

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra kvality a bezpečnosti potravin**



**Posouzení sensorické kvality vybraných sýrových analogů**

**Diplomová práce**

**Autor práce: Bc. Tereza Koničková**

**Obor studia: Výživa a potraviny**

**Vedoucí práce: Ing. Veronika Legarová, Ph.D.**

© 2019 ČZU v Praze

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Posouzení senzorické kvality vybraných sýrových analogů" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové 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 diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne \_\_\_\_\_

### **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucí mé diplomové práce Ing. Veronice Legarové, Ph.D. za cenné připomínky, ochotu a čas věnovaný vedení mé práce.

Velké poděkování patří také Ing. Jiřímu Patrovskému, CSc. za pomoc s realizací praktické části této práce. Děkuji zároveň své rodině za podporu v průběhu celého studia.

# Posouzení sensorické kvality vybraných sýrových analogů

## Souhrn

Tato diplomová práce se zabývá problematikou sýrových analogů a jejich postavení ve výživě člověka. Popisuje tavené sýry a jejich dělení, výrobu, vady a vliv jejich konzumace na zdraví člověka. Dále se práce věnuje sýrovým analogům, konkrétně jejich výrobě a složení. Zmiňuje se o dostupnosti sýrových imitací na českém trhu a legislativě. Popisovány jsou také jejich výhody a nevýhody. Práce rovněž porovnává vhodnost konzumace sýrů a sýrových analogů a popisuje jejich rozdíly. Zabývá vlivem různých druhů tuků a přídatných látek používaných pro výrobu sýrových analogů na zdraví člověka. Zahrnuje také kapitoly týkající se sensorické analýzy a hodnocení texturních vlastností tavených výrobků.

Jedním z cílů této práce bylo porovnání vybraných fyzikálně-chemických a sensorických vlastností u laboratorně vyrobených a běžně dostupných sýrových analogů na trhu České republiky. Pro posuzování byl zvolen roztíratelný výrobek, který je v tržní síti nejběžněji dostupný a k němuž bylo možné vyrobit srovnatelný vzorek. Z provedeného posuzování vyplynulo, že si jsou laboratorně připravený a zakoupený výrobek svými sensorickými i vybranými fyzikálně-chemickými vlastnostmi, jako je hodnota pH a obsah sušiny, velmi blízké. Odlišnosti mezi těmito vzorky však byly zaznamenány při posuzování jejich pevnosti prostřednictvím texturometrické analýzy.

Sensorické a vybrané fyzikálně-chemické vlastnosti byly také posuzovány u dalších laboratorně připravených vzorků, lišících se použitým druhem tuku a vzorku veganského sýrového analogu. Z poznatků uvedených v této práci lze odvodit, že existuje vliv různých druhů tuků na sensorické i texturní vlastnosti sýrových analogů. Rozdíly v procentuálním zastoupení sušiny a hodnot pH připravených sýrových náhražek byly způsobeny odlišnostmi v jejich složení. Významný vliv na hodnotu pH výsledného vzorku mají rovněž tavicí soli.

Hodnocena byla také roztékavost vybraných sýrových imitací, významná pro posouzení vhodnosti pro pekárenské a masné aplikace. Jako nejvhodnější byla vyhodnocena receptura s „high melt“ škrobem, která se na připravené pizze rovnoměrně roztekla a ve srovnání s ostatními analogy i sýrem neuvolňovala tuk. Požadované sensorické i texturní vlastnosti sýrového analogu v párcích poskytla receptura se sádlem.

Dle provedeného posuzování lze zároveň říci, že sýrové analogy mají rovnocenné sensorické i některé fyzikálně-chemické vlastnosti jako sýry a byla tak potvrzena stanovená hypotéza. Sýrové analogy však obvykle nepředstavují rovnocennou alternativu přírodních

sýrů z nutričního hlediska, ačkoliv mohou mít v závislosti na svém složení a kvalitě použitých surovin příznivější skladbu mastných kyselin. Většina těchto výrobků ovšem mnohdy obsahuje nezanedbatelné množství přídavných látek, jako jsou například tavicí soli, jejichž vliv na výživu člověka je diskutabilní.

**Klíčová slova:** mléko, sensorická analýza, sýr, sýrový analog, výživa

# Sensory quality assessment of selected cheese analogues

## Summary

This diploma thesis is focused on cheese analogues and their position in human nutrition. It describes processed cheeses and their division, production, defects and influence of their consumption on human health. The thesis also deals with cheese analogues, namely their production and composition. It mentions the availability of cheese imitations on the Czech market and legislation. Also described are their advantages and disadvantages. The thesis also compares the suitability of consumption of cheese and cheese analogues and describes their differences. It deals with the influence of various types of fats and additives used for the production of cheese analogues on human health. It also includes chapters on sensory analysis and evaluation of textural properties of melted products.

One of the aims of this work was to compare selected physico-chemical and sensory properties of laboratory-made and commonly available cheese analogues on the Czech market. The most commonly available cheese imitation in stores is a spreadable product. For this reason, this product was chosen for comparison of laboratory-made and purchased product. It was also possible to produce a comparable sample to this spreadable product. The assessment showed that the laboratory-prepared and purchased product have similar sensory and selected physico-chemical properties, such as pH and dry matter. However, the differences between these samples were recorded in their strength through texturometric analysis.

Sensory and selected physico-chemical properties were also assessed for other laboratory-prepared samples differing in the type of used fat and the vegan cheese analog sample. From the findings in this work it can be inferred that there is an influence of different types of fats on the sensory and texture properties of cheese analogues. Differences in percentage of dry matter and pH of prepared cheese substitutes were caused by differences in their composition. Melting salts also have a significant effect on the pH of the resulting sample.

The flowability of selected cheese imitations was also evaluated, it is important for the assessment of suitability for bakery and meat applications. The most suitable sample was prepared with using a "high melt" starch, which evenly melted on the prepared pizza and did not release fat compared to other analogs and cheese. The desired sensory and texture characteristics of the cheese analog in sausages were provided by using a lard as a fat to the sample.

According to the assessment, it can be concluded that the cheese analogues have equivalent sensory and some physico-chemical properties as cheeses, and the established hypothesis has been confirmed. However, cheese analogues usually do not represent an equivalent alternative to natural cheeses, although they may have a more favorable fatty acid composition depending on the composition of the product and the quality of used raw materials. Most of these products usually contain a considerable amount of additives, such as melting salts with questionable influence on human nutrition.

**Keywords:** milk, sensory analysis, cheese, cheese analog, nutrition

## Obsah

1	Úvod .....	1
2	Hypotéza a cíl práce .....	3
3	Literární rešerše .....	4
3.1	Sýry .....	4
3.2	Tavené sýry .....	4
3.2.1	Dělení tavených sýrů .....	4
3.2.2	Výroba tavených sýrů .....	6
3.2.3	Vady tavených sýrů a jejich analogů .....	11
3.2.4	Spotřeba tavených sýrů v České republice .....	13
3.2.5	Výhody tavených výrobků .....	13
3.3	Sýrové analogy .....	13
3.3.1	Definice sýrových analogů .....	13
3.3.2	Výroba sýrových analogů .....	14
3.3.3	Výroba analogů tavených sýrů .....	15
3.3.4	Sýrové analogy a legislativa .....	15
3.3.5	Sýrové analogy dostupné v České republice .....	16
3.3.6	Analogy sýra používaného při výrobě pizzy .....	16
3.3.7	Porovnání vlivu konzumace sýrů a sýrových analogů na zdraví člověka ...	17
3.3.8	Vliv tavených sýrových analogů a obsažených aditiv na zdraví člověka ...	18
3.3.9	Výhody a nevýhody sýrových analogů .....	25
3.4	Senzorická analýza .....	25
3.4.1	Vybrané metody senzorické analýzy .....	26
3.4.2	Senzorické hodnocení tavených sýrů .....	28
3.4.3	Hodnocení texturních vlastností tavených výrobků .....	28
4	Materiál a metodika .....	30
4.1.1	Charakteristika vzorků .....	30



4.1.2	Postup výroby sýrových analogů.....	32
4.1.3	Stanovení obsahu sušiny.....	34
4.1.4	Stanovení hodnoty pH .....	35
4.1.5	Zkoušky roztékavosti sýrových analogů .....	35
4.1.6	Měření texturních vlastností sýrových analogů.....	36
4.1.7	Senzorické hodnocení.....	38
5	Výsledky.....	39
5.1.1	Výsledky stanovení obsahu sušiny .....	39
5.1.2	Výsledky stanovení hodnoty pH .....	39
5.1.3	Výsledky zkoušky roztékavosti sýrových analogů.....	40
5.1.4	Výsledky měření texturních vlastností vzorků .....	45
5.1.5	Výsledky sensorického hodnocení .....	48
5.1.6	Porovnání vzorků laboratorně vyrobených sýrových analogů a sýrových analogů dostupných na trhu ČR .....	68
6	Diskuze .....	75
7	Závěr.....	80
8	Seznam literatury.....	83
9	Samostatné přílohy .....	91

# 1 Úvod

Sýr je cenným zdrojem řady důležitých živin, zejména plnohodnotných bílkovin, jejichž obsah se pohybuje v rozmezí od 6 % do 30 % v závislosti na množství obsaženého tuku a sušiny. Tuk přítomný v sýru je díky přítomnosti mastných kyselin s krátkým řetězcem lehce stravitelný. Sýr také obsahuje poměrně vysoké množství snadno využitelného vápníku (1350 – 8940 mg v jednom kilogramu). Jeho konzumace rovněž zajišťuje příjem vitaminů rozpustných v tucích a některých vitaminů skupiny B, obzvláště B<sub>2</sub>.

Nejmladší skupinou sýrů jsou sýry tavené, které lze označit jako velmi oblíbenou spotřebitelskou komoditu zejména díky široké škále a snadnosti použití, zpestřující lidský jídelníček již více než sto let. Mezi hlavní důvody jejich vzniku patří prodloužení trvanlivosti sýrů, možnost skladování při vyšších teplotách ve srovnání se sýry klasickými a využití přírodních sýrů s určitými mechanickými vadami pro jejich výrobu. První tavený sýr byl vyroben švýcarskou firmou Gerber a Stettler v roce 1911 a v roce 1923 se vyrobily první tavené sýry také v jihočeských Vodňanech. Nyní se Česká republika řadí mezi země s nejvyšší spotřebou tavených sýrů v Evropské unii. Za současný výživový trend lze ovšem označit výběr čerstvých potravin a upřednostnění potravin majících nižší obsah přídatných látek. Nezbytnou komponentou surovinové skladby tavených výrobků jsou však tavicí soli, bez jejichž aplikace, či aplikace látek podobného účinku, by nebylo možné takovýto produkt vyrobit. V posledních letech již existují možnosti náhrady tavicích solí jinými přísadami, například karagenany (E407, eucheumany), polysacharidy získávanými extrakcí z červených mořských řas skupiny *Rhodophyceae*.

Výstupem vývoje současné poptávky na trhu jsou také sýrové analogy, jinými názvy sýrové imitaci či náhražky, při jejichž přípravě je mléčný tuk, bílkovina či obojí částečně nebo zcela nahrazena nebílkovinnou složkou obvykle rostlinného původu. V porovnání s přírodními sýry mohou být náklady na výrobu sýrových imitací nižší. Kvalita a výživová hodnota výsledného produktu se však odvíjí od jeho surovinové skladby. Velký potenciál mají tyto výrobky zejména v oblasti potravin pro spotřebitele se specifickými výživovými nároky.

S rostoucí nabídkou různých druhů produktů se spotřebitelé stávají stále náročnějšími. Metoda senzorického profilu je významná z hlediska vývojové činnosti a provozní praxe pro určení závad či naopak předností produktů. Za významné parametry tavených výrobků jsou považovány chuť a vůně a neméně důležitá je také jejich textura. Aktuální možnosti technologie výroby dovolují přípravu sýrových analogů přibližující se svým vzhledem a často

i svou chutí a vůní přírodním sýrům. Otázkou však je, zda sýrové analogy mohou nahradit přírodní sýry i v ostatních ohledech.

## **2 Hypotéza a cíl práce**

Pro provedení této práce byla stanovena hypotéza, že sýrové analogy mají rovnocenné sensorické i některé fyzikálně-chemické vlastnosti jako sýry.

Cílem diplomové práce je v teoretické části vypracování literární rešerše zaměřené na problematiku sýrových analogů a jejich postavení ve výživě člověka. V praktické části pak porovnat vzorky laboratorně vyrobených sýrových analogů a vzorky sýrových analogů dostupných na trhu ČR, stejně tak posoudit vybrané fyzikálně-chemické a sensorické vlastnosti těchto výrobků.

## 3 Literární rešerše

### 3.1 Sýry

Sýry jsou nutričně cennou potravinou, jejíž výrobu lze označit za nejstarší odvětví zpracování mléka (Anděl a kol. 2010). Vyhláška Ministerstva zemědělství o požadavcích na mléko a mléčné výrobky, mražené krémy a jedlé tuky a oleje č. 397/2016 Sb. definuje sýr jako mléčný výrobek vyrobený vysrážením mléčné bílkoviny z mléka působením syřidla nebo jiných vhodných koagulačních činidel, oddělením podílu syrovátky a následným prokysáním či zráním.

### 3.2 Tavené sýry

Vyhláška č. 397/2016 Sb. definuje tavený sýr jako sýr, který prošel tepelnou úpravou za přídavku tavicích solí.

Tavený sýr je systém polymerní disperzní matrice, který je možné označit jako stabilní emulzi typu oleje ve vodě. Přídavek různých komponent bývá závislý na požadovaných parametrech finálního produktu, jako je obsah sušiny, tuku a bílkovin, či funkčních vlastností produktu, tedy například roztíratelnosti, tavitelnosti či krémovitosti (Salek a kol. 2017).

#### 3.2.1 Dělení tavených sýrů

Česká legislativa rozděluje tavené sýry dle obsahu tuku Vyhláškou č. 397/2016 Sb. na tavené sýry nízkotučné s obsahem tuku v sušině nejvýše 30 % hmotnostních a tavené sýry vysokotučné s obsahem tuku v sušině nejméně 60 % hmotnostních.

O dělení tavených sýrů dle obsahu tuku v sušině (tabulka č. 1) pojednává také Gajdůšek (1998).

**Tabulka 1 - Členění tavených sýrů dle tuku v sušině (t.v.s.)**

Tavený sýr	Obsah t.v.s. (%)
Vysokotučný	60 – 70
Plnotučný	45 – 55
Polotučný	30 – 45
Nízkotučný	Méně než 30

Zdroj: Gajdůšek (1998)

Dle normy ČSN 57 1300 je definována skupina „tavený sýr druhově pojmenovaný“, která zahrnuje sýry obsahující 75 % a více druhu sýra, jehož název tavený sýr nese.

Předpisem 397/2016 Sb. je stanoveno omezení obsahu jednotlivých komponent používaných při výrobě tavených sýrů (tabulka č. 2). U tavených sýrových výrobků nepřipadá omezení na obsah laktózy, sacharidů se sladícím účinkem, ani ostatní mléčných složek.

**Tabulka 2 - Obecný přehled složek jiných než sýry pro výrobu tavených sýrů a tavených sýrových výrobků**

Složka jiná než sýr	Tavený sýr a tavený roztíratelný sýr		Tavený sýrový výrobek
	Druhově pojmenovaný	Druhově nepojmenovaný	
Máslo, máselný tuk, smetana, máselný koncentrát	Pouze pro standardizaci obsahu tuku	Ano	Ano
Ostatní mléčné složky	Ne	Ano	Ano
		Obsah nejvýše 5 % hmotnosti laktózy ve finálním taveném sýru	
Jedlá sůl	Ano	Ano	Ano
Bakteriální kultury	Ano	Ano	Ano
Enzymy	Ano	Ano	Ano
Cukry (sacharidy se sladícím účinkem)	Ne	Ne	Ano
Koření a sezónní zelenina	Dle druhu výrobku a množství, které zabezpečí dodání charakteristické chuti		

Zdroj: Vyhláška 397/2016 Sb.

Hui (2006) třídí tavené sýry dle složení, obsahu vody a konzistence do čtyř kategorií, které jsou uvedeny v tabulce č. 3. Do svého členění zahrnuje také analogy tavených sýrů.

**Tabulka 3 - Členění tavených sýrů dle jejich složení, obsahu vody a konzistence**

Tavený sýr	Složení
Blokový tavený sýr	Přírodní sýry, emulzifikační soli, NaCl a barviva, odpovídající vlhkost a obsah tuku přírodním sýrům.
Tavená sýrová potravina	Přírodní sýry, emulzifikační soli, NaCl a barviva, mléko, sušené mléko, syrovátka, smetana, bílkoviny, sýr z odstředěného mléka, organické kyseliny sušina < 44 %, tuk < 23 %.
Roztíratelný tavený sýr	Přírodní sýry, emulzifikační soli, NaCl a barviva, gumy pro vazbu vody. Sušina > 44 %, tuk < 60 %.
Analog taveného sýru	Kaseináty (sodné, vápenaté), rostlinné proteiny a tuky, emulzifikační soli, NaCl, umělé příchutě.

Zdroj: Hui (2006)

Světová zdravotnická organizace (WHO) a Organizace pro výživu a zemědělství (FAO) klasifikují tavené sýry prostřednictvím sbírky mezinárodně uznávaných standardů a doporučení Codex Alimentarius do dvou kategorií dle fyzikálních vlastností produktu na tavené sýry (processed cheese) a tavené sýry roztíratelné (spreadable processed cheese). Hlavní rozdíl mezi těmito skupinami spočívá v obsahu vody, tedy vlhkosti, která ovlivňuje reologické vlastnosti výrobku, roztíratelný typ taveného sýra bývá zpravidla měkčí. FAO a WHO zároveň podrobně popisují sledovaná kritéria u tavených sýrů:

- Povolené mléčné a potravinářské přísady.
- Minimální teplota zpracování - 70 ° C po dobu 30 sekund.
- Typ použitého přírodního sýru a jeho obsah nejméně 70 g na 100 g konečného výrobku.
- Chemické složení výrobku - vyjádřeno jako obsah sušiny a procento tuku v sušině.
- Označování informací (FAO & WHO 2018).

Tamime (2011) rozděluje tavené sýry také na plátky, bloky a sýrové omáčky.

### 3.2.2 Výroba tavených sýrů

Základní surovinou pro výrobu tavených sýrů jsou přírodní sýry, zejména tvrdé a polotvrdé sýry či tvaroh. U některých výrobců se můžeme setkat s náhradou části přírodních sýrů za syrovátku, sušené mléko, kasein či smetanu, která je využívána pro zvýšení obsahu tuku. Mezi nejdůležitější kroky při výrobě tavených sýrů patří zahřátí směsi přírodních sýrů, přidavek tavicích solí, míchání a homogenizace směsi a následné ochlazení vzniklého produktu (Tamime 2011).

Buňka a kol. (2007b) popisují, že při výrobě tavených sýrů v České republice rozlišujeme dvě metody, a to kontinuální a diskontinuální, z nichž převažuje způsob diskontinuální, zahrnující kroky přípravy směsi určené k tavení, určení složení tavicích solí, vlastní tavení směsi, balení vzniklé taveniny, chlazení, skladování a expedice.

Kvalita konečného výrobku, jako je krémovitost, lesk a roztíratelnost, závisí také na množství a druhu přidaných tavicích solí, jejichž dávka by dle legislativy neměla přesáhnout 3 % hmotnosti výrobku (Gajdůšek 2006).

### 3.2.2.1 Hlavní suroviny pro výrobu tavených sýrů

#### 3.2.2.1.1 Přírodní sýry

Výběr přírodního sýru je velmi významným krokem přecházejícím výrobu taveného sýra, na kterém závisí jeho výsledná jakost (Fox et al. 2000). Přírodní sýr je obvykle vybírán dle mnoha kritérií - typ sýru, zralost, aroma, konzistence a struktura. V České republice jsou v největším množství vybírány sýry eidamského a švýcarského typu, mohou být využity také sýry s různými stupni rozkladu dodávající taveným sýrům specifické vlastnosti. V této oblasti naleznou uplatnění také sýry, u kterých došlo k mechanickému poškození (Buňka et al. 2010).

#### 3.2.2.1.2 Mléčný tuk, proteiny a ostatní mléčné složky

Gajdůšek (2006) uvádí, že přídavek tvarohu zajistí zvýšení obsahu tukuprosté sušiny. Zahrnutím másla a smetany mezi suroviny použité pro výrobu tavených sýrů docílíme zvýšení obsahu tuku. Mléčný tuk zajišťuje žádoucí strukturu a napomáhá tavicím vlastnostem (Bachmann 2001). Mléčné proteiny jsou významné zejména pro krémové vlastnosti, tvrdost a lomivost. Pro své emulgační vlastnosti a schopnost želatinizace jsou často při výrobě tavených sýrů využívány syrovátkové proteiny (Fox et al. 2000).

Přídavné látky jsou dle zákona o potravinách a tabákových výrobcích č. 110/1997 Sb. definovány jako látky, které nejsou samostatně využívány jako potravina. Všechna použítá aditiva při výrobě potravin musí být uvedena na obale výrobku. Použité množství a druhy těchto látek jsou omezeny legislativou. Přídavné látky používané při výrobě potravin musí být zdravotně nezávadné a o jejich povolení a bezpečném množství rozhoduje Evropský úřad pro bezpečnost potravin (EFSA). Limitní hodnoty aditiv pro dané potraviny stanovuje také vyhláška č. 253/2018 Sb.



### 3.2.2.1.3 Tavicí soli

#### 3.2.2.1.3.1 Fosforečnanové tavicí soli

První tavené sýry byly vyrobeny s použitým kyseliny citronové, teprve o pár let později se začaly pro zlepšení roztíratelnosti využívat tavicí soli, jako jsou fosforečnany. Fosforečnany používané při výrobě potravin ovlivňují zejména vlastnosti obsažených proteinů (Buňka a kol. 2009). Tavicí soli odštěpují vápník vázaný na proteinovou matici přírodního sýru, tvořenou z kaseinů, kterým vazba znemožňovala schopnost emulgace. Při výměně vápenatých iontů za sodné dochází ke zvýšení hydrofility kaseinů (Guinee et al. 2004).

Významnou schopností těchto látek je také úprava pH prostředí, čehož se využívá při výrobě tavených sýrů, aby nedocházelo ke zhoršení jakosti konečných produktů (Bachmann 2001). U roztíratelných tavených sýrů se hodnota pH pohybuje v rozmezí 5,6 - 6,0. Jednotlivé druhy fosforečnanů však mají odlišné pH a tohoto důvodu je tedy třeba správný výběr jejich vhodné kombinace (Caric & Kaláb 1997).

Fosforečnany také disponují poměrně dobrou pufrační schopností a dokáží tak stabilizovat pH prostředí. Tato vlastnost je ovlivněna délkou jejich lineárního řetězce, kdy se stoupající délkou klesá. Nejvýznamnější schopnost stabilizace pH mají tedy ortofosforečnany – dihydrogenfosforečnan sodný, monohydrogenfosforečnan sodný či fosforečnan sodný (Guinee et al. 2004).

Caric a Kaláb (1997) tvrdí, že je z hlediska výroby tavených sýrů velmi důležitou schopností fosforečnanů vázání kationtů, které je ovlivňováno například samotným kationtem kovu či rostoucí teplotou (výroba tavených sýrů při teplotě 90 - 100°C). Lépe jsou vázány kovy alkalických zemin jako vápník a hořčík než alkalické kovy - sodík a draslík.

Nejvyšší schopností tvorby gelu se vyznačují trifosforečnany a difosforečnany (Buňka a kol. 2009). Příklady fosforečnanů používaných při výrobě tavených sýrů jsou uvedeny v tabulce č. 4.

**Tabulka 4 - Fosforečnany používané při výrobě tavených sýrů**

Fosforečnan	Obsah P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	E-označení	Průměr pH v 1 % roztoku
Dihydrogenfosforečnan sodný	59,20	E339	4,5
Monohydrogenfosforečnan sodný	50,00	E339	9,1
Fosforečnan sodný	43,95	E339	11,9
Dihydrogendifosforečnan sodný	63,93	E450	4,1
Difosforečnan sodný	53,40	E450	10,2
Trifosforečnan sodný	57,90	E451	9,7
Polyfosforečnan sodný	69,61	E452	6,6

Zdroj: Guinee et al. (2004)

#### 3.2.2.1.3.2 Citranové tavicí soli

Citrany se využívají pro výrobu tavených sýrů zejména ve směsích s jinými tavicími solemi, neboť jejich použitím nedochází k zesílení matrice proteinu. Tyto látky rovněž způsobují nežádoucí okyselení směsi a uvolňování vody z produktu. Ze skupiny citranů jsou běžně v největším množství využívány citrany trojsodné (Buňka a kol. 2009).

#### 3.2.2.1.3.3 Alternativy tavicích solí pro výrobu tavených sýrů

Pravidelná konzumace tavených sýrů s obsahem fosforečnanových tavicích solí může způsobovat zvýšení příjmu fosforu stravou a může tak mít vliv společně s nedostatečným příjmem vápníku na onemocnění pohybového aparátu (Sharafedtinov et al. 2013). V posledních letech je v návaznosti na tuto skutečnost trendem náhrada tavicích solí v tavených produktech jinými surovinami, například díky využití částečně hydrolyzovaného kaseinu, který však přináší méně příznivé tavicí vlastnosti a může způsobovat také oddělování tuku z výsledného výrobku (Bachmann 2001).

Caric a Kaláb (1997) uvádí, že se při výrobě tavených sýrů osvědčilo použití kombinace částečně hydrolyzovaného kaseinu a emulzifikačních solí v poměru 1:1.

Guinee et al. (2004) ve své práci uvádí, že lze vytvořit tavené sýry bez použití tavicích solí náhradou poloviny jejich množství za monoacylglyceroly, aniž by došlo ke zhoršení senzorických vlastností výrobku.

Černíková a kol. (2009) popisují, že hydrokoloidy (zejména  $\kappa$ -karagenan) disponují schopností želatinizace a ustálení emulze. Za nejvhodnější náhradu tavicích solí je považován

1 g  $\kappa$ -karagenanu na 100 g výrobku. Vhodnost použití hydrokoloidů popisují také Pereira et al. (2001), kteří při výrobě těchto produktů ve svém výzkumu dosáhli rovněž uspokojivých výsledků.

#### 3.2.2.1.4 Hydrokoloidy

Využití hydrokoloidů při výrobě tavených sýrových analogů ovlivňuje jejich výslednou konzistenci, strukturu a stabilitu. Tyto látky jsou charakteristické svou schopností vázat vodu a tvořit gel (Guinee et al. 2004). Mezi jejich další významné vlastnosti patří také zahušťování výrobku, zabránění uvolňování vody při skladování a prevence ulpívání výrobků na hliníkové folii (Buňka a kol. 2009).

Vega et al. (2005), rozdělují hydrokoloidy dle jejich povahy na sacharidické a bílkovinné. Ze sacharidických hydrokoloidů bývají nejvíce využívány škroby, karagenany, pektiny, lokustová guma či arabská guma. Mezi často zahrnované hydrokoloidy bílkovinného charakteru řadíme želatinu, sérové bílkoviny a kasein.

Buňka a kol. (2009) popisují, že se výrobci tavených sýrů a jejich analogů připravující výrobky s redukováným obsahem tuku často potýkají s jejich přílišnou tuhostí i přes vhodnou úpravu složení tavicích solí. Pro zjemnění výsledného produktu se sníženým množstvím tuku jsou tak často využívány hydrokoloidy jako například  $\kappa$ -karagenany, pektiny a rostlinné gemy o koncentracích 1,7 - 2,2 %.

#### 3.2.2.1.5 Škroby

Škroby (přírodní či modifikované) se při výrobě tavených sýrů a jejich analogů často aplikují za účelem substituce části mléčných bílkovin a stabilizace trojrozměrné matrice. Použití škrobu však může také nepříznivě ovlivnit vlastnosti produktu, při aplikaci škrobu je nezbytné brát v úvahu také případný vliv na chuť výsledného produktu (Guinee et al. 2004). Mounsey a O’Riordan (2001) na základě své práce zaměřené na aplikaci škrobů při výrobě analogů tavených sýrů tvrdí, že použití 3 % škrobů o koncentraci amylozy 25 - 28 % způsobuje vyšší tuhost výrobku. Použití škrobů ovlivňuje také velikost tukových kuliček a emulgaci tuků. Velikost kuliček tuku závisí na teplotě bobtnání škrobu. Škroby o koncentraci 3 % zvyšující vazbu vody při vyšších teplotách (nad 50°C) obvykle způsobují zmenšování tukových kuliček.

#### 3.2.2.1.6 Monoacylglyceroly

Monoacylglyceroly jsou mimo jiné při výrobě tavených sýrů a tavených sýrových analogů využívány jako emulgátory (Cunha et al. 2010).

Buňka et al. (2007) popisuje, že díky nárůstu počtu uhlíků v mastné kyselině 1-monoacylglycerolu použité při výrobě analogů tavených sýrů dochází k jejich zvýšení tuhosti a zhoršení roztíratelnosti. Sensorické hodnocení tohoto typu analogů ukázalo, že 1-monoacylglyceroly s nižším množstvím uhlíků v mastné kyselině nebyly posuzovateli příliš pozitivně hodnoceny.

#### 3.2.2.1.7 Aromatické látky

Neméně významnou skupinou aditiv používaných při výrobě sýrových analogů jsou aromatické látky, které jsou definovány vyhláškou č. 253/2018 Sb. jako látky působící na chuťové a čichové receptory a vyvolávající určitý vjem, jejichž hlavním přínosem je předání daného aroma potravině, jenž potravina vlastní v nízké intenzitě či úplně postrádá. Aroma může obsahovat jak přírodní, tak syntetické látky s aromatickými vlastnostmi. Označení „přírodní aroma“ lze použít jen tehdy, pokud je aroma získáno stanovenými postupy ze surovin rostlinného či živočišného původu (Vrbová 2001).

#### 3.2.3 Vady tavených sýrů a jejich analogů

Vady tavených sýrů a sýrových analogů mohou být způsobeny vadnou surovinou, nevhodnými obaly, technologickým postupem či samotným skladováním sýrů.

- **Nadměrná krémovitost** - nadměrný přídavek taveniny a solí.
- **Oddělování tuku** - nevhodně sestavená směs sýrů, nevhodná dávka tavicích solí, nedostatečné dodání vody.
- **Písčitost sýru** - nadměrná dávka tavicích solí, vysoká teplota, dlouhá doba tavení. Tvorba krystalků ortofosforečnanu vápenatého či vykrytalizované tavicí soli (Lukášová a kol. 2001).
- **Drobivost, krupičkovatost sýru (tuk a voda nedostatečně vázány)** – použití nedostatečného množství tavicích solí, krátkou dobou tavení, nevhodnou skladbou surovin (Kapusta 1965).
- **Tuhost sýru** – vliv nízkého pH, nevhodná skladba surovin, nevhodné použití tavicí soli.
- **Nedostatečná tuhost a pružnost sýru** – vliv příliš vysokého pH, vyšší přídavek vody, nevhodné použití tavicí soli, přídavek sušeného mléka či syrovátky, příliš dlouhá doba tavení, prudké zchlazení.
- **Lepivost sýru na fólii** - vysoký obsah vody v sýru, méně krémovitá konzistence, pH vyšší než 6,2, nebo horký sýr ponechaný delší dobu bez míchání.
- **Plesnivění** – nevhodně uzavřený obal, jeho poškození či vlhkost pod obalem.

- **Dírkovitost** – bakterie rodu *Clostridium*, *Escherichia coli* (nízká teplota tavení) či kvasinky.
- **Vykrystalizování solí v taveném sýru** – tvorba krystalků uvnitř či na povrchu sýra, vykrystalizované polyfosfáty (Lukášová a kol. 2001).
- **Chuť fádní, prázdňá** – použití nedozrálých mladých sýrů, přídavek tvarohu.
- **Chuť štiplavá, ostrá** – použití přezrálých sýrů.
- **Chuť kyselá** – nevhodné množství tavicích solí.
- **Chuť po chemikáliích** – vysoký přídavek tavicích solí či ostatních konzervačních přísad (Kapusta 1965).
- **Chuť slabě zatuchlá či nažluklá, intenzivní pach přírodních měkkých sýrů** – pro výrobu použity zralé měkké sýry, nažluklé máslo či smetana, krátká doba tavení.
- **Chuť vařivá či připálená** - vysoká teplota tavení, dlouhá doba tavení.
- **Chuť zásaditá** – vysoké pH (nevhodné použití tavicích solí).
- **Chuť lojovitá** – sýry, u kterých došlo k máselnému kvašení (Lukášová a kol. 2001).

### 3.2.3.1 Ostatní vlivy působící na konzistenci tavených sýrů

Za velmi významný senzorický parametr u tavených sýrů je vedle chuti a vůně považována jejich konzistence, která může mít díky dnešním možnostem výroby jakoukoliv podobu s nižší či vyšší lomivostí, roztíratelností či tekutostí (Pereira et al. 2001).

Guinee et al. (2004) popisují, že je konzistence tohoto typu výrobků ovlivněna především složením surovinové směsi, způsobem zpracování a chlazení taveniny a v neposlední řadě také délkou a podmínkami při skladování. Tyto faktory ovlivňují konzistenci současně a vzájemně se ovlivňují.

### 3.2.3.2 Kontaminanty tavených sýrů

Jakost finálního výrobku je závislá především na mikrobiologické kvalitě použitých surovin, dodržování hygieny během výrobního procesu, čistotě obalových materiálů a způsobu skladování (Buňková a kol. 2010).

Největší nebezpečí pro konzumenty sýrů a sýrových analogů představují sporulující grampozitivní bakterie *Clostridium tyrobutyricum* a *Clostridium sporogenes* přežívající teploty tavení. Tyto organismy mohou způsobovat nežádoucí pozdní duření sýrů a také jejich chuťové vady, kterým lze ovšem předcházet přídavkem nisinu do směsi před tavením.

