

Vybrané hydrokoloidy používané v mléčných výrobcích

Karla Bezděková

Bakalářská práce
2016



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav technologie potravin

akademický rok: 2015/2016

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Karla Bezděková**
Osobní číslo: **T12207**
Studijní program: **B2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Chemie a technologie potravin – specializace Technologie mléka a mléčných výrobků**
Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Vybrané hydrokoloidy používané v mléčných výrobcích**

Zásady pro vypracování:

1. Obecná charakterizace mléčných výrobků stran legislativních předpisů a možnosti používání hydrokoloidů v nich.
2. Charakterizace škrobu, lokustové, xantanové gumy a želatiny.
3. U vybraných hydrokoloidů popsat jejich strukturu, získávání, chování a použití v mléčných výrobcích.
4. Formulace závěrů.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

[1] PHILLIPS, G.O., WILLIAMS, P.A. Handbook of hydrocolloids, Second edition, Edited by G. O. Phillips and P. A. Williams. Woodhead Publishing Limited, CRC Press, Boca Raton. 2009. 982 pp. ISBN 978-1-84569-587-3(e-book).

[2] KODET, J. ŠOTOLOVÁ, I., ŠTĚRBA, S. Plnící, zahušťovací, gelotvorné a stabilizační látky pro potraviny. SPI, Praha. 1. vyd. 1993. 236 s. ISBN 80-85120-32-1.

[3] BARAK, S., MUDGIL, D. Locust bean gum: Processing, properties and food application A review. International Journal of Biological Macromolecules. 2014. Vol. 66. p. 74-80.

[4] LOBATO-CALLEROS, C., RAMÍREZ-SANTIAGO, C., VERNON-CARTER, E.J., ALVAREZ-RAMIREZ, J. Impact of native and chemically modified starches addition as fat replacers in the viscoelasticity of reduced-fat stirred yogurt. Journal of Food Engineering. 2014. Vol. 131. p. 110-115.

Vedoucí bakalářské práce:

MVDr. Michaela Černíková, Ph.D.

Ústav technologie potravin

Datum zadání bakalářské práce:

2. února 2016

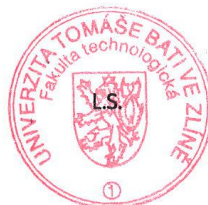
Termín odevzdání bakalářské práce:

4. května 2016

Ve Zlíně dne 2. února 2016



doc. Ing. František Buňka, Ph.D.
děkan



doc. Ing. František Buňka, Ph.D.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním 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 bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byla jsem seznámena s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 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 užit své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování 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 bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně 11. 5. 2016



.....

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 nahlížení 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 vzdělávacího 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 dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpirá-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 popisuje obecné charakteristiky hydrokoloidů, jejich vlastnosti, rozdělení a použití. Zvláštní pozornost je věnována popisu hydrokoloidů používaných v mlékárenském průmyslu, a to škrobu, želatině, xantanové gumě a lokustové gumě. U jednotlivých druhů hydrokoloidů je popsáno jejich získávání, složení, vlastnosti a použití.

Klíčová slova: hydrokoloidy, škrob, želatina, xantanová guma, lokustová guma.

ABSTRACT

This thesis concerns the general characteristics of hydrocolloids, their properties, distribution and usage. Special attention is devoted to the description of the hydrocolloids used in the dairy industry, which are starch, gelatin, xanthan gum and locust bean gum. Each of the hydrocolloids is described in terms of its production, composition, properties and use.

Keywords: hydrocolloids, starch, gelatin, xanthan gum, locust bean gum.

Ráda bych poděkovala své vedoucí MVDr. Michaelae Černíkové, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady a připomínky, které mi byly velkým přínosem a také za ochotu a vstřícnost při vypracování bakalářské práce.

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

Ve Zlíně dne 11. 5. 2016

A handwritten signature in blue ink, consisting of a stylized 'B' followed by a horizontal line, positioned above a dotted line.

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 POTRAVINÁŘSKÉ HYDROKOLOIDY	12
1.1 CHARAKTERISTIKA HYDROKOLOIDŮ	12
1.1.1 Polysacharidy	14
1.1.1.1 Tvorba gelu polysacharidů.....	14
1.1.2 Bílkoviny.....	15
1.1.2.1 Tvorba gelu	16
2 ŠKROB	21
2.1 AMYLÓZA	21
2.2 AMYLOPEKTIN	22
2.3 MAZOVATĚNÍ	23
2.4 ENZYMY.....	24
2.5 MALTODEXTRINY.....	25
2.6 ŠKROBOVÉ MODIFIKACE.....	26
2.6.1 Oxidace	26
2.6.2 Stabilizace	26
2.6.3 Zesítnění.....	27
2.7 POUŽITÍ ŠKROBU V MLÉKÁRENSKÉM PRŮMYSLU	27
2.8 ŠKROBY VE VÝŽIVĚ	27
3 ŽELATINA	30
3.1 SUROVINY PRO VÝROBU ŽELATINY	30
3.2 VÝROBA ŽELATINY	30
3.2.1 Kyselá hydrolýza.....	31
3.2.2 Alkalická hydrolýza	32
3.3 POUŽITÍ ŽELATINY.....	32
3.4 NUTRIČNÍ VLASTNOSTI.....	33
4 XANTANOVÁ GUMA	34
4.1 ZÍSKÁVÁNÍ	34
4.2 STRUKTURA	34
4.3 VLASTNOSTI.....	35
4.4 VLIVY PŮSOBÍCÍ NA VISKOZITU	36
4.4.1 Vliv solí.....	36
4.4.2 Vliv pH.....	36
4.4.3 Vliv teploty.....	37
4.5 POUŽITÍ V MLÉKÁRENSKÉM PRŮMYSLU.....	37
5 LOKUSTOVÁ GUMA	38
5.1 ZÍSKÁVÁNÍ A STRUKTURA	38
5.1.1 Chemický proces peelingu	38
5.1.2 Tepelně mechanický proces peelingu	38

5.2	VYUŽITÍ	39
5.3	VLASTNOSTI.....	40
5.4	POUŽITÍ V POTRAVINÁŘSTVÍ.....	40
ZÁVĚR	41
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	42
SEZNAM TABULEK	46
SEZNAM OBRÁZKŮ	47

ÚVOD

Hydrokoloidy jsou vysokomolekulární látky sacharidové nebo bílkovinné povahy, které se používají v širokém měřítku v různých odvětvích průmyslu. Mohou být extrahovány z rostlin, mořských řas, živočišných tkání anebo mohou být produkovány některými mikroorganismy. Mnohé hydrokoloidy se přirozeně vyskytují v rostlinách jako součást buněčných stěn, jako je například hemicelulóza a pektin. Hydrokoloidy extrahované z mořských řas jsou například agar, karagenan, alginát. Xantan, kurdlan, dextran a gellan jsou hydrokoloidy, které jsou produkovány mikroorganismy. Kromě rostlinných hydrokoloidů jsou i hydrokoloidy živočišné, mezi které patří například želatina, kaseinové bílkoviny, sojový protein a vaječný protein. Některé z hydrokoloidů jsou schopny tvořit gel. Mají velký vliv na texturní a organoleptické vlastnosti potravinářských produktů. Jsou používány především jako zahušťovadla, stabilizátory, emulgátory, plnidla nebo látky zvyšující viskozitu. V mlékárenském průmyslu jsou využívány při výrobě jogurtů pro udržení krémové konzistence. Výběr hydrokoloidů je dán jejich funkčními vlastnostmi. Mezi hydrokoloidy, které se používají v mléčných výrobcích, patří škrob, xantanová guma, lokustová guma a želatina. U mléčných výrobků jsou nejvíce obsaženy v light jogurtech, které by bez přidání zahušťovacích látek měly tekutou konzistenci. Hydrokoloidy mohou být použity buď jednotlivě, nebo jako směsi hydrokoloidů.

Většina škrobů slouží jako zahušťovadla a plnidla, stabilizátory pěn nebo emulzí, želírující látky a náhrady tuků. Jsou používány jako stabilizátory při výrobě kysaných mléčných výrobků a termixů. Škrob se u mražených výrobků a zmrzlin používá jako antikrytalizační prostředek a stabilizátor konzistence. Stabilizační schopnosti se uplatňují i při výrobě majonéz a dresingů.

Želatina váže často vodu ve zmrzlině a zpomaluje tvorbu krystalků při výrobě a vytváří vhodnou strukturu. Želatina také brání tvorbě srážení mléka v mléčných nápojích v kombinaci mléka a kyselé šťávy. Také má schopnost vázat syrovátku a tím brání sekreci syrovátky v jogurtech, tvarohu a čerstvých sýrech.

