

Hydrokoloidy jako zrací obaly přírodních sýrů

Lenka Pernická

Bakalářská práce
2010



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav technologie a mikrobiologie potravin
akademický rok: 2009/2010

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Lenka PERNICKÁ
Osobní číslo: T07115
Studijní program: B 2901 Chemie a technologie potravin
Studijní obor: Chemie a technologie potravin
Téma práce: Hydrokoloidy jako zrací obaly přírodních sýrů

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

1. Problematika jedlých obalů.
2. Hydrokoloidy jako jejich možné použití jako obaly.
3. Technologický postup výroby sýru eidamského typu.

II. Praktická část

1. V praktické části realizujte experimenty v rámci kterých se pokuste aplikovat kappa a iota karagenan jako obal pro přírodní sýry eidamského typu.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

[1]MOKREJŠ, P., LANGMAIER, F. Aplikace přírodních polymerů. 1. vyd. Zlín : UTB, 2008. 90 s. ISBN 978-80-7318-674-6.

[2]IMESON, A.P. Carrageenan. In: Handbook of hydrocolloids. Cambridge and Boca Raton : Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC. 2000. P. 89-102.

[3]FOX, P.F., et al. Fundamental of cheese science. Aspen Publisher, Inc., 2000. ISBN 0-8342-1260-9.

[4]VELÍŠEK, J. Chemie potravin I. 1. vyd. Tábor : OSSIS, 1999. 352 s. ISBN 80-902391-3-7.

[5]YUGUCHI, Y., URAKAWA, H., KAJIWARA, K. Structural characteristic of carrageenan gels : various type of counter ions. Food Hydrocolloids, 2003. 17. 481-485.

Vedoucí bakalářské práce:

doc. Ing. František Buňka, Ph.D.

Ústav technologie a mikrobiologie potravin

Datum zadání bakalářské práce:

11. února 2010

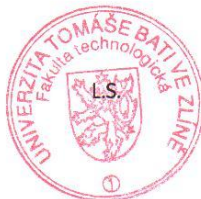
Termín odevzdání bakalářské práce:

31. května 2010

Ve Zlíně dne 15. dubna 2010



doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan



doc. Ing. Jan Hrabě, Ph.D.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby ¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně 26.5.2010

Barbora Gubec

¹⁾ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlázení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

²⁾ 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, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

³⁾ 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, § 60 Školní díla:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlédne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Práce byla zaměřená na možnosti využití karagenanů jako zracích obalů přírodních sýrů, které by mohly být konzumovatelné spolu se sýry. Úkolem bylo nalézt vhodný typ karagenanu, případnou nejnižší koncentraci přídavku vápenatých nebo draselných iontů za účelem zvýšení pevnosti vytvořeného povlaku. Dále byla hledána nejnižší teplota, kdy ještě nedocházelo k úplné přeměně roztoku v gel, aby ponoření sýrů bylo proveditelné. Při experimentu byl použit 1% (w/w) roztok ι-karagenanu, poté byl zkoušen i s přídavkem chloridu vápenatého v koncentraci 0,25 %, 0,5 %, 0,75 % a 1 % (w/w). Stejným způsobem byl zkoušen 1% (w/w) roztok κ-karagenanu, avšak místo chloridu vápenatého byl použit chlorid draselný. Na základě zjištěných výsledků z prvního a druhého experimentu byly zkombinovány vlastnosti jednotlivých karagenanů, kdy vytvořený povlak ι-karagenanu vykazoval vyšší přilnutí k povrchu sýru ve srovnání s κ-karagenanem, ale pevnost obalu nebyla optimální. Byla testována směs ι- a κ-karagenanu v poměru 1 : 1 poté 1 : 3, která byla optimalizována přídavkem chloridu draselného v koncentraci 0,3 % (w/w) z důvodu zvýšení pevnosti vytvořeného povlaku.

Lze konstatovat, že k dalšímu zkoušení je vhodná kombinace karagenanů v poměru 1 : 3 s přídavkem 0,3 % (w/w) chloridu draselného. Vytvořený gelový povlak vykazoval velmi dobré vlastnosti, které umožňovaly jejich snadnou manipulaci. Aby byla pokryta plocha celého sýru, musel být ponořen v roztoku po dobu 25 sekund při teplotě 50 °C.

Klíčová slova: karagenan, přírodní sýr, jedlé filmy a povlaky, tvorba gelu

ABSTRACT

The work was focused on the possibility of using of carrageenan as ripening of natural cheese packaging, which could be consumable with cheese. The aim was to find a suitable type of carrageenan and the lowest concentration of added calcium or potassium ions in order to increase the strength of the coating formed. The lowest possible temperature, at which the cheese should be dipped, was also studied. The solution of 1% (w/w) ι -carrageenan was then tested with the addition of calcium chloride at concentration 0.25%, 0.5%, 0.75% and 1% (w/w). In case of 1% (w/w) κ -carrageenan solution, we tested potassium chloride. Both of used carrageenans were combined in another part of thesis. Mixtures of ι - and κ -carrageenan were tested in ratios of 1 : 1 and 1 : 3. The addition of 0.3 % (w/w) potassium chloride was also studied in order to increase the strength of the coating formed. It could be recommended the ratio of ι - and κ -carrageenan 1 : 3 enriched using of 0.3 % (w/w) potassium chloride. The obtained gel showed very good properties, which allow easy manipulation. It could be recommended the temperature 50 °C for pperiod 25 s for dipping of cheese in solution.

Keywords: carrageenan, natural cheese, edible films and coatings, gel formation

Touto cestou bych chtěla poděkovat panu doc. Ing. Františku Buňkovi, PhD., za odbornou pomoc a konzultaci při zpracování této práce.

Dále bych chtěla poděkovat Bc. Ludmile Zálešákové za spolupráci v laboratoři.

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

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 JEDLÉ A BIODEGRADABILNÍ OBALY	12
1.1 APLIKACE BÍLKOVIN	13
1.2 APLIKACE POLYSACHARIDŮ	15
1.3 APLIKACE VOSKŮ, PRYSKYŘIC A LIPIDŮ.....	17
2 HYDROKOLOIDY	18
2.1 KARAGENANY	18
2.1.1 Rozpustnost	19
2.1.2 Tvorba gelu	20
2.1.3 Interakce karagenanů s kaseinovým komplexem	21
2.1.4 Aplikace karagenanů	23
3 SÝRY S NÍZKODOHŘÍVANOU SÝŘENINOU	24
3.1 TECHNOLOGIE VÝROBY SÝRU EIDAMSKÉHO TYPU	24
II PRAKTICKÁ ČÁST	27
4 CÍL PRÁCE	28
5 POPIS EXPERIMENTU	29
6 VÝSLEDKY A DISKUSE	30
6.1 PRVNÍ EXPERIMENT	30
6.2 DRUHÝ EXPERIMENT	32
6.3 TŘETÍ EXPERIMENT.....	32
6.4 SHRUTÍ.....	33
ZÁVĚR	35
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	36
SEZNAM OBRÁZKŮ	39
SEZNAM TABULEK	40
SEZNAM PŘÍLOH	41

ÚVOD

Sýry patří mezi neodmyslitelnou součást lidské stravy. Vyznačují se především vysokým podílem bílkovin a obsahem vápníku. Bílkoviny těchto výrobků patří mezi plnohodnotné, protože obsah a poměr esenciálních i neesenciálních aminokyselin je z hlediska fyziologických potřeb člověka vyvážený. Přítomný mléčný tuk je nejen lehce stravitelný, ale dodává lahodnost a plnost chuti.

První zmínky o výrobě sýrů se datují od 3. století před naším letopočtem. Postupem času byly základní technologické postupy rozvíjeny, což vedlo k širokému rozšíření sortimentu o různé druhy sýrů.

Poslední fází technologického postupu výroby, s výjimkou čerstvých sýrů, je zrání. Před tímto úkonem může být povrch sýrů ošetřen různými materiály, které zabraňují rozvoji plísní, zamezují vysychání během zrání a mohou zlepšovat vzhled finálních výrobků. Používají se především kopolymerové disperze, teplem smrštitelné fólie na bázi polyvinylidenchloridu a polyethylenu. Dále kvalitní parafíny a mikrokryalické vosky.

Pro výrobu syntetických obalů je surovinou ropa, která patří mezi neobnovitelné zdroje a jejíž zásoby na zemi se snižují. S rostoucím počtem populace roste i spotřeba syntetických obalů a tím dochází k problémům ke skládkováním. Všechny tyto zmíněné faktory vedou v posledních letech k hledání nových materiálů pro výrobu obalů, které jsou snadno biodegradabilní případně konzumovatelné spolu s potravinou a pocházejí z obnovitelných zdrojů.

Tato práce je zaměřená na využití karagenanů jako zracích obalů přírodních sýrů, které mohou být případně konzumovatelné spolu se sýry. V první části je uvedena charakteristika jednotlivých typů karagenanů a jejich tvorba gelu. Dále je zmíněna problematika biodegradabilních a jedlých obalů, jejich využití v potravinářském průmyslu. Popsána je výroba přírodního sýru eidamského typ, který byl použitý k experimentu. V praktické části jsou k zhlédnutí výsledky jednotlivých experimentů.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 JEDLÉ A BIODEGRADABILNÍ OBALY

V dnešní době je kladen větší důraz na ochranu životního prostředí což samozřejmě ovlivnilo jak zemědělství tak i potravinářský průmysl. Dochází k velkému rozvoji produkce biopotravín, tím pádem se mění i pohled na výrobu a spotřebu syntetických potravinářských obalů. Jsou hledány nové suroviny pro výrobu snadno biodegradabilních obalů případně takových, které mohou být i konzumovatelné spolu s potravinou. Avšak doba rozpadu musí být delší než trvanlivost samotného výrobku. Materiálem pro výrobu těchto obalů jsou bílkoviny a polysacharidy patřící mezi biopolymery. Dále to mohou být lipidy a pryskyřice, avšak ty se neřadí mezi biopolymery. Jsou používány jednotlivě nebo ve směsi, kdy jsou vhodně kombinovány jejich vlastnosti. Používají se ve formě fólie neboli filmu, kdy jsou vyráběny samostatně a poté se aplikují k balení. Povlaky jsou aplikovány přímo na povrch výrobku a mohou tedy být konzumovatelné spolu s potravinou, ale u některých mohou být i odstraněny [1 – 2].

