	54,9
3B	1,682	0,921	54,76	
3C	1,787	0,982	54,95	
4A	1,613	0,787	48,79	48,71
4B	1,779	0,865	48,62	
4C	1,979	0,964	48,71	
5A	1,819	0,775	42,61	42,43
5B	1,984	0,841	42,39	
5C	2,149	0,909	42,3	
6A	1,965	0,956	48,65	48,71
6B	1,844	0,9	48,81	
6C	1,977	0,962	48,66	
7A	1,958	0,979	50	49,92
7B	1,785	0,892	49,97	
7C	2,27	1,13	49,78	
8A	1,989	1,003	50,43	50,34
8B	1,765	0,888	50,31	
8C	1,993	1,002	50,28	
9A	2,346	1,14	48,59	48,38
9B	2,084	1,003	48,13	
9C	2,923	1,415	48,41	

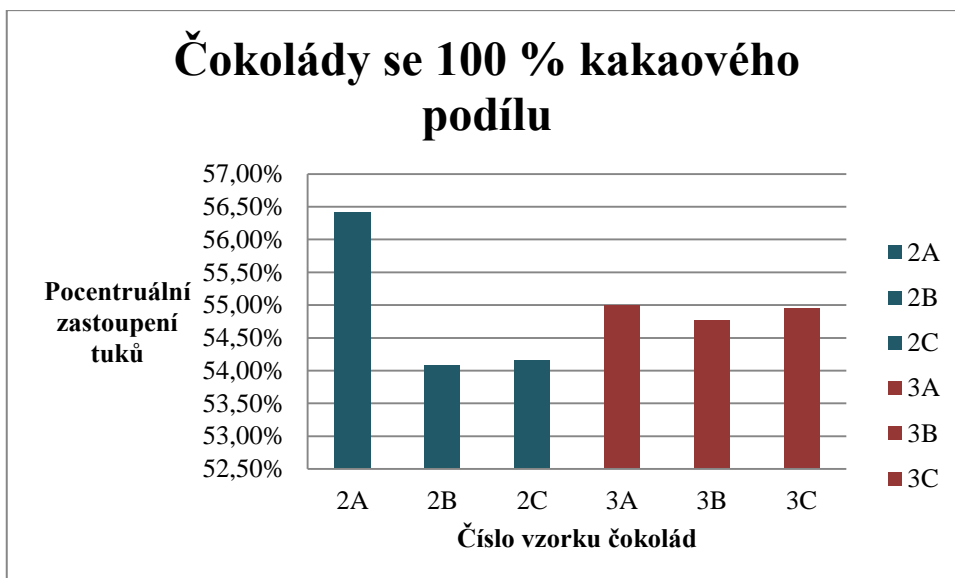
Tabulka č. 6: Procentuální zastoupení tuků v čokoládách

V grafu číslo 1 je znázorněno procentuální zastoupení tuků u jednotlivých typů čokolád. Vzorky číslo 2 a 3 jsou čokolády se 100 % kakaovým podílem. Na grafu je tak vidět, že obsah tuků byl u obou čokolád podobný, a to kolem 55 %. Tyto čokolády měly nejvyšší průměrné procentuální zastoupení celkového tuku. Vzorky s čísly 4, 6 a 7 byly čokolády bílé se zeleným nebo černým čajem. Zde byl obsah tuků lehce pod 50 %. Vzorek číslo 5 patřil čokoládě 51 % s ovčím mlékem. Tento vzorek měl nejnižší průměrnou procentuální hodnotu celkových tuků a to s průměrnou hodnotou 42,43 %. V pořadí druhá čokoláda s nejnižším procentuálním zastoupením tuků byla čokoláda s číslem 1 – Mléčná čokoláda 65 % kakaového podílu. Vzorek číslo 8 patřící mléčné čokoládě s kozím mlékem měl průměrnou procentuální hodnotu 50,34 % a vzorek 9 – Mléčná čokoláda 51 % kravské mléko měla tuk v zastoupení 48,38 %.