Dalším významným kontaminantem sýrových analogů je grampozitivní bakterie *Listeria monocytogenes*, způsobující největší množství úmrtí ze všech potravinových

patogenů. *Listeria monocytogenes* se vyskytuje zejména v produktech, pro jejichž výrobu bylo použito nedostatečně pasterované mléko (Bachmann 2001).

Ke kontaminaci může dojít také díky mikromycetám rodu *Penicillium* schopných růstu při chladírenských teplotách a v prostředí s nižší koncentrací kyslíku.

Kvasinky negativně ovlivňují sýrové analogy zejména svým působením lipolytických a proteolytických enzymů, které mají vliv na jejich organoleptické vlastnosti (Buňková a kol. 2010).

#### 3.2.4 Spotřeba tavených sýrů v České republice

Spotřeba tavených sýrů dle Českého statistického úřadu za rok 2017 činila 1,9 kg na osobu, zatímco v roce 2010 dosahovala hodnoty 2,1 kg. V roce 2006 obyvatelé České republiky zkonzumovali průměrně 2,7 kg taveného sýru na osobu, což tvořilo téměř 17 % na celkové spotřebě sýrů a Česká republika se tak zařadila na osmé místo v největší spotřebě sýrů v Evropské unii (ČSÚ 2018).

#### 3.2.5 Výhody tavených výrobků

- Možnost prodloužení trvanlivosti přírodních sýrů.
- Různorodost, možnost výběru rozsáhlého počtu variant chutí, tvarů a fyzikálních vlastností - měkkost, tuhost, roztíratelnost.
- Využití mechanicky poškozených sýrů a sýrových úlomků (Buňka & Kopáček 2012).
- Relativně široká možnost použití - pomazánky, toastové sýry.
- Praktičnost použití - domácnost, stravovací služby, rychlé občerstvení (Bachmann 2001).

### 3.3 Sýrové analogy

#### 3.3.1 Definice sýrových analogů

Tamime (2011) popisuje, že je sýrový analog definován jako výrobek, který je náhražkou podobající se sýrům, mající menší obsah hlavních živin, ale u nějž nedošlo ke snížení obsahu kalorií či tuku.

Guinee et al. (2004) označují sýrové analogy za imitace přírodních sýrů, při jejichž výrobě je mléčný tuk, bílkovina či obojí částečně nebo zcela nahrazen nebílkovinnou složkou nejčastěji rostlinného původu.

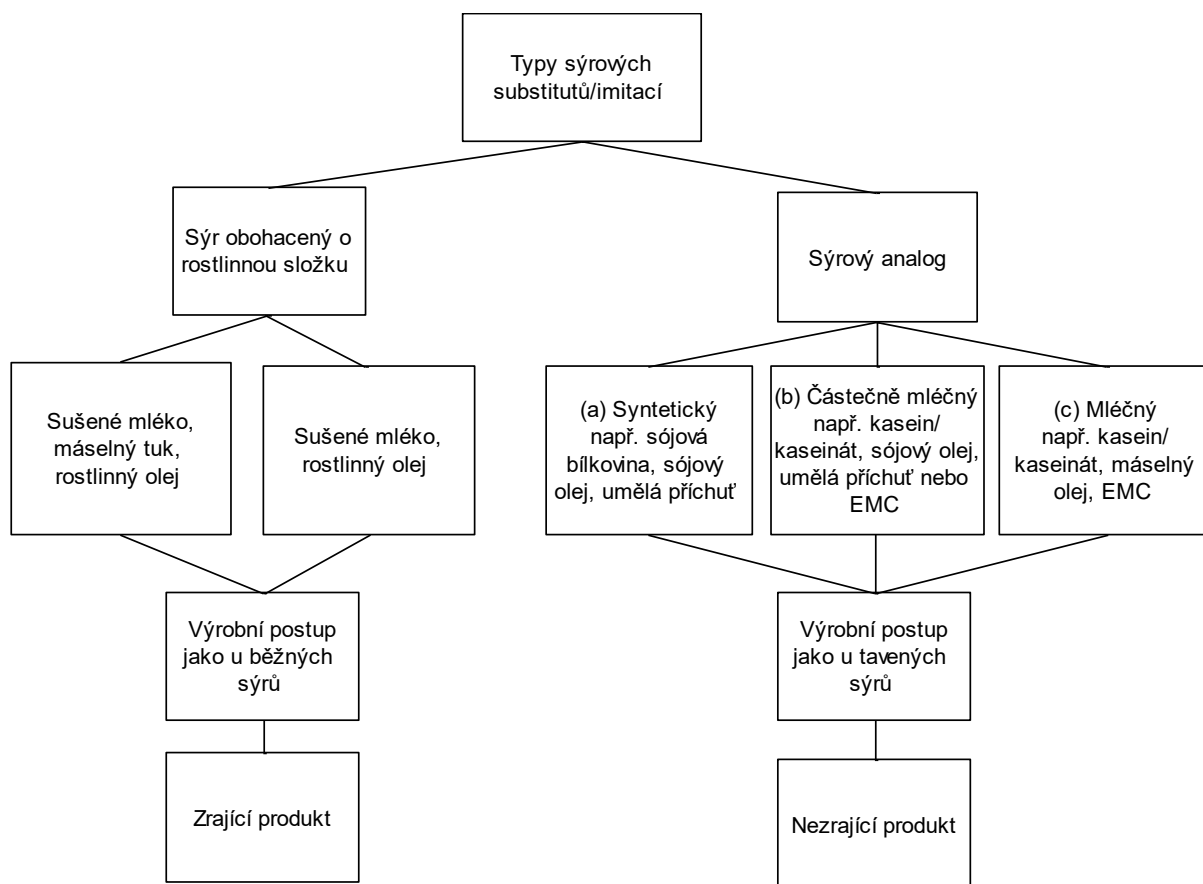
Analogy tavených sýrů definuje Bachmann (2001), kdy je označuje za produkty, k jejichž výrobě bývají používány zejména kaseináty, bílkoviny jiného než mléčného původu, rostlinné oleje, tavicí soli, látky určené k aromatizaci a ostatní látky.

### 3.3.2 Výroba sýrových analogů

Převážná většina sýrových substitutů se vyrábí tavením (Shaw 1984). Guinee et al. (2004) uvádějí, že je při výrobě sýrových analogů nejčastěji nahrazen mléčný tuk olejem rostlinného původu (řepkový, sojový či palmový) a přítomná bílkovina je na mléčné bázi (kasein či kaseinát). Přehled dvou základních typů sýrových substitutů je popsán na obrázku č. 1.

Výroba prvního typu sýrových analogů, označovaného jako „plněné sýry“ (filled cheese) zahrnuje tradiční způsoby výroby sýra, zatímco druhý typ „analog sýra“ je vyroben smícháním surovin technikou blízkou výrobě tavených sýrů (Shaw 1984). Sýrové analogy jsou zároveň kategorizovány jako mléčné, částečně mléčné nebo nemléčné (Fox et al. 2000).

**Obrázek 1 - Typy sýrových imitací**



Zdroj: Guinee et al. (2004)

### 3.3.3 Výroba analogů tavených sýrů

Roginski et al. (2003) popisují, že jsou jednotlivé kroky výroby analogů tavených sýrů obvykle podobné výrobě běžných tavených sýrů:

- Příprava všech složek potřebných pro výrobu analogů tavených sýrů.
- Zahřívání pomocí přímé párové injekce (teplota 80 - 90 °C).
- Tavení a míchání směsi.
- Homogenizace již roztavené směsi.
- Přídavek ochucujících látek, regulátorů pH, olejů.
- Míchání vzniklé směsi.
- Balení (za tepla).
- Chlazení a skladování.

Proces tavení surovin se odehrává v tavicích zařízeních za stálého míchání po dobu přibližně patnácti minut při teplotě 85 °C a pH 8,5. Z hlediska výsledných vlastností tavených sýrových analogů je velmi významné intenzivní míchání taveniny, kdy rychlost míchání ovlivňuje zmenšování tukových kapiček a vzniká tak pevnější produkt. Vzniklá tavenina je zároveň ovlivňována koncentrací a typem emulsifikačních solí a druhu použitého kaseinu a kaseinátů (Guinee et al. 2004).

Bachmann (2001) ve své studii uvádí, že se u výrobků s obsahem kaseinátu vápenatého a výrobků s kaseinátem sodným liší jejich tavicí schopnosti, které jsou závislé na nízkém poměru vápenatých a sodných iontů. Dle provedené studie dochází ke zlepšení procesů emulgace a tavení díky přidavku 1 % citronanu sodného či 2 % fosfátu disodného při výrobě sýrového analogu z kaseinátu vápenatého a másla. V produktech s použitím kaseinátu sodného, sójového proteinového izolátu, sójového oleje a kukuřičného škrobu bylo tavení značně ovlivněno podílem kyseliny mléčné a fosfátu disodného.

### 3.3.4 Sýrové analogy a legislativa

Legislativa České republiky, stejně tak jako evropská legislativa, pojmy imitace sýra, analogy sýra či náhražky sýra neupravuje a konkrétní požadavky na tyto alternativy tedy stanoveny nejsou. Nařízení č. 1308/2013 o organizaci trhu vymezuje sýry jako výrobky získané výlučně z mléka, přičemž však mohou být přidávány další látky nezbytné pro jejich výrobu, pokud tyto látky nejsou použity za účelem úplného nebo částečného nahrazení jakékoliv mléčné složky. Sýrové analogy tedy nesmí ve svém názvu obsahovat žádný odkaz na mléko. Deklarované údaje na obale výrobku musí být uvedeny v souladu s požadavky na



způsoby označování stanovené nařízením č. 1169/2011. Výrobky, které představují imitace sýrů, tedy nesmí nést označení „sýr“, v tržní síti je můžeme nejčastěji dohledat pod názvem „potravinový výrobek“ nebo „tavený výrobek“ a musí být na prodejních místech odděleny od mléčných výrobků, aby nedocházelo ke klamání zákazníka.

### 3.3.5 Sýrové analogy dostupné v České republice

V České republice se vyrobí kolem 107 tis. tun sýrů za rok, z čehož analogy tvoří přibližně 10 % z výroby tavených výrobků a pouze desetiny procent z výroby přírodních sýrů. Nabídka sýrových analogů na českém trhu není příliš široká. Většina z nich se vyskytuje v tavené formě. V České republice jsou sýrové analogy ve velkém množství využívány také pro výrobu polotovarů a často bývají přidávány do pomazánek či omáček a jsou součástí strouhaných sýrových směsí (Erbenová 2017). Nejznámějšími producenty sýrových imitací v České republice jsou TPK-Hodonín, Pribina, SYRMEX, Bel Sýry Česko a Svět sýrů (Buňka & Kopáček 2012).

### 3.3.6 Analogy sýra používaného při výrobě pizzy

Fox et al. (2000) uvádí, že ve Spojených státech amerických nachází uplatnění na pizzách téměř 60 % sýrových analogů. Nejčastěji se pro dekoraci pizzy používá směs sýra a sýrového analogu. Bachmann (2001) popisuje, že se výrobci při přípravě analogů sýra na pizzu často snaží napodobit sýr Mozzarella, který je typickou složkou pravých italských pizz. Průměrné složení sýrů a sýrových analogů používaných pro přípravu pizzy je v tabulce č. 5.

Při průzkumu trhu se sýrovými náhražkami v Německu bylo zjištěno, že u devadesáti dvou vzorků výrobků s deklarací použití sýra bylo 20 % výrobků označených za „sýrové“ vyrobeno s přídavkem analogu sýra (Online 1 2009). Jako příklady testovaných výrobků lze uvést Gastroblock (výrobek z rostlinného tuku, sýra, kaseinátu, bramborového škrobu, syrovátkové bílkoviny a aditiv s 55 % t. v. s.), či Puma Combi (výrobek z mléka, palmového oleje, soli a glukono-delta-laktonu s 40 % t. v. s.).

**Tabulka 5 - Porovnání průměrného složení sýru Mozzarella a sýrových analogů**

Sledovaný parametr	Analog sýra na pizzu	Analog sýra Mozzarella	Sýr Mozzarella
Vlhkost	48,80 %	53,35 %	47,53 %
Bílkoviny	18,50 %	20,13 %	23,06 %
Tuk	25 %	15,23 %	24,56 %
Sůl	-	0,90 %	1,29 %
Minerální látky	4,20 %	3,91 %	3,18 %
pH	5,50	5,66	5,36

Zdroj: Fox et al. (2000)

### 3.3.7 Porovnání vlivu konzumace sýrů a sýrových analogů na zdraví člověka

Dostálová a Čurda (2010) ve své publikaci uvádí, že tavené výrobky ve srovnání s přírodními sýry mohou mít nižší výživovou hodnotu, díky přidavku tavicích solí a působení vyšších teplot při jejich výrobě. Tavicí teplota se obvykle pohybuje v rozmezí 85 – 120 °C, což může u finálního výrobku snížit množství obsažených vitaminů a biologickou hodnotu bílkovin. Bachmann (2001) vysvětluje, že v závislosti na použitých surovinách mohou mít sýrové analogy mnoho nutričních benefitů ve srovnání s přírodními sýry, u řady z nich dochází k fortifikaci vitaminy (například vitamínem B<sub>12</sub>) a minerálními látkami a zároveň bývá hlídán jejich obsah soli. Eritslund (2000) popisuje, že se zejména v posledních letech bere ohled také na obsah polynenasycených mastných kyselin (PUFA) v potravinách. Tyto mastné kyseliny jsou však velmi náchylné k oxidaci, zejména v přítomnosti katalytických kovových iontů, jako je železo či měď, čemuž se dá předcházet přidavkem antioxidantů, například vitamínu E.

Jak již bylo zmíněno, sýrové imitace mohou nacházet uplatnění také při dietním opatření u osob s intolerancí laktózy, zatímco většinu mléčných výrobků je nutné si při tomto opatření odeprít (Heaney 2013). Obsah laktózy u tvrdých sýrů se však obvykle pohybuje ve výši do 1 %, což je dle vyhlášky č. 54/2004 hranice pro možnost označení výrobků „s nízkým obsahem laktózy“.

Shaw (1984) popisuje, že se s častou konzumací sýrů s vyšším obsahem tuku pojí zvýšený příjem cholesterolu ve stravě člověka. Tučné sýry bývají považovány za nevhodné u osob s poruchou metabolismu lipidů, pacientů trpících onemocněním žlučníku, slinivky a diabetiků (Anděl a kol. 2010). Cholesterol zastupuje v lidském organismu spoustu významných úloh, je důležitý pro trávení a transport lipidů, funkci membrán, slouží k syntéze

steroidních hormonů a je také prekurzorem vitamínu D. Jeho nadbytečný přísun ovšem bývá úzce spojován s kardiovaskulárním onemocněním (Howell et al. 1997). Obsah cholesterolu ve sto gramech sýra se pohybuje v rozmezí 30 až 100 mg, přičemž by jeho denní příjem dle aktuálních výživových doporučení neměl překročit 300 mg (Nedomová 2015). Z toho důvodu je nezbytné při výběru tohoto typu potravin upřednostňovat výrobky se sníženým obsahem tuku a výrobky s přidavkem rostlinného tuku, tedy například sýrové náhražky (Bachmann 2001). Jedním z produktů s přidavkem rostlinného tuku je výrobek Javor jemný tavený, který obsahuje zanedbatelné množství trans-nenasycených mastných kyselin (TFA), poměrně nízké množství nasycených mastných kyselin (SFA) a vysoký obsah polynenasycených mastných kyselin (PUFA). Z tabulky č. 6 vyplývá, že výrobky obsahující rostlinný tuk mají ve srovnání s výrobky s mléčným tukem příznivější skladbu mastných kyselin (Erbenová 2017).

**Tabulka 6 - Porovnání složení mastných kyselin u přírodního čerstvého sýra, taveného mléčného výrobku, taveného sýra a analogu taveného sýra**

<b>Produkt</b>	<b>Obsah tuku (%)</b>	<b>SFA (%)</b>	<b>MUFA (%)</b>	<b>PUFA (%)</b>	<b>TFA (%)</b>	<b>Omega 3 (%)</b>
Přírodní čerstvý sýr	22	64,5	28,8	3,5	3,2	0,6
Javor jemný tavený	20	43,5	40,8	14,7	1,0	3,3
Veselá kráva	20	68,8	26	2,1	2,7	0,6
Pribina s máslem	19	67,8	26,3	2,3	3,7	0,7

Zdroj: Erbenová (2017)

### 3.3.8 Vliv tavených sýrových analogů a obsažených aditiv na zdraví člověka

Renner (2004) uvádí, že konzumací tavených sýrů a jejich analogů přijme organismus denně průměrně 1,2 g fosforu. Pro dospělého člověka se denní doporučená dávka fosforu pohybuje mezi 800 – 1200 mg (Buňka & Kopáček 2012). Příjem fosforu je nezbytný pro správné fungování lidského organismu, je součástí každé buňky v lidském těle a spolu s vápníkem tvoří hlavní součást kostí a zubů (Montel et al. 2014). Díky svým emulgačním a kypřícím schopnostem bývá součástí mnoha potravin, jeho nadbytek však může způsobovat řadu zdravotních komplikací (Dostálová & Čurda 2010). Nadměrný příjem fosforu může být ohrožující zejména pro osoby se sníženou funkcí ledvin (Sharafedinov et al. 2013). Vysoká koncentrace fosfátů v séru je také hlavním rizikovým faktorem onemocnění kardiovaskulárními chorobami a osteoporózou. Fyziologická hladina fosforečnanů v lidském organismu je řízena zejména orgány, jako jsou ledviny, střeva, kosti a také příštítná tělíska (Walther et al. 2008).

Buňka (2013) uvádí, že se polyfosfáty používané pro výrobu tavených sýrů příliš významně nepodílejí na zvýšení obsahu fosforu v tomto druhu potravin, neboť se přirozený obsah fosforu v přírodním sýru pohybuje v rozmezí 0,3 – 2,7 %, zatímco v tavených sýrech s přidávkem tavicích solí 0,7 – 2,7 %. Buňka (2007) však doporučuje využívání citrátovo-fosfátových solí, které disponují lepší využitelností vápníku lidským organismem ve srovnání se samotnými polyfosfáty.

Bachmann (2001) označuje tavené výrobky za nepřiliš vhodný zdroj vápníku 1,8:1, k jehož zvýšení dochází při výrobě díky přidávku tavicích solí z důvodu přítomnosti tavicích solí, které mají schopnost vázat vápník, jenž se v procesu výroby váže na fosforečnan nebo citrát. Ideální poměr fosforu a vápníku je však z nutričního hlediska uváděn jako 1:1 (Erbenová 2017). Vejce, cereálie a luštěniny obsahují až čtyřikrát více fosforu než vápníku a maso má tento obsah dokonce dvacetkrát vyšší. Větší množství vápníku než fosforu obsahuje mléko, sýry a listová zelenina (Online 3 2014). Walther et al. (2008) uvádí, že za nejlepší zdroj vápníku je z potravin živočišného původu považováno mléko a mléčné výrobky, zatímco z rostlinných zdrojů jsou na obsah vápníku nejbohatší mák, brokolice, kapusta a fíky.

Maximální povolené množství fosforečnanových tavicích solí je stanoveno vyhláškou 253/2018 Sb., jako 20 gramů  $P_2O_5$  na jeden kilogram taveného sýra. Pro měkké sýry je stanovena dávka 2 g  $P_2O_5$  na jeden kilogram výrobku. Využití fosforečnanů je limitováno také při výrobě masných výrobků, kde bývají využívány pro zlepšení senzorických vlastností a vaznosti vody. V této kategorii potravin je stanoveno nejvyšší povolené množství 5000 mg na jeden kilogram výrobku, jenž je počítáno jako obsah oxidu fosforečného (Vrbová 2001).

Fosfor je také přirozeně přítomen v kravském mléce, kde se nachází v kaseinových micelách a bývá přítomen ve formě koloidního kalcium fosfátu, volného anorganického fosfátu a vázaného fosfoferinu. Tento prvek má v mléce vliv zejména na stabilitu a strukturu výsledných produktů (Guinee et al. 2004).

Neméně významnou surovinovou komponentou sýrových imitací je také škrob, tedy zásobní látka rostlin, zejména obilovin a brambor, kde je uložen ve formě škrobových zrn. Nutričně patří mezi nejvýznamnější polysacharidy, v hojném množství je obsažen například v obilovinách, luštěninách a obsahují ho také pečivo a mnohé přílohy, jako například těstoviny. V lidském těle je škrob hydrolyzován enzymy  $\alpha$ -amylázami na disacharid maltózu. Tato látka je složena ze dvou polymerů – amylozy (20 % škrobového zrna) a amylopektinu (obvykle škrobového 80 % zrna) a ve vodě tvoří koloidní roztoky (Mounsey & O'Riordan 2001). Poměrně často diskutovaným se z nutričního hlediska stává také rezistentní škrob, jenž

je znám zejména pro své fyziologické účinky, které mohou mít prospěšný vliv na zdraví člověka. U tohoto druhu škrobu nedochází k trávení v tenkém střevě a bývá tak zvětšen objem stolice. Pravidelná konzumace rezistentního škrobu může mít vliv snížení rizika onemocnění kolorektálního karcinomu. Bakterie obsažené ve střevě člověka přeměňují tento škrob na mastné kyseliny s krátkým řetězcem (acetát, propionát a butyrát) a plyny (Alsaffar 2011). Fuentes-Zaragoza (2010) popisuje, že tyto mastné kyseliny ovlivňují funkci a prokrvení tlustého střeva, snižují střevní pH a regulují rovněž množství patogenních bakterií v trávicím traktu.

Modifikovaný škrob se v potravinách obvykle využívá jako stabilizátor a slouží také k zahuštění. Přípravuje se fyzikálně-chemickými či enzymatickými úpravami a řadí se mezi potravinářská aditiva (Mounsey & O’Riordan 2001). Jeho použití je bezpečné a povolené i pro výrobu potravin určených pro děti (Vrbová 2001). Totéž popisují také Ciprysová a kol. (2009), kteří uvádí, že konzumace potravin s obsahem modifikovaného škrobu nemá negativní vliv na zdraví člověka. Jako zahušťovadlo je využíván také karagenan, který nachází uplatnění v řadě potravin, jako jsou mléčné výrobky, pečivo, želé, či dětské výživy (Buňka & Kopáček 2012). Nízkomolekulární karagenan, připravovaný pomocí kyseliny chlorovodíkové, dle studie publikované v USA provedené na potkanech ve vysokých dávkách způsobuje obtíže gastrointestinálního traktu, zatímco konzumace vysokomolekulárního karagenanu byla označena za bezpečnou Tobacman (2001). Významným faktorem z hlediska vlivu na zdraví člověka ovšem může být následné štěpení vysokomolekulárního karagenu v kyselém prostředí na nízkomolekulární (Vrbová 2001). Přesto je však stanoven Vědeckým výborem pro potraviny denní doporučený příjem karagenanu 0 – 75 mg na kilogram tělesné hmotnosti a zároveň se doporučuje, aby podíl karagenanu s molekulovou hmotností pod 50 000 byl v potravinách maximálně 5 % (Ministerstvo zemědělství 2003).

### 3.3.8.1 Vybrané druhy tuků sýrových analogů a zdraví člověka

#### 3.3.8.1.1 Kokosový tuk

Mensink et al. (2003) uvádí, že kokosový tuk obsahuje vysoký podíl nasycených mastných kyselin (obvykle 80 až 90 %), z něž převážné množství tvoří nasycené mastné kyseliny se střední délkou řetězce, které se vstřebávají do krve a putují portální žilou do jater, kde slouží jako zdroj energie a mají tedy odlišný způsob metabolismu ve srovnání s mastnými kyselinami s dlouhým řetězcem. Čím delší je řetězec mastných kyselin, tím nižší je schopnost rozpustnosti ve vodě, z toho důvodu jsou mastné kyseliny s dlouhým řetězcem transportovány přes lymfu ve formě lipoproteinového komplexu (Brát a Dostálová 2016). Mensink et al.

(2003) popisují, že nasycené mastné kyseliny zvyšují hladinu LDL frakce cholesterolu a přispívají tak k rozvoji kardiovaskulárních onemocnění.

Z mastných kyselin obsažených v kokosovém tuku tvoří nejvyšší podíl kyselina laurová s dvanácti uhlíky, známá pro svou antivirovou, antibakteriální a antimykotickou aktivitu, která je nejčastěji řazena do skupiny mastných kyselin se středně dlouhým řetězcem. Evropský úřad pro bezpečnost potravin ji však zařazuje mezi mastné kyseliny s dlouhým řetězcem (EFSA 2010). Kyselina laurová tvoří estery s glycerolem, takzvané monolauriny, které mají inhibiční účinky na mnohé mikroorganismy a narušují jejich obranné lipidické membrány, v souvislosti s tím také často bývá lékaři doporučována pro léčbu infekcí *Listeria monocytogenes* či recidivujících infekcí *Candida albicans* (Oh a Marshall 1993). Plocková et al. (1999) ve své studii potvrzují působení kyseliny laurové proti gram-pozitivním bakteriím a plísním. Neméně cennou mastnou kyselinou je také kyselina kaprylová, která je účinná zejména proti bakteriím rodu *Streptococcus* a *Staphylococcus* (Nair et al. 2005).

Délka řetězce mastných kyselin obsažených v potravě také souvisí se změnou hladiny cholesterolu. Kyselina laurová a myristová se významně podílejí na zvýšení celkového cholesterolu ve větší míře ve srovnání s kyselinou palmitovou. Naopak kyselina laurová snižuje poměr celkového cholesterolu k HDL cholesterolu (Brát & Dostálová 2016).

Průměrné zastoupení jednotlivých mastných kyselin v kokosovém tuku je uvedeno v tabulce č. 7. Z tabulky č. 8 vyplývá, že je kokosový tuk nejrizikovější co se týče indexu aterogenity a trombogenity, jeho vliv na poměr celkový/HDL cholesterol je však ve srovnání s ostatními uvedenými tuky průměrný.

**Tabulka 7 - Průměrný obsah mastných kyselin v kokosovém tuku**

<b>Nasycené MK se středně dlouhým řetězcem</b>	<b>Zastoupení (%)</b>
Kyselina kaprylová	7,5
Kyselina kaprová	5,9
Kyselina laurová	50,7
Kyselina myristová	16,8
<b>Nasycené MK s dlouhým řetězcem</b>	<b>Zastoupení (%)</b>
Kyselina palmitová	8,2
Kyselina stearová	2,8
<b>Nenasycené MK</b>	<b>Zastoupení (%)</b>
Mononenasycené MK	5,8
Polynenasycené MK	2,3

Zdroj: Mensink et al. (2003)

**Tabulka 8 - Srovnání jednotlivých tuků a olejů z hlediska rizikovosti faktorů kardiovaskulárních onemocnění od nejvyšších po nejnižší**

Rizikovost	Relativní index aterogenity	Relativní index trombogenity	Vliv na poměr celkový/HDL cholesterol
<b>Nejvyšší</b>	Kokosový tuk	Kokosový tuk	Mléčný tuk
	Mléčný tuk	Mléčný tuk	Palmový olej
	Palmový olej	Palmový olej	Kokosový tuk
	Margariny rostlinné	Margariny rostlinné	Margariny rostlinné
	Olivový olej	Olivový olej	Olivový olej
<b>Nejnižší</b>	Slunečnicový olej	Slunečnicový olej	Slunečnicový olej

Zdroj: Brát & Dostálová (2016)

**Tabulka 9 - Procentuální složení mastných kyselin vybraných tuků a olejů**

Tuk / olej	SAFA (%)	TFA (%)	MUFA (%)	$\omega$ 3 PUFA (%)	$\omega$ 6 PUFA (%)
Řepkový olej	8	1	61	9	20
Slunečnicový olej	12	1	25,5	0,5	61
Sojový olej	16	1	23	7	53
Palmový olej	50	0,5	40	-	9,5
Palmojádrový olej	82	-	14	-	4
Kokosový tuk	90	-	7	-	3
Mléčný tuk	67,5	2,5	27	0,5	1,5

Zdroj: Brát (2018)

### 3.3.8.1.2 Palmový tuk

Palmový olej se v posledních asi třiceti letech stal jedním z nejpoužívanějších rostlinných produktů. Díky svému pevnému skupenství poskytuje výrobkům požadovanou konzistenci a plní funkci strukturního tuku, čehož bývá využíváno právě při výrobě sýrových analogů, kde produktu dodává tuhost a pevnost (Mensink et al. 2003).

Brát (2015) popisuje, že přibližně polovinu obsahu mastných kyselin v palmovém tuku tvoří nasycené mastné kyseliny (největší podíl tvoří kyselina palmitová). Nezanedbatelný podíl tvoří také monoenoová kyselina olejová (téměř 40 %) a 10 % kyselina linolová, řadící se

mezi polynenové mastné kyseliny. Procentuální složení mastných kyselin vybraných tuků používaných pro výrobu sýrových analogů je uvedeno v tabulce č. 9.

Brát (2015) uvádí, že palmový olej začal nahrazovat ztužené tuky v potravinách, které ve srovnání s ním přinášely větší zdravotní riziko. Výhodou surového palmového oleje je, že disponuje vysokým obsahem  $\beta$ -karotenu, procesem rafinace však dochází k jeho ztrátám. Nezanedbatelný je zároveň jeho obsah antioxidantů, které jsou i po průběhu procesu, jako je rafinace, zachovány a to v poměrně významném množství.

V dnešní době se často setkáváme s negativním přístupem k palmovému tuku zejména kvůli rozšiřování palmových plantáží a s tím spojeným kácením deštných pralesů. V porovnání s ostatními zdroji rostlinných tuků má však palma olejná podstatně vyšší výtěžnost, například v porovnání s řepkou olejkou je výtěžnost palmy olejně průměrně pětikrát vyšší (Nair et al. 2005).

Kombinací palmového oleje a jiných kapalných olejů ve vhodném poměru lze docílit výživově vyvážené směsi mastných kyselin odpovídající nutričním doporučením (Mensink et al. 2003).

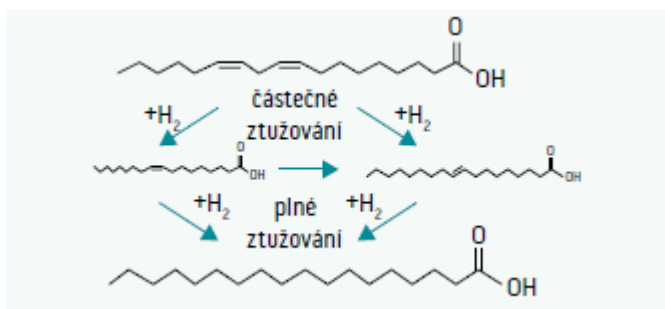
#### 3.3.8.1.3 Ztužený rostlinný tuk

Ztužování patří mezi historicky nejstarší způsoby, které vedly ke změnám vlastností tuků. V tomto procesu interagují nenasycené mastné kyseliny a vodíkem, čímž dochází ke vzniku nasycených mastných kyselin. Plně ztužený tuk neobsahuje nenasycené mastné kyseliny, zatímco při procesu přípravy částečně ztužených tuků se nechá reagovat pouze část dvojných vazeb nenasycených mastných kyselin, která přestoupí z uspořádání cis do polohy trans (Brát 2018).

Studie naznačují, že mastné kyseliny obsahující alespoň jednu dvojnou vazbu v konfiguraci trans nacházející se v hydrogenovaném tuku, mají nepříznivý účinek na hladinu lipoproteinového cholesterolu v séru. Trans-nenasycené mastné kyseliny (TFA) přirozeně vznikají v žaludku přežvýkavců a vačnatců (Lichtenstein et al. 1999). Dle aktuálních výživových doporučení Světové zdravotnické organizace (WHO) by neměl příjem TFA překročit 1 % celkového denního energetického příjmu.



**Obrázek 2 - Schéma procesu ztužování tuků**



Zdroj: Brát (2018)

#### 3.3.8.1.4 Mléčný tuk

Více než polovinu mléčného tuku tvoří nasycené mastné kyseliny (60 – 70 %), zbytek je poté tvořen nenasycenými mastnými kyselinami (Haug et al. 2007). Mléčný tuk obsahuje ve srovnání s jinými živočišnými tuky nasycené mastné kyseliny s krátkým řetězcem, které jsou snadno stravitelné. V mléčném tuku je také přítomné nepatrné množství trans-mastných kyselin vznikajících působením mikroorganismů v zažívacím traktu dojnic, toto množství je však zanedbatelné (Montel et al. 2014). Kyselina kaprylová a kaprinová mají antibakteriální účinky a působí příznivě při ochraně proti zubnímu kazu (Haug et al. 2007).

#### 3.3.8.1.5 Sádlo

Sádlo je živočišný tuk získávaný nejčastěji z prasat, hus či kachen. Sádlo bývá často upravováno procesem hydrogenace, kdy je ve srovnání s domácím sádlem výsledným produktem více chuťově neutrální látka (Vrbová 2001).

Pokorný a kol. (1998), uvádí, že má vepřové sádlo bílou barvu, zrnitou konzistenci, která je však snadno roztíratelná, jemnou specifickou chuť a vůni, která může být v některých případech využití nežádoucí. Obsah cholesterolu ve sto gramech sádla se uvádí 95 mg. Tento druh tuku obsahuje ve sto gramech rovněž relativně vysoké množství tokoferolů (0,6 mg), zinku (0,1 mg) a selenu (0,2 mg).

#### 3.3.8.1.6 Ostatní rostlinné tuky a oleje

Z výživového hlediska jsou vhodnými tuky řepkový a slunečnicový, které jsou zároveň typické pro pěstování v naší zeměpisné oblasti (Brát & Dostálová 2016). Bachmann (2001) však popisuje, že použití kapalných rostlinných olejů pro výrobu sýrových analogů díky svému skupenství je méně vhodné.