Fyzikální a chemické vlastnosti biopolymerů velmi ovlivňují vlastnosti finálního filmu nebo povlaku. Některé biopolymery musí být modifikovány, aby byly vhodné k výrobě a použití v potravinářské obalové technice. Především je u těchto obalů důležitá adsorpce na povrch obalované potraviny. V případě nízké adsorpce dochází k neúplnému pokrytí povrchu povlakem nebo se může snadno sloupnout. Obecně mají jedlé obaly schopnost chránit potravinu před fyzikálním, biologickým a chemickým znehodnocením výrobku. Například brání růstu mikroorganismů, zamezuje vysychání některých výrobků, tvoří bariéru proti vlhkosti, kyslíku, plynům a světlu. Jsou využívány i jako nosiče aktivních látek (antioxidanty, antimikrobní) a potravinářských aditiv (chut'ové látky, barviva) [1 – 2].

Povlaky byly využívány již v minulosti. Ve 12. a 13. století byly využívány voskové povlaky na citrusové plody, aby se omezily respirační pochody a zabránilo ztrátě vody, tím se prodloužila doba jejich skladovatelnosti. Jako příklad jedlého obalu lze zmínit výrobek, který byl vyráběn z vařeného sójového mléka v 15. století v Japonsku pod názvem Yuba. Zlepšoval vzhled a potravinářskou jakost potravin. Pro prevenci sesychání sýrů a masa byly ve středověku používány lipidové povlaky (vepřové sádlo). Aktuálně jsou jedlé filmy a povlaky různého původu a složení využívány především u zeleniny, ovoce, některých ořechů, cukroví, ryb, masa a masných výrobků [2].

1.1 Aplikace bílkovin

K výrobě jedlých a biodegradabilních obalů jsou využívány bílkoviny jak živočišného tak i rostlinného původu. Představují ekonomicky a ekologicky výhodnou surovinou. Z rostlinných lze zmínit sójové proteiny, pšeničný gluten, kukuřičný zein a amarantová mouka. Z omezeného výskytu je možno využít proteiny burských oříšků, rýže, hrachu a pistácií. Původu živočišného se uplatňují proteiny myofibrilární, vaječného bílku a mléka. Hojně využívaný je kolagen a želatina, která je získána jeho částečnou hydrolyzou [3].

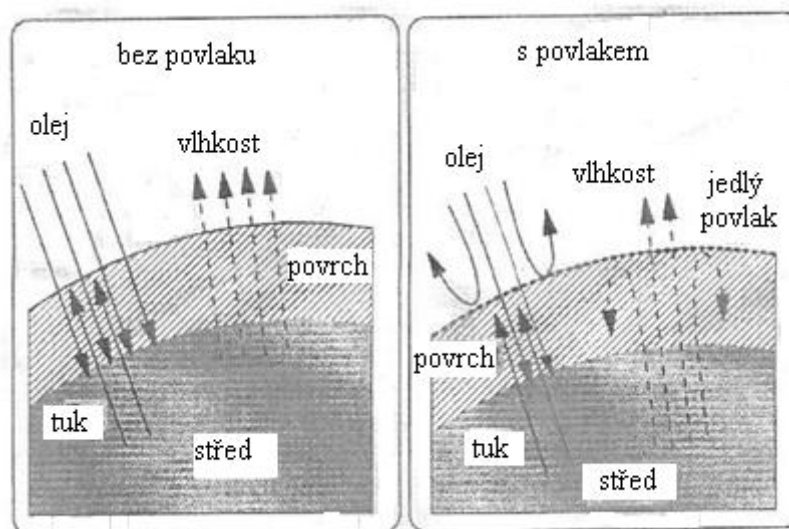
Bílkoviny obsahují 20 aminokyselin s různými funkčními skupinami a chemickou reaktivitou, proto jsou modifikovatelné různými způsoby (fyzikálně, chemicky, enzymaticky) a tím lze upravit jejich vlastnosti tak, aby vyhovovaly požadavkům souvisejících s jejich aplikací. Výhodou proteinových filmů a nátěrů spočívá v jejich konzumaci, snadné biodegradabilitě, poskytují dodatečnou nutriční hodnotu, ochranu proti mikroorganismům, mechanickému poškození, zlepšení organoleptických vlastností (lesk, vůně atd.), zvyšují trvanlivost výrobku, redukují hmotnost, objem obalového materiálu, jsou nosiči potravinářských aditiv (antioxidanty, chuťové látky, barviva) a tvoří bariéru proti vlhkosti, působení kyslíku, oxidaci (zejména tuků), penetrujícímu tuku z vnitřních částí potravin [1 – 3].

Obvykle se kromě vlastního proteinu skládají z dalších součástí, které ovlivňují vytvořený film nebo povlak. Přídavkem polysacharidů (škrob a jeho deriváty, karagenany, algináty, celulózové deriváty, chitosan a přírodní gummy) jsou modifikovány především mechanické vlastnosti filmů. Vysoký lesk filmů a zvýšení bariérové vlastnosti proti vlhkosti se docílí přídavkem lipidů. Jedná se například o včelí, karnaubský vosk, triacylglyceroly, jedlé pryskyřice (šelak, terpenové), mastné alkoholy a kyseliny. Změkčovadla neboli plastifikátory jsou využívány k snížení tuhosti filmů, zvyšuje se jejich flexibilita a stupeň protažení. Působí jako mazadlo usnadňující vzájemný pohyb proteinových řetězců, avšak pevnost filmů klesá a snižují se bariérové vlastnosti proti vodě, kyslíku, olejům a aromatickým látkám. Mezi změkčovadla patří např. glycerol, sorbitol a glycerin. K zlepšení kvality filmů jsou přidávány antioxidanty, antimikrobní látky, látky zvyšující nutriční jakost, chuťové přísady a barviva [1 – 3].

Kolagen

V masném průmyslu mají velký význam především klišovková střeva, která se používají při výrobě všech uzených výrobků a trvanlivých salámů. Kolagenní povlaky jsou apliková-

ny na maso a masné výrobky, kde zadržují šťávu masa, zvyšují nutriční hodnoty, snižují obsah tuku atd. Nástřík kolagenních nebo želatinových roztoků na polotovary z mletého masa působí jako bariéra proti penetrujícímu oleji do smažené potraviny a redukuje tím obsah absorbovaného oleje při smažení o 20 – 40 %. Na obrázku (Obr. 1.) je znázorněn přenos vlhkosti a oleje během smažení u potraviny s povlakem a bez povlaku. Potravina si také zachovává přirozenou vůni a šťávu, čímž zvyšuje senzorickou atraktivnost potraviny [3].



Obr. 1 Přenos vlhkosti a oleje v potravíně během smažení [3].

Kasein a syrovátkové bílkoviny

Kasein a syrovátkové bílkoviny jako ochranné povlaky zadržující vlhkost mohou být použity spolu s přidavkem kyseliny stearové například na ovocné plody, zeleninu, rozinky, mraženou zeleninu. S přidavkem antioxidantů (kyselina askorbová, citronová) ve formě nástříku na zmražených rybách zpomalují oxidaci tuků. U pekařských výrobků, čokolády a čokoládových, kandydovaných výrobků prodlužují dobu trvanlivosti. Jako povlaky syrovátkových bílkovin slouží proti kyslíku, čím se zpomaluje oxidace tuků. Díky rozpustnosti ve vodě mají využití jako sáčky na koření, příchut' do polévek. Syrovátkové bílkoviny vykazují výborné bariérové vlastnosti vůči kyslíku, aromatických látek a oleje. Jako povlaky jsou například aplikovány na pražené burské oříšky, pro mražená kuřata a ryb [3].

Sójový protein

Lepší vlastnosti vytvořených filmů a povlaků vykazují sójové bílkovinné izoláty na rozdíl od jiných sójových bílkovinných produktů. Uplatňují se při výrobě obalů na masné výrobky

a polotovary (zabraňují oxidaci tuků a snižují ztráty vlhkosti). Pro sušené potraviny jako ve vodě rozpustné sáčky a povlaky na smažené potraviny [4].

Pšeničný gluten

Jedná se o vedlejší produkt při výrobě pšeničného škrobu tzv. mokrým způsobem. Gluténové filmy jsou nosiči antioxidantů a anitmikrobních látek v cereálních potravinách. Vážou sůl při výrobě slaných oříšků. Jak už bylo psáno v předchozím textu i gluténové povlaky mají funkci snížit absorpci oleje při smažení, čehož se využívá při výrobě nízkotučných brambůrků. S přidavkem včelího vosku zabraňuje ztrátě vlhkosti u pečiva a pizzy [3].

Kukuřičný zein

Opět se jedná o vedlejší produkt při výrobě škrobu tzv. mokrým způsobem a však surovinou je kukuřice. Kukuřičný zein má také filmotvorné vlastnosti, tvoří lesklé filmy, odolné vůči tukům a mikrobům. Povlaky mají velmi široké použití na různé potraviny, například jsou aplikovány na vyloupané ořechy, karamely, bonbóny nebo na pečené krůtí plátky. Vytvořené filmy jsou odolné vůči dlouhodobé expozici slunečnímu záření. Opakovaným cyklem zmrazení a rozmrazení odolávají dobře [3].

Proteiny vaječného bílku

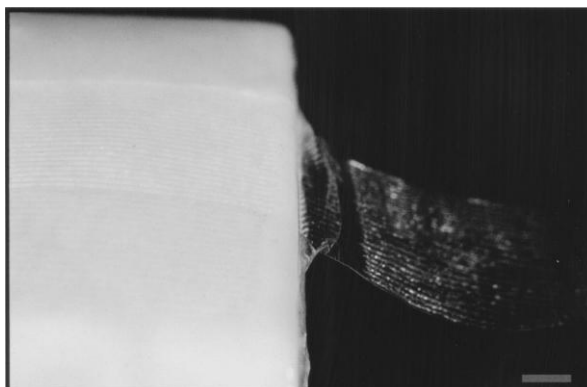
Ve formě povlaků přímo na povrchu potravin a přizpůsobují se jejich tvaru. Zpomalují ztrátu hmotnosti, čehož se využívá například u rozinek a jejich směsi s cereáliemi, masa, šunky, sýrů a dalších potravin [3].

1.2 Aplikace polysacharidů

Polysacharidy vykazují obecně hydrofilní charakter, tudíž biodegradabilní filmy a fólie z nich připravené vykazují omezené bariérové schopnosti vůči vodě. Komerčně využívaným materiálem k přípravě jedlých je škrob. Jak už bylo zmíněno odolnost proti vodě je poměrně malá, avšak je možné tuto vlastnost zlepšit modifikací. Extrudované jedlé filmy vyrobené z hydroxypropylovaného škrobu s vysokým obsahem amylozy jsou používány jako ochranné obaly především na zmrazené potraviny (maso, drůbež, ryby). Jsou flexibilní, transparentní, nepropustné pro kyslík, odolné proti tukům a rozpustné ve studené i horké vodě. Tyto obaly lze potiskovat [3, 5].