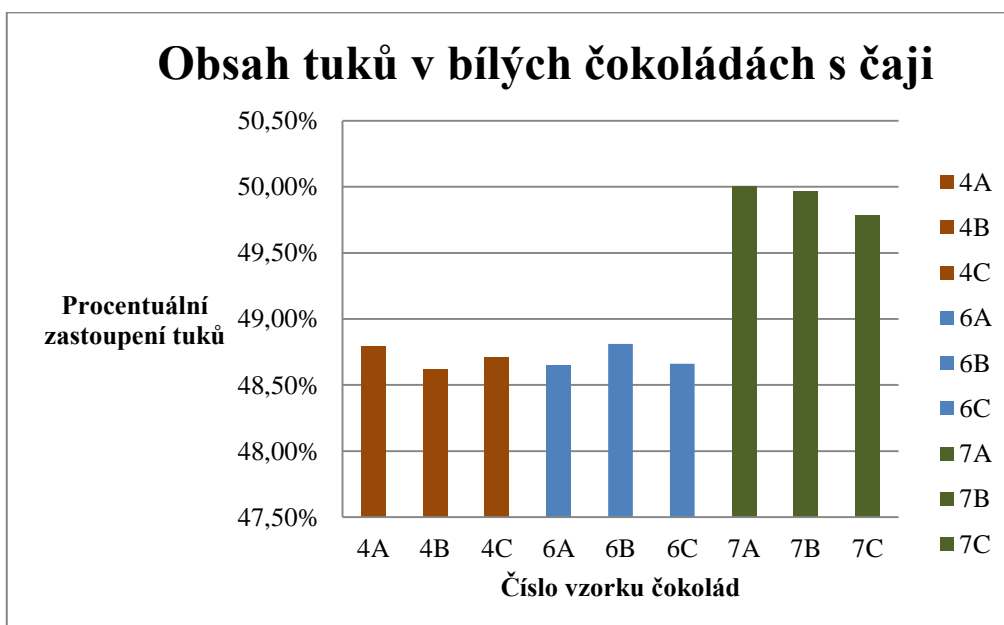
Graf č. 1: Průměrný obsah tuků u všech vzorků čokolád

Na grafu číslo 2 jsou znázorněny jednotlivé vzorky u dvou typů čokolád. Obě čokolády jsou se 100% obsahem kakaového podílu. Čokoláda s číslem 2 patřila čokoládě s názvem Blend 100 %, tmavá čokoláda. Jednotlivé vzorky s označením 2B a C byly vcelku vyrovnané. Oproti tomu vzorek 2A vykazuje vyšší hodnotu, a to až o 2,33 % oproti vzorku 2B. Tento rozdíl je nejspíše způsoben chybným měřením. Oproti tomu vzorky čokolád s číslem 3, patřící čokoládě 100 % Euador, mají vyrovnané procentuální hodnoty tuku.