Řepkový olej má poměrně nízký obsah nasycených mastných kyselin (viz tabulka č. 9). Z běžně dostupných olejů má nejvyšší obsah kyseliny  $\alpha$ -linolenové z řady

omega 3 nenasycených mastných kyselin (6 - 14 %) a nižší obsah kyseliny linolové patřící do řady omega 6. Kyseliny  $\alpha$ -linolenová a linolová přispívají k udržení normální hladiny cholesterolu v krvi. Dle zdravotního tvrzení Amerického úřadu kontroly potravin a léčiv (FDA) konzumace jedné a půl polévkové lžice (množství odpovídající 19 g) nízkoerukového řepkového oleje denně snižuje riziko vzniku ischemické choroby srdeční (FDA 2006).

Slunečnicový olej patří společně se sójovým olejem mezi oleje obsahující ve velkém množství omega 6 mastné kyseliny vedoucí k prozánětlivému prostředí v organismu, které ovšem ve stravě ve většině případů nejsou zastoupeny nedostatečně (Mensink et al. 2003). Přídavek sójového tuku přináší produktu tvrdost a přilnavost a naopak horší soudržnost a pružnost (Joshi et al. 2004).

### 3.3.9 Výhody a nevýhody sýrových analogů

#### 3.3.9.1 Výhody

Mezi hlavní výhody sýrových analogů patří nižší náklady na výrobu analogů, díky náhradě mléčného tuku za méně nákladný rostlinný olej a rychlost a jednoduchost výroby analogů ze snadno dostupných surovin. Oceňována bývá také nízká náročnost na jejich skladování. Výrobci mohou obvykle pro výrobu sýrových analogů používat totožné zařízení jako pro mléčné produkty.

Zájem spotřebitelů o výrobky obsahující nižší množství nasycených tuků a také o výrobky s nižší energetickou hodnotou stále stoupá. Upřednostnění sýrových analogů připravených z kvalitních surovin (zejména tuků) může představovat snížení rizika onemocnění kardiovaskulárními chorobami. Úprava složení výrobku může poskytovat vhodnou alternativu sýrů pro osoby s dietním omezením - například fenylketonurie či alergie na kravské proteiny (Erbenová 2017).

#### 3.3.9.2 Nevýhody

Nevýhodou sýrových substitutů, které mnohdy bývají považovány za náhražky v negativním slova smyslu, může být chuť či vzhled lišící se od klasického sýru, nebo nižší obsah kvalitních bílkovin (Erbenová 2017).

## 3.4 Senzorická analýza

Člověk již od pravěku využíval výběr zdraví nezávadné potravy na základě jejího sensorického hodnocení (Pokorný a kol. 1998). Díky této skutečnosti je dnes spojováno pozitivní hodnocení se sladkými a tučnými potravinami, které díky obsaženým sacharidům

a tukům člověku poskytovaly energii, popřípadě se slanými potravinami dodávajícími tělu minerální látky (Ježek & Saláková 1998). Naopak negativně bývají hodnoceny hořké či silně kyselé a trpké potraviny, které by mohly být potenciálním zdrojem jedovatých látek (Lawless & Heymann 2010).

Senzorické posuzování prošlo za posledních několik desítek let rozsáhlým vývojem zejména díky nárůstu počtu potravinářských podniků a podniků vyrábějících spotřební zboží (Lawless & Heymann 2010). Sensorická jakost, která je součástí celkové jakosti potravin, bývá považována za hlavní měřítko, kterým se člověk řídí při nákupu potravin (Ježek & Saláková 1998). Přehled nejčastěji používaných metod sensorického hodnocení je uveden v tabulce č. 10.

**Tabulka 10 - Nejčastěji používané metody sensorického posuzování**

Úloha	Příklady vhodných metod
Stanovení existence rozdílů mezi jednotlivými vzorky	Rozdílová zkouška - párová, duo-trio, trojúhelníková, tetrádová, dva-z pěti, jednostimulová, dvoustimulová
Stanovení velikosti rozdílu mezi jednotlivými vzorky	Rozdílové zkoušky, stupnicové metody
Stanovení preference	Rozdílové zkoušky, stupnicové metody
Srovnání vzorků	Pořadová zkouška – preferenční, intenzitní
Stanovení absolutní přijatelnosti a intenzity	Stupnicové metody, zřed'ovací metody, srovnávání se stupnicí
Stanovení charakteru vjemu	Senzorický profil, volný popis, srovnání se standardy

Zdroj: Pokorný a kol. (1998)

### 3.4.1 Vybrané metody sensorické analýzy

#### 3.4.1.1 Preferenční zkouška

Preferenční zkouška je dle normy ČSN EN ISO 5492 popisována jako zkouška používaná pro hodnocení preferencí mezi dvěma nebo více vzorky. Nejčastěji používanými preferenčními zkouškami jsou zkoušky párová a pro větší soubory vzorků zkouška pořadová (Lawless & Heymann 2010).

##### 3.4.1.1.1 Párová zkouška

Párová zkouška je metodou, při které je podnět předkládán páru pro porovnání na základě definovaného kritéria. Výhodou této metody je možnost použití nezaškolených či krátkodobě zaškolených hodnotitelů z důvodu její snadnosti (Neumann et al. 1990).

#### 3.4.1.1.2 Pořadová zkouška

Dle normy ČSN ISO 8587 je pořadovou zkouškou pozorován sensorický rozdíl většího počtu vzorků. Cílem této metody je uspořádání vzorků do pořadí na základě kritéria intenzity jednotlivých vlastností vzorku a zároveň celkového dojmu. V praxi bývá často využívána výrobci při průzkumu trhu pro zjištění preferencí zákazníků (Neumann et al. 1990).

#### 3.4.1.2 Stupnicové metody

Friedrich a Acree (1999) popisují, že stupnicové metody patří mezi nejrozšířenější, neboť jimi lze lépe kvantitativně vyjádřit jakostní rozdíly mezi vzorky. Vyjadřovány bývají v největší míře rozdíly mezi výrobky stejného typu různých výrobců.

Nejrozšířenější typy hodnotitelských stupnic používaných pro sensorickou analýzu jsou uvedeny v tabulce č. 11.

**Tabulka 11 - Hodnotitelské stupnice sensorické analýzy**

Typy stupnice	Příklady využití
Kategorové	Ano – ne – nevím Červená – červenofialová – fialová
Ordinální	Pořadí dle výsledků pořadové zkoušky Výborný – velmi dobrý – dobrý – špatný – velmi špatný – špatný A – B – C – D – E 1 – 2 – 3 – 4 – 5
Intervalové	0 – 100°C Podnětový práh, rostoucí koncentrace
Poměrové	Vztažené na standard, magnitudové hodnocení

Zdroj: Pokorný a kol. (1998)

Při vyhodnocování kategorových stupnic je počítáno, kolik odpovědí je v jedné kategorii.

Ordinálními stupnicemi, které jsou často využívány při školní klasifikaci, bývá vyjadřováno pořadí, tedy velikost stupně posuzované vlastnosti.

Posuzování intervalovými stupnicemi nebývá využíváno ve srovnání s ostatními kategoriemi tak často. Vzdálenosti mezi dvěma stupni jsou shodné, liší se však v jejich počátečním bodu.

V případě využití poměrových stupnic dochází ke srovnání se standardem (Pokorný & kol. 1998).

### 3.4.1.3 Senzorický profil

Senzorický profil je definován jako popis sensorických vlastností vzorku skládající se ze sensorických vlastností určených do pořadí a s přiřazenými hodnotami intenzit pro dané vlastnosti (ČSN EN ISO 5492).

Costell (2002) uvádí, že se sensorický profil skládá z řady dílčích vlastností (deskriptorů), každá se svou hodnotou intenzity. Metoda sensorického profilu je velmi významná pro výzkumnou a vývojovou činnost a v provozní praxi pro definici závad či určitých předností vzorků.

### 3.4.2 Senzorické hodnocení tavených sýrů

Nejvýznamnějšími atributy kvality tavených výrobků jsou chuť, vůně a textura. Vyráběny mohou být tavené výrobky lomivé až tekuté. Kvalitní tavený sýr a jeho analog má homogenní konzistenci, nevyvolává pocit písčitosti v ústech, má hladkou a rovnoměrnou texturu a jeho vůně je typická pro použitý sýr či aroma (Cunha et al. 2010).

Požadavky, jimž musí tavené sýry při sensorickém hodnocení vyhovovat, stanovuje norma ČSN 57 1300. Konkrétně se jedná o požadavky na balení (čistý a uzavřený obal, správně označený), konzistenci (dle typu výrobku - tuhé, polotuhé, roztíratelné, drobnivé), chuť a vůni (čistá, dle použitých surovin).

### 3.4.3 Hodnocení texturních vlastností tavených výrobků

Texturní profilová analýza je dnes vnímána jako rychlá, snadná, objektivní metoda přinášející řadu informací o konzistenci (Marshall 1990). Piska a kol. (2000) uvádí, že texturou z pohledu sensorické analýzy jsou geometrické, povrchové a mechanické vlastnosti produktu registrované díky mechanickým, dotykovým, zrakovým či sluchovým receptorům. Textura bývá také často hodnocena pomocí přístrojů.

Za ideální texturu tavených výrobků je považována hladká, rovnoměrná, bez písčitosti (Costell 2002). Texturní vlastnosti tavených sýrů a jejich analogů jsou z velké části ovlivněny chemickým složením, obsahem sušiny a tuku v sušině, hodnotou pH, zralostí přírodního sýra, druhem a množstvím tavicích solí a zároveň také zpracováním - tavením, teplota a rychlost chlazení výsledného produktu (Piska a kol. 2000). Na texturu výrobku má významný vliv také úroveň prozrálости použitého sýra, kdy mladý sýr přispívá ke vzniku tuhého a gumovitého výrobku. Prozrálejší sýr bývá využíván pro výrobu jemných roztíratelných výrobků (Guinee et al. 2004).

Ciprysová a kol. (2011) ve své studii zabývající se vlivem druhu a množství tuku na vybrané texturní parametry tavených sýrů a jejich analogů (tvrdost a lepivost) popisují, že je tvrdost významně ovlivňována obsahem tuku v sušině. Při výrobě vzorků sýrových analogů pro tuto studii bylo použito pět druhů tuků (kokosový, mléčný a palmový tuk a směsný rostlinný polotuhý olej). Nejvyšší tvrdost byla zaznamenána u vzorků s obsahem tuku v sušině 40 % w/w, tento parametr se také zvyšoval v závislosti na rostoucí době skladování. S rostoucí dobou skladování se snižovala lepivost. Relativní lepivost a roztékavost se také snižuje se zvyšující se tvrdostí vzorků. Nejvyšší hodnota parametru lepivosti byla naměřena u tavených sýrů a jejich analogů s obsahem tuku 50 % w/w.

## 4 Materiál a metodika

V rámci praktické části této práce byly vyrobeny vzorky sýrových analogů, u nichž následně došlo ke stanovení vybraných fyzikálně-chemických vlastností: obsahu sušiny a hodnoty pH, technologických vlastností: ke zkouškám roztékavosti, měření texturních vlastností a v neposlední řadě také k sensorické analýze. Porovnáván byl rovněž laboratorně vyrobený vzorek sýrového analogu se vzorkem sýrového analogu běžně dostupného na trhu České republiky.

### 4.1.1 Charakteristika vzorků

V laboratoři společnosti Natura Food Aditives, a.s. v Havlíčkově Brodě bylo připraveno celkem jedenáct vzorků sýrových analogů. Jednotlivé receptury se lišily zejména použitým tukem (máslo, sádlo, palmový tuk, palmojádrový tuk a řepkový nerafinovaný olej) z důvodu následného posouzení vlivu použitého tuku na vlastnosti finálního produktu. Při volbě receptur byl zároveň brán ohled na vhodnost použití jednotlivých surovin pro dané aplikace, tedy pekárenskou (analog sýra na pizzu) a masnou (analog sýra do párků). Připraven byl také veganský sýrový analog, jehož receptura neobsahovala žádnou ze složek živočišného původu a u kterého byly zároveň nahrazeny tavicí soli za karagenany. Tabulka č. 12 popisuje bližší specifikaci těchto vzorků. Pro porovnání zakoupeného a vyrobeného sýrového analogu byl zvolen roztíratelný výrobek Javor jemný tavený, jehož podrobnější složení je uvedeno v tabulce č. 13 a laboratorně připravený vzorek roztíratelného sýrového analogu (tabulka č. 12), neboť k tomuto výrobku bylo možné vyrobit srovnatelný vzorek. Dále byly připraveny dva vzorky lišící se typem použitého škrobu („high melt“ a „low melt“) a jeden vzorek s přidavkem kyselého kaseinu a „low melt“ škrobu, pro posouzení míry jejich roztékavosti při pečení pizzy (tabulka č. 14).

**Tabulka 12 – Bližší specifikace vzorků vyrobených sýrových analogů**

<b>Číslo vzorku</b>	<b>Složení vzorku</b>	<b>Specifikace konkrétního druhu sýrového analogu</b>
<b>1</b>	Voda, máslo, bramborový škrob, sýr Eidam 30 % w/w, tavicí sůl, jedlá sůl, kyselina citronová, sýrové aroma – Mozzarella	Analog sýra s obsahem másla
<b>2</b>	Voda, sádlo, bramborový škrob, sýr Eidam 30 % w/w, tavicí sůl, jedlá sůl, kyselina citronová, sýrové aroma – Mozzarella	Analog sýra do párků (s obsahem sádla)
<b>3</b>	Voda, palmový tuk, bramborový škrob, sýr Eidam 30 % w/w, tavicí sůl, jedlá sůl, kyselina citronová, sýrové aroma – Mozzarella	Analog sýra s obsahem palmového tuku
<b>4</b>	Voda, palmojádrový tuk, bramborový škrob, sýr Eidam 30 % w/w, tavicí sůl, jedlá sůl, kyselina citronová, sýrové aroma – Mozzarella	Analog sýra s obsahem palmojádrového tuku
<b>5</b>	Voda, řepkový olej nerafinovaný, bramborový škrob, sýr Eidam 30 % w/w, tavicí sůl, jedlá sůl, kyselina citronová, sýrové aroma – Mozzarella	Analog sýra s obsahem řepkového oleje
<b>6</b>	Voda, palmový tuk, bramborový škrob, karagenan, jedlá sůl, kyselina citronová, sýrové aroma – Mozzarella	Analog sýra pro vegany
<b>7</b>	Voda, máslo, palmový tuk, bramborový škrob („high melt“), sýr Eidam 30 % w/w, tavicí sůl, jedlá sůl, kyselina citronová, karagenan, sýrové aroma – Mozzarella	Analog roztíratelného sýra (s použitím másla a palmového tuku)



**Tabulka 13 - Údaje o zakoupeném vzorku, vybraném pro porovnání s laboratorně připraveným sýrovým analogem**

Číslo vzorku	Název výrobku	Označení výrobku	Prodávající	Složení výrobku
8	Javor jemný tavený	Jemný tavený výrobek s rostlinným tukem	Savencia Fromage & Dairy Czech Republic, a.s.	Mléko obnovené, odstředěné, rostlinný tuk 15 % (palmový, řepkový, slunečnicový, bambucké máslo), sýry, kukuřičný škrob, karagenan, tavicí soli (E450, E452), mléčné bílkoviny, jedlá sůl, kyselina citronová

**Tabulka 14 - Bližší specifikace vzorků vyrobených sýrových analogů pro posouzení roztékavosti na pizze**

Číslo vzorku	Složení vzorku	Specifikace konkrétního druhu sýrového analogu
9	Voda, palmojádrový tuk, bramborový škrob („high melt“), sýr Eidam 30 % w/w, kasein, tavicí sůl, jedlá sůl, sýrové aroma – Mozzarella	Analog sýra na pizzu (s obsahem palmojádrového tuku), „high melt“ receptura
10	Voda, palmojádrový tuk, bramborový škrob („low melt“), sýr Eidam 30 % w/w, kasein, tavicí sůl, jedlá sůl, sýrové aroma – Mozzarella	Analog sýra na pizzu (s obsahem palmojádrového tuku), „low melt“ receptura
11	Voda, palmojádrový tuk, bramborový škrob („low melt“), sýr Eidam 30 % w/w, kasein, kyselý kasein, tavicí sůl, jedlá sůl, sýrové aroma – Mozzarella	Analog sýra na pizzu (s obsahem palmojádrového tuku), „low melt“ receptura s přidavkem kyselého kaseinu

#### 4.1.2 Postup výroby sýrových analogů

Prvním krokem výroby vzorků byla příprava a zvolení vhodného aroma, přičemž jako nejpříjemnější bylo zvoleno aroma sýru Mozzarella (Brenntag s.r.o., Česká republika). Sýrové analogy byly připraveny smícháním všech sypkých surovin a přidáním vody. Po rozmíchání

vzniklé směsi byl přidán tuk. Roztavení směsi a proces homogenizace probíhal pomocí přístroje Vorwerk Thermomix (Vorkwerk & Co Thermomix GmbH, Wuppertal, Německo – obrázek č. 4) při teplotě  $85 \pm 2^\circ\text{C}$  po dobu deseti minut. Vzniklá hmota byla rozdělena do plastových vaniček. Po vychladnutí byly vzorky umístěny do chladničky a skladovány při teplotě  $4 \pm 2^\circ\text{C}$  do doby analýzy.

**Obrázek 3 - Příprava aroma sýrových analogů**



**Obrázek 4 - Tavicí zařízení Vorwerk Thermomix**



Obrázek 5 – Vybrané laboratorně připravené vzorky sýrových analogů



#### 4.1.3 Stanovení obsahu sušiny

Stanovení obsahu sušiny vzorků sýrových analogů probíhalo pomocí sušicích vah s infračerveným zářičem Precisa HA 300 (Precisa Gravimetrics, Švýcarsko), obrázek č. 6. Pro analýzu bylo naváženo 2,5 gramu každého vzorku, který byl následně rozetřen na hliníkové podložce ve vysoušecí misce a vysušen při teplotě  $100 \pm 2^\circ\text{C}$  do konstantní hmotnosti. Každý ze vzorků byl měřen dvakrát.

**Obrázek 6 – Sušicí váha Precisa HA 300**



#### 4.1.4 Stanovení hodnoty pH

Stanovení hodnoty pH vzorků sýrových analogů probíhalo pomocí pH metru se skleněnou elektrodou (pH Spear, Eutech Instruments, Německo). Každý ze vzorků byl měřen třikrát.

#### 4.1.5 Zkoušky roztékavosti sýrových analogů

Pro posouzení roztékavosti sýrových analogů bylo připraveno celkem sedm vzorků. Tyto vzorky byly podrobeny několika jednoduchým pečícím zkouškám v konvektomatu a konkrétním aplikacím do párků a na pizzu.

##### 4.1.5.1 Postup přípravy párků se sýrovými analogy

Pro posouzení vhodnosti receptur sýrových analogů do párků byla provedena zkouška roztékavosti při 70°C po dobu 30 minut (napodobení procesu přípravy párků), které bylo podrobena pět vzorků o přibližně stejné hmotnosti (15 g) s různými druhy tuků.

Do receptury pro výrobu párků, která je ověřena společností Natura Food Aditives s.r.o., bylo přidáno 8 % vybraného sýrového analogu nakrájeného na kostičky o přibližné velikosti 0,5 cm x 0,5 cm. Párky byly připraveny z jednoho kilogramu vepřového masa, které bylo doplněno o vodu a dusitanovou solící směs a následně rozmělněno na hrncovém kutru GAM PR 5 (GAM International, Itálie), který je na obrázku č. 7. Poté byl do masového díla přidán sýrový analog a následně došlo k plnění hmoty pomocí narážky GastroTrade GC 5L

(GastroTrade, Česká republika) do přírodních kolagenních střívek o průměru 2,5 cm. Párky byly pasterovány při teplotě 70°C po dobu 30 minut v konvektomatu.

**Obrázek 7 - Hrnkový kutr GAM International**



#### 4.1.5.2 Postup přípravy pizzy se sýrovými analogy

Pro posouzení vhodnosti receptur sýrových analogů pro přípravu pizzy byly zvoleny tyto sýrové analogy:

- Sýrový analog s „high melt“ škrobem.
- Sýrový analog s „low melt“ škrobem.
- Sýrový analog s „low melt“ škrobem a kyselým kaseinem.

Připravená pizza byla z kynutého těsta. Pro porovnání sýrových analogů s klasickým sýrem na pizze byl na její čtvrtinu přidán také sýr Eidam 30% w/w. Na pizzu bylo umístěno vždy 15 g nastrohaného a 15 g nakrájeného druhu analogu na přibližně stejně velké plátky. Poté následovalo samotné pečení pizzy 210°C po dobu 15 minut.

#### 4.1.6 Měření texturních vlastností sýrových analogů

Texturní analýza je metoda, kdy dochází k měření pevnosti vzorku při jeho normálovém namáhání. Měřena je síla potřebná k penetraci do vzorku a následnému vytažení měřicí sondy a rychlost těchto pohybů je konstantní (Costell 2002). Pevnost je vyjádřena jako síla potřebná ke stlačení potraviny mezi stoličkami (Rosenthal 1999).

Texturní vlastnosti sýrových analogů byly analyzovány pomocí přístroje TA-XT2i Texture Analyser (Stable Micro Systems Ltd., Godalming, Surrey, Velká Británie), který je

na obrázku č. 8. Měření probíhalo prostřednictvím vícenásobné penetrační sondy (obrázek č. 9). Hloubka penetrace nástavce do vzorku byla 40 mm s rychlostí 2 mm/s. Díky texturní analýze byly zjištěny hodnoty pevnosti vybraných vzorků sýrových analogů. Výsledky byly zaznamenány jako křivky popisující sílu (g) potřebnou pro deformaci vzorku s časem (s). Každý ze vzorků byl proměřován dvakrát.

Narůstání křivky grafu je vysvětleno rezistencí vůči namáhání, tedy snahou o proniknutí penetrometrického nástavce do středu vzorku. Ostrý zlom křivky je způsoben proražením povrchu vzorku. Lepivost je v jednotlivých grafech znázorněna pokračováním křivky pod vodorovnou osou.

**Obrázek 8 – TA-XT2i Texture Analyser**



**Obrázek 9 - Penetrometrický nástavec - vícenásobná penetrační sonda**



#### 4.1.7 Senzorické hodnocení

Senzorická analýza probíhala prostřednictvím hodnocení sensorického profilu, které bylo provedeno celkem dvaceti proškolenými posuzovateli, v souladu se zásadami norem ČSN ISO 6658, ČSN ISO 8589 a ČSN ISO 4121. Šest posuzovatelů s certifikáty pro sensorické hodnocení pocházelo z laboratoře společnosti Natura Food Aditives, a. s. v Havlíčkově Brodě a čtrnáct proškolených osob z České zemědělské univerzity v Praze. Před hodnotitele bylo předloženo osm vzorků očíslovaných trojmístným náhodně vybraným kódem, které byly hodnoceny metodou výběru z nabízených odpovědí seřazených dle stoupající intenzity (předložené formuláře - přílohy č. 1 a 2). Vzorky byly posuzovány při teplotě  $20 \pm 2^\circ\text{C}$ . Nejprve bylo hodnoceno šest vyrobených sýrových analogů s různými druhy tuků a imitace veganského sýra a poté byly porovnávány dva roztíratelné vzorky (laboratorně připravený a zakoupený vzorek). U sýrových analogů byly sledovány znaky, jako například vzhled, textura, konzistence, elasticita, chuť a vůně.

Statistické vyhodnocování výsledků této diplomové práce bylo provedeno prostřednictvím softwaru Statistica version 12 (StatSoft Inc.). Průměrné hodnoty vyrobených vzorků byly statisticky hodnoceny prostřednictvím Tukeyova HSD testu na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$  (95% statistická průkaznost). Pro porovnání hodnot zakoupeného a vyrobeného roztíratelného vzorku byl použit dvouvýběrový t-test.

## 5 Výsledky

### 5.1.1 Výsledky stanovení obsahu sušiny

Z hlediska obsahu sušiny bylo posuzováno celkem deset vyrobených vzorků (tabulka č. 15) a jeden zakoupený sýrový analog (tabulka č. 20). Naměřené hodnoty sušiny sýrových analogů se v průměru pohybovaly v rozpětí od 39,82 % do 53,90 %, přičemž nejnižší hodnota byla stanovena u roztíratelného vzorku, zatímco nejvyšší obsah sušiny měl veganský sýrový analog.

**Tabulka 15 - Obsah sušiny vybraných sýrových analogů**

Vzorek	První měření (%)	Druhé měření (%)	Průměrný obsah sušiny (%)
Sýrový analog s máslem	43,70	43,66	43,68
Sýrový analog se sádlem	44,43	44,47	44,45
Sýrový analog s palmovým tukem	44,10	44,04	47,07
Sýrový analog s palmojádrovým tukem	47,51	47,59	47,55
Sýrový analog s řepkovým olejem	45,21	45,25	45,23
Veganský sýrový analog	53,88	53,92	<b>53,90</b>
Roztíratelný sýrový analog	39,79	39,85	<b>39,82</b>
Sýrový analog na pizzu („high melt“ receptura)	48,45	48,45	48,45
Sýrový analog na pizzu („low melt“ receptura)	49,22	49,18	49,20
Sýrový analog na pizzu („low melt“ receptura, kyselý kasein)	49,84	49,90	49,87

### 5.1.2 Výsledky stanovení hodnoty pH

Pro stanovení hodnot pH laboratorně připravených sýrových analogů bylo vybráno deset vyrobených vzorků (tabulka č. 16) a jeden zakoupený sýrový analog (tabulka č. 19). Nejvyšší průměrná hodnota pH byla zaznamenána u veganské varianty analogu a naopak nejnižší u varianty roztíratelné. Obdobných průměrných hodnot pH dosahovaly vzorky, mající podobnou recepturu, lišící se pouze použitým druhem tuku.



**Tabulka 16 - Hodnoty pH vybraných sýrových analogů**

Vzorek	První měření	Druhé měření	Třetí měření	Průměrná hodnota pH
Sýrový analog s máslem	5,59	5,57	5,57	5,58
Sýrový analog se sádlem	5,69	5,69	5,69	5,69
Sýrový analog s palmovým tukem	5,62	5,59	5,65	5,62
Sýrový analog s palmojadrovým tukem	5,58	5,58	5,58	5,58
Sýrový analog s řepkovým olejem	5,77	5,80	5,74	5,77
Veganský sýrový analog	6,12	6,12	6,14	<b>6,12</b>
Roztíratelný sýrový analog	5,34	5,35	5,33	<b>5,34</b>
Sýrový analog na pizzu („high melt“ receptura)	5,85	5,87	5,85	5,86
Sýrový analog na pizzu („low melt“ receptura)	5,78	5,78	5,78	5,78
Sýrový analog na pizzu („low melt“ receptura, kyselý kasein)	5,91	5,97	5,94	5,94

### 5.1.3 Výsledky zkoušky roztékavosti sýrových analogů

#### 5.1.3.1 Posouzení vhodnosti použití sýrových analogů aplikovaných v párcích

Po provedení předběžné pečicí zkoušky, napodobující proces pasterace párků, došlo ke změknutí všech vzorků, zatímco tuk se uvolnil pouze z prvního vzorku analogu s máslem (obrázek č. 10). Procentuální úbytky hmotností jednotlivých vzorků jsou uvedeny v tabulce č. 17, přičemž nejvyšší rozdíl hmotností byl zaznamenán u vzorků másla a sádla. Pro párky se sýrem či sýrovým analogem je žádoucí, aby se při jejich ohřevu sýr či analog lehce roztekl. Z toho důvodu byla pro výrobu párků zvolena receptura se sádlem, která je rovněž svým původem shodná s použitým masem.

Vzhled vyrobených párků před a po pasteraci je na obrázcích č. 11 a 12. Z posuzování řezu pasterovaným párkem (obrázek č. 13) vyplynulo, že použitý sýrový analog vykazoval požadované vlastnosti analogu pro tuto aplikaci, tedy jeho kousky byly při řezu párkem znatelné a při ohřátí párku před konzumací došlo k roztečení analogu.

**Tabulka 17 - Rozdíly úbytku hmotnosti sýrových analogů s různými druhy tuky před a po provedení předběžné pečicí zkoušky**

Druh tuku sýrového analogu	Hmotnost analogu před pečicí zkouškou (g)	Hmotnost analogu po pečicí zkoušce (g)	Úbytek hmotnosti zaznamenaný po pečicí zkoušce (%)
Máslo	7,00	6,25	<b>10,71</b>
Sádlo	7,00	6,38	8,86
Palmový tuk	7,00	6,62	5,43
Palmojádrový tuk	7,00	6,65	<b>5,00</b>
Řepkový olej	7,00	6,59	5,86

**Obrázek 10 - Zkouška roztékavosti sýrových analogů s obsahem různých druhů tuků (70°C, 30 minut)**



**Obrázek 11 - Párky se sýrovým analogem před průběhem pasterace**



**Obrázek 12 - Párek se sýrovým analogem po průběhu pasterace**



**Obrázek 13 - Řez párkem se sýrovým analogem se sádlem po průběhu pasterace**



#### 5.1.3.2 Posouzení vhodnosti použití sýrových analogů aplikovaných na pizze

Z obrázku č. 15 je patrné, že všechny vzorky sýrových analogů, včetně klasického sýra změkly. U obou receptur analogů s „low melt“ škrobem však došlo k oddělení tuku od hmoty. V případě sýru Eidam bylo uvolnění tuku nejvýznamnější. Za nejvhodnější z uvedených variant je tak možné považovat recepturu sýrového analogu s „high melt“ škrobem, která se na pizze roztekla rovnoměrně a neuvolňovala ze své struktury tuk. Připravená pizza před upečením je na obrázku č. 14.

Obrázek 14 - Zkouška roztékavosti sýrových analogů na pizze před upečením (receptury „high melt“, „low melt“, receptura s kyselým kaseinem a sýr Eidam)



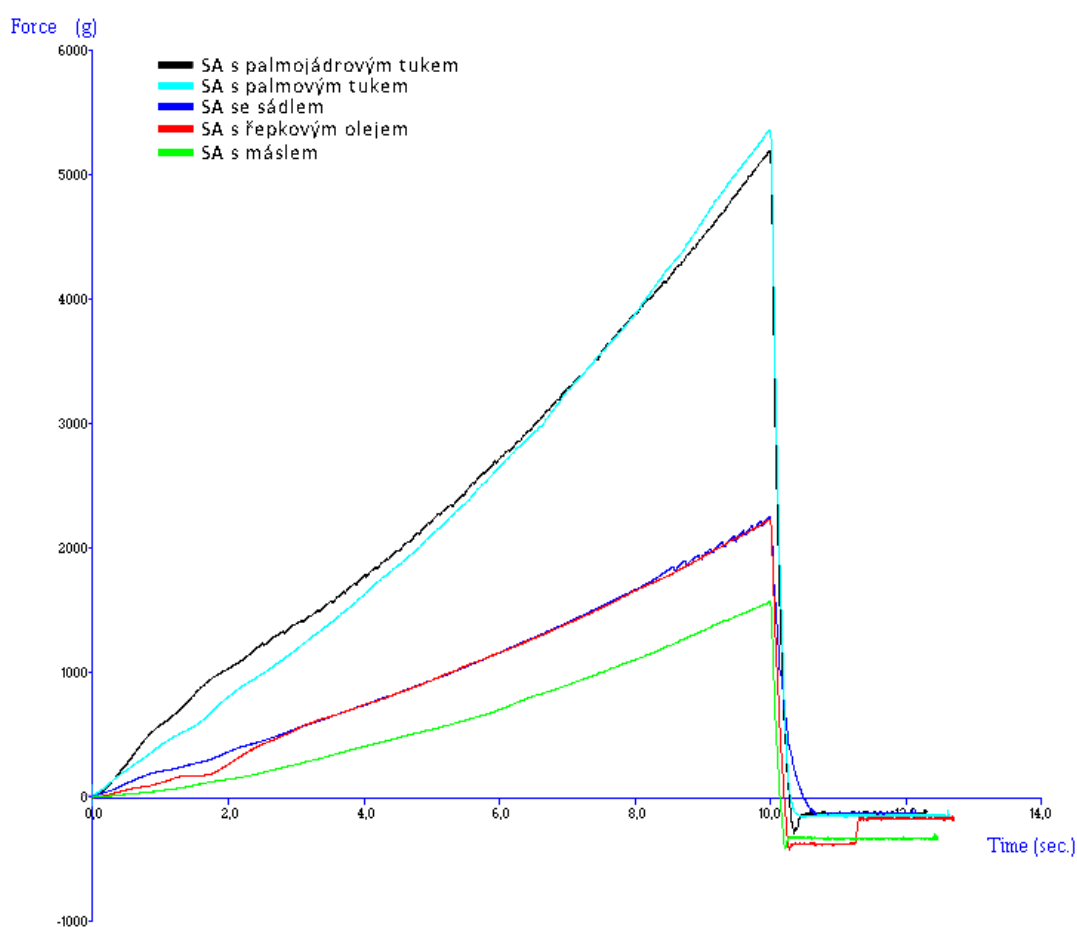
Obrázek 15 - Zkouška roztékavosti sýrových analogů na pizze po upečení (receptury „high melt“, „low melt“, receptura s kyselým kaseinem a sýr Eidam)



#### 5.1.4 Výsledky měření texturních vlastností vzorků

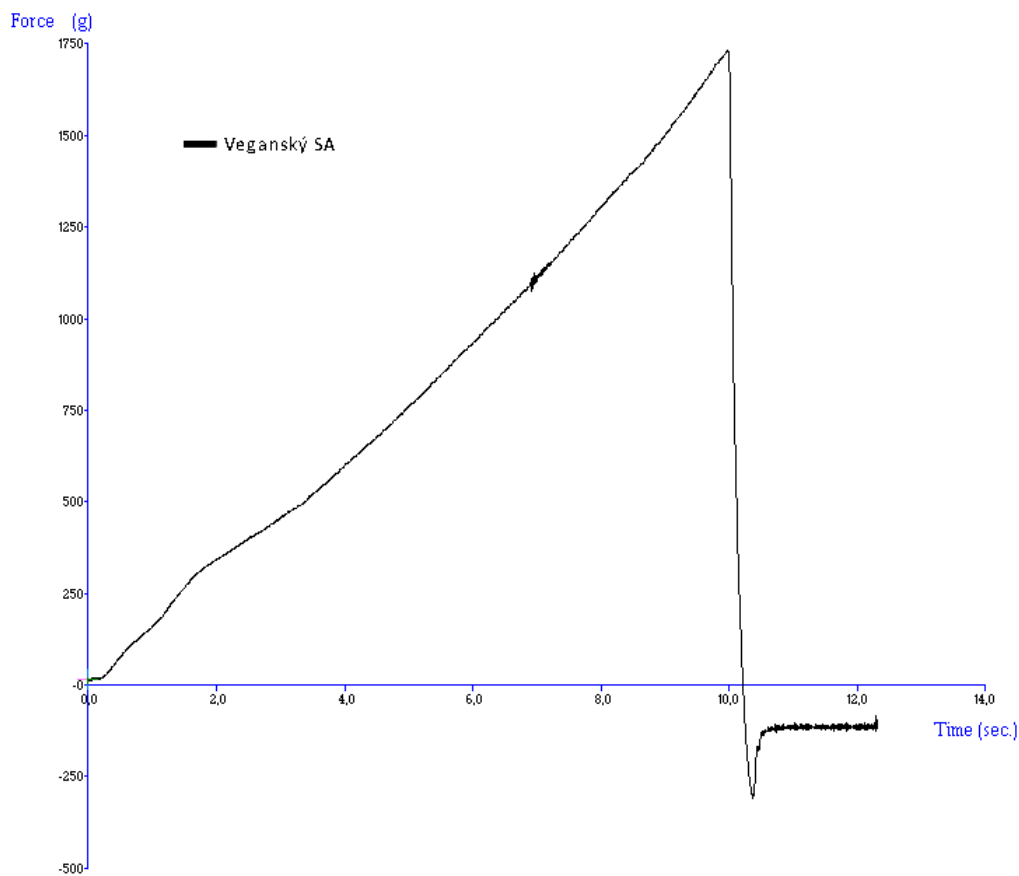
Díky texturní analýze byly zjištěny hodnoty pevnosti vzorků sýrových analogů. Na obrázku č. 16 je graf znázorňující srovnání hodnot pevností pěti analogů lišících se použitím různých druhů tuků, kdy byl jako vzorek s nejmenší hodnotou pevnosti analog s máslem (1588 g), zatímco nejvyšší pevností se vyznačovaly vzorky s palmovým (5376 g) a palmojádrovým tukem (5209 g), které ve srovnání s ním dosahovaly více než dvojnásobných hodnot.