Xantanová guma slouží především jako stabilizátor a zahušťovadlo a spolu s karagenanem a galaktomanany slouží jako vynikající stabilizátory mražených a chlazených mléčných výrobků. Udržují hladkou a krémovou strukturu mléčných výrobků. Xantanová guma spolu s lokustovou gumou a guarovou gumou zlepšují fyzikální a organoleptické vlastnosti například u tavených sýrů.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 POTRAVINÁŘSKÉ HYDROKOLOIDY

1.1 Charakteristika hydrokoloidů

Hydrokoloidy jsou vysokomolekulární látky sacharidové nebo bílkovinné povahy. Jsou složeny ze stovek až mnoha tisíc jednodušších molekul. Při rozpouštění dochází k hydrataci a ke vzniku husté nebo řídké kapaliny. Hustota je dána polymeračním stupněm a vlastnostmi monomerů. Pro tuto vlastnost jsou hydrokoloidy používány v širokém měřítku v různých odvětvích průmyslu. Zejména potravinářský průmysl zaznamenal v posledních letech velký nárůst ve využití hydrokoloidů. Mohou být extrahovány z rostlin (například škrob, pektin, celulóza), mořských řas, živočišných tkání anebo mohou být produkovány některými mikroorganismy. Rozdělení hydrokoloidů dle jejich původu uvádí Tab. 1. Některé z nich mají schopnost tvořit gel, a to je např. škrob, alginát, pektin, agar a další. I když jsou často přítomny pouze při koncentraci nižší než 1 %, mají významný vliv na texturní a organoleptické vlastnosti potravinářských produktů. Jsou používány jako zahušťovadla, stabilizátory, emulgátory, plnidla nebo látky zvyšující viskozitu. V mléčném průmyslu jsou hydrokoloidy používány například při výrobě jogurtů, kde mají za úkol udržení krémové konzistence. Nejvíce zahušťovadel obsahují takzvané light jogurty, které by bez přidání zahušťovacích látek připomínaly mléko. Další uplatnění našly při výrobě tavených sýrů, kde stabilizují strukturu a zvyšují pevnost konečných výrobků. Potravinové hydrokoloidy se vyskytují buď jako součást složky potraviny nebo jsou získávány z přírodních zdrojů, upraveny a použity jako potravinářská přídatná látka v souladu s právními předpisy. Hydrokoloidy se používají jak jednotlivě, tak i jako směsi hydrokoloidů, a to k vytvoření lepších reologických vlastností charakteristických pro dané potravinářské výrobky a také ke snížení nákladů na výrobu. Výběr hydrokoloidů je dán jejich funkčními vlastnostmi a před použitím jednotlivých komponent je velmi důležité tyto vlastnosti znát. Například ovocný výrobek na bázi pektinu bude mít zcela jiné parametry než na bázi alginátu, i přes to, že výchozí surovina, pH, obsah daného hydrokoloidu a další parametry budou stejné. Nelze tedy jednoznačně říci, že existuje ideálně použitelný hydrokoloid. Výběr použitého hydrokoloidu záleží na složení surovin, technologii výroby a konečných fyzikálně – chemických vlastností potraviny. [1 - 3]

Tab. 1. Klasifikace potravinářských hydrokoloidů

ROSTLINNÉ HYDROKOLOIDY	
<i>rostliny</i>	škrob, pektin, celulóza
<i>semena</i>	guarová guma, lokustová guma (svatojánský chléb), tara guma, tamarind guma
<i>hlízy</i>	konjaková guma
<i>výpotky</i>	arabská guma, guma karaya, ghatti guma, tragantová guma
HYDROKOLOIDY EXTRAHOVANÉ Z MOŘSKÝCH ŘAS	
<i>červené mořské řasy</i>	agar, karagenan
<i>hnědé mořské řasy</i>	alginát
HYDROKOLOIDY PRODUKOVANÉ MIKROORGANIZMY	
xantan, kurdlan, dextran, celulóza, gellan	
ŽIVOČIŠNÉ HYDROKOLOIDY	
želatina, kaseinové bílkoviny, sojový protein, vaječné proteiny a další...	

1.1.1 Polysacharidy

Polysacharidy jsou makromolekulární sloučeniny, které se skládají z více než deseti monosacharidových jednotek a mohou obsahovat i kolem milionu stavebních jednotek, které jsou vzájemně spojeny glykosidovými vazbami. Některé mají nízkou molekulovou hmotnost, která odpovídá 30 – 90 monosacharidům. Jsou tvořeny buď identickými monomery, nebo se skládají z molekul dvou a více různých monosacharidů nebo obsahují jejich deriváty. Kyselou nebo enzymatickou hydrolýzou z polysacharidů vznikají oligo- až monosacharidy. [11]

Polysacharidy jsou zásobními nebo stavebními látkami rostlin a živočichů. V rostlinách slouží jako podpůrné látky a v semenech a hlízách tvoří rezervní látky. Stavební materiál rostlin vzniká spojením několika paralelně uspořádaných celulóзовých řetězců stabilizovaných vodíkovými vazbami, kde spojení mezi nimi vytvářejí další polysacharidy nazývané hemicelulózy. U polysacharidů živočišného původu je podpůrná funkce vzácná a jako rezervní látku lze označit glykogen. Například polysacharid chitin slouží jako stavební materiál, který dodává pevnost krunyřů u korýšů a želv a pevnost krovkám u hmyzu. [9] [12]

Polysacharidy, jejichž hydrolýzou vzniká D-glukóza, se nazývají D-glukany a mají obecný vzorec $(C_6H_{10}O_5)_n$. Mezi nejvýznamnější D-glukany patří celulóza, škrob a glykogen. Glukany se liší povahou monosacharidového zbytku, délkou řetězce a stupněm větvení. Polysacharidy tedy lze rozdělit na homoglykany, které obsahují pouze jeden typ monosacharidové jednotky a heteroglykany, které obsahují více typů monosacharidových jednotek. [9] [11]

1.1.1.1 Tvorba gelů polysacharidů

Schopnost polysacharidů tvořit gely závisí především na primární struktuře polysacharidu. U lineárních nevětvených polysacharidů (například amylóza) dochází k interakcím prostřednictvím mnoha vodíkových vazeb po celé délce řetězců. U substituovaných a větvených polysacharidů (například arabská guma), které tvoří viskózní roztoky, se gely netvoří vůbec. U mnoha polysacharidů, které mají určité části řetězce nesubstituované nebo nevětvené, může docházet k interakcím, které vedou ke tvorbě gelu. Těmto částem řetězce se říká vazebná oblast. U lokustové gumy je vazebná oblast sekvence vzájemně vázaných nesubstituovaných jednotek D-manózy a například u pektinů jde o sekvenci D-galakturanových kyselin. Tvorba gelů u agarů a karagenanů vzniká tak, že jejich molekuly

nejprve asociují na dvojité helixy. Tyto helixy jsou pak základem struktury gelů a dále přecházejí další asociací na složitější helikální spojení. Agar dokáže vytvořit pevný gel i při koncentraci 1 % hm. Molekuly pektinů, které mají vysoký obsah karboxylových skupin, se navzájem odpuzují a nedochází tedy k asociaci molekul a tvorbě gelů. Gely proto vznikají pouze za přítomnosti vápenatých iontů. V přítomnosti vápníku vznikají také gely gellanu nebo alginátu. Strukturu gelů ovlivňuje teplota, mechanické namáhání, pH prostředí, přítomnost solí a cukrů. Při rostoucí teplotě se z gelů stávají polotuhé materiály, pasty a viskózní kapaliny. Gely mohou být termoreverzibilní, kde děj je vratný a po ochlazení dochází znovu ke tvorbě gelu. Tento děj souvisí s obnovením vodíkových vazeb mezi jednotlivými molekulami látky, která tvoří gel a dále gely termoireverzibilní, kde zahřevem dochází k nevratnému přerušení kovalentních vazeb. Ke ztekutění gelů dochází při mechanickém namáhání. Jsou-li gely po ztekutění ponechány v klidu, často se objeví jejich původní gelová konzistence. Tato vlastnost některých gelů se nazývá tixotropie. Při stárnutí gelu dochází ke zmenšení jeho objemu. Gel již nedokáže dostatečně vázat vodu, a ta se uvolňuje do prostředí. Tento děj se nazývá synereze. [9 - 10]