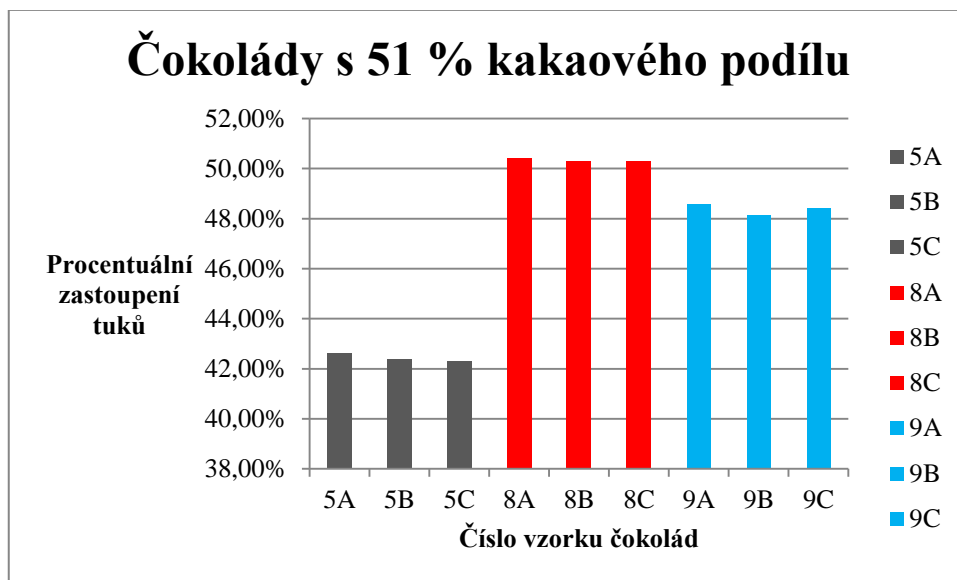
Graf č. 2: Obsah tuků u 100% čokolád

Graf číslo 3 zaznamenává tuk v bílých čokoládách se zeleným nebo černým čajem. V čokoládě s číslem 4 je obsažen černý čaj Pu-erh. Hodnota obsahu tuků ve vzorcích se pohybovala od 48,62 % do 48,79 %. U bílé čokolády s čajem Darjeeling byly hodnoty podobné jako u předchozí čokolády, a to od 48,65 – 48,81 %. Oproti tomu vzorek číslo 7 měl v tomto případě vyšší obsah tuků, než tomu bylo u předchozích bílých čokolád. Hodnoty u této čokolády dosahovaly přibližně 50 %.



Graf č. 3: Obsah tuků bílých čokolád s čaji

Graf číslo 4 ukazuje rozdílné hodnoty tuků u čokolád s 51 % kakaového podílu. Vzorek s nejmenším procentuálním množstvím tuků patřil čokoládě s ovčím mlékem. Oproti tomu vzorek s 51 % kakaového podílu s kozím mlékem, nesoucí označení 8 (A,B,C), měl nejvyšší hodnoty tuků, a to lehce před 50 %. Poslední vzorek, nesoucí číslo 9, je čokoláda s 51 % s kravským mlékem. Hodnoty se pohybovaly od 48,13 % do 48,59 % obsahu tuku.



Graf č. 4: Obsah tuků u čokolád s 51 % kakaového podílu

6 Diskuze

Kvalitu čokoládových tabulek můžeme zhodnotit na základě jejich nutričních hodnot a podle odrůdy ze které byly použité kakaové boby.

Do původních čokolád nebyl přidáván jiný tuk než kakaové máslo, vyjímaje mléčného tuku. Kakaové máslo má své specifické vlastnosti, díky kterým se stávají pro čokoládu typické.

Obsah tuků obsažených v kakaových bobech, se pohyboval kolem 50 – 55% (Soukup, 2005). Obsah tuků nalezených v čokoládových vzorcích se pohyboval od 42,43 % až 54,9 %. Průměrný obsah tuku byl 49,4 %. Tuk by měl tvořit největší hodnotu čokoládové tabulky. Ten v konečném čokoládovém produktu pochází z kakaových bobů a u mléčných čokolád ještě z mléka.

Ty nejkvalitnější čokolády by měly mít, co největší kakaový podíl. Aby výrobek z kakaových bobů mohl být označený slovem čokoláda, musí splňovat kritéria. Hořká čokoláda tak musí obsahovat minimálně 35 % celkové kakaové sušiny, 14 % tukuprosté sušiny a 18 % kakaového másla. Často se do čokolád přidávají další tuky než původní tuk z kakaových zrn či mléka. Vyhláška množství ovšem omezuje a tak je povoleno přidávat do 5 % jiných rostlinných tuků (Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 76/2003, kterou se stanoví požadavky pro přírodní sladidla, med, cukrovinky, kakaový prášek a směsi kakaa s cukrem, čokoládu a čokoládové bonbony). Zvláštní skupinou jsou čokoládové pochoutky, které se mohou tvářit jako čokoláda. Mají ovšem právě vyšší obsah rostlinných tuků, a tak se tedy nemohou řadit mezi pravé čokolády.

Další významnou částí by se měly vyskytovat sacharidy, zejména cukr. U sledovaných čokoládových vzorků byl použit cukr třtinový. To by mělo mít za následek zvýšení minerálních látek. Ty se u klasického řepného rafinovaného cukru při jeho zpracování ztrácí.