**Obrázek 16 - Srovnání hodnot pevnosti vzorků s různými druhy tuku**



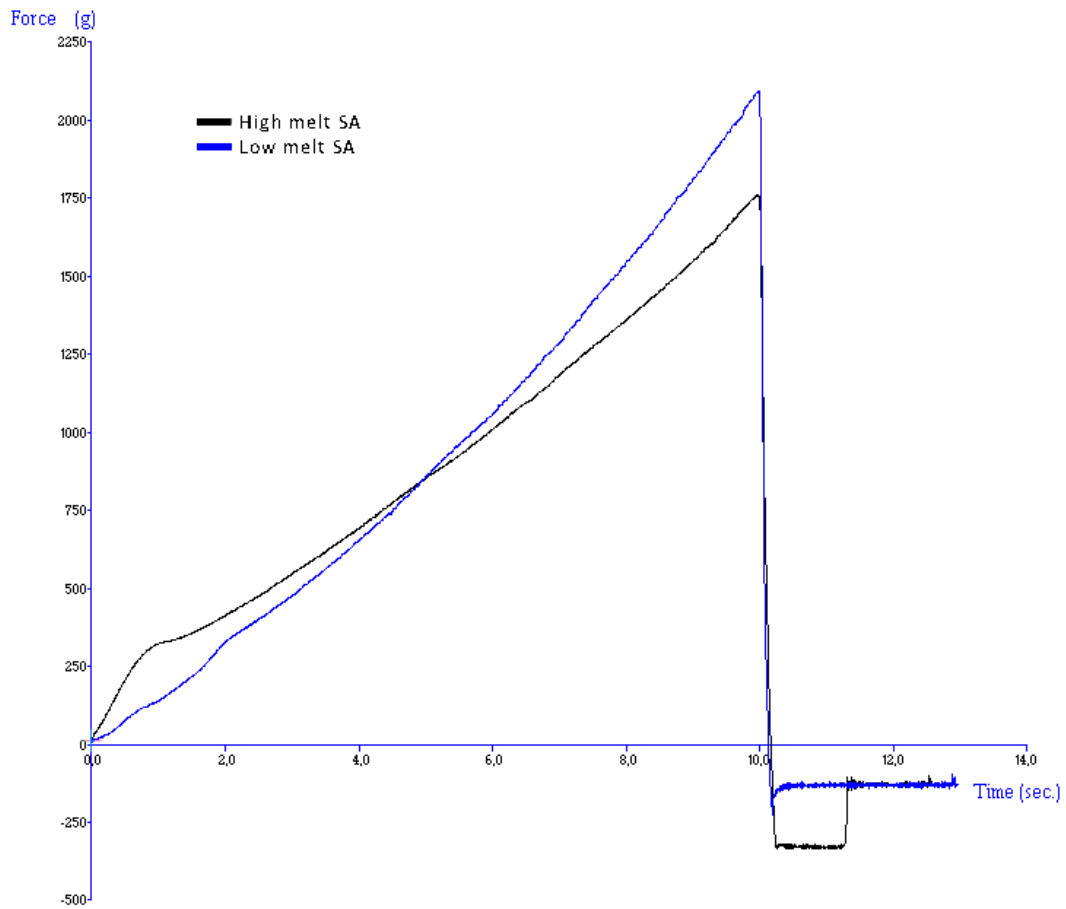
Pevnost veganské alternativy sýra (1733,7 g) je zobrazena na obrázku č. 17. Tato hodnota patřila v porovnání s ostatními proměřovanými vzorky mezi nižší.

**Obrázek 17 - Pevnost veganského sýrového analogu**



Z texturometrického posuzování analogů na pizzu je patrné, že podstatně pevnějším analogem byl vzorek s „low melt“ recepturou (2096,1 g), zatímco vzorek s high melt recepturou měl hodnotu pevnosti 1763,8 g (obrázek č. 18).

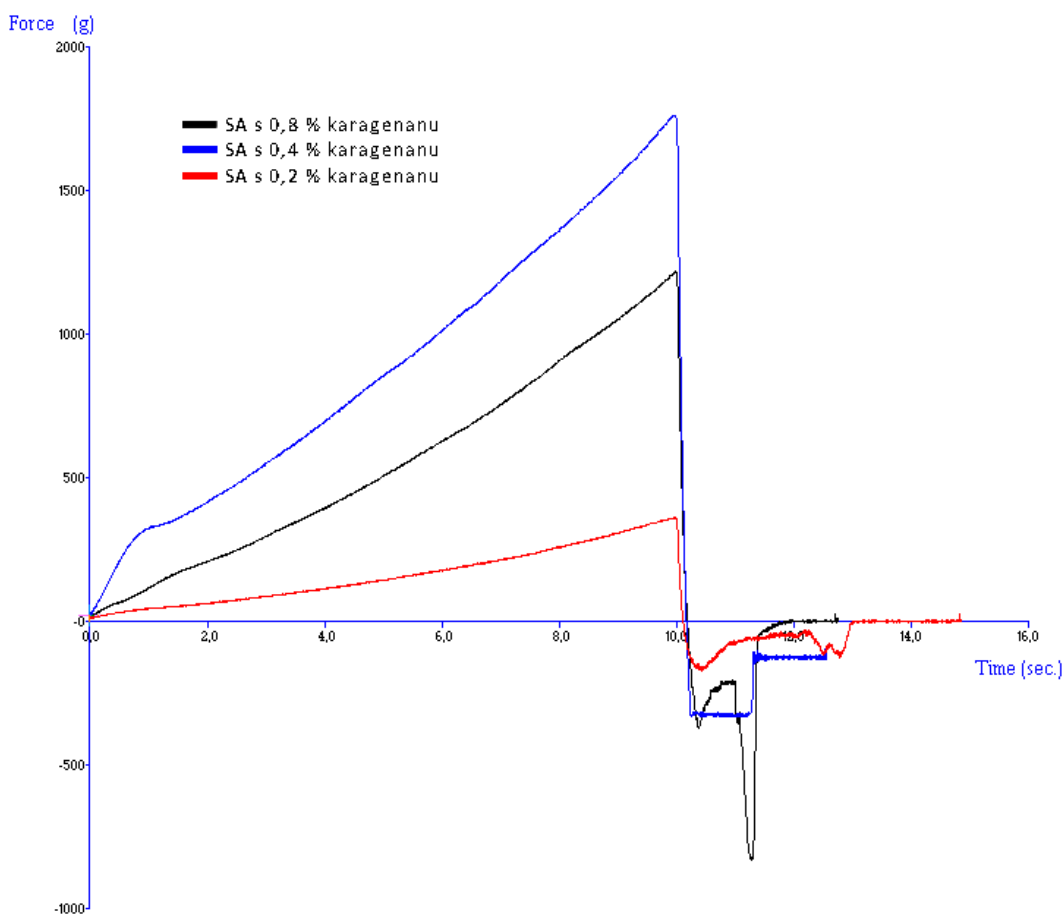
**Obrázek 18 - Srovnání hodnot pevnosti vzorků na pizzu („high melt“ a „low melt“ receptury)**



Posuzován byl také vliv různého množství karagenanu (0,2 %, 0,4 % a 0,8 %) na připravené roztíratelné sýrové analogy, přičemž byl zaznamenán trend nárůstu pevnosti s jeho zvyšujícím se obsahem (hodnoty - 364,1 g, 1221,3 g a 1763,8 g), které jsou na obrázku č. 19.



**Obrázek 19 - Srovnání hodnot pevnosti vzorků s různým množstvím karagenanu (0,2 %, 0,4 %, 0,8 %)**



### 5.1.5 Výsledky sensorického hodnocení

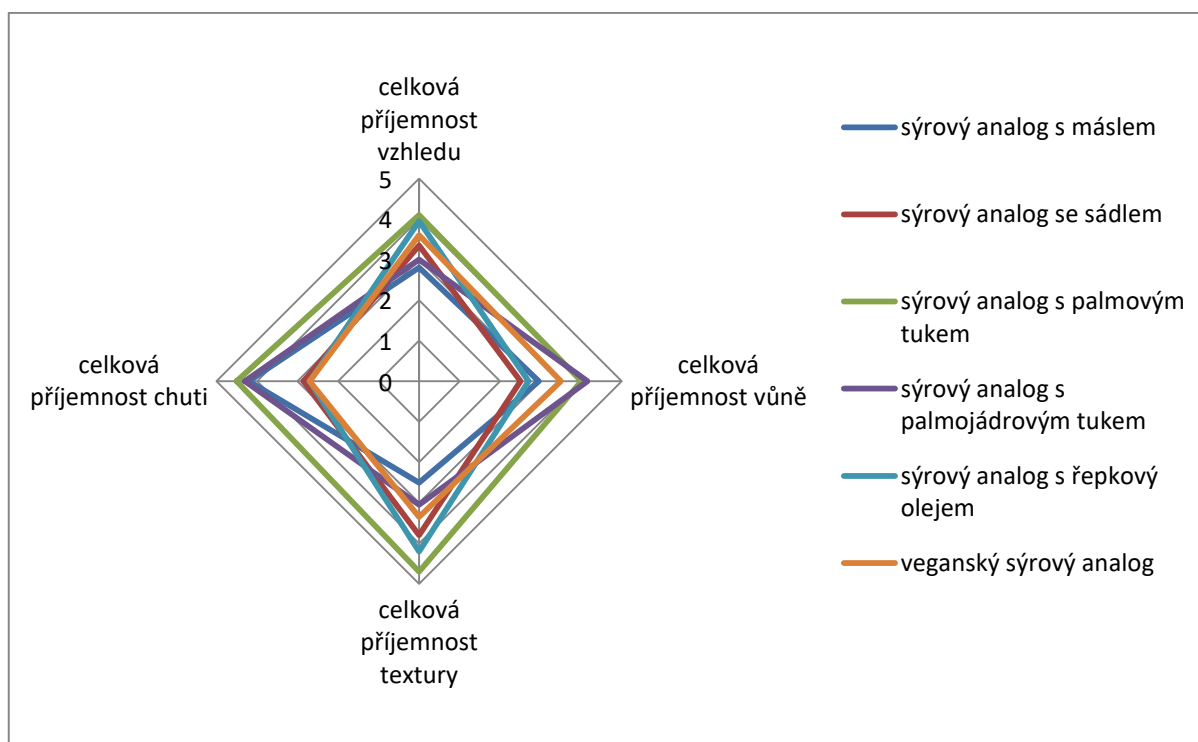
Před dvacet kvalifikovaných hodnotitelů bylo předloženo celkem osm vzorků očíslovaných trojmístným náhodně vybraným kódem. Nejprve bylo sensoricky posuzováno šest vyrobených sýrových analogů (vzorky s různými druhy tuků a analog veganského sýra) a poté byly porovnávány dva roztíratelné vzorky (laboratorně připravený a zakoupený analog).

Porovnání hodnot celkových příjemností vzhledu, textury, vůně a chuti vzorků s různými druhy tuků a analogu veganského sýra zobrazuje graf na obrázku č. 20 (hodnoty od jedné do pěti – dle stoupající intenzity), ze kterého vyplývá, že jako vzorek s nejlepší celkovou příjemností vzhledu (4,1) i textury (4,7) byl vyhodnocen analog s palmovým tukem. Tento vzorek, společně se vzorkem obsahujícím palmojádrový tuk, rovněž disponoval celkovou nejpříjemnější vůní a chutí. Vzorkem s významnou celkovou příjemností chuti byl také sýrový analog s máslem (4,2), který byl ovšem z hlediska celkové příjemnosti vzhledu (2,8) i textury (2,5) vnímán ve srovnání s ostatními vzorky méně pozitivně. Náhražky sýra

s obsahem sádla a nerafinovaného řepkového oleje byly z hlediska celkových příjmností chuti a vůně označeny pouze jako „přijatelné“. Sýrová imitace s řepkovým olejem však byla vyhodnocena jako druhý nejpříjemnější vzorek z hlediska vzhledu (3,95) a textury (4,2).

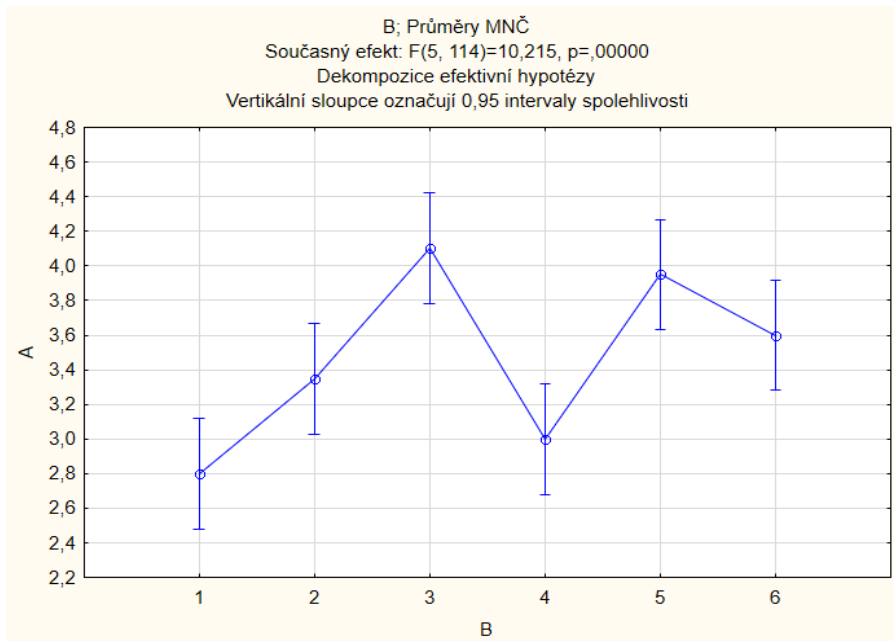
Mezi vzorky byly prostřednictvím statistických metod - jednofaktorová ANOVA a Tukeyův HSD test, zjišťovány statisticky významné rozdíly. Vzorky jsou označeny čísly 1 až 6 (tabulka č. 12 – kapitola charakteristika vzorků). Tabulky obsahující statistické vyhodnocení rozdílů mezi vzorky jsou součástí přílohy č. 4.

**Obrázek 20 - Průměrné hodnoty pro celkovou příjemnost vzhledu, celkovou příjemnost chuti, celkovou příjemnost vůně a celkovou příjemnost textury**



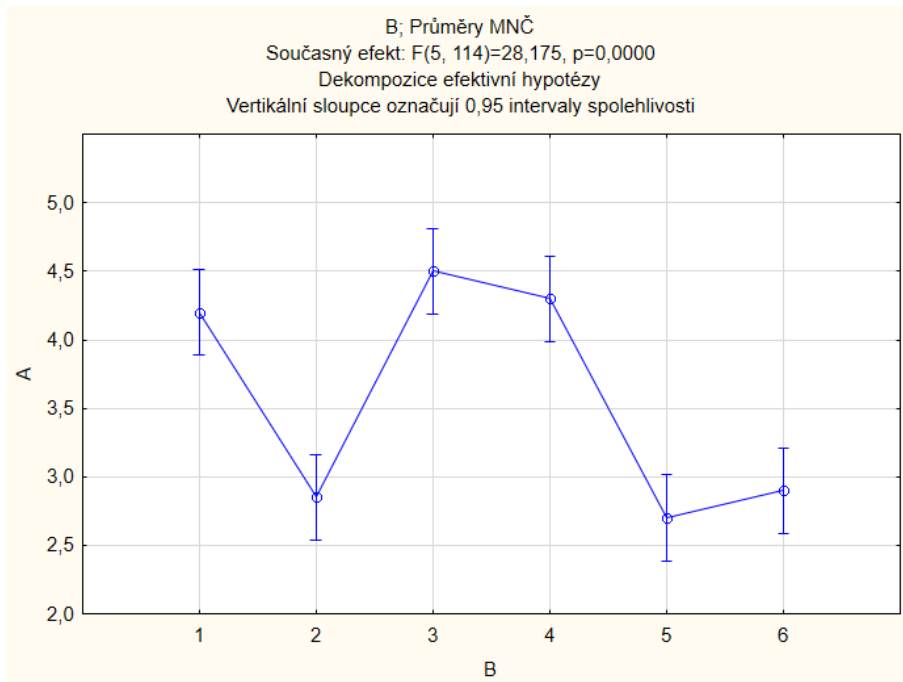
Statisticky významný rozdíl byl z hlediska celkové příjemnosti vzhledu zaznamenán mezi vzorky 1 a 3 ( $p = 0,000120$ ), 1 a 5 ( $p = 0,000141$ ), 1 a 6 ( $p = 0,008415$ ), 2 a 3 ( $p = 0,016574$ ), 3 a 4 ( $p = 0,000182$ ), 4 a 5 ( $p = 0,000946$ ), což vysvětlují nižší hodnoty „p“ ve srovnání s hodnotou hladiny významnosti  $\alpha$  (0,05). Z grafu na obrázku č. 21 vyplývá, že je nejvýznamnější rozdíl z hlediska celkové příjemnosti vzhledu mezi vzorky sýrového analogu s máslem a palmovým tukem (vzorky č. 1 a 3). Mezi ostatními dvojicemi vzorků nebyl zaznamenán statisticky významný rozdíl.

**Obrázek 21 – Grafické znázornění rozdílů mezi vzorky z hlediska celkové příjemnosti vzhledu**



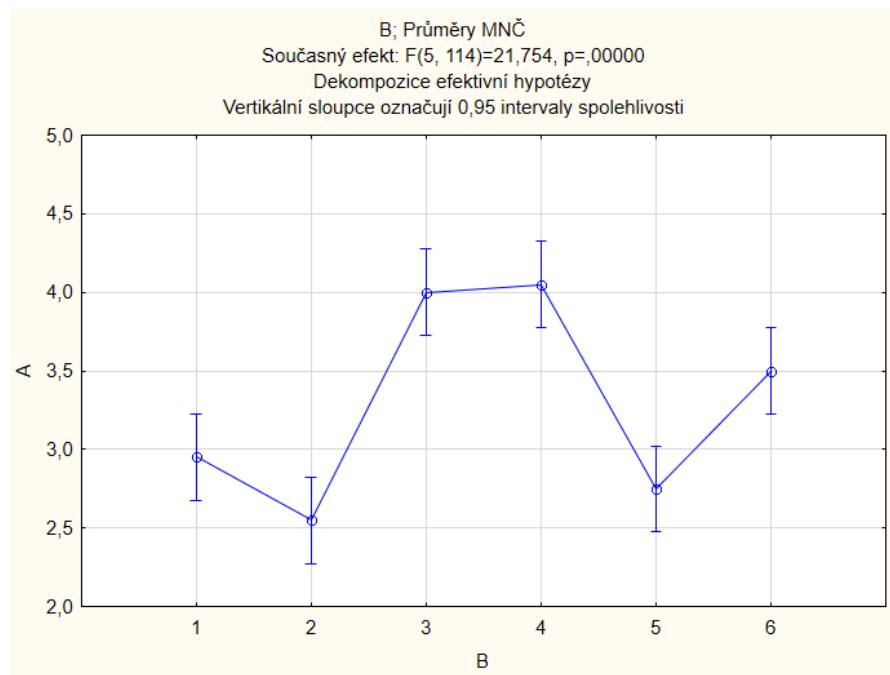
Statisticky významný rozdíl byl z hlediska celkové příjemnosti chuti stanoven mezi vzorky 1 a 2 ( $p = 0,000119$ ), 1 a 5 ( $p = 0,000119$ ), 1 a 6 ( $p = 0,000120$ ), 2 a 3 ( $p = 0,000119$ ), 2 a 4 ( $p = 0,000119$ ), 3 a 5 ( $p = 0,000119$ ), 3 a 6 ( $p = 0,000119$ ), 4 a 5 ( $p = 0,000119$ ), 4 a 6 ( $p = 0,000119$ ). Mezi ostatními dvojicemi vzorků nebyl zaznamenán statisticky významný rozdíl na hladině pravděpodobnosti 0,05. Grafické znázornění rozdílů mezi vzorky je na obrázku č. 22.

**Obrázek 22 – Grafické znázornění statistických rozdílů mezi vzorky z hlediska celkové příjemnosti chuti**



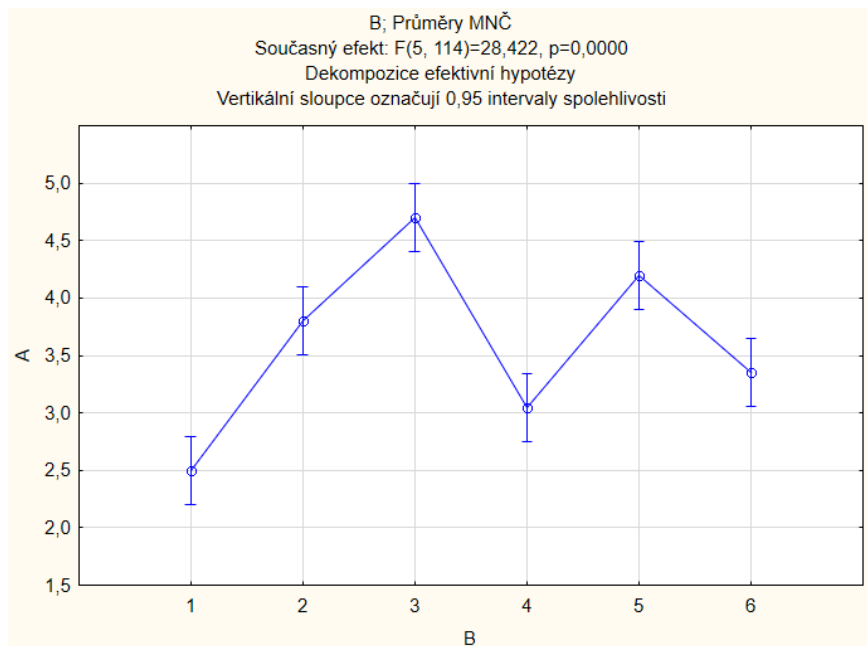
Statisticky významný rozdíl byl z hlediska celkové příjemnosti vůně určen mezi vzorky 1 a 3 ( $p = 0,000119$ ), 1 a 4 ( $p = 0,000121$ ), 2 a 3 ( $p = 0,000119$ ), 2 a 4 ( $p = 0,000119$ ), 2 a 6 ( $p = 0,000174$ ), 3 a 5 ( $p = 0,000119$ ), 4 a 5 ( $p = 0,000119$ ), 5 a 6 ( $p = 0,002866$ ). Mezi ostatními dvojicemi vzorků nebyl zaznamenán statisticky významný rozdíl na hladině pravděpodobnosti 0,05. Grafické znázornění rozdílů mezi vzorky je na obrázku č. 23.

**Obrázek 23 – Grafické znázornění rozdílů mezi vzorky z hlediska celkové příjemnosti vůně**



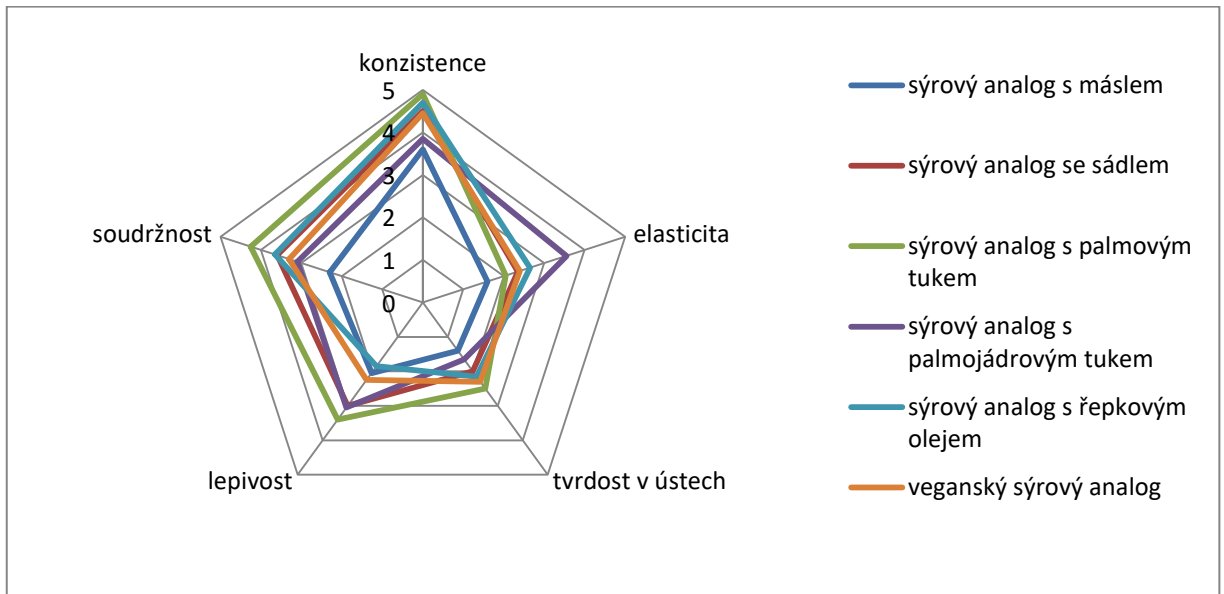
Statisticky významný rozdíl z hlediska celkové příjemnosti textury existuje mezi vzorky 1 a 2 ( $p = 0,000119$ ), 1 a 3 ( $p = 0,000119$ ), 1 a 5 ( $p = 0,000119$ ), 1 a 6 ( $p = 0,001573$ ), 2 a 3 ( $p = 0,000719$ ), 2 a 4 ( $p = 0,007536$ ), 3 a 4 ( $p = 0,000119$ ), 3 a 6 ( $p = 0,000119$ ), 4 a 5 ( $p = 0,000123$ ), 5 a 6 ( $p = 0,001573$ ). Mezi ostatními dvojicemi vzorků nebyl zaznamenán statisticky významný rozdíl na hladině pravděpodobnosti 0,05. Grafické znázornění rozdílů mezi vzorky je na obrázku č. 24.

**Obrázek 24 – Grafické znázornění rozdílů mezi vzorky z hlediska celkové příjemnosti textury**



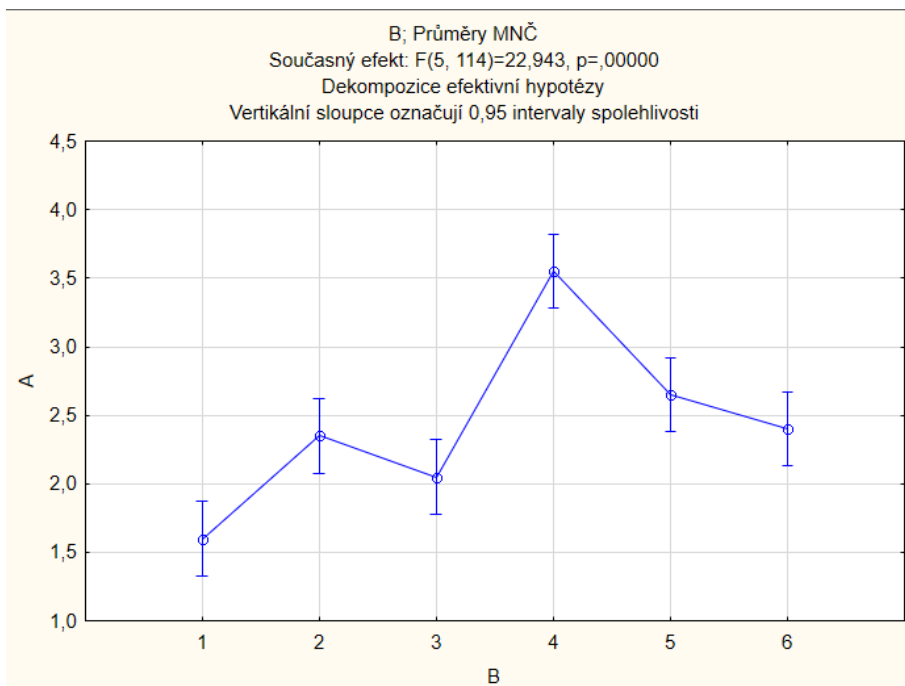
Pokud se zaměříme na sensorické posuzování textury sýrových imitací, měl dle provedené analýzy nejvíce homogenní konzistenci vzorek s palmovým tukem – 4,9 (obrázek č. 21). Tento vzorek byl zároveň nejvíce soudržným (4,25). Jako nejvíce elastický vzorek hodnotitelé označili analog s palmojádrovým tukem (3,55). Nejméně soudržným (2,20), nejměkčím (1,65) a zároveň také nejméně homogenním (3,85) vzorkem byl analog s máslem. Všechny vzorky byly považovány za méně tvrdé, pouze analog s palmovým tukem byl označen jako vzorek se střední tvrdostí (2,5). Tomuto vzorku se svou hodnotou přibližoval také veganský sýrový analog (2,3).

**Obrázek 25 - Průměrné hodnoty konzistence, elasticity, tvrdosti v ústech, lepivosti a soudržnosti vzorků sýrových analogů**



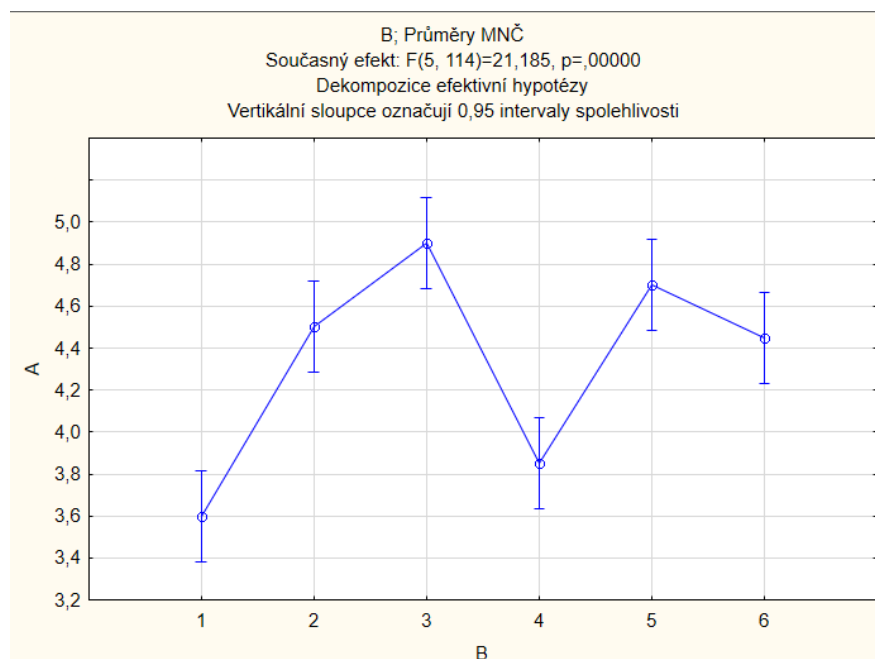
Prostřednictvím statistického vyhodnocování vzorků byl z hlediska elasticity zaznamenán významný rozdíl mezi vzorky 1 a 2 ( $p = 0,002468$ ), 1 a 4 ( $p = 0,000119$ ), 1 a 5 ( $p = 0,000123$ ), 1 a 6 ( $p = 0,001033$ ), 2 a 4 ( $p = 0,000119$ ), 3 a 4 ( $p = 0,000119$ ), 3 a 5 ( $p = 0,028467$ ), 4 a 5 ( $p = 0,000240$ ), 4 a 6 ( $p = 0,000120$ ). Mezi ostatními dvojicemi vzorků nebyl zaznamenán statisticky významný rozdíl na hladině pravděpodobnosti 0,05. Grafické znázornění rozdílů mezi vzorky je na obrázku č. 26.

