

# Vliv Furcellaranu na konzistenci roztíratelných tvarohových sýrů

Markéta Suchánková

---

Bakalářská práce  
2023

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická  
Ústav technologie potravin

Akademický rok: 2022/2023

# ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Markéta Suchánková**  
Osobní číslo: **T20681**  
Studijní program: **B0721A210002 Technologie a hodnocení potravin**  
Specializace: **Technologie potravin**  
Forma studia: **Kombinovaná**  
Téma práce: **Vliv furcellaranu na konzistenci roztíratelných tvarohových sýrů**

## Zásady pro vypracování

### I. Teoretická část

Vlastnosti roztíratelných sýrů.

Výroba roztíratelných sýrů.

Furcellaran v mléčných výrobcích.

### II. Praktická část

Vyrobte modelové vzorky s přídavkem furcellaranů.

Provedte vybrané analýzy.

Výsledky zhodnoťte a zformulujte závěry.

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

Seznam doporučené literatury:

- [1] Kůrová, V., Salek, R. N., Vašina, M., Vinklárková, K., Zálešáková, L., Gál, R., Adámek, R., & Buňka, F. (2022). The effect of homogenization and addition of polysaccharides on the viscoelastic properties of processed cheese sauce. *Journal of Dairy Science*, 105(8), 6563-6577
- [2] Giri, A., Kanawjia, S. K., & Rajoria, A. (2014). Effect of phytosterols on textural and melting characteristics of cheese spread. *Food Chemistry*, 157, 240-245
- [3] Brighenti, M., Govindasamy-Lucey, S., Jaeggi, J. J., Johnson, M. E., & Lucey, J. A. (2021). Effect of substituting whey cream for sweet cream on the textural and rheological properties of cream cheese. *Journal of Dairy Science*, 104(10), 10500-10512

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Richardos Nikolaos Salek, Ph.D.**  
Ústav technologie potravin

Datum zadání bakalářské práce: **31. prosince 2022**

Termín odevzdání bakalářské práce: **19. května 2023**

L.S.

---

**prof. Ing. Roman Čermák, Ph.D.**  
děkan

---

**Ing. Robert Gál, Ph.D.**  
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 20. února 2023

## **PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

Beru na vědomí, že:

- bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a dostupná k nahlédnutí;
- na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

### **Prohlašuji,**

- že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

Ve Zlíně, dne:

Jméno a příjmení studenta:

.....  
podpis studenta

## **ABSTRAKT**

Cílem této bakalářské práce bylo zjištění vlivu použití furcellaranu na konzistenci tvarohových sýrů. Teoretická část se zaměřuje na technologii výroby smetanových krémů a na jejich organoleptické vlastnosti. Dále jsou zde popsány hydrokoloidy, jejich rozdělení a jejich funkce v mléčných výrobcích.

Praktická část je zaměřena na výrobu modelových vzorků s přidavkem furcellaranu o koncentraci 0,50; 0,75 a 1,00 % (w/w). Po 7 dnech skladování ( $6 \pm 2$  °C) byly provedeny základní chemické analýzy (pH, sušina), analýza tvrdosti, reologická analýza, stanovení aktivity vody, instrumentální analýza barvy a stanovení stability emulze. Ze získaných výsledků je zřejmé, že přidavek furcellaranu má vliv na viskoelastické vlastnosti a tvrdost smetanových sýrů. Přídavek furcellaranu také ovlivnil barvu smetanového sýra a došlo ke zvýšení stability emulze.

Klíčová slova: smetanové sýry, furcellaran, konzistence, viskoelastické vlastnosti

## **ABSTRACT**

The goal of the bachelor theses was Furcellaran influence detection on cream cheese consistency and spread ability. The theoretical part is focused on cream cheese production technology and its organoleptic features. In following parts are described hydrocolloids, their division and function in dairy products.

The practical part is focused on a production of model samples with concentration 0,50; 0,75 and 1 % (w/w). Samples were stored for 7 days in temperature  $6 \pm 2$  °C, afterwards were relevant determination and analyses performed - primary chemical analysis (pH, dry matter), texture analysis, rheological analysis, determination of water activity, instrumental analysis of colour and determination of emulsion stability. Obtained results clearly represent Furcellaran affect viscoelastic features and hardness of cream cheeses. Furthermore, Furcellaran affected colour of cream cheese and emulsion stability increased.

Key words: cream cheese, Furcellaran, consistency, viscoelastic features

Ráda bych poděkovala vedoucímu své bakalářské práce doc. Ing. Richardosovi Nikolaosovi Salekovi, Ph.D., za jeho připomínky, odborné vedení a ochotu se kterou mi pomáhal při zpracování mé bakalářské práce. Dále bych chtěla poděkovat pracovníkům Ústavu technologie potravin UTB Zlín za pomoc při výrobě a analýze modelových vzorků.

Mé poděkování patří i mé rodině za podporu kterou mi věnovali po celou dobu studia.

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

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>9</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>10</b>
<b>1 CHARAKTERISTIKA TVAROHOVÝCH SÝRŮ</b> .....	<b>11</b>
1.1 ZÁKLADNÍ SUROVINY PRO VÝROBU SÝRŮ.....	11
1.2 CHEMICKÉ SLOŽENÍ MLÉKA.....	11
1.2.1 Voda a mléčný tuk .....	11
1.2.2 Bílkoviny.....	12
1.2.3 Sacharidy.....	13
1.2.4 Minerální látky.....	13
1.3 KVALITA MLÉKA .....	13
1.4 SÝRY .....	14
1.4.1 Dělení sýrů .....	14
1.5 HISTORIE SMETANOVÉHO SÝRA.....	15
1.5.1 Smetanový sýr.....	17
<b>2 VÝROBA TVAROHOVÝCH A SMETANOVÝCH SÝRŮ</b> .....	<b>18</b>
2.1 TECHNOLOGIE VÝROBY SMETANOVÝCH SÝRŮ.....	18
2.1.1 Smetanový sýr typu Mascarpone .....	20
<b>3 HYDROKOLOIDY V MLÉČNÝCH VÝROBCÍCH</b> .....	<b>21</b>
3.1 HYDROKOLOIDY.....	21
3.2 ROZDĚLENÍ HYDROKOLOIDŮ .....	22
3.3 KARAGENAN A FURCELLARAN.....	22
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>25</b>
<b>4 CÍL PRÁCE</b> .....	<b>26</b>
5.1 SUROVINY PRO VÝROBU SMETANOVÝCH SÝRŮ.....	27
5.2 VÝROBA VZORKŮ SMETANOVÝCH SÝRŮ.....	27
5.3 CHEMICKÁ ANALÝZA .....	27
5.3.1 Stanovení pH.....	27
5.3.2 Stanovení obsahu sušiny .....	28
5.4 STANOVENÍ TVRDOSTI.....	28
5.5 REOLOGICKÁ ANALÝZA.....	29
5.6 STANOVENÍ AKTIVITY VODY .....	30
5.7 INSTRUMENTÁLNÍ ANALÝZA BARVY.....	30
5.8 STABILITA EMULZE .....	30
<b>6 VÝSLEDKY A DISKUZE</b> .....	<b>32</b>
6.1 VÝSLEDKY CHEMICKÉ ANALÝZY .....	32



6.1.1	Výsledky měření pH a stanovení sušiny .....	32
6.3	REOLOGICKÁ ANALÝZA.....	33
6.4	STANOVENÍ AKTIVITY VODY .....	36
6.5	INSTRUMENTÁLNÍ ANALÝZA BARVY .....	37
6.6	STABILITA EMULZE .....	37
<b>ZÁVĚR</b>	.....	<b>39</b>
<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY</b>	.....	<b>40</b>
<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK</b>	.....	<b>44</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ</b>	.....	<b>45</b>
<b>SEZNAM TABULEK</b>	.....	<b>46</b>

## ÚVOD

Člověku již od narození zajišťuje výživu základní potravina, kterou je mléko. Je zdrojem významných živin prospěšných pro lidské zdraví, mnoha vitamínů a minerálních látek. Mléko je základní surovinou nejrůznějších mléčných výrobků, mezi něž se neodmyslitelně řadí sýry.

Sýry jsou stejně jako ostatní mléčné výrobky prospěšné svým obsahem vápníku. Z běžných potravin jsou považovány za jeho nejbohatší zdroj.

Vedle vápníku je také významný obsah bílkovin, důležité jsou i minerální látky, ze kterých je to především hořčík, dále vitamíny A, D, E, K a některé vitamíny skupiny B.

S nástupem nového desetiletí se razantně zvýšily nároky konzumentů na nabídku nejrůznějších druhů potravin. Všichni producenti musí sledovat trendy a přizpůsobit své výrobky přání zákazníka, být více kreativní, aby byly jejich výrobky pro spotřebitele atraktivní.

Naši předkové znali mléko jako surovinu, z níž vyráběli máslo a smetanu. Uběhlo mnoho desítek let a nároky zákazníků na nabízené výrobky se rapidně zvýšily. Stejně jako se posunul výzkum a vývoj a zjistilo se jaké látky jsou člověku prospěšné a které naopak ne. Do podvědomí se již před několika lety dostala také osvěta o zdravém životním stylu.

Tvarohové sýry jsou dnes již poměrně běžnou potravinou, kterou nalezneme ve velkých i malých obchodních řetězcích. Zpracování a výroba se ale neobejde bez přísad látek které zlepšují konzistenci a stabilitu konečného produktu. K úpravě sensorických vlastností, zamezení synerezi a dalších nežádoucích projevů se používají hydrokoloidy což jsou vysokomolekulární látky, které mají mimo jiné i význam nutriční. Uplatnění těchto látek se rozšiřuje ve všech odvětvích potravinářského průmyslu.

Tato bakalářská práce je zaměřena na výrobu tvarohových sýrů a vliv furcellaranu na jejich konzistenci a roztíratelnost. U vyrobených vzorků byla provedena základní fyzikálně – chemická analýza (pH, obsah sušiny, aktivita vody) a reologická analýza.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

# 1 CHARAKTERISTIKA TVAROHOVÝCH SÝRŮ

## 1.1 Základní suroviny pro výrobu sýrů

Nejdůležitější surovinou pro výrobu sýrů je mléko. Aby však finální produkt splňoval veškeré požadavky je nutné použít pro jeho výrobu kvalitní surovinu, která obsahuje správná množství živin. Mléko a mléčné výrobky jsou součástí zdravé stravy a vyjma kravského mléka se používá také mléko ovčí, kozí a buvolí, a to buď samotné nebo formou směsi. Podíl mléčných výrobků z kravského mléka je velký, ale díky dostupnosti výrobků z jiných druhů mléka je výběr celkem rozmanitý. V různých druzích mléka jsou jen malé rozdíly ve složení tuků a bílkovin. Pokrytím všech nutričně významných složek mléka, které rychle podléhá zkáze se mléko dále zpracovává na několik sýrových výrobků s delší trvanlivostí při zachování jeho živin (Hinrichs, 2004). Sýry jsou velmi rozmanitou a pravděpodobně i vědecky nejzajímavější a nejnáročnější skupinou mléčných výrobků. Jsou na rozdíl od ostatních potravin biologicky a biochemicky velmi nestabilní. Sýr je bakteriální ekosystém a během zrání se mění důsledkem řady biochemických přeměn, tak jej výrobci nesprávně označují jako „živý“. Vyvážené změny vedou k velmi žádoucím vůním a chutím různých sýrů. Díky základní složce, kterou je právě mléko, zákysová kultura, sůl a velmi často i syřidlo lze získat velké množství chutí (Osei, 2017).