Bílkoviny, které jsou ve výrobku obsaženy, pochází z kakaových zrn nebo z mléka. Mléko se tedy nachází pouze v mléčných a bílých čokoládách. Jaké mléko bude použito, je na samotném výrobcu. Nejčastěji používané mléko do čokolád je mléko kravské. Lze předpokládat, že obsah bílkovin, by se měl pohybovat právě u výrobků s přidaným mlékem ve vyšším rozsahu. To může znamenat, že ve výrobku bude více tuku. Zda bude více bílkovin, zejména mléčných bílkovin v čokoládách mléčných nebo bílých, závisí na výrobcu, v jakém poměru smíchá základní složky pro jejich výrobu.

V menším poměru jsou zaznamenány polyfenoly a alkaloidy, kterým se často přisuzuje mnoho prospěšných účinků na lidský organismus. Čokolády, které jsou vyráběny z kakaových bobů odrůdy Criollo, by měly obsahovat více alkaloidů a jsou tak považovány za nejkvalitnější. Podle Hammerstone et al. (1994) právě boby této odrůdy mají největší množství zmíněných alkaloidů. Obsah theobrominu byl průměrně $23,9 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ a kofein byl obsažen v průměru $8,05 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$. Odrůda Forastero měla nižší obsah theobrominu, v průměru $10,64 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$, než předchozí odrůda, ale více obsahu než tomu bylo u křížence odrůd Trinitario. Kříženec odrůd měl zase vyšší obsah kofeinu, než tomu bylo u Forastera.

7 Závěr

- Obsah u všech vzorků odpovídal legislativě splňující požadavky na obsah tuků (mléčná čokoláda obsahovala více než 25 % tuku)
- Obsah tuků v čokoládových vzorcích byl v průměru 49,4 %
- Nejvíce tuků obsahovaly čokolády se 100 % obsahem kakaové hmoty
- Nejméně tuků obsahovala čokoláda Mléčná 51 % s ovčím mlékem s obsahem 42,43 % tuků

8 Seznam literatury

Afoakwa, E. O., Quao, J., Takrama, F. S., Budu, A. S., Saalia, F. K. 2012. Changes in total polyphenols, o-diphenols and anthocyanin concentrations during fermentation of pulp pre-conditioned cocoa (*Theobroma cacao*) beans. *International Food Research Journal*, 19(3), 1071-1077.

Ardhana, M. M., Fleet, G. H. 2003. The microbial ecology of cocoa bean fermentations in Indonesia. *International journal of food microbiology*, 86(1), 87-99.

Arnaud, M. J. 1984. Products of metabolism of caffeine. In *Caffeine* (pp. 3–38). Springer Berlin Heidelberg.

Baba, S., Osakabe, N., Kato, Y., Natsume, M., Yasuda, A., Kido, T., Fukuda, K., Muto, Y., Kondo, K. 2007. Continuous intake of polyphenolic compounds containing cocoa powder reduces LDL oxidative susceptibility and has beneficial effects on plasma HDL-cholesterol concentrations in humans. *The American journal of clinical nutrition*, 85(3), 709-717.

Bracco, U. 1994. Effect of triglyceride structure on fat absorption. *The American journal of clinical nutrition*, 60(6), 1002-1009.

Brunetto, M. D. R., Gutiérrez, L., Delgado, Y., Gallignani, M., Zambrano, A., Gómez, Á., Ramos, G., Romero, C. 2007. Determination of theobromine, theophylline and caffeine in cocoa samples by a high-performance liquid chromatographic method with on-line sample cleanup in a switching-column system. *Food Chemistry*, 100(2), 459-467.

Camu, N., De Winter, T., Addo, S. K., Takrama, J. S., Bernaert, H., De Vuyst, L. 2008. Fermentation of cocoa beans: influence of microbial activities and polyphenol concentrations on the flavour of chocolate. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88(13), 2288-2297.

Coady, Ch. 2000. *Čokoláda: průvodce znalce světem nejjemnějších čokoládových cukrovinek*. 1. vyd. V Praze: Fortuna Print. 192 s. ISBN 80-861-4454-2.

Coe, S. D., Coe, M. D. 2000. *Čokoláda – Historie sladkého tajemství*. Pragma. Praha. 263 s. ISBN 80-7205-478-3

Copiková, J. 1999. Náhrady sacharosy a tuku v čokoládových a nečokoládových cukrovinkách. *Chem. Listy*, 93, 3-14.

