

Vliv přídavku kuřecí želatiny na vybrané fyzikálně-chemické vlastnosti tavených sýrových omáček

Bc. Nikola Kováčová

Diplomová práce
2021



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická
Ústav technologie potravin

Akademický rok: 2020/2021

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Nikola Kováčová**
Osobní číslo: **T19421**
Studijní program: **N0721A210004 Technologie potravin**
Studijní obor: **Technologie potravin**
Forma studia: **Kombinovaná**
Téma práce: **Vliv přídavku kuřecí želatiny na vybrané fyzikálně-chemické vlastnosti tavených sýrových omáček.**

Zásady pro vypracování

I. Teoretická část

1. Vlastnosti tavených sýrových omáček.
2. Základní charakteristika želatiny.
3. Možnosti aplikace a využití želatiny v potravinářství.

II. Praktická část

1. Vyrobté modelové vzorky tavených sýrových omáček.
2. Provedte vybrané analýzy.
3. Vyhodnotte získané výsledky a zformulujte závěry.

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

Seznam doporučené literatury:

- [1] Salek, R. N., Lorencová, E., Mišková, Z., Lazárková, Z., Pachlová, V., Adámek, R., Bezděková, K., & Buňka, F. (2020). The impact of Chios mastic gum on textural, rheological and melting properties of spread-type processed cheese during storage. *International Dairy Journal*, 109
- [2] Černíková, M., Nebesářová, J., Salek, R. N., Řiháčková, L., & Buňka, F. (2017). Microstructure and textural and viscoelastic properties of model processed cheese with different dry matter and fat in dry matter content. *Journal of Dairy Science*, 100(6), 4300-4307
- [3] Macků, I., Buňka, F., Voldánová, B., & Pavlínek, V. (2009). Effect of addition of selected solid cosolutes on viscoelastic properties of model processed cheese containing pectin. *Food Hydrocolloids*, 23(8), 2078-2084
- Dimitreli, G., & Thomareis, A. S. (2008). Effect of chemical composition on the linear viscoelastic properties of spreadable-type processed cheese. *Journal of Food Engineering*, 84(3), 368-374

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

Datum zadání diplomové práce: **31. prosince 2020**

Termín odevzdání diplomové práce: **14. května 2021**

L.S.

prof. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan

Ing. Robert Gál, Ph.D.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ AUTORA DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a dostupná k nahlédnutí;
- na moji diplomovou 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 – diplomovou 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 diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem diplomové 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 diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

Ve Zlíně dne:

- Jméno a příjmení studenta:

.....
podpis studenta

ABSTRAKT

V této práci byl pozorován vliv přídavku kuřecí želatiny a kuřecího hydrolyzátu na fyzikálně-chemické vlastnosti tavených sýrových omáček. Hydrokoloidy byly do modelových sýrových omáček přidány v koncentracích 0,5 % a 1,0 % w/w. Použité želatiny byly o síle 45, 60, 80 a 180 Bloom. Cílem práce bylo pozorovat vliv hydrokoloidů na změnu základních vlastností chemické analýzy (pH a sušinu), dále byla stanovena stabilita, aktivita vody a provedena texturní profilová analýza (tvrdost, pružnost, kohezivnost, tuhost a žvýkatelnost) a viskoelastické vlastnosti. Vyhodnocením bylo zjištěno, že všechny modelové vzorky vykazovaly viskoelastický charakter. Tvrdost tavených sýrových omáček se se zvyšující koncentrací přídavku hydrokoloidu zvyšovala o 0,1 N, nicméně nejtvrďší byly kontrolní vzorky bez přidaného hydrokoloidu. Z naměřených hodnot komplexního modulu pružnosti G^* bylo patrné, že hodnoty Bloom přidané želatiny nekorelovaly s pevností vzorku.

Klíčová slova: kuřecí želatina, tavené omáčky, sýr, reologie, textura

ABSTRACT

In this work was observed the effect of the addition of chicken gelatin and chicken hydrolyzate on the physico-chemical properties of processed cheese sauces. Hydrocolloids were added to model cheese sauces at concentrations of 0.5 % and 1.0 % w/w. The gelatins used were 45, 60, 80 and 180 Bloom. The aim of the work was to observe the influence of hydrocolloids on the change of basic properties of chemical analysis (pH and total solids), stability, water activity and textural profile analysis (hardness, flexibility, cohesiveness, stiffness and chewability) and viscoelastic properties were determined. The evaluation showed that, all model samples showed a viscoelastic character. The hardness of processed cheese sauces increased by 1N with increasing concentration of hydrocolloid addition, however, the hardest were control samples without hydrocolloid addition. From the measured values of the complex modulus of elasticity G^* it was evident that the Bloom values of the added gelatin did not correlate with the strength of the sample.

Keywords: chicken gelatine, processed cheese sauce, cheese, rheology, texture

Největší poděkování si zaslouží Ing. Richardos Nikolaos Salek, Ph.D. za odborné vedení, trpělivost a ochotu, kterou mi v průběhu diplomové práce věnoval. Mé poděkování dále patří Ing. Robertovi Gálovi, Ph.D. za poskytnutí vzorků želatin a hydrolyzátů použitých v experimentální části mé práce. V neposlední řadě bych touto cestou ráda poděkovala příteli a své 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

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 TAVENÉ SÝROVÉ OMÁČKY	12
1.1 TECHNOLOGIE VÝROBY TAVENÝCH SÝROVÝCH OMÁČEK.....	12
1.1.1 Příprava surovin.....	13
1.1.2 Tavení.....	13
1.1.3 Formování, balení a chlazení.....	13
1.2 SUROVINY PRO VÝROBU TAVENÝCH SÝROVÝCH OMÁČEK.....	14
1.2.1 Sýr.....	14
1.2.2 Sušené mléko, smetana.....	15
1.2.3 Tavicí emulgační soli.....	16
1.2.4 Stabilizátory.....	17
1.2.5 Voda.....	17
1.2.6 Hydrokoloidy.....	17
1.3 MLÉČNÉ PROTEINY.....	18
1.3.1 Kaseiny.....	18
1.3.2 Syrovátkové (sérové) proteiny.....	19
1.4 ANALOGY TAVENÝCH SÝRŮ.....	20
2 ŽELATINA	22
2.1 KOLAGEN.....	22
2.2 ZDROJE ŽELATINY A KONTROLA.....	24
2.3 VÝROBNÍ PROCES ŽELATINY.....	24
2.3.1 Kyselá hydrolyza.....	26
2.3.2 Alkalická hydrolyza.....	26
2.4.1 Vlastnosti želatiny využívané v potravinářství.....	26
2.5 KUŘECÍ ŽELATINA.....	27
2.5.1 Chemické a fyzikálně-chemické vlastnosti drůbeží želatiny.....	27
2.5.2 Suroviny a metody pro získání drůbeží želatiny.....	28
3 VLIV HYDOKOLOIDŮ V MLÉKÁRENSKÝCH VÝROBCÍCH	30
3.1 ZVÝŠENÍ VISKOZITY.....	31
3.2 GELOVATĚNÍ.....	31
3.3 POVRCHOVÁ AKTIVITA A EMULGAČNÍ VLASTNOSTI.....	31
3.4 DALŠÍ VYUŽITÍ.....	31
II PRAKTICKÁ ČÁST	33
4 CÍL PRÁCE	34
5 METODIKA EXPERIMENTÁLNÍ ČÁSTI	35
5.1 POUŽITÝ MATERIÁL.....	35

5.1.1	Použité suroviny	35
5.1.2	Použité přístroje pro analýzu	37
5.2	VÝROBA MODELOVÝCH VZORKŮ	37
5.3	CHEMICKÁ ANALÝZA	38
5.3.1	Stanovení pH	38
5.3.2	Stanovení celkového obsahu sušiny	38
5.4	STANOVENÍ STABILITY	39
5.5	TEXTURNÍ PROFILOVÁ ANALÝZA	39
5.6	DYNAMICKÁ OSCILAČNÍ REOMETRIE	40
5.7	STANOVENÍ VODNÍ AKTIVITY	41
6	VÝSLEDKY A DISKUZE	42
6.1	VYHODNOCENÍ CHEMICKÉ ANALÝZY	42
6.2	VYHODNOCENÍ STABILITY	44
6.3	VÝSLEDKY TEXTURNÍ PROFILOVÉ ANALÝZY	45
6.4	VYHODNOCENÍ DYNAMICKÉ OSCILAČNÍ REOMETRIE	46
6.5	VÝSLEDKY STANOVENÍ VODNÍ AKTIVITY	51
	ZÁVĚR	53
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	55
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	64
	SEZNAM OBRÁZKŮ	65
	SEZNAM TABULEK	66

ÚVOD

Hydrokoloidy našly své uplatnění v potravinářství především pro schopnost vázat vodu a zvyšovat viskozitu výrobků. Nejčastěji používanými hydrokoloidy jsou želatina, agar, škrob a pektin.

Mléčné výrobky jsou složeny z několika fází, které tvoří převážně voda, sacharidy, bílkoviny a tuky. Kvůli možnosti skladování po delší dobu, zachování organoleptických vlastností a kvality, jsou do výrobků přidávány různé povrchově aktivní aditivní látky. Jednou z nejčastěji využívanou aditivní látkou do mléčných výrobků je želatina. Plní zároveň funkci stabilizátoru a emulgátoru.

Kuřecí želatina je vyráběna nejčastěji z kůže a šlach kuřecích nohou. Používá se jako alternativa k běžně používaným želatinám získávaných ze savců. Drůbeží želatina obsahuje širší škálu aminokyselin a její vlastnosti se odvíjejí od způsobu extrakce. Rozdíly v porovnání kuřecí a hovězí želatiny, co se týká vlhkosti, obsahu proteinů a popela, jsou velmi malé.

Cílem této práce bylo prověřit a popsat vliv přídavku různých typů kuřecích želatín na fyzikálně-chemické vlastnosti modelových vzorků tavených sýrových omáček.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 TAVENÉ SÝROVÉ OMÁČKY

Tavené sýrové omáčky vzrostly v posledních letech u spotřebitelů na oblibě. Nedávné pokroky v technologickém procesu výroby, ve společnostech vyrábějících mléčné produkty, umožnil zvýšit výrobcům nutriční hodnoty těchto výrobků. Důležité jsou zejména poznatky o interakci mezi přísadami, použití hydrokoloidů, emulgačních solí a dalších funkčních složek. Způsobem zpracování a manipulací se surovinami lze ovlivnit výsledné vlastnosti produktu (Szafránska a Sołowiej, 2020).

Analogy potravin tavených sýrů zahrnují stejné technologické operace rovnocenné tavenému sýru: výběr surovin, mletí, záhřev a emulgace. U těchto výrobků, avšak existuje větší variabilita možných mléčných přísad, které nejsou u tavených sýrů povoleny. Jedná se např. o odtučněné sušené mléko, nebo sušenou syrovátku. Studie ukázaly, že použití odtučněného sušeného mléka v tavených sýrech zlepšuje roztíratelnost a zvyšuje jejich stabilitu (Ha et al., 2013).

Hlavní složkou tavených sýrových omáček je přírodní sýr. Pro výrobu lze také smíchat sýry různých stupňů zralosti. Tavení probíhá za přítomnosti emulgačních solí a dalších mléčných i nemléčných přísad. Směs se kontinuálně míchá do homogenního produktu (Kapoor a Metzger, 2008). Fyzikální a funkční vlastnosti výrobku lze upravit změnou obsahu vlhkosti, změnou pH, obsahem syrovátkových proteinů a denaturačním stupněm syrovátkových proteinů, dále také obsahem laktózy a koncentrací emulgujících solí (Lee, Klostermeyer a Anema, 2015).

1.1 Technologie výroby tavených sýrových omáček

Tavené sýrové omáčky lze popsat jako stabilní emulze olej ve vodě. Konzistenci tavených sýrů a tavených sýrových omáček ovlivňuje mnoho faktorů, např. zralost použitých přírodních sýrů, pH taveniny, druh a koncentrace emulgačních solí, podmínky během zpracování, použití hydrokoloidů aj. (Marchesseau et al., 1997; Chen a Liu, 2012).

Technologický postup výroby zahrnuje výběr surovin a jejich přípravu (čištění, mytí, krájení, strouhání), mletí, přidavek tavicích solí, promíchání, tavení, formování a balení, chlazení a skladování (Kadlec, Melzoch a Voldřich, 2012).

1.1.1 Příprava surovin

Suroviny pro výrobu nesmějí obsahovat vady mikrobiologického charakteru, zejména pokud se jedná o kontaminaci sporulujícími bakteriemi nebo plísněmi. Naopak lze ke zpracování použít sýry, které jsou nevyhovující po vzhledové stránce nebo nesplňují stanovený obsah sušiny a tuků (Gajdůšek, 1998).

Na začátku procesu se suroviny protřídí dle kvality a stupně prozrání. Vše se důkladně očistí a nakrájí na menší kusy (Čepička, 1995).

1.1.2 Tavení

Nejčastějším a nejlépe popsáním způsobem tavení je diskontinuální proces. Tavení směsi probíhá po přidavku tavicích solí v kotlích (tavičkách), které jsou přizpůsobené tavení pod tlakem a jsou vybaveny míchadlem. Za stálého míchání se směs zahřívá na teplotu 85 °C (podle druhu sýra 75-90 °C, kvůli údržnosti i 100 °C) po dobu 10-15 minut. Vzniklá tavenina musí být homogenní, nesmí uvolňovat kapénky tuku a musí mít požadovanou viskozitu. Nevhodné parametry tavení mohou negativně ovlivnit senzorké vlastnosti výsledného produktu. Jde například o oddělení tuku při nesprávně zvoleném poměru směsi sýrů nebo nesprávně zvolenou směsí tavicích solí či jejich nedostatečným množstvím (Čepička, 1995; Šustová a Sýkora, 2013).

1.1.3 Formování, balení a chlazení

Roztavenou hmotu je potřeba co nejdříve zabalit a vychladit v obalu. Balení musí výrobek ochránit před vnějšími vlivy jako jsou: mechanické poškození, světlo, vysychání, mikrobiální kontaminace aj. Hotové výrobky se balí vakuově nebo v modifikované atmosféře. Po zabalení je výrobek označen příslušnou etiketou a co nejrychleji vychlazen. Při teplotě 10 °C ho lze skladovat po dobu několika měsíců. Během celého procesu je potřeba dbát na hygienická opatření, aby nedošlo ke kontaminaci výrobků různými patogeny (*Campylobacter*, *Listeria*, *Escherichia*). Mlékárenské provozy proto musí důsledně dodržovat HACCP a v posledních letech se stává běžnou praxí použití natamycinu, jako inhibitoru růstu plísní na povrchu sýrových výrobků (Gajdůšek, 1998; Johnson a Lucey, 2006).

1.2 Suroviny pro výrobu tavených sýrových omáček

Základní surovinou pro výrobu tavených omáček je kvalitní přírodní sýr s charakteristickým prozráním. Aby byl potřebný poměr mléčných bílkovin (kaseinů) ve výrobku optimální, míchají se sýry starší a mladší. Tím vznikají kaseiny vhodných délek, které následně tvoří strukturu taveného sýra nebo sýrové omáčky (Společnost pro výživu, 2018).

1.2.1 Sýr

Sýr je základní složkou sýrové omáčky, od jehož kvality se odvíjí množství živin v omáčce: množství bílkovin, mastných kyselin, vitamínů a minerálů. Sýr obsahuje vitamíny A, vitamíny skupiny B (B2, B3, B9, B12) a vitamin D. Z minerálů má v sýru velké zastoupení vápník, hořčík, draslík, sodík a fosfor (Fox et al., 2017).

Sýr zastupuje asi 20-50 % hmotnosti sušiny sýrové omáčky. Pro výrobu lze použít sýr měkký, polotvrdý i tvrdý, ale běžnou praxí je použití sýrů polotvrdých a tvrdých. Měkké sýry se používají pouze k aromatizaci (Gouda a Abou El-Nour, 2003). Nejčastěji používanými druhy sýrů jsou: Masslander, Cheddar, Emmentaler, Gorgonzola a Roquefort (Szafránska a Sołowiej, 2020). Výběr sýra závisí na obsahu sušiny, tuku, pH, obsahu bílkovin, jeho stáří a stupni zrání. Typ zvoleného sýra ovlivňuje nejen chuť sýrové omáčky, ale i její texturu. Při snížení množství sýra v omáčce se zhoršuje její viskozita a struktura. Také sensorické vlastnosti závisí na zvoleném typu sýra. Sýry zrající od dvou do pěti měsíců budou chuťově jemnější než sýry zrající delší dobu. Zralé sýry také postupně ztrácejí schopnost emulgace. K získání požadovaných vlastností producenti často přistupují k mísení sýrů mladších a starších. (Gouda a Abou El-Nour, 2003; McSweeney, Ottogalli a Fox, 2004; Szafránska a Sołowiej, 2020).

Dělení sýrů dle stupně zralosti (Gouda a Abou El-Nour, 2003):

- | | |
|--------------------------|---------------------|
| - čerstvý nebo mladý sýr | 1-2 týdny starý |
| - středně starý sýr | 2-4 měsíce starý |
| - zralý sýr | starší jak 4 měsíce |

K získání požadovaných vlastností se vybírají ke zpracování sýry požadovaného stupně zralosti. Mladé sýry mají díky nízkému stupni hydrolýzy velkou část neporušeného kaseinu. Poměr mezi nerozpustným dusíkem kaseinu a celkovým obsahem dusíku se nazývá relativní kasein. Čím vyšší je hodnota relativního kaseinu, tím stabilnější je výrobek. U sýra mladého typu se hodnota relativního kaseinu pohybuje v rozmezí 90-95 %. Zpracováním tohoto sýra

mají tavené výrobky tzv. dlouhou strukturu. Jsou hladké a pevné, ale s prázdnou chutí. Během procesu zvaného krémování (použití vhodného typu emulgačních solí a prodloužená doba míchání v průběhu tavení) lze docílit tzv. krátké struktury výrobku. Během krémování dochází k rozpadu velkých částic kaseinů na částice malé, s větším povrchem. Výsledkem tohoto procesu jsou sýry s dobrou roztíratelností. U velmi vyzrálých sýrů je kasein plně degradován a není schopen tvořit stabilní emulze. Proto je důležité zvolit vhodný poměr sýrů různých typů zralosti (Gouda a Abou El-Nour, 2003).

Tabulka 1: Doporučený poměr přírodních sýrů pro výrobu tavených produktů (Gouda a Abou El-Nour, 2003) - upraveno

Druh taveného sýra	Přírodní sýr (%)		
	Mladý	Středně prozrálý	Vysoce prozrálý
Blok	50-60	20-30	10-20
Tavený sýrový výrobek	30-40	50-60	10
Pomazánka	50-60	30-40	10

Jako náhradu přírodního sýra pro výrobu sýrové omáčky lze použít sýr dehydrovaný (např. sýrový prášek). Často se vyrábí ze sýrů jako jsou Camembert nebo Cheddar. V závislosti na požadované intenzitě a aroma se používá 5-10 % sýrového prášku, který lze pro zvýraznění chuti kombinovat s kořením jako je kmín, cibule, chilli nebo česnek (Fox et al., 2017; Mortensen, 2004).

1.2.2 Sušené mléko, smetana

Sušený mléčný prášek vykazuje oxidační stabilitu a minimalizuje mikrobiální růst. Proto se využívá této suroviny k výrobě polévek, dezertů, ale také sýrových omáček.