1.1.2 Bílkoviny

Proteiny neboli bílkoviny jsou biopolymery, které jsou tvořeny polypeptidovými řetězci, které obsahují více než 100 aminokyselinových zbytků spojených peptidovou vazbou. Slouží jako základní stavební materiál buňky, jakožto základní jednotky živých organismů. Pořadí aminokyselin v řetězci je dáno genetickým kódem a je pro každou bílkovinu jedinečné. Další charakteristickou vlastností proteinů je jejich přesně definované prostorové uspořádání. Funkce proteinu je závislá na konformaci, což je v podstatě prostorové uspořádání atomů peptidového řetězce a je důležitá pro biologickou aktivitu daného proteinu. Proteiny jsou hydrolyticky za pomoci enzymů štěpeny na výchozí aminokyseliny. Ty pak dále organizmus využívá k syntéze dalších bílkovin nebo je rozloží až na anorganické složky (jako jsou například oxid uhličitý, voda a amoniak) v procesech dekarboxylace a deaminace. [10 - 11] [13]

Podle tvaru lze proteiny rozdělit na fibrilární a globulární. Mezi fibrilární proteiny, které nejsou rozpustné ve vodě, patří především kolageny (součást pojivové tkáně), elastiny (spolu s kolageny přítomny ve šlachách, pojivech a cévních stěnách a tvoří síťovité útvary, které způsobují po předchozím natažení rychlý návrat do původního stavu) a keratiny

(přítomné na vnější straně pokožky). Mezi globulární proteiny, které jsou rozpustné v polárních rozpouštědlech, jako je voda a vodné roztoky kyselin a zásad, se řadí například hemoglobin (červené krevní barvivo), myoglobin (analogická funkce hemoglobinu ve svalovině) a imunoglobulin (účastní se imunitních reakcí). Proteiny tedy zajišťují v organismu řadu funkcí, kde mezi nejzákladnější patří funkce strukturní, katalytické a regulační, transportní, pohybové, ochranné, zásobní, sensorické a výživové. V potravinářství jsou významné zejména proteiny mléka, konkrétně kaseiny (α -kasein, β -kasein, kde se strukturně jedná o fosfoproteiny), dále proteiny vajec (ovalbumin, ovotransferrin, ovomukoid, lysozym, ovomucin, flavoprotein, ovoglykoprotein), kolagen, který je základní stavební hmotou pojivových tkání a je významný potravinářský hydrokoloid (tvorba želatiny) a z rostlinných zdrojů je to například protein ze sóji, fazolí a hrachu. Proteiny mohou být buď nativní, což znamená, že jsou biologicky aktivní, nebo denaturované, které biologicky aktivní nejsou. Jejich neaktivita může být způsobena například porušením terciální struktury vlivem působení tepla, či jiného fyzikálního nebo chemického faktoru. Podle složení lze bílkoviny dělit na jednoduché, které obsahují pouze bílkotvorné aminokyseliny a na složené, které obsahují další nebílkovinnou část, jako například cukry, tuky, kyselinu fosforečnou a podobně. Podle této nebílkovinné části lze rozlišit proteiny na fosfoproteiny, které obsahují vázaný zbytek kyseliny fosforečné, nukleoproteiny s navázanou kyselinou nukleovou či nukleotidy, lipoproteiny s lipidovou složkou a glykoproteiny s cukernou částí, chromoproteiny například s deriváty riboflavinu a metaloproteiny, na které jsou vázané některé kovy (ferritin, transferin a další). [13] [11]

1.1.2.1 Tvorba gelu

Proteinový gel může vznikat ochlazením solu. Dochází ke změně globulí, které se rozvinou na dlouhé vláknité molekuly. Tyto molekuly se vzájemně spojují prostřednictvím ne vazebných interakcí. Tímto způsobem vzniká prostorová síťová struktura, která váže značný počet molekul vody. Ze solu tedy vzniká gel. Tvorbu gelů zajišťují iontové vazby mezi aminokyselinami jednoho polypeptidového řetězce a karboxylovými skupinami dalšího řetězce. Sekundárními vazbami jsou vodíkové vazby mezi amidovými vodíkovými atomy a karbonylovými skupinami peptidových vazeb. Další možností vázání polypeptidového řetězce mohou být kovalentní disulfidové vazby. Vzhledem k tomu, že jsou bílkoviny ve vodném roztoku relativně stabilní, tak předpokladem pro tvorbu gelu je jejich denaturace a destabilizace. U některých globulárních proteinů (například proteiny z mléka, syrovátky, sóji, vajec) může tedy docházet ke tvorbě gelu z důvodu zahřátí a

následné denaturaci a spojení denaturovaných molekul. Aby však došlo ke vzniku gelu, musí být dostatečně vysoká koncentrace proteinů. Dalšími faktory, které ovlivňují tvorbu gelu, jsou teplota a tlak. [9 - 10]

Proteiny v sušině kravského mléka jsou považovány za vysoce hodnotné složky potravin z důvodů vysoké nutriční hodnoty. Jedná se o dlouhé řetězce různých aminokyselin navzájem spojených peptidickou vazbou. Jejich struktura je velmi složitá. Lze rozlišovat primární strukturu, která je dána pořadím jednotlivých aminokyselin. Sekundární struktura pak dále určuje jejich uspořádání v molekule, další uspořádání molekul určuje struktura terciální a vzájemné propojování jednotlivých makromolekul pak definuje struktura kvartérní. Při výrobě jsou tyto proteiny velmi důležité k emulgaci a stabilizaci tuku a zachycování vody, což má značný vliv na výsledný produkt, a to jak na jeho texturu a stabilitu, tak na jeho reologické a senzorycké vlastnosti. Normální kravské mléko je velmi složitý systém a obsahuje přibližně 3,5 % bílkovin. V praxi se obsah bílkovin určuje na základě stanovení obsahu dusíku. Proto jsou do skupiny bílkovin zařazeny různé dusíkaté látky nebílkovinné povahy. Jsou to například nukleové kyseliny, peptidy, aminokyseliny a močovina. Protein je tradičně rozdělen do dvou hlavních frakcí: [14] [16]

a) Kasein

Kasein se skládá ze čtyř bílkovin, fosfoproteinů (α_{s1} -kasein, α_{s2} -kasein, β -kasein a κ -kasein) a z několika malých proteinů a peptidů. Hlavní frakce kaseinu jsou uvedeny v Tab. 2. Kasein představuje asi 80 – 90 % bílkovin mléka. V mléce je přítomen jako koloidní disperze a vlivem hydrofilních sil se seskupuje do tzv. submicel (12 – 15 nm), které se pak za účasti fosforečnanů seskupují do micel, jejichž poloměr je asi 50 – 300 nm. Nativní kaseinové micely si lze představit jako koule s hydrofilními κ -kaseinovými vlákny na povrchu. Jednotlivé kaseinové frakce asociují mezi sebou ve smyslu stejných kaseinových frakcí, ale i mezi jednotlivými frakcemi. Spojení jednotlivých frakcí nastává díky hydrofobním interakcím, pomocí vodíkových můstků, popřípadě prostřednictvím vápenatých iontů. Submicely jsou v micelle spojovány koloidním fosforečnanem vápenatým, který se váže na fosfoserinové zbytky kaseinů. Jednotlivé kaseinové frakce se spojují do elipsoidních útvarů, a to tak, že hydrofobní části jsou orientovány do jádra submicely a hydrofilní části jsou na povrchu submicely. Kaseinové micely jsou stabilní vůči vysokým teplotám a k denaturaci kaseinových bílkovin nevede ani záhřev při 100 °C po dobu 24 hodin a ani při 140 °C po dobu 10 minut. Významnou technologickou vlastností je srážení mléka. Rozlišujeme několik způsobů srážení mléka, kde

nejvýznamnější je srážení kyselé a sladké. U kyselého srážení dochází účinkem kyseliny ke snížení pH na 4,5 a vápník, který je vázaný na kasein přechází na mléčnan vápenatý a kasein. Nejčastěji se používá kyselina mléčná, kterou v mléce produkují bakterie mléčného kvašení. Při sladkém srážení vzniká sraženina působením syřidel, a to bez změny kyselosti mléka. Syřidla mohou být jak živočišného, tak mikrobiálního původu. Mezi nejčastěji používaná syřidla patří chymozin, vepřový, hovězí a kuřecí pepsin, gastricin. U syřidel mikrobiálního původu jsou to mikrobiální proteinázy izolované z *Rhizomucor miehei*, *Rhizomucor pusillus*, *Cryphonectria parasitica*, chymozin vyrobený genetickou modifikací *Escherichia coli* a jiné. Ke srážení kaseinových micel dochází při pH cca 4,6. Kyselé srážení je řízeno teplotou. Během snižování hodnot pH dochází k rozpouštění koloidního fosforečnanu vápenatého, který slouží jako stabilizátor kaseinových micel. [14-16] [21 - 22]