Dalším materiálem je celulóza, která je i poměrně levná. Používají se především její deriváty a to ethery. Do této skupiny patří methylcelulóza (MC), hydroxypropylcelulóza (HPC), hydroxypropyl-methylcelulóza (HPMC), karboxymethylcelulóza (CMC) a ethylcelulóza (EC). Kromě EC jsou všechny ostatní rozpustné ve vodě (studené i horké). Připravují se z roztoků, do kterých jsou přidány plastifikátory. Filmy jsou dobře adheující a transparentní. Jako povlaky tvoří bariéru proti kyslíku, unikání tuku a vody z potravin, ochranu při skladování, proti mechanickému poškození při transportu. Dále redukuje množství nasátého oleje při smažení a zabraňují ztráty vlhkosti smažených potravin [3,5].

Chitosany, deacetylovaný derivát chitinu, jsou vodě nerozpustné. Jako povlaky se uplatňují u čerstvě sklizených potravin. Z dalších materiálu lze zmínit karagenany, které jsou extrahovány z červených mořských řas. Jejich využití spočívá především k prodloužení trvanlivosti zmrazených a chlazených potravin. Povlaky se vytváří ponořením do roztoku v případě zmrazených potravin do 1 % a u chlazených do 4 % roztoku karagenanu s přídavkem chloridu draselného. Do povlaků mohou být přidány antioxidanty, které dále prodlužují skladovatelnost potravin [3, 5]. V oblasti přírodních sýrů jsou karagenany zkoušeny jako nové obalové materiály. Studie dle Kampf a Nussinovitch [6] zkoušela roztok κ -karagenan ve směsi s alginátem a gellanem. Roztok směsi byl aplikován na povrch polotvrdého a balkánského typu sýra formou nástřiku. Během skladování byl zkoumán vliv povlaku na sýr. Studie zabývající se touto problematikou nadále pokračují. Sýr s vytvořeným povlakem je znázorněn na obrázku (Obr. 2.).



Obr. 2 Polotvrdý sýr s vytvořeným povlakem směsí κ -karagenanu, alginátu a gellanu [6].

Obecně využití polysacharidů mořských řas, rostlinných gum a slizů je nadále zkoumáno a to jak jednotlivě tak i ve směsích, aby vytvořené filmy a povlaky vykazovali vhodné vlastnosti pro výrobu samotných filmů nebo povlaků a jejich aplikaci na potravinářské výrobky.

1.3 Aplikace vosků, pryskyřic a lipidů

Již od třicátých let 20. století jsou směsi založené na lipidech a voscích komerčně využívány. V potravinářství je použití vosků legislativně omezeno na včelí vosk bílý a žlutý, vosk kandelilla, karnaubský vosk. Z olejů jsou využívány především rostlinné, ale jsou méně resistantní vůči transportu vodních par než vosky. Povlaky jsou aplikovány formou pokapávání, sprejováním nebo namáčením. Využívají se u ovoce a zeleniny ke zvýšení atraktivnosti u spotřebitele, protože podstatně zvyšují lesk plodů. Chlazená masa a masné polotovary pod povlakem nemění svou barvu a zadržují si svou přirozenou vlhkost. Používá se i na zmrazené masové polotovary například u hovězích, telecích, jehněčích plátků a hamburgerových placiček [2 – 3].

Pryskyřice jsou látky uvolňované v sekretech stromů a křovin. Jako povlaky jsou využívány u citrusových plodů, u kterých se avšak slupka nekonzumuje. Vykazují vysoký lesk, ale mají nízkou propustnost pro plyny, což může vést k nežádoucím anaerobním pochodům a aromatickým změnám [3].

2 HYDROKOLOIDY

Hydrokoloidy jsou biopolymerní vysokomolekulární látky většinou polysacharidického nebo bílkovinného původu. Mají schopnost vázat vodu a za daných podmínek některé vytváří trojrozměrnou strukturu neboli gel [7]. Zmíněné vlastnosti jsou využívány při výrobě mnoha potravinářských výrobků, kde je zapotřebí zvýšení viskozity nebo stabilizace textury u finálních výrobků, aby nedocházelo během skladování k uvolňování vody. Mezi hydrokoloidy rostlinného původu řadíme karagenany, různě esterifikované pektiny, lokustovou gumu, arabskou gumu, algináty, nativní i modifikované škroby atd. Z původu živočišného lze zmínit želatinu, kasein a sérové bílkoviny. Mohou používat jednotlivě, ale i ve směsi, kdy se vhodně kombinují jejich vlastnosti.

Hydrokoloidy jsou řazeny mezi přídatné látky, které lze používat při výrobě potravin jen tehdy, je-li to nezbytné z technologických důvodů. Přidávají se do potravin za účelem vytvoření textury, konzistence a zajištění stability potravin. Za přídatné látky se nepovažuje jedlá želatina, kasein a sérové bílkoviny [8].

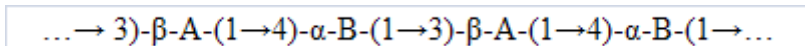
2.1 Karagenany

Karagenany jsou získávány extrakcí z červených mořských řas třídy *Rhodophyceae*, zejména řas rodů *Euchema*, *Chondrus* a *Gigartina*. Řasy rodu *Euchema* rostou na korálových útesech podél Filipín, Indonésie a v dalších tropických oblastech Tichého oceánu. Dorůstají výšky asi 0,5 m ve tvaru vláknitých keřů. Podél pobřeží severního Atlantiku, zejména Kanady, u britských ostrovů a Francie rostou řasy *Chondrus crispus*. Jedná se o malé červené keříky o výšce asi 0,1 m. V chladných pobřežních vodách Jižní Ameriky rostou do výšky až 5 m řasy rodu *Gigartina*. Lišící se struktura karagenanů do značné míry souvisí s jejich původem [7 – 9].

Karagenany získané extrakcí z řas jsou převážně komplexní směsí polysacharidů. Srážením draselnými solemi lze získat nerozpustný κ -karagenan a rozpustný λ -karagenan. Z některých druhů řas lze získat téměř čisté karagenany. Například κ -karagenan z řas *Euchema spinosum*, zdrojem ι -karagenanu jsou řasy *Euchema cottoni*. Hlavními polysacharidy řas *Chondrus crispus* jsou κ -karagenanu a ι -karagenanu [7 – 9].

Karagenany jsou lineární vysokomolekulární látky. Základem jejich struktury je opakující se sekvence β -D-galaktopyranóza a 3,6-anhydro- α -D-galaktopyranózy, které jsou spojené střída-

jící se α -(1→3) a β -(1→4) glykosidickými vazbami, tedy disacharid karabióza. Primární struktura je mnohem komplexnější, vyjadřuje ji zkrácený zápis na obrázku (Obr. 1). Kde A a B jsou jednotky D-galaktózy a jejich derivátů uvedené v tabulce (Tab. 1) [7 – 9].



Obr. 3. Obecná primární struktura karagenanů [7].

Je známa existence minimálně osmi druhů karagenanů, které se liší sekvencí monomerů v molekule, počtem a polohou sulfátových skupin v disacharidu karabiózy. Jsou označeny písmeny řecké abecedy, avšak v potravinářství je věnována pozornost pouze třem druhům. Jedná se o ι -karagenan, κ -karagenan a λ -karagenan. Odlišnost struktury v molekulách různých typů karagenanů ovlivňuje hydrataci, teplotu rozpouštění a tuhnutí, syneresy, synergismus, sílu a strukturu vytvořeného gelu [7 – 9].

Tab. 1. Základní struktura karagenanů [7].

Polysacharid	Stavební jednotka	
	A	B
β -karagenan	β -D-galaktóza	3,6-anhydro- α -D-galaktóza
κ -karagenan	β -D-galaktóza-4-sulfát	3,6-anhydro- α -D-galaktóza
ι -karagenan	β -D-galaktóza-4-sulfát	3,6-anhydro- α -D-galaktóza-2-sulfát
μ -karagenan	β -D-galaktóza-4-sulfát	α -D-galaktóza-6-sulfát
θ -karagenan	β -D-galaktóza-2-sulfát	3,6-anhydro- α -D-galaktóza-2-sulfát
ξ -karagenan	β -D-galaktóza-2-sulfát	α -D-galaktóza-2-disulfát
ν -karagenan	β -D-galaktóza-4-sulfát	α -D-galaktóza-2,6-disulfát
λ -karagenan	β -D-galaktóza-2-sulfát	α -D-galaktóza-2,6-disulfát

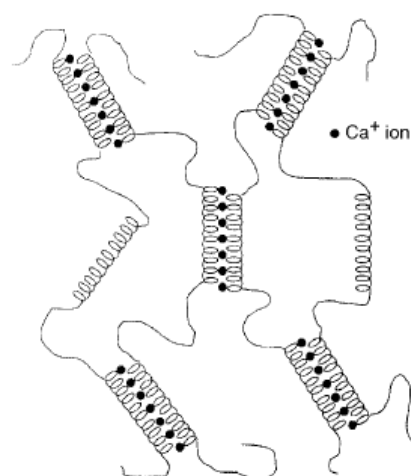
2.1.1 Rozpustnost

Rozpustnost karagenanů závisí nejen na druhu karagenanu, ale i na teplotě a pH prostředí. Poměr hydrofilních hydroxylových, sulfátových skupin a hydrofobních 3,6-anhydro-D-galaktózových zbytků v molekule karagenanů, má rovněž vliv na rozpustnost. Velmi dobře rozpustný je vysoce sulfátovaný λ -karagenan. Vyšší obsah hydrofobních a méně hydrofilních skupin v molekule κ -karagenanu snižuje jeho rozpustnost. Rozpustnost ι -karagenanu se pohybuje v rozmezí rozpustnosti κ - a λ -karagenanu. V horké vodě (80 °C) jsou rozpustné všechny tři zmíněné typy. V chladné vodě (20 °C) lze rozpustit λ -, κ -karagenan a sodnou sůl ι -karagenanu. Jsou stabilní v prostředí o pH 5 až 10. Pokud pH klesne pod hodnotu 4, dochází k hydrolýze. Nastane štěpení vazby 3,6-anhydrogalaktózy. Rychlost reakce se

zvyšuje se stoupající teplotou a nízkou hladinou kladných iontů v roztoku karagenanu [7 – 9].