## 1.2 Chemické složení mléka

### 1.2.1 Voda a mléčný tuk

V mléce je zastoupena nejvíce voda. Podle různých plemen krav se obsah vody pohybuje od 85,4 % do 87,7 % w/w. Malé množství vody je chemicky navázáno na laktózu, soli a bílkoviny.

Druhou nejčastěji zastoupenou látkou v mléce je tuk, jehož obsah je 3,5 -5,5 % w/w. Mléčný tuk se v čerstvém mléce se vyskytuje jako mikroskopická globulární emulze tekutého tuku ve vodné fázi mléčné plazmy a skládá se převážně z triacylglycerolu. Vlastnosti mléčného tuku ovlivňuje složení mastných kyselin, nasycené mastné kyseliny jsou při teplotě okolí pevné, nenasyčené mastné kyseliny kapalné a jejich poměr má zásadní vliv na tvrdost a roztíratelnost másla. Na tuk v mléce jsou navázány rovněž bílkoviny ale také fosfolipidy. Protože má tuk v mléce nižší hustotu než mléčná plazma, má tendenci vyvstávat na povrchu. Mléčný tuk hraje při výrobě sýrů důležitou roli. Kvalita a množství

mléčného tuku je přímo úměrná výtěžnosti konečného produktu – sýru. Závisí na něm chuť sýra, společně s vůní, konzistencí a ostatními charakteristikami (Chandan, Arun a Nagendra P., 2016, Chandan, 2007).

### 1.2.2 Bílkoviny

V mléce se nachází dva druhy bílkovin – kaseiny a syrovátkové bílkoviny. Větší zastoupení mají kaseiny, které tvoří až 80 % celkového množství bílkovin v mléce a jsou definovány jako proteiny, které jsou nerozpustné a vysráží se, když se pH mléka sníží na 4,6. Kasein je bohatý na aminokyseliny, zvláště pak na lysin, který je v lidské stravě užitečný při doplňování a vyvažování rostlinných bílkovin s nízkým obsahem lysinu. V mléce je přítomen jako komplex kaseinátu vápenatého a fosforečnanu vápenatého, který se dělí na čtyři frakce,  $\alpha_{S1}$ -kasein,  $\alpha_{S2}$ -kasein,  $\beta$ -kasein a  $\kappa$ -kasein.  $\alpha_{S1}$ -kasein je hlavní frakcí kaseinu, je k vápenatým iontům citlivý a v jejich přítomnosti dochází k jeho srážení.  $\beta$ -kasein je druhá nejvíce zastoupená frakce kaseinu a je stejně citlivý k vápenatým iontům jako  $\alpha_{S1}$ -kasein.  $\kappa$ -kasein je ochranný koloid, který  $\alpha_S$ -kaseiny a  $\beta$ -kasein v přítomnosti vápenatých iontů stabilizuje. Kasein ve své molekule obsahuje i sacharidovou složku a sirmé aminokyseliny. Právě rozpustnost kaseinů v roztoku vápenatých iontů je při výrobě mléčných výrobků velmi významná. Kaseiny se vlivem hydrofobních sil a za účasti fosforečnanů a citrátů vápenatých seskupují do kulovitých částic tzv. micel. Na povrchu micel je  $\kappa$ -kasein, který není citlivý na vápenaté ionty a zabraňuje spojování kaseinových micel. Stabilita kaseinu je při zpracování mléka ovlivňována celou řadou faktorů a procesů, jako např. kyselé prostředí, teplota, proteolýza a aktivita  $Ca^{2+}$  (Bylund, 1995).

Syrovátkové bílkoviny, jsou na rozdíl od kaseinu rozpustné při pH 4,6 a nesráží se působením syřidla. Získávají se z mléka po vysrážení kaseinů. Nejvíce zastoupenými bílkovinami jsou  $\alpha$ -laktalbumin,  $\beta$ -laktoglobulin, sérový albumin, imunoglobuliny, laktoferin a proteózo-peptony. Laktalbumin je bohatý na sirmé aminokyseliny, cystein a methionin, tryptofan. Skládá ze dvou frakcí, a to  $\beta$ -laktoglobulinu, který představuje 50 % celkového albuminu a  $\alpha$ -laktalbuminu, jehož podíl je cca 25 %.  $\beta$ -laktoglobulin při zahřátí nad 80 °C denaturuje a odděluje se z mléčného séra v podobě jemných vloček. Tyto aminokyseliny jsou v kaseinu výrazně méně zastoupeny. Uvedené dva druhy proteinů se, co se týče nutričních hodnot doplňují (Chandan, Arun a Nagendra P., 2016, Guo, 2019).

### 1.2.3 Sacharidy

Hlavním zástupcem sacharidů v mléce je laktóza jejíž obsah je 4,5 – 5,0 % z celkové sušiny. Laktóza je disacharid tvořený z glukózy a galaktózy. Vyznačuje se nízkou sladivostí, je pouze z ¼ tak sladká jako sacharóza. Jako redukující cukr při zahřátí reaguje s aminokyselinami obsaženými v mléce za vzniku Maillardových reakcí, dojde k hnědnutí a změně chuti sterilovaného mléka. Zahříváním se laktóza dehydratuje a vzniká laktulóza, která stimuluje růst bifidobakteriálních kultur a přispívá ke tvorbě mikroflóry ve střevě. Kromě toho, že je laktóza zdrojem energie tak rovněž napomáhá vstřebávání vápníku. Laktóza je v jogurtech a fermentovaných mléčných výrobcích velmi důležitá, protože kultury v nich obsažené ji vyžadují jako substrát. Je zdrojem uhlíku a po fermentaci se asi 1/3 obsahu laktózy přemění na kyselinu mléčnou, která dostatečně snižuje pH a tyto potraviny jsou pak bezpečné před většinou patogenů. Také se zvyšuje trvanlivost, protože mnoho mikroorganismů nemůže při nízkém pH růst. Trávení laktózy může způsobovat problémy lidem, kteří se potýkají s nedostatečnou tvorbou enzymu glykosid hydroláza v trávicím traktu (Chandan, Arun a Nagendra P., 2016, Guo, 2019).

### 1.2.4 Minerální látky

Většina minerálních látek s obsahem cca 1 % obsahu sušiny je v mléce ve formě roztoku a koloidní fáze. Jde především o chloridy, citráty a hydrogenuhličitan vápníku, hořčík, draslík, sodík a fosfor. Rozložení vápníku, citrátu, hořčíku a fosfátu mezi rozpustnou a koloidní fází a jejich interakcí s mléčnými bílkoviny mají důležité důsledky pro stabilitu mléka a mléčných výrobků. Obsah vápníku ovlivňuje při výrobě sýra pevnost sýřeniny a viskozitu fermentovaných mlék (Law a Tamime, 2010).

## 1.3 Kvalita mléka

Pro výrobu sýrů je velmi důležitá i kvalita mléka. Mléko by mělo být čerstvé, s nízkým mikrobiálním zatížením, hodnota pH ovlivňuje zpracovatelnost a kvalitu konečného sýra. Syrové mléko ovlivňuje většinu vlastností preferovaných spotřebitelem např. strukturu, chuť a vůni. Nesmí obsahovat žádné kontaminující látky jako např. antibiotika, dezinfekční prostředky, detergenty a jiné inhibitory, které by mohly ovlivnit zpracovatelnost ničením kultur a ovlivnit srážlivost syřidla. Proto se syrové mléko filtruje a pasteruje, aby se zničily patogeny vyvolávající onemocnění a mikroorganismy způsobující

kažení a nežádoucí fermentaci a jiné organoleptické vady sýrů. Bohužel s vyšším počtem mikroorganismů v syrovém mléce se zvyšuje i možnost přežití některých bakterií pasterací. Také enzymy, které jsou spojeny s kažením a které jsou produkovány mikroorganismy přítomnými v syrovém mléce nemusí být pasterací zničeny. Proto se klade velký důraz pro další testování na přítomnost mikroorganismů a byly vypracovány normy pro přijatelné celkové počty bakterií v syrovém a pasterizovaném mléce. V současné době minimální počty bakterií v mléce pro výrobní účely činí 500 000 KTJ/ml (Osei, 2017, Boor et al., 2017).

## 1.4 Sýry

Podle definice Světové zdravotnické organizace WHO z roku 1963 je sýr mléčný výrobek vyrobený srážením mléčné bílkoviny z mléka působením syřidla nebo jiných koagulačních činidel, prokysáním a oddělením podílu syrovátky. Tuto definici převzala i česká legislativa, konkrétně vyhláška č. 397/2016 Sb. o požadavcích na mléko a mléčné výrobky, mražené krémy a jedlé tuky a oleje. Mléko, které projde tepelným ošetřením, standardizací na požadovanou tučnost podle druhu vyráběného sýra, se začne srážet kyselinou nebo enzymaticky a vzniká tzv. sýřenina a syrovátka. Po oddělení sýřeniny od syrovátky se sýřenina solí a lisuje. Vyrobený sýr se uchovává určitou dobu podle druhu sýra ve zrácích sklepech, kde dojde k jeho zrání. Rozlišujeme i sýry které se nenechávají zrát (Osei, 2017).

### 1.4.1 Dělení sýrů

Sýry lze dělit podle různých hledisek. Podle použitých surovin při jejich výrobě je dělíme na přírodní, které jsou vyráběny přímo z mléka nebo tavené na jejichž výrobu je použit právě přírodní sýr. Přírodní sýr se vyrábí z mléka srážením, mícháním a zahříváním sýřeniny, odkapáváním syrovátky a lisováním. Chuť a textura je v sýrech získávána procesem zrání při určité teplotě a časovým obdobím po které zraje (Chandan, Arun a Nagendra P., 2016, Vyhláška č. 397/2016 Sb.).

Sýry lze dělit podle různých kritérií a zde jsou některá z nich:

Podle konzistence v závislosti na obsahu vody v tukuprosté sušině:

- sýry měkké (více než 68,0)
- sýry poloměkké (62,0–68,0)

- sýry polotvrdé (55,0-61,9)
- sýry tvrdé (47,0–54,9)
- sýry extra tvrdé (méně než 47,0)

$$\text{Výpočetní vzorec: \% VVTPH} = \frac{\text{hmotnost vody v g}}{100 - \text{hmotnost v tuku v g}} \times 100$$

#### Podle způsobu srážení mléka:

- kyselé sýry, zde se uplatňuje pouze kyselé srážení (např. tvaroh)
- sladké sýry, srážení jen použitím syřidla (např. polotvrdé a tvrdé sýry)
- sýry smíšené, při srážení se použije jak syřidlo, tak kyselina mléčná (měkké sýry a tvarohy)

#### Podle způsobu zrání:

- nezrající sýry
- sýry zrající v celé hmotě, na povrchu,
- sýry zrající plíšňové (s tvorbou plísně na povrchu, a tvorbou plísně uvnitř hmoty)

## 1.5 Historie smetanového sýra

Smetanový sýr začali koncem 19 století vyrábět farmáři v USA, kdy přidali smetanu do nevyzrálého čerstvého sýra Neufchatel, který se vyrábí v severní části Francie. Přidáním smetany tedy došlo k vytvoření prvního plnotučného, amerického smetanového sýra. V původní receptuře pro sýr Neufchatel bylo použito mléko s obsahem 3,5 až 4,0 % tuku kdežto pro smetanový sýr byla potřeba syrové mléko standardizované na 6,5 % tuku. Pasterace oficiálně nebyla povinná. Bylo přidáno syřidlo a pokud byly k dispozici nebo si farmáři vyrobili sami, tak i startovací kultury. Takto připravené mléko teklo do nádob o objemu 15 l, ty byly skladovány ve sklepích, kde parní trubky regulovaly teplotu na cca 24-29 °C, aby bylo dosaženo srážení. Sýřenina se z nádob přelila do látkových sáčků a byla umístěna na odtokové stojany kde odtekla syrovátka. Sáčky se sýřeninou se položily na drcený led střídavě na sebe, kdy se sýřenina připravila na postupné lisování. Následovalo míchání lisované, solené sýřeniny, a pak následovalo formování a balení.