Sušené mléko se vyrábí ve sprejových sušárnách, alternativou jsou sušárny bubnové. Lyofilizace zachovává téměř všechny živiny v mléce, ale z důvodu vysokých provozních nákladů se tato technologie používá minimálně (Kalyankar et al., 2016).

1.2.3 Tavicí emulgační soli

K tomu, aby se směs sýra a dalších surovin nerozdělila během tavení na 3 fáze-bílkovina na dně, vodní fáze uprostřed a volný tuk nahoře, používají se v průběhu tavení tavicí soli. Kromě homogenizace a prodloužení omezené trvanlivosti, napomáhají tavicí soli zpracovat neupotřebitelné sýry pro přímý konzum. Emulgační soli izolují vápník, který se váže na kasein a snižuje rozpustnost a emulgační vlastnosti kaseinu ve vodě. Soli zajišťují výměnu Ca^{2+} iontů za Na^+ (případně K^+). Tavicí soli rozpouštějí bílkoviny, emulgují tuk, podílejí se na hydrataci a upravují požadovanou hodnotu pH. Používají se většinou ve směsi a mezi běžně používané soli patří: sodné soli kyseliny citronové, fosforečné difosforečné a polyfosforečnany. Citrany kromě toho, že upravují pH, také pozitivně ovlivňují sensorické vlastnosti hotových výrobků. Jejich nevýhodou je nižší výměna Ca^{2+} iontů (Kadlec, Melzoch a Voldřich, 2012).

Emulgační soli jako je pyrofosforečnan tetrasodný a tripolyfosforečnan sodný mají silné chelatační účinky na vápník a vedou ke vzniku pevného produktu. Na druhou stranu, pokud požadujeme měkkou konzistenci výsledného produktu, je vhodné použít soli jako fosforečnan disodný a fosforečnan trisodný. Tvrdost, stupeň disociace kaseinu a pH se obecně zvyšují se zvyšující se koncentrací emulgačních solí. Zvoleným typem tavicích solí je ovlivněna také velikost tukových částic (Thomas et al., 1980; Chen a Liu, 2012).

Tabulka 2: Příklady pH emulgačních solí (Gouda a Abou El-Nour, 2003) - upraveno

Typ emulgační soli	pH (1% roztok)
Citran sodný	3,75
Citran trisodný	8,55
Fosforečnan sodný	4,5
Fosforečnan disodný	8,9-9,1
Fosforečnan trisodný	11,9
Polyfosforečnan disodný	4-4,5
Polyfosforečnan trisodný	6,7-7,5
Polyfosforečnan tertasodný	10,2-10,4
Polyfosforečnan tetrasodný	9,0-9,5
Hexametafosforečnan sodný	6,0-7,5

1.2.4 Stabilizátory

K udržení fyzikálně-chemických vlastností (např. konzistence) se přidávají do výrobku stabilizátory. Působí jako inhibitory chemických reakcí, čímž zabráňují nepříznivým fyzikálním a chemickým změnám. Stabilizátory váží suspenzi v roztoku, zabráňují rozkladu a sedimentaci barviv. Nejčastěji využívanými stabilizátory do sýrových omáček jsou: guar guma, xanthanová guma, karagenan nebo algináty. Stabilizátory přispívají k údržnosti a delší čerstvosti výrobků během skladování (Szafránska a Sołowiej, 2020).

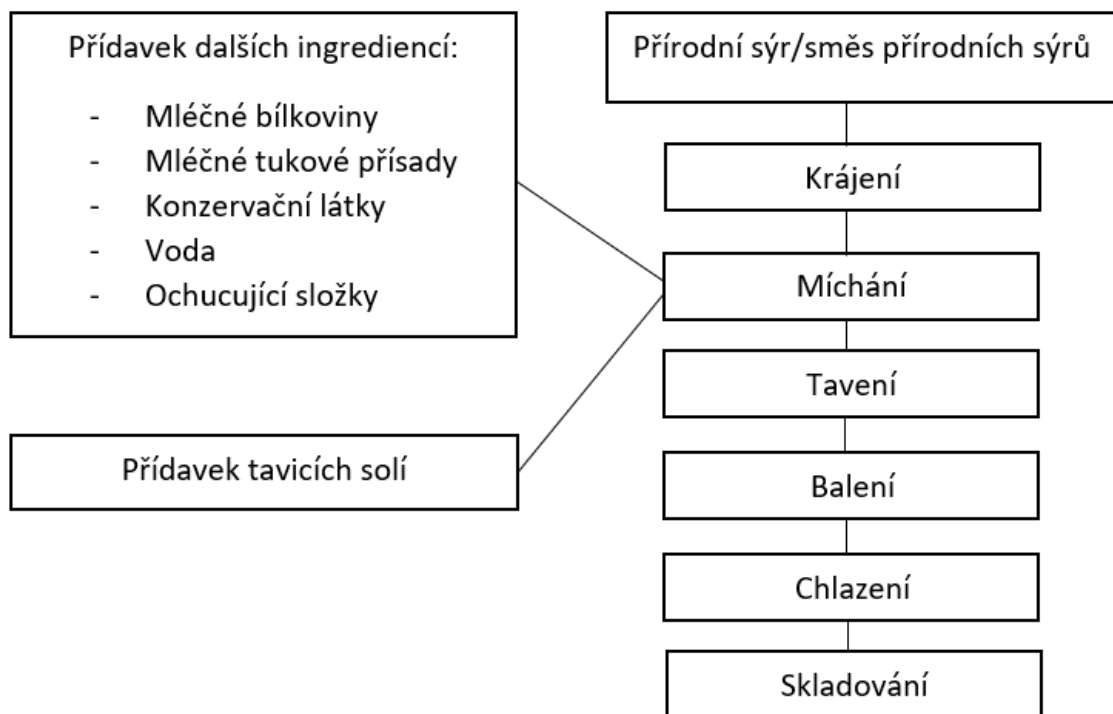
1.2.5 Voda

Voda je rozpouštědlo mnoha polárních látek. V sýrových omáčkách zaujímá 70-85 % konečného obsahu. Výrobku dodává tekutou až krémovitou konzistenci, ovlivňuje jeho strukturu a je důležitá pro tvorbu stabilní emulze. Voda je důležitá pro rozpuštění emulgačních solí a jejich vazbě na kaseiny (Gouda a Abou El-Nour, 2003). Bílkoviny obsažené v mléčných komponentech mohou s vodou interagovat a vytvářet vodní suspenze, což vede k zahuštění a zvýšení viskozity. K interakci vody a syrovátkových bílkovin dochází za zvýšené teploty (65-85 °C), kdy bílkoviny denaturují a agregují (Szafránska a Sołowiej, 2020; Yada, 2004).

1.2.6 Hydrokoloidy

Hydrokoloidy, makromolekulární látky rozpustné ve vodě, tvoří disperzní systémy a zároveň zvyšují viskozitu, čímž stabilizují produkt. Těchto vlastností se využívá v potravinářském průmyslu, kde hydrokoloidy také inhibují tvorbu cukerných a ledových krystalů (Szafránska a Sołowiej, 2020).

Nejčastěji využívanými hydrokoloidy během produkce sýrových omáček jsou karagenany, algináty, xanthanová guma nebo guarová guma. Mezi bílkovinné hydrokoloidy patří např. želatina, sérové bílkoviny a kasein. Jmenované hydrokoloidy se také vzájemně kombinují v určitých poměrech k dosažení optimální struktury omáčky. Jejich schopnost vázat vodu ovlivňuje výslednou viskozitu výrobku. Proces zahřívání a hodnota pH během výrobního procesu ovlivňují výběr vhodného hydrokoloidu (Saha a Bhattacharya, 2010).



Obr. 1 Výrobní proces tavených sýrů a omáček (Kapoor a Metzger, 2008) – upraveno

1.3 Mléčné proteiny

Základem mléčných (sýrových) výrobků je mléko. V tomto disperzním systému tvoří kaseinové molekuly micelární disperze a globulární bílkoviny syrovátky jsou základem koloidní disperze. Tukové kapénky mléka tvoří emulzi a pravý roztok je tvořen nízkomolekulárními látkami jako jsou např. volné aminokyseliny, sacharidy, minerální látky a vitaminy. Z nutričního hlediska jsou nejvýznamnější složkou mléka mléčné proteiny, které tvoří směs kaseinů (80 %) a sérových (20 %) proteinů. Množství mléčných bílkovin zásadně ovlivňuje technologické vlastnosti mléka (kvasnost a sýřitelnost) (Zadrazil, 2002; Velíšek a Hajšlová, 2009).

1.3.1 Kaseiny

Hlavní proteinovou složkou mléka jsou kaseiny. Jedná se o směs zhruba 10 bílkovin 4 základních druhů fosfoproteinů. Vyskytují se v mléce ve formě koloidních komplexů a pod bodem varu jsou velmi stabilní. Při zahřívání, snížení pH nebo po přidavku vápenatých iontů molekuly agregují do kulových micel o velikosti 50-300 nm (Kadlec, Melzoch a Voldřich, 2012; Maestro et al., 2020; Nicolai a Chassenieux, 2021).

Vnější část micely (plášť) je tvořena κ -kaseiny, které nejsou citlivé na vápenaté ionty a v jejich přítomnosti tvoří rozpustné soli, které následně stabilizují α_{S1} - a β -kasein. Hlavní složkou kaseinové frakce mléka jsou α_S -kaseiny (α_{S1} - a α_{S2} -). V přítomnosti CaCl_2 a teplotě nad $20\text{ }^\circ\text{C}$ se tyto frakce sráží (α_{S1} -kasein tvoří nerozpustnou sůl, α_{S2} -kasein se sráží méně). Rozpustnost frakce β -kaseinu je závislá na teplotě. Pod $1\text{ }^\circ\text{C}$ se v přítomnosti vápenatých iontů vytváří rozpustná sůl, při teplotách $1\text{--}10\text{ }^\circ\text{C}$ je tato frakce částečně rozpustná a při teplotách $>10\text{ }^\circ\text{C}$ nerozpustná (Kadlec, Melzoch a Voldřich, 2012).

Většina mléčných výrobků je založena na srážení kaseinu, které probíhá 2 způsoby:

- **kyselým srážením**- působením kyseliny; výroba fermentovaných výrobků
- **sladkým srážením**- vlivem syřidla (enzym chymosin); výroba sladkých sýrů

V obou případech dojde k narušení stability kaseinových micel a tím dochází k jejich vysrážení. Těchto vlastností se využívá v potravinářství, stejně jako schopnosti kaseinů vázat vodu. Jsou to emulgující a pěnotvorné látky bohaté na bílkoviny (Kadlec, Melzoch a Voldřich, 2012; Horne, 2020).

Tabulka 3: Hlavní frakce kaseinu (Kadlec, Melzoch a Voldřich, 2012) - upraveno

Frakce	Obsah (g/l)	Mol. hmotnost	Poznámka
α_{S1} - CN	12–15	23 000	nerozpustný v přítomnosti Ca^{2+}
α_{S2} - CN	3–4	25 000	nerozpustný v přítomnosti Ca^{2+}
β -CN	9–11	24 000	$<10\text{ }^\circ\text{C}$ částečně rozpustný
κ -CN	2–4	19 000	není citlivý na Ca^{2+}

1.3.2 Syrovátkové (sérové) proteiny

Sérové bílkoviny se vyskytují v mléce ve formě stabilního koloidního roztoku. Získávají se ze syrovátky, žlutozelené kapaliny, zbývající v mléce po koagulaci a separaci kaseinů za pomoci enzymu chymosinu nebo kyselin (minerálních nebo organických) (Khaire a Gogate, 2019). Asi 50 % všech syrovátkových bílkovin tvoří β -laktoglobulin. Vyskytuje se ve třech modifikacích a při zahřevu ($60\text{--}70\text{ }^\circ\text{C}$) a vysokých koncentracích vápenatých iontů nevratně denaturuje. V přítomnosti Ca^{2+} se nesráží, ale napojuje se thiolovou skupinou na κ -kasein a α -laktalbumin za vzniku dimerů spojených disulfidovou vazbou (Velíšek a Hajšlová, 2009; Kadlec, Melzoch a Voldřich, 2012; Janštová a Navrátilová, 2014).

Mezi další syrovátkové proteiny se řadí imunoglobuliny (IgG, IgA, IgM) obsahující velké množství protilátek a zpomalující růst kontaminující mikroflóry. Protein makroglobulin způsobuje shlukování tukových globulí v syrovém mléce. Prevencí vzniku vrstvy smetany na povrchu mléka je záhřev na teplotu vyšší než 100 °C (několik minut). Do skupiny výživově významných sérových proteinů patří také laktoferin a transferin regulující absorpci a transport železa a dále sérový albumin a α -laktalbumin (Velíšek a Hajšlová, 2009; Khaire a Gogate, 2019).

Tabulka 4: Bílkoviny mléčného séra (Kadlec, Melzoch a Voldřich, 2012) - upraveno

Frakce	Obsah g/kg	Poznámka
α -laktalbumin	1,2	
β -laktoglobulin	3,2	tepelná denaturace, vazba na κ -kasein
imunoglobuliny	0,8	antibakteriální účinky, shlukování tuku
sérový albumin	0,4	
proteaso-peptonová frakce	0,8	tepelně stabilní heterogenní produkty hydrolýzy kaseinu
laktoferin	0,1	
transferin	0,1	váže atom Fe-antibakteriální účinky

1.4 Analogy tavených sýrů

Rozdíl mezi klasickými tavenými sýry a sýrovými analogy je převážně ve složení. Při výrobě se kromě mléčného tuku a mléčných proteinů mohou požívat také tuky a proteiny rostlinné (sója, fazolový protein) či škroby. Samotný výrobní proces se od výroby tavených sýrů neliší. Základem správné výrobní praxe je výběr vhodných surovin, mělnění, míchání, tavení za pomoci tavicích solí, případně přidavek dalších ochucujících látek. Výsledkem jsou produkty rozmanitých chutí, textur a vlastností. Vlivem použití rostlinných olejů jsou výrobky levnější než klasické sýrové výrobky. Vhodným poměrem rostlinných a mléčných tuků lze u výrobku dosáhnout téměř totožných vlastností jak fyzikálních, tak i sensorických, jako při použití pravých sýrů (Gouda a Abou El-Nour, 2003; Fox et al., 2004).

Analogové sýrové výrobky mají ve srovnání se sýry přírodního typu několik výhod:

- možnost použití levnějších přísad
- skladování ingrediencí po dlouhou dobu bez znehodnocení
- jsou stabilnější
- snadno kontrolované vlastnosti konečného produktu (Gouda a Abou El-Nour, 2003)



Obr. 2 Sýrová omáčka Vitana (Produkty s chutí, 2021)

Složení suché směsi:

sušený sýrový prášek 39 % - obsahuje mléko (sýr, syrovátka, mléčné kultury), škrob, jedlá sůl, maltodextrin, aromata, rostlinný tuk, zahušřovadlo guma guar, cukr, směs bylin 1,3 %, pšeničná mouka (obsahuje lepek), kvasnicový výtažek, směs koření, cibule sušená mletá, sušená petrželová nať řez 0,4 %, pšeničný škrob (obsahuje lepek), česnekový výtažek.

Může obsahovat stopy vajec, celeru a vlního bobu.

2 ŽELATINA

Želatina, odvozená z latinského slova „gelata“, je čistý protein a přírodní potravinová bohatá na aminokyseliny (glycin a prolin). Aminokyselinové složení se může měnit v závislosti na podmínkách prostředí, které může být velmi různorodé (Abdalbasit a Hadia, 2013). Jedná se o parciální hydrolyzát kolagenu (hydrokoloid) využívaný v potravinářství, farmacii, kosmetice, fotografickém průmyslu, papírnictví aj. Získává se z kolagenu za pomoci narušení sekundárních a vyšších struktur různým stupněm hydrolyzy. Základní jednotka obsahuje proteinový řetězec s přibližně 1050 aminokyselinami. Řetězce se proplétají ve skupinách po třech a vytvářejí strukturu trojitě šroubovice (Almeida a Lannes, 2013).

V surové formě želatina tvoří bezbarvé až nažloutlé průhledné krystaly, nudličky nebo prášek. Rozpouští se při teplotách nad 35 °C a po zchlazení tvoří gel. Pevnost želatiny (síla gelu) je udávána Bloomy. V potravinářství se využívá nejčastěji želatina o síle 50-300 Bloom. Jako slabou klasifikujeme želatinu s hodnotou do 150 Bloom, střední 150-220 Bloom a vysokou 220-300 Bloom (AL-Kahtani et al., 2017). Kromě pevnosti želatiny je tvorba gelu také ovlivněna jeho pH. Optimum pro jeho formování je pH v rozmezí 3-3,5 (Ahmed et al., 2020).

2.1 Kolagen

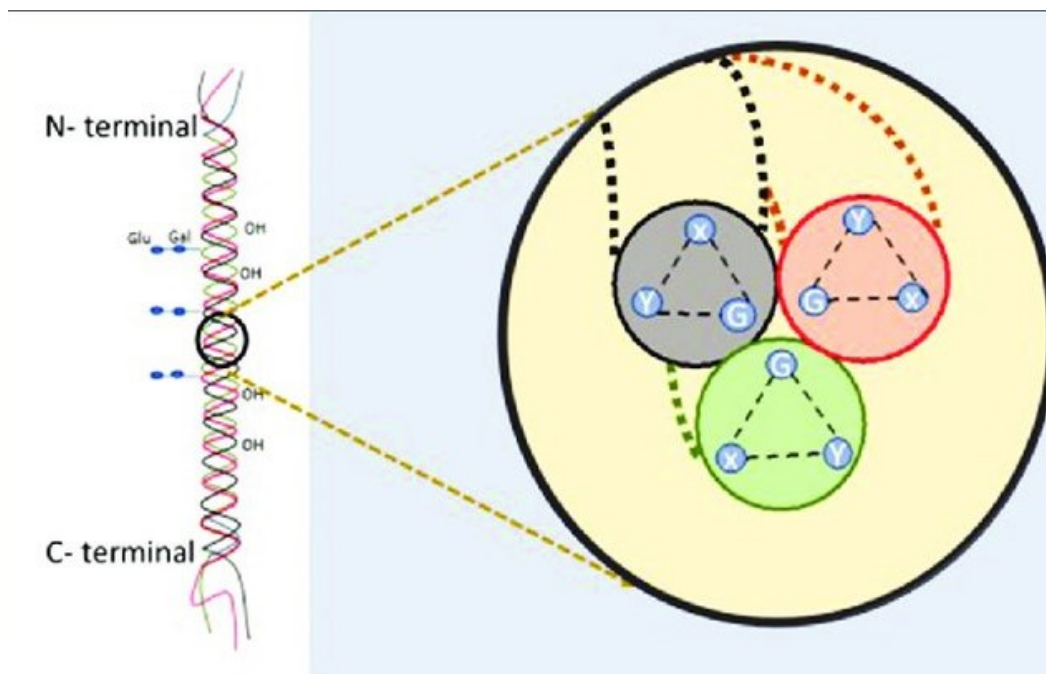
Základní složkou všech pojivových tkání, kostí, kůže, cévních stěn, ale i zubů, je kolagen (Kodíček, Valentová a Hynek, 2015). Je to ve vodě nerozpustná extracelulární fibrilární bílkovina, která tvoří téměř 30 % všech proteinů obratlovců (Poppe, 1992). Tento spirálovitý protein má v těle několik nezbytných funkcí. Zpevňuje tkáň, opravuje poškozené tkáň, je součástí buněčné adheze, angiogeneze, morfogeneze a migrace buněk. Jedná se o skupinu vláknitých proteinů, které jsou hlavní složkou fibril vazivových tkání v kostech (D'souza et al., 2020). Kolagen má složitou hierarchickou konformaci rozdělenou do 4 struktur: primární (triplet aminokyselin), sekundární (α -šroubovice), terciární (trojitá šroubovice) a kvartérní (fibrily) (Ferreira et al., 2012).