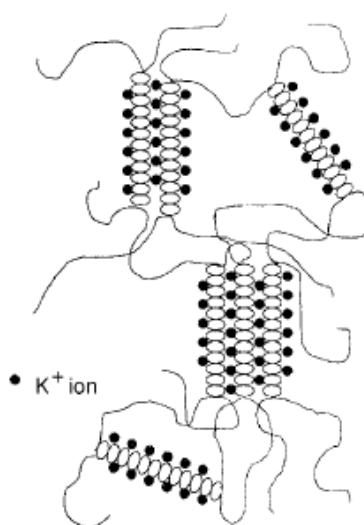
2.1.2 Tvorba gelu

Po rozpuštění, tvoří v roztoku ι - a κ -karagenan neuspořádaný tvar ve formě klubek. Proces tvorby gelu zahrnuje dva kroky. Prvním krokem, při ochlazení již 0,5 % roztoku, dochází k přechodu neuspořádané formy do uspořádaného tvaru tzv. helikální struktury. Koncentrace roztoku může být snížena řádově v přítomnosti kationtů neutralizujících záporně nabitě sulfátové skupiny. Makromolekule umožňuje tvořit pravidelnou strukturu ve formě helixů střídající se konformace 4C_1 - 1C_4 . V druhém kroku probíhá intermolekulární asociace vytvořených helixů za vzniku superhelikálních struktur, které se rozestoupí do trojrozměrné sítě. Síla vytvořeného gelu je značně ovlivněna přítomností kationtů, které neutralizují záporně nabitě sulfátové skupiny. Na přítomnosti draselných iontů je obzvláště citlivý κ -karagenan. Vlastnosti gelu ι -karagenanu je ovlivněn přidavkem vápenatých iontů [7, 9, 11]. Při tvorbě gelu ι -karagenanu vytvořené dvojité helixy se postupně spojují pomocí volných řetězců ve strukturu. Vytvořená síť je průhledná, elastická a mechanickým namáháním je jednoduše porušena, ale pokud je ponechána v klidu, rychle se obnoví. Vykazuje vyšší tendenci pro meziřetězcovou asociaci, která se odráží nižší iontovou charakteristikou ve srovnání s κ -karagenanem. Vápenaté kationty vystupují jako můstky mezi dvěma sulfáty u dvou různých dvojitých helixů vytvářejících příčnou vazbu, jak je znázorněno na obrázku (Obr. 2) [7, 9 – 13].



Obr. 4. Tvorba superhelikálních struktur ι -karagenanu s Ca^{2+} ionty [10].

Rozdílnost tvorby gelu u κ -karagenanu ve srovnání s ι -karagenanem se liší v druhém kroku. Jak je znázorněno na obrázku (Obr. 3) dochází k vícenásobnému nahromadění dvojitých helixů vedle sebe. S dvojmocnými kationty vyváří gel kalný a křehký. Naopak s jednomocnými gel průhledný a křehký. Malá hydratovaná molární velikost draselných kationtů může zapadat do helixu a částečně neutralizovat sulfátové skupiny, proto jejich přítomnost způsobuje tvorbu gelu v nízkých koncentracích κ -karagenanu. Následkem toho dvojitě helixy asociují a tvoří agregáty, které produkují pevné a křehké gely podléhající synerezi [7, 9 – 13].



Obr. 5. Tvorba superhelikálních struktur κ -karagenanu s K^+ ionty [10].

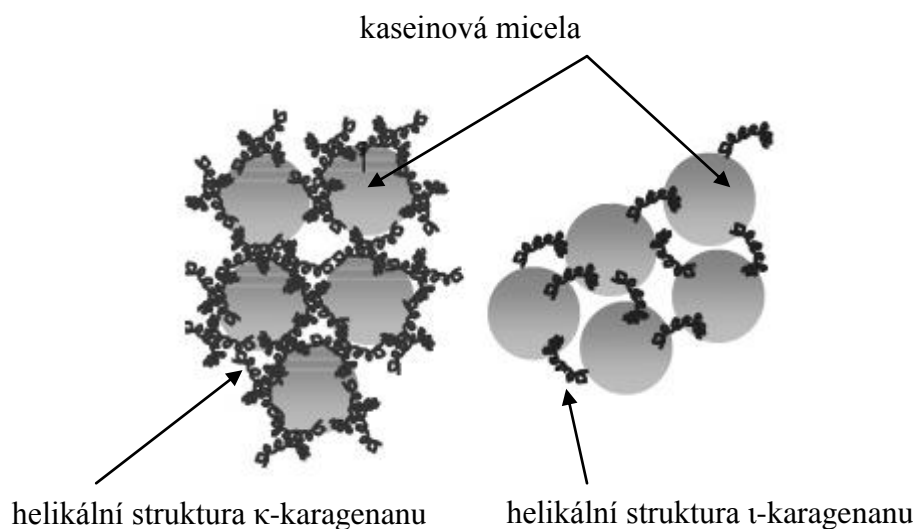
V potravinářství je λ -karagenan používán jako zahušřovadlo, protože na rozdíl od předchozích karagenanů, není schopen tvořit gel. V roztoku se vyskytuje ve formě cik – cak konformaci díky sulfátové skupině na C-2 a C-6 jednotky α -D-galaktóza-2,6-disulfát, která je schopna vázat vodu. Disulfát se přednostně vyskytuje v konformaci 4C_1 , ale pro vznik helikálních struktur je nutná konformace 1C_4 3,6-anhydroderivátu [7, 9].

2.1.3 Interakce karagenanů s kaseinovým komplexem

Kasein v kravském mléku se vyskytuje jako submicela. Je složena z komplexu čtyř frakcí označovaných jako α_{S1} -, α_{S2} -, β - a κ -kaseiny, které existují ve více genetických variantách. Liší se od sebe složením aminokyselin a obsahem fosforu, což ovlivňuje jejich vlastnosti. Frakce α_{S1} -, α_{S2} - jsou hydrofobní a velmi citlivé na přítomnost vápenatých kationtů, v jejich přítomnosti dochází ke srážení. Rovněž citlivý na vápenaté ionty a výrazně hydrofobní

je β -kasein. Díky cukerné složce, která je vázána v molekule κ -kaseinu a obsahu nejmenšího počtu fosforu, jsou vlastnosti od předešlých frakcí odlišné. Je méně citlivý vůči vápenatým iontům a má hydrofilní charakter. Vyskytuje se na povrchu micel a slouží jako ochranný obal zbývajících frakcí. Pokud dojde ke ztrátě ochranné funkce, vlivem působení enzymu (nejčastěji se jedná o chymosin), dochází k precipitaci frakcí α_{S1} -, α_{S2} -, β -kaseinu [14 – 15].

Reakce mezi kaseinovými micelami a karagenany jsou připisovány hlavně elektrostatickým interakcím mezi negativně nabitou oblastí mezi 97. a 112. aminokyselinou κ -kaseinu. Adsorpce ι - a κ -karagenanu na micelární κ -kasein dochází pouze při nižších teplotách, kdy oba karageny se v roztoku vyskytují v helikálním uspořádání, jak je znázorněno na obrázku (Obr. 4). V případě λ -karagenanu k adsorpci dochází i při vyšších teplotách. Adsorpce souvisí v hustotě elektrostatického náboje v molekule karagenanů. Ta je dána vzdáleností mezi sulfátovými skupinami. Aby došlo k adsorpci karagenanů musí být vzdálenost mezi sulfátovými skupinami v jejich molekule pod 0,4 nm. U λ -karagenanu je vzdálenost 0,3 nm i při vyšších teplotách. Naopak u ι - a κ -karagenanu je potřebná vzdálenost dodržena právě v helikální struktuře [12, 16 – 18].



Obr. 6. Interakce karagenanů s kaseinovým komplexem [18].

U mléčných výrobků, jako jsou tavené nebo přírodní sýry, kaseinové frakce se již nenachází v micelách. Podle Lynch et al. [19] mohou u těchto výrobků karagenany reagovat s α_{S1} -, α_{S2} - a β -frakcemi. Podmínkou je však přítomnost vápenatých iontů, které zprostředkovávají

interakci mezi zbytkem kyseliny fosforečné esterově vázané na serylový zbytek kaseinových frakcí a sulfátovými skupinami ι -karagenanu.

2.1.4 Aplikace karagenanů

V potravinářském průmyslu jsou karagenany užívány pro stabilizaci anebo zahuštění textury finálních produktů. Mají především význam v použití u mléčných výrobků. Stabilizují usazování pevných či ne zcela rozpuštěných složek výrobků tím, že v důsledku zvýšené viskozity nedochází k migraci jednotlivých složek. Například u čokoládového mléka zabraňují karagenany sedimentaci kakaových částic. Dále zabraňují vystávání tuku. U některých výrobků jsou aplikovány se snahou zlepšit plnost v ústech při jejich konzumaci (čokoládové mléko, mléčné nápoje). V případě zakysaných mléčných produktů a jogurtů nízké pH zvyšuje interakci mezi proteiny a karagenanem, tím dochází k produkci nestabilních agregátů bílkovin, které koagulují a následně se oddělí. Tomu lze předcházet přidávkou směsi karagenanu a ostatních hydrokoloidů, protože jak už bylo zmíněno, v nízkém pH dochází k jejich hydrolýze [10, 20 – 21].

Zvyšují vaznost vody a během doby skladování brání jejímu uvolňování u dezertů na bázi mléka i vody, mražených krémů, masových konzerv a šunky [10].

Ve formě povlaků jsou nanášeny u zmrazených tučných ryb a chlazené drůbeže k prodloužení trvanlivosti. Většinou jsou do výrobků přidávány ve formě prášku [3, 10].

Při pasteraci piva se využívá interakce bílkovin a karagenanu, kdy při pasteraci vznikají agregáty bílkovin, které lze filtrovat nebo odstředit, čímž se zabrání kalnému vzhledu výrobku [10, 21].

Karagenany nemají uplatnění jen v potravinářství. Jejich vlastnosti se využívají k výrobě barviv a inkoustů, kde předchází k usazování pigmentových částic). Ve farmaceutickém průmyslu slouží jako stabilizátor emulzí, suspenzí léčiv a minerálních olejů. Uplatňují se i při výrobě zubních past [9, 21].