Ve 20 letech 20. století došlo k expanzi výroby smetanového sýra ve Philadelphii, sýr byl balen do folií, byly zavedeny lepší hygienické výrobní postupy. Bylo zavedeno přidávání hydrokoloidů, tepelné ošetření, homogenizace a chlazení. Zavedení zákona o pasterizaci mléka v roce 1947 představoval velký mezník pro bezpečnost mléčných výrobků (Boor, 2017).

Další způsob výroby se lišil nastavenou teplotou a kultivací s/bez přidání syřidla a pro správné odvodnění se provedlo tepelné ošetření při teplotě 43 °C. V praxi byla zavedeno tepelné ošetření tvarohu po scezení, což vedlo k delší trvanlivosti a byla provedena homogenizace tvarohu. Tyto dva kroky podpořily růst průmyslu smetanového sýra a tento proces je známý jako metoda hot-pack.

V dalším desetiletí výrobce donutila konkurence zvýšit obsah tuku na 33 % což vedlo k hladší konzistenci sýru. V roce 1948 byly pozměněny federální normy o regulaci obsahu tuku a obsahu vody v tukuprosté hmotě sýra. Povolené suroviny zahrnovaly kromě mléka a smetany kondenzované mléko, kondenzované odstředěné mléko nebo odtučněné sušené mléko. Množství přidávaných hydrokoloidů bylo omezeno. Další změny ve výrobním procesu vycházely z výroby ze standardizované smetany, smetana se standardizovala před vlastní výrobou sýra. Do standardizované smetany se přidalo suché odstředěné mléko s želatinou nebo agarem, směs se tepelně upravila, ochladila, přidala sůl a starterové kultury, byla homogenizována a umístěna do konečné nádoby. Ochlazením a uchováváním přibližně 10 až 15 hodin při teplotě 21 °C se rozvinula mírně kyselá příchut' a po ochlazení na 4 °C byl smetanový sýr připravený ke konzumaci s trvanlivostí až 5 týdnů. Tato metoda umožňovala balení sýra přímo do krabic vyložených fólií.

V roce 1971 byl Rolandem Millerem z Kraft Foods vyvinut stroj na plnění studeného smetanového sýru do pevných sáčků. Odstranění látkových odkapávacích sáčků zaznamenala výroba novou revoluci a byl podán patent na výrobu smetanového sýra jako pomazánky, předtím se používal především jako přísada do pečení. Pasterací mléka, celkově zlepšení čištění a sanitace, rychlé zchlazení na farmách umožnily rozvoz mléka ve velkém. Nádoby na mléko se přestaly používat a tím vším se zlepšila kvalita mléčných výrobků (Johnson, 2017).

Postupně se začaly používat odstředivé separátory syrovátky, což umožňovalo horké balení sýra přímo do konečného balení za aseptických podmínek. Od roku 1980

po průlomech ve kvalitním zpracování mléka a smetany vstoupila do historie sýrů membránová technologie, která se týká koncentrace mléčné bílkoviny a mléčného tuku a separace rozpustných složek. Dnes se výroba smetanového sýra od původního odlišuje jen přidáním smetany nebo mléčné směsi s vyšším obsahem tuku do sýru Neufchatel. V průběhu dalších let byly díky obchodním a firemním tajemstvím, patentům, málo dostupné informace o výrobě Neufchatel a smetanového sýra (Wolfschoon Pombo, 2021).

### 1.5.1 Smetanový sýr

Smetanový sýr je podle Vyhlášky č. 397/2016 Sb. definován dvěma způsoby jako výrobek z vysokotučné smetany bez přídavku cukru, dále se tento výrobek označí obsahem tuku a obsahem sušiny v procentech hmotnostních nebo jako výrobek z tvarohu, mléka nebo smetany s přídavkem cukru a s obsahem nejméně 30 % hmotnostních tuku v sušině. Dále se tento výrobek označí obsahem tuku v sušině nebo obsahem tuku a obsahem sušiny v procentech hmotnostních (Vyhláška č. 397/2016 Sb.).

Tento nezrající sýr je vysoce výživný, protože je bohatý na tuk a mléčné bílkoviny. Tradičně se smetanový sýr vyrábí ze smetany nebo ze směsi smetany a mléka nebo odstředěného mléka (Preedy, Watson a Patel, 2013). Mléko se standardizuje na požadovanou tučnost (Double Cream Cheese 8,0 – 12,0 % tuku, Single Cream Cheese 3,0 – 5,0 % tuku), homogenizuje a pasteruje. Podle typů balení můžeme smetanový sýr rozdělit na dvě kategorie. Prvním z nich je smetanový sýr balený za studena a druhým typem je smetanový sýr balený za tepla. Používá se jak ve studené kuchyni jako pomazánka na bagety, může se použít jako dresink, tak v teplé kuchyni a pro další možné kulinářské úpravy, jako přísada pro přípravu některých druhů dezertů, dortů a jiných cukrářských výrobků a v neposlední řadě se také používá do různých druhů omáček (Gulzar, 2015).

Co se týká senzorických vlastností, smetanový sýr je měkký, roztíratelný se smetanovou barvou, hladké konzistence a mírně kyselou chutí. Tuk hraje ve smetanovém sýru důležitou roli, má zásadní vliv na jeho texturu a ovlivňuje jeho chuťové profily. Proto je pro svůj vysoký obsah tuku přirovnáván k máslu při pokojové teplotě nebo ke smetaně. Může se dochucovat různými jinými surovinami jako je sůl nebo koření (Tologana et al., 2022, Foguel a Roberta, 2021).

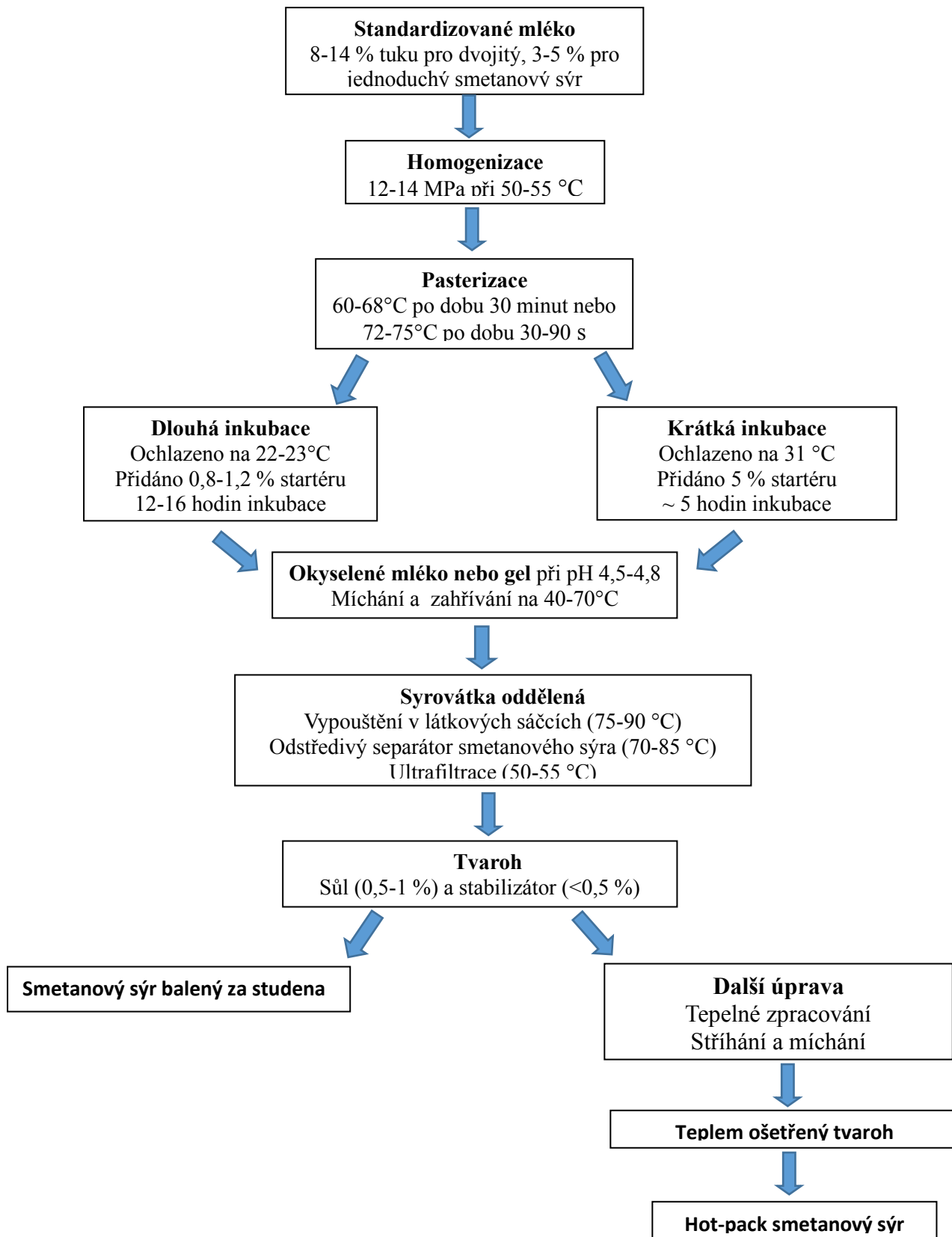
## 2 VÝROBA TVAROHOVÝCH A SMETANOVÝCH SÝRŮ

### 2.1 Technologie výroby smetanových sýrů

Smetanový sýr se vyrábí ze standardizovaného mléka nebo smetany a podle druhu výrobku, zda jde o dvojitý smetanový sýr se standardizuje na obsah tuku 8–12 %, u jednoduchého sýru na obsah tuku 3–5 %. Dále se mléko homogenizuje, aby se co nejvíce zmenšily kuličky tuku. Tukové kuličky, které jsou obaleny kaseinem a syrovátkovou bílkovinou se při homogenizaci zmenší a při následném okyselení se rychleji sráží a vznikne hladší a pevnější sýřeninu. Po pasterizaci se mléko nebo smetana zchladí a zaočkuje zákysovou kulturou např. *Lactococcus lactis*, *Lactococcus lactis subsp. cremoris* za teploty 20–30 °C, díky které dochází ke snižování pH. Vzniklá sýřenina se jemně promíchá, případně ochladí, aby se zabránilo překyselení, poté se zahřeje a oddělí syrovátka. Dříve se syrovátka oddělovala scezením v látkových sáčcích a byla ponechána přes noc, aby odtekla. V dnešní době je prováděn odtok syrovátky moderní metodou za použití odstředivého separátoru při teplotě 70–85 °C nebo ultrafiltrací při 50–55 °C. Horká sýřenina se ochladí na 10–20 °C a je balena přímo za studena. Druhý typ balení za tepla se provádí po odstředění sýřeniny, kdy se opět zahřívá, načerpá se do balícího zařízení a za tepla se balí (Phadungath, 2004).