Costenla, A. R., Cunha, R. A., de Mendonça, A. 2010. Caffeine, Adenosine Receptors, and Synaptic Plasticity. *Journal of Alzheimer's Disease*, 20, 25-34.

Česko. Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 79/2003 Sb. ze dne 6. března 2003, kterou se stanoví požadavky pro přírodní sladidla, med, cukrovinky, kakaový prášek a směsi kakaa s cukrem, čokoládu a čokoládové bonbony. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2003

Day, A. J., Cañada, F. J., Díaz, J. C., Kroon, P. A., Mclauchlan, R., Faulds, C. B., Plumb, G.W.; Morgan, M.R.A., Williamson, G. (2000). Dietary flavonoid and isoflavone glycosides are hydrolysed by the lactase site of lactase phlorizin hydrolase. *FEBS letters*, 468(2), 166-170.

Doutre-Roussel, Ch. 2006. *Čokoláda pro znalce: opravdová chuť i vášeň*. Slovart. Praha. s 216. ISBN 80-720-9825-X.

Hammerstone Jr, J. F., Romanczyk Jr, L. J., Aitken, W. M. 1994. Purine alkaloid distribution with *Herrania* and *Theorbroma*. *Phytochemistry*, 35(5), 1237-1240.

Hertog, M. G., Feskens, E. J., Kromhout, D., Hertog, M. G. L., Hollman, P. C. H., Hertog, M. G. L., Katan, M. B. 1993. Dietary antioxidant flavonoids and risk of coronary heart disease: the Zutphen Elderly Study. *The Lancet*, 342(8878), 1007-1011.

Hurst, W. J., Toomey, P. B. 1981. High-performance liquid chromatographic determination of four biogenic amines in chocolate. *Analyst*, 106(1261), 394-402.

Jalon, M., Santos-Buelga, C., Rivas-Gonzalo, J. C., Marine-Font, A. 1983. Tyramine in cocoa and derivatives. *Journal of Food Science*, 48(2), 545-547.

Kazdová, L., Malínská H., Cahová, M., Trnovská, J., Seidlová H., Škrop, V. 2013. *Metabolický syndrom – nové poznatky a otázky*. *Atherosklerosa 2013 b: Diagnostika, léčba, prevence v dětské i dospělém věku*. Praha: IV. interní klinika 1. LF UK Praha, 53 s. ISBN 978-80-905595-0-9.

Keli, S. O., Hertog, M. G., Feskens, E. J., Kromhout, D. 1996. Dietary flavonoids, antioxidant vitamins, and incidence of stroke: the Zutphen study. *Archives of Internal medicine*, 156(6), 637-642.

Knight, I. 1999. *Chocolate and cocoa: health and nutrition*. Malden, MA: Blackwell Science. 342 p. ISBN 06-320-5415-8.

- Kofink, M., Papagiannopoulos, M., Galensa, R. 2007. (-)-Catechin in Cocoa and Chocolate: Occurrence and Analysis of an Atypical Flavan-3-ol Enantiomer. *Molecules*, 12(7), 1274-1288.
- Krámský, S., Feitl J. 2008. *Kniha o čokoládě: historie výroby čokolády a cukrovinek v českých zemích*. Vyd. 1. Editor Dagmar Broncová. Praha: Milpo media, 167 s. ISBN 978-80-87040-13-3.
- Li, Z., Traore, A., Maximova, S., Gultinan, M. J. 1998. Somatic embryogenesis and plant regeneration from floral explants of cacao (*Theobroma cacao* L.) using thidiazuron. *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*, 34(4), 293-299.
- Manach, C., Scalbert, A., Morand, C., Rémésy, C., Jiménez, L. 2004. Polyphenols: food sources and bioavailability. *The American journal of clinical nutrition*, 79(5), 727-747.
- Marcus, D. A., Scharff, L., Turk, D., Gourley, L. M. 1997. A double-blind provocative study of chocolate as a trigger of headache. *Cephalalgia*, 17(8), 855-862.
- Moffett, A. M., Swash, M., Scott, D. F. 1974. Effect of chocolate in migraine: a double-blind study. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 37(4), 445-448.
- Nawrot, P., Jordan, S., Eastwood, J., Rotstein, J., Hugenholtz, A., Feeley, M. 2003. Effects of caffeine on human health. *Food Additives & Contaminants*, 20(1), 1-30.
- Paige, D. M., Bayless, T. M., Huang, S. S., Wexler, R. 1975. Lactose hydrolyzed milk. *The American journal of clinical nutrition*, 28(8), 818-822.
- Pase, M. P., Scholey, A. B., Pipingas, A., Kras, M., Nolidin, K., Gibbs, A., Wesnes, A., Stough, C. 2013. Cocoa polyphenols enhance positive mood states but not cognitive performance: a randomized, placebo-controlled trial. *Journal of Psychopharmacology*, 0269881112473791.
- Pastore, P., Favaro, G., Badocco, D., Tapparò, A., Cavalli, S., Saccani, G. 2005. Determination of biogenic amines in chocolate by ion chromatographic separation and pulsed integrated amperometric detection with implemented wave-form at Au disposable electrode. *Journal of Chromatography A*, 1098(1), 111-115.