3 SÝRY S NÍZKODOHŘÍVANOU SÝŘENINOU

Do této skupiny jsou řazeny sýry s tvorbou ok, z pařeného těsta, čedarového a eidamského typu. Hlavním technologickým znakem sýrů s nízkodohřívanou sýřeninou je odčerpání části syrovátky v průběhu zpracování zrna a její nahrazení horkou (prací) vodou. Tyto sýry zrají anaerobně v celé hmotě [22].

V bakalářské práci při experimentu byl použit sýr eidamského typu, proto v této kapitole je popisován jeho obecný technologický postup výroby. Původem pochází ze severního Holandska, kde je vyráběn sýr Edam, který je pojmenován po přístavním městečku Edam am IJseelmeer [23].

3.1 Technologie výroby sýru eidamského typu

Podle obsahu vody v tukuprosté sušině se jedná o polotvrdé sýry sladkého srážení tzn., že při srážení mléka se používá enzymatické syřidlo. V případě výroby eidamské cihly, se tradičně používá chymosinové syřidlo. Tento enzym byl původně izolován z telecích žaludků, avšak nyní je produkován geneticky modifikovanými mikroorganismy. Princip enzymu spočívá v hydrolytickém štěpení peptidické vazby κ -kaseinu mezi Phe₁₀₅ (fenylalanin) a Met₁₀₆ (methionin). Tím κ -kasein přestane plnit funkci ochranného koloidu, protože dochází ke snížení negativního náboje micel a ztrácí se jejich hydratační obal. Kaseinové frakce (α_{S1} -, α_{S2} - a β -kaseinu) integrují s vápenatými ionty a dochází k jejich srážení, vzniká trojrozměrná struktura neboli sýřenina. Do syrovátky odchází laktóza, rozpustné soli, hydrofilní část κ -kaseinu a sérové bílkoviny. Obecný technologický postup výroby je znázorněn na obrázku (Obr. 6) [14 – 15].

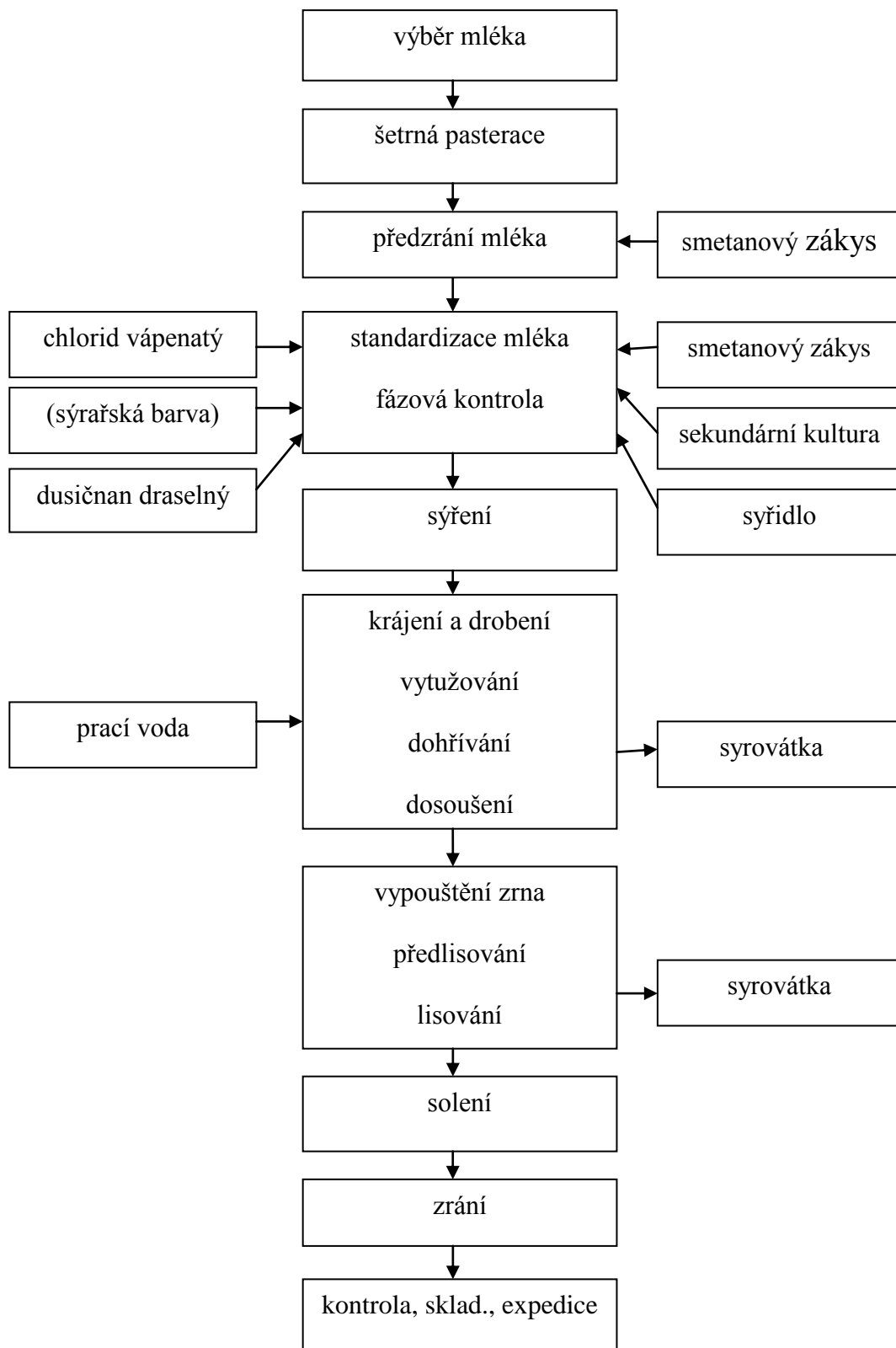
Před sýřením předchází výběr mléka, které musí mít dobrou syřitelnost a kysací schopnost. Následuje ošetření mléka šetrnou pasterací. V případě, že je nutné skladovat mléko do druhé dne v tancích, volí se krok předzrání mléka tzn., že je přidán 0,05 – 1 % smetanový zákys. Vlivem biochemické činnosti mikroorganismů dochází k fermentaci laktózy za vzniku kyseliny mléčné, která má do jisté míry konzervační účinek a brání tím růstu některých nežádoucích bakterií [22, 24].

Při standardizaci se upravuje tučnost a teplota mléka k sýření. Chlorid vápenatý zlepšuje syřitelnost a pevnost vzniklého gelu. Aby se předcházelo rozvoji plynotvorných bakterií původce skorého (koliformní bakterie) a pozdního duření (rod *Clostridium*) během zrání

sýrů, přidává se dusičnan draselný. Vzhledem k zdravotním aspektům dusičnanů ve výživě je snaha o jeho omezení a nahrazení jinými látkami (např. na bázi bakteriocinu, nisinu nebo lysozymu, které rozkládají buněčnou stěnu nežádoucích bakterií) nebo se využívá baktofugace, popřípadě mikrofiltrace. Přídavkem 1 – 2 % smetanového zákysu se v průběhu zrání se docílí proteolytické činnosti, která může být ještě podpořena přídavkem sekundární kultury. Rozklad bílkovin na volné aminokyseliny a následné přeměny volných aminokyselin na řadu sensoricky aktivních látek, ovlivňují chuťové, aromatické a konzistenční vlastnosti sýra [22, 24].

Následuje srážení mléka, jeho podstata byla už zmíněna v přecházejícím textu. Probíhá při teplotách 28 – 33 °C, po dobu 30 – 40 minut. Krájením a drobením (15 minut) se dosahuje požadovaná velikost zrn za postupného uvolňování syrovátky. Kvůli uvolnění prostoru pro prací vodu, zahuštění mléčné směsi a zesílení vytužovacího efektu, se odpouští 20-40 % syrovátky. Samotné vytužování (15 – 30 minut) zvýší tuhost zrna, tvoří se pokožka na povrchu a dochází k dalšímu úniku syrovátky z něj. Obsah laktózy ve směsi se snižuje. Prací voda v množství 50 – 80 % z odpuštěné syrovátky a o teplotě 45 – 80 °C zahřívá mléčnou směs na dosoušecí teplotu, reguluje obsah laktózy a tím i prokysání sýra. Probíhá dohřívání na teplotu 34 – 42 °C po dobu 5 – 15 min. Dosoušením (30 – 70 minut) se zesílí stahování zrna a únik syrovátky. Podporuje se lepivost zrn při lisování a upraví se konečná pevnost pokožky, velikost, tuhost a pružnost [22, 24].

Po dosoušení je zrno vypouštěno do lisovací vany rychle pod syrovátkou, aby nevychladlo, neoschlo a netvořily se slepence. Při přetlaku 0,005 – 0,05 MPa je předlisováno a po době 25 – 30 minut probíhá vlastní lisování (0,001 – 0,04 MPa, 20 – 60 minut). Počáteční nízké tlaky umožní plynulý odtok syrovátky, protože se hned nevytvoří tlustá kůra. Solením sýra se dokončuje únik syrovátky, prokysávání, ztuží se pokožka a jeho hmota. Může probíhat ve dvou dnech. V prvním dnu putuje do teplé solné lázně (16 – 18 °C), kdy dochází k prokysání na konečnou kyselost. Na druhý den se vkládá do chladnější solné lázně (10 – 12 °C) kde se dosolují. Po vysolení jsou sýry ponechány k oschnutí. Zrají při teplotě 6 – 12 °C, vlhkosti 80 % v ideálním případě po dobu 5 až 8 týdnů ve zracích fóliích nebo jsou opatřeny ochrannou vrstvou (např. vrstvou vosku nebo se opatří kopolymerním nátěrem) [22, 24].



Obr. 7. Obecný technologický postup výroby eidamské cihly [24].

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 CÍL PRÁCE

Cílem práce bylo:

- vybrat vhodný typ karagenanu, který lze použít jako zrací obal přírodních sýrů
- vybrat vhodnou teplotu k ponoření sýrů do roztoku
- nalézt nejnižší teplotu, při které ještě nedochází k přechodu roztoku do formy gelu, z důvodu snadného ponoření sýrů do roztoku
- vybrat vhodnou dobu, po kterou je nutné sýr ponořit, aby docházelo k pokrytí celého povrchu sýru
- nalézt nejnižší koncentraci přidaných draselných nebo vápenatých iontů při dosažení vhodných vlastností obalu

5 POPIS EXPERIMENTU

Karagenany typu ι a κ byly získány od firmy Sigma Aldrich, Inc., St. Louis, USA. Byly zkoušeny 1% (w/w) roztoky obou dvou typů karagenanů. Dané množství deionizované vody bylo ohřáno na teplotu kolem 70 °C. Při zmíněné teplotě bylo přidáváno vypočítané množství karagenanů, ve formě prášku, za intenzivního míchání. Poté byla směs zahřívána na teplotu 95 °C, aby bylo dosaženo úplného rozpuštění karagenanů.