Při skladování by mohlo docházet k synerezi, což je oddělení syrovátky od zrna, proto se do oddělené sýřeniny přidávají stabilizátory, které tomuto zabráňují. Tyto stabilizátory se přidávají do horké sýřeniny. Zároveň se mícháním snižuje viskozita, což umožňuje čerpání a balení. Nejčastěji přidávanými stabilizátory do smetanových sýrů, které jsou baleny za tepla jsou guma Guar, karagenan, xantanová guma a alginát sodný. Samotná guma Guar způsobuje při zpracování vysokou viskozitu, měkkost a nežádoucí texturu. Míra emulgace a zahušťování je ovlivněna teplotou a délkou tepelného ošetření čímž má zásadní vliv na konzistenci konečného výrobku. Zvyšování délky tepelného ošetření má obecně za následek tužší sýr s křehčí strukturou. Statické chlazení sýra baleného za tepla poskytuje pevnější strukturu než dynamické chlazení, které se používá u sýrů balených za studena. Tento sýr má houbovitou, provzdušněnou konzistenci a hrubší vzhled. Kuličky mléčného tuku a mléčné bílkoviny jsou během zpracování několikrát tepelně upraveny, a proto dochází k velkým teplotním výkyvům. Těmito technologickými úpravami se mění struktura částic hlavně velikost, tvar a shlukování, a také fyzikálně chemické vlastnosti jako je hustota, hydratace mléčných bílkovin, poměr tekutého a tuhého tuku a stabilita mléčných

kuliček (Brighenti et al., 2020, Fox et al., 2004). Na obrázku č. 1 je znázorněna konvenční výroba smetanového sýra.



Obrázek 1: Klasický způsob výroby smetanového sýra  
Upraveno dle (Phadungath, 2004)

### 2.1.1 Smetanový sýr typu Mascarpone

Jedním ze známých smetanových sýrů po celém světě je smetanový sýr Mascarpone, který pochází z Lombardie. Mascarpone se vyrábí ze smetany z kravského mléka. Smetana se zahřívá, míchá a přidá se kyselina (kyselina octová, citronová, vinná, mléčná), aby se vynutilo srážení sýrové matrice. Intenzivním zahříváním dochází k denaturaci syrovátkových bílkovin, které se usazují na kaseinových micelách a membráně tukových kuliček. Výsledkem je, že syrovátkové bílkoviny zůstávají během odkapávání v sýrové matrici. Cca po 20 hodinách odkapávání se získá Mascarpone (Cassano, Alfredo Drioli a Enrico, 2014).

Tradiční výrobou Mascarpone je jeho trvanlivost omezená, protože během doby, po kterou okapává může dojít k nárůstu kontaminantů a hygienickým problémům. Také se tímto tradičním způsobem výroby v závislosti na typu sýřeniny přemění pouze malá část mléčných složek ve formě sýřeniny a zbytek zůstává v syrovátce. Moderní mlékárny začlenily do výroby technologii ultrafiltrace, což jim umožňuje zachovat v sýru syrovátkové bílkoviny (Cassano, Alfredo Drioli a Enrico, 2014). Ultrafiltraci lze začlenit jak pro zachování části syrovátkových bílkovin, tak pro zachování všech syrovátkových bílkovin. Při zachování plné koncentrace syrovátkových bílkovin se zcela vyhneme krájení sýřeniny a odvádění syrovátky a 100 % syrovátkových bílkovin zůstává v sýrové matrici. Tedy při porovnání s tradičním procesem výroby se při začlenění ultrafiltrace před ohřev a okyselení zcela eliminuje odtok syrovátky, a kromě zvýšení nutriční hodnoty Mascarpone se zvyšuje i hygienický stav, který vede k prodloužení jeho trvanlivosti (Hinrichs, 2004).

Mascarpone se pro svou typicky smetanovou příchuť a jemnou krémovou konzistenci využívá k přípravě dezertů např. Tiramisu. Má jemně nasládlou chuť smetany a svěží máslovou příchuť, konzistence je hladká a roztíratelná, a to i při nízkých teplotách. Používá se také jako náplň nebo poleva italských koláčů, tradičních sladkých kynutých měkkých koláčů např. Panettone a Pandoro. (Maria M. C. Vieira, 2017).

### 3 HYDROKOLOIDY V MLÉČNÝCH VÝROBCÍCH

#### 3.1 Hydrokoloidy

Hydrokoloidy jsou velkou skupinou biopolymerních materiálů obsahující hlavně polysacharidy a proteiny. Jsou to různorodé skupiny biopolymerů s dlouhým řetězcem, které se snadno rozptýlí ve vodě, jsou zcela rozpustné a náchylné k bobtnání. V současnosti se používají k plnění řady funkcí v různých odvětví potravinářského průmyslu, jako např. zahušťování a želírování, stabilizace pěn a emulzí. Působí jako inhibitory růstu krystalů cukru a rozpínání ledových krystalů ve zmrazených krémech. Používají se pro zlepšení texturních a reologických vlastností, řízeného uvolňování aromat (Williams P.A., 2009). V potravinářském průmyslu se využívají i pro své příznivé nutriční vlastnosti. Moderní životní styl a rostoucí povědomí o souvislosti mezi zdravím a stravou vedly k vývoji potravin s vysokým obsahem vlákniny a nízkým obsahem tuku. Mnoho hydrokoloidů bylo vyvinuto pro použití jako náhražky tuku v potravinách (Zhao et al., 2023). Želatina se používá také k obohacení obsahu bílkovin, ke snížení množství sacharidů, koncentrace soli a jako nosič vitamínů.

Na trhu je velký výběr hydrokoloidů, jejich výběr je dán hlavně požadovanými vlastnostmi. Např. xantanová guma je oblíbená pro své viskózní vlastnosti v roztocích. Na její viskozitu nemá vliv změna pH, přítomnost solí a teplota. Široce se používá v zálivkách a omáčkách, protože její vysoká viskozita zabraňuje usazování a krémování kapek a výrobek po protřepání snadněji vytéká z lahvičky. Před lety byla zavedena řada náhražek na bázi škrobu např. jako alternativa při emulgaci aromatických olejů. Dále se pracuje na použití pektinu jako náhrada arabské gummy. Emulgační vlastnosti arabské gummy a pektinu jsou způsobeny malým množstvím bílkovin, které jsou jejich nedílnou součástí.

Karagenan má na trhu další konkurenční méně rafinované druhy (zpracované mořské řasy *Eucheama*), které lze použít tam, kde není důležitá průhlednost gelu. dalším vývojem bylo zavedení hybridů karagenanu kappa/iota, a ty také mohou poskytnout nové funkční vlastnosti. Přídavkem želatiny do mléčných výrobků se její molekuly spojují s povrchem kapiček tuku čímž snižují povrchové napětí vůči vodné fázi. Může se přidávat, aby vážala syrovátku a bránila tím vylučování vodní syrovátky např. z jogurtů, tvarohů a smetanových sýrů. Zabraňuje synerzezi, což je jev kdy se z gelu vylučuje tekutina, která je obvykle

nežádoucí, protože snižuje atraktivitu výrobku pro spotřebitele. Snižováním povrchového napětí vody přidáním želatiny do pěnových dezertů na bázi mléka, umožňuje tvorbu pěny mechanickým šleháním nebo vstřikováním plynu. Želatina ve zmrzlině ovlivní velikost a rozložení ledových krystalků čímž ovlivní texturu a chuť výsledné zmrzliny.

### 3.2 Rozdělení hydrokoloidů

Hydrokoloidy mohou mít více zdrojů, zdroje přirozené vyrobené z rostlin, živočichů, řas a mikroorganismů. Škrob, agar a různé gummy jsou hydrokoloidy patřící mezi sacharidy a polysacharidy a tato skupina je mezi hydrokoloidy nejvíce zastoupena. Mezi rostlinné jsou zahrnuty škrob, pektin, celulóza, guma karaya, tragant, guma gati, arabská guma a další rostlinné gummy. V kategorii mořských řas najdeme alginát, karagenan, furcellaran a z živočišných hydrokoloidů je to např. želatina, chitin, kaseinát, syrovátkový protein, protein vaječného bílku (Pirsa a Hafezi, 2023).

Všechny tyto kategorie podle dalších klasifikací spadají do tří kategorií:

- a.) přírodní gummy nalezené v přírodě
- b.) modifikované gummy (polosyntetické) vyrobené z přírodních gum na základě chemických modifikací
- c.) syntetické gummy, které se vyrábí na základě chemické syntézy

Také můžeme hydrokoloidy dělit na základě jejich iontové struktury do dvou skupin:

- a.) neiontové gummy – xanthan, guarová guma, karobová guma
- b.) aniontové gummy – karagenan, arabská guma, kmínová guma, gelanová guma.

### 3.3 Karagenan a Furcellaran

V červených mořských řasách se přirozeně vyskytují polysacharidy, které vyplňují dutiny v celulózové struktuře rostliny. Tyto polysacharidy zahrnují karagenan, furcellaran a agar, které mají stejný základ tedy galaktózu, ale odlišují se podílem a umístěním esterových sulfátových skupin a podílem 3,6- anhydrogalaktózy. Rozdílným složením a konformací poskytují velké množství reologických vlastností, které se využívají v mnoha potravinách (Imeson, 2000). Furcellaran byl v minulosti znám jako „dánský agar“,

což vystihuje popis jeho gelujících vlastností, a hlavně původní zdroj materiálu s obsahem cca 16-20 % síranů a strukturou velmi podobnou kappa-karagenanu. Nejdříve byl v Evropě furcellaranu přiděleno samostatný E-kod, ale přezkoumáním byly uznány strukturální a funkční podobnosti karagenanu s furcellaranem a byly klasifikovány společně (Williams P.A., 2009).

Karagenany patří do skupiny hydrofilních lineárních sulfatanových galaktanů. Jsou to polysacharidy na bázi galaktózy, které mají různé množství sulfátových esterů v různých polohách a s různým rozložením.

Furcellaran je strukturně velmi podobný Karagenanu, ale liší se podílem estersulfátových skupin a podílem 3,6 anhydrogalaktózy. Lze ho použít podobně, ale má méně komerčních aplikací. Kappa-karagenan a fullcerallan spolu mohou tvořit tuhé a křehké gely, konkrétně furcellaran lze využít při výrobě mléčných dezertů, cukrovinek nebo masných výrobků (Polášek et al., 2021).

Komerční karageny mají průměrnou molekulovou hmotnost 100 až 1000 kDa. V karagenanových přípravcích mohou být přítomny další sacharidové zbytky jako je xylóza, glukóza a některé substituenty například methylethery a pyruvátové skupiny. Můžeme ho klasifikovat třemi způsoby, a to podle počtu a polohy sulfátových skupin ty se označují řeckou předponou, podle jejich skupiny anebo podle jeho vlastností na želírující a zahušťující. Názvosloví je důležité pro chemickou klasifikaci a komerční výrobu. Na základě nomenklatury a písmenných kódů jsou 3 komerčně nejdůležitější karagenany, iota, kappa a lambda. Dimery kappa-, iota – a lambda – karagenanu mají jednu, dvě a tři esterové sulfátové skupiny. Obsah sulfátu je z tohoto důvodu v komerčním karagenanu 20 %, 33 % a 40 % i když se mohou vyskytnout velké rozdíly mezi druhy řas, důsledkem roubování, ročním obdobím nebo šaržemi.

Rozpuštěnost karagenanů závisí na obsahu sulfátových skupin a na obsažených kationtech. Nejčastějšími kationty jsou sodík, draslík, vápník a hořčík a v důsledku jejich rovnováhy a podílu síranových frakcí určují viskozitu nebo pevnost gelů. Pro průběh gelace je nezbytná přítomnost vápenatých nebo draselných kationtů. Iota karagenan nejlépe vzájemně působí s vápenatými ionty za vzniku měkkých, elastických gelů, zatímco na vlastnosti lambda-karagenanu nemají soli žádný vliv. V mléčných systémech se používá kappa karagenan k získání suspenze nebo krémového gelu. Všechny karagenany hydratují při vysokých teplotách, a zvláště kappa a iota karagenany jeví nízkou viskozitu kapaliny. Kappa-karagenan vytváří pevný křehký gel, který má při rozmrazování a zmrazování velmi



špatnou stabilitu, iota-karagenan má naproti tomu dobrou stabilitu při rozmrazování a vytváří elastický gel (Pereira, 2016).