Primární struktura kolagenu je složena převážně z aminokyselin glycinu, prolinu, hydroxyprolinu a hydroxylysinu. Glycin je v tripeptidové sekvenci zastoupen na každé třetí pozici (Gly-X-Y-) a imino kyselina hydroxyprolin tvoří téměř 14 % hmotnosti sušeného kolagenu. Spolu s hydroxylysinem vznikají posttranslačními modifikacemi za pomoci specifických hydroláz (Langrock a Hoffmann, 2019).

α -helix sekundární struktury je tvořen opakováním tripeptidu $-(\text{Gly-X-Y})_n-$ a navzájem propojenými do protáhlé levotočivé šroubovice.

Trojité šroubovice sestává ze dvou identických řetězců značených $\alpha 1(\text{I})$ a $\alpha 1(\text{II})$ a jednoho řetězce $\alpha 2(\text{I})$ s přibližně 1 000 AK. Tyto řetězce tvoří heterotrimer o délce přibližně 300nm a s průměrem 1,5nm (Fratzl, 2003; KADLER et al., 1996).

Molekula kolagenu se slučuje a tvoří supramolekulární formu s trojitou spirálou. Tato komplexní vláknitá struktura se nachází ve všech pojivových tkáních (Saito a Marumo, 2010).



Obr. 3 Struktura kolagenu-trojité šroubovice (D'souza et al., 2020)

22-25 % kostí je tvořeno organickou částí, z čehož až 98 % zaujímá kolagen typu I a nekolagenové proteiny. Zbývá 2 % tvoří buňky. Díky tomuto složení jsou kosti tvrdší než chrupavka, která je tvořena převážně kolagenem typu II. V chrupavkách, šlachách a vazech je přítomen ve formě podlouhlých fibril. Je schopen vydržet a přenášet velké síly mezi svalem a kostí. Asi 70 % kůže je tvořena kolagenem typu I a 10 % zastupuje kolagen III. Zbylé typy kolagenů jsou zastoupeny v minoritním množství. Kolageny jsou v kůži zodpovědné za pevnost a pružnost pokožky. Částečnou hydrolýzou se kolagen mění na rozpustnou želatinu (Kodíček, Valentová a Hynek, 2015; D'souza et al., 2020).

2.2 Zdroje želatiny a kontrola

V posledních letech vzrostl zájem o valorizaci průmyslových produktů, a to je jeden z důvodů, proč častěji dochází k optimalizaci podmínek zisku želatiny. Největší množství želatiny je vyrobeno z kůží a demineralizovaných kostí skotu a prasat. Nicméně stále roste zájem o želatiny získané i z jiných zvířecích druhů než savců. V menším množství se želatina dnes získává také ze slepic, z ryb nebo hmyzu. Zájem o želatinu z ryb a hmyzu roste především z bezpečnostního a etického hlediska. Želatina z těchto dvou zdrojů je vhodná do halal a kosher produktů (Abdalbasit a Hadia, 2013; Huang et al., 2021).

Evropští výrobci želatiny smějí používat pouze suroviny ze zdravých prasat, skotu a ryb. Všichni členové sdružení GME (Gelatine Manufactures of Europe) se řídí normou ISO a/nebo jiným způsobem vysoké úrovně bezpečnosti potravin a standardy GMP (Good manufacturing practices). Evropské normy upravují porážení, kontrolní i licenční postupy prostřednictvím vládních agentur. Tím se stává průmysl na výrobu želatiny jedním z nejlépe kontrolovaných odvětví v Evropě (Jensen, 2021).

Asi 80 % želatiny vyrobené v Evropě pochází z vepřových kůží. 15 % želatiny je vyrobeno z kůží hovězích a zbylých 5 % pochází z vepřových a hovězích kostí a z ryb. Želatina musí splňovat všechny požadavky stanovené předpisy o jedlé želatině a podléhá zákonu o potravinách (Jensen, 2021).

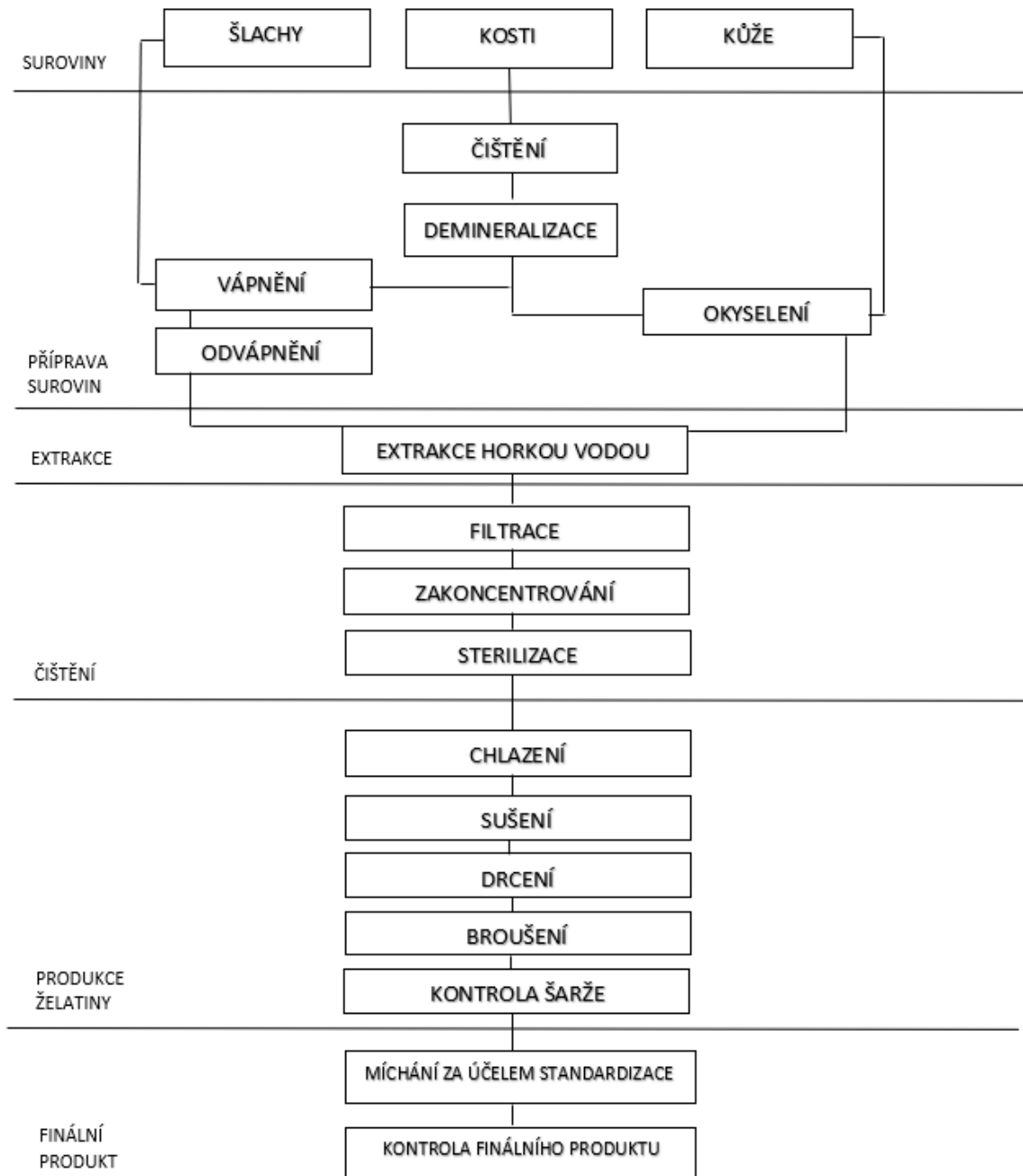
2.3 Výrobní proces želatiny

Výroba želatiny je založena na pečlivém výběru surovin, aby bylo možné zajistit plnění všech bezpečnostních a kvalitativních standardů. Želatinu lze vyrobit z jakékoliv tkáně obsahující kolagen. Je to směs peptidů a proteinů získaných částečnou hydrolyzou. Výrobní proces zahrnuje čištění tkání, předúpravu, extrakci želatiny, filtraci, další čištění, sterilizaci, zahuštění, sušení a nakonec mletí (Mirzapour-Kouhdasht et al., 2020; Du et al., 2021).

V první fázi výroby se surovina omyje, aby se odstranily všechny nečistoty. Při zpracovávání kostí následuje fáze drcení a opětovné mytí. Rozdrcené kostní štěpky se poté macerují v kyselině chlorovodíkové (obvykle 4-7 %) za účelem odstranění minerálů.

Způsob extrakce želatiny se odvíjí od zdroje kolagenu a její požadované finální kvalitě. Často následuje několik extrakčních kroků za sebou, kdy se postupně v každé fázi zvyšuje teplota v rozmezí 55-100 °C. Vysoce kvalitní želatiny se vytváří při nižších extrakčních teplotách, kdy nedochází k tak velkému hydrolytickému štěpení hlavního řetězce

polypeptidu. Každá další extrakce při vyšším stupni teploty vytvoří depolymerizovanější a tmavší produkt (způsobený Maillardovou reakcí) (Haug a Draget, Phillips a Williams, 2009).



Obr. 4 Výrobní proces želatiny (Poppe, 1992) – upraveno

2.3.1 Kyselá hydrolýza

Kyselou předúpravou se získává želatina tzv. typu A. Surovina se nejprve promyje a poté se ponechá v ředěné minerální kyselině (pH 1,5-3) po dobu 8-30 h (podle tloušťky surovinového materiálu. Následuje promytí ve vodě a neutralizace na hodnotu pH vhodnou pro extrakci (Haug a Draget, Phillips a Williams, 2009).

2.3.2 Alkalická hydrolýza

Tzv. želatina typu B je produktem alkalické předúpravy. Promytá surovina se hydratuje ve vápenné vodě (hydroxidu vápenatém) o pH. Při teplotě cca 24 °C se surovina ponechává v tomto roztoku po dobu 20 dní až 6 měsíců. Opět se tato doba odvíjí od tloušťky suroviny. Poté se vše důkladně promyje vodou a extrakčního pH se dosahuje přidávkem zředěné kyseliny (např. HCl) (Haug a Draget, Phillips a Williams, 2009).

2.4 Želatina v potravinářství

Želatina je rozpustný funkční protein, tradičně využívaný v potravinářství. Používá se jako čiridlo i stabilizátor zejména v dezertech, cukrovinkách, pekařských výrobcích, zmrzlínách, mléčných výrobcích nebo také v masném průmyslu do rosolu (Djagny, Wang a Xu, 2001).

Od 80. let, kdy propukla v Evropě BSE, panuje trend vývoje produktů bez želatiny. Živočišná želatina je čím dál častěji nahrazována želírujícími látkami jako jsou rostlinné hydrokoloidy-škrob, modifikovaný škrob, pektin, karagenan a agar (Gómez-Guillén et al., 2002; Karim a Bhat, 2008).

2.4.1 Vlastnosti želatiny využívané v potravinářství

V potravinářství roste poslední dobou zájem o aplikaci želatiny v produktech za účelem emulgačních funkcí, pěnidla nebo jako stabilizátor koloidů. U želatiny se v potravinářství kontroluje několik vlastností: tvorba gelu, textura, schopnost zahušťování, tvorba a stabilizace emulze, tvorba pěny, adheze a také mikrobiologická jakost. Velký význam u potravinářských a farmaceutických želatin má jejich jasnost, průhlednost a stupeň čistoty. Rozdíly v těchto základních charakteristikách mohou nastat z několika důvodů: způsob výroby (alkalická nebo kyselá hydrolýza), ale také stáří a zdravotní stav zvířete, ze kterého byla surovina získána, neméně důležité jsou také podmínky, kterým byla surovina během zpracování vystavena (Djagny, Wang a Xu, 2001).

Funkční vlastnosti želatiny se odvíjí od vlastností chemických. Síla gelu, viskozita, schopnost k tuhnutí a tání, to vše závisí na molekulové hmotnosti želatiny a obsažených aminokyselin. Želírující schopnost se snižuje při delším záhřevu a mechanickém namáhání (Kodet, 1993).

2.5 Kuřecí želatina

Želatina extrahovaná z kůže a šlach kuřecích nohou se používá jako alternativa k běžně komerčním používaným želatinám získávaných ze savců. Efektivně jsou tak využity kuřecí nohy, které by již nenašly své uplatnění. Jedná se tak o velmi levný a na bílkoviny bohatý zdroj želatiny (Almeida a Lannes, 2013).

Největším producentem kuřecího masa je Brazílie (13 058 milionů tun v roce 2011). Tím zde vzniká spousta vedlejších odpadních produktů vhodných pro získání želatiny. Možnost extrahovat želatinu z kuřecích zdrojů je umocněna rizikem častého výskytu BSE ohrožujícího lidské zdraví (Almeida a Lannes, 2013). V posledním desetiletí se poptávka a produkce kuřecí želatiny zvýšila o více jak 37 % (Abedinia et al., 2020).

Kvalita aminokyselin v želatině předurčuje vlastnosti a funkčnost výsledného produktu. Tento parametr způsobuje rozdíly ve fyzikálně-chemických vlastnostech všech typů želatin. Prolin a hydroxyprolin zodpovídají za stabilitu struktury kolagenu vytvářením vodíkových vazeb. Obsah iminokyselin ovlivňuje bod tání želatiny. Čím nižší je obsah imino-kyselin, tím nižší teploty jsou potřeba k tání a gelovatění želatiny. Obsah imino-kyselin je u drůbeží želatiny vyšší, než u svačí želatiny nebo želatiny získané z ryb (Joly-Duhamel, Hellio a Djabourov, 2002; Abedinia et al., 2020).

Odpad z porážek drůbeže obsahuje asi 34,2 % sušiny, 51,8 % hrubého proteinu, 41 % tuku a 6,3 % popela. Celosvětově se za rok vyprodukuje cca 400 000 tun želatiny, z čehož pouze 2 % (8 tun), je želatina získaná z jiného než savčího zdroje (Abedinia et al., 2020).

2.5.1 Chemické a fyzikálně-chemické vlastnosti drůbeží želatiny

Drůbeží želatina obsahuje ve srovnání se svačí želatinou širší škálu aminokyselin. Obsah prolinu, hydroxyprolinu i glycinu je vyšší. Vyšší zastoupení mají také imino-kyseliny, které ovlivňují gelovatění. Díky tomu jsou tyto želatiny silnější, s vyššími hodnotami Bloom (Hanani, 2016). Existují také studie, ve kterých lze na základě fyzikálně-chemických vlastností, použít přísady kuřecí želatiny jako náhradu tuku. Výrobek je pak považován za produkt se sníženým obsahem tuku o nižší energetické hodnotě (Almeida a Lannes, 2017).

Tabulka 5: Porovnání zastoupení AK v kuřecí a hovězí želatině (Du et al., 2014) – upraveno

Aminokyselina	Kuřecí želatina (%)	Hovězí želatina (%)
Asp	2,11 ± 0,02	3,29 ± 0,01
Glu	5,84 ± 0,01	5,43 ± 0,03
H.Pro	12,13 ± 0,02	10,67 ± 0,11
Ser	2,20 ± 0,00	2,93 ± 0,08
Gly	33,70 ± 0,02	37,05 ± 0,11
His	0,30 ± 0,01	-
Arg	5,57 ± 0,00	5,09 ± 0,04
Thr	1,01 ± 0,00	0,82 ± 0,03
Ala	10,08 ± 0,02	8,41 ± 0,10
Pro	13,42 ± 0,01	12,66 ± 0,14
Tyr	1,22 ± 0,01	1,16 ± 0,01
Val	1,94 ± 0,02	2,07 ± 0,02
Met	0,07 ± 0,00	0,22 ± 0,13
Cys	0,16 ± 0,00	0,47 ± 0,00
Ileu	1,15 ± 0,00	1,01 ± 0,01
Leu	2,63 ± 0,00	1,89 ± 0,01
Phe	1,77 ± 0,00	1,60 ± 0,02
Trp	0,04 ± 0,00	0,48 ± 0,00
Lys	4,66 ± 0,00	4,86 ± 0,05

2.5.2 Suroviny a metody pro získání drůbeží želatiny

V studii od L. Du z roku 2014 byla drůbeží želatina získána pomocí 2 odlišných metod. První metoda byla založena na dvoustupňové vsádkové extrakci při 50-60 °C, zatímco druhá metoda spočívala v izolaci kolagenu při změnách pH. Na výběru metody pro získání želatiny závisí její výsledné vlastnosti. Želatina extrahovaná z kolagenové biomasy vlivem pH disponuje vyššími hodnotami Bloom a vyšší molekulovou hmotností (Du et al., 2014). Před samotnou extrakcí je vhodné surovinu nejprve předupravit pomocí kyseliny nebo alkálie. Během této předúpravy dojde k oslabení kolagenové struktury a k hydrolýze peptidových vazeb. Tento krok dopomáhá k vyšším výtěžnostem a menším ztrátám během výrobního procesu (Mhd Sarbon, Badii a Howell, 2013).

Na základě typu zvolené extrakce závisí další vlastnosti želatiny, např. barva. Barva je velmi důležitým charakteristickým ukazatelem pro spotřebitele. Při dlouhotrvající extrakci dochází k zvyšování degradace želatiny a upřednostnění Maillardovy reakce. Intenzita barvy ale neovlivňuje funkční vlastnosti želatiny (Ahmad a Benjakul, 2011; Du et al., 2013)

Tabulka 6: Porovnání složení kuřecí a hovězí želatiny (Du et al., 2014) – upraveno

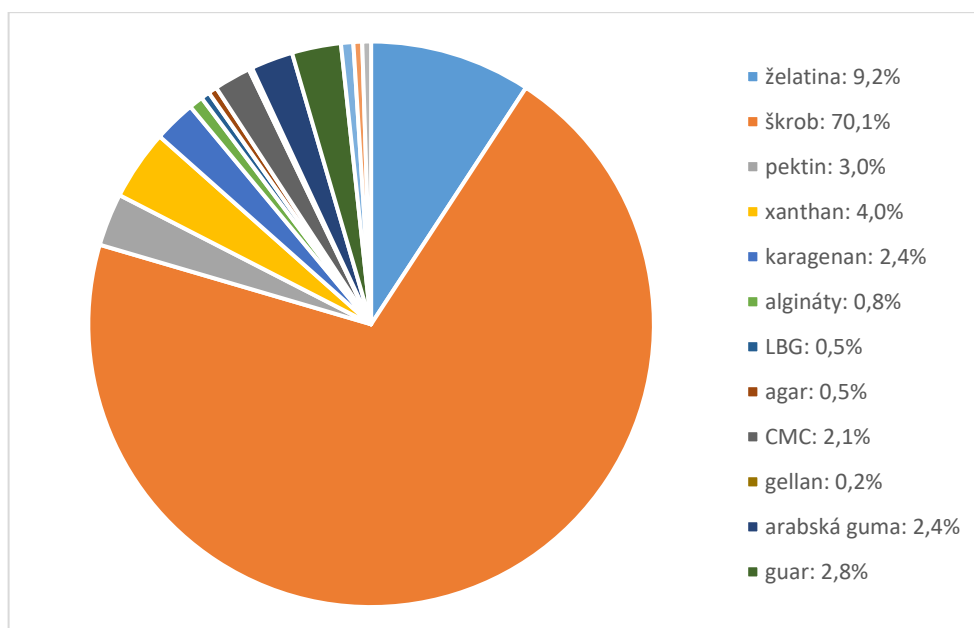
Složení	Kuřecí želatina (%)	Hovězí želatina (%)
Výnos	16 ± 0,91	-
Vlhkost	9,81 ± 0,05	9,68 ± 0,06
Proteiny	80,76 ± 0,30	81,75 ± 0,50
Popel	0,37 ± 0,02	1,06 ± 0,00

Z tabulky 5 a 6 vyplývá, že zastoupení určitých složek v kuřecí a hovězí želatině je velmi podobné. Na základě srovnání obsahu vlhkosti, proteinů, množství popelovin a zastoupení jednotlivých aminokyselin, lze považovat kuřecí želatinu jako alternativní náhradu za želatinu hovězí (Du et al., 2014).