- Ryu, S., Choi, S. K., Joung, S. S., Suh, H., Cha, Y. S., Lee, S., Lim, K. 2001. Caffeine as a lipolytic food component increases endurance performance in rats and athletes. *Journal of nutritional science and vitaminology*, 47(2), 139-146.
- Schantz, B., Linke, L., Rohm, H. 2003. Effects of different emulsifiers on rheological and physical properties of chocolate. *Proceedings of the 3rd International Symposium on Food Rheology and Structure, EURORHEO Zurich, Swiss*, 329-333.
- Schmiederand, R. L. 1980. Characterization and quantification of starch in cocoa beans and chocolate products. *Journal of Food Science*, 45(3), 555-557.
- Skoupil, J. 2005. *Suroviny a polotovary pro cukrářskou výrobu*. Brno: Společenstvo cukrářů České republiky. 367 s. ISBN 80-239-6061-X.
- Slanina, J. and Táborská E.; Příjem, biologická dostupnost a metabolismus rostlinných polyfenolů u člověka. *Chemické listy, Praha: Česká společnost chemická*, 2004, roč. 98, č. 5, s. 239-245. ISSN 0009-2770.
- Steinmetz, K. A., Potter, J. D. 1991. Vegetables, fruit, and cancer. I. *Epidemiology. Cancer Causes & Control*, 2(5), 325-357.
- Sullivan, P., Jaffar, Z., Page, C., Costello, J., Bekir, S., Jeffery, P. 1994. Anti-inflammatory effects of low-dose oral theophylline in atopic asthma. *The Lancet*, 343(8904), 1006-1008.
- Usmani, O. S., Belvisi, M. G., Patel, H. J., Crispino, N., Birrell, M. A., Korbonits, M., Korbonits, M., Barnes, P. J. 2005. Theobromine inhibits sensory nerve activation and cough. *The FASEB journal*, 19(2), 231-233.
- Wang, J. F., Schramm, D. D., Holt, R. R., Ensunsa, J. L., Fraga, C. G., Schmitz, H. H., Keen, C. L. 2000. A dose-response effect from chocolate consumption on plasma epicatechin and oxidative damage. *The Journal of nutrition*, 130(8), 2115-2119.
- Wilson, R., Van Schie, B. J., Howes, D. 1998. Overview of the preparation, use and biological studies on polyglycerol polyricinoleate (PGPR). *Food and Chemical Toxicology*, 36(9), 711-718.
- Zorníková, G. Biogenní aminy v potravinách. *Chempoint: Vědci pro průmysl a praxi [online]*. Brno, 2012, 15.5.2015 [cit. 2015-02-05]. Dostupné z: <http://www.chempoint.cz/biogenni-aminy-v-potravinach>

9 Seznam použitých zkratk

EC – Systémové číslo enzymů

GLUT 2 – glukózový transportér 2

GLUT 5 – glukózový transportér 5

KTJ – kolonie tvořící jednotku

LDL – nízkodenzitní lipoprotein

LPH – laktáza-phlorizin hydroláza