**Obrázek 26 – Grafické znázornění rozdílů mezi vzorky z hlediska elasticity**



Statisticky významný rozdíl existuje z hlediska konzistence mezi vzorky 1 a 2 ( $p = 0,000120$ ), 1 a 3 ( $p = 0,000119$ ), 1 a 5 ( $p = 0,000119$ ), 1 a 6 ( $p = 0,000122$ ), 2 a 4 ( $p = 0,000844$ ), 3 a 4 ( $p = 0,000119$ ), 3 a 6 ( $p = 0,048905$ ), 4 a 5 ( $p = 0,000122$ ), 4 a 6 ( $p = 0,002489$ ). Mezi ostatními dvojicemi vzorků není statisticky významný rozdíl na hladině pravděpodobnosti 0,05. Grafické znázornění rozdílů mezi vzorky je na obrázku č. 27.

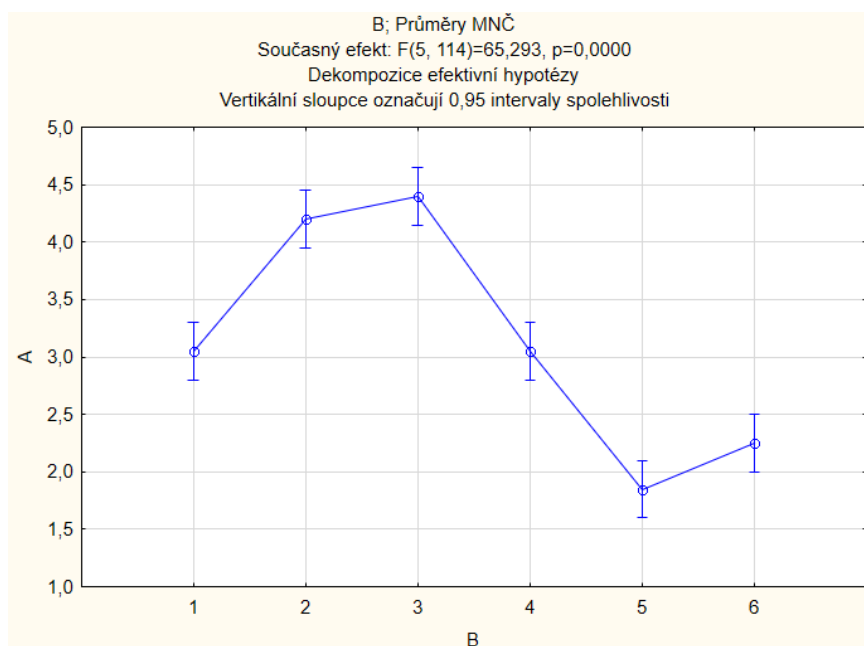
**Obrázek 27 – Grafické znázornění rozdílů mezi vzorky z hlediska konzistence**



Při posuzování vzorků z hlediska jejich lepivosti byl zaznamenán statisticky významný rozdíl mezi vzorky 1 a 2 ( $p = 0,000119$ ), 1 a 3 ( $p = 0,000119$ ), 1 a 5 ( $p = 0,000119$ ), 1 a 6 ( $p = 0,000361$ ), 2 a 4 ( $p = 0,000119$ ), 2 a 5 ( $p = 0,000119$ ), 2 a 6 ( $p = 0,000119$ ), 3 a 4 ( $p = 0,000119$ ), 3 a 5 ( $p = 0,000119$ ), 3 a 6 ( $p = 0,000119$ ), 4 a 5 ( $p = 0,000119$ ), 4 a 6 ( $p = 0,000361$ ). Mezi ostatními dvojicemi vzorků nebyl zaznamenán statisticky významný rozdíl na hladině pravděpodobnosti 0,05. Grafické znázornění rozdílů mezi vzorky je na obrázku č. 28.

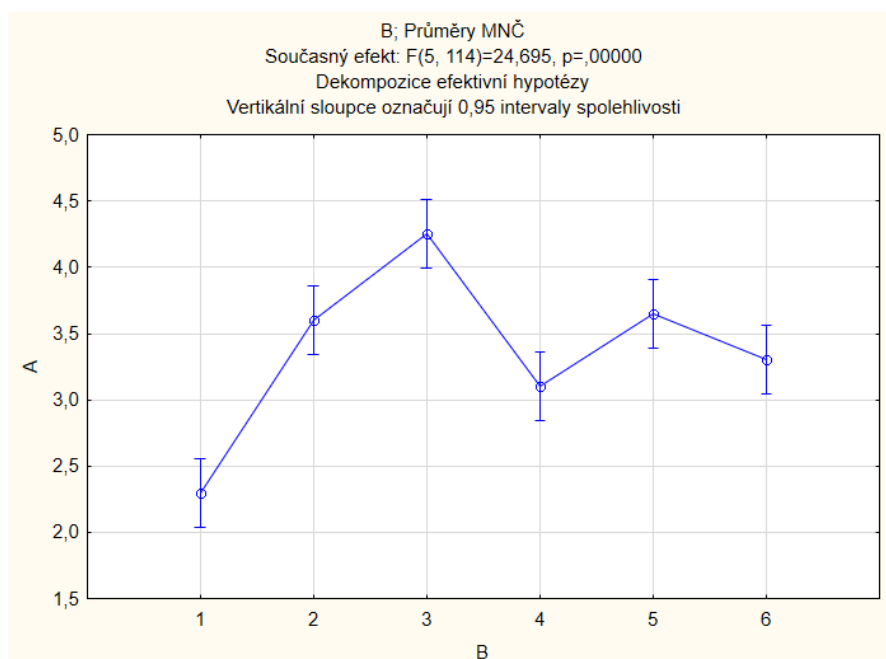


**Obrázek 28 – Grafické znázornění rozdílů mezi vzorky z hlediska lepidlosti**



Statisticky významný rozdíl byl z hlediska soudržnosti zaznamenán mezi vzorky 1 a 2 ( $p = 0,000119$ ), 1 a 3 ( $p = 0,000119$ ), 1 a 4 ( $p = 0,000601$ ), 1 a 5 ( $p = 0,000119$ ), 1 a 6 ( $p = 0,000124$ ), 2 a 3 ( $p = 0,008599$ ), 3 a 4 ( $p = 0,000119$ ), 3 a 5 ( $p = 0,019639$ ), 3 a 6 ( $p = 0,000134$ ), 4 a 5 ( $p = 0,042240$ ). Mezi ostatními dvojicemi vzorků není statisticky významný rozdíl na hladině pravděpodobnosti 0,05. Grafické znázornění rozdílů mezi vzorky je na obrázku č. 29.

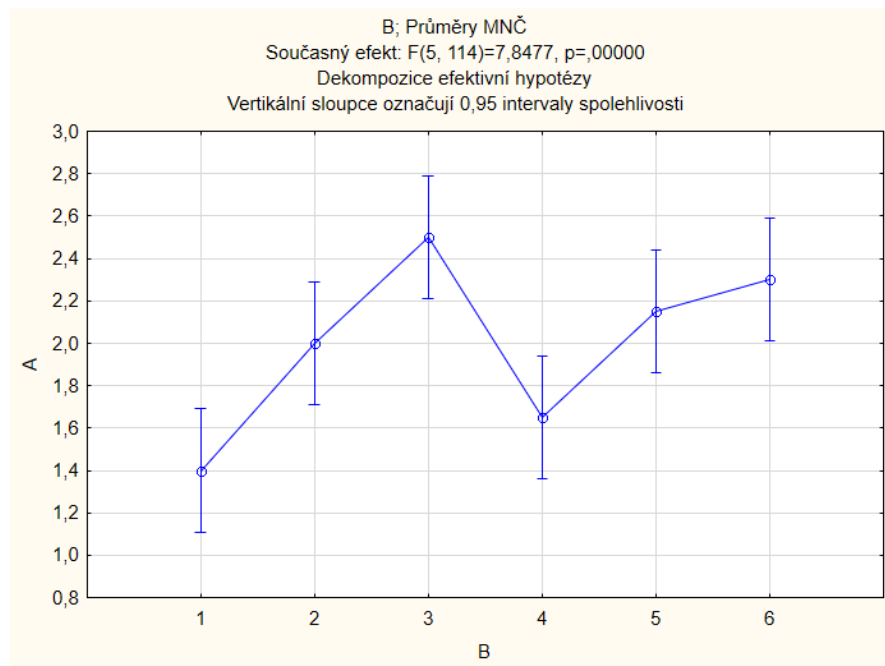
**Obrázek 29 – Grafické znázornění rozdílů mezi vzorky z hlediska soudržnosti**



Statisticky významný rozdíl byl z hlediska tvrdosti v ústech zaznamenán mezi vzorky 1 a 3 ( $p = 0,000126$ ), 1 a 5 ( $p = 0,005986$ ), 1 a 6 ( $p = 0,000552$ ), 3 a 4 ( $p = 0,001190$ ), 4 a 6

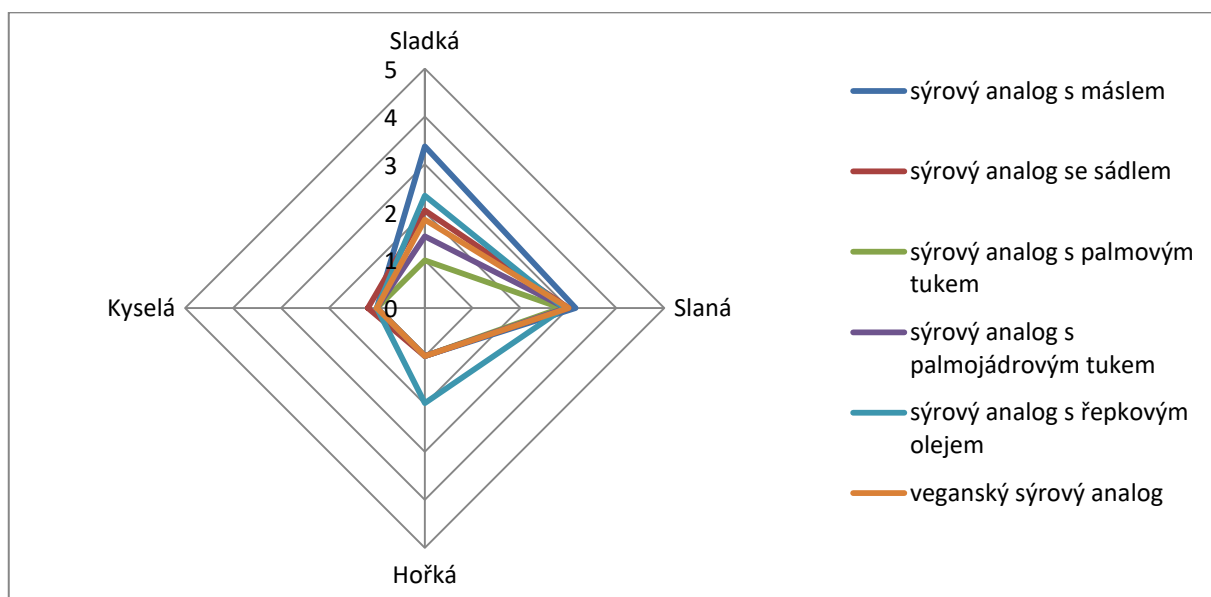
( $p = 0,026263$ ). Z grafu na obrázku č. 30 vyplývá, že je nejvýznamnější rozdíl z hlediska celkové příjemnosti tvrdosti v ústech mezi vzorky sýrového analogu s máslem a palmovým tukem (vzorky č. 1 a 3). Mezi ostatními dvojicemi vzorků není statisticky významný rozdíl na hladině pravděpodobnosti 0,05.

**Obrázek 30 - Grafické znázornění rozdílů mezi vzorky z hlediska tvrdosti v ústech**



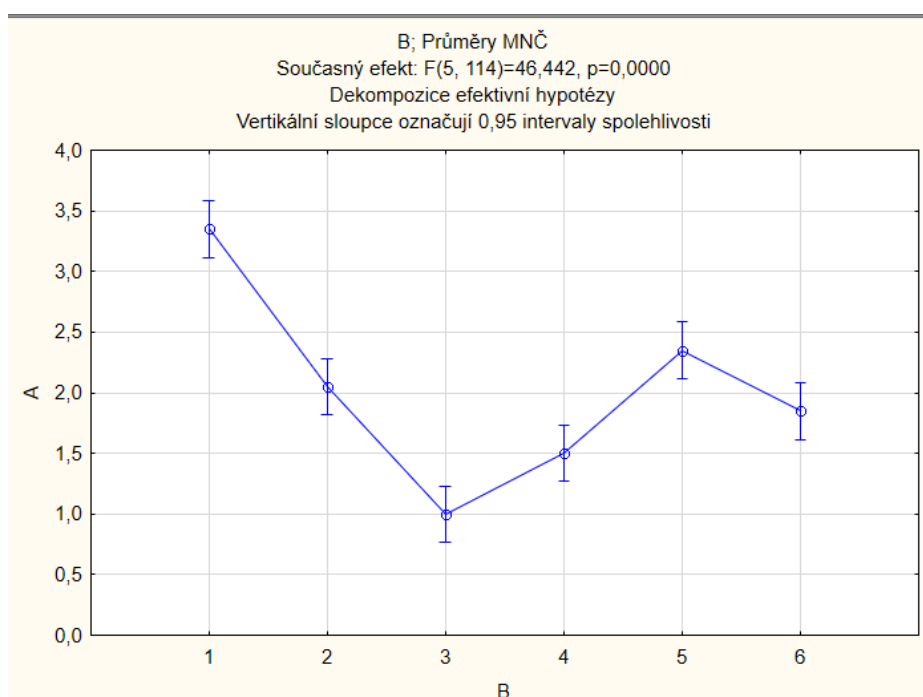
Graf na obrázku č. 31 porovnává čtyři základní ukazatele chutě, tedy sladkou, slanou, hořkou a kyselou. Téměř u všech vzorků byla zaznamenána velmi jemná sladká chuť, přičemž výjimku tvořil vzorek s palmovým tukem. Nejvyšší intenzita této chuti byla přiřazena vzorku s máslem (3,35), která byla dokonce nepatrně znatelnější než slaná chuť (3,15). V případě posuzování slané chuti se vzorkům dostávalo velmi blízkého hodnocení. Žádnému ze vzorků nebyla přiřazena intenzivní, ani neznatelná slaná chuť. Jako vzorek s velmi jemnou hořkostí byl některými posuzovateli vyhodnocen analog s řepkovým olejem (1,90). Za kyselý byl na základě hodnocení jednoho posuzovatele označen vzorek se sádlem. U ostatních vzorků nebyl zaznamenán vyšší podíl hořké ani kyselé chuti.

**Obrázek 31 - Průměrné hodnoty sladké, slané, hořké a kyselé chuti sýrových analogů**



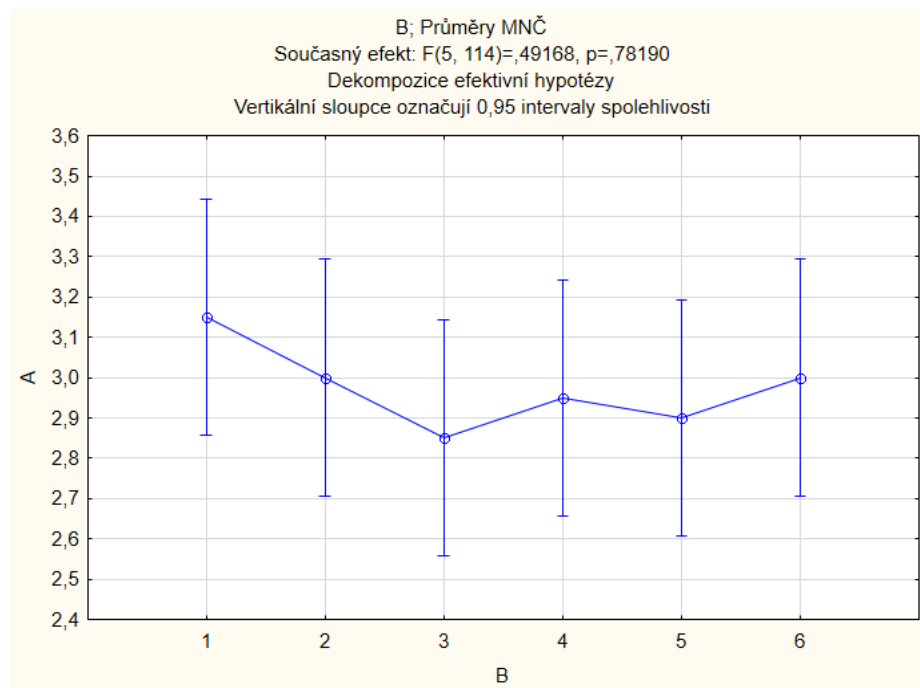
Z obrázku č. 32 je patrné, že se z hlediska sladké chuti od ostatních vzorků nejvíce odlišoval první vzorek ( $p = 0,000119$ ), tedy sýrový analog s máslem, u kterého byla zaznamenána nejvyšší míra této chuti ve srovnání s ostatními vzorky. Statisticky významný rozdíl je z hlediska sladké chuti mezi ostatními vzorky: 2 a 3 ( $p = 0,000119$ ), 2 a 4 ( $p = 0,015839$ ), 3 a 4 ( $p = 0,037760$ ), 3 a 5 ( $p = 0,000119$ ), 3 a 6 ( $p = 0,000135$ ), 4 a 5 ( $p = 0,000135$ ), 5 a 6 ( $p = 0,037760$ ). Mezi ostatními vzorky není statisticky významný rozdíl na hladině pravděpodobnosti 0,05.

**Obrázek 32 - Grafické znázornění rozdílů mezi vzorky z hlediska sladké chuti**



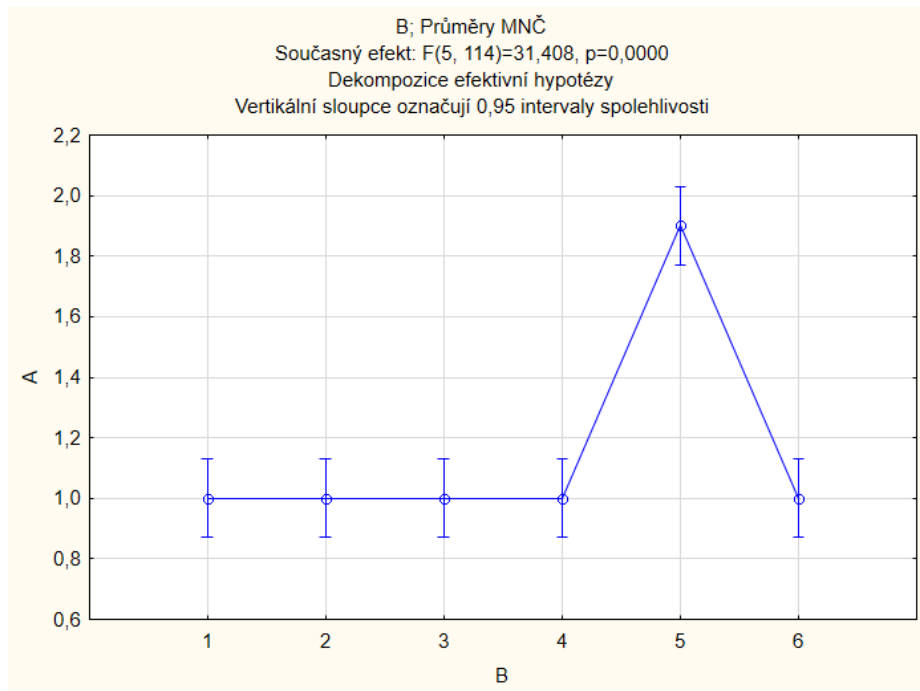
Při posuzování slané chuti nebyly mezi posuzovanými vzorky zaznamenány statisticky významné rozdíly na hladině pravděpodobnosti 0,05, což potvrzuje rovněž obrázek č. 33, ze kterého vyplývá, že jsou hodnocené vzorky srovnatelné.

**Obrázek 33 – Grafické znázornění rozdílů mezi vzorky z hlediska slané chuti**



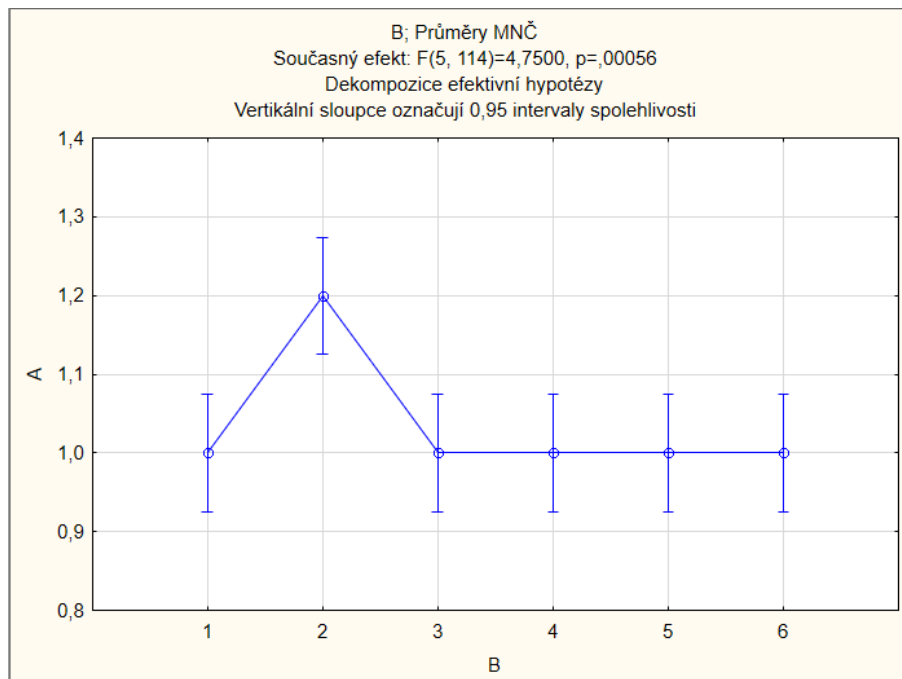
Z obrázku č. 34 je zřejmé, že se z hlediska hořké chuti od ostatních vzorků odlišuje vzorek č. 5 (sýrový analog s řepkovým olejem), u kterého byla zaznamenána vyšší míra hořké chuti v porovnání s ostatními vzorky a zároveň také statisticky významný rozdíl ( $p = 0,000119$ ). Mezi ostatními vzorky nebyl určen statisticky významný rozdíl na hladině pravděpodobnosti 0,05.

**Obrázek 34 – Grafické znázornění rozdílů mezi vzorky z hlediska hořké chuti**



Z obrázku č. 35 je zřejmé, že se z hlediska kyselé chuti od ostatních vzorků odlišuje vzorek č. 2 (sýrový analog se sádlem), u kterého byla zaznamenána vyšší míra této chuti v porovnání s ostatními vzorky a rovněž také statisticky významný rozdíl ( $p = 0,003502$ ). Mezi ostatními vzorky není statisticky významný rozdíl na hladině pravděpodobnosti 0,05.

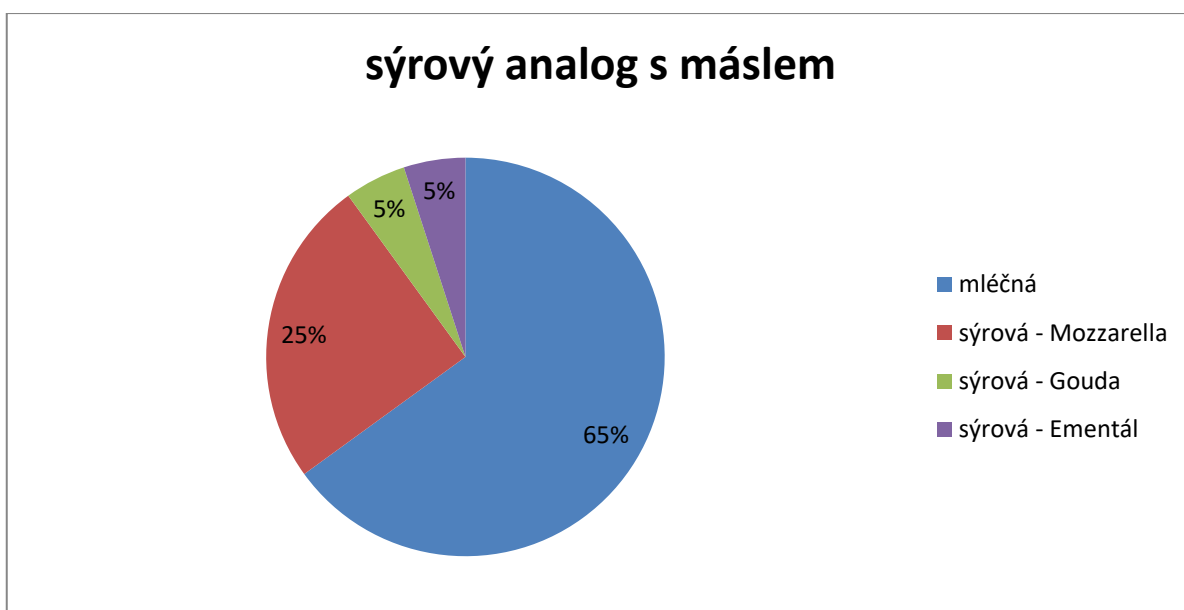
**Obrázek 35 - Znázornění rozdílů mezi vzorky z hlediska kyselé chuti**



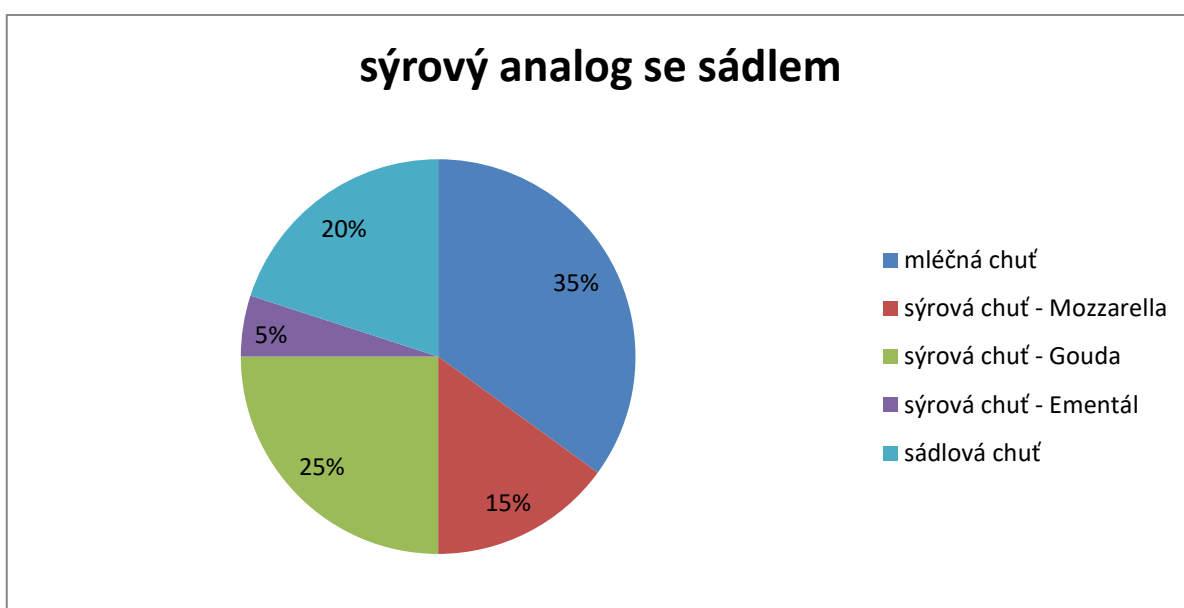
Při bližší specifikaci chuti a vůně volili hodnotitelé odpověď z nabízených možností, či prostřednictvím volného slovního popisu. Pokud se zaměříme na bližší specifikaci chuti

vzorků sýrových imitací (grafy znázorněné na obrázcích č. 36 až 41), mléčnou chuť nejčastěji posuzovatelé zaznamenali u sýrových analogů s máslem a sádlem. Zbývající vzorky měly převážně sýrovou chuť, konkrétněji chuť sýru Gouda (vzorky s palmojádrovým tukem a veganský sýrový analog), chuť sýru Ementál (vzorek s řepkovým olejem) a chuť sýru Mozzarella (vzorek s palmovým tukem). Do všech těchto vzorků však bylo přidáno pouze aroma sýru Mozzarella, ve stejném množství (2,5 %). Vzorek s řepkovým olejem byl také ve dvou případech hodnocen jako oříškový a nahořklý. Čtyři z posuzovatelů rovněž uvedli, že má vzorek s přidavkem sádla do jeho receptury znatelnou sádlovou chuť.