3 VLIV HYDOKOLOIDŮ V MLÉKÁRENSKÝCH VÝROBCÍCH

Hydrokoloidem nazýváme skupinu polysacharidů a proteinů, které ve vodném roztoku vystupují jako koloidy a vykazují schopnost tvorby gelu. Do potravinářských výrobků se přidávají z důvodu jejich technologických funkcí jako je: dosažení požadované textury, zahuštění, vaznost vody, emulgace, stabilizace, pění, želírování, přilnavost aj. (Jensen, 2021). Úprava reologie potravin hydrokoloidy zahrnuje dvě základní vlastnosti: tokové chování (viskozitu) a mechanické vlastnosti pevných látek (strukturu). Vlivem těchto dvou vlastností pomáhají hydrokoloidy ovlivnit smyslové vnímání a jsou významnými potravinářskými přídatnými látkami (Milani a Maleki, 2012).

Hydrokoloidy našly své uplatnění v mlékárenských výrobcích díky schopnosti vázat vodu a zvyšovat viskozitu. Výhodou je také to, že snižují množství syrovátky uvolněné na povrchu výrobku. Jako hydrokoloid lze použít želatinu, agar, pektin nebo škrob. Jejich přídavek je obvyklý u ovocných výrobků. Množství hydrokoloidu lze snížit obsahem mléčné sušiny a způsobem fermentace. (Kadlec, Melzoch a Voldřich, 2012).



Obr. 5 Objemy nejčastěji používaných hydrokoloidů v potravinářském průmyslu (Jensen, 2021) – upraveno

Mléčné výrobky jsou složité systémy složené z několika fází. Tvoří je hlavně voda, sacharidy, bílkoviny a tuky. Tyto výrobky jsou zpracovávány za extrémních podmínek a většinou jsou skladovány delší dobu. K tomu, aby byly zabezpečeny vyhovující organoleptické vlastnosti, kvalita a trvanlivost výrobku, používají se různé povrchově

aktivní aditivní látky-stabilizátory a emulgátory (Kodet, 1993). Jedním z často používaných hydrokoloidů v mléčných výrobcích je želatina. Je to přírodní protein s tepelně reverzibilní tvorbou gelu. Velkou výhodou je také její průhlednost a schopnost tání při nízkých teplotách (Jensen, 2021).

3.1 Zvýšení viskozity

Hlavním důvodem použití hydrokoloidů v potravinářství je úprava sensorických vlastností na požadovanou texturu. Schopnost zahušťování závisí na typu použitého hydrokoloidu, jeho koncentraci, na charakteristice výrobku, do kterého je hydrokoloid používán a také na teplotě a pH. Při procesu zahuštění přechází volně se pohybující molekuly do složité zapletené sítě a tím je pohyb molekul omezen. Viskozita polymerních roztoků je také dána molekulovou hmotností polymeru a jeho molekulární strukturou (Milani a Maleki, 2012).

3.2 Gelovatění

Během procesu gelovatění přechází lineární polymer do trojrozměrné sítě. Vlastnosti výsledného výrobku jsou ovlivněny mechanismem tvorby sítě polymeru. Spojování do těchto sítí závisí na parametrech jako jsou: teplota, přítomnost iontů a vlastní struktura hydrokoloidu (Dickinson, 2003; Milani a Maleki, 2012).

3.3 Povrchová aktivita a emulgační vlastnosti

Emulgační vlastnosti hydrokoloidů jsou dány schopností zpomalit strážení dispergovaných částic, snížením rychlosti krémování kapiček oleje a pěny a zabránění agregace dispergovaných částic. Klasifikace hydrokoloidů je dána jejich aktivitou na rozhraní dvou fází. Arabská guma má schopnost se adsorbovat na rozhraní olej-voda a dodat tak výrobku sterickou stabilizaci, zatímco jiné gummy snižují povrchové a mezifázové napětí a zlepšují stabilitu emulze olej ve vodě (xanthan, pektin atd.). K dosažení dlouhodobé stability se využívá mikrokryalické celulózy (MCC), která sráží pevné částice na rozhraní olej-voda a brání tak následné koalescenci (Milani a Maleki, 2012).

3.4 Další využití

V nových studiích se prověřuje použití hroznových výlisků, odpadu ve vinařství, jako účinného emulgátoru v mlékárenských výrobcích. Experimenty naznačují, že extrakty z hroznového odpadu mohou mít také vlastnosti zahušťovadla a modifikátorů textury.

Velkou výhodou pro budoucí konzumenty bude omezení použití živočišných hydrokoloidů a jejich náhrada rostlinnými (Pavlou et al., 2020).

Zvýšenou poptávku po hydrokolidech vedlo také zpracování těchto polysacharidů do nízkotučných potravin a potravin s vysokým obsahem vlákniny. Tímto způsobem lze získat nízkokalorické potraviny s dobrou kvalitou, kde byly tuky a oleje nahrazeny tzv. strukturovanou vodou (Milani a Maleki, 2012).

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 CÍL PRÁCE

Cílem práce bylo charakterizovat vlastnosti tavených sýrových omáček a želatiny a popsat možnosti aplikace a využití želatiny v potravinářství.

Cílem teoretické práce bylo:

- charakterizovat vlastnosti tavených sýrových omáček
- popsat základní charakteristiku želatiny
- popsat možnosti aplikace využití želatiny v potravinářství

V experimentální části bylo potřeba:

- vyrobit modelové vzorky tavených sýrových omáček s přídavkem kuřecího hydrolyzátu a kuřecí želatiny o síle 45, 60, 80 a 180 Bloom
- provést vybrané analýzy fyzikálně-chemických vlastností
- vyhodnotit získané výsledky a zformulovat závěry

5 METODIKA EXPERIMENTÁLNÍ ČÁSTI

Součástí experimentální části této diplomové práce byla výroba 6 typů tavených sýrových omáček s přidavkem 6 variant hydrokoloidu a samotné vyhodnocení vlivu přidavku želatiny na vybrané fyzikálně-chemické vlastnosti.

5.1 Použitý materiál

5.1.1 Použité suroviny

Pro výrobu tavených sýrových omáček byly použity suroviny:

- přírodní sýr Eidamská cihla 30 % LACRUM Velké Meziříčí, s.r.o., [7týdenní zralosti, obsah tuku v sušině 30 % (w/w), 50 % (w/w) sušiny]
- sušená smetana 75 % [Profikoření, Havířov, ČR]
- pitná voda
- směs tavicích solí [Fosfa as, Břeclav, ČR]
- hydrokoloid o koncentraci 0,5 % a 1,0 % (w/w)

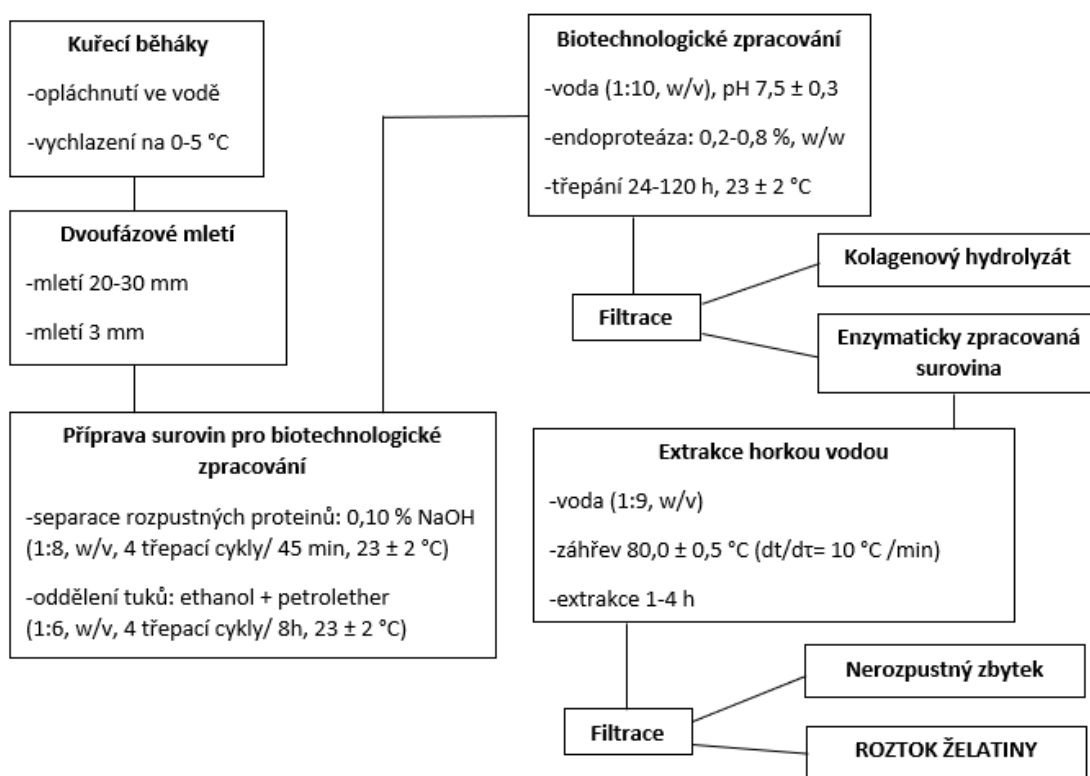
Použité hydrokoloidy pro výrobu tavených omáček:

- kuřecí hydrolyzát vyrobeno na Ústavu inženýrství polymerů, UTB
- kuřecí želatina 45 Bloom vyrobeno na Ústavu inženýrství polymerů, UTB
- kuřecí želatina 60 Bloom vyrobeno na Ústavu inženýrství polymerů, UTB
- kuřecí želatina 80 Bloom vyrobeno na Ústavu inženýrství polymerů, UTB
- směs želatin 180 Bloom vyrobeno na Ústavu inženýrství polymerů, UTB

Všechny želatiny byly vyrobeny z kuřecích běháků. U želatiny s označením „směs želatin 180 Bloom“, byly přidány také kuřecí hlavy. Obecně tyto vzorky spadají do kategorie „low-viscosity gelatines“ s viskozitou menší než 3,0 mPa.s. Sušina použitých hydrokoloidů byla v rozmezí 92-94 % w/w (sušeno při 55 °C v sušárně po dobu 24 h) a s hodnotou pH 6,0-65 (Mokrejš et al., 2019; Gál et al., 2020).

Síla želatiny závisí na narušení primární struktury v molekulách kolagenu, ke kterému dochází během enzymových úprav suroviny a během samotné extrakce želatiny. Rozpadem

peptidových vazeb se sníží molekulová hmotnost a oslabí se tvorba gelových sítí. Kvalita želatiny je tedy vyjádřena v hodnotách Bloom. Hodnoty pod 150 Bloom označují želatinu s nízkou silou želatinového gelu, středně silné jsou želatiny od 150 do 220 Bloom a velmi vysokou sílu vykazují želatiny od 220 do 300 Bloom (Gál et al., 2020). Obecně lze říct, že pevnost želatinových gelů roste s extrakční dobou a teplotou extrakce (Mokrejš et al., 2021). V případě, kdy želatina netvoří gel, označuje se tento hydrokoloid za hydrolyzát kolagenu. Hydrolyzáty se v potravinářství využívají jako výživový doplněk, zahušňovadlo nebo pojivo (Gál et al., 2020).



Obr. 6 Schéma výroby kuřecí želatiny na UTB (Mokrejš et al., 2019) - upraveno

Směs tavicích solí obsahovala:

- Na₂HPO₄ 39 %
- NaH₂PO₄ 18 %
- Na₄P₂O₇ 21 %
- POLY 69 22 %

5.1.2 Použité přístroje pro analýzu

Reometr HAAKE™ RheoStress™ 1	Rheology Solutions Pty, AU
pH metr Foodcare HI 99161	Hanna Instruments, ČR
Sušárna Venticell	BMT MMM-Group, ČR
Dew Point Water Activity Meter 4TE	AquaLab, USA
Centrifuga Hettich® EBA 21	Andreas Hettich GmbH & Co. KG, DE
Stephan UMC-5	Stephan Machinery GmbH, DE
Texturometr TA.XT Plus	Stable Micro Syst. Ltd., Godalming, GB

5.2 Výroba modelových vzorků

Výroba modelových vzorků tavených sýrových omáček probíhala na Fakultě technologické-Ústavu technologie potravin, Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně. Přírodní sýr byl nakrájen na kostky o velikosti cca 1,5 x 1,5 cm a ve výrobníku byl rozmělněn při rychlosti 3 000 ot./60s na menší kousky. Následně byly k rozemletému sýru přidány další tzv. suché suroviny, a to: sušená smetana, směs tavicích solí a hydrokoloid o koncentracích 0,5 % anebo 1 % (w/w). Nakonec byla ke směsi přidána pitná voda a po uzavření výrobníku víkem byla směs tavena. Tavení probíhalo po dosažení 85 °C 3 minuty. Utavená směs se nalívala do kelímků, na které byla zažehlena hliníková fólie. Výrobky byly náležitě označeny, zchlazeny a uchovávány v chladicím boxu při teplotě 6 ± 2 °C. Následně byly vzorky podrobeny analýze v časových intervalech: po 1 dnu od výroby, po 14 dnech a po 28 dnech.

Celkem bylo vyrobeno 12 modelových vzorků tavených sýrových omáček s přídavkem hydrokoloidu a jeden kontrolní vzorek bez přídavku hydrokoloidu. Tavené sýrové omáčky byly vyrobeny na základě receptury uvedené v tabulce č. 7 a 8.

Tabulka 7: Navažované množství surovin při výrobě modelových vzorků

Surovina	% (w/w)	Sůl	% (w/w)
EC 30	25	Na ₂ HPO ₄	39
Sušená smetana	22	NaH ₂ PO ₄	18
Pitná voda	52	Na ₄ P ₂ O ₇	21
Tavicí soli	0,11	POLY 69	22

Tabulka 8: Modelové vzorky-přídavek hydrokoloidu

Označení	Kuřecí hydrolyzát	Kuřecí želatina 45 Bloom	Kuřecí želatina 60 Bloom	Kuřecí želatina 80 Bloom	Směs želatin 180 Bloom
KZ_C					
KZ_KH_0,5	0,5 %				
KZ_KH_1	1,0 %				
KZ_45_0,5		0,5 %			
KZ_45_1		1,0 %			
KZ_60_0,5			0,5 %		
KZ_60_1			1,0 %		
KZ_80_0,5				0,5 %	
KZ_80_1				1,0 %	
KZ_180_0,5					0,5 %
KZ_180_1					1,0 %

5.3 Chemická analýza

Stanovení obsahu sušiny probíhalo 24 h po výrobě modelových vzorků, pH vzorků bylo měřeno 1., 14. a 28. den ode dne výroby.

5.3.1 Stanovení pH

Hodnoty pH vzorků byly stanoveny pomocí vpichového pH metru při laboratorní teplotě. Měření bylo provedeno celkem šestkrát pro každý vzorek 1., 14., a 28. den od výroby. Elektroda byla vždy zapíchnuta do náhodného místa misky s tavenou sýrovou omáčkou a hodnota pH byla zaznamenána do tabulky.

5.3.2 Stanovení celkového obsahu sušiny

Sušina modelových vzorků byla stanovena gravimetricky dle normy ČSN EN ISO 5534 (2004). Na analytických vahách byly, do hliníkové misky s křemenným pískem a skleněnou tyčinkou, odváženy asi 3 g homogenního vzorku tavené sýrově omáčky s přesností na 4 desetinná místa. Navážka se pomocí skelněné tyčinky promíchala s pískem do homogenní směsi. Následně byly misky vloženy do sušárny při teplotě 102 ± 2 °C. Sušení probíhalo do konstantního úbytku hmotnosti (přes noc). Druhý den byly úbytky odečteny na analytických vahách. Stanovení obsahu sušiny bylo provedeno pro každý modelový vzorek třikrát.

Obsah celkové sušiny byl vypočten dle následujících vztahů:

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0} * 100 \quad (1)$$

kde: W ... obsah vody [% (w/w)],

m_0 ... hmotnost hliníkové misky s křemenným pískem [g]

m_1 ... hmotnost misky s navážkou a křemenným pískem před sušením v [g]

m_2 ... hmotnost misky s navážkou a křemenným pískem po sušení [g]

$$S = 100 - W$$

kde: S ... obsah sušiny [% (w/w)]

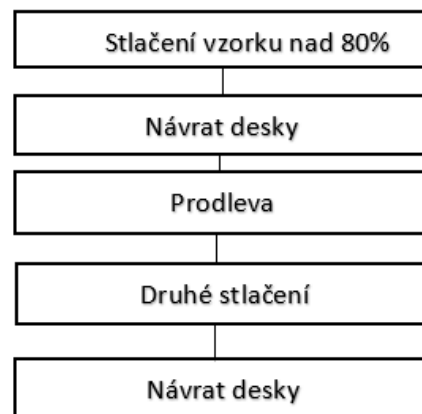
5.4 Stanovení stability

Stanovení stability probíhalo 14. den od výroby. S přesností na 4 des. místa bylo do plastových zkumavek s víčkem odváženo cca 5 g homogenního vzorku tavené sýrové omáčky. Následně byly zkumavky vloženy do odstředivky o rychlosti 6 000 ot./min na 2x20 min. Po odstředění byl sediment zvážen. Tato metoda byla použita a popsána např. v publikaci Nikzade et al. (2012).

5.5 Texturní profilová analýza

Texturní profilová analýza je zaměřená na hodnocení mechanických, geometrických a povrchových vlastností výrobků. Jedná se o metodu, která simuluje manipulaci s potravinami, jako je např. krájení, nebo žvýkání při konzumaci (Nishinari et al., 2013). Metodu texturní profilové analýzy použili a popsali ve své práci např. Dimitreli a Thomareis (2007). Zátěžový relaxační test byl proveden celkem třikrát pro každý modelový vzorek.

Texturní vlastnosti (tvrdost, lepivost, elasticita, kohezivnost, žvýkatelnost a gumovitost) byly hodnoceny texturometrem ve dvou cyklech. Normálové namáhání bylo provedeno pomocí válcové sondy o průměru 20 mm a do hloubky 10 mm. Rychlost pohybu sondy byla 2 mm/s.



Obr. 7 Opakované stlačení texturní profilové analýzy (TPA)

Jedním z měřených parametrů pomocí textuometru je tvrdost. Tato veličina je popisována jako síla potřebná k dosažení deformace výrobku. Kohezivnost definuje sílu vnitřních vazeb ve výrobku. Čím je výrobek soudržnější, tím více se hodnota kohezivnosti bude blížit 1. Práce potřebná k překonání přitažlivých sil mezi povrchem a měřicí sondou zase definuje relativní lepivost. Do skupiny sekundárních vlastností se řadí veličiny jako je žvýkatelnost a gumovitost. Žvýkatelnost je energie potřebná k rozžvýkání jídla do stavu před spolknutím a je násobkem tvrdosti, soudržnosti a pružnosti. Gumovitost je charakterizována energií potřebnou k rozpadu polotuhé látky do stavu přípravy ke spolknutí (Szczesniak, 2002).