V prvním experimentu byly zkoušeny nejprve samostatně 1% (w/w) roztoky κ -karagenanu a ι -karagenanu. Připravené roztoky byly dále kombinovány s přísadky 0,25 %, 0,5 %, 0,75 %, 1 % (w/w) chloridu vápenatého u ι -karagenanu a chloridu draselného u κ -karagenanu. Vzorky standardní Eidamské cihly (obsah tuku v sušině 30 % w/w), o velikosti 3 x 3 x 3 cm, byly ponořeny do připravených roztoků po dobu 5, 15 a 25 sekund, při teplotě 90, 75 a 60 °C. Sýry byly po daných dobách vyjmuty z roztoku a ponechány při laboratorních podmínkách k ochlazení. Následně byla pozorována především tloušťka vytvořeného obalu, pevnost a přilnutí k povrchu sýru. Zmíněné parametry byly hodnoceny i po 2 hodinách.

Ze zjištěných výsledků prvního experimentu byly v druhém experimentu vybrány a zkoušeny 1% (w/w) roztoky kappa karagenanu s optimalizovaným přísadkem 0,25 %, 0,5 % a 0,75 % (w/w) chloridu draselného. Teplota ponoření sýrů do roztoku byla vybrána nejnižší, kdy ještě nedošlo k přechodu roztoku v gel a ponoření sýru bylo snadné.

Na základě zjištěných vlastností vytvořených gelů byl proveden třetí experiment. Byly smícháním ι -karagenanu a κ -karagenanu nejprve v poměru 1 : 1 připraven 1 % (w/w) roztok, dále v poměru 1 : 3, který byl ještě optimalizován přísadkem 0,3 % (w/w) chloridu draselného. Byla hledána nejnižší teplota, při které bylo ponoření sýrů do roztoků snadné, a ještě se nevytvářela gelová struktura.

V druhém a třetím experimentu byl postup ponoření a následné hodnocení stejný jako v prvním, avšak byly použity tři až čtyř centimetrů silné plátky standardní Eidamské cihly. Hodnocení vytvořeného obalu bylo provedeno po 2 i 24 hodinách.

6 VÝSLEDKY A DISKUSE

Práce byla zaměřená na možné využití karagenanů jako zracích obalů přírodních sýrů. Úkolem bylo nalézt vhodný typ karagenanu, případnou nejnižší koncentraci přidaného chloridu draselného a dobu po kterou měl být sýr ponořen. Teplota byla hledána co nejnižší, kdy roztok ještě nepřešel do formy gelu a ponoření sýrů bylo tedy snadné. Avšak vytvořený obal za takových podmínek musel zajistit především snadnou manipulaci a pokrytí celého povrchu sýru. Proto po vyjmutí sýru z roztoku byla hodnocena zejména tloušťka, pevnost a přilnavost vytvořené vrstvy k povrchu sýru.

Při výrobě Eidamské cihly je zrno vypouštěno do lisovací vany, která je vyplněna tvořítky ve tvaru žlábků s perforací. Tím dochází k vytvoření vroubkovaného povrchu na vrchní části cihly. Proto hodnocení vytvořené vrstvy bylo zaměřeno především na tato místa. Zda jsou zkoušené roztoky karagenanů schopny pokrýt takový povrch a vytvořit pevný obal, který by se při manipulaci v těchto místech neporušil.

6.1 První experiment

U sýrů, které byly ponořeny do roztoku κ -karagenanu s přídavkem 0,25 %, 0,5 %, 0,75 %, 1 % (w/w) a bez přídavku chloridu draselného při teplotách 90 °C a 75 °C, docházelo k povrchovému tavení sýra. Se stoupající dobou ponoření a koncentrací přídavku chloridu draselného bylo tavení na větší části povrchu sýru. Vytvořená vrstva byla viditelná pouze na místech, kde došlo k tavení, byla snadno sloupnuta prstem a byla velmi tenká. Po 2 hodinách na zmíněných částech docházelo k mírnému oschnutí povrchu sýr. Na zbylých částech byla vrstva úplně absorbována do povrchu a s postupem času sýr osychal, jak je znázorněno v příloze I.

Další vzorky sýru byly ponořeny do roztoku bez přídavku draselných iontů při teplotě 60 °C. Nejnižší teplota, kdy roztok ještě nepřešel do formy gelu, byla 45 °C. U obou teplot k tavení povrchu nedocházelo. Vytvořené vrstvy u sýrů, které byly vyjmuty po 5, 15 a 25 sekundách, měly stejné vlastnosti. Při doteku ulpívala na rukou, sloupání z povrchu bylo snadné a při stisku docházelo k narušení. Lišily se pouze v síle vrstvy. V místech kde byl povrch pokryt menší vrstvou, docházelo po 2 hodinách k absorpci povlaku do sýru a tím pádem k oschnutí. Vrstva nebyla viditelná, splývala s povrchem sýru. Stejně vlastnosti vykazovaly vzorky ponořené do roztoku s přídavkem 0,25 % (w/w) chloridu draselného při

teplotě 60 °C. Při nejnižší nalezené teplotě 50 °C síla vrstvy se stoupající dobou ponoření byla vyšší. Pokrytí rohů sýru bylo nepatrné. Vrstva byla viditelná okem a snadno byla prstem sloupnuta. Ani po 2 hodinách nedocházelo k osychání nebo absorpci vrstvy do sýru, jak je znázorněno v příloze II.

U přídavku 0,5 % (w/w) chloridu draselného při teplotě roztoku 60 °C byla vrstva na povrchu sýru viditelná, pevnější než v předešlých případech a s vyšší dobou ponoření vzrůstala její síla. Pokrytí rohů sýru bylo částečné a vrstva byla tenká. Po 2 hodinách nebyla zaznamenána žádná změna.

Ponoření sýrů do roztoku o teplotě 60 °C o koncentraci chloridu draselného 0,75 % (w/w) nebylo snadné a teplota musela být zvýšena o 3 °C výše. Vlastnosti vytvořené vrstvy byly stejné jako v předešlém případě (přídavek 0,5 % w/w chloridu draselného, teplota roztoku 60 °C).

Nejnižší dosažená teplota u vzorků, které byly ponořeny do roztoku κ -karagenanu s koncentrací chloridu draselného 1 % (w/w) byla 70 °C. Vytvořená vrstva při ponoření po dobu 25 sekund byla silná až 2 mm. Povrch sýru byl částečně nataven. Lehce byla vrstva prstem sloupnuta. Ani po 2 hodinách nedocházelo k žádné viditelné změně.

Obecně vytvořené vrstvy κ -karagenanu s přídavky chloridu draselného vykazovaly pevnější vrstvy, ale jejich přilnavost k povrchu sýru byla mnohem menší.

Roztok ι -karagenu s přídavkem chloridu vápenatého o koncentraci 0,25 %, 0,5 %, 0,75 % a 1% (w/w) vytvářel vrstvy, které byly absorbovány do povrchu sýru velmi rychle. Po 2 hodinách nebyla vrstva viditelná a splývala s povrchem sýru. Zmíněná vlastnost ovlivnila konzistenci, povrch byl velmi na dotek velmi plastický a tím pádem nedocházelo s postupem času k osychání. Bylo možno sýry ponořit do roztoků pouze při teplotě 90 °C, při nižší teplotě docházelo k přechodu roztoku do formy gelu. Vysoká teplota zapříčinila tavení povrchu až do hloubky 2 mm a deformaci, se vzrůstající dobou ponoření byla deformace sýru značná, lze pozorovat na fotografiích v příloze III.

Stejně vlastnosti vykazovaly povlaky vytvořené z roztoků ι -karagenanu bez přídavku vápenatých iontů při teplotě 90 a 75 °C. U sýru, který byl ponořen při 60 °C, byla vrstva po vyjmutí viditelná, ale při dotyku ulpívala na ruku. Docházelo i k deformaci tvaru. Při stlačení prsty se vrstva rozrušila, ale nesloupla z povrchu sýru, protože přilnavost k povrchu byla značná. Po 2 hodinách byla vrstva viditelně tenčí, protože byla absorbována do povrchu

sýru, jak je znázorněno v příloze IV, což negativně ovlivnilo konzistenci povrchu sýru, který byl pak na dotek výrazně měkčí. Obecně byla manipulace s těmito sýry obtížná. Problémem bylo i špatné ulpívání na rozích sýru, kde vrstva byla nepatrná. Síla vrstvy se zvyšovala se vzrůstající dobou ponoření.

6.2 Druhý experiment

Na základě zjištěných výsledků z prvního experimentu, byl ke zkoušení vybrán roztok κ -karagenanu s přidavkem 0,25 % (w/w) chloridu draselného a teplota při ponoření sýrů 50 °C. Dále byly vybrány ke zkoušení roztoky s chloridu draselného v koncentraci 0,5 a 0,75 % (w/w) o teplotě 60 °C. Při druhém experimentu byly použity tři až čtyř centimetrů silné plátky standardní Eidamské cihly.

Teplota při ponoření sýrů do roztoků κ -karagenanu s přidavkem 0,25 % (w/w) chloridu draselného byla 50 °C. Vrstva, po vyjmutí po 5 sekundách, byla lehce loupatelná bez protrhnutí, ale při silnějším tlaku prstu byla narušená i v místech vroubkování. Po 2 i 24 hodinách byla vrstva bez změn. Přilnavost k povrchu sýru byla o něco větší. Vrstva byla silná 1 mm u sýrů, které byly vyjmuty po 15 sekundách a 2 milimetry vysoká po 25 sekundách, jak je znázorněno na fotografiích v příloze V. Vlastnosti u obou byly stejné. Pevnost byla lepší, protože při tlaku prstem došlo jen k mírnému otlaku bez narušení a to i v místech perforace. Sloupnutí vrstvy bylo snadné. Po 2 ani 24 hodinách nebyla pozorována žádná změna.

U roztoků s přidavkem 0,5 % a 0,75 % (w/w) chloridu draselného docházelo ve všech případech k velmi snadnému sloupnutí vrstev. Byly ihned narušeny, a to i v místech vroubkování, při tlaku prstem. Zmíněné vlastnosti po 2 a 24 hodinách zůstaly bez změn, jen byla pozorována větší přilnavost k povrchu sýru. Při ponoření sýru byla teplota roztoku 60 °C. Na fotografiích v příloze VI lze pozorovat, že ani po 25 sekundách, kdy byly sýry ponořeny do jednotlivých roztoků, nedocházelo k ulpívání vrstvy na rozích.