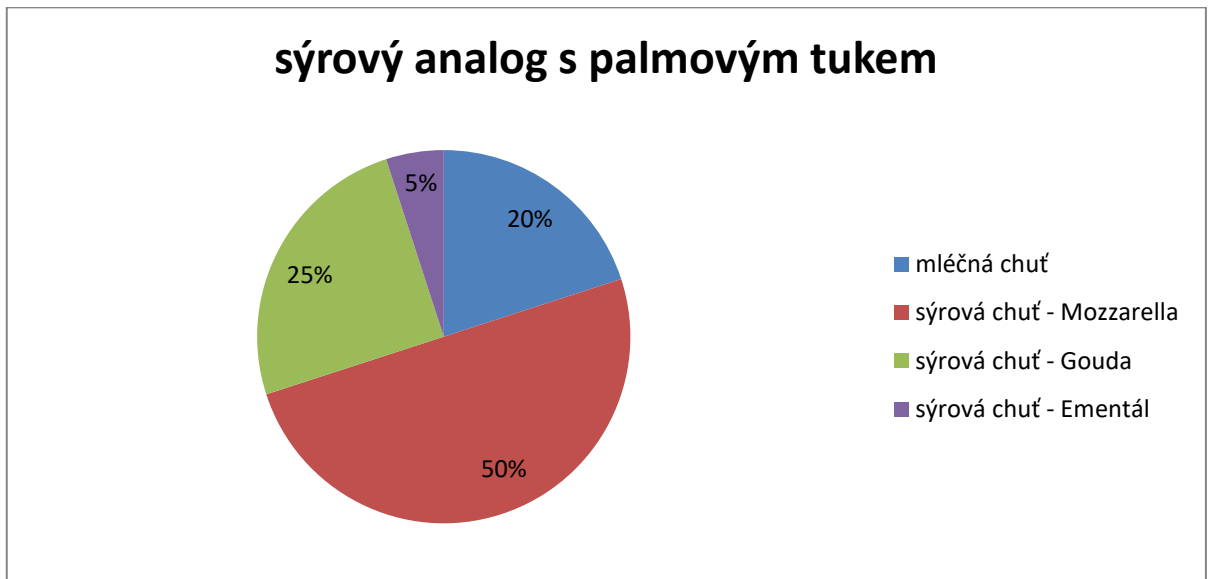
**Obrázek 36 - Bližší specifikace chuti sýrového analogu s máslem**



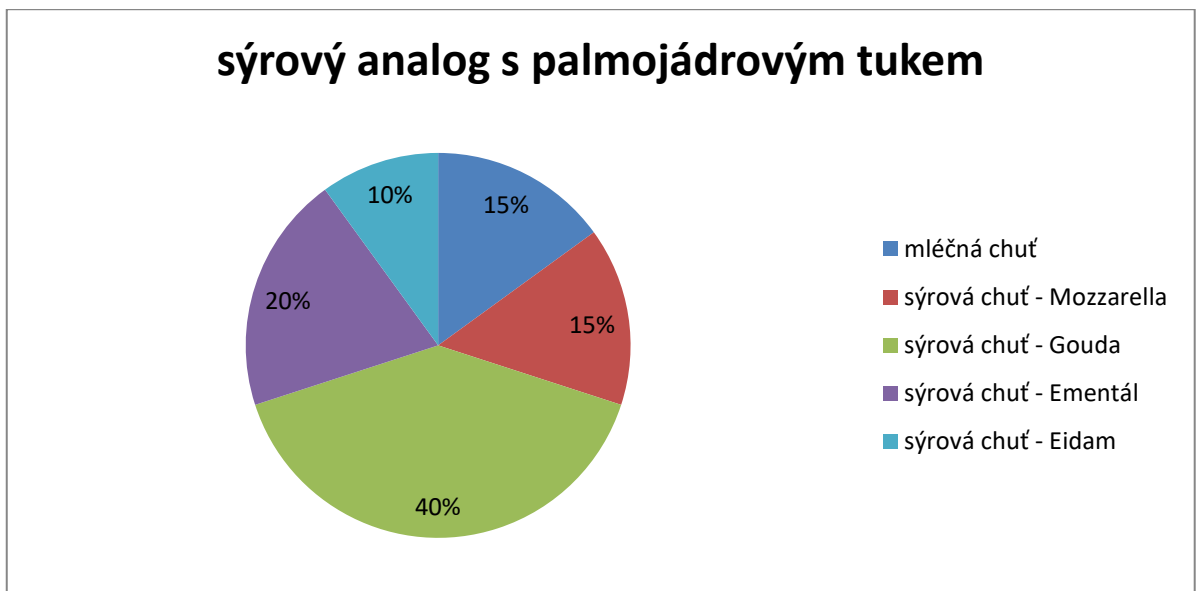
**Obrázek 37 - Bližší specifikace chuti sýrového analogu se sádlem**



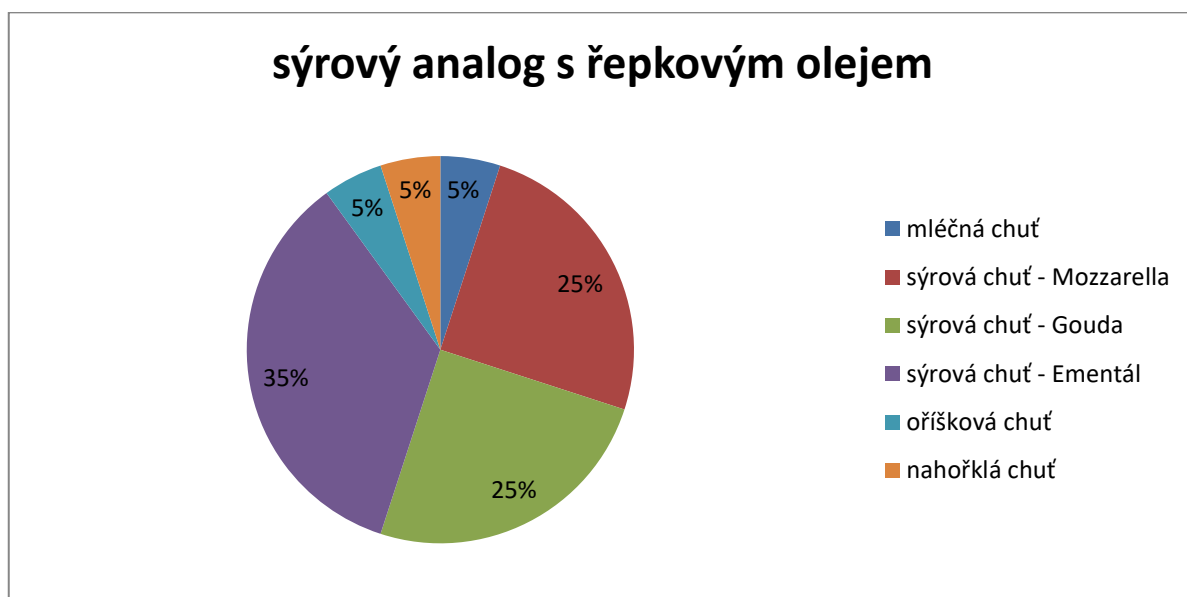
**Obrázek 38 - Bližší specifikace chuti sýrového analogu s palmovým tukem**



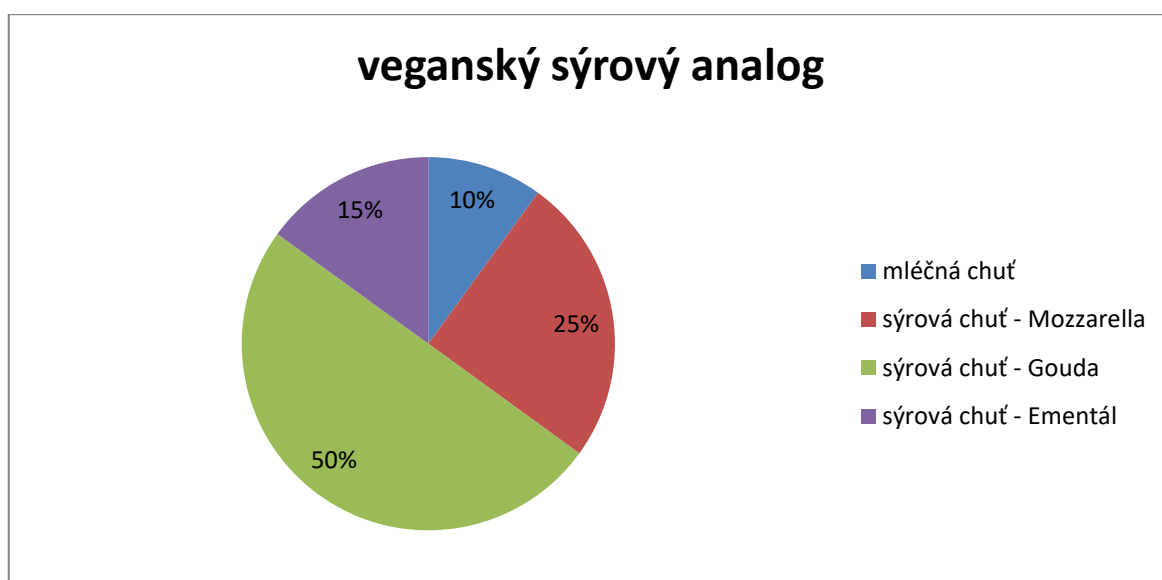
**Obrázek 39 - Bližší specifikace chuti sýrového analogu s palmojádrovým tukem**



**Obrázek 40 - Bližší specifikace chuti sýrového analogu s řepkovým olejem**



**Obrázek 41 - Bližší specifikace chuti veganského sýrového analogu**

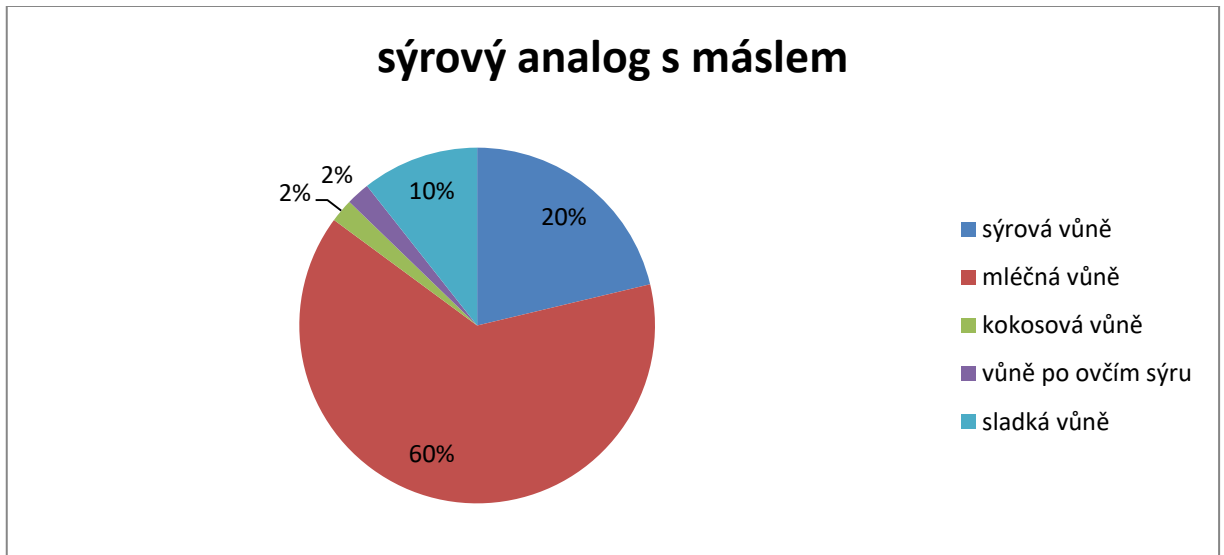


Při určování bližší specifikace vůně sýrového analogu s máslem (obrázek č. 42) byly kromě sýrové a mléčné zaznamenány také varianty sladká a kokosová vůně, či vůně po ovčím sýru, což lze pravděpodobně přisoudit přidavku másla, navozujícího mírně sladkou vůni. Jedním hodnotitelem byl také u tohoto vzorku určen cizí pach – nažluklý. U sýrového analogu se sádlem byla při bližší specifikaci nejčastěji volena vůně sádlová, z čehož je patrné, že má tento druh tuku na vůni vzorku poměrně významný vliv (obrázek č. 43). Vzorkům obsahujícím palmový (obrázek č. 44) a palmojádrový tuk (obrázek č. 45) bylo posuzovatelům přiděleno totožné hodnocení, u obou těchto vzorků převládala sýrová vůně. Převážná většina posuzovatelů určila, že má vzorek s řepkovým olejem sýrovou vůni, dva posuzovatelé mu však přiřadili také vůni oříškovou (obrázek č. 46). Více než polovina tázaných uvedla, že má



veganský analog sýrovou vůni, zatímco zbývající hodnotitelé cítili vůni mléčnou (obrázek č. 47). Pro výrobu všech posuzovaných vzorků bylo použito totožné množství jednoho druhu vybraného sýrového aroma (Mozzarella).

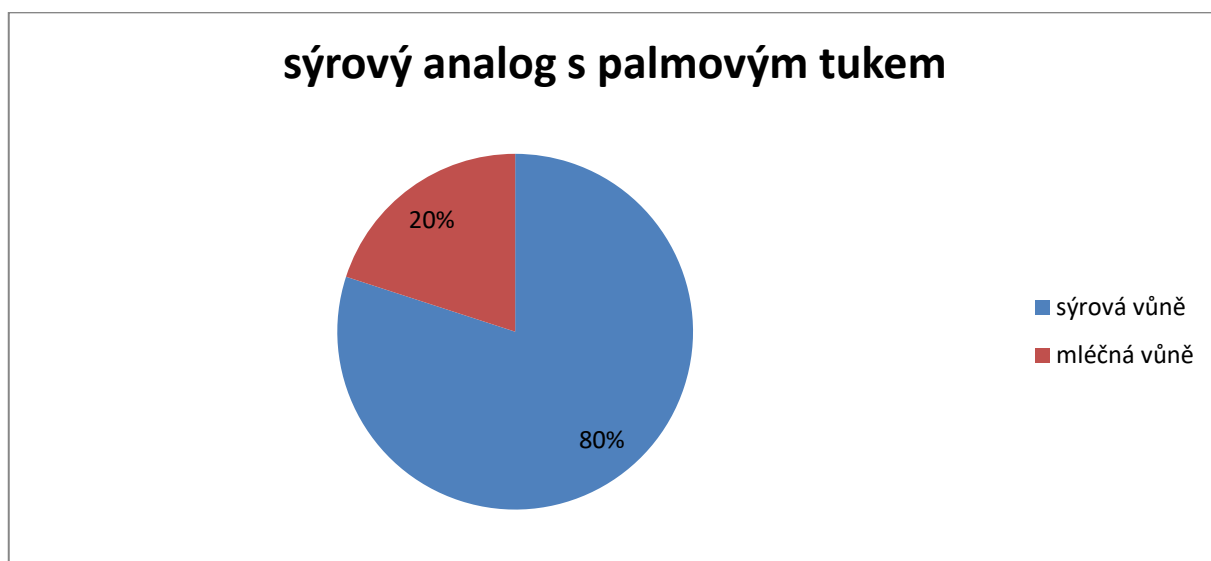
**Obrázek 42 - Specifikace vůně sýrového analogu s máslem**



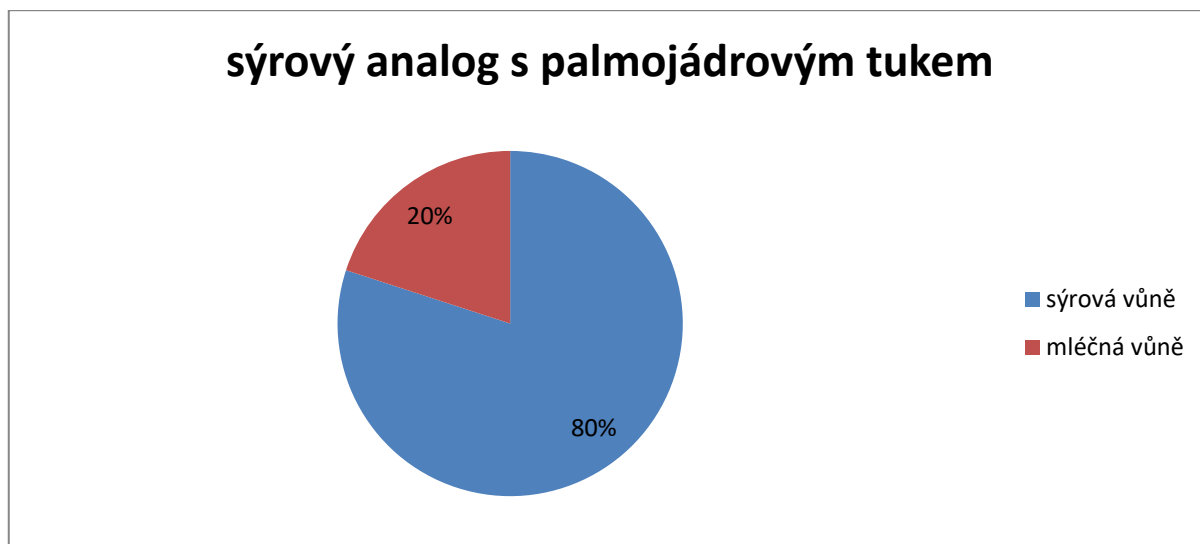
**Obrázek 43 - Specifikace vůně sýrového analogu se sádlem**



Obrázek 44 - Specifikace vůně sýrového analogu s palmovým tukem



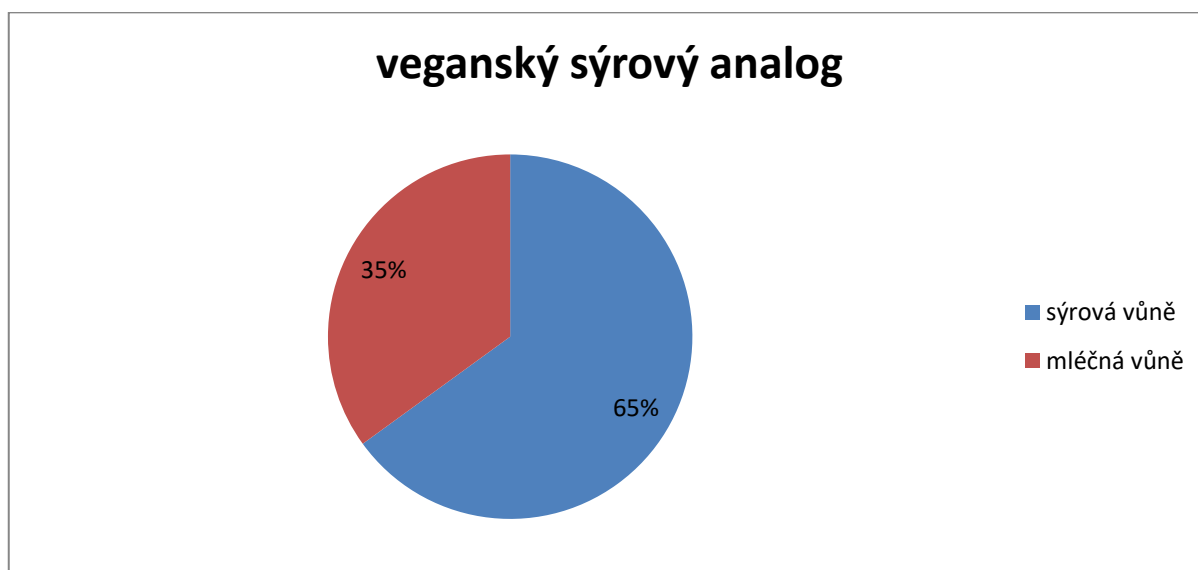
Obrázek 45 - Specifikace vůně sýrového analogu s palmojadrovým tukem



Obrázek 46 - Specifikace vůně sýrového analogu s nerafinovaným řepkovým olejem



**Obrázek 47 - Specifikace vůně u veganského sýrového analogu**



Hodnotitelům byly pro volbu barvy vzorků nabízeny varianty od bílé až po sytě žlutou. Jako bílý byl hodnocen vzorek s palmovým tukem. Nejvyšší shoda posuzovatelů při volbě barvy vzorku proběhla u analogu s řepkovým olejem, který byl vyhodnocen jako žlutý (tabulka č. 18). Všechny ostatní vzorky měly dle tázaných bledou, či béžovou barvu.

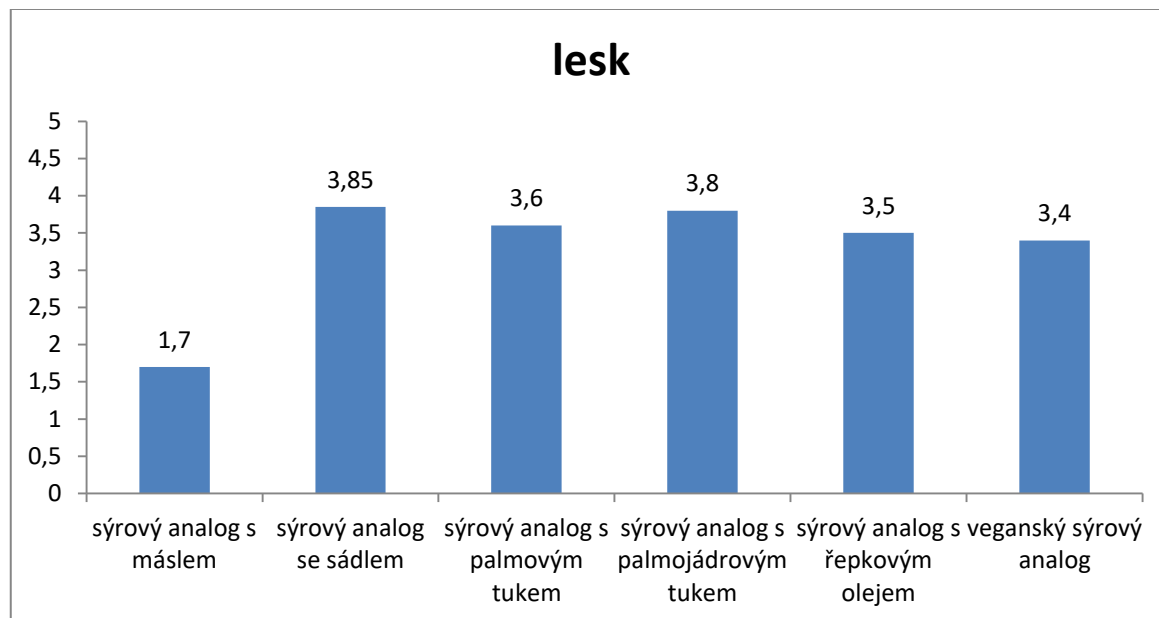
**Tabulka 18 - Procentuální četnosti odpovědí týkajících se hodnocení barvy**

Vzorek	Bílá (%)	Bledá (%)	Béžová (%)	Žlutá (%)	Sytě žlutá (%)
Sýrový analog s máslem	-	35	<b>65</b>	-	-
Sýrový analog se sádlem	15	<b>55</b>	30	-	-
Sýrový analog s palmovým tukem	<b>85</b>	15	-	-	-
Sýrový analog s palmojádrovým tukem	5	<b>80</b>	15	-	-
Sýrový analog s řepkovým olejem	-	-	5	<b>90</b>	5
Veganský sýrový analog	-	<b>80</b>	20	-	-

Graf na obrázku č. 48 popisuje porovnání sýrových analogů z hlediska lesku, který byl hodnocen na stupnici od jedné (matný) do pěti (lesklý). Posuzovatelé hodnotili jako

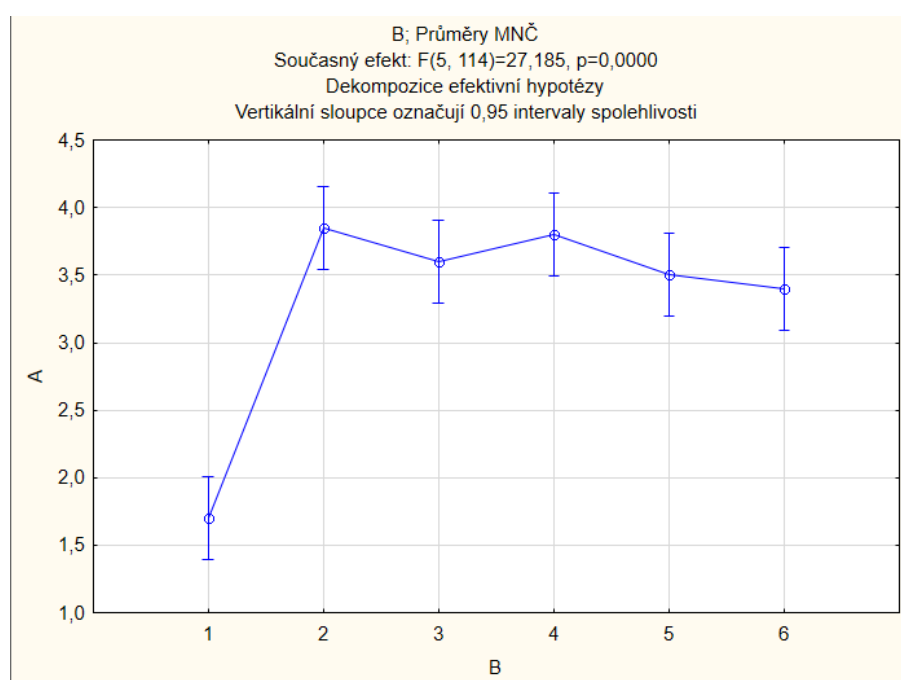
nejlesklejší vzorky sýrové analogy obsahující sádlo, palmový a palmojádrový tuk, zatímco za matný považovali vzorek s máslem.

**Obrázek 48 – Srovnání průměrných hodnot lesku sýrových analogů s různými druhy tuku**



Z obrázku č. 49 je zřejmé, že se z hlediska lesku od ostatních vzorků významněji odlišuje vzorek č. 1 (sýrový analog s máslem), u kterého byla zaznamenána nižší míra lesku v porovnání s ostatními vzorky a prostřednictvím statistického vyhodnocování také statisticky významný rozdíl ( $p = 0,000119$ ). Mezi ostatními vzorky nebyl určen statisticky významný rozdíl.

**Obrázek 49 - Grafické zhodnocení rozdílů mezi vzorky z hlediska lesku**



### 5.1.6 Porovnání vzorků laboratorně vyrobených sýrových analogů a sýrových analogů dostupných na trhu ČR

Nejběžněji dostupnými sýrovými analogy v prodejnách České republiky jsou tavené, z toho důvodu byly pro porovnání vyrobeného a zakoupeného vzorku sýrového analogu zvoleny právě tyto výrobky (s roztíratelnou konzistencí). Zakoupeným vzorkem byl výrobek Javor jemný tavený (obrázek č. 51), jehož přesnější složení je uvedeno v tabulce č. 13. Laboratorně vyrobený analog taveného sýra byl připraven s použitím kombinace másla a palmového tuku v poměru 1:1, s vyšším obsahem tavicích solí v porovnání s předešlými recepturami a přísadkou karagenanu (tabulka č. 12), tedy s obdobnou surovinovou skladbou jako zakoupený výrobek. Tyto vzorky (obrázek č. 50) byly porovnávány z hlediska obsahu sušiny, hodnot pH, konzistence, roztíratelnosti, lepivosti, soudržnosti, lesku, barvy, chuti a vůně. Formulář pro senzorické posuzování předložený panelu hodnotitelů je přiložen jako příloha č. 2.

**Obrázek 50 - Laboratorně připravený vzorek (vlevo) a zakoupený vzorek (vpravo) roztíratelné konzistence**



**Obrázek 51 - Javor jemný tavený (zakoupený výrobek)**



Při porovnání průměrných hodnot pH i obsahu sušiny vyrobeného a zakoupeného výrobku lze říci, že jsou si uvedené hodnoty velmi blízké (tabulky č. 19 a 20), laboratorně připravený vzorek má však nepatrně nižší hodnotu pH a vyšší obsah sušiny. Příklady obsahu sušiny dalších vybraných analogů zakoupených v obchodních řetězcích jsou uvedeny v tabulce č. 21.

**Tabulka 19 - Porovnání hodnot pH roztíratelného vyrobeného a zakoupeného sýrového analogu**

Vzorek	První měření	Druhé měření	Třetí měření	Průměrná hodnota pH
Javor jemný tavený	5,60	5,61	5,65	<b>5,62</b>
Roztíratelný vzorek	5,34	5,33	5,35	<b>5,34</b>

**Tabulka 20 - Porovnání obsahu sušiny roztíratelného vyrobeného a zakoupeného sýrového analogu**

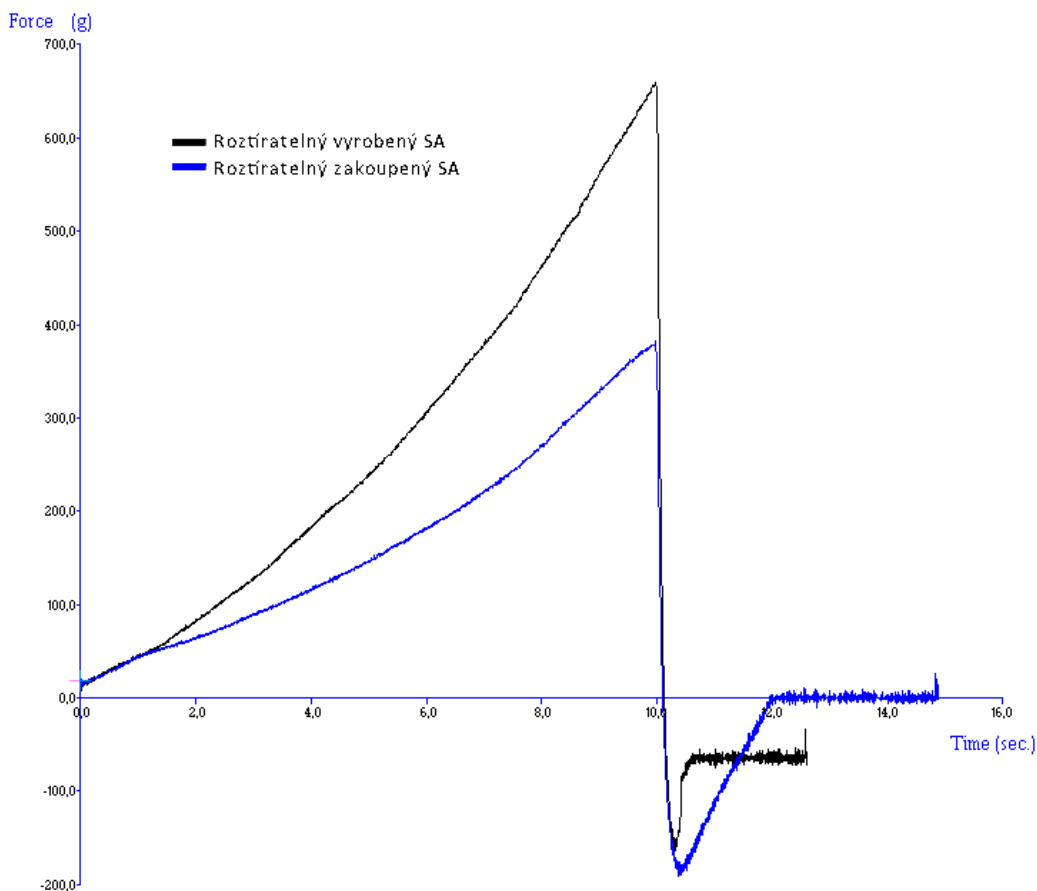
Vzorek	První měření (%)	Druhé měření (%)	Průměrný obsah sušiny (%)
Javor jemný tavený	37,80	38,20	<b>38,00</b>
Roztíratelný vzorek	39,83	39,81	<b>39,82</b>

**Tabulka 21 - Obsah sušiny vybraných sýrových analogů dostupných na trhu České republiky**

Výrobek	Obsah sušiny (%)	Výrobce
Javor jemný tavený	38	Savencia Fromage & Dairy Czech Republic, a. s.
Processed cheese slices	49	Milbona (Lidl Stiftung & Co)
Sendwich slices – tavené plátky	50	Cream Fields (Lidl Stiftung & Co)
Snack Emmentaler (potravinářský výrobek s rostlinným tukem)	40	Hofmeister Deutschland
Tenery tavený sýrový výrobek	40	Tenery
Vio Life Vegan cheese	53	Viotros S.A.
Smoked Gouda - cheese alternative (vegan cheese)	55	Liddells

Pokud porovnáme vyrobený a zakoupený roztíratelný analog z hlediska texturní analýzy zaměřené na posouzení pevnosti, lze tvrdit, že jsou tyto vzorky ve svých hodnotách odlišné, přičemž laboratorně připravený analog dosahoval podstatně vyšších hodnot pevnosti (659,2 g) ve srovnání se zakoupeným (382,7 g). U těchto vzorků byla zároveň zaznamenána lepivost, která je znázorněna zakončením křivky pod vodorovnou osou (obrázek č. 52).

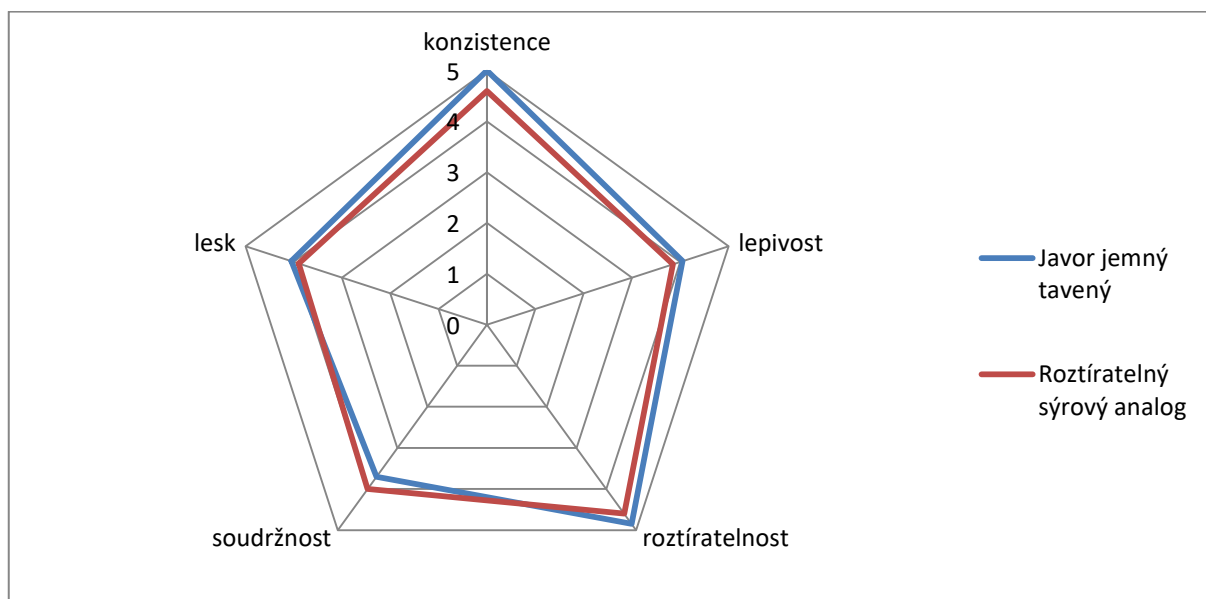
**Obrázek 52 - Srovnání hodnot pevnosti vyrobeného a zakoupeného vzorku**



Při posouzení průměrných hodnot konzistence (obrázek č. 53), označili hodnotitelé oba vzorky za homogenní (zakoupený vzorek – 5, vyrobený - 4,6), přičemž u zakoupeného vzorku došlo u všech tázaných k jednoznačné shodě. Na základě provedeného dvouvýběrového t-testu lze usuzovat, že mezi těmito vzorky existuje z hlediska jejich konzistence statisticky významný rozdíl ( $p = 0,00109$ ), neboť je tato hodnota nižší než stanovená hodnota 0,05, i přes to však byly oba vzorky označeny za homogenní (vyrobený vzorek - 4,6 a zakoupený vzorek - 5,0). Oba vzorky zároveň dosahovaly vysoké soudržnosti (vyrobený vzorek - 4 a zakoupený vzorek – 3,7), přičemž mezi těmito analogy nebyl zaznamenán statisticky významný rozdíl na hladině 0,05. Dle provedené sensorické analýzy měl lehce vyšší lepivost (4,05) a roztíratelnost (4,85) zakoupený vzorek, který byl zároveň při porovnání s vyrobeným analogem považován za mírně lesklejší (4,05). Laboratorně připravený vzorek dosahoval následujících hodnot: lepivost (3,85), roztíratelnost (4,5) a lesk (3,9). Z hodnot pravděpodobností uvedených v příloze č. 4 této práce plyne, že mezi zbylými parametry těchto dvou vzorků (lepivost, roztíratelnost a lesk) nebyl zaznamenán statisticky významný rozdíl.