5.6 Dynamická oscilační reometrie

Pomocí dynamické oscilační reometrie byly zjišťovány viskoelastické vlastnosti tavených sýrových omáček. Oscilujícím reometrem se přenáší vibrace na měřený vzorek a dochází tak k jeho řízené deformaci. Výsledkem jsou hodnoty popisující elastický (G') a ztrátový (G'') modul pružnosti. Elastický modul charakterizuje míru elasticity materiálu, ztrátový modul vyjadřuje tokové vlastnosti (viskozitu) vzorku v závislosti na zvoleném rozsahu frekvencí. Poměrem těchto hodnot (elastického a ztrátového modulu) lze získat tangens úhlu fázového posunu:

$$\tan \delta = \frac{G''}{G'} \quad (2)$$

Z výše uvedených veličin lze spočítat komplexní modul pružnosti G^* podle vztahu:

$$G^*(\omega) = \sqrt{G'(\omega)^2 + G''(\omega)^2} \quad (3)$$

Komplexní modul pružnosti popisuje časovou závislost napětí při harmonickém namáhání.

Rotační viskozimetr byl po celou dobu měření temperován na teplotu $20,0 \pm 0,1$ °C. Před každým měřením byla oscilující deska nejprve zkalibrována a teprve poté byl nanesen měřený vzorek. Měření elastického a ztrátového modulu pružnosti probíhalo v závislosti na frekvenci 0,1 – 10 Hz a amplitudě smykového napětí 5 Pa. Z naměřených hodnot elastického a ztrátového modulu pružnosti byla získána také hodnota tangens úhlu fázového posunu a hodnota komplexního modulu pružnosti při dané frekvenci.

5.7 Stanovení vodní aktivity

Po 14 dnech od výroby byla u tavených sýrových omáček s přidavkem hydrokoloidu stanovena vodní aktivita. Přístroj byl nejprve zkalibrován pomocí příslušného kalibračního roztoku (0,920 a_w , NaCl 2,33 molal in H₂O; Lot#: 1756563) a následně byly do něj postupně vkládány plastové misky s měřeným vzorkem. Vzorek vždy pokrýval celou plochu dna. Po odečtení byly hodnoty zaznamenány do tabulky. U každého vzorku bylo měření provedeno celkem třikrát.

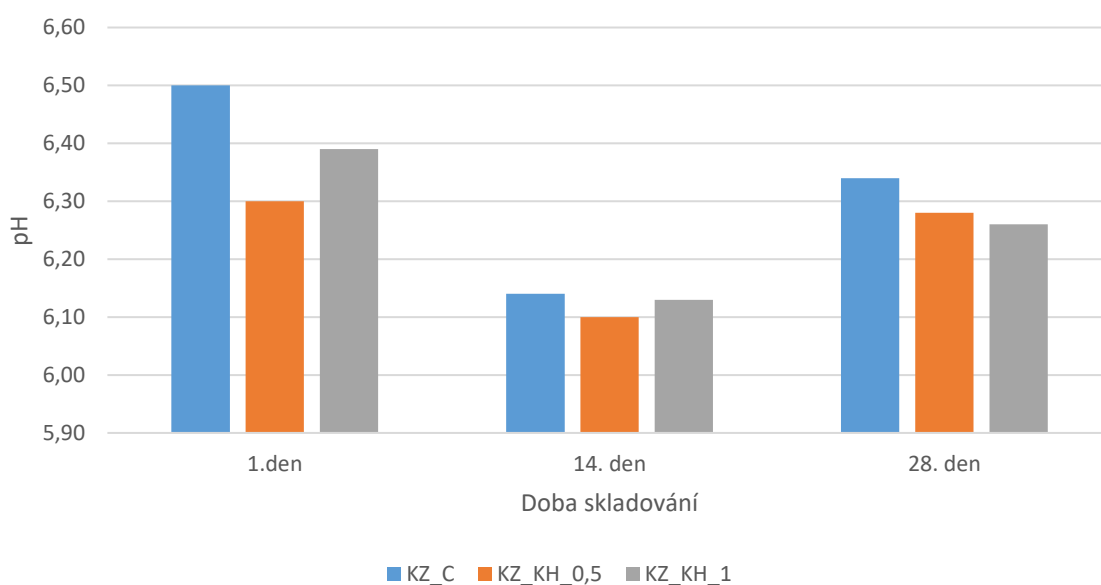
6 VÝSLEDKY A DISKUZE

V této práci bylo vyrobeno celkem 10 tavených sýrových omáček s dvěma koncentracemi hydrokoloidu (0,5 % a 1 % (w/w)) a jeden kontrolní vzorek bez přídavku hydrokoloidu. Jako hydrokoloid byl použit kuřecí hydrolyzát, kuřecí želatina o hodnotách 45, 60 a 80 Bloom a směs želatin o síle 180 Bloom. Vybrané fyzikálně-chemické vlastnosti byly provedeny po 1, 14 a 28 dnech skladování.

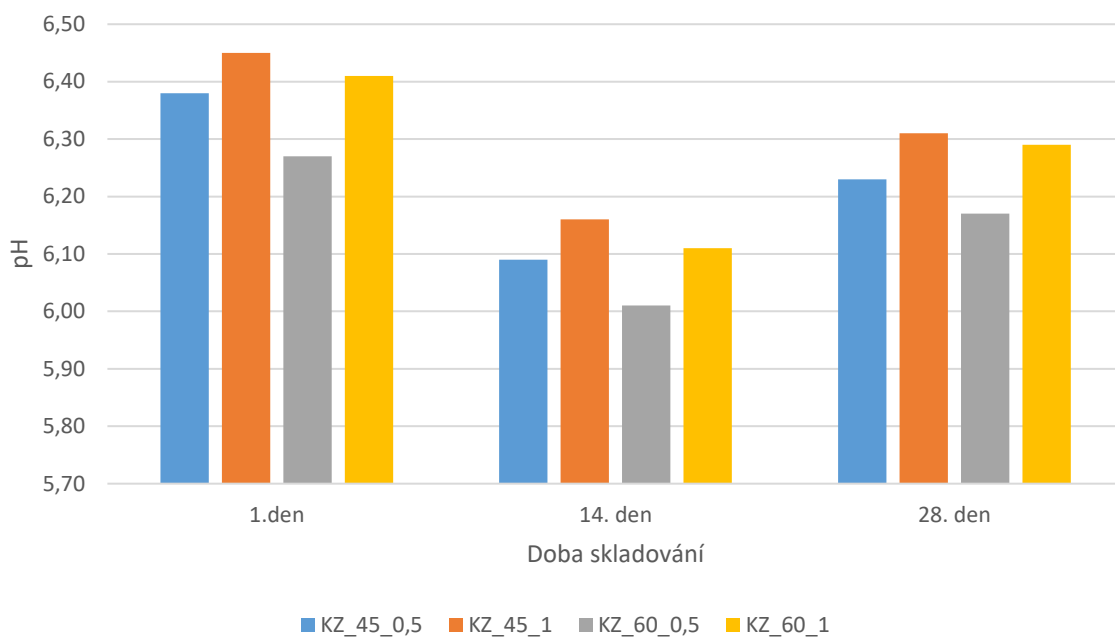
6.1 Vyhodnocení chemické analýzy

U všech modelových vzorků byla 1., 14. a 28. den skladování provedena základní chemická analýza (stanovení pH a stanovení celkového obsahu sušiny).

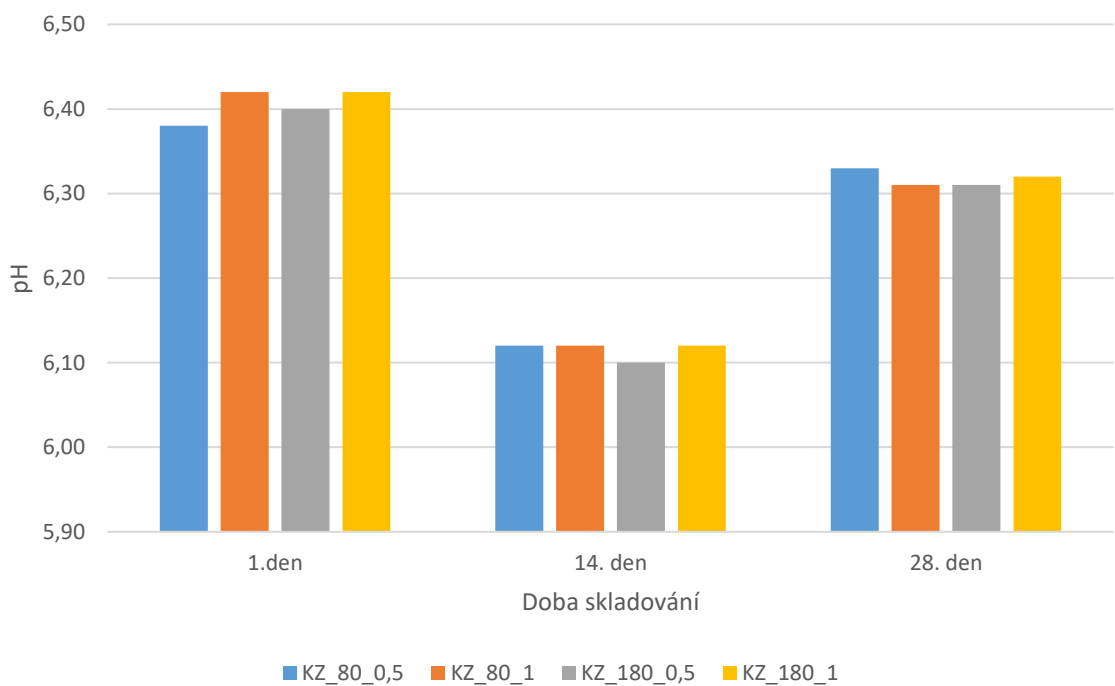
U modelových vzorků bylo měřeno pH a byl pozorován vliv přídavku různých typů želatin na jeho vliv v průběhu skladování. Výsledky ze zmíněného měření jsou uvedeny v následujících grafech na obrázcích 8-10.



Obr. 8 pH kontrolního vzorku a kuřecího hydrolyzátu měřeného 1., 14. a 28. den skladování



Obr. 9 pH kuřecí želatiny 45 a 60 Bloom ve dvou koncentracích 1., 14. a 28. den skladování



Obr. 10 pH kuřecí želatiny 80 a směsi želatiny 180 Bloom ve dvou koncentracích 1., 14. a 28. den skladování

U všech modelových vzorků byla pozorována tendence klesajícího pH o 0,2-0,3 v průběhu 2 týdnů skladování. Během dalších 14 dnů poté pH všech vzorků začalo zase stoupat.

Po 24 h od výroby byly modelové vzorky podrobeny analýze na zjištění obsahu sušiny. Hodnoty všech vzorků tavených sýrových omáček spadaly do intervalu od 37,35 do 38,78 (w/w). Abychom mohli vzorky mezi sebou porovnat, je potřeba, aby byly sušiny vzorků podobné. Vzorky s větší koncentrací želatiny přítomné ve vzorcích jsou schopny navázat silněji více vody, která se sušením hůře uvolňuje. Sušící proces se tedy zastaví dříve.

Želatina obsahuje ve své struktuře zbytky tří aminokyselin (glycinu, prolinu a hydroxyprolinu). Trojitá šroubovice a vysoký obsah pyrrolidinů vede k tvorbě silnějších gelů. Čím větší je výskyt trojité šroubovice, tím se zvětšuje síla želatiny a snižuje se bobtnavost ve vodě (Elblbesy, Hanafy a Kandil, 2020).

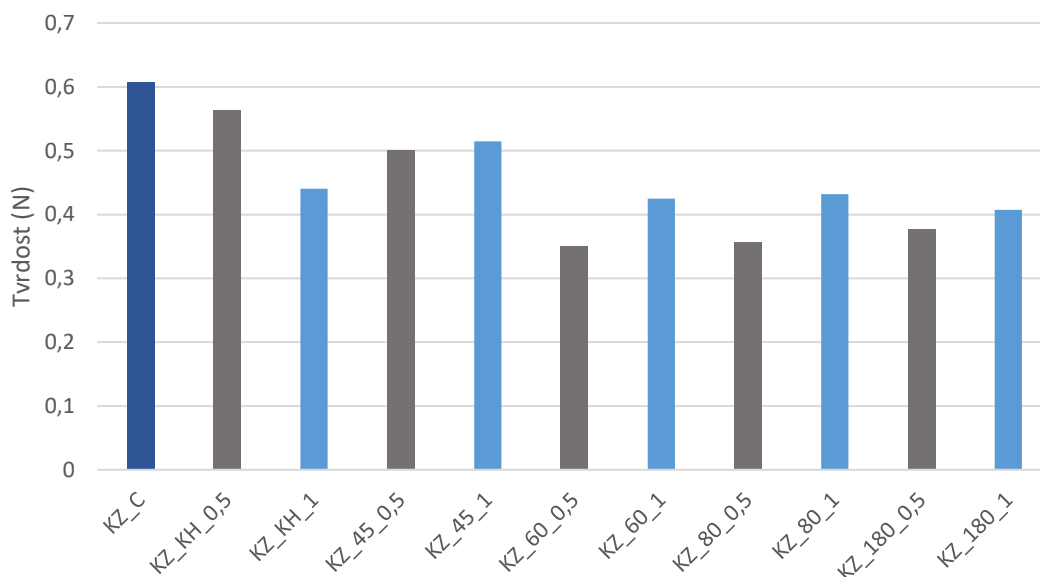
6.2 Vyhodnocení stability

Druhý den ode dne výroby byly vzorky podrobeny testu stability. Stabilita byla hodnocena na základě odstředění modelových vzorků v centrifuze. Jelikož nebyl po 20 minutách odstředění při 6 000 ot./min získán žádný supernatant, který by bylo možno odstranit a zbylý sediment zvážit, byly vzorky ponechány v centrifuze při stejných parametrech dalších 20 minut. Ani poté se nepodařilo modelové vzorky rozdělit na 2 fáze. Lze tedy říct, že všechny vyrobené a testované tavené sýrové omáčky byly stabilní.

Stabilitu emulzí ovlivňuje obsah tuků ve výrobku. Čím více tuků daný produkt obsahuje, tím stabilnější emulze se tvoří. Kapičky oleje se shlukují dohromady a nemohou se pohybovat. U výrobků s nízkým obsahem tuku se možnému pohybu tukových částic zabraňuje přídavkem zahušťovadla (Nikzade, Tehrani a Saadatmand-Tarzjan, 2012). Tuto funkci zahušťovadla zajišťoval v sýrových omáčkách přídavek želatiny společně s přídavkem tavicích solí. Tavicí soli váží Ca^{2+} ionty, upravují pH, dispergují kasein a emulgují tuk (Lucey, Maurer-Rothmann a Kaliappan, 2011). Kvůli rostoucí poptávce po výrobcích se sníženým obsahem sodíku a fosfátů, se ke stabilizaci těchto potravin hledají nové alternativy se sníženým obsahem tavicích solí (Nikzade, Tehrani a Saadatmand-Tarzjan, 2012).

6.3 Výsledky texturní profilové analýzy

Na texturometru TA.XT Plus byly druhý den od výroby měřeny hodnoty tvrdosti, lepivosti, elasticity, dále pak také byla měřena kohezivnost, žvýkatelnost a gumovitost.



Obr. 11 Hodnoty tvrdosti (z angl. hardness) modelových vzorků texturní profilovou analýzou

Tvrdost tavených sýrových omáček se dle zjištěného měření zvyšovala s přidáním množství želatiny. U výrobků s 0,5 % přidáním želatiny byla tvrdost vždy cca o 0,1 N menší. Opačnou tendenci vykazovaly omáčky, do kterých byl přidán kuřecí hydrolyzát. Omáčka s 1,0 % koncentrací kuřecího hydrolyzátu byla méně tvrdá, než omáčka s 0,5 % přidáním stejného hydrolyzátu. Z údajů je ale patrné, že kontrolní vzorek, bez přidání hydrokoloidu, byl nejtvrděší (0,6 N). Vlivem přidání želatiny a hydrolyzátu byla tvrdost snížena.

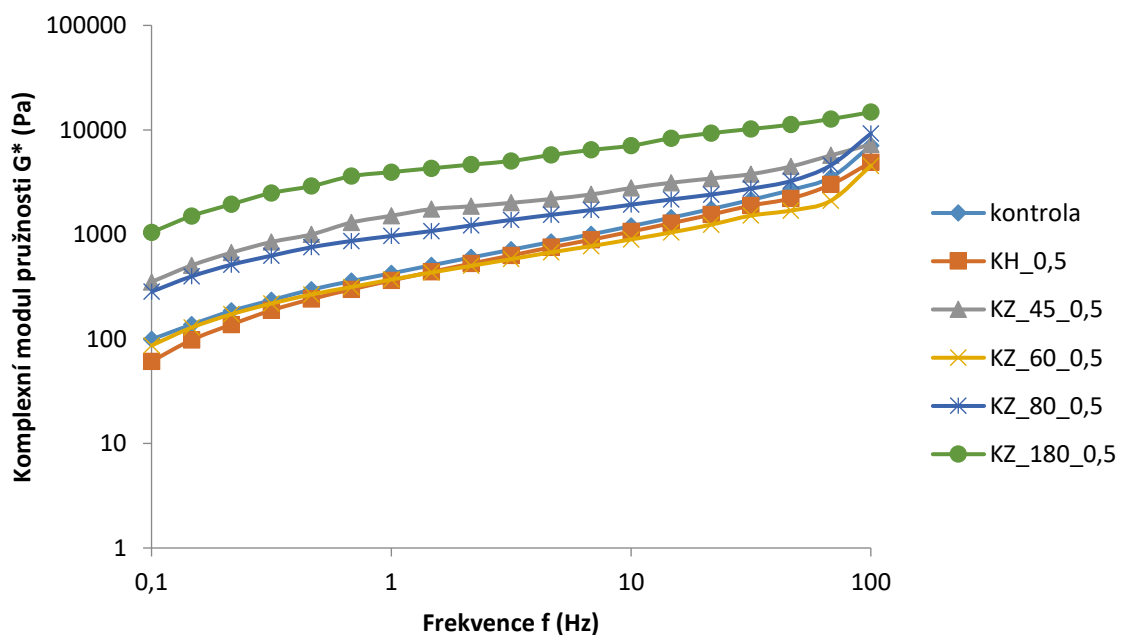
Tabulka 9: Výsledky texturní profilové analýzy modelových vzorků

Vzorek	Lepivost (N)	Elasticita (s)	Kohezivnost	Žvýkatelnost (N)	Gumovitost
KZ_C	0,2384	13,6017	0,5023	4,1502	0,3058
KZ_KH_0,5	0,2505	13,7400	0,5383	4,1670	0,3038
KZ_KH_1	0,2108	14,4917	0,5546	3,5351	0,2442
KZ_45_0,5	0,2108	14,0717	0,5305	3,7347	0,2663
KZ_45_1	0,1912	14,1000	0,5257	3,8118	0,2703
KZ_60_0,5	0,1217	14,7933	0,5341	2,7810	0,1877
KZ_60_1	0,1605	14,6900	0,5324	3,3228	0,2266
KZ_80_0,5	0,1381	14,2550	0,5445	2,7766	0,1943
KZ_80_1	0,1434	14,5833	0,5161	3,2480	0,2230
KZ_180_0,5	0,1529	14,1333	0,5440	2,9017	0,2050
KZ_180_1	0,1511	14,2550	0,5364	3,1010	0,2173