6.3 Třetí experiment

Na základě zjištěných výsledků u obou typů karagenanů, ι -karagenan vykazoval dobrou přilnavost k povrchu sýru, zatímco κ -karagenan tvořil gel pevnější. Bylo snahou zkombinovat vlastnosti jednotlivých karagenanů. Proto ι - a κ - karagenan byl smíchán v poměru 1 : 1. Avšak v tomto poměru se projeví především vlastnosti gelu ι -karagenanu. Přilna-

vost vrstvy k povrchu sýru byla vyšší, ale ulpívala na rukou, nebyla pevná a sloupnutí vrstvy nebylo snadné. Při stlačení prstem docházelo jen k narušení vrstvy. Manipulace se sýry byla celkově špatná. Poměr ι -karagenanu a κ -karagenanu byl tedy upraven na 1 : 3. Vyšším podílem κ -karagenanu byla docílena pevnější struktura vrstvy, ale přilnavost k povrchu sýru byla zachována. Pevnost vrstvy byla ještě podpořena přidávkem 0,3 % (w/w) chloridu draselného. Teplota roztoku při ponoření byla 50 °C, sýry při této teplotě byly ponechány v roztoku po dobu 5, 15 a 25 sekund. Vlastnosti, ve všech případech, byly stejné. Při tlaku prstu na povrch sýrů, i v místech vroubkování, nedocházelo k porušení ani k promáčknutí v důsledku silné a pevné vrstvy. Díky vyšší přilnavosti ι -karagenanu musela být vrstva sloupnuta s větší silou. Zvýšená přilnavost k povrchu sýru byla pozorována po 2 a 24 hodinách, což vedlo k mnohem snadnější manipulaci se sýry. Velmi významnou vlastností bylo rychlé ztuhnutí vrstvy na sýru ihned po vytažení z roztoku. K úplnému pokrytí sýru došlo jen v případě, kdy byl sýr ponořen do roztoku po dobu 25 sekund. V ostatních případech vrstva neulpěla na rozích vůbec. V příloze VII, jsou uvedeny fotografie sýrů, které byly ponořeny po dobu 5 a 25 sekund.

6.4 Shrnutí

Bez přidavku kationtů u κ -karagenanu byl vytvořený gel pevný, ale křehký. U ι -karagenan tvořil soudržnou a pevnou gelovou strukturu. Tato skutečnost je podporována závěry Nickerson et al. [25]. Přilnavost k povrchu sýru byla značná u ι -karagenanu což může být vysvětleno podle studie Lynch et al. [19], kteří uvedli, že jednotlivé frakce kaseinového komplexu jsou schopny reagovat s ι -karagenanem. Podmínkou je však přítomnost vápenatých iontů, které tvoří můstky mezi zbytkem kyseliny fosforečné esterově vázané na serylových zbytcích jednotlivých kaseinových frakcích a sulfátovými skupinami karagenanů. K vápenatým iontům je citlivý i κ -karagenan, ale mnohem méně než ι -karagenan.

Dle Nickerson et al. [25] síla gelu κ -karagenanu závisí na přítomnosti kationtů neutralizujících záporně nabitě sulfátové skupině, je citlivý zejména k draselným iontům. Podle McArtain et al. [26], se zvyšující se koncentrací kationtů roste síla gelu, což bylo v experimentu prokázáno. Avšak tato závislost platí jen do určité limitní koncentrace daného kationtu. Pokud je limitní koncentrace překročena může docházet síla gelu klesat, při extrémních koncentracích může být celý systém destabilizován.

Se vzrůstající koncentrací přidaných kationtů a dobou po kterou byl sýr ponořen, docházelo k tvorbě pevnějších a silnějších gelů. Nicméně v důsledku nízké přilnavosti kappa karagenanu byla manipulace se sýry špatná, vytvořená vrstva byla snadno stlačením rukou narušena. V důsledku ulpívání vrstvy na rukou byla lehce sloupnuta z povrchu.

Vhodné vlastnosti vytvořeného obalu byly zjištěny u kombinace ι- a κ-karagenanu, které byly smíchány v poměru 1 : 3 a připravený roztok byl optimalizován přidávkem 0,3 % (w/w) chloridu draselného. Manipulace byla se sýry snadná. Vrstva přilnula k povrchu k sýru, nedocházelo ulpívání vrstvy na rukou a tlakem nebyla narušena ani v místech vroubkování. Po vyjmutí sýrů z roztoku docházelo ihned k rychlému ztuhnutí vrstvy. Aby vrstva ulpěla i na rozích sýru, byla nutno ponechat sýr v roztoku po dobu 25 sekund. Uvedenou směs lze doporučit k dalšímu zkoušení.

ZÁVĚR

Práce byla zaměřená na využití karagenanů jako zracích obalů přírodních sýrů, který by mohly být konzumovány spolu se sýry. Cílem práce bylo nalézt vhodný typ karagenanu, doba potřebná k pokrytí celého povrchu sýru, nejnižší koncentrace přidaných draselných nebo vápenatých iontů a dále nejnižší teplotu, kdy roztok nepřechází do formy gelu a sýr je možno snadno ponořit. Avšak vytvořený obal musel zajistit především snadnou manipulaci se sýry a nesmělo docházet jakýmkoliv způsobem k porušení vrstvy.

Ze získaných výsledků při hodnocení vytvořeného obalu na povrchu standardní Eidamské cihly (obsah tuku v sušině 30 % w/w) bylo možné vyvodit tyto závěry:

- použití 1% (w/w) roztoku κ -karagenanu bez přídavku chloridu draselného se neosvědčil, protože docházelo k vytvoření vrstvy, jejíž přilnavost k povrchu sýru byla nízká. Se zvyšujícím se přídavkem chloridu draselného se zvyšovala pevnost gelu, ale přilnavost se snižovala, což vedlo k snadnému sloupnutí vrstvy z povrchu sýru.
- u 1% (w/w) roztoku ι -karagenanu bez přídavku chloridu vápenatého obal vykazoval větší přilnavost k povrchu sýru ve srovnání s κ -karagenanem, odstranění vrstvy z povrchu bylo možné jen seškrábnutím, vrstva ulpívala na rukou. Se zvyšujícím se přídavkem chloridu draselného se zvyšovalo přilnutí k povrchu, avšak manipulace se sýry se zhoršovala v důsledku k ulpívání větší vrstvy na rukou a při silnějším stlačení dokonce docházelo až k proboření prstů do vrstvy.
- obal vytvořený kombinací vlastností směsi ι - a κ -karagenanu vykazoval dobrou přilnavost k povrchu sýru a zároveň i pevnost vytvořené vrstvy čímž byla manipulace se sýry snadná. Po vyjmutí z roztoku vytvořená vrstva ihned ztuhla, bylo dosaženo pokrytí celého povrchu sýru. Při dotyku a stlačení rukou nedocházelo k narušení vrstvy ani v částech perforace, sýr během skladování neosychal a vrstva nebyla absorbována do povrchu sýru.

Na základě zjištěných výsledků doporučuji k dalšímu zkoušení směs ι - a κ -karagenanu v poměru 1 : 3 s optimalizovaným přídavkem 0,3 % (w/w) chloridu draselného, dobu ponoření 25 sekund při teplotě roztoku 50 °C.

Práce byla pro mne velmi zajímavá a ráda bych se danému tématu věnovala i v diplomové práci.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] HAN, J. H. *Edible films and coatings for food applications*. 1st ed. New York: Springer Science+Business Media, 2009. ISBN 978-0-387-92823-4.
- [2] HAN, J. H. *Innovations in food packaging*. 1st ed. Hardbound: Academic Press, 2005. 503 p. ISBN 978-0-12-311632-1.
- [3] MOKREJŠ, P., LANGMAIER, F. *Aplikace přírodních polymerů*. 1.st ed. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2008. ISBN 978-80-7318-674-6.
- [4] SU, J., HUANG, Z., YUAN, X. Y., WANG, X., LI, M. Structure and properties of carboxymethyl cellulose/soy protein isolate blend edible films crosslinked by Maillard reactions. *Carbohydrate Polymers*, 2010, vol. 79, p. 145–153.
- [5] PHILLIPS, G., WILLIAMS, P. *Handbook of Hydrocolloids*. 2nd ed. Cambridge: Woodhead Publishing, 2009. ISBN 978-1-84569-414-2.
- [6] KAMPF, N., NUSSINOVITCH, A. hydrocolloid coating of cheeses. *Food Hydrocolloids*, 2000, vol. 14, p. 531–537
- [7] VELÍŠEK, J., HAJŠLOVÁ, J. *Chemie potravin*. 3rd ed. Tábor: OSSIS, 2009. 602 p. ISBN 978-86659-15-2.
- [8] Vyhláška Ministerstva zdravotnictví č. 4/2008 Sb., kterou se stanoví druhy a podmínky použití přídatných látek a extrakčních rozpouštědel při výrobě potravin.
- [9] NEZNÁMÝ. *Hydrocolloids*. France : SKW Biosystems
- [10] PHILLIPS, G., WILLIAMS, P. *Handbook of Hydrocolloids*. 1st ed. Cambridge: Woodhead Publishing, 2000. ISBN 978-1-85573-501-9.
- [11] CUPPO, F., REYNEARS, H. Light scattering investigation of association phenomena in saline carrageenan solutions. *Macromolecular Symposia*, 2002, vol. 190, p. 65–74.
- [12] JI, S., CORREDIG, M., GOFF, M. Agregation of casein micelles and κ -carrageenan in reconstituted skin milk. *Food Hydrocolloids*, 2008, vol. 22, p. 56–64.