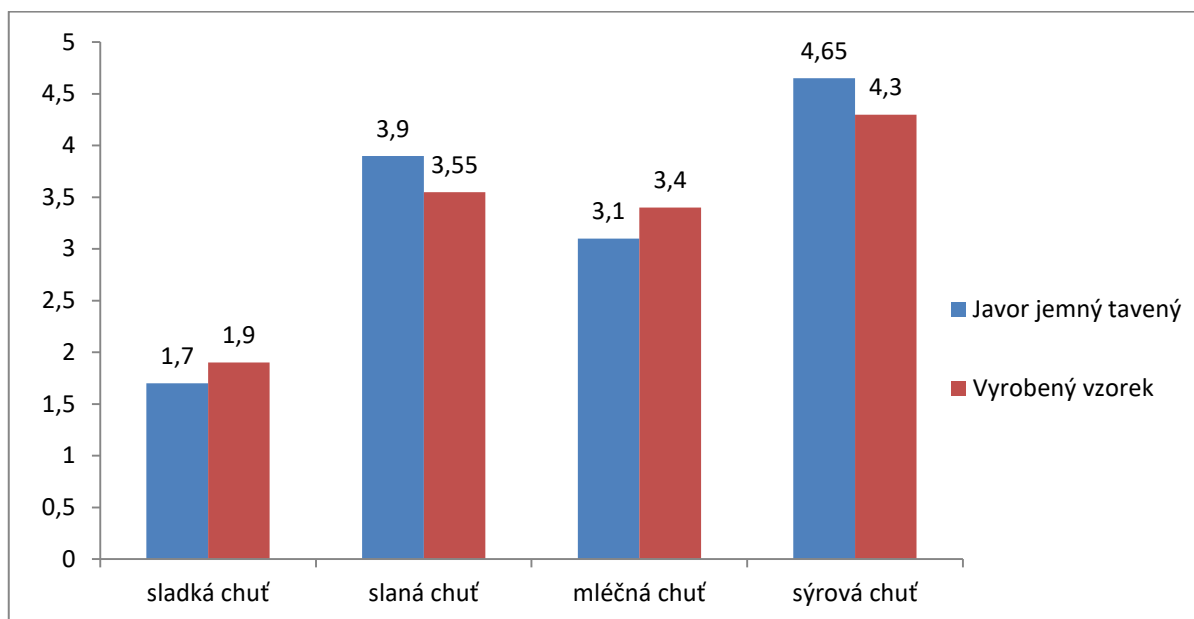


**Obrázek 53 - Průměrné hodnoty konzistence, lepivosti, roztíratelnosti, soudržnosti a lesku vyrobeného a zakoupeného analogu**



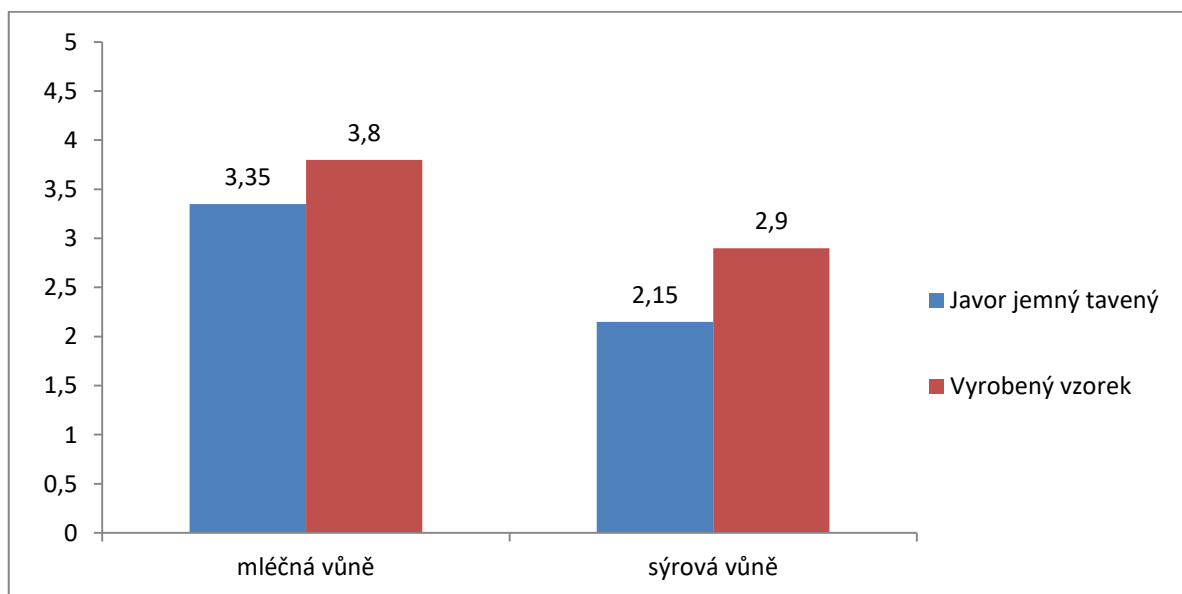
Proškolený panel hodnotitelů na základě svého sensorického posuzování určil, že měl zakoupený vzorek nepatrně výraznější slanou a zároveň sýrovou chuť v porovnání s vyrobeným vzorkem, zatímco druhý vzorek měl lehce znatelnější sladkou a mléčnou chuť, všechny tyto hodnoty si však byly poměrně blízké (obrázek č. 54). Na základě statistického vyhodnocení lze říci, že nebyly zaznamenány statisticky významné rozdíly v chuti těchto dvou vzorků. Hořká a kyselé chuť byla u obou vzorků všemi posuzovateli určena jako neznatelná. Při dotazu na určení jiné chuti vzorků prostřednictvím volného slovního popisu nebyla zaznamenána žádná odpověď.

**Obrázek 54 - Průměrné hodnocení chutí sladká, slaná, mléčná a sýrová při posuzování vyrobeného a zakoupeného analogu**



Pokud se zaměříme na vůni posuzovaných vzorků, lze říci že, měl vyrobený sýrový analog ve srovnání se zakoupeným analogem nepatrně vyšší intenzitu mléčné i sýrové vůně (obrázek č. 55), přičemž lze tvrdit, že mezi těmito vzorky existuje z hlediska mléčné ( $p = 0,033175$ ) i sýrové vůně ( $p = 0,000175$ ) statisticky významný rozdíl. Jinou vůni než sýrovou a mléčnou posuzovatelé u vzorků nezaznamenaly.

**Obrázek 55 - Průměrné hodnocení mléčné a sýrové vůně při posuzování vyrobeného a zakoupeného analogu**



Při určování barvy vzorků volili hodnotitelé odpovědi výběrem z nabízených variant. Z tabulky č. 22 vyplývá, že při hodnocení barvy sýrových analogů byly oba posuzované vzorky hodnoceny jako bledé.

**Tabulka 22 - Procentuální zastoupení četností odpovědí při posuzování barvy vyrobeného a zakoupeného analogu**

Vzorek	Bílá (%)	Bledá (%)	Běžová (%)	Žlutá (%)	Sytě žlutá (%)
Javor jemný tavený	5	<b>80</b>	15	-	-
Roztíratelný sýrový analog	5	<b>75</b>	20	-	-

## 6 Diskuze

Při stanovení hodnot pH a sušiny sýrových analogů bylo zjištěno, že vzorky s blízkou surovinovou skladbou, lišící se pouze použitým druhem tuku, dosahovaly velmi blízkých výsledků. Nejvyšší obsah sušiny (53,9 %) i hodnoty pH (6,12) ze všech proměřených vzorků byly zaznamenány u vzorku veganského analogu, lišícího se od ostatních vzorků nepřítomností mléčných složek a tavicích solí, které byly nahrazeny za karagenany. Tento vzorek rovněž obsahoval vyšší množství škrobu. Receptura vzorku roztíratelného sýrového analogu obsahovala ve srovnání s ostatními vzorky větší množství vody, což se projevilo také na jejím nižším podílu sušiny (39,82 %). Tento vzorek zároveň obsahoval vyšší dávku tavicích solí, která pravděpodobně ovlivnila jeho nižší hodnotu pH (5,34). Buňka a kol. (2007) uvádí, že tavicí soli mají obvykle slabě alkalický charakter a podílí se na úpravě hodnot pH tavených výrobků. Totéž tvrdí také Bachmann (2001), který popisuje, že tavicí soli, jako citronan sodný, snižují pH výsledného produktu. Buňka (2017) ve své publikaci uvádí, že se optimální hodnota pH tavených výrobků pohybuje v rozmezí 5,6 – 6,0, přičemž interval naměřených hodnot pH připravených vzorků byl 5,3 – 6,1. Toto rozmezí charakterizují jako přijatelné pro roztíratelné tavené sýry s požadovanými strukturními a sensorickými vlastnostmi také Guinee a kol. (2004). Z výše uvedeného lze tedy usuzovat, že rozdíly v procentuálním zastoupení sušiny a rozdíly hodnot pH vzorků sýrových analogů mohou být způsobeny odlišnostmi v jejich složení. Tento trend potvrzují také Guinee et al. (2004); Kapoor & Metzger (2008); Chen & Liu (2012), kteří tvrdí, že ingredience, které jsou v rámci surovinové skladby přidávány, ovlivňují fyzikálně-chemické, technologické a mikrobiologické vlastnosti tavených výrobků. Druh použitého tuku nijak významně neovlivnil obsah sušiny ani pH posuzovaných vzorků, totéž popisují Cunha et al. (2013).

U vybraných vzorků sýrových analogů byla hodnocena také míra jejich roztékavosti, která je důležitá zejména při posuzování vhodnosti typu sýra či sýrového analogu pro určité pekárenské a masné aplikace. Faktor roztékavosti vybraných vzorků sýrových analogů lze dle provedeného pokusu pro masné aplikace považovat za nejvýznamnější u vzorků sýrových analogů s máslem (úbytek hmotnosti 10,71 %) a se sádlem (úbytek hmotnosti 8,86 %). Nedomová (2015) uvádí, že mají oba tyto tuky poměrně nízký bod tání (35 – 40°C). Sýrová imitace s máslem však při předběžné pečící zkoušce ze své struktury uvolňovala větší množství tuku. Pro aplikaci analogu do párků tedy byla za vhodnější považována receptura se sádlem. Při výrobě párků se sýrem či sýrovým analogem je žádoucí, aby se sýr či jeho analog

při ohřívání uvnitř masového díla lehce roztekl, tyto kousky by však při následném řezu měly zůstat ve struktuře znatelné.

Při porovnání roztékavosti konkrétních analogů na pizze lze za více vyhovující považovat recepturu s „high melt“ škrobem, kde došlo k rovnoměrnému roztečení analogu bez výraznějšího uvolnění tuku, o čemž hovoří také Joshi et al. (2004), kteří uvádí, že by u sýra a sýrového analogu, určených pro dekoraci pizzy, nemělo docházet k oddělování tuku z jejich struktury. Fagan et al. (2007) popisují, že je roztékavost závislá na rozdílech ve složení jednotlivých vzorků a je tak ovlivňována například množstvím a druhem tuku, obsahu tavicích solí a vody.

U vzorků sýrových analogů byla prostřednictvím texturní analýzy proměřována také jejich pevnost. Významnými hodnotami pevnosti se vyznačovaly vzorky s palmovým (5376 g) a palmojádrovým tukem (5209 g). Mezi vzorky s obsahem tohoto tuku patřily také náhražky sýra na pizzu. Do receptury těchto analogů byl zároveň přidán kasein, což se projevilo rovněž na jejich pevnosti. Guinee et al. (2004) popisují, že přídavek mléčných bílkovinných koncentrátů (kasein, kaseinát či syrovátkové bílkoviny) zvyšuje pevnost sýrového analogu, avšak zároveň zhoršuje jeho tavicí schopnosti. Přídavek másla do receptury jednoho z analogů měl pravděpodobně vliv na hodnotu pevnosti tohoto produktu (1588 g), která byla nejnižší ze všech proměřovaných vzorků. Mezi další méně pevné vzorky patřily rovněž sýrové imitace se sádlem (2270 g) a řepkovým olejem (2240 g). Na nižších hodnotách pevnosti u vzorků s živočišnými tuky (másla a sádlo) se mohlo podílet zastoupení mastných kyselin s nižším bodem tání. Joshi et al., (2004) popisují, že druh a množství použitého tuku ovlivňuje texturní vlastnosti tavených sýrů a jejich analogů. Nižší obsah tuku v sušině vede k vytvoření soudržnější bílkovinné matrice, tedy k výrobě tužších vzorků (Piska a kol. 2000). Pevnost sýrových analogů významně ovlivňuje použití hydrokoloidů, zejména karagenanů (Vega et al. 2005). Tyto látky bývají také využívány pro svou schopnost snižovat lepivost tavených sýrů na obal (Černíková a kol. 2008). Při posuzování vlivu přídavku karagenanu do receptury roztíratelných sýrových analogů na jejich pevnost byl zaznamenán trend nárůstu pevnosti se zvyšujícím se obsahem tohoto hydrokoloidu, což je v souladu s tvrzením Salek a kol. (2017). Karagenany obsažené v receptuře veganského sýrového analogu však významný vliv na pevnost nevykazovaly, neboť tato hodnota byla ve srovnání s ostatními proměřovanými vzorky spíše nižší (1733,7 g). Na pevnosti tohoto vzorku se nijak významně nepodílel ani obsah sušiny, který byl u veganského vzorku nejvyšší. U všech proměřovaných vzorků byla zároveň zaznamenána lepivost.

Při senzoričném posuzování textury sýrových imitací měl dle provedené analýzy nejvíce homogenní konzistenci vzorek s palmovým tukem (4,9). Tento vzorek byl zároveň nejvíce soudržným (4,25). Naopak nejméně soudržným (2,3), měkkým (1,4) a nejméně homogenním (3,6) vzorkem byl analog s máslem.

Pokud se zaměříme na tvrdost v ústech, byly všechny vzorky považovány za méně tvrdé. Výjimku však tvořil vzorek s palmovým tukem, který byl označen jako analog se střední tvrdostí (2,5). Joshi et al. (2004) však tvrdí, že by palmový tuk měl zajišťovat spíše nižší tvrdost sýrových analogů, což je v souladu s tvrzením Ciprysové a kol. (2011). Na míru tvrdosti sýrového analogu však může mít vliv také množství a druh použitého škrobu (Bachmann 2001), přičemž u všech senzoričcky posuzovaných vzorků byl použit stejný druh škrobu (bramborový). Obsahem škrobu se však lišila receptura veganské imitace sýra, kde bylo jeho množství vyšší. Tento vzorek se svou hodnotou tvrdosti v ústech (2,3) blížil hodnotě vzorku s palmovým tukem. Jako nejměkčí byla vyhodnocena imitace sýru s máslem, což je v souladu s Cunha et al. (2013), kteří popisují, že vzorky s obsahem mléčného tuku mají významně nižší hodnoty tvrdosti ve srovnání se vzorky s rostlinným olejem. Nejvýznamnější statistický rozdíl byl z hlediska tvrdosti v ústech zaznamenán mezi vzorky s palmovým tukem a máslem ( $p = 0,000126$ ).

Cunha et al. (2010) ve své studii zaměřené na vliv tuků na mikrostrukturu sýrových analogů popisují, že analogy s nižším obsahem tuku vykazují nižší hodnoty elasticity. Marshall (1990) uvádí souvislost mezi menší velikostí částic tuku a pružnějším výrobkem. Menší průměr tukových kuliček zajišťuje rovnoměrnější rozdělení do proteinové matrice a zvýšení počtu interakcí mezi proteinem a tukem v produktu, což vede k jeho vyšší elasticitě (Pereira et al. 2001). Nejvyšší hodnoty elasticity dosahoval vzorek s palmojádrovým tukem (3,55). Elasticita je u sýrových analogů žádoucí z hlediska požadavků spotřebitelů. Buňka a Kopáček (2012) uvádí, že pro konzumenty tavených výrobků bývá více atraktivní více pružný produkt ve srovnání s méně pružným.

Lesk taveného sýra a jeho analogu je závislý na obsahu tuku (Bachmann 2001). Totéž popisuje také Costell (2002), který tvrdí, že je lesk ovlivňován množstvím a druhem použitého tuku. Dle provedeného pokusu lze tvrdit, že byly nejvíce lesklými vzorky analogy se sádlem (3,85) a palmojádrovým tukem (3,8). Naopak nejméně lesklým vzorkem byl analog s máslem, u kterého byl v porovnání s ostatními vzorky zaznamenán statisticky významný rozdíl ( $p = 0,000119$ ).

V případě posuzování slané chuti byly všechny vzorky hodnoceny velmi podobně. Mezi posuzovanými vzorky nebyl zaznamenán statisticky významný rozdíl na hladině 0,05.

Sladkou chuť poskytl imitaci sýra přídavek másla, u kterého byl v porovnání s ostatními vzorky zaznamenán statisticky významný rozdíl ( $p = 0,000119$ ). Velmi jemná hořká chuť byla zaznamenána u vzorku s řepkovým olejem, u něžž byl v porovnání s ostatními vzorky zaznamenán statisticky významný rozdíl ( $p = 0,000119$ ). Suková (2005) uvádí, že hořká chuť nerafinovaného řepkového oleje vzniká díky přítomnosti látek, jako jsou sinapin či fenolické látky v semeni řepky, což bylo možnou příčinou označování řepkového oleje za hořký. Významný vliv na chuť a vůni jednoho z posuzovaných analogů sehrálo také sádlo, které má své typické sensorické vlastnosti, přičemž však záleží na technologickém postupu výroby sádla. Průmyslově vyráběné sádlo může být v porovnání s domácím sádlem méně chuťově výrazné. U vzorku obsahujícího sádlo byl v porovnání s ostatními vzorky zaznamenán statisticky významný rozdíl ( $p = 0,003502$ ).

Do všech vzorků sýrových analogů bylo ve stejném množství přidáno aroma sýru Mozzarella, které převážné části vzorků dodalo sýrovou chuť i vůni. Konkrétní chuť sýru Mozzarella se projevila pouze u vzorku s palmovým tukem, který lze společně s palmojádrovým tukem označit za tuky bez typické chuti a zápachu, ve kterých přidané aroma poměrně snadno vynikne.

Analog s obsahem řepkového oleje měl mimo sýrové vůně také oříškovou, což vysvětluje také Suková (2005), nerafinované oleje mívají výraznější vůni, která bývá cítit po semenech či ořechách. Nerafinovaný řepkový olej pravděpodobně evokoval u posuzovatelů oříškovou vůni v závislosti na svém technologickém procesu přípravy, kdy díky nižším teplotám nedošlo ke změně jeho přirozených sensorických vlastností. Na základě provedeného sensorického posuzování lze zároveň říci, že existuje vliv různých druhů tuku na chuť a vůni sýrových imitací.

Při posuzování barvy byly všechny vzorky hodnoceny velmi podobně, tedy převážně jako světlé, výjimku ovšem tvořil vzorek s řepkovým olejem, který byl dle 90 % hodnotitelů jasně žlutý. Nerafinovaný řepkový olej má ve srovnání s ostatními tuky sám o sobě výrazně žlutou barvu, zatímco u řepkového oleje, který prochází procesem rafinace, dochází k částečnému odstranění karotenoidů, chlorofylů a aromatických látek a vzniká tak olej, který má světlejší barvu (Suková 2005).

Jak již bylo zmíněno, v receptuře veganského sýrového analogu byly nahrazeny tavicí soli za karagenany, které analogu dodaly vhodné texturní vlastnosti, přibližující se přírodnímu sýru, což odpovídá tvrzení Černíkové a kol. (2009), popisujících, že  $\kappa$ -karagenany disponují schopností želatizace a lze je použít jako substituenty tavicích solí, kdy jejich přídavek 1 g na 100 g výrobku poskytuje požadovanou texturu. Veganský sýrový analog dosahoval

nadprůměrných hodnot celkové příjemnosti vzhledu. Celková příjemnost jeho chuti však byla hodnocena ve srovnání s ostatními vzorky o něco hůře, avšak stále jako přijatelná.

Pokud porovnáme laboratorně připravený analog taveného sýra se zakoupeným, lze říci, že jsou si oba vzorky svými sensorickými vlastnostmi velmi blízké. Oba vzorky byly označeny jako homogenní, disponující vysokým leskem. Buňka a kol. (2007) uvádí, že je lesk pro spotřebitele důležitým parametrem při volbě taveného výrobku. Při posuzování chuti vzorků nebyly zaznamenány významné rozdíly, hodnocení vůně však statisticky významné rozdíly prokázalo – mléčná vůně ( $p = 0,033175$ ) a sýrová vůně ( $p = 0,000175$ ), přičemž vyšší intenzity obou těchto vůní dosahoval vyrobený sýrový analog. Významná odlišnost mezi těmito vzorky byla zaznamenána také z hlediska jejich pevnosti (hodnoty 382,7 g a 659,2 g), přičemž pevnějším vzorkem byl laboratorně připravený roztíratelný analog. Oba vzorky obsahovaly přídavek karagenanu. Z hlediska ostatních posuzovaných vlastností, jako je například roztíratelnost, nebyly mezi těmito vzorky zaznamenány statisticky významné rozdíly. Dle Buňky a kol. (2009) bývá roztíratelnost tavených sýrů a jejich analogů ovlivňována zejména použitím tavicích solí, jejich druhem a množstvím. Bachmann (2001) popisuje, že ke zlepšení procesu tavení dochází díky přídavku 1 % citronanu sodného. Tato tavicí sůl byla rovněž zahrnuta do receptury roztíratelného vzorku této diplomové práce, společně s fosforečnanem draselným v poměru 1:1. Do receptury roztíratelného vzorku byl však přidán také karagenan (0,4 %), který byl rovněž součástí zakoupeného analogu.

Pro výrobu sýrových analogů praktické části této práce byla použita směs tavicích solí E331 (citronan sodný) a E340 (fosforečnan draselný). Citronan sodný je přídatná látka, u níž nebyly zaznamenány žádné nežádoucí účinky a je tedy považována za bezpečnou látku (Online 2 2015). Skurray (2006) uvádí, že v případě nedostatku vitamínu D může u některých osob citronan sodný způsobovat špatné vstřebávání vápníku. Tato látka se využívá kromě tavených sýrů také například při výrobě masných výrobků či ve výrobku Lipánek kakaový, který je určen pro děti (Vrbová, 2001). Fosforečnan draselný se v potravinách běžně využívá k úpravě kyselosti nebo jako stabilizátor. Maximální přípustné množství této tavicí soli je 70 mg na jeden kilogram hmotnosti člověka (Skurray, 2006).



## 7 Závěr

Při porovnání laboratorně připraveného a zakoupeného vzorku bylo zjištěno, že v jejich hodnotách pH a obsahu sušiny byly zaznamenány pouze nepatrné rozdíly. Vyrobený analog dle texturní analýzy ovšem vykazoval vyšší hodnoty pevnosti (659,2 g) ve srovnání se zakoupeným výrobkem (382,7 g). Z hlediska provedené sensorické analýzy byly mezi těmito vzorky určeny statisticky významné rozdíly v jejich konzistenci ( $p = 0,000119$ ), ačkoliv byly oba vzorky vyhodnoceny jako homogenní (hodnoty 4,6 a 5). Rozdílnost se projevila rovněž v jejich mléčné ( $p = 0,033175$ ) a sýrové vůni ( $p = 0,000175$ ), přičemž vyšší intenzitu obou těchto vůní měl laboratorně připravený vzorek. Tyto vzorky lze označit za srovnatelné z hlediska jejich soudržnosti, lepivosti, roztíratelnosti a lesku, neboť mezi jejich hodnotami nebyly zaznamenány statisticky významné rozdíly. Z provedeného posuzování tedy vyplynulo, že si jsou laboratorně připravený a zakoupený roztíratelný výrobek svými sensorickými i vybranými fyzikálně-chemickými vlastnostmi blízké.

Z hlediska celkového sensorického a texturního posouzení laboratorně připravených vzorků s různými druhy tuků lze za nejvhodnější recepturu považovat vzorek připravený s použitím palmového tuku. Tento analog byl hodnocen jako celkově nejpříjemnější ze všech vzorků z hlediska vzhledu, textury i vůně. Palmový a palmojádrový tuk nejsou typické svou chutí, ani zápachem a poměrně snadno tak přejímají sensorické vlastnosti ostatních surovin použitých při výrobě, jako je například přidané aroma, což je u tohoto druhu výrobků žádoucí. „Pouze“ jako přijatelné byly při sensorickém posuzování celkové příjemnosti chuti a vůně hodnoceny vzorky se sádlem a nerafinovaným řepkovým olejem, což mohlo být ovlivněno skutečností, že tyto tuky mívají v závislosti na technologickém procesu výroby svou specifickou chuť a vůni. Přídavek másla do receptury sýrového analogu dodal vzorku příjemnou chuť, avšak jeho texturní vlastnosti byly v porovnání s ostatními vzorky méně přijatelné.

Nejméně pevným vzorkem byl analog připravený s použitím másla a mezi další méně pevné vzorky patřil rovněž analog se sádlem, z čehož lze usuzovat, že se na nižších hodnotách pevnosti mohlo podílet zastoupení mastných kyselin s nižším bodem tání. Nejpevnější texturu poskytly výrobkům palmový a palmojádrový tuk. Na základě provedené texturní analýzy lze tedy tvrdit, že má na hodnoty pevnosti vliv druh použitého tuku. Pevnost sýrových analogů také významně ovlivňuje použití karagenanů, kdy jejich zvyšující se přídavek zajišťuje vyšší hodnoty.

Při posuzování fyzikálně-chemických vlastností laboratorně připravených vzorků s různými recepturami byla zaznamenána nejvyšší hodnota pH (6,12) a rovněž obsahu sušiny (53,9 %) u veganské náhražky sýra, který se od ostatních receptur lišil kromě nepřítomnosti mléčných složek také substitucí tavicích solí za karagenany. Hodnota sušiny tohoto vyrobeného vzorku byla srovnatelná s hodnotou vybraných veganských analogů dostupných v tržní síti České republiky.

Na základě provedeného posuzování lze tedy konstatovat, že existuje vliv různých druhů tuků na senzorycké i texturní vlastnosti sýrových analogů. Druh použitého tuku však nijak významně neovlivňuje obsah sušiny, ani hodnotu pH posuzovaných vzorků. Rozdíly v procentuálním zastoupení sušiny a zároveň také hodnot pH připravených sýrových náhražek mohou být způsobeny odlišnostmi v jejich složení, přičemž hodnotu pH může ovlivňovat také přítomnost tavicích solí v receptuře.

V této práci byla rovněž posuzována roztékavost vybraných sýrových imitací, významná pro posouzení jejich vhodnosti pro pekárenské a masné aplikace. Z připravených vzorků sýrových imitací na pizzu byla jako nejvhodnější vyhodnocena receptura s použitím „high melt“ škrobu, která se na připravené pizze rovnoměrně roztekla a ve srovnání s ostatními analogy a přírodním sýrem neuvolňovala tuk. Požadované senzorycké i texturní vlastnosti sýrového analogu v párcích připravených z vepřového masa poskytla receptura se sádkem, jakožto živočišným tukem s nižší teplotou tání ve srovnání s ostatními posuzovanými rostlinnými tuky. Obě tyto receptury je tedy možné aplikovat v praxi.

Často diskutovanou složkou přírodních sýrů z nutričního hlediska bývá mléčný tuk, který pozitivně ovlivňuje senzoryckou jakost sýrů a jejich analogů. Tento tuk však obsahuje nezanedbatelné množství nasycených mastných kyselin, což limituje jeho postavení ve výživě člověka. Obecně se doporučuje upřednostňovat výrobky s nižším obsahem tuku a výrobky s přídavkem tuku rostlinného, který produktu přináší příznivější složení mastných kyselin. Vhodnou alternativou tak mohou být právě sýrové analogy. Pro jejich výrobu ovšem mnohdy bývá využíván palmový tuk, z důvodu nižší pořizovací ceny této suroviny a zároveň pro zajištění požadovaných texturních vlastností, což bylo také potvrzeno v této práci. Téměř polovinu obsahu mastných kyselin palmového tuku však tvoří nasycené mastné kyseliny. Živočišné tuky, jako sádlo a máslo, rovněž obsahují vyšší podíl nasycených mastných kyselin a ovlivňují výrobek zejména z hlediska chuti. Z nutričního hlediska jsou pro výrobu sýrových imitací vhodnějšími tuky řepkový, sójový či slunečnicový olej, mající příznivější skladbu mastných kyselin. Řada běžně dostupných olejů prochází technologickým procesem rafinace, kdy dochází ke tvorbě trans-nenasycených mastných kyselin, jejichž množství však bývá

zanedbatelné. Pro výrobu vzorku obsahujícího řepkový olej byl v této práci zvolen olej nerafinovaný, který však svými typickými senzoryckými vlastnostmi ovlivnil výsledný produkt, což se projevilo také v jeho hodnocení.

Tavené výrobky mohou mít ve srovnání s přírodními sýry nižší výživovou hodnotu, díky přidavku tavicích solí a působení vyšších teplot při jejich výrobě. U řady z nich však dochází k fortifikaci vitaminy, jako je například vitamin B<sub>12</sub>. Nevýhodou tavicích solí je z nutričního hlediska vyšší poměr fosforu a vápníku. Tyto látky mají schopnost vázat vápník a ovlivňovat tak jeho biodisponibilitu, která je ovšem stále vyšší ve srovnání s některými rostlinnými zdroji, obsahujícími oxaláty a fytáty. Z toho důvodu byla v praktické části této práce připravena také receptura veganské alternativy sýra s použitím karagenanů, jakožto náhradou tavicích solí. Konzumace tohoto druhu potravin bývá rovněž spojována s vyšším příjmem solí, poměrně vysokým obsahem této látky však disponují také některé sýry.

Závěrem lze říci, že sýrové analogy mají rovnocenné senzorycké i některé fyzikálně-chemické vlastnosti, jako je obsah sušiny a hodnota pH, jako sýry a byla tak potvrzena stanovená hypotéza. Nutno však zkonstatovat, že sýrové analogy lze z výživového hlediska považovat za vhodnou alternativu pouze v závislosti na jejich složení a kvalitě použitých surovin. Vzhledem k tomu, že většina sýrových imitací dostupných na Českém trhu se vyskytuje v tavené formě, by bylo vhodné se z pohledu výrobců tohoto druhu potravin, více zaměřit na výrobu sýrových analogů bez nutnosti použití tavicích solí. Domnívám se však, že díky zlepšujícímu se povědomí spotřebitelů o problematice potravin a jejich stoupajícímu zájmu o nutričně přínosnější potraviny je zlepšení nutriční kvality některých sýrových analogů pouze otázkou budoucnosti.

## 8 Seznam literatury

- Alsaffar A. 2011. Effect of food processing on the resistant starch content of cereals and cereal products - a review. *International Journal of Food Science and Technology* **46**:455-462.
- Anděl M, Dostálová J, Dlouhý P, Drbohlav J. 2010. Česká technologická platforma pro potraviny. Sýry a tvarohy ve výživě. Potravinářská komora České republiky. 12 s.
- Bachmann HP. 2001. Cheese analogues: a review. *International Dairy Journal* **11**:505-515.
- Bennet RJ, Trivedi D, Reid Y, Hamar Y, Lee SK. 2006. The effect of starch addition on the rheological and microstructural properties of model processed cheese. *The Australian Journal of Dairy Technology*. Melbourne. **61**:157 – 159.
- Buňka F. 2013. Tavené sýry a faktory ovlivňující jejich konzistenci. Vědecké spisy Vysokého učení technického v Brně **7**:19-23.
- Buňka F, Buňková L, Kráčmar S. 2009. Základní principy výroby tavených sýrů. *Folia Mendelovy Zemědělské a lesnické univerzity v Brně*. 68 s.
- Buňka F, Hrabě J, Černíková M. 2007. Výroba tavených sýrů a jejich minimální trvanlivost. 68 s.
- Buňka F, Kopáček J. 2012. Mýty o tavených sýrech a jak proti nim argumentovat. *Potravinářská revue* **1**:26–29.
- Buňka F, Pavlínek V, Hrabě J, Rop O, Janiš R, Krejčí J. 2007. Effect of 1-monoacylglycerides on viscoelastic properties of processed cheeses. *International Journal of Food Properties* **10**:819-828.
- Buňková L, Buňka F, Doležalková I. 2010. Mikrobiologie tavených sýrů. *Mlékařské listy* **120**:32-37.
- Brát J. 2015. Palmový olej z pohledu výživy. *Společnost pro výživu. Výživa a potraviny* **6**:24-28.
- Brát J, Dostálová J. 2016. Je kokosový tuk skutečně superpotravina? *Společnost pro výživu. Výživa a potraviny* **12**:33-35.

Caric M, Kaláb M. 1997. Processed cheese products. Cheese: chemistry, physics and Microbiology. Vol. 2. Major Cheese Groups. 2. ed. Elsevier Applied Science. New York, 467-505 p.

Ciprysová Z, Buňka F, Tremlová B, Randulová Z, Janiš R. 2011. Sledování texturních vlastností tavených sýrů a jejich analogů v závislosti na druhu použitého tuku s různým zastoupením mastných kyselin. Mlékařské listy **22**:1-2.

Costell E. 2002. A comparison of sensory methods in quality control. Food Quality Prefer **13**:341-353.

Cunha CR, Grimaldi R, Alcântara MR, Viotto WH. 2013. Effect of the type of fat on rheology, functional properties and sensory acceptance of spreadable cheese analogue. International Journal of Dairy Technology **66**:54-62.

Cunha CR, Dias AI, Viotto WH. 2010. Microstructure, texture, colour and sensory evaluation of a spreadable processed cheese analogue made with vegetable fat. Food Research International **43**:723–729.

Černíková M, Buňka F, Pospiech M, Tremlová B, Hladká K, Pavlínek V, Březina P. 2009. Replacement of traditional emulsifying salts by selected hydrocolloids in processed cheese production. International Dairy Journal **22**:336-343.

ČSN EN ISO 5492. Senzorická analýza – slovník. Metody zkoušení a společná ustanovení. Třídící znak: 560030. 2009. 40 s. Available from <https://www.nlnorm.cz/terminologicky-slovník/47636> (accessed July 2018).

ČSN ISO 6658 (560050) A. 2009. Senzorická analýza – Metodologie – Všeobecné pokyny. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. Praha. Dostupné také z: Available from <http://csnonline.agentura-cas.cz/> (accessed July 2018).

ČSN ISO 8589 (560036) A. 2008. Senzorická analýza, obecné pokyny pro uspořádání senzorického pracoviště. Český normalizační institut. Praha.

ČSN 57 1300. 2000. Tavené sýry a tavené sýrové výrobky, společná ustanovení. Český normalizační institut. Praha.

Český statistický úřad. 2018. Spotřeba potravin za rok 2017. Available from [http://invenio.nusl.cz/record/373484/files/nusl-373484\\_1.pdf](http://invenio.nusl.cz/record/373484/files/nusl-373484_1.pdf) (accessed July 2018).

Dostálová J, Čurda L. 2010. Význam tavených sýrů ve výživě. *Výživa a potraviny - Zpravodaj pro školní stravování* **65**:29-30.

Dostálová J, Doležal M, Revenco D, Brát J. 2014. Složení mastných kyselin tuku ve výrobcích používaných jako pomazánka. *Výživa a potraviny* **12**:19-20.