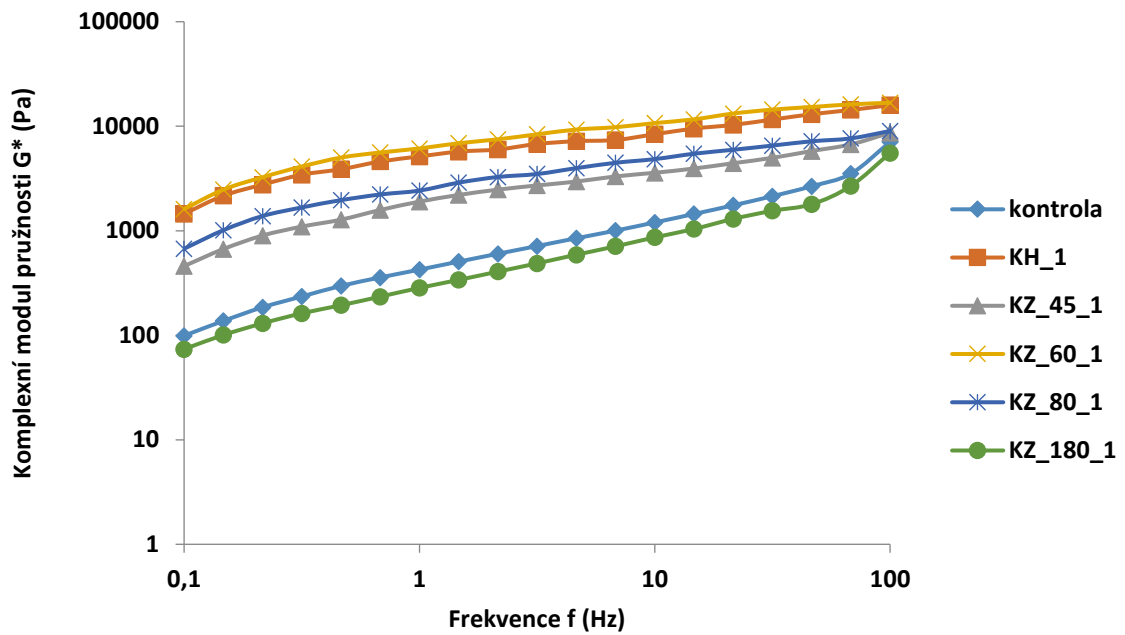
Pozorované vlastnosti omáček na texturometru a jejich výsledky shrnuje tabulka 9. Největší lepidivost měl vzorek označen jako KZ_KH_0,5. Jednalo se o tavenou sýrovou omáčku s 0,5 % (w/w) kuřecího hydrolyzátu. Při zvýšení koncentrace hydrolyzátu na 1 % se lepidivost snížila o 0,04 N. U všech vzorků, kromě směsi želatin 180 Bloom, lepidivost s rostoucí koncentrací želatiny klesala. Opačná tendence byla prokázána u porovnání elasticity. Vzorky s vyšším přídatkem želatiny a s želatinou o větší síle vykazovaly vyšší elasticitu než vzorky s nižší hodnotou Bloom. Kontrolní vzorek KZ_C (bez přídatku želatiny nebo hydrolyzátu), má srovnatelné hodnoty všech analyzovaných vlastností se vzorkem, ke kterému bylo přidáno 0,5 % kuřecího hydrolyzátu. Oba zmíněné vzorky byly označeny za nejvíce žvýkatelné a gumovité.

6.4 Vyhodnocení dynamické oscilační reometrie

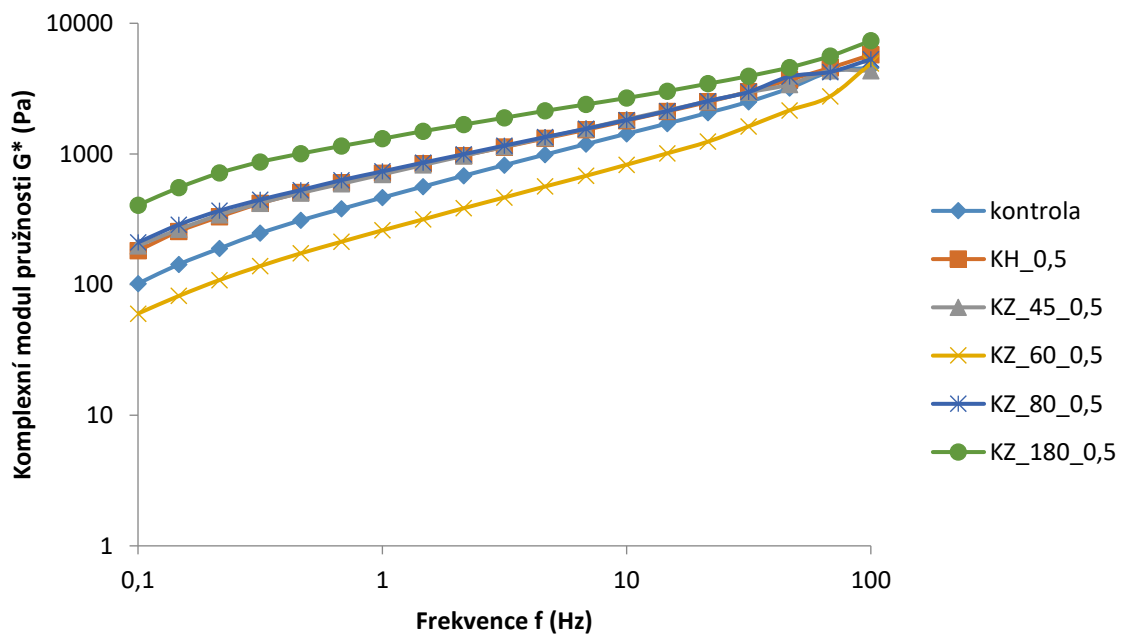
Metodou dynamické oscilační reometrie byly hodnoceny viskoelastické vlastnosti všech modelových vzorků s přídatkem hydrokoloidu a kontrolního vzorku bez přídatku hydrokoloidu. Měření probíhalo 1., 14. a 28. den od výroby při frekvenci 0,1-100 Hz. Výsledky měření jsou zobrazeny v následujících grafech (Obr. 12-17) závislosti komplexního modulu pružnosti G^* na frekvenci.



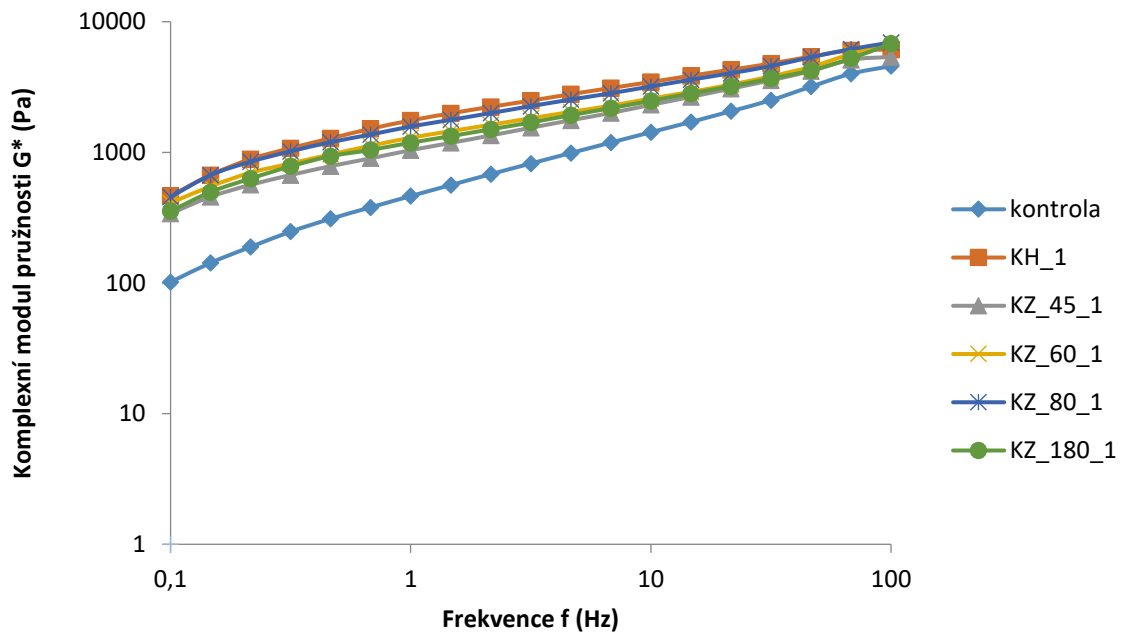
Obr. 12 Závislost komplexního modulu pružnosti na frekvenci pro modelové vzorky s přídatkem 0,5 % (w/w) hydrokoloidu 1. den od výroby



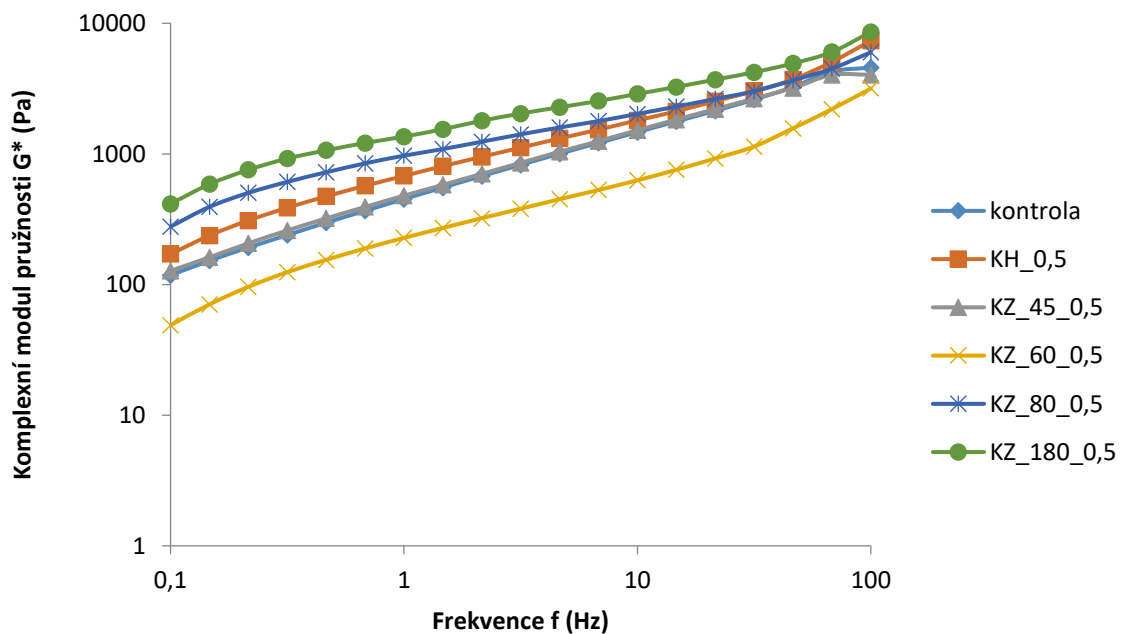
Obr. 13 Závislost komplexního modulu pružnosti na frekvenci pro modelové vzorky s přidavkem 1 % (w/w) hydrokoloidu 1. den od výroby



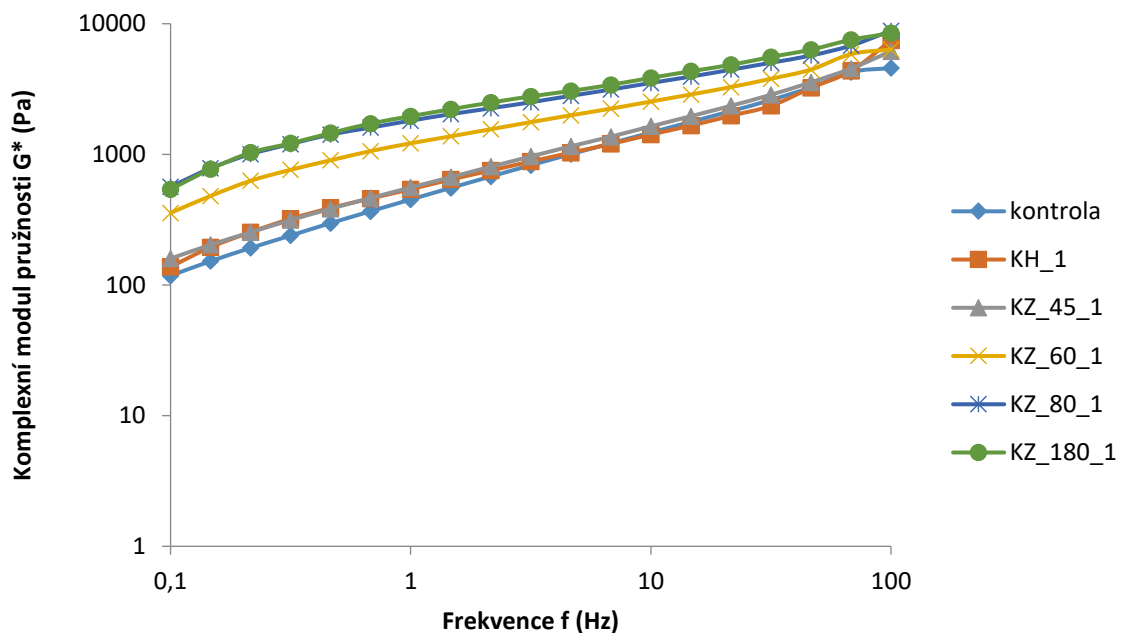
Obr. 14 Závislost komplexního modulu pružnosti na frekvenci pro modelové vzorky s přidavkem 0,5 % (w/w) hydrokoloidu 14. den od výroby



Obr. 15 Závislost komplexního modulu pružnosti na frekvenci pro modelové vzorky s přidavkem 1 % (w/w) hydrokoloidu 14. den od výroby



Obr. 16 Závislost komplexního modulu pružnosti na frekvenci pro modelové vzorky s přidavkem 0,5 % (w/w) hydrokoloidu 28. den od výroby

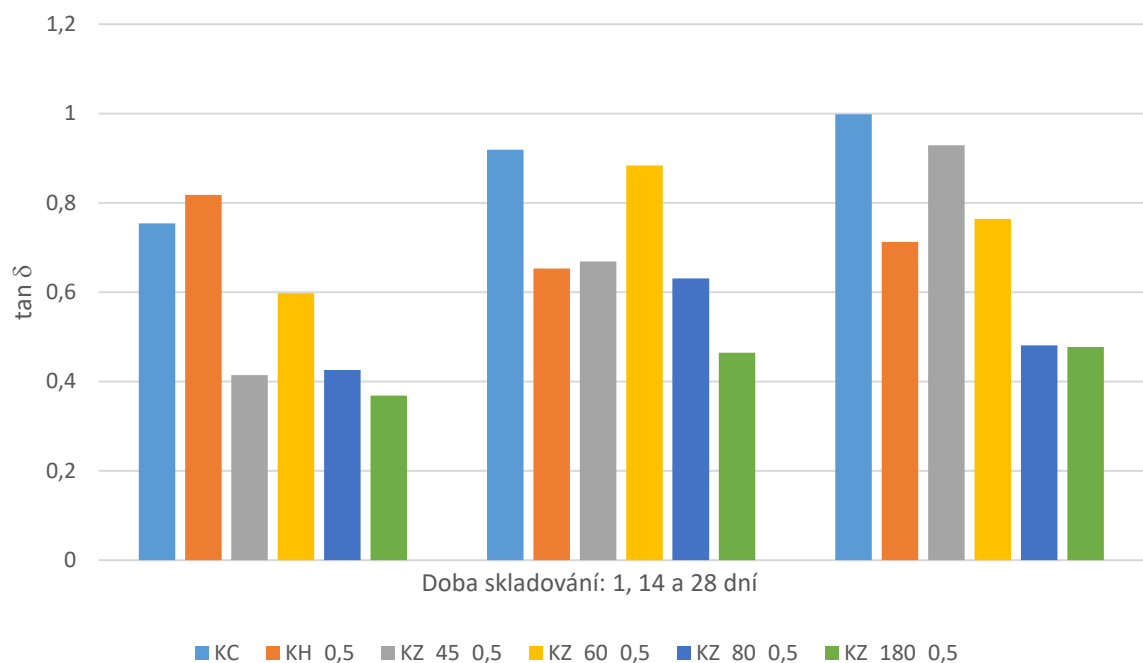


Obr. 17 Závislost komplexního modulu pružnosti na frekvenci pro modelové vzorky s přidavkem 1 % (w/w) hydrokoloidu 28. den od výroby

Měřením bylo zjištěno, že všechny tavené sýrové omáčky s přidavkem želatiny vykazovaly elastický charakter. Hodnota $\tan \delta$ byla v získaných měřeních vždy menší jak 1. Dle publikace Perrechil a Cunha (2010) modelové vzorky vykazovaly charakter gelu, jelikož ve všech případech byla hodnota elastického modulu pružnosti G' větší než hodnota ztrátového modulu pružnosti G'' . Z naměřených hodnot komplexního modulu pružnosti G^* je vidět, že hodnoty Bloom přidané želatiny nekorelovaly s pevností vzorku. Viskozita v průběhu skladování vzorků vykazovala odlišné trendy podle typu přidaného hydrokoloidu. Jednou z příčin tohoto trendu mohl být fakt, že použité kuřecí želatiny nebyly vyrobeny ze stejných částí drůbeže. Sílu želatinového gelu mohly ovlivnit také extrakční podmínky, především doba samotné extrakce (Mhd Sarbon, Badii a Howell, 2013; Gál et al., 2020).