- [13] YUGUCHI, Y., URAKAWA, H., KAJIWARA, K. Structural characteristic of carrageenan gels : various type of counter ions. *Food Hydrocolloids*, 2003, vol. 17, p. 481–485.
- [14] FOX, P.F., et al. *Fundamental of cheese science*. Asppen Publisher, Inc., 2000. ISBN 0-8342-1260-9
- [15] BŘEZINA, P., JELÍNEK, J. *Chemie a technologie mléka*. 1st ed. Praha: VŠCHT Praha v Čs. redakci VN MON, 1990. ISBN 80-7080-075-5.
- [16] BOURRIOT, S., GARNIER, C., DONTLIER, J. Micellar-casein- κ -carrageenan mixtures. I. Phase separation and ultrastructure. *Carbohydrate Polymers*, 1999, vol. 40, p. 145–157.
- [17] SCHORSCH, G., JONES, M., NORTON, I. Phase behaviour of pure casein/ κ -carrageenan systems in milk salt ultrafiltrate. *Food Hydrocolloids*, 2000, vol. 14, p. 347–358.
- [18] ARLTOFT, D., IPSEN, R., MADSEN, F., VRIS, J. Interactions between carrageenans and milk proteins : a microstructural and rheological study. *Biomacromolecules*, 2007, vol. 8, p. 729–736.
- [19] LYNCH, M., MULVIHILL, D. Rheology of ι -carrageenan gels containing caseins. *Food Hydrocolloids*, 1996, vol. 10, p. 151–157.
- [20] PATROVSKÝ, J. (ed). *Sborník přednášek odborné konference II. ročník : aplikace potravinářských přísad v zakysaných mléčných výrobcích a mléčných dezertech*. Kroměříž, 13 – 14. 9. 2006. Max Portman s.r.o., 2006
- [21] STEPHEN, A., PHILLIPS, G., WILLIAMS, P. *Food polysaccharides and their applications*. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, 2006. ISBN 978-0-8247-5922-3.
- [22] ZIMÁK, E. *Technologie pro 4. ročník SPŠ studijního oboru zpracování mléka*. 1st ed. Praha: SNTL, 1988. 362 p.
- [23] KOPÁČEK, J. Výlet za holandskými sýry. *Potravinářské revue*, 2008, vol. 3, p. 81–84. ISSN 1801-9102.
- [24] KADLEC, P. *Technologie potravin II*. 1st ed. Praha: VŠCHT, 2002. 236 p. ISBN 80-7080-510-2.

- [25] NICKERSON, P., PAULSON, A.T., HALETT, F.R. Dilute solution properties of k-carrageenan polysaccharides effect of potassium and calcium ions on chair conformation. *Carbohydrate Polymers*, 2004, vol. 58, p. 25–33.
- [26] MCARTAIN, P., JACQUIER, J., DAWSON, K. Physical characteristics of calcium induced κ -carrageenan networks.. *Carbohydrate Polymers*, 2003, vol. 53, p. 395–400.

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1 Přenos vlhkosti a oleje v potravíně během smažení [3].</i>	14
<i>Obr. 2 Polotvrdý sýr s vytvořeným povlakem směsí κ-karagenanu, alginátu a gellanu [6].</i>	16
<i>Obr. 3. Obecná primární struktura karagenanů [7].</i>	19
<i>Obr. 4. Tvorba superhelikálních struktur ι-karagenanu s Ca^{2+} ionty [10].</i>	20
<i>Obr. 5. Tvorba superhelikálních struktur κ-karagenanu s K^+ ionty [10].</i>	21
<i>Obr. 6. Interakce karagenanů s kaseinovým komplexem [18].</i>	22
<i>Obr. 8. Obecný technologický postup výroby eidamské cihly [24].</i>	26

SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 1. Základní struktura karagenanů [7].</i>	19
---	----

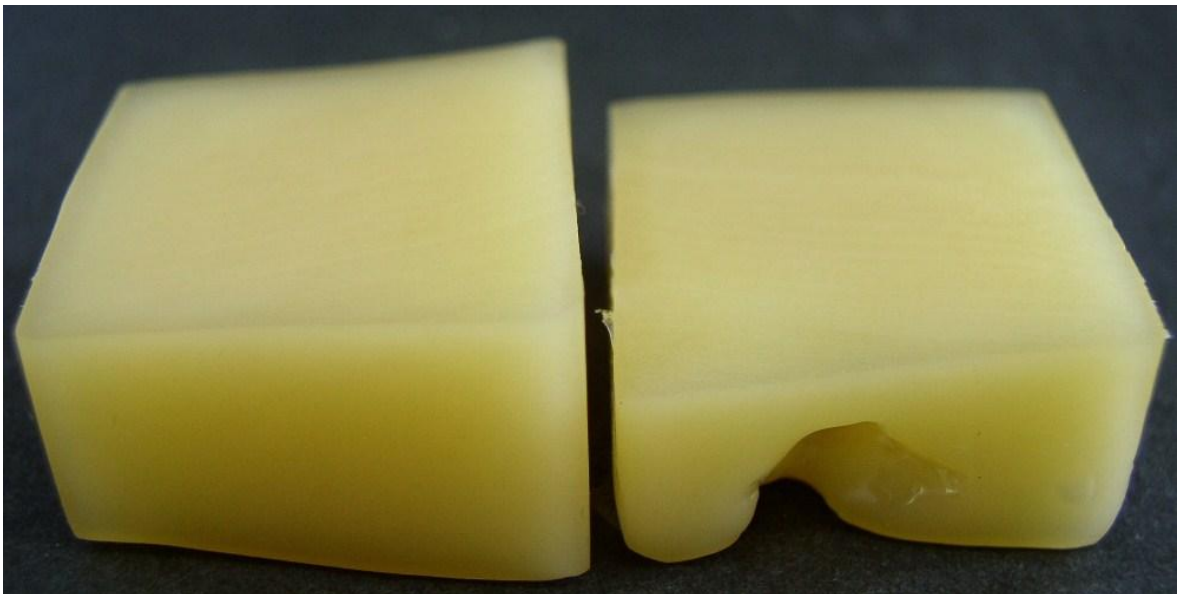
SEZNAM PŘÍLOH

- P I Fotografie sýrů s vytvořenou vrstvou kappa karagenanu s přídavkem 1 % (w/w) chloridu draselného.
- P II Fotografie sýrů s vytvořenou vrstvou u kappa karagenanu s přídavkem 0,25 % (w/w) chloridu draselného.
- P III Fotografie postupné deformace u sýrů se zvyšující se dobou ponoření, které byly ponořeny do roztoku iota karagenanu při teplotě 90 °C.
- P IV Fotografie sýrů ponořené do roztoku iota karagenanu bez přídavku vápenatých iontů při 60 °C po dobu 25 sekund.
- P V Fotografie sýrů ponořených do kappa karagenanu při 50 °C, s přídavkem 0,25 % (w/w) chloridu draselného a hodnocených ihned po vytažení z roztoku
- P VI Fotografie vytvořené vrstvy kappa karagenanu s přídavkem chloridu draselného v koncentraci 0,5 a 0,75 % (w/w), teplota roztoku 60 °C.
- P VII Fotografie vzorků sýru s vytvořenou obalovou vrstvou směsi iota a kappa karagenanu s optimalizovaným přídavkem 0,3 % (w/w) chloridu draselného.

**PŘÍLOHA P I: FOTOGRAFIE SÝRŮ S VYTVOŘENOU VRSTVOU
KAPPA KARAGENANU S PŘÍDAVKEM 1 % (W/W) CHLORIDU
DRASELNÉHO.**



Vzorek sýru ponořený po dobu 25 s, hodnocený ihned po namočení.



Vzorek sýru ponořený po dobu 25 s, hodnocený po 2 hodinách.

**PŘÍLOHA P II: FOTOGRAFIE SÝRŮ S VYTVOŘENOU VRSTVOU U
KAPPA KARAGENANU S PŘÍDAVKEM 0,25 % (W/W) CHLORIDU
DRASELNÉHO.**



Hodnocení sýru po vytažení z roztoku při 50 °C, doba ponoření 25 s.



Hodnocení sýru po 2 hodinách po vytažení z roztoku při 50 °C, doba ponoření 25 s.

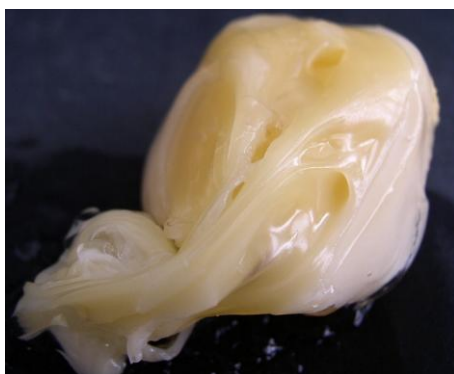
**PŘÍLOHA P III: FOTOGRAFIE POSTUPNÉ DEFORMACE U SÝRŮ
SE ZVYŠUJÍCÍ SE DOBOU PONOŘENÍ, KTERÉ BYLY PONOŘENY
DO ROZTOKOU IOTA KARAGENANU PŘI TEPLITĚ 90 °C.**



Doba ponoření 5s.



Doba ponoření 15s.



Doba ponoření 25s.

PŘÍLOHA P IV: FOTOGRAFIE SÝRŮ PONOŘENÉ DO ROZTOKU IOTA KARAGENANU BEZ PŘÍDAVKU VÁPENTÝCH IONTŮ PŘI 60 °C PO DOBU 25 SEKUND.



Hodnocení ihned po vytažení z roztoku.



Hodnocení po 2 hodinách.

**PŘÍLOHA P V: FOTOGRAFIE SÝRŮ PONOŘENÝCH DO KAPPA
KARAGENANU PŘI 50 °C, S PŘÍDAVKEM 0,25 % (W/W)
CHLORIDU DRASELNÉHO A HODNOCENÝCH IHNED PO
VYTAŽENÍ Z ROZTOKU.**



Doba ponoření 15 s, vytvořená vrstva vysoká 1mm.



Doba ponoření 25 s, vytvořená vrstva vysoká 2 mm.

**PŘÍLOHA P VI: FOTOGRAFIE VYTVOŘENÉ VRSTVY KAPPA
KARAGENANU S PŘÍDAVKEM CHLORIDU DRASELNÉHO
V KONCENTRACI 0,5 A 0,75 % (W/W), TEPLOTA ROZTOKU 60 °C.**



Doba ponoření 25 s a koncentrace draselných iontů 0,5 %, hodnoceno ihned po vytažení z roztoku.



Doba ponoření 25 s a koncentrace draselných iont. 0,75 %, hodnoceno ihned po vytažení z roztoku.

**PŘÍLOHA P VII: FOTOGRAFIE VZORKŮ SÝRU S VYTVOŘENOU
OBALOVOU VRSTVOU SMĚSI IOTA A KAPPA KARAGENANU
S OPTIMALIZOVANÝM PŘÍDAVKEM 0,3 % (W/W) CHLORIDU
DRASELNÉHO.**



Vzorek sýru vyjmutý z roztoku po 25 s.



Vzorek sýru vyjmutý z roztoku po 5 s.