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 4 CÍL PRÁCE

Cílem této práce bylo porovnat vliv přídatku Furcellaranu o koncentracích 0,50; 0,75; 1,00 % w/w na smetanové sýry. Aby bylo možné dosáhnout tohoto cíle, bylo potřeba splnit dílčí cíle, mezi které se řadí:

- výroba modelových vzorků s použitím Furcellaranu o třech různých koncentracích,
- provedení základní fyzikálně-chemické analýzy, reologické analýzy a analýzy tvrdosti,
- vyhodnocení výsledků analýz.

## 5 MATERIÁL A METODIKA

### 5.1 Suroviny pro výrobu smetanových sýrů

Pro výrobu vzorku smetanových sýrů byla použita tato surovinová skladba: tvaroh (výrobce Choceňská mlékárna s.r.o. Choceň, ČR) obsah sušiny 27 % (w/w) s obsahem tuku v sušině 11 % (w/w), zakysaná smetana (Crème fraiche výrobce BoheMilk, a.s. Opočno ČR) s obsahem sušiny 36 % (w/w) a obsahem tuku v sušině 40 % (w/w), voda, NaCl, furcellaran (výrobce Est-Agar, Estonsko).

### 5.2 Výroba vzorků smetanových sýrů

Jako první byl vyroben kontrolní vzorek bez přidání hydrokoloidu furcellaranu. Pro výrobu vzorků byl použit přístroj Vorwerk Thermomix TM 31-1 (výrobce Vorwerk & Co. Německo) s nepřímým ohřevem. Nejprve byl tvaroh rozmixován, a poté smíchán se zakysanou smetanou. Dalším krokem bylo přidání zbývajících surovin (NaCl, furcellaran, voda) a bylo provedeno mechanické míchání a ohřívání při 3000 otáčkách za minutu. Teplota v cílovém produktu byla nastavena na 80 °C s dobou výdrže 10 minut. Doba zpracování trvala celkem 15 minut a odděleně byl přidán furcellaran v koncentracích 0,50; 0,75 a 1,00 % (w/w). Vzniklá směs byla za horka dávkována do předem připravených 100 g kelímků, které byly následně uzavřeny víčkem a po vychladnutí uskladněny při teplotě  $6 \pm 2$  °C, dokud nebyly provedeny následné analýzy.

### 5.3 Chemická analýza

#### 5.3.1 Stanovení pH

Hodnota pH je mírou kyselosti nebo zásaditosti daného výrobku. Pro její vyjádření je využívána stupnice od 0-14. pH 7,0 je hodnota, která je považována za neutrální a je tedy rozhraní mezi kyselými a zásaditými potravinami. Potraviny s hodnotou pH nižší než 7,0 jsou kyselé potraviny a hodnoty pH nad 7,0 vykazují zásadité potraviny. U většiny potravin může být pH ovlivněno jejím složením a hodnota pH je důležitá zejména z mikrobiologického hlediska, tedy pro dodržování zdravotní nezávadnosti potravin. Většina druhů mikroorganismů je náchylná ke kyselému prostředí a zpravidla se mohou množit

a růst pouze při pH v rozmezí 4,5-8,0. Kyselé potraviny jsou přirozeně lépe chráněny vůči mikrobiální degradaci. Hodnota pH u námi měřených vzorků byla stanovena pomocí pH metru vybaveného sondou se skleněnou elektrodou (Foodcare HI 99161, Hanna Instruments, Rhode Island, USA). Každý vzorek byl měřen 6x, náhodným vpichem.

### 5.3.2 Stanovení obsahu sušiny

Obsah sušiny ve vzorcích byl proveden gravimetricky podle ČSN ISO 5534:2004 (ČSN ISO 5534, 2004). Pro každou koncentraci byly provedeny tři stanovení. Navážka vzorku smetanového sýru byla provedena do předem zvažené hliníkové váženky s křemičitým pískem a na analytických váhách s přesností na 4 desetinná místa byly odváženy přibližně 3 g vzorku. Vzorek byl tyčinkou promíchán s pískem a poté vložen do sušárny předehřáté na teplotu  $102 \pm 2$  °C a sušen do konstantního úbytku hmotnosti. Konečný obsah sušiny v w/w % lze vypočítat podle vzorce (1):

$$S = \frac{m_3 - m_1}{m_2 - m_1} \cdot 100 \quad (1)$$

Kde:

S – obsah sušiny v w/w %

$m_1$  – hmotnost prázdné váženky s křemičitým pískem [g]

$m_2$  – hmotnost váženky s křemičitým pískem a vzorkem před vysušením [g]

$m_3$  – hmotnost váženky s křemičitým pískem a vzorkem po vysušení [g]

### 5.4 Stanovení tvrdosti

Texturní vlastnosti jsou důležitým faktorem kvality potravin při konzumaci a mohou rozhodovat o nepřijetí spotřebitelem už při nákupu potravin. Texturní profilová analýza je často používanou imitativní metodou stimulující žvýkání. Principem této metody je opakované stlačení vzorku ve dvou cyklech (Alvarez, Canet a López, 2002).

Při analýze se používá způsob zatěžování vzorku při konstantní rychlosti, kterou se pohybuje sonda a následně působí na daný vzorek. Ze závislosti síly na deformaci vzorku je poté určována tvrdost vzorku a výsledkem je křivka závislosti síly na deformaci vzorku (Peleg, 2019).

Textura smetanových sýrů byla měřena na přístroji TA.TX. plus (Stable Micro Systems Ltd., Godalming, UK). K měření byla použita válcová sonda o průměru 20 mm o rychlosti deformace 2 mm/s přímo ve vzorku při teplotě  $20 \pm 1$  °C. Měření proběhlo celkem 9x.

## 5.5 Reologická analýza

Pro analýzu viskoelastických vlastností vzorků smetanového sýra byl využit dynamický oscilační reometr RheoStress 1 (Haake, Bremen, Německo) s geometrií deska – deska o průměru 35 mm, s výškou štěrbinu 1 mm. Vzorky byly měřeny v rozsahu frekvencí 0,01 – 10,00 Hz a amplituda smykového napětí byla nastavena 20 Pa při teplotě  $20 \pm 0,1$  °C. Měření proběhlo 3 x pro každý vzorek. Byl vyhodnocen elastický modul pružnosti ( $G'$ ), popisující elastické chování vzorků, dále ztrátový modul pružnosti ( $G''$ ), který popisuje viskózní chování vzorků (Brighenti et al., 2008). Jejich poměrem je možné podle vztahu (3) vypočítat tangens úhlu fázového posunu:

$$\tan \delta = \frac{G''}{G'} \quad (3)$$

Komplexní modul pružnosti ( $G^*$ ), který je charakterizován jako celkový odpor vzorku proti deformaci. Čím vyšší je hodnota komplexního modulu pružnosti, tím je daný vzorek tužší (Brighenti et al., 2008). Komplexní modul pružnosti byl vypočítán podle vztahu (4):

$$G^* = \sqrt{(G')^2 + (G'')^2} \quad (4)$$

Nejprve byl vzorek nanesen na spodní pevnou desku přístroje, poté byla horní a spodní deska přiblížena k sobě na požadovanou vzdálenost. Působením tlaku na vzorek došlo k částečnému vytlačení vzorku, kdy byl tento přebytek před samotným měřením odstraněn, aby nedošlo k ovlivnění výsledků a následně bylo spuštěno měření (Francis, 2000).

## 5.6 Stanovení aktivity vody

Aktivita vody je z technologického hlediska definována jako poměr tlaku vodních par potravin k tlaku par destilované vody při určité teplotě. Mikroorganismy potřebují vodu pro svůj růst a rozmnožování. Pro mikroorganismy je určující, zda je pro ně voda v potravině dosažitelná. Hodnoty vodní aktivity  $a_w$  se pohybují v rozmezí od 0 do 1. Mikroorganismy při nižších hodnotách  $a_w$  nerostou, nemohou se pomnožovat a nemohou způsobovat kažení potravin. Aktivita vody je tak určujícím faktorem trvanlivosti potravin.

Ke stanovení aktivity vody vzorků smetanového sýra byl použit přístroj AquaLab (AquaLab, Decagon) o teplotě  $25,0 \pm 0,1$  °C. Stanovení bylo provedeno u každého vzorku třikrát a k ověření přesnosti výsledku byl použit standard ( $a_w = 0,92$  NaCl o koncentraci 2,33M v H<sub>2</sub>O), který byl měřen před a během vlastního měření vzorků.

## 5.7 Instrumentální analýza barvy

Barva vzorků smetanových sýrů byla měřena pomocí spektrofotometru UltraScan PRO (Hunter Associates Laboratory, Inc., Reston, VA, USA). Dále byla pro hodnocení použita barevná škála CIE lab ( $L^*a^*b^*$ ) – barevný prostor, kde je barva definována barevným modelem založeným na třech osách, kdy parametr  $L^*$  světelnost může být od 0–100 (0 – černá, 100 - bílá). Parametr  $a^*$  je označení pro spektrum červené až zelené barvy (zelená –  $a^*$  až červená  $+a^*$ ), parametr  $b^*$  je označení pro žluté až modré spektrum (modrá –  $b^*$  až žlutá  $+b^*$ ) (Wang a Sun, 2003). Všechna měření probíhala při osvětlení D65 (standardní denní světlo) a pod úhlem 10°.

## 5.8 Stabilita emulze

Ke stanovení stability emulze vzorků smetanových sýrů byly použity polypropylenové cetrifugační zkumavky o objemu 50 ml, do kterých bylo umístěno 5 g vzorku, které byly poté uzavřeny plastovým uzávěrem. Tyto zkumavky byly vloženy do odstředivky (EBA 21 Hettich Zentrifugen, Huttlingen, Německo) a odstředovány při 6000 otáčkách za minutu po dobu 30 minut. Oddělený sediment byl zvážen a stabilita emulze byla určena z následující rovnice (5):

$$S = \frac{m_2}{m_1} * 100 \quad (5)$$

Kde:

$m_1$  – hmotnost vzorku ve zkumavce (g)

$m_2$  – hmotnost sedimentu (g)



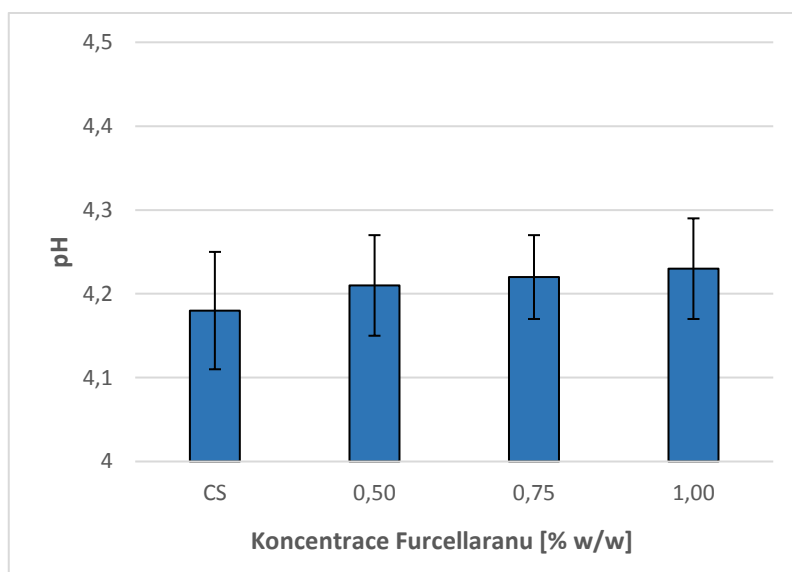
## 6 VÝSLEDKY A DISKUZE

### 6.1 Výsledky chemické analýzy

#### 6.1.1 Výsledky měření pH a stanovení sušiny

Hodnota pH vzorků smetanových krémů se pohybovala mezi 4,21 – 4,23 je tedy zřejmé že přidavek furcellaranu o zvyšujících se koncentracích neměl na hodnoty pH téměř žádný vliv. Výsledné hodnoty pH pro smetanové sýry lze podle literatury charakterizovat jako akceptovatelné (Schulz-Collins, 2004).