Tab. 2. Hlavní frakce kaseinu

Frakce	Obsah [g/l]	Molekulová hmotnost	Poznámka
α_{s1} -kasein	12 - 15	23 000	nerozpustný v přítomnosti Ca^{2+}
α_{s2} -kasein	3 - 4	25 000	nerozpustný v přítomnosti Ca^{2+}
β -kasein	9 - 11	24 000	pod 10 °C částečně rozpustný
κ -kasein	2 - 4	19 000	není citlivý na přítomnost Ca^{2+}

b) Sérové bílkoviny

Ostatní bílkoviny mléka se označují jako sérové bílkoviny a v mléce se vyskytují ve formě koloidního roztoku. Bílkoviny mléčného séra jsou uvedeny v Tab. 3. Jedná se o albuminy a globuliny. Na rozdíl od albuminů mají globuliny menší molekulu, což jim umožňuje snadnější procházení membránovými systémy bez nutnosti předchozího rozložení a jsou součástí imunitního systému. Sérové bílkoviny při tepelném ošetření mléka nad 60 – 70 °C denaturují, což znamená, že nedochází k jejich vysrážení, ale většinou po tepelném ošetření dojde k denaturaci proteinového řetězce, čímž se odhalí původně skryté thiolové skupiny, které se tak stanou přístupné chemickým reakcím a reagují s kappa kaseinem spojením prostřednictvím disulfidických můstků. Dochází ke zvětšení jejich objemu a hydratačního obalu a při srážení kaseinu se vytváří měkčí sraženina, která má menší sklon k synerezi a uvolňování syrovátky. U některých výrobků je tento děj považován za pozitivní (například výroba fermentovaných mléčných výrobků), ale u některých je nežádoucí (technologické problémy při výrobě některých sýrů). [15]

Tab. 3. Bílkoviny mléčného séra

Frakce	Obsah mléka [g/kg]	Charakteristika
α -laktalbumin	1,2	denaturuje při teplotách nad 100 °C
β -laktoglobulin	3,2	- tepelná denaturace - vazba na κ -kasein - zdroj - SH skupin pro chemické reakce
imunoglobuliny	0,8	- antibakteriální účinky - aglutininy - shlukování tukových kuliček, urychlení vyvstávání mléčného tuku v chladu
sérový albumin	0,4	
proteaso-peptonová frakce	0,8	- heterogenní produkty hydrolýzy kaseinu - tepelně stabilní
laktoferin	0,1	váže Fe – inhibice některých sporotvorných bakterií
transferin	0,1	váže Fe – inhibice některých sporotvorných bakterií

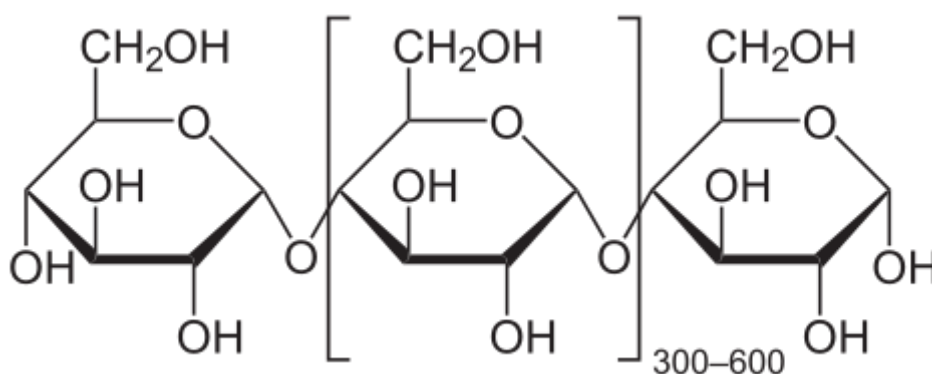
2 ŠKROB

Škrob je hlavní zásobní a rezervní sacharid rostlin, který slouží jako pohotová zásoba energie. Je přítomen ve všech základních surovinách, například v pšenici, kukuřici, rýži, bramborách, žitu, ječmeni a v luštěninách. Nachází se v organelách cytoplasmy, tzv. plastidech v různých částech rostlin, jako jsou listy, semena a kořeny. Škrob je uložen v nerozpustných micelách, v tzv. škrobových granulích, které jsou charakteristické pro daný zdroj škrobu a vyskytují se v různých velikostech. Bramborový škrob (Obr. 3) má oválný tvar s excentrickým vrstvením a velikost zrna se pohybuje mezi 10 – 80 μm . Pšeničný škrob (Obr. 4) má tvar kulovitý s mírnými deformacemi a obsahuje dvě velikostní frakce, tzv. škrob A a B. U škrobu A se velikost udává 10 – 40 μm a u škrobu B od 2 do 10 μm . Škrob kukuřičný (Obr. 5) má zrna hranatá o velikosti 5 – 25 μm . Škrob je jako potravinu a krmivo používán po staletí a má velký ekonomický význam, neboť je snadno izolován z mnoha zdrojů. Škroby některých rostlin jsou využívány jako suroviny pro výrobu modifikovaných škrobů s využitím v mnoha průmyslových odvětvích. Škrob je konečným produktem fotosyntézy, vzniká tedy jako metabolický produkt v chloroplastech listů zelených rostlin. Je to přírodní prášek, získaný izolací ze škrobnatých surovin rostlinného původu. V průmyslu se škrob může využívat přímo ve formě granulí, ve zmazovatěném stavu, v disperzní formě, v sušeném stavu, ve formě prášku, po částečné hydrolyze a dalších jiných zpracováních. Dále se mohou používat ve formě fruktózového sirupu nebo po chemické modifikaci. Škrob se skládá ze dvou glykosidových makromolekulárních polymerů: amylozy a amylopektinu, které dohromady tvoří 98 – 99 % sušiny. Poměr amylozy a amylopektinu se liší v závislosti na zdroji škrobu. Obsah amylozy ve škrobu je asi 20 % a amylopektinu asi 80 % a vyskytují se v hmotnostním poměru 1 : 3. [6] [17 - 18] [23 - 24]

2.1 Amylóza

Amylóza obsahuje hydroxylové skupiny, které činí amylozu hydrofilní a její lineární řetězce dovolují amyloze krystalizovat jak v roztoku, tak v polotuhém stavu. Při chlazení amyloza snadno krystalizuje a sráží se. Pokud je však teplota příliš nízká, může dojít ke snížení krystalizace. Lineární řetězce hydroxylové skupiny způsobují, že se amyloza orientuje paralelně, což umožňuje spojení sousedních řetězců amylozy vodíkovými vazbami. Postupem času to může mít za následek tvorbu gelu trojrozměrné sítě, která drží pohromadě díky vodíkovým můstkům a dochází k jevu, zvanému retrogradace. Strukturu

amylózy tvoří maltózové jednotky, které jsou spojené lineární vazbou α -D-(1 \rightarrow 4). Struktura amylózy je znázorněna na Obr. 1. Amylóza je směsí polymerů, která u obilných škrobů obsahuje 1000 až 2000 a u bramborového škrobu až 4500 glukózových jednotek a její molekulární hmotnost je $10^5 - 10^6$ Da. Molekula amylózy je ve vodě a neutrálních roztocích náhodně svinutá a vytváří levotočivou šroubovici. Globulární struktury převažují v alkalických roztocích. V horké vodě je rozpustná a s jodem poskytuje modré zbarvení. Většina škrobů obsahuje asi 15 – 35 % amylózy (brambory 18 – 23 %, rýže 16 – 30 %, žito 24 – 26 %). [11 - 12] [17] [23]