U většiny modelových vzorků byl pozorován klesající trend komplexního modulu pružnosti G^* v průběhu skladování. Provedeným experimentem bylo zjištěno, že vyšší přidavek želatiny do výrobku měl vliv na výsledek komplexního modulu pružnosti G^* , ale ne ve všech případech byla tendence rostoucí. Největší výkyvy byly pozorovány u sýrových omáček označených jako KZ_180_0,5 a KZ_180_1. Jednalo se o výrobky, do kterých byla přidána směs kuřecích želatin o síle 180 Bloom. Tato želatina byla vyrobená z různých částí drůbeže,

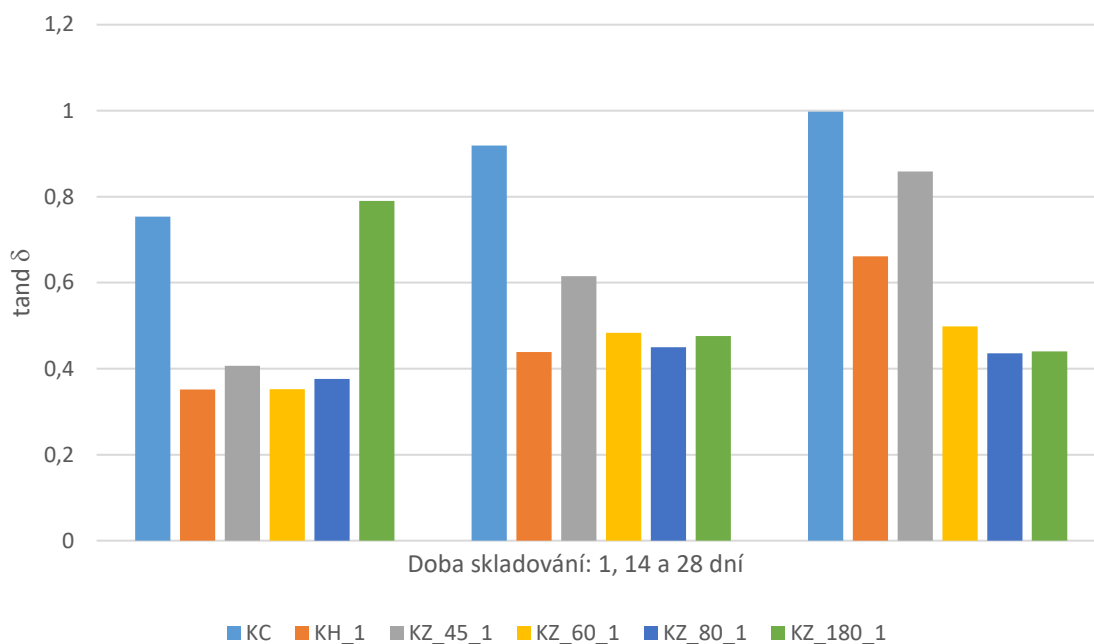
především z běháků a hlav. Tavené sýrové omáčky označeny jako KZ_80_0,5 a KZ_80_1 měly dle výsledků nejstabilnější hodnoty a byly nejužší. Výrazný pokles a ztráta tuhosti v průběhu skladování byla pozorována u vzorků s přidavkem 0,5 % (w/w) a 0,1 % (w/w) 60 Bloom kuřecí želatiny. Stejný klesající trend vykazovaly také sýrové omáčky s přidavkem 45 Bloom želatiny, u kterých neměla výrazný vliv koncentrace přidaného hydrokoloidu. U vzorků s 0,5 % (w/w) 45 Bloom želatiny byly naměřeny velmi podobné hodnoty elastického a ztrátového modulu pružnosti. Tato kuřecí želatina pravděpodobně nebyla dostatečně silná, aby se její vlastnosti projevily v takto nízkých koncentracích.



Obr. 18 Vývoj $\tan \delta$ modelových vzorků tavených sýrových omáček v průběhu skladování pro frekvenci 1 Hz

Při porovnání hodnot tangens fázového posunu v průběhu skladování modelových vzorků při frekvenci 1 Hz lze vidět, že poměr elastického a ztrátového modulu u kontrolního vzorku rostl. Stejný rostoucí trend v porovnání s kontrolním vzorkem bez přidavku hydrokoloidu vykazovala tavená sýrová omáčka s kuřecí želatinou 45 Bloom v koncentraci 0,5 % (w/w). U vzorků označených jako KZ_60_0,5 a KZ_80_0,5 poměr elastického a ztrátového modulu během prvních dvou týdnů rostl, pak ale začal klesat. Přidaná směs kuřecích želatín 180 Bloom ve vzorcích také zapříčinila nejprve růst hodnoty $\tan \delta$ po 14. dnech skladování,

v dalších dnech ale nebyl zaznamenán pokles, jako u předchozích zmíněných vzorků KZ_60_0,5 a KZ_80_0,5. Tangens úhlu fázového posunu zůstal konstantní.



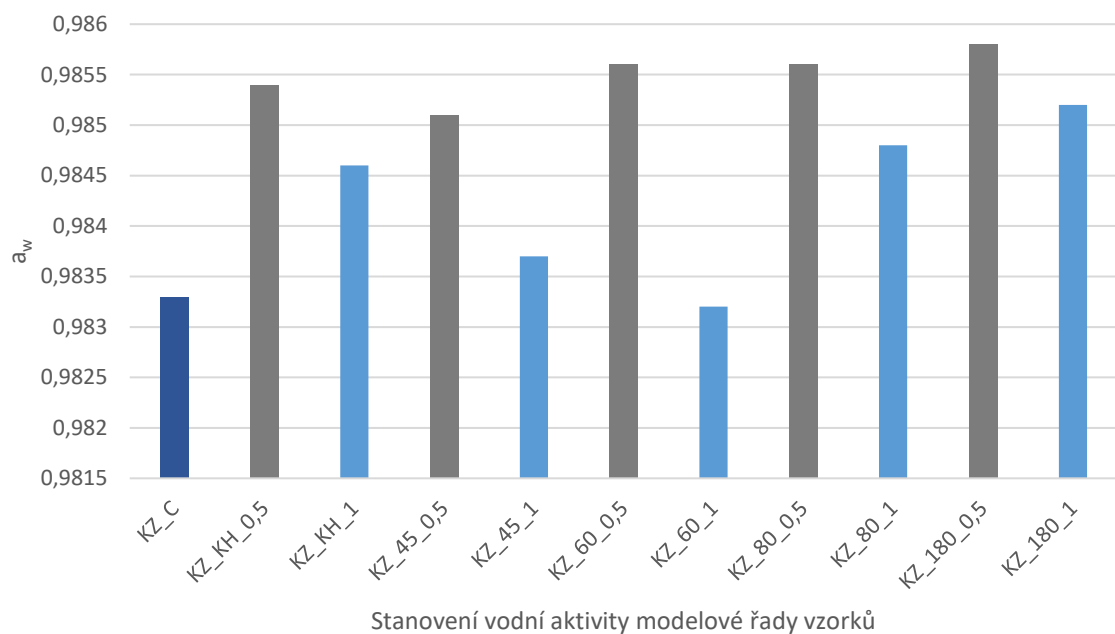
Obr. 19 Vývoj $\tan \delta$ modelových vzorků tavených sýrových omáček v průběhu skladování pro frekvenci 1 Hz

Na obr. 19 lze vidět porovnání tangens úhlu fázového posunu pro vzorky s přidavkem hydrokoloidu v koncentraci 1 % (w/w). V průběhu skladování nedocházelo k tak velkým nárůstům a poklesům poměrů elastického a ztrátového modulu. Hodnoty byly více vyrovnány i co se týká odlišných Bloom želatin. Největší nárůst $\tan \delta$ byl zaznamenán u omáček s přidavkem 45 Bloom kuřecí želatiny a také u modelového vzorku s 1 % (w/w) přidavkem kuřecího hydrolyzátu. Výrazný klesající trend byl naopak pozorován u tavené omáčky KZ_180_1. U zbývajících vzorků a typů želatin se hodnota $\tan \delta$ pohybovala v rozmezí od 0,3 do 0,5.

6.5 Výsledky stanovení vodní aktivity

U modelových vzorků tavených sýrových omáček byla po 48 hodinách stanovena vodní aktivita. Sýrové omáčky a tavené sýry spadají do kategorie potravin s nízkým obsahem kyselin. pH těchto produktů je $>4,6$ a aktivita vody $>0,85$ (Glass a Doyle, 2013). Tyto

hodnoty se potvrdily i při našem experimentálním měření. Hodnota aktivity vody byla vždy vyšší než 0,98 a pohybovala se v rozmezí od 0,9832 do 0,9858. Z obrázku 20 vyplývá, že koncentrace přídatku hydrokoloidu výrazně aktivitu vody ovlivnila. Všechny modelové vzorky s koncentrací hydrokoloidu 1 % (w/w) vykazovaly nižší vodní aktivitu než vzorky se stejným typem želatiny, ale s její nižší koncentrací 0,5 % (w/w). Nejnížší vodní aktivita ($a_w=0,9832$) byla naměřena a_w -metrem u tavené sýrové omáčky s 1,0 % (w/w) přídatkem kuřecí želatiny o síle 60 Bloom. Nejvyšší vodní aktivitu ($a_w=0,9858$) měl vzorek označen jako KZ_180_0,5, který obsahoval směs želatin 180 Bloom.



Obr. 20 Vliv přídatku hydrokoloidu na vodní aktivitu tavené sýrové omáčky

K zabránění mikrobiální kontaminace produktu napomáhá také použití pyrofosfátů a polyfosfátů, které inhibují mnoho grampozitivních bakterií (Lucey, Maurer-Rothmann a Kaliappan, 2011). Ze studie Tanaka et al. (1986) vyplývá, že použití hydrogenfosforečnanu sodného a chloridu sodného s interakcí pH, vodní aktivity a kyselinou mléčnou, brání růstu *Clostridium botulinum* v plnotučných výrobcích.

ZÁVĚR

Diplomová práce se zabývala vlivem přídavku kuřecí želatiny na vybrané fyzikálně-chemické vlastnosti tavených sýrových omáček. Hydrokoloidy byly do modelových sýrových omáček přidány v koncentracích 0,5 % a 1,0 % w/w. Použité želatiny byly o síle 45, 60, 80 a 180 Bloom. Změna fyzikálně-chemických vlastností byla sledována v závislosti na době skladovatelnosti a zvyšující se koncentraci čtyř typů kuřecí želatiny a kuřecího hydrolyzátu. Z výsledků je patrné, že:

- U všech modelových vzorků (10 s přídavkem hydrokoloidu + 1 bez použití hydrokoloidu) byla pozorována tendence klesajícího pH o 0,2-0,3 v průběhu 2 týdnů skladování. Během dalších 14 dnů poté pH všech vzorků začalo opět stoupat.
- Při hodnocení stability vzorků se během odstředění po dobu 2x20 min při 6 000 ot./min nepodařilo získat žádný supernatant. Vyrobené modelové vzorky byly stabilní a stabilitu neovlivnil ani odlišný přídavek hydrokoloidu.
- Tvrdost tavených sýrových omáček se se zvyšující koncentrací přídavku hydrokoloidu zvyšovala o 0,1 N. Nejtvrdší byly vzorky bez přídavku hydrokoloidu, kdy hodnoty přesahovaly 0,6 N.
- Nejvyšší lepivost vykazoval vzorek označen jako KZ_KH_0,5. Jednalo se o tavenou sýrovou omáčku s 0,5 % (w/w) přídavkem kuřecího hydrolyzátu. Obecně u všech modelových vzorků lepivost se zvyšující se koncentrací hydrokoloidu klesala.
- Modelové vzorky tavených sýrových omáček s vyšší koncentrací přídavku hydrokoloidu a s vyššími hodnotami Bloom dosahovaly vyšší elasticity.
- Z naměřených hodnot lze považovat výrobky KZ_C (kontrolní vzorek bez přídavku hydrokoloidu) a KZ_45_0,5 (omáčka s přídavkem 45 Bloom želatiny o koncentraci 0,5 % (w/w)) jako nejvíce žvýkatelné a gumovité.
- Všechny modelové vzorky omáček vykazovaly viskoelastický charakter.
- Hodnoty Bloom přidané želatiny do vyrobených vzorků nekorelovaly s jejich pevností. Viskozita v průběhu skladování vzorků vykazovala odlišné trendy podle typu přidaného hydrokoloidu.
- U modelových vzorků s 1 % (w/w) přídavkem hydrokoloidu v průběhu skladování nedocházelo k tak velkým nárůstům a poklesům poměrů elastického a ztrátového

modulu jako v případě 0,5 % (w/w) přídavku. Hodnoty byly více vyrovnány i co se týká odlišných Bloom želatin.

- Sýrové omáčky a tavené sýry spadají do kategorie potravin s nízkým obsahem kyselin. Koncentrace přídavku hydrokoloidu výrazně ovlivňovala aktivitu vody. Všechny modelové vzorky s koncentrací hydrokoloidu 1 % (w/w) vykazovaly nižší vodní aktivitu než vzorky se stejným typem želatin, ale s její nižší koncentrací 0,5 % (w/w).

Zmíněné výsledky práce mohly být ovlivněny faktem, že použité kuřecí želatinu v modelových vzorcích nebyly vyrobeny ze stejných částí drůbeže. Následkem toho mohou být pozorovány jisté odchylky v síle želatinového gelu, který je také závislý na extrakčních podmínkách a době extrakce.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

ABDALBASIT, Adam Mariod a Fadol Adam HADIA, 2013. REVIEW: GELATIN, SOURCE, EXTRACTION AND INDUSTRIAL APPLICATIONS.. *Acta Sci. Pol., Technol. Aliment.* [online]. **12**(2), 135-147 [cit. 2021-02-22]. Dostupné z: https://www.food.actapol.net/pub/1_2_2013.pdf

ABEDINIA, Ahmadreza et al., 2020. Poultry gelatin: Characteristics, developments, challenges, and future outlooks as a sustainable alternative for mammalian gelatin. *Trends in Food Science & Technology* [online]. **104**, 14-26 [cit. 2021-02-28]. ISSN 09242244. Dostupné z: doi:10.1016/j.tifs.2020.08.001

AHMAD, Mehraj a Soottawat BENJAKUL, 2011. Characteristics of gelatin from the skin of unicorn leatherjacket (*Aluterus monoceros*) as influenced by acid pretreatment and extraction time. *Food Hydrocolloids* [online]. **25**(3), 381-388 [cit. 2021-03-05]. ISSN 0268005X. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodhyd.2010.07.004

AHMED, Mohammed Asif, Hassan A. AL-KAHTANI, Irwandi JASWIR, Hamza ABUTARBOUSH a Elsayed A. ISMAIL. Extraction and characterization of gelatin from camel skin (potential halal gelatin) and production of gelatin nanoparticles. *Saudi Journal of Biological Sciences* [online]. 2020, **27**(6), 1596-1601 [cit. 2021-02-21]. ISSN 1319562X. Dostupné z: doi:10.1016/j.sjbs.2020.03.022

AL-KAHTANI, Hassan A. et al., 2017. Structural characteristics of camel-bone gelatin by demineralization and extraction. *International Journal of Food Properties* [online]. **20**(11), 2559-2568 [cit. 2021-02-22]. ISSN 1094-2912. Dostupné z: doi:10.1080/10942912.2016.1244543

ALMEIDA, Poliana Fernandes a Suzana Caetano da Silva LANNES, 2013. Extraction and Physicochemical Characterization of Gelatin from Chicken By-Product. *Journal of Food Process Engineering* [online]. **36**(6), 824-833 [cit. 2021-02-22]. ISSN 01458876. Dostupné z: doi:10.1111/jfpe.12051

ALMEIDA, Poliana Fernandes a Suzana Caetano da Silva LANNES, 2017. Effects of chicken by-product gelatin on the physicochemical properties and texture of chocolate spread. *Journal of Texture Studies* [online]. **48**(5), 392-402 [cit. 2021-04-05]. ISSN 00224901. Dostupné z: doi:10.1111/jtxs.12242

ČEPIČKA, Jaroslav, 1995. *Obecná potravinářská technologie*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická. ISBN 80-7080-239-1

D'SOUZA, Zaneta et al., 2020. Collagen – structure, function and distribution in orodental tissues. *Journal of Global Oral Health* [online]. **2**, 134-139 [cit. 2021-04-05]. ISSN 2643-4709. Dostupné z: doi:10.25259/JGOH_4_2020

DICKINSON, Eric, 2003. Hydrocolloids at interfaces and the influence on the properties of dispersed systems. *Food Hydrocolloids* [online]. **17**(1), 25-39 [cit. 2021-04-11]. ISSN 0268005X. Dostupné z: doi:10.1016/S0268-005X(01)00120-5

DJAGNY, Kodjo Boady, Zhang WANG a Shiyong XU, 2001. Gelatin: A Valuable Protein for Food and Pharmaceutical Industries. *Critical Reviews in Food Science -and Nutrition* [online]. **41**(6), 481-492 [cit. 2021-02-27]. ISSN 1040-8398. Dostupné z: doi:10.1080/20014091091904

DU, Jie et al., 2021. Preparation of high thermal stability gelatin emulsion and its application in 3D printing. *Food Hydrocolloids* [online]. **113** [cit. 2021-03-11]. ISSN 0268005X. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodhyd.2020.106536

DU, L. et al., 2013. Physicochemical and functional properties of gelatins extracted from turkey and chicken heads. *Poultry Science* [online]. **92**(9), 2463-2474 [cit. 2021-03-05]. ISSN 00325791. Dostupné z: doi:10.3382/ps.2013-03161

DU, L. et al., 2014. Preparation and characterization of gelatin from collagen biomass obtained through a pH-shifting process of mechanically separated turkey meat. *Poultry Science* [online]. **93**(4), 989-1000 [cit. 2021-02-28]. ISSN 00325791. Dostupné z: doi:10.3382/ps.2013-03609

ELBLBESY, Mohamed A., Taha A. HANAFY a Bothaina A. KANDIL, 2020. Effect of gelatin concentration on the characterizations and hemocompatibility of polyvinyl alcohol–gelatin hydrogel. *Bio-Medical Materials and Engineering* [online]. **31**(4), 225-234 [cit. 2021-04-11]. ISSN 09592989. Dostupné z: doi:10.3233/BME-201096

FERREIRA, Ana Marina et al., 2012. Collagen for bone tissue regeneration. *Acta Biomaterialia* [online]. **8**(9), 3191-3200 [cit. 2021-02-25]. ISSN 17427061. Dostupné z: doi:10.1016/j.actbio.2012.06.014

FOX, Patrick et al., 2004. *Cheese: chemistry, physics and microbiology*. 3rd ed. Editor Patrick F. FOX. Amsterdam: Elsevier. ISBN 0-1226-3653-8

FOX, Patrick F. et al., 2017. *Fundamentals of Cheese Science* [online]. 2. Boston, MA: Springer US [cit. 2021-03-06]. ISBN 978-1-4899-7679-6. Dostupné z: doi:10.1007/978-1-4899-7681-9

FRATZL, Peter, 2003. Cellulose and collagen: from fibres to tissues. *Current Opinion in Colloid & Interface Science* [online]. **8**(1), 32-39 [cit. 2021-02-25]. ISSN 13590294. Dostupné z: doi:10.1016/S1359-0294(03)00011-6

GAJDŮŠEK, Stanislav, 1998. *Mlékařství II*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. ISBN 80-7157-342-6

GÁL, Robert et al., 2020. Biotechnological Processing of Laying Hen Paw Collagen into Gelatins. *Processes* [online]. **8**(11), 1-15 [cit. 2021-04-14]. ISSN 2227-9717. Dostupné z: doi:10.3390/pr8111415

GÁL, Robert et al., 2020. Chicken Heads as a Promising By-Product for Preparation of Food Gelatins. *Molecules* [online]. **25**(3), 1-12 [cit. 2021-04-14]. ISSN 1420-3049. Dostupné z: doi:10.3390/molecules25030494

GLASS, Kathleen a M. Ellin DOYLE, 2013. Safety of Processed Cheese: A Review of the Scientific Literature. *FRI BRIEFINGS* [online]. Wisconsin: Food Research Institute, University of Wisconsin–Madison, 1-9 [cit. 2021-04-09]. Dostupné z: https://fri.wisc.edu/files/Briefs_File/ProcCheese_May2005_v2.pdf

GÓMEZ-GUILLÉN, M.C et al., 2002. Structural and physical properties of gelatin extracted from different marine species: a comparative study. *Food Hydrocolloids* [online]. **16**(1), 25-34 [cit. 2021-02-27]. ISSN 0268005X. Dostupné z: doi:10.1016/S0268-005X(01)00035-2

GOUDA, A. a A. ABOU EL-NOUR, 2003. CHEESES | Processed Cheese. *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition* [online]. Egypt: Elsevier, s. 1108-1115 [cit. 2021-03-27]. ISBN 9780122270550. Dostupné z: doi:10.1016/B0-12-227055-X/00204-2