Dle naměřených hodnot obsahu sušiny, které se pohybovaly v rozmezí 30,66 – 29,04 % (w/w) lze stanovit, že se obsah sušiny přidáním furcellaranu nijak zásadně nezměnil, mezi vzorky byla velká podobnost, což je poměrně zásadní faktor, který může ovlivnit texturní a reologické vlastnosti smetanových sýrů (Weiserová et al., 2011).

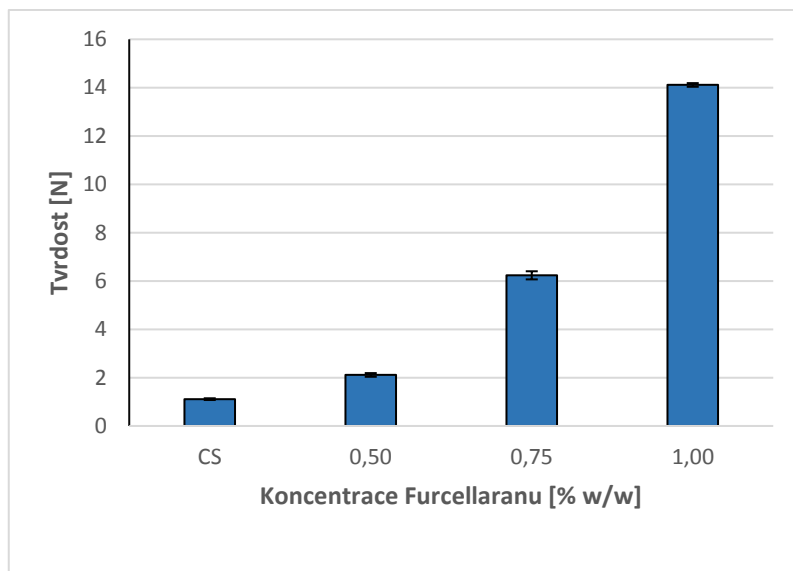


Obrázek 2: Výsledné hodnoty pH vzorků smetanového sýra

### 6.2 Výsledky stanovení tvrdosti

Na obrázku č. 3 jsou znázorněny hodnoty tvrdosti vzorků smetanových sýrů. Můžeme zde pozorovat, že přidavkem furcellaranu byla tvrdost významně ovlivněna, a to zejména s koncentrací furcellaranu 1,00 %, kdy je pozorován velmi výrazný nárůst hodnot tvrdosti. Lze to vysvětlit jak na základě způsobů interakce furcellaranu, tak také

proto, že při vyšších koncentracích dochází k interakcím mezi samotnými molekulami furcellaranu což vede k vyšším hodnotám tvrdosti. (Nickerson, Paulson a Hallett, 2004). Další interakce mohou zahrnovat vodíkové vazby, hydrofobní nebo kovalentní vazby, které mohou zajistit stabilizaci vyvinuté proteinovo-polysacharidové matrice (Trius a Lanier, 1996).



Obrázek 3: Vliv koncentrace furcellaranu na vývoj hodnot tvrdosti

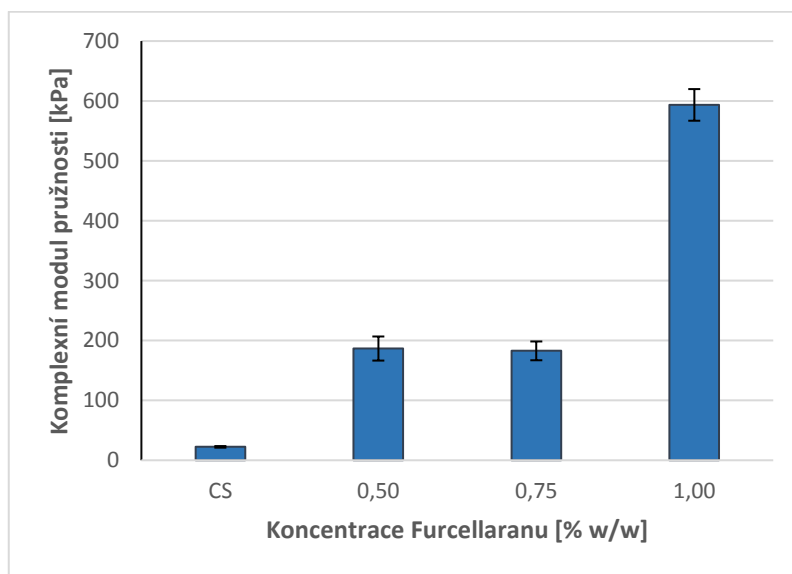
### 6.3 Reologická analýza

Pro poskytnutí informací o mechanických vlastnostech potravin a konzistenci analyzovaného produktu stanovením jeho viskoelastických vlastností je vhodnou metodou reologická analýza (Joyner, 2018). Na obrázku 5 a 6 jsou znázorněny hodnoty viskoelastických vlastností vyrobených vzorků, které byly analyzovány 7 den skladování. Použití furcellaranu ovlivnilo viskoelastické vlastnosti vzorků, ale nejvyšší nárůst byl zaznamenán při koncentraci 1,00 % (w/w). Je také vidět, že ve vzorcích byla dominantní elastická složka ( $G' > G''$ ). Modelové vzorky tedy při vyšších koncentracích vykazovaly pružnější chování. Přidáním furcellaranu o vyšších koncentracích vznikla elastičtější struktura vzorků ve srovnání se vzorkem kontrolním, což se dá přičíst přítomnosti intenzivnějších interakcí a vytvoření hustší struktury (Černíková et al., 2008).

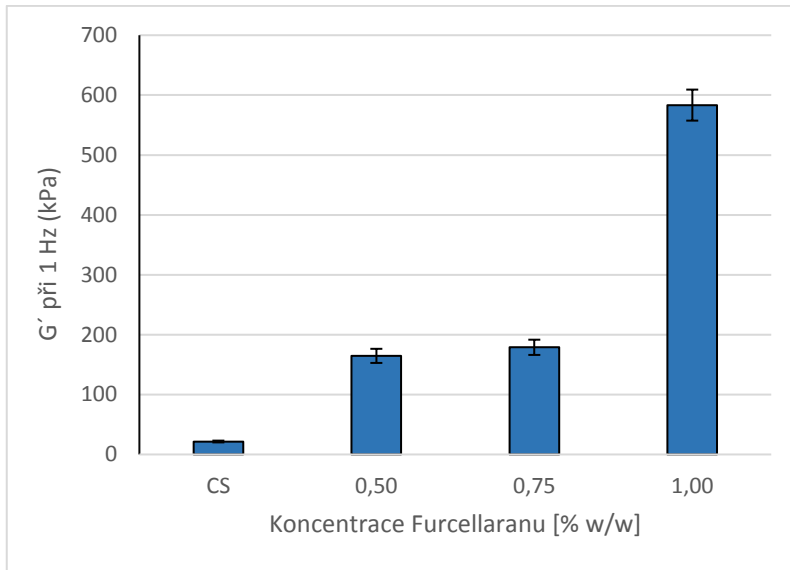
Také můžeme hodnotit viskoelastické vlastnosti pomocí hodnot  $G^*$  z obrázku č 4, kdy rostoucí hodnoty mají za následek zvýšení tuhosti vzorků. Naproti kontrolnímu vzorku ukazují vzorky s přídavkem furcellaranu vyšší hodnoty zejména při koncentraci 1,00 % (w/w). U vzorků s koncentrací 0,50 a 0,75 % (w/w) tak významná změna hodnot pozorována

nebyla. Aby došlo ke změně viskoelastických vlastností je tedy pravděpodobně zapotřebí minimální (limitní) koncentrace hydrokoloidu. Podle Černíkové et al. (Černíková et al., 2008) závisí hodnota mezní koncentrace na několika faktorech, a to na pevnosti gelu proteinové sítě, stupni hydrolyzy přítomných proteinů, pH nebo iontovému prostředí.

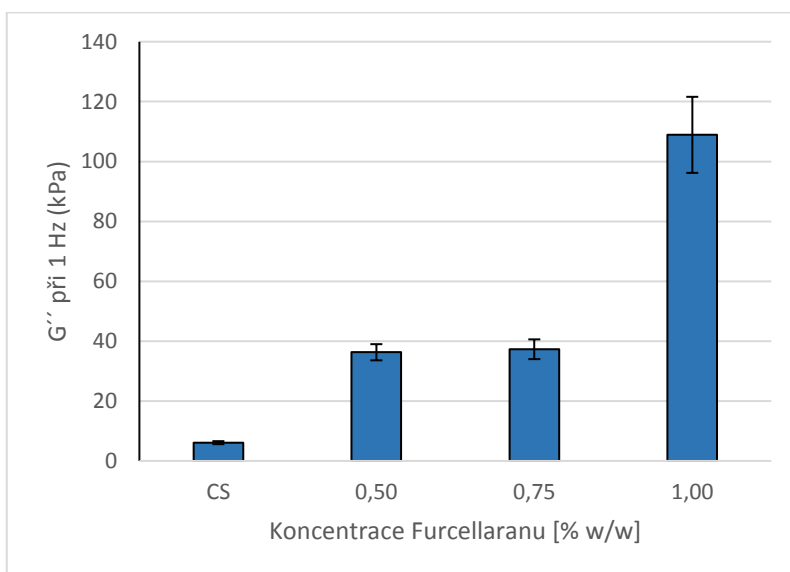
Na obrázku č 7 jsou znázorněny hodnoty tangentu úhlu fázového posunu ( $\tan \delta$ ), označující míru viskoelastických vlastností vzorků. Tyto hodnoty byly nižší než 1. Jestliže je hodnota  $\delta = 0$  jedná se o elastický výrobek, pokud že je hodnota  $\delta = 90$  výrobek je viskózní (Piska a kol., 2002). V této literatuře je rovněž charakterizován materiál pro hodnotu  $\tan \delta = 1$ , který se ve stejné míře chová jako kapalná i pevná látka, v případě, kdy se hodnota  $\tan \delta < 1$  jedná se o materiál elastický a chová se jako pevná látka. Pokud jsou hodnoty  $\tan \delta > 1$  jde o materiál viskózní, chová se tedy více jako kapalina (Piska a kol., 2002). Hodnoty  $\tan \delta$  jednotlivých vzorků uvedené na obrázku č 7 byly pod hodnotou 1, proto vykazovaly elastické chování.