EFSA. European Food Safety Authority. Scientific Opinion on Dietary Reference Values for fats, including saturated fatty acids, polyunsaturated fatty acids, monounsaturated fatty acids, trans-fatty acids, and cholesterol. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies (NDA). *EFSA Journal* 2010; **8**:1461. Available from <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2903/j.efsa.2010.1461> (accessed August 2018).

Erben K. 2016. Homocystein, civilizační choroby a biochemické zdraví. Vydavatelství Bondy. Praha. 199 s.

Erbenová T. 2017. Význam sýrů a sýrových analogů ve výživě člověka. Praha, 2017. Bakalářská práce. Česká zemědělská univerzita v Praze. Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů.

Eritslund J. 2000. Safety considerations of polyunsaturated fatty acids. *American Journal of Clinical Nutrition* **71**:197– 201.

Evropská spolupráce pro akreditaci. 2004. Číslo dokumentu: 4/09. Akreditace senzorických zkušebních laboratoří. Available from [https://web.vscht.cz/~kocourev/files/EA%2004\\_09\\_web.pdf](https://web.vscht.cz/~kocourev/files/EA%2004_09_web.pdf) (accessed November 2018).

Fagan C, Everad C, O'donnell C, Downey G, Sheenan E, Delahunty C, O'callaghan D, Howard V. 2007. Prediction of processed cheese instrumental texture and meltability by mid-infrared spectroscopy. 1077 p.

FAO, WHO. 2018. General standard for food additives Codex Stan 192-1995 (revised 2018). International Food Standards. Available from [http://www.fao.org/gsfonline/docs/CXS\\_192e.pdf](http://www.fao.org/gsfonline/docs/CXS_192e.pdf) (accessed September 2018).

FDA. 2006. Qualified Health Claims: Unsaturated Fatty Acids from Canola Oil and Reduced Risk of Coronary Heart Disease. Available from <https://www.fda.gov/food/ingredientspackaginglabeling/labelingnutrition/ucm072958.html> (accessed September 2018).

Fox PF, Guinee TR, Cogan TM, Mc Sweeney PLM. 2000. Fundamentals of Cheese Science. Springer US. 450 p.

Friedrich JE, Acree TE. 1999. Gas Chromatography Olfactometry (GC/O) of Dairy Products. *International Dairy Journal* **8**:235 – 241.

Fuentes-Zaragoza E. 2010. Resistant starch as functional ingredient: A review. *Food Research International* **43**:931 -942.

Gajdůšek S. 2006. Obsahy vápníku a fosforu v sýrech. *Výživa a potraviny*. 4/2006. 108–109.

Guinee TP, Caric M, Kaláb M. 2004. Pasterized Processed cheese and Substitute/Imitation cheese products. *Cheese: Chemistry, physics a and mikrobiology*. 394 p.

Heaney RP. 2013. Dairy intake, dietary adequacy, and lactose intolerance. *Advances in Nutrition* **2**:151-156.

Hui YH. 2006. Processed Cheese. *Handbook of Food Science, Technology and Engineering*. United States of America: Taylor & Francis Group. 151 p.

Chen L, Liu H. 2012. Effect of emulsifying salts on the physicochemical properties of processed cheese made from Mozzarella. *Journal of Dairy Science* **9**:4823-4830.

Ježek F, Saláková A. 2001 *Senzorická analýza potravin, MMP, VFU Brno*. Available from <http://vefis2.vfu.cz/Studium/Studium/MMP%20Senzorická%20analýza%20potravin.pdf> (accessed July 2018).

Joshi NS, Jhala RP, Muthukumarappan K, Acharya MR, Mistry V. 2004. Textural and Rheological Properties of Processed Cheese. *International Journal of Food Properties*. **24**:519–530.

- Kadlec P, Melzoch K, Voldřich M. 2010. Co byste měli vědět o výrobě potravin? Technologie potravin. Vyd. 1. Ostrava: Key Publishing. 536 s.
- Kapoor R, Metzger LE. 2008. Process cheese. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 214 p.
- Kapusta F. 1965. Závady pri výrobe tavených sýrov a závady hotových výrobkov. *Lacrum n. p. Brno, závod Hodonín*. 55 s.
- Lawless HT, Heymann H. 2010. *Sensory Evaluation of Food. Principles and Practices*. 2nd edition. 48 p.
- Lichtenstein AH, Lynne M, Ausmann D, Susan M., Jalbert MLT. 1999. Effects of Different Forms of Dietary Hydrogenated Fats on Serum Lipoprotein Cholesterol Levels. *The New England Journal of Medicine*. **48**:1933-1940.
- Lukášová J. 2001. *Hygiena a technologie mléčných výrobků*. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita. 180 s.
- Marshall RJ. 1990. Composition, structure, rheological properties, and sensory texture of processed cheese analogues. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **2**:237–252.
- Mensink RP, Zock PL, Kester AD. 2003. Effects of dietary fatty acids and carbohydrates on the ratio of serum total to HDL cholesterol and on serum lipids and apolipoproteins; a meta-analysis of 60 controlled trials. *American Journal of Clinical Nutrition*. **77**:1146-55.
- Ministerstvo zemědělství. 2003. Byla revidována bezpečnost karagenanu. Informační centrum bezpečnosti potravin. Available from [http://www.svps.sk/potraviny/info\\_Polyfosfaty\\_E\\_452%20.asp](http://www.svps.sk/potraviny/info_Polyfosfaty_E_452%20.asp) (accessed October 2018).
- Montel MCh, Buchin S, Mallet A, Delbes-Paus C, Vuitton DA, Desmasures N, Berthier F. 2014. Traditional cheeses: Rich and diverse microbiota with associated benefits. *International Journal of Food Microbiology*. **177**:136-154.
- Mounsey JS, O’riordan ED. 2001. Characteristics of imitation cheese containing native starch. *Journal of Food Science* **66**:586-591.



Nair MK, Joy J, Vasudevan P, Hinckley L, Hoagland TA, Venkitanarayana KS. 2005. Antibacterial effect of caprylic acid and monocaprylin on major bacterial mastitis pathogens. *Journal of Dairy Science*. **10**:3488-95.

Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1308/2013, ze dne 17. prosince 2013, kterým se stanoví společná organizace trhů se zemědělskými produkty. 2013. Úřední věstník Evropské unie. Available from <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32013R1308&from=de> (accessed August 2018).

Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1169/2011 ze dne 25. října 2011 o poskytování informací o potravinách spotřebitelům. 2011. Úřední věstník Evropské unie. 58 s. Available from [http://www.reformulace.cz/images/1169\\_2011.pdf](http://www.reformulace.cz/images/1169_2011.pdf) (accessed August 2018).

Nedomová Š. 2005. Jakost živočišných produktů. Mendelova univerzita, Brno. 146 s.

Neumann R, Molnár P, Arnold S. 1990. Senzorické skúmanie potravín. Alfa. Bratislava. 352 s.

Oh DH, Marshall DL. 1993. Antimicrobial activity of ethanol, glycerol monolaurate or lactic acid against *Listeria monocytogenes*. *International Journal of Food and Microbiology*. **4**:239-46.

Online 1: 2009. Deutsche Lebensmittel Rundschau. Available from <https://www.dlr-online.de/> (accessed September 2018).

Online 2: 2015. Fér potravina – seznam éček. Available from <https://www.ferpotravina.cz/seznam-ecek/E340> (accessed October 2018).

Online 3: 2004. Polyfosfáty E 452 v potravinách. Available from [http://www.svps.sk/potraviny/info\\_Polyfosfaty\\_E\\_452%20.asp](http://www.svps.sk/potraviny/info_Polyfosfaty_E_452%20.asp) (accessed October 2018).

Pereira RB, Bennett RJ, Hemar Y. 2001. Rheological and microstructural characterisic of model processed cheese analogues. *Journal of Texture Study*, **32**:349-373.

Piska I, Štětina J, Čurda L, Valentová H, Bien R. 2000. Texturní profilová analýza tavených sýrů. Celosvětová přehlídka sýrů. VŠCHT. Praha, O.K. Servis, Poděbrady. 46-53 s.

- Plocková M, Filip V, Kukačková O, Šmidrkal J, Řiháková Z. 1999. Antimicrobials Effect of Monolaurylglycerol and Lauric Acid on a Model Emulsion System. *Czech Journal of Food and Science*. **17**:49–54.
- Pokorný J, Valentová H, Panovská Z. 1998. *Senzorická analýza potravin*. VŠCHT. Praha. 248 s.
- Renner E. 2004. Nutritional Aspects of Cheese, s. 573 – 581. *Cheese: Chemistry, physics and microbiology*. Elsevier, Amsterdam. 617 s.
- Roginski H, Fuquay JW, Fox PF. 2003. *Encyclopedia of dairy science*. Academic Press. London. 428-434 p.
- Rosenthal AJ. 1999. Relation between Instrumental and Sensory Measures of Food Texture. 158-160 p.
- Sharafedinov KK, Plotnikova OA, Alexeeva RI, Sentsova TB, Songisepp E, Stsepetova J, Smidt I, Mikelsaar M. 2013. Hypocaloric diet supplemented with probiotic cheese improves body mass index and blood pressure indices of obese hypertensive patients a randomized double-blind placebo-controlled pilot study. *Nutrition Journal*. **12**:138.
- Salek RN, Černíková M, Pachlová V, Lorencová E, Buňka F. 2017. Tvrdost tavených sýrů vyrobených z různých druhů přírodních sýrů. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. *Mlékařské listy*. Available from [http://www.mlekarskelisty.cz/upload/soubory/pdf/2017/veda\\_162\\_s.5-9.pdf](http://www.mlekarskelisty.cz/upload/soubory/pdf/2017/veda_162_s.5-9.pdf) (accessed August 2018).
- Shaw M. 1984. Cheese substitutes: threat or opportunity? *Journal of the Society of Dairy Technology*. **37**:104-117.
- Skurray G. 2006. *Decoding food additives: a comprehensive guide to food additive codes and food labelling*. Sydney. 226 p.
- Soustre Y. 2004. *Questions sur le calcium laitier*. Cerin Publishing. Paris. 56 p.
- Suková I. 2005. Jak používat tuky k přípravě pokrmů. ÚZEI. Článek: 35080. Available from <http://www.agronavigator.cz/default.asp?ids=418&ch=13&typ=1&val=35080> (accessed August 2018).

Tamime AY. 2011. Processed cheese and Analogues, Wiley-Blackwell Publishing. New York. 368 p.

Tobacman JK. 2001. Review of harmful gastrointestinal effects of carrageenan in animal experiments. **10**:983–994. Available from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1242073/> (accessed October 2018).

Vega C, Dalgleish DG, Goff HD. 2005. Effect of k-carrageenan addition to dairy emulsions containing sodium caseinate and locust gum. 195 p.

Vrbová T. 2001. Víme, co jíme?, aneb, Průvodce "Éčky" v potravinách. EcoHouse. Praha. 168 s.

Vyhláška č. 397/2016 Sb. ze dne 2. prosince 2016, kterou se stanoví požadavky pro mléko a mléčné výrobky, mražené krémy a jedlé tuky a oleje, v platném znění. Page 6261 in Sbíрка zákonů České republiky. 2016. Částka 162. Available from <http://www.sagit.cz/info/sb03077> (accessed August 2018).

Vyhláška č. 253/2018 Sb. ze dne 7.11.2018, kterou se stanoví požadavky na extrakční rozpouštědla používaná při výrobě potravin. 2018. Pages 28-30 in Sbíрка zákonů České republiky. Částka 34. Available from <https://www.noveaspi.cz/products/lawText/1/67214/1/2> (accessed September 2018).

Vyhláška č. 54/2004 Sb. ze dne 13.02.2014, o potravinách určených pro zvláštní výživu a o způsobu jejich použití. 2014. Pages 38-46 in Sbíрка zákonů České republiky. Částka 17/2004. Available from [https://web.vscht.cz/~kocourev/files/Vyhl\\_54-04\\_zvlastni%20vyziva.pdf](https://web.vscht.cz/~kocourev/files/Vyhl_54-04_zvlastni%20vyziva.pdf) (accessed August 2018).

Walther B, Schmid A, Sieber R, Wehrmüller K. 2008. Cheese in nutrition and health. Dairy Science & Technology. **88**:389-405.

Zákon č. 110/1997 Sb., ze dne 24. dubna 1997, o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů. 1997. Praha: Ministerstvo průmyslu a obchodu České republiky. 2178-2188. Available from <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1997-110> (accessed August 2018).

## 9 Samostatné přílohy

### Příloha 1 - Protokol pro senzoričké hodnocení laboratorně připravených sýrových analogů

#### 1) PROTOKOL PRO SENZORICKÉ HODNOCENÍ SÝROVÝCH ANALOGŮ

Datum:

Místo:

#### VZOREK Č. 257

#### SENZORICKÝ PROFIL

##### 1. Vzhled

##### Celková příjemnost vzhledu

Nepřijatelná

Uspokojivá

Přijatelná

Velmi dobrá

Vynikající

##### Lesk

Matný

Spiše matný

Naturální

Spiše lesklý

Lesklý

##### 2. Barva

Bílá

Bledá

Béžová

Žlutá

Sytě žlutá

##### 3. Vůně

##### Celková příjemnost vůně

Nepřijatelná

Uspokojivá

Přijatelná

Velmi dobrá

Vynikající

##### Intenzita vůně

Neznatelná

Velmi jemná

Méně intenzivní

Intenzivní

Velmi intenzivní

##### Bližší specifikace vůně

Žádná

Sýrová

Mléčná

Sádková

Jiná

Jiná

##### Cizí pach

Žádný

Štiplavý

Nažluklý

Hnilobný

Jiný

Jiná

##### 4. Textura

##### Celková příjemnost textury

Nepřijatelná

Uspokojivá

Přijatelná

Velmi dobrá

Vynikající

##### Konzistence

Nehomogenní

Spiše nehomogenní

Neutrální

Spiše homogenní

Homogenní

##### Elasticita

Žádná

Nízká

Střední

Vysoká

Velmi vysoká

##### Tvrdost v ústech

Žádná

Nízká

Střední

Vysoká

Velmi vysoká - velmi tvrdá

##### Lepivost

Žádná

Nízká

Střední

Vysoká

Velmi vysoká - velmi lepivá

##### Soudržnost

Žádná

Nízká

Střední

Vysoká

Velmi vysoká - soudržná, pevná

##### 5. Chuť

##### Celková příjemnost chuti

Nepřijatelná

Uspokojivá

Přijatelná

Velmi dobrá

Vynikající

##### Sladká

Neznatelná

Velmi jemná

Méně intenzivní

Intenzivní

Velmi intenzivní

##### Slaná

Neznatelná

Velmi jemná

Méně intenzivní

Intenzivní

Velmi intenzivní

##### Hořká

Neznatelná

Velmi jemná

Méně intenzivní

Intenzivní

Velmi intenzivní

##### Kyselá

Neznatelná

Velmi jemná

Méně intenzivní

Intenzivní

Velmi intenzivní

##### Bližší specifikace chuti

Žádná

Mléčná

Sýrová - Mozzarella

Sýrová - Gouda

Sýrová - Ementál

Jiná

Jiná

##### Cizí chuť, pachů

Žádná

Kovová

Umami

Žluklá

Zásaditá

Jiná

Jiná

## Příloha 2 - Protokol pro sensorické hodnocení roztíratelných sýrových analogů (zakoupený a vyrobený)

### 2) PROTOKOL PRO SENZORICKÉ HODNOCENÍ ROZTÍRATELNÝCH SÝROVÝCH ANALOGŮ

Datum:

Místo:

#### VZOREK Č. 456

##### 1. Vzhled

Lesk	Matný <input type="checkbox"/>	Spiše matný <input type="checkbox"/>	Naturální <input type="checkbox"/>	Spiše lesklý <input type="checkbox"/>	Lesklý <input type="checkbox"/>
2. Barva	Bílá <input type="checkbox"/>	Bledá <input type="checkbox"/>	Běžová <input type="checkbox"/>	Žlutá <input type="checkbox"/>	Sytě žlutá <input type="checkbox"/>
3. Vůně					
Mléčná	Neznatelná <input type="checkbox"/>	Velmi jemná <input type="checkbox"/>	Méně intenzivní <input type="checkbox"/>	Intenzivní <input type="checkbox"/>	Velmi intenzivní <input type="checkbox"/>
Sýrová	Neznatelná <input type="checkbox"/>	Velmi jemná <input type="checkbox"/>	Méně intenzivní <input type="checkbox"/>	Intenzivní <input type="checkbox"/>	Velmi intenzivní <input type="checkbox"/>
Jiná	.....				

##### 4. Textura

Konzistence	Nehomogenní <input type="checkbox"/>	Spiše nehomogenní <input type="checkbox"/>	Neutrální <input type="checkbox"/>	Spiše homogenní <input type="checkbox"/>	Homogenní <input type="checkbox"/>
Roztíratelnost	Žádná <input type="checkbox"/>	Nízká <input type="checkbox"/>	Střední <input type="checkbox"/>	Vysoká <input type="checkbox"/>	Velmi vysoká <input type="checkbox"/>
Lepivost	Žádná <input type="checkbox"/>	Nízká <input type="checkbox"/>	Střední <input type="checkbox"/>	Vysoká <input type="checkbox"/>	Velmi vysoká - velmi lepivá <input type="checkbox"/>
Soudržnost	Žádná <input type="checkbox"/>	Nízká <input type="checkbox"/>	Střední <input type="checkbox"/>	Vysoká <input type="checkbox"/>	Velmi vysoká - soudržná, pevná <input type="checkbox"/>
5. Chuť					
Sladká	Neznatelná <input type="checkbox"/>	Velmi jemná <input type="checkbox"/>	Méně intenzivní <input type="checkbox"/>	Intenzivní <input type="checkbox"/>	Velmi intenzivní <input type="checkbox"/>
Slaná	Neznatelná <input type="checkbox"/>	Velmi jemná <input type="checkbox"/>	Méně intenzivní <input type="checkbox"/>	Intenzivní <input type="checkbox"/>	Velmi intenzivní <input type="checkbox"/>
Hořká	Neznatelná <input type="checkbox"/>	Velmi jemná <input type="checkbox"/>	Méně intenzivní <input type="checkbox"/>	Intenzivní <input type="checkbox"/>	Velmi intenzivní <input type="checkbox"/>
Kyselá	Neznatelná <input type="checkbox"/>	Velmi jemná <input type="checkbox"/>	Méně intenzivní <input type="checkbox"/>	Intenzivní <input type="checkbox"/>	Velmi intenzivní <input type="checkbox"/>
Mléčná	Neznatelná <input type="checkbox"/>	Velmi jemná <input type="checkbox"/>	Méně intenzivní <input type="checkbox"/>	Intenzivní <input type="checkbox"/>	Velmi intenzivní <input type="checkbox"/>
Sýrová	Neznatelná <input type="checkbox"/>	Velmi jemná <input type="checkbox"/>	Méně intenzivní <input type="checkbox"/>	Intenzivní <input type="checkbox"/>	Velmi intenzivní <input type="checkbox"/>
Jiná	.....				

### Příloha 3 - Vybrané vzorky sýrových analogů



### Příloha 4 - Statistické vyhodnocení - Tukeyův HSD test

Tukeyův HSD test; proměnná A (celková příjemnost vzhledu)							
Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy							
Chyba: meziskup. PČ = ,52018, sv = 114,00							
Č. buňky	B	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
1	1						
2	2	0,161119	0,161119	0,000120	0,951348	0,000141	0,008415
3	3	0,000120	0,016574		0,000182	0,986144	0,249562
4	4	0,951348	0,642855	0,000182		0,000946	0,098336
5	5	0,000141	0,098336	0,986144	0,000946		0,642855
6	6	0,008415	0,882058	0,249562	0,098336	0,642855	

Tukeyův HSD test; proměnná A (celková příjemnost chuti)						
Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy						
Chyba: meziskup. PČ = ,49632, sv = 95,000						
Č. buňky	B	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
1	1					
2	2	0,000117	0,000117	0,662985	0,991559	0,000117
3	3	0,662985	0,000117		0,897125	0,000117
4	4	0,991559	0,000117	0,897125		0,000117
5	5	0,000117	0,961748	0,000117	0,000117	

Tukeyův HSD test; proměnná A (Celková příjemnost vune)							
Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy							
Chyba: meziskup. PČ = ,38246, sv = 114,00							
Č. buňky	B	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
		2,9500	2,5500	4,0000	4,0500	2,7500	3,5000
1	1		0,323762	0,000124	0,000121	0,909507	0,062770
2	2	0,323762		0,000119	0,000119	0,909507	0,000174
3	3	0,000124	0,000119		0,999865	0,000119	0,116867
4	4	0,000121	0,000119	0,999865		0,000119	0,062770
5	5	0,909507	0,909507	0,000119	0,000119		0,002866
6	6	0,062770	0,000174	0,116867	0,062770	0,002866	

Tukeyův HSD test; proměnná A (Celková příjemnost textury)							
Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy							
Chyba: meziskup. PČ = ,44825, sv = 114,00							
Č. buňky	B	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
		2,5000	3,8000	4,7000	3,0500	4,2000	3,3500
1	1		0,000119	0,000119	0,106265	0,000119	0,001573
2	2	0,000119		0,000719	0,007536	0,414096	0,281850
3	3	0,000119	0,000719		0,000119	0,178872	0,000119
4	4	0,106265	0,007536	0,000119		0,000123	0,716761
5	5	0,000119	0,414096	0,178872	0,000123		0,001573
6	6	0,001573	0,281850	0,000119	0,716761	0,001573	

Tukeyův HSD test; proměnná A (elasticita)							
Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy							
Chyba: meziskup. PČ = ,37368, sv = 114,00							
Č. buňky	B	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
		1,6000	2,3500	2,0500	3,5500	2,6500	2,4000
1	1		0,002468	0,191668	0,000119	0,000123	0,001033
2	2	0,002468		0,631651	0,000119	0,631651	0,999857
3	3	0,191668	0,631651		0,000119	0,028467	0,463227
4	4	0,000119	0,000119	0,000119		0,000240	0,000120
5	5	0,000123	0,631651	0,028467	0,000240		0,788213
6	6	0,001033	0,999857	0,463227	0,000120	0,788213	

Tukeyův HSD test; proměnná A (konzistence)							
Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy							
Chyba: meziskup. PČ = ,23947, sv = 114,00							
Č. buňky	B	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
		3,6000	4,5000	4,9000	3,8500	4,7000	4,4500
1	1		0,000120	0,000119	0,590156	0,000119	0,000122
2	2	0,000120		0,109524	0,000844	0,788677	0,999573
3	3	0,000119	0,109524		0,000119	0,788677	0,048905
4	4	0,590156	0,000844	0,000119		0,000122	0,002489
5	5	0,000119	0,788677	0,788677	0,000122		0,590156
6	6	0,000122	0,999573	0,048905	0,002489	0,590156	

Tukeyův HSD test; proměnná A (lepivost)							
Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy							
Chyba: meziskup. PČ = ,31754, sv = 114,00							
Č. buňky	B	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
		3,0500	4,2000	4,4000	3,0500	1,8500	2,2500
1	1		0,000119	0,000119	1,000000	0,000119	0,000361
2	2	0,000119		0,871229	0,000119	0,000119	0,000119
3	3	0,000119	0,871229		0,000119	0,000119	0,000119
4	4	1,000000	0,000119	0,000119		0,000119	0,000361
5	5	0,000119	0,000119	0,000119	0,000119		0,225940
6	6	0,000361	0,000119	0,000119	0,000361	0,225940	

Tukeyův HSD test; proměnná A (soudržnost)							
Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy							
Chyba: meziskup. PČ = ,34474, sv = 114,00							
Č. buňky	B	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
		2,3000	3,6000	4,2500	3,1000	3,6500	3,3000
1	1		0,000119	0,000119	0,000601	0,000119	0,000124
2	2	0,000119		0,008599	0,084658	0,999825	0,589994
3	3	0,000119	0,008599		0,000119	0,019639	0,000134
4	4	0,000601	0,084658	0,000119		0,042240	0,889553
5	5	0,000119	0,999825	0,019639	0,042240		0,416700
6	6	0,000124	0,589994	0,000134	0,889553	0,416700	

Tukeyův HSD test; proměnná A (trvdost v ústech)							
Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy							
Chyba: meziskup. PČ = ,43070, sv = 114,00							
Č. buňky	B	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
		1,4000	2,0000	2,5000	1,6500	2,1500	2,3000
1	1		0,051135	0,000126	0,833857	0,005986	0,000552
2	2	0,051135		0,161892	0,543580	0,978835	0,699233
3	3	0,000126	0,161892		0,001190	0,543580	0,928429
4	4	0,833857	0,543580	0,001190		0,161892	0,026263
5	5	0,005986	0,978835	0,543580	0,161892		0,978835
6	6	0,000552	0,699233	0,928429	0,026263	0,978835	

Tukeyův HSD test; proměnná A (List1 v hořká chuť)							
Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy							
Chyba: meziskup. PČ = ,08596, sv = 114,00							
Č. buňky	B	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
		1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,9000	1,0000
1	1		1,000000	1,000000	1,000000	0,000119	1,000000
2	2	1,000000		1,000000	1,000000	0,000119	1,000000
3	3	1,000000	1,000000		1,000000	0,000119	1,000000
4	4	1,000000	1,000000	1,000000		0,000119	1,000000
5	5	0,000119	0,000119	0,000119	0,000119		0,000119
6	6	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,000119	



Tukeyův HSD test; proměnná A (kyselá chuť) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = ,02807, sv = 114,00							
Č. buňky	B	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
		1,0000	1,2000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
1	1		0,003502	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
2	2	0,003502		0,003502	0,003502	0,003502	0,003502
3	3	1,000000	0,003502		1,000000	1,000000	1,000000
4	4	1,000000	0,003502	1,000000		1,000000	1,000000
5	5	1,000000	0,003502	1,000000	1,000000		1,000000
6	6	1,000000	0,003502	1,000000	1,000000	1,000000	

Tukeyův HSD test; proměnná A (slaná chuť) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = ,43728, sv = 114,00							
Č. buňky	B	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
		3,1500	3,0000	2,8500	2,9500	2,9000	3,0000
1	1		0,979546	0,705966	0,930578	0,838233	0,979546
2	2	0,979546		0,979546	0,999903	0,996890	1,000000
3	3	0,705966	0,979546		0,996890	0,999903	0,979546
4	4	0,930578	0,999903	0,996890		0,999903	0,999903
5	5	0,838233	0,996890	0,999903	0,999903		0,996890
6	6	0,979546	1,000000	0,979546	0,999903	0,996890	

Tukeyův HSD test; proměnná A (sladká chuť) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = ,27719, sv = 114,00							
Č. buňky	B	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
		3,3500	2,0500	1,0000	1,5000	2,3500	1,8500
1	1		0,000119	0,000119	0,000119	0,000119	0,000119
2	2	0,000119		0,000119	0,015839	0,468747	0,835480
3	3	0,000119	0,000119		0,037760	0,000119	0,000135
4	4	0,000119	0,015839	0,037760		0,000135	0,293657
5	5	0,000119	0,468747	0,000119	0,000135		0,037760
6	6	0,000119	0,835480	0,000135	0,293657	0,037760	

Tukeyův HSD test; proměnná A (lesk) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = ,47851, sv = 114,00							
Č. buňky	B	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
		1,7000	3,8500	3,6000	3,8000	3,5000	3,4000
1	1		0,000119	0,000119	0,000119	0,000119	0,000119
2	2	0,000119		0,862389	0,999922	0,600311	0,317363
3	3	0,000119	0,862389		0,942194	0,997489	0,942194
4	4	0,000119	0,999922	0,942194		0,743967	0,451824
5	5	0,000119	0,600311	0,997489	0,743967		0,997489
6	6	0,000119	0,317363	0,942194	0,451824	0,997489	

### Příloha 5 - Statistické vyhodnocení - dvouvýběrový t-test (roztíratelné vzorky)

T-test pro nezávislé vzorky (Konzistence) Pozn.: Proměnné byly brány jako nezávislé vzorky											
Skup. 1 vs. skup. 2	Průměr skup. 1	Průměr skup. 2	Hodnota t	sv	p	Poč. plat. skup. 1	Poč. plat. skup. 2	Sm.odch. skup. 1	Sm.odch. skup. 2	F-poměr Rozptyly	p Rozptyly
A vs. B	5,000000	4,600000	3,559026	38	0,001019	20	20	0,00	0,502625	0,00	1,000000

T-test pro nezávislé vzorky (Soudržnost) Pozn.: Proměnné byly brány jako nezávislé vzorky											
Skup. 1 vs. skup. 2	Průměr skup. 1	Průměr skup. 2	Hodnota t	sv	p	Poč. plat. skup. 1	Poč. plat. skup. 2	Sm.odch. skup. 1	Sm.odch. skup. 2	F-poměr Rozptyly	p Rozptyly
A vs. B	3,700000	4,000000	-1,37081	38	0,178477	20	20	0,470162	0,858395	3,333333	0,011793

		T-test pro nezávislé vzorky (Lepivost)										
		Pozn.: Proměnné byly brány jako nezávislé vzorky										
Skup. 1 vs. skup. 2		Průměr skup. 1	Průměr skup. 2	Hodnota t	sv	p	Poč. plat. skup. 1	Poč. plat. skup. 2	Sm.odch. skup. 1	Sm.odch. skup. 2	F-poměr Rozptyly	p Rozptyly
<b>A vs. B</b>		4,050000	3,850000	0,840819	38	0,405709	20	20	0,604805	0,875094	2,093525	0,115964

		T-test pro nezávislé vzorky (Roztíratelnost)										
		Pozn.: Proměnné byly brány jako nezávislé vzorky										
Skup. 1 vs. skup. 2		Průměr skup. 1	Průměr skup. 2	Hodnota t	sv	p	Poč. plat. skup. 1	Poč. plat. skup. 2	Sm.odch. skup. 1	Sm.odch. skup. 2	F-poměr Rozptyly	p Rozptyly
<b>A vs. B</b>		4,850000	4,600000	1,797580	38	0,080194	20	20	0,366348	0,502625	1,882353	0,177145

		T-test pro nezávislé vzorky (Lesk)										
		Pozn.: Proměnné byly brány jako nezávislé vzorky										
Skup. 1 vs. skup. 2		Průměr skup. 1	Průměr skup. 2	Hodnota t	sv	p	Poč. plat. skup. 1	Poč. plat. skup. 2	Sm.odch. skup. 1	Sm.odch. skup. 2	F-poměr Rozptyly	p Rozptyly
<b>A vs. B</b>		4,050000	3,900000	0,818895	38	0,417953	20	20	0,604805	0,552506	1,198276	0,697413

		T-test pro nezávislé vzorky (mléčná chuť)										
		Pozn.: Proměnné byly brány jako nezávislé vzorky										
Skup. 1 vs. skup. 2		Průměr skup. 1	Průměr skup. 2	Hodnota t	sv	p	Poč. plat. skup. 1	Poč. plat. skup. 2	Sm.odch. skup. 1	Sm.odch. skup. 2	F-poměr Rozptyly	p Rozptyly
<b>A vs. B</b>		3,100000	3,400000	-1,53051	38	0,134173	20	20	0,552506	0,680557	1,517241	0,371560

		T-test pro nezávislé vzorky (sýrová chuť)										
		Pozn.: Proměnné byly brány jako nezávislé vzorky										
Skup. 1 vs. skup. 2		Průměr skup. 1	Průměr skup. 2	Hodnota t	sv	p	Poč. plat. skup. 1	Poč. plat. skup. 2	Sm.odch. skup. 1	Sm.odch. skup. 2	F-poměr Rozptyly	p Rozptyly
<b>A vs. B</b>		4,650000	4,300000	1,910754	38	0,063603	20	20	0,489360	0,656947	1,802198	0,208364

		T-test pro nezávislé vzorky (sladká chuť)										
		Pozn.: Proměnné byly brány jako nezávislé vzorky										
Skup. 1 vs. skup. 2		Průměr skup. 1	Průměr skup. 2	Hodnota t	sv	p	Poč. plat. skup. 1	Poč. plat. skup. 2	Sm.odch. skup. 1	Sm.odch. skup. 2	F-poměr Rozptyly	p Rozptyly
<b>A vs. B</b>		1,700000	1,900000	-1,04198	38	0,304007	20	20	0,571241	0,640723	1,258065	0,621818

		T-test pro nezávislé vzorky (slaná chuť)										
		Pozn.: Proměnné byly brány jako nezávislé vzorky										
Skup. 1 vs. skup. 2		Průměr skup. 1	Průměr skup. 2	Hodnota t	sv	p	Poč. plat. skup. 1	Poč. plat. skup. 2	Sm.odch. skup. 1	Sm.odch. skup. 2	F-poměr Rozptyly	p Rozptyly
<b>A vs. B</b>		3,900000	3,550000	1,497790	38	0,142449	20	20	0,640723	0,825578	1,660256	0,278008

		T-test pro nezávislé vzorky (mléčná vůně)										
		Pozn.: Proměnné byly brány jako nezávislé vzorky										
Skup. 1 vs. skup. 2		Průměr skup. 1	Průměr skup. 2	Hodnota t	sv	p	Poč. plat. skup. 1	Poč. plat. skup. 2	Sm.odch. skup. 1	Sm.odch. skup. 2	F-poměr Rozptyly	p Rozptyly
<b>A vs. B</b>		3,350000	3,800000	-2,21037	38	0,033175	20	20	0,489360	0,767772	2,461538	0,056566

		T-test pro nezávislé vzorky (sýrová vůně)										
		Pozn.: Proměnné byly brány jako nezávislé vzorky										
Skup. 1 vs. skup. 2		Průměr skup. 1	Průměr skup. 2	Hodnota t	sv	p	Poč. plat. skup. 1	Poč. plat. skup. 2	Sm.odch. skup. 1	Sm.odch. skup. 2	F-poměr Rozptyly	p Rozptyly
<b>A vs. B</b>		2,150000	2,900000	-4,16025	38	0,000175	20	20	0,489360	0,640723	1,714286	0,249093