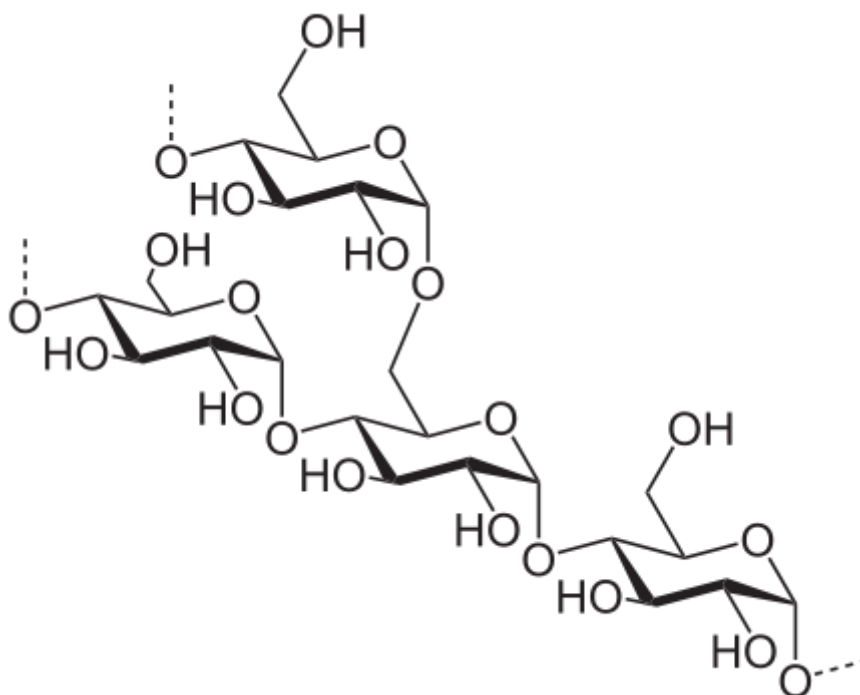


Obr. 1. Struktura amylózy

2.2 Amylopektin

Amylopektin je ve vodě nerozpustný a je tvořen α -D-(1 \rightarrow 4) glykosidovými vazbami, na který se navazují α -D-(1 \rightarrow 6) vazbou postranní řetězce. Struktura amylopektinu názorněna na Obr. 2. Řetězce amylopektinu mohou být rozděleny do tří typů, a to řetězec A, B a C. Řetězce A jsou spojeny s molekulou pouze prostřednictvím redukujícího konce, zatímco řetězec B nese další řetězce. Typ C nese jednu redukující skupinu. Lineární vnější větve amylopektinu (A řetězce) se mohou účastnit i tvorby gelu, protože jsou stejně malé jako fragmenty amylózy. V horké vodě vytváří relativně stabilní vysoce viskózní roztoky až

mazy, které při reakci s jodem vytváří červeno – fialové zbarvení. Počet glukózových jednotek je podstatně větší než u amylozy, a to v řádu 50 000 – 1 000 000. Molekulární hmotnost se pohybuje mezi 10^7 – 10^8 Da. [11 - 12] [17] [23]



Obr. 2. Struktura amylopektinu

2.3 Mazovatění

Nepoškozené granule škrobu jsou nerozpustné ve studené vodě, ale vodu mohou přijímat. To má za následek zvětšení objemu a při sušení se vrátí ke své původní velikosti. Při zvyšování teploty granule praskají a tvoří se gelové pasty. V první fázi procesu zahřívání dochází ke zvětšení objemu v nejméně organizovaných oblastech škrobových granulí. Dalším ohřevem dochází k disociaci dvojitých šroubovicových oblastí a zanikají struktury amylopektinu a dochází ke zvýšení viskozity. Mazovatění vyvolává změny v reologickém chování škrobu v důsledku strukturálních změn a při pokročilem zahřívání a hydrataci

dochází k praskání granulí a tím k mazovatení škrobu. Poté dochází k uvolňování amylozy a amylopektinu do roztoku a vzniká škrobový maz. Ne všechny škrobové granule praskají při stejné teplotě, která je charakteristická pro určitý druh škrobu. Teploty mazovatení vybraných škrobů jsou uvedeny v Tab. 4. [6] [17] [23 - 24]

Tab. 4. Teploty mazovatení vybraných škrobů

Zdroj škrobu	Teplota želatinace °C		
	počáteční	střední	konečná
pšenice	52	58	64
kukuřice	62	67	72
kukuřice vosková	63	68	72
rýže	66	72	78
brambory	50	60	68
	61	66	71

2.4 Enzymy

Při hydrolyze a modifikaci působí na škrob nejrůznější enzymy. Ty z enzymů, které jsou schopny katalyzovat amylozu a amylopektin se nazývají amylázy a jsou produkovány rostlinami, bakteriemi, houbami a živočichy. U savců se amyláza nachází převážně ve slinných žlázách a pankreatu. Enzymy, které štěpí pouze vazbu α -D-(1→4) a to přednostně ve středu řetězce, se nazývají α -amylázy. Působením těchto enzymů klesá rychle viskozita, proto jsou nazývány enzymem ztekucujícím. Tradičně se α -amyláza získává z *Aspergillus oryzae*. Enzymy získané z různých druhů termofilních mikroorganismů, jako například *Bacillus amyloliquefaciens* a *Bacillus licheniformis* mají tu výhodu, že jsou tepelně stabilní. Glukoamyláza se vyskytuje téměř výhradně v houbách a štěpí neredukující konce amylozy a amylopektinu. Dochází k přeměně škrobu na glukózu. Jsou produkovány různými organismy, ale komerční produkty jsou získané především z rodu *Aspergillus* nebo *Rhizopus*. Mezi další významné enzymy patří β -amyláza, amyloglukosidáza,

pullulanáza, isomaltáza, glukózaizomeráza a jiné. Za účasti enzymů dochází i k biochemické přeměně škrobu na alkoholy, organické kyseliny a polyoly. Různými procesy se převádí škroby na cukry (monosacharidy a disacharidy), které jsou pak fermentovány za pomoci kvasinek nebo bakterií *Zymomonas* na alkohol. Etanol lze získat za použití imobilizované *Zymomonas molilis* a amyloglukosidázy, které fermentují zcukřující škrob. Etanol lze získat i použitím geneticky modifikovaných kmenů kvasinek. Zvýšený obsah etanolu ze škrobu lze dále získat z kvasinek *Aspergillus awamori*, vylučující glukoamylázu. [17] [23]

2.5 Maltodextriny

Komerční škrobové hydrolyzáty jsou klasifikovány z hlediska ekvivalentu dextrózy DE. Tímto označením se vyjadřuje stupeň zcukření a označuje hloubku rozštěpení škrobové molekuly. Jde o procentický podíl redukujících cukrů v přepočtu na jednotku glukózy v sušině. Maltodextriny jsou definovány jako nesladké škrobové hydrolyzáty, které se skládají z glukózy spojené především glykosidovými vazbami mající DE 3 – 20. Tyto škroby s DE nižší než 20 se řadí mezi škroby modifikované. DE = 100 má hydrolyzát rozštěpený až na glukózu. Maltodextriny jsou zcela rozpustné ve vodě, vykazují velmi nízkou nebo žádnou sladkou chuť a neovlivňují jiné příchutě. Jsou velmi hojně využívány v potravinářském průmyslu. Při výrobě maltodextrinu dochází k hydrolýze škrobu za vzniku glukózy až oligosacharidu s průměrnou délkou řetězce 5 – 10 glukózových jednotek. Vlastnosti dextrinů jsou ovlivněny jejich DE, které se mění se stupněm hydrolýzy. Mohou být vyrobeny buď hydrolýzou enzymatickou, nebo kyselou. Při kyselé hydrolýze ovšem dochází k produkci velkého množství volné glukózy a takto vyrobené maltodextriny mají poté tendenci k retrogradaci. Při enzymatické hydrolýze se nejprve suspenze škrobu zkapalní, a to ohřevem na 70 – 90 °C při neutrálním pH za přítomnosti bakteriální α -amylázy na DE 2 – 15. Získaný kapalný hydrolyzát se dále temperuje v autoklávu při 110 – 115 °C, kde dojde k želatinaci zbývajícího nerozpuštěného škrobu a po ochlazení dochází k enzymatickému ošetření a dosažení požadovaného DE. Následuje neutralizace a hydrolýza α -amylázou za vzniku maltodextrinu. Konečný produkt se zahustí ve vakuové odparce a vzniknou hotové sirupy, které se následně suší a získává se bílý prášek o vlhkosti 3 – 5 %. [17] [23]