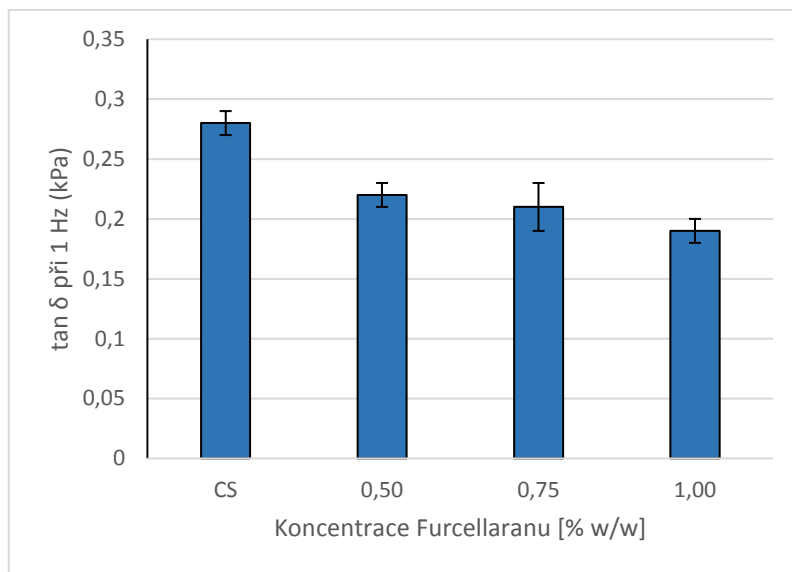
Obrázek 4: Vliv koncentrace furcellaranu na viskoelastické vlastnosti (komplexní modul pružnosti)



Obrázek 5: Vliv koncentrace furcellaranu na viskoelastické vlastnosti (elastický modul pružnosti)



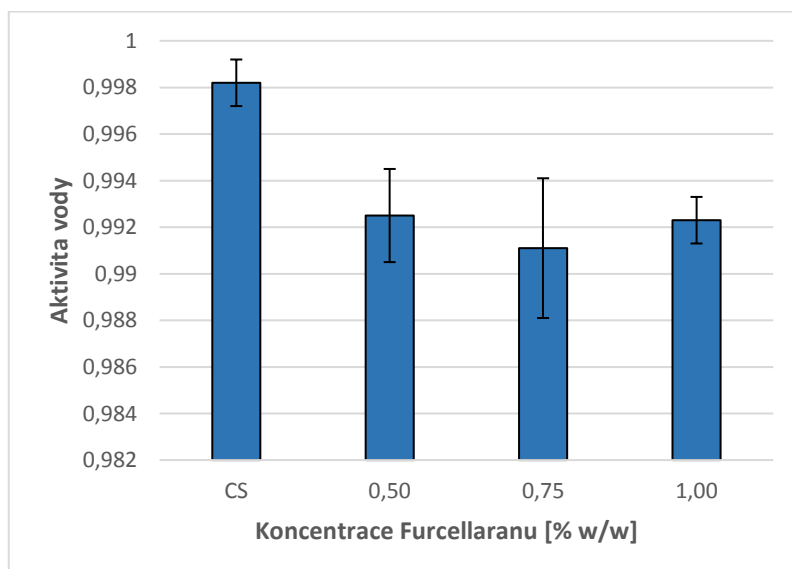
Obrázek 6: Vliv koncentrace furcellaranu na viskoelastické vlastnosti (ztrátový modul pružnosti)



Obrázek 7: Tangens úhlu fázového posunu

#### 6.4 Stanovení aktivity vody

Naměřené hodnoty  $a_w$  se pohybovaly v rozmezí 0,9925 – 0,9923 a z tohoto je zřejmé, že na  $a_w$  nemá přidavek furcellaranu žádný vliv. Optimální hodnoty aktivity vody pro některé mléčné výrobky jsou v rozmezí 0,91 – 0,96 (Glass a Doyle, 2005). V rámci vyšších hodnot  $a_w$  dochází k inhibici růstu některých mikroorganismů a výsledné hodnoty jsou v souladu s výsledky Moellera et al. (Moller et al., 2012). Díky svým fyzikálně-chemickým vlastnostem, technologii výroby a vhodným podmínkám skladování je podle výše uvedených autorů smetanový sýr považován za bezpečný potravinářský výrobek.



Obrázek 8: Stanovení aktivity vody

## 6.5 Instrumentální analýza barvy

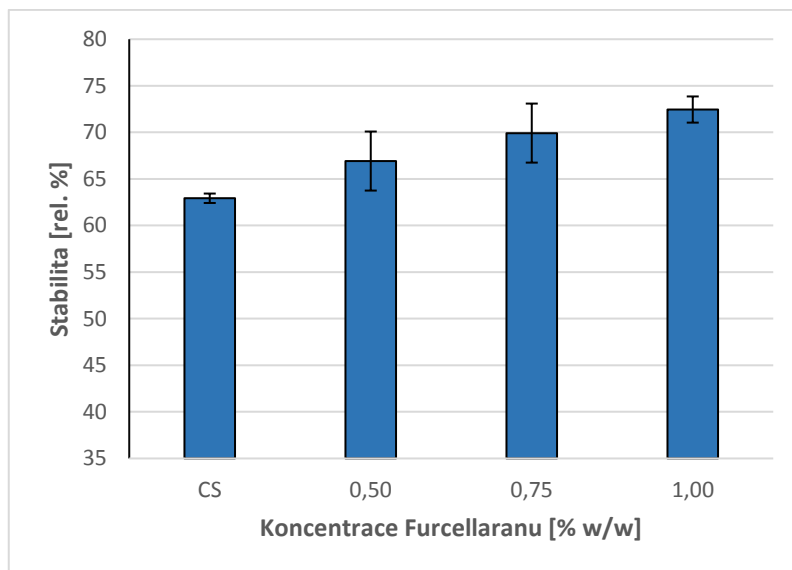
V tabulce č 1 jsou zaznamenány hodnoty  $L^*$ ,  $a^*$  a  $b^*$ . Podle parametru  $L^*$  světlosti, kdy nejvyšší hodnota 100 je bílá, bylo z naměřených hodnot zjištěno, že hodnoty  $L^*$  u modelových vzorků jsou nižší než kontrolní vzorek, a vzorky s přídavkem furcellaranu mají nižší jas. Tento trend se snižuje se zvyšováním koncentrace furcellaranu. Výsledky měření parametru  $a^*$  neboli přechod z oblasti zelené  $-a^*$  do červené  $+a^*$  byly v záporných hodnotách, a tedy všechny modelové vzorky měly lehce zelený odstín. Parametr  $b^*$  což je spektrum od modré  $-b^*$  po žluté  $+b^*$  byl zaznamenán pouze kladné hodnoty a lze tedy konstatovat, že všechny modelové vzorky vykazovaly žluté tóny, nejméně však vzorek s přídavkem furcellaranu o koncentraci 1,00 % (w/w). Důležitými senzoryckými atributy jsou spolu s chutí i barva, která ovlivňuje preference spotřebitelů a identifikaci potravin. Podle výsledných hodnot lze všechny vzorky charakterizovat jako světle žluté a lze tedy říct, že v porovnání s kontrolním vzorkem má přídavek furcellaranu vliv na výslednou barvu modelových vzorků. (Milovanovic et al., 2020).

Tabulka 1: Hodnoty světlosti ( $L^*$ ), barevnosti na zelené až červené ose ( $a^*$ ) a barevnosti na modré až žluté ose ( $b^*$ )

Koncentrace hydrokoloidů (% w/w)	$L^*$	$a^*$	$b^*$
CS	92,27 ± 0,12	-0,61±0,01	14,39 ± 0,02
0,50	91,96 ± 0,02	-0,35±0,01	14,21 ± 0,04
0,75	91,70 ± 0,14	-0,21±0,02	14,06 ± 0,04
1,00	91,25 ± 0,08	-0,15±0,01	14,00 ± 0,03

## 6.6 Stabilita emulze

Na obrázku č.9 jsou znázorněny výsledky stability emulze, ze kterých je patrné, že s přídavkem furcellaranu o vyšších koncentracích bylo pozorováno i zlepšení stability vzorku. Zvýšení stability vzorků může být způsobeno vysokou schopností molekul furcellaranu absorbovat molekuly vody. Vazba molekul vody s molekulami hydrokoloidů je především z důvodu velkého počtu hydroxylových skupin (Saha a Bhattacharya, 2010).



Obrázek 9: Vliv koncentrace furcellaranu na stabilitu emulze

## ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce bylo zhodnotit vliv furcellaranu o koncentracích 0,50 %, 0,75 % a 1,00 % (w/w) na konzistenci a roztíratelnost tvarohových sýrů. V teoretické části byla popsána základní charakteristika smetanových sýrů a technologický postup při jejich výrobě.

V praktické části byla popsána metodika výroby a analýza modelových vzorků. Byly vyrobeny modelové vzorky s obsahem sušiny 30 % (w/w).

Výsledná hodnota pH byla stanovena po 7 dnech skladování a pohybovala se v rozmezí 4,21-4,23 a v porovnání s literaturou je toto rozmezí akceptovatelné.

Výsledkem analýzy tvrdosti se ukázalo, že největší vliv na tvrdost smetanových sýrů má přídavek furcellaranu o koncentraci 1,00 % (w/w).

Z výsledků reologické analýzy vyplývá, že přídavek furcellaranu má vliv na viskoelastické vlastnosti smetanových sýrů, nejvyšší hodnoty byly naměřeny u vzorku s přídavkem furcellaranu o koncentraci 1,00 % (w/w).

Výsledky měření aktivity vody byly u všech modelových vzorků velmi podobné, bylo tedy zjištěno, že přídavek furcellaranu na aktivitu vody neměl téměř žádný vliv.

Při stanovení analýzy barvy bylo zjištěno, že všechny vzorky vykazovaly se zvyšováním koncentrací furcellaranu nižší světlost, světlejší žluté tóny a jemné zelené tóny.

Z výsledků hodnot stability emulze je zřejmé, že přídavkem furcellaranu o koncentraci 1,00 % (w/w) se stabilita vzorků zvýšila.



**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- ALVAREZ, María Dolores, Wenceslao CANET a María LÓPEZ, 2002. Influence of deformation rate and degree of compression on textural parameters of potato and apple tissues in texture profile analysis (TPA). *European Food Research and Technology* [online]. 215 [cit. 2023-05-07]. Dostupné z: doi:10.1007/s00217-002-0515-0
- BOOR, Kathryn J. et al., 2017. A 100-Year Review: Microbiology and safety of milk handling. *J. Dairy Sci.* Department of Food Science, Cornell University, Ithaca, NY 14853, 2017, 34. Dostupné z: doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12969>
- BRIGHENTI, M. et al., 2020. *Behavior of stabilizers in acidified solutions and their effect on the textural, rheological, and sensory properties of cream cheese* [online]. [cit. 2023-02-26]. ISSN edsair. Dostupné z: doi:10.3168/jds.2019-17487
- BRIGHENTI, M. et al., 2008. Characterization of the Rheological, Textural, and Sensory Properties of Samples of Commercial US Cream Cheese with Different Fat Contents. *Journal of Dairy Science* [online]. 91(12), 4501-4517 [cit. 2023-05-15]. ISSN 00220302. Dostupné z: doi:10.3168/jds.2008-1322
- BYLUND, Gösta, 1995. *Dairy processing handbook* [online]. 2. Lund, Sweden: Tetra Pak Processing Systems AB S-221 86 Lund, Sweden [cit. 2023-04-08]. ISBN 9781118810316. Dostupné z: <https://dairyprocessinghandbook.tetrapak.com/>
- CASSANO, ALFREDO DRIOLI a ENRICO, 2014. *Integrated Membrane Operations in the Food Production - 5.3.5 Cream Concentration by UF for Mascarpone Cheese*. [online]. De Gruyter [cit. 2023-03-25]. Dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt010R8302/integrated-membrane-operations/cream-concentration-by>
- ČERNÍKOVÁ, M. et al., 2008. *Vliv použitého typu karagenanu na viskoelastické vlastnosti taveného sýra* [online]. 22, 1054-1061 [cit. 2023-05-14]. ISSN 0268-005X. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268005X07001452>
- ČSN ISO 5534: *Sýr a tavený sýr – stanovení celkového obsahu sušiny (referenční metoda)*, 2004. Ženeva, Švýcarsko: Mezinárodní organizace pro normalizaci.
- FOGUEL, Aline, Juliana NEVES RODRIGUES RACT a Roberta CLARO DA SILVA, 2021. Sensory characterization of commercial cream cheese by the consumer using check-all-that-apply questions. *Journal of Sensory Studies* [online]. 36(4), 1-9 [cit. 2023-03-22]. ISSN 08878250. Dostupné z: doi:10.1111/joss.12658
- FRANCIS, Frederick J., 2000. *Encyclopedia of Food Science and Technology* [online]. 2. New York: John Wiley And Sons.
- GLASS, Kathleen a M. Ellin DOYLE, 2005. *Safety of processed cheese*. Madison, Wisconsin: FRI Briefings, Food Research Institute, University of Wisconsin.