GUINEE, TIMOTHY P., NIAMH B. O'BRIEN a DONAL F. RAWLE, 1994. The viscosity of cheese sauces with different starch systems and cheese powders. *International Journal of Dairy Technology* [online]. **47**(4), 132-138 [cit. 2021-03-06]. ISSN 1364-727X. Dostupné z: doi:10.1111/j.1471-0307.1994.tb01535.x

HA, Ho-Kyung et al., 2013. Classification and Functional Properties of Processed Cheese. *Journal of Agriculture & Life Science* [online]. **47**(6), 219-225 [cit. 2021-03-07]. ISSN 15985504. Dostupné z: doi:10.14397/jals.2013.47.6.219

HANANI, Z.A. Nur, 2016. Gelatin. *Encyclopedia of Food and Health* [online]. Malaysia: Elsevier, s. 191-195 [cit. 2021-02-28]. ISBN 9780123849533. Dostupné z: doi:10.1016/B978-0-12-384947-2.00347-0

HAUG, I. J. a K.I. DRAGET, PHILLIPS, G. O. a P.A. WILLIAMS, ed., 2009. *Handbook of hydrocolloids: Second edition* [online]. Norwegian University of Science and Technology: Woodhead Publishing Limited, 163-184 [cit. 2021-04-11]. ISBN 978-1-84569-587-3. Dostupné z: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01454417/document>

HORNE, David S., 2020. Casein micelle structure and stability. *Milk Proteins* [online]. University of Wisconsin—Madison, United States: Elsevier, s. 213-250 [cit. 2021-03-21]. ISBN 9780128152515. Dostupné z: doi:10.1016/B978-0-12-815251-5.00006-2

HUANG, Tao et al., 2021. Characteristics of fish gelatin-anionic polysaccharide complexes and their applications in yoghurt: Rheology and tribology. *Food Chemistry* [online]. **343** [cit. 2021-03-11]. ISSN 03088146. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodchem.2020.128413

CHEN, L. a H. LIU, 2012. Effect of emulsifying salts on the physicochemical properties of processed cheese made from Mozzarella. *Journal of Dairy Science* [online]. **95**(9), 4823-4830 [cit. 2021-03-07]. ISSN 00220302. Dostupné z: doi:10.3168/jds.2012-5480

JANŠTOVÁ, Bohumíra a Pavlína NAVRÁTILOVÁ, 2014. *Produkce mléka a technologie mléčných výrobků*. Brno: VFU Brno. ISBN 978-80-7305-712-1

JENSEN, Line, 2021. GME: Gelatine Manufacturers of Europe. *GME* [online]. Belgium: GME - Gelatine Manufacturers of Europe [cit. 2021-04-02]. Dostupné z: <https://www.gelatine.org/en/gelatine/manufacturing.html?redirect=1>

JOHNSON, M.E. a J.A. LUCEY, 2006. Major Technological Advances and Trends in Cheese. *Journal of Dairy Science* [online]. **89**(4), 1174-1178 [cit. 2021-03-14]. ISSN 00220302. Dostupné z: doi:10.3168/jds.S0022-0302(06)72186-5

JOLY-DUHAMEL, Christine, Dominique HELLIO a Madeleine DJABOUROV, 2002. All Gelatin Networks: 1. Biodiversity and Physical Chemistry. *Langmuir* [online]. **18**(19), 7208-7217 [cit. 2021-04-11]. ISSN 0743-7463. Dostupné z: doi:10.1021/la020189n

KADLEC, Pavel, Karel MELZOCH a Michal VOLDŘICH. *Přehled tradičních potravinářských výrob: technologie potravin*. Ostrava: Key Publishing, 2012. Monografie (Key Publishing). ISBN 978-80-7418-145-0

KADLER, Karl E. et al., 1996. Collagen fibril formation. *Biochemical Journal* [online]. **316**(1), 1-11 [cit. 2021-02-25]. ISSN 0264-6021. Dostupné z: doi:10.1042/bj3160001

KALYANKAR, S.D. et al., 2016. Milk Powder. *Encyclopedia of Food and Health* [online]. India: Elsevier, s. 724-728 [cit. 2021-03-06]. ISBN 9780123849533. Dostupné z: doi:10.1016/B978-0-12-384947-2.00465-7

KAPOOR, Rohit a Lloyd E. METZGER, 2008. Process Cheese: Scientific and Technological Aspects—A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* [online]. **7**(2), 194-214 [cit. 2021-03-07]. ISSN 1541-4337. Dostupné z: doi:10.1111/j.1541-4337.2008.00040.x

KARIM, A.A. a Rajeev BHAT, 2008. Gelatin alternatives for the food industry: recent developments, challenges and prospects. *Trends in Food Science & Technology* [online]. **19**(12), 644-656 [cit. 2021-02-27]. ISSN 09242244. Dostupné z: doi:10.1016/j.tifs.2008.08.001

KHAIRE, Rajeshree A. a Parag R. GOGATE, 2019. Whey Proteins. *Proteins: Sustainable Source, Processing and Applications* [online]. Mumbai, India: Elsevier, s. 193-223 [cit. 2021-03-21]. ISBN 9780128166956. Dostupné z: doi:10.1016/B978-0-12-816695-6.00007-6

KODET, Josef, 1993. Plnící, zahuš'ovací, gelotvorné a stabilizační látky pro potraviny: (Potravinářské hydrokoloidy.). Praha: Středisko potravinářských informací. ISBN 80-85120-32-1

KODÍČEK, Milan, Olga VALENTOVÁ a Radovan HYNEK, 2015. *Biochemie: chemický pohled na biologický svět*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze. ISBN 978-80-7080-927-3

LANGROCK, Tobias a Ralf HOFFMANN, 2019. Analysis of Hydroxyproline in Collagen Hydrolysates. ALTERMAN, Michail A., ed. *Amino Acid Analysis* [online]. 2. New York, NY: Springer New York, s. 47-56 [cit. 2021-02-25]. Methods in Molecular Biology. ISBN 978-1-4939-9638-4. Dostupné z: doi:10.1007/978-1-4939-9639-1_5

LEE, Siew Kim, Henning KLOSTERMEYER a Skelte G. ANEMA, 2015. Effect of fat and protein-in-water concentrations on the properties of model processed cheese. *International*

Dairy Journal [online]. **50**, 15-23 [cit. 2021-03-27]. ISSN 09586946. Dostupné z: doi:10.1016/j.idairyj.2015.06.001

LUCEY, J. A., A. MAURER-ROTHMANN a S. KALIAPPAN, 2011. Functionality of Ingredients: Emulsifying Salts. TAMIME, A. Y., ed. *Processed Cheese and Analogues* [online]. Oxford, UK: Wiley-Blackwell, s. 110-132 [cit. 2021-04-09]. ISBN 9781444341850. Dostupné z: doi:10.1002/9781444341850.ch4

MAESTRO, Alicia et al., 2020. Rheology of water-in-water emulsions: Caseinate-pectin and caseinate-alginate systems. *Carbohydrate Polymers* [online]. **249**(13) [cit. 2021-03-21]. ISSN 01448617. Dostupné z: doi:10.1016/j.carbpol.2020.116799

MARCHESSEAU, S. et al., 1997. Influence of pH on Protein Interactions and Microstructure of Process Cheese. *Journal of Dairy Science* [online]. **80**(8), 1483-1489 [cit. 2021-03-07]. ISSN 00220302. Dostupné z: doi:10.3168/jds.S0022-0302(97)76076-4

MCSWEENEY, P.L.H., G. OTTOGALLI a P.F. FOX, 2004. Diversity of cheese varieties: An overview. *Major Cheese Groups* [online]. 3. Ireland: Elsevier, s. 1-23 [cit. 2021-03-06]. Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology. ISBN 9780122636530. Dostupné z: doi:10.1016/S1874-558X(04)80037-X

MHD SARBON, Norizah, Farah BADI a Nazlin K. HOWELL, 2013. Preparation and characterisation of chicken skin gelatin as an alternative to mammalian gelatin. *Food Hydrocolloids* [online]. **30**(1), 143-151 [cit. 2021-03-02]. ISSN 0268005X. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodhyd.2012.05.009

MILANI, Jafar a Gisoo MALEKI, 2012. Hydrocolloids in Food Industry. VALDEZ, Benjamin, ed. *Food Industrial Processes - Methods and Equipment* [online]. Iran: InTech, s. 1-23 [cit. 2021-04-11]. ISBN 978-953-307-905-9. Dostupné z: doi:10.5772/32358

MIRZAPOUR-KOUHDASHT, Armin et al., 2020. Optimization of gelatin production from Barred mackerel by-products: Characterization and hydrolysis using native and commercial proteases. *Food Hydrocolloids* [online]. **108** [cit. 2021-03-11]. ISSN 0268005X. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodhyd.2020.105970

MOKREJŠ, Pavel et al., 2017. Chicken Paws By-products as an Alternative Source of Proteins. *Oriental Journal of Chemistry* [online]. **33**(5), 2209-2216 [cit. 2021-04-14]. ISSN 0970020X. Dostupné z: doi:10.13005/ojc/330508

MOKREJŠ, Pavel et al., 2019. Biotechnological Preparation of Gelatines from Chicken Feet. *Polymers* [online]. **11**(6), 1-14 [cit. 2021-04-14]. ISSN 2073-4360. Dostupné z: doi:10.3390/polym11061060

MOKREJŠ, Pavel et al., 2021. Valorization of a By-Product from the Production of Mechanically Deboned Chicken Meat for Preparation of Gelatins. *Molecules* [online]. **26**(2), 1-15 [cit. 2021-04-14]. ISSN 1420-3049. Dostupné z: doi:10.3390/molecules26020349

MORTENSEN, G, 2004. Light-induced changes in packaged cheeses—a review. *International Dairy Journal* [online]. **14**(2), 85-102 [cit. 2021-03-06]. ISSN 09586946. Dostupné z: doi:10.1016/S0958-6946(03)00169-9

NICOLAI, Taco a Christophe CHASSENIEUX, 2021. Heat-induced gelation of casein micelles. *Food Hydrocolloids* [online]. [cit. 2021-03-20]. ISSN 0268005X. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodhyd.2021.106755

NIKZADE, V., M. Mazaheri TEHRANI a M. SAADATMAND-TARZJAN, 2012. Optimization of low-cholesterol–low-fat mayonnaise formulation: Effect of using soy milk and some stabilizer by a mixture design approach. *Food Hydrocolloids* [online]. **28**(2), 344-352 [cit. 2021-04-08]. ISSN 0268005X. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodhyd.2011.12.023

NISHINARI, Katsuyoshi et al., 2013. Parameters of Texture Profile Analysis. *Food Science and Technology Research* [online]. **19**(3), 519-521 [cit. 2021-5-1]. ISSN 1344-6606. Dostupné z: doi:10.3136/fstr.19.519

PAVLOU, Alexandros et al., 2020. Winery By-product Hydrocolloids as Texture Modifiers in Yogurt Formulations. *Journal of Culinary Science & Technology* [online]. Greece, 1-20 [cit. 2021-04-11]. ISSN 1542-8052. Dostupné z: doi:10.1080/15428052.2020.1768996

PERRECHIL, F.A. a R.L. CUNHA, 2010. Oil-in-water emulsions stabilized by sodium caseinate: Influence of pH, high-pressure homogenization and locust bean gum addition. *Journal of Food Engineering* [online]. **97**(4), 441-448 [cit. 2021-4-25]. ISSN 02608774. Dostupné z: doi:10.1016/j.jfoodeng.2009.10.041

POPPE, J., 1992. Gelatin. IMESON, Alan, ed. *Thickening and Gelling Agents for Food* [online]. Boston, MA: Springer US, s. 98-123 [cit. 2021-02-24]. ISBN 978-1-4613-6577-8. Dostupné z: doi:10.1007/978-1-4615-3552-2_5

Produkty s chutí: Sýrová omáčka na zapékání, 2021. In: *Vitana* [online]. Byšice: Orkla Foods Česko a Slovensko [cit. 2021-03-21]. Dostupné z: <https://vitana.cz/produkty/omacky-a-jiska/zapekaci/syrova>

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. 2021-03-11]. ISSN 0022-1155. Dostupné z: doi:10.1007/s13197-010-0162-6

SAITO, M. a K. MARUMO, 2010. Collagen cross-links as a determinant of bone quality: a possible explanation for bone fragility in aging, osteoporosis, and diabetes mellitus. *Osteoporosis International* [online]. **21**(2), 195-214 [cit. 2021-02-25]. ISSN 0937-941X. Dostupné z: doi:10.1007/s00198-009-1066-z

SALEK, Richardos Nikolaos et al., 2019. Evaluation of various emulsifying salts addition on selected properties of processed cheese sauce with the use of mechanical vibration damping and rheological methods. *LWT* [online]. **107**, 178-184 [cit. 2021-03-06]. ISSN 00236438. Dostupné z: doi:10.1016/j.lwt.2019.03.022

Společnost pro výživu: Mýty o tavených sýrech, 2018. *Výživa a potraviny* [online]. Praha 2: Společnost pro výživu, **2018**(1) [cit. 2021-03-12]. Dostupné z: <https://www.vyzivaspol.cz/vyziva-a-potraviny-myty-a-realita/myty-o-tavenych-syrech/>

SZAFRAŇSKA, Jagoda O. a Bartosz G. SOŁOWIEJ, 2020. Cheese sauces: Characteristics of ingredients, manufacturing methods, microbiological and sensory aspects. *Journal of Food Process Engineering* [online]. **43**(4), 1-14 [cit. 2021-03-06]. ISSN 0145-8876. Dostupné z: doi:10.1111/jfpe.13364

SZCZESNIAK, Alina Surmacka, 2002. Texture is a sensory property. *Food Quality and Preference* [online]. **13**(4), 215-225 [cit. 2021-4-24]. ISSN 09503293. Dostupné z: doi:10.1016/S0950-3293(01)00039-8

ŠUSTOVÁ, Květoslava a Vladimír SÝKORA, 2013. *Mlékárenské technologie*. V Brně: Mendelova univerzita. ISBN 978-80-7375-704-5

TANAKA, N. et al., 1986. Evaluation of Factors Involved in Antibotulinal Properties of Pasteurized Process Cheese Spreads. *Journal of Food Protection* [online]. **49**(7), 526-531 [cit. 2021-04-09]. ISSN 0362-028X. Dostupné z: doi:10.4315/0362-028X-49.7.526

THOMAS, M. A. et al., 1980. EFFECT OF EMULSIFYING SALTS ON OBJECTIVE AND SUBJECTIVE PROPERTIES OF PROCESSED CHEESE. *Journal of Food Science* [online]. **45**(3), 458-459 [cit. 2021-03-07]. ISSN 0022-1147. Dostupné z: doi:10.1111/j.1365-2621.1980.tb04074.x

WISEMAN, Alan, Jan KÁŠ a Mojmír RYCHTERA, 1980. *Příručka enzymové technologie*. Praha: Nakladatelství technické literatury. DT 577.15, 615.355, 663.53

YADA, Rickey Yoshio, 2004. *Proteins in food processing*. Cambridge, Eng.: Woodhead Pub. ISBN 1855738376

ZADRAŽIL, Karel, 2002. *Mlékařství: (přednášky)*. Praha: ISV. Živočišná výroba (Česká zemědělská univerzita). ISBN 80-86642-15-1

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

AK	Aminokyselina
BSE	Bovinní spongiformní encefalopatie (lidově nemoc šílených krav)
CMC	Karboxy-methylcelulóza
EC	Eidamská cihla
G*	Komplexní modul pružnosti
G'	Elastický modul pružnosti
G''	Ztrátový modul pružnosti
Gly	Glycin
HACCP	Systém analýzy rizika a stanovení kritických kontrolních bodů (Hazard Analysis and Critical Control Points)
KH	Kuřecí hydrolyzát
KZ	Kuřecí želatina
MCC	Mikrokrystalická celulóza
Obr.	Obrázek
ot.	Otáčky
Tab.	Tabulka
tan δ	tangens úhlu fázového posunu
TPA	Texturní profilová analýza

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1 Výrobní proces tavených sýrů a omáček</i>	18
<i>Obr. 2 Sýrová omáčka Vitana</i>	21
<i>Obr. 3 Struktura kolagenu-trojité šroubovice</i>	23
<i>Obr. 4 Výrobní proces želatiny</i>	25
<i>Obr. 5 Objemy nejčastěji používaných hydrokoloidů v potravinářském průmyslu</i>	30
<i>Obr. 6 Schéma výroby kuřecí želatiny na UTB</i>	36
<i>Obr. 7 Opakované stlačení texturní profilové analýzy (TPA)</i>	40
<i>Obr. 8 pH kontrolního vzorku a kuřecího hydrolyzátu</i>	42
<i>Obr. 9 pH kuřecí želatiny 45 a 60 Bloom ve dvou koncentracích</i>	43
<i>Obr. 10 pH kuřecí želatiny 80 a směsi želatín 180 Bloom ve dvou koncentracích</i>	43
<i>Obr. 11 Hodnoty tvrdosti modelových vzorků texturní profilovou analýzou</i>	45
<i>Obr. 12 Závislost komplexního modulu pružnosti na frekvenci pro modelové vzorky s přísávkem 0,5 % (w/w) hydrokoloidu 1. den od výroby</i>	46
<i>Obr. 13 Závislost komplexního modulu pružnosti na frekvenci pro modelové vzorky s přísávkem 1,0 % (w/w) hydrokoloidu 1. den od výroby</i>	47
<i>Obr. 14 Závislost komplexního modulu pružnosti na frekvenci pro modelové vzorky s přísávkem 0,5 % (w/w) hydrokoloidu 14. den od výroby</i>	47
<i>Obr. 15 Závislost komplexního modulu pružnosti na frekvenci pro modelové vzorky s přísávkem 1,0 % (w/w) hydrokoloidu 14. den od výroby</i>	48
<i>Obr. 16 Závislost komplexního modulu pružnosti na frekvenci pro modelové vzorky s přísávkem 0,5 % (w/w) hydrokoloidu 28. den od výroby</i>	48
<i>Obr. 17 Závislost komplexního modulu pružnosti na frekvenci pro modelové vzorky s přísávkem 1,0 % (w/w) hydrokoloidu 28. den od výroby</i>	49
<i>Obr. 18 Vývoj $\tan \delta$ modelových vzorků tavených sýrových omáček v průběhu skladování pro frekvenci 1 Hz</i>	50
<i>Obr. 19 Vývoj $\tan \delta$ modelových vzorků tavených sýrových omáček v průběhu skladování pro frekvenci 1 Hz</i>	51
<i>Obr. 20 Vliv přísávků hydrokoloidu na vodní aktivitu tavené sýrové omáčky</i>	52

SEZNAM TABULEK

<i>Tabulka 1: Doporučený poměr přírodních sýrů pro výrobu tavených produktů.....</i>	<i>15</i>
<i>Tabulka 2: Příklady pH emulgačních solí.....</i>	<i>16</i>
<i>Tabulka 3: Hlavní frakce kaseinu.....</i>	<i>17</i>
<i>Tabulka 4: Bílkoviny mléčného séra.....</i>	<i>18</i>
<i>Tabulka 5: Porovnání zastoupení AK v kuřecí a hovězí želatině.....</i>	<i>28</i>
<i>Tabulka 6: Porovnání složení kuřecí a hovězí želatiny.....</i>	<i>29</i>
<i>Tabulka 7: Navažované množství surovin při výrobě modelových vzorků.....</i>	<i>37</i>
<i>Tabulka 8: Modelové vzorky-přídavek hydrokoloidu.....</i>	<i>38</i>
<i>Tabulka 9: Výsledky texturní profilové analýzy modelových vzorků.....</i>	<i>45</i>