2.6 Škrobové modifikace

Při výrobě škrobu se využívá mnoha procesů, které izolují čištěný škrob z ostatních složek suroviny, kde cílem je získat nerozpustné a nepoškozené granule škrobu. Nativní škroby jsou obecně příliš slabé a funkčně velmi omezené. Při zpracování a úpravě je třeba vyvolat různé fyzikální, chemické a biochemické modifikace, které zlepší estetiku výrobků, sníží výrobní náklady, zajistí konzistenci produktu a prodlouží trvanlivost. Další schopností modifikovaných škrobů je schopnost působit jako emulgátor, stabilizátor, schopnost bobtnat ve studené vodě, usnadňuje stravitelnost, schopnost interakce s jinými látkami, vyšší toleranci k pH a teplotě a mnoho dalších. U chemické modifikace záleží na hydroxylové skupině a jako modifikovaný polysacharid můžeme označit ten, který byl změněn chemickou reakcí, například oxidací, esterifikací, etherifikací, síťováním. Fyzikálně chemické vlastnosti jsou do značné míry závislé na stupni substituce (DS), který je definován jako počet substituovaných skupin na jednu glukózovou jednotku škrobu. Kvalitativní změna vlastností je dána vlastnostmi substituentů a kvantita pak odpovídá množství navázané látky. [17] [23] [25]

2.6.1 Oxidace

Nejčastěji využívané komerční činidlo je alkalický chlornan. Získávají se dvěma způsoby, a to buď cestou selektivní, nebo neselektivní. Oxidace škrobu se provádí z důvodu získání produktu s nižší viskozitou, tvorbou pevných disperzí a odolností ke zvýšené viskozitě a gelace ve vodném prostředí. Oxidace způsobuje určitou depolymeraci, snižování viskozity a vzniku relativně objemné karboxylové kyseliny (-COOH) a aldehydové (-CHO) skupiny. Objemná skupina narušuje tendence retrogradace, čímž se snižuje pevnost gelu a poskytuje viskózní stabilitu. Oxidace se provádí ve vodné suspenzi ve slabě alkalickém prostředí. [17] [23]

2.6.2 Stabilizace

Účinnost stabilizace závisí na počtu a povaze substituovaných skupin. Tento typ modifikace je proto nazýván stabilizace a produkty se nazývají stabilizované škroby. Hlavním cílem stabilizace je zabránění retrogradace a tím zvýšení trvanlivosti a tolerance vůči teplotním výkyvům, jako je mražení a rozmrazování. Existují dva typy stabilizovaných škrobů a to acetylovaný a hydroxypropylovaný. [17] [23]

2.6.3 Zesítení

Při této modifikaci dochází k nahrazení vodíkových vazeb trvalejšími, pevnějšími vazbami kovalentními. Při síťování se používají bifunkční nebo polyfunkční činidla, která jsou schopna tvořit intramolekulární křížové vazby mezi sousedními vazbami řetězce škrobu. Běžně používanými činidly jsou fosforylchlorid, trimetafosforečnan sodný, tripolyfosforečnan sodný, epichlorhydrin a další. Reakční podmínky se liší v závislosti na typu použitého činidla. Na výsledné vlastnosti derivátů má vliv počet příčných vazeb. Při nízkých stupních zesítení se zvyšuje viskozita škrobových mazů, při středních se zvyšuje teplota mazovatění a při vysokých stupních zesítení se získávají škroby, které neobtnají ani při bodu varu. [6] [17 - 19] [23] [25]

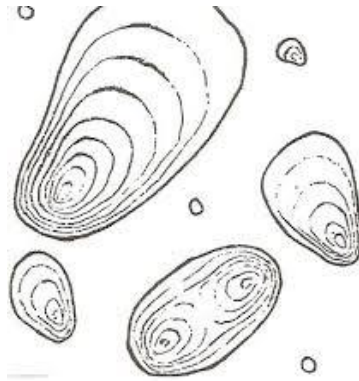
2.7 Použití škrobu v mlékárenském průmyslu

Většina škrobů slouží jako zahušťovadla a plnidla, stabilizátory pěn nebo emulzí, želírující látky, náhrady tuků, nosiče vonných látek. Škroby slouží pro výrobu suchých instantních polotovarů jako zahušťovadla a stabilizátory. Enzymově modifikované škroby se využívají jako stabilizátory a vodovazné prostředky při výrobě kysaných mléčných výrobků. Stejnou úlohu u termixů plní modifikované škroby a enzymově odbourané škroby. Oxidované škroby slouží jako mrazuvzdorné stabilizátory, které se přidávají do mražených smetanových krémů. Jako antikrytalizační prostředky a stabilizátory konzistence mražených výrobků a zmrzlin se používají maltodextriny a škrobové sirupy. Škrob nachází uplatnění při stabilizaci emulzí typu olej ve vodě, tedy ke stabilizaci majonéz a dresingů. Hydrolyzáty obsahující maltodextriny se používají při výrobě zmrzlin a mražených mléčných výrobků, kde brání tvorbě krystalů. [6] [17 - 18]

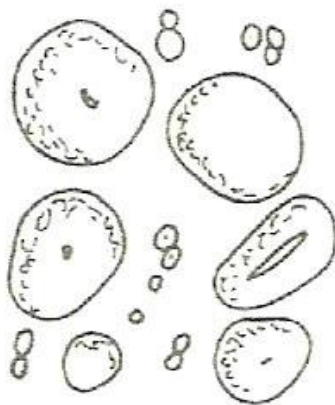
2.8 Škroby ve výživě

Škrob patří mezi polysacharidy, které jsou snadno štěpeny v horní části zažívacího traktu. Většinu škrobů lze zařadit do skupin rychle a pomalu stravitelných škrobů, které se tráví v tenkém střevě. Na trávení se podílí α -amyláza obsažená ve slinách a z pankreatických enzymů je to pankreatická α -amyláza a pankreatická isoamyláza. Obtížně hydrolyzovatelný je tzv. rezistentní škrob, který není při trávení využit a prochází až do tlustého střeva. Zde je využit přítomnými mikroorganismy a tím, že produkují monokarboxylové kyseliny, snižují pH v tlustém střevě. Tím se vytváří vhodné prostředí pro zdravou střevní mikroflóru a dochází k lepšímu účinku vstřebávání některých

minerálních látek. Při požití pomalu stravitelného škrobu dochází k hydrolýze již v tenkém střevě. Tento druh škrobu je využívá při přípravě snídaňových cereálií, kde pomalé trávení umožňuje udržet hladinu glukózy v krvi. [6] [20]



*Obr. 3. Škrobová zrna
bramborového škrobu*



*Obr. 4. Škrobová zrna
pšeničného škrobu*



*Obr. 5. Škrobová zrna
kukuřičného škrobu*

3 ŽELATINA

3.1 Suroviny pro výrobu želatiny

Slovo želatina je odvozeno z latinského slovesa gelare, což znamená tuhnutí. Označuje se jako produkt získaný parciální hydrolýzou bílkovinné složky pojivové tkáně kolagenu a využita může být libovolná surovina, která kolagenovou tkáň obsahuje. Želatina se vyrábí z vepřové a hovězí kůže, pojivové tkáně a kostí živočichů a vyznačuje se vysokým obsahem aminokyselin. Mezi tyto aminokyseliny patří glycin (26,4 – 30,5 %), prolin (14,8 – 18 %), hydroxyprolin (13,3 – 14,5 %), kyselina glutamová (11,1 – 11,7 %) a alanin (8,6 – 11,3 %). Zbývající aminokyseliny v sestupném pořadí jsou arginin, kyselina aspartová, serin, leucin, valin, fenylalanin, threonin, izoleucin, histidin, methionin a tyrosin. Želatina se hydratuje ve vodě a pak zahřívá na zhruba 71 °C. Poté dochází k jejímu rozpuštění. Tím se vytvoří makromolekulární koloidní disperze. V případě, že vodný roztok želatiny má koncentraci vyšší než 0,5 % a ochladí se na teplotu asi 35 – 40 °C, dojde ke zvýšení viskozity a poté ke tvorbě gelu. Rychlost a stupeň bobtnání jsou charakteristické pro konkrétní želatiny. Nabobtnalé želatinové granule se rychle rozpouští ve vodě při teplotách vyšších než 35 °C. Viskozita želatinových roztoků je ovlivněna koncentrací želatiny, teplotě, molekulové hmotnosti vzorku, pH, přísad a nečistot. Viskozita želatinových roztoků se zvyšuje se zvyšující se koncentrací želatiny a s klesající teplotou. Želatina je účinný ochranný koloid, který zabraňuje krystalizaci a stabilizuje heterogenní suspenze. Působí jako emulgační činidlo. K tomu, aby došlo ke gelování, musí se teploty snížit na méně než 49°C. Želatina je nerozpustná ve studené vodě, ale rozpustná v horké vodě a vodných roztocích s vícemocnými alkoholy jako je glycerol a propylenglykol. Dále je rozpustná ve vysoce polárních organických rozpouštědlech, a to v kyselině octové, trifluoretanol a formamidu. V méně polárních rozpouštědlech je nerozpustná. Mezi tyto rozpouštědla patří aceton, chlorid uhličitý, etanol, ether, benzen, dimetylformamid. Celkový popel by měl být menší než 2 % a obsah vlhkosti nižší než 15 %. [7] [19] [26 - 27]

3.2 Výroba želatiny

Nové metody pro zpracování želatiny byly zavedeny kolem roku 1960, ale základní technologie pro výrobu želatiny byly vyvinuty již kolem roku 1920. Nejdříve musí být surový materiál očištěn a omyt, zvláště pak kosti, které jsou vystaveny působení kyseliny

(průmyslově se k tomuto využívá 4 – 7% kyselina chlorovodíková) po dobu nejméně dvou dnů. Tento proces je známý jako macerace, jejímž výsledkem je odstranění minerálů, obsažených v kostní tkáni, jako například hydroxylapatit a uhličitán vápenatý. Po maceraci získáváme houbovitý kostní materiál zvaný ossein. Tato koncentrovaná surovina může být dále zpracována přímo, nebo usušena a uskladněna. Po přípravném procesu následuje zpracování buď za pomoci kyseliny, nebo zásady podle toho, jaká surovina je použita jako zdroj kolagenu, a jaká je požadována kvalita želatiny. Obecně lze říci, že všechny typy želatiny se vyrábějí jedním ze dvou postupů modifikace, a to kyselou a alkalickou hydrolýzou. V závislosti na postupu zpracování se rozlišují dva typy želatiny, a to A a B želatina. Kyselou hydrolýzou se z vepřových kůže vyrábí typ želatiny A, které se získávají při jatečném zpracování masa jako vedlejší produkty výroby. Kyselé a alkalické procesy mají oddělené prostory a jsou nezaměnitelné. Z kostí se získá asi 4 – 18 % želatiny, zatímco z vepřové kůže se získá 18 – 22 %. Rozdíly mezi želatinou typu A a B nejsou jen v jejich zdrojích a získávání. Typ A má obsah vlhkosti 8 – 12 %, hodnotu pH 3,8 – 5,5, viskozitu 20 – 70 MPa a obsah popela 0,3 %, a to zejména Na^+ , Cl^- , SO_4 . U želatiny typu B je obsah vlhkosti 8 – 12 %, pH 5 – 7,5 a viskozitu 2 – 75 MPa, obsah popela 0,5 – 2,0 %, zejména Ca^{2+} , PO_4^{2-} , Cl^- . [7] [26 - 27]

3.2.1 Kyselá hydrolýza

Při zpracování kyselou hydrolýzou se nejčastěji používá kyselina chlorovodíková, sírová, fosforečná a siřičitá. Umytý, hydratovaný surový materiál se ponoří do studeného roztoku minerální kyseliny s pH 1,5 – 3 po dobu 8 – 30 hodin (v průmyslové výrobě většinou na 18-24 hodin), v závislosti na velikosti a tloušťce surového materiálu. Poté následuje opláchnutí studenou vodou, čímž se smyje přebytek kyseliny a zvýší se pH na 4. Většina nekolagenních proteinů v blízkosti pH 4 – 5 snadno koagulují a následně jsou odstraněny. Při kyselém kondicionování jsou kůže ošetřeny řadou extrakcí se sledováním teplot a času. Při výrobě se provádí čtyři až pět extrakcí při zvyšující se teplotě z 55 – 65 °C při první extrakci a 95 – 100 °C při poslední extrakci. Každá z extrakcí trvá asi 45 hodin. Roztok želatiny je filtrován, získaný viskózní roztok se ochladí, a vysuší při teplotě 30 – 60 °C. Želatina připravená během první extrakce je pevná a má nesouvislou strukturu, a proto se míchá do požadované konzistence. Pro koncentraci extraktu se používá vakuové odpařování zředěné želatiny poté, kdy se tlakově filtruje. Teplý, koncentrovaný roztok se rychle chladí v lednici. Výsledný produkt se nařeže na kousky a suší při kontrolované teplotě a vlhkosti, aby se zabránilo rozpouštění povrchové dehydrataci. Při vlhkosti

přibližně 10 % dochází k mletí a drcení na konečný produkt. Zpracováním zdrojů kolagenu kyselou cestou získáváme želatinu typu A. [7] [26 - 27]

3.2.2 Alkalická hydrolýza

Pomocí alkalického zpracování jsou kosti nejprve demineralizovány zředěnou kyselinou, což vede k odstranění vápenatých solí, převážně fosfátu. K tomuto procesu může být použita řada alkalických činidel, nejpoužívanějším však je nasycená vápenná voda $\text{Ca}(\text{OH})_2$ o pH 12. Surový kolagen se promyje ve studené vodě ve velkých nádržích. Po odstranění přebytku vody se obsah vápna zvýší a čerstvá voda se přidává tak, aby vznikl nasycený roztok hydroxidu vápenatého. Kůže se ponoří do roztoku vápna na 3 až 12 týdnů, kde je teplota udržována pod teplotu nižší než 24 °C, nebo dokonce déle, aby došlo k odstranění globulinu, mukopolysacharidu, albuminů, karotenu a dalších pigmentů. Směs je v pravidelných intervalech promíchávána za pomoci tyče nebo jiných mechanických prostředků. Když je tato fáze dokončena, vápno se promývá čistou vodou. Zbytek báze se neutralizuje zředěnou kyselinou, kdy hodnota pH v této fázi je 5 – 8. Začíná extrakce želatiny při vyšších teplotách. Nejvyšší kvalita želatiny se získává z první extrakce. Výsledným produktem zpracování zdrojů kolagenu pomocí zásad je získání želatiny typu B. [7] [26 - 27]

3.3 Použití želatiny

Želatina je univerzální hydrokoloid s širokým použitím v potravinářském, farmaceutickém, kosmetickém, lékařském a fotografickém průmyslu. Nejdůležitější vlastnosti želatiny jsou: tvorba gelu za daných teplotních podmínek, tvorba textury, zahušťování, schopnost vázat vodu, tvorba a stabilizace emulze a pěny, ochranné koloidní funkce. Potravinářský průmysl je stále jedním z největších zpracovatelů želatiny. Želatina zajišťuje efekt „rozpuštění v ústech“ v dezertech a v želé. Široké uplatnění najde také v některých mléčných výrobcích a v pečivu, kde zajišťuje uchování všech vlastností, které zákazník očekává. U mléčných výrobků je to především vzhled, textura a chuť. Před druhou světovou válkou patřila želatina k nejrozšířenějšímu stabilizátoru při výrobě zmrzliny. I přesto, že později převzaly tuto funkci jiné hydrokoloidy, i nadále se používají stabilizátory, které obsahují želatinu a jiné hydrokoloidy. Želatina váže část vody ve zmrzlině, zpomaluje tvorbu krystalů, chrání zmrzlinu od teplotního šoku a vytváří vhodnou texturu. Při výrobě sušených práškových mléčných směsí se mléko a želatina suší a tyto směsi se používají na výrobu mražených

výrobků na bázi smetany, cukru, želatiny a vanilky. Jiným příkladem může být výroba mléčných nápojů v kombinaci s ovocnými šťávami, ve kterých přítomná želatina zabraňuje srážení mléka a kyselé šťávy. Dalším produktem je kombinace másla a želatiny, kde takto modifikované máslo nevyžaduje chlazení. Mléko je především emulzí typu olej ve vodě a přidáním želatiny do mléčných výrobků zajistíme zlepšení emulgační kapacity, jelikož molekuly želatiny přilnou k povrchu tukových kapiček, čímž snižují povrchové napětí. Synerze je jev, kdy se z želatiny uvolňuje voda, a produkt se tím pádem stává méně atraktivní pro spotřebitele. Želatina může být přidána do mléčných výrobků, aby na sebe vážala syrovátku, a tímto způsobem zabránila sekreci vodnaté syrovátky například v jogurtech, tvarohu nebo v čerstvých sýrech. V dezertech na bázi našlehaného mléka želatina snižuje povrchové napětí vody, čímž umožňuje tvorbu pěny buď mechanickým šlaháním nebo vstřikováním šlehacího plynu. Komerčně se želatina vyrábí v různých velikostech v rozmezí od hrubých granulí až po jemný prášek. V Evropě je také želatina produkována ve formě tenkých plátků určených pro použití při vaření. Želatina je dodávána v podobě prášku, granulí nebo želatinových plátků, které by měly mít světle žlutý jantarový průsvitný odstín. Je v podstatě bez chutě a zápachu. [7] [26 - 28]

3.4 Nutriční vlastnosti

Želatina je zdrojem vysoce kvalitní bílkoviny, neobsahuje žádný cholesterol ani cukr a prakticky žádný tuk. Je lehce stravitelná a zcela rozložitelná lidským organizmem. Želatina se v potravinách využívá ke zvýšení obsahu bílkovin, snížení obsahu sacharidů, snížení koncentrace soli, pro snížení obsahu tuku v nízkotučných výrobcích a jako nosič vitamínů. Želatina má posilující účinek na vlasy a při pravidelné konzumaci pomáhá posílit pojivovou tkáň, čímž pomáhá udržet pevnou kůži, lesklé vlasy a silné nehty. [7]

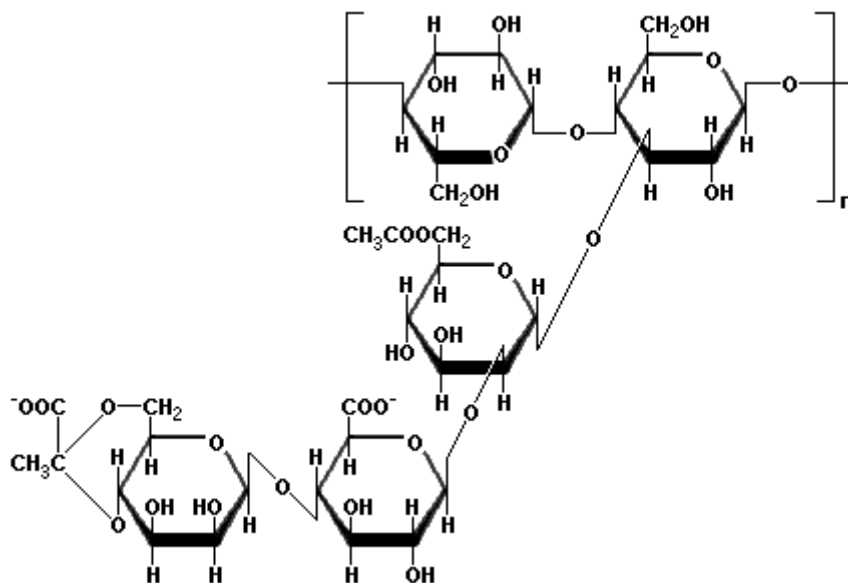
4 XANTANOVÁ GUMA

4.1 Získávání

Xantanová guma neboli xantan je extracelulární polysacharid vylučován mikroorganizmem *Xanthomonas campestris*. Tento polysacharid je vylučován bakterií enzymatickým procesem, a to na povrch buněčné stěny během přirozeného životního cyklu. Bakterie *Xanthomonas campestris* se vyskytují nejčastěji na zelenině rodu *Brasica*, jako je například zelí. Komerčně je xantan vyráběn z čisté kultury bakterie pomocí aerobního fermentačního procesu. Bakterie jsou kultivovány v dobře provzdušněném médiu obsahujícím glukózu, zdroj dusíku a různé stopové prvky. Vysrážení xantanu probíhá za pomoci isopropylalkoholu nebo etanolu. Nakonec se suší, mele a balí. Jde o bezbarvou látku a v potravinářství se s ní setkáváme v podobě bílého prášku. [1 - 2] [8]

4.2 Struktura

Primární struktura xantanové gumy je tvořena β -D-(1 \rightarrow 4) glukózovými jednotkami s postranními řetězci - trisacharidy, které jsou tvořené zbytkem D-glukuronové kyseliny a dvěma zbytky D-manózy. K D-manózové jednotce postranního řetězce je glykosidovou vazbou β -(1 \rightarrow 4) vázána β -D-glukuronová kyselina, k níž je vazbou (1 \rightarrow 2) připojena α -D-manóza. Základní struktura xantanu je zobrazena na Obr. 3. Tyto postranní řetězce se váží na glukózovou jednotku hlavního řetězce v poloze C-3. V této konformaci jsou trisacharidové postranní řetězce v souladu s hlavním řetězcem a stabilizují celkovou konformaci pomocí nekovalentních interakcí, většinou vodíkových vazeb. Přibližně 50 % koncových manózových zbytků jsou pyruvátové a nekoncové zbytky na C-6 obvykle nesou acetylovou skupinu. Xantan je tvořen jednoduchou nebo dvojitou pravotočivou šroubovicí, která je závislá na postranních řetězcích a iontovém prostředí, čímž se tato struktura stává odolná proti působení kyselin, zásad a enzymů. [2] [6]



Obr. 6. Struktura xantanu

4.3 Vlastnosti

Xantanový polymer je dobře rozpustný ve studené vodě, v organických rozpouštědlech je nerozpustný. Jeho viskozita má vynikající stabilitu v širokém rozmezí pH (2 – 12) a teplot. Funkčnost xantanové gumy je závislá na správné přípravě roztoku. Proto je před přípravou důležité znát vlastnosti gumy. Aby bylo dosaženo optimální funkce, musí být xantan správně hydratovaný. Hydratace závisí na disperzi, agitaci rychlosti rozpouštědla, složení rozpouštědla a velikosti částic. Aby došlo ke správné hydrataci, částice gumy musí být dobře rozptýleny. Nedostatečně rozmíchaná disperze vede při míchání ke shlukování částic a tvorbě hrudek částic gumy (též zvané „rybí oko“). Tyto hrudy zabraňují hydrataci a snižují funkčnost xantanové gumy. K rozptýlení částic a hydrataci dochází za podmínek vysokosmykového míchání. Vhodná zařízení pro míchání roztoků xantanové gumy jsou mlýn, disperzní nálevky a vysokorychlostní míchací zařízení. V případě, že tato zařízení nejsou k dispozici, lze jako dispergační činidlo použít suché přísady, jako je sacharid, škrob nebo sůl. Smícháním dochází k fyzickému oddělení jednotlivých částic xantanu a zlepšuje jeho rozptyl. Ideální poměr směsi by měl být 10 : 1 disperzní činidlo : xantan, ale

může být i v poměru 5 : 1. Samotný xantan gely netvoří, avšak tyto vznikají ve směsích s některými polysacharidy. Mezi tyto polysacharidy patří např. galaktomanany jako například guarová guma a lokustová guma a glukomanany jako konjak manan. Vznik těchto směsí má za následek zlepšení viskozity. Interakce s galaktomanany je závislá na poměru látek ve směsi, pH, iontové síle roztoku, molekulové hmotnosti galaktomananu a obsahu acetátu v xantanové gumě. Synergická interakce se zvyšuje se zvyšující se molekulovou hmotností galaktomananů a snížením obsahu acetátu v xantanové gumě. Pokud je přítomna guarová guma, zvyšuje se viskozita disperze. Této vlastnosti je využito u výrobků, které vyžadují stabilní viskozitu v širokém rozmezí koncentrací solí, pH a teplot. Roztoky xantanu jsou s alkoholem kompatibilní, což umožňuje jeho použití jako zahušťovadlo ve výrobcích na bázi alkoholu, jako jsou různé koktejly a čokoládové likéry. Většina hydrokoloidů je do určité míry degradována enzymy, které jsou v některých potravinách přítomny (např. bromelin obsažený v ananasu). Běžně vyskytující se enzymy, např. proteázy, celulózy, pektinázy a amylázy, však nemají na degradaci xantanu vliv. V praxi je této vlastnosti využíváno při výrobě produktů na bázi škrobu, kořenících směsí a dalších výrobků, kde je xantan schopen udržovat stabilní viskozitu. [6] [8]

4.4 Vlivy působící na viskozitu

4.4.1 Vliv solí

Vliv solí na viskozitu závisí na koncentraci xantanové gumy v roztoku. Přibližně pod 0,25% koncentraci xantanové gumy způsobují monovalentní soli, jako např. NaCl, mírný pokles viskozity. Při vyšší koncentraci gumy se viskozita naopak zvyšuje. Při koncentraci NaCl pod 0,1 % je viskózní stability dosaženo bez ohledu na koncentraci xantanové gumy a další přídavek soli má na viskozitu poměrně malý vliv. Dvoumocné kovy solí jako je vápník a hořčík mají podobný vliv na viskozitu jako soli monovalentní. Trojmocné ionty, jako je hliník, gelaci xantanu podporují. [8]

4.4.2 Vliv pH

Při posuzování účinku pH na roztok se sleduje, jak se viskozita mění v závislosti na pH a jak stabilní je viskozita v závislosti na čase při daném pH. Viskozita xantanové gumy je citlivá na pH, ale velmi stabilní. Disperze xantanu jsou