GULZAR, N. et al., 2015. Nutritional and functional properties of fruited cream cheese spread as influenced by hydrocolloids. *Journal of Food and Nutrition Research* [online]. 3(3), 191 - 195 [cit. 2023-02-26]. ISSN 13368672. Dostupné z: doi:10.12691/jfnr-3-3-10

GUO, Mingruo, 2019. *Whey Protein Production, Chemistry, Functionality, and Applications* [online]. John Wiley & Sons. [cit. 2023-04-08]. ISBN 978-1-119-25602-1. Dostupné z: <https://www.wiley.com/en-ie/Whey+Protein+Production%2C+Chemistry%2C+Functionality%2C+and+Applications-p-9781119256045#author-section>

HINRICHS, Jörg, 2004. Mediterranean milk and milk products. *European Journal of Nutrition* [online]. 2004, I/12-I/17 [cit. 2023-03-05]. Dostupné z: doi:10.1007/s00394-004-1104-8

CHANDAN, Ramesh C., 2007. *Handbook of Food Products Manufacturing: Milk Composition, Physical and Processing Characteristics* [online]. 2. Minneapolis: John Wiley & Sons [cit. 2023-03-20]. ISBN 9780470049648. Dostupné z: <https://doi.org/10.1002/9780470113554.ch64>

CHANDAN, Ramesh C., Kilara ARUN a Shah NAGENDRA P., 2016. *Dairy procesing and quality Assurance*. Knovel: John Wiley & Sons. ISBN 9781118810316. Dostupné z: doi:10.1002/9781118810279

IMESON, A.P., G.O. PHILLIPS a P. A. WILLIAMS, 2000. *Handbook of hydrocolloids.: Carrageenan*. Woodhead Publishing Limited. ISBN 084930850X. Dostupné také z: <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpHH000001/handbook-hydrocolloids/handbook-hydrocolloids>

JOHNSON, M.E., 2017. A 100-Year Review: Cheese production and quality. *Journal of Dairy Science* [online]. 100(12), 9952-9965 [cit. 2023-03-22]. ISSN 00220302. Dostupné z: doi:10.3168/jds.2017-12979

JOYNER, H.S., 2018. Explaining food texture through rheology. *Current Opinion in Food Science* [online]. 21, 7-14 [cit. 2023-05-14]. ISSN 22147993. Dostupné z: doi:10.1016/j.cofs.2018.04.003

LAW, Barry A. a A. Y. TAMIME, 2010. *Technology of cheesemaking*. Malden, MA: Blackwell. ISBN 9781444323757.

MARIA M. C. VIEIRA, 2017. *Mediterranean Foods: Composition and Processing*. ISBN 9781498740890. Dostupné také z: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsebk&an=1470704&scope=sit e>

MILOVANOVIC, Bojana et al., 2020. What Is the Color of Milk and Dairy Products and How Is It Measured?. *Foods* [online]. 9(1629), 1629-1629 [cit. 2023-05-13]. ISSN 23048158. Dostupné z: doi:10.3390/foods9111629

MOLLER, Sandie M. et al., 2012. Water Properties in Cream Cheeses with Variations in pH, Fat, and Salt Content and Correlation to Microbial Survival. *Journal of agricultural and*

*food chemistry* [online]. 60(7) [cit. 2023-05-09]. ISSN 00218561. Dostupné z: doi:10.1021/jf204371v

NICKERSON, M.T., A.T. PAULSON a F.R. HALLETT, 2004. Dilute solution properties of  $\kappa$ -carrageenan polysaccharides: effect of potassium and calcium ions on chain conformation. *Carbohydrate Polymers* [online]. 58(1), 25-33 [cit. 2023-05-09]. ISSN 01448617. Dostupné z: doi: 10.1016/j.carbpol.2004.06.017

OSEI, Getachew, 2017. *Handbook of Milk and Dairy Product*. ISBN 9789383285631. Dostupné také z: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=e000tw&an=2631355&scope=site>

PELEG, M., 2019. *The Instrumental Texture Profile Analysis (TPA) Revisited*. *Journal of Texture studies* 50, (5). Dostupné z: doi:10.1111/jtxs.12392

PEREIRA, Leonel, 2016. *Carrageenans: Sources and Extraction Methods, Molecular Structure, Bioactive Properties and Health Effects*. ISBN 9781634855037. Dostupné také z: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=nlebk&an=1356602&scope=site>

PHADUNGATH, Chanokphat, 2004. Cream cheese products: A review. *Journal of Science and Technology* [online]. The Faculty of Science and Technology, Surindra Rajabhat University, Muang, Surin, 32000 Thailand, 2005 [cit. 2023-03-05]. Dostupné z: <https://www.researchgate.net/publication/26473401>

PIRSA, Sajad a Kosar HAFEZI, 2023. Hydrocolloids: Structure, preparation method, and application in food industry. *Food Chemistry* [online]. 399 [cit. 2023-03-05]. ISSN 03088146. Dostupné z: doi: 10.1016/j.foodchem.2022.133967

POLÁŠEK, Zdeněk et al., 2021. The effect of furcellaran or  $\kappa$ -carrageenan addition on the textural, rheological and mechanical vibration damping properties of restructured chicken breast ham. *LWT* [online]. 138 [cit. 2023-03-26]. ISSN 00236438. Dostupné z: doi: 10.1016/j.lwt.2020.110623

POMBO, Alan F. Wolfschoon, 2021. Cream cheese: Historical, manufacturing, and physico-chemical aspects. *International Dairy Journal*. Department of Food Technology, Federal University of Viçosa, 36570-000, Minas Gerais, Brazil, (117), 14.

PREEDY, Victor R., Ronald Ross WATSON a Vinood B. PATEL, 2013. *Handbook of cheese in health*. Wageningen: Wageningen Academic Publishers. ISBN 9789086862115.

SAHA, Dipjyoti a Suvendu BHATTACHARYA, 2010. Hydrocolloids as thickening and gelling agents in food: a critical review. *Journal of Food Science and Technology* [online]. 47(6), 587-597 [cit. 2023-05-13]. ISSN 00221155. Dostupné z: doi:10.1007/s13197-010-0162-6

SAINANI, M.R., H.K. VYAS a P.S. TONG, 2004. Characterization of Particles in Cream Cheese. *Journal of Dairy Science* [online]. 87(9), 2854-2863 [cit. 2023-02-26]. ISSN 00220302. Dostupné z: doi:10.3168/jds.S0022-0302(04)73414-1

SCHULZ-COLLINS, Daniela a Bernhard SENGE. Acid- and acid/rennet-curd cheeses part A: Quark, cream cheese and related varieties. In: *Major Cheese Groups* [online]. Elsevier, 2004, 2004, s. 301-328 [cit. 2023-05-15]. Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology. ISBN 9780122636530. Dostupné z: doi:10.1016/S1874-558X(04)80049-6

TOLOGANA, Ria Dewiyanti et al., 2022. Correlation between the chemical, microbiological and sensory characteristics of cream cheese using a mixed and single probiotic culture. *Journal of Food Science and Technology* [online]. 1-9 [cit. 2023-02-26]. ISSN 00221155. Dostupné z: doi:10.1007/s13197-022-05603-0

TRIOUS, A. a Tyre LANIER, 1996. Carrageenans and their use in meat products. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* [online]. 36, 69-85 [cit. 2023-05-13]. ISSN 15497852. Dostupné z: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsair&an=edsair.doi.....8cb809a7382759259f757a2ad71651e7&scope=site>

Vyhláška č. 397/2016 Sb.: *Vyhláška o požadavcích na mléko a mléčné výrobky, mražené krémy a jedlé tuky a oleje*. In: . Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-397>

WANG, Hai-hong a Da-wen SUN, 2003. Assessment of cheese browning affected by baking conditions using computer vision. *Journal of Food Engineering* [online]. 56(4), 339-345 [cit. 2023-05-15]. ISSN 02608774. Dostupné z: doi:10.1016/S0260-8774(02)00159-0

WEISEROVÁ, Eva et al., 2011. Effect of combinations of sodium phosphates in binary mixtures on selected texture parameters of processed cheese spreads. *International dairy journal* [online]. 21(12), 979-986 [cit. 2023-05-09]. ISSN 09586946. Dostupné z: doi: 10.1016/j.idairyj.2011.06.006

WILLIAMS P.A., 2009. *Handbook of Hydrocolloids (2nd Edition)*. ISBN 9781845695873. Dostupné také z: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsknv&an=edsknv.kpHHE00002&scope=site>

WOLFSCHOON POMBO, Alan F., 2021. Cream cheese: Historical, manufacturing, and physico-chemical aspects. *International Dairy Journal* [online]. 117 [cit. 2023-02-26]. ISSN 09586946. Dostupné z: doi: 10.1016/j.idairyj.2020.104948

WU, Qihui et al., 2023. Effect of Ultrafiltered Milk on the Rheological and Microstructure Properties of Cream Cheese Acid Gels. *Food and Bioprocess Technology: An International Journal* [online]. 1-18 [cit. 2023-03-22]. ISSN 19355130. Dostupné z: doi:10.1007/s11947-022-02991-1

ZHAO, Yiguo et al., 2023. Application of different hydrocolloids as fat replacer in low-fat dairy products: Ice cream, yogurt and cheese. *Food Hydrocolloids* [online]. 138 [cit. 2023-03-07]. ISSN 0268005X. Dostupné z: doi: 10.1016/j.foodhyd.2023.108493

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

$G'$  Elastický modul pružnosti [Pa]

$G''$  Ztrátový modul pružnosti [Pa]

$G^*$  Komplexní modul pružnosti [Pa]

w/w Hmotnostní procenta

$a_w$  aktivita vody

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obrázek 1: Klasický způsob výroby smetanového sýra .....	19
Obrázek 3: Výsledné hodnoty pH vzorků smetanového sýra.....	32
Obrázek 4: Vliv koncentrace furcellaranu na vývoj hodnot tvrdosti.....	33
Obrázek 5: Vliv koncentrace furcellaranu na viskoelastické vlastnosti (komplexní modul pružnosti) .....	34
Obrázek 6: Vliv koncentrace furcellaranu na viskoelastické vlastnosti (elastický modul pružnosti) .....	35
Obrázek 7: Vliv koncentrace furcellaranu na viskoelastické vlastnosti (ztrátový modul pružnosti).....	35
Obrázek 8: Tangens úhlu fázového posunu .....	36
Obrázek 9: Stanovení aktivity vody.....	36
Obrázek 10: Vliv koncentrace furcellaranu na stabilitu emulze.....	38

**SEZNAM TABULEK**

Tabulka 1: Hodnoty světlosti ( $L^*$ ), barevnosti na zelené až červené ose ( $a^*$ ) a barevnosti na modré až žluté ose ( $b^*$ ).....	37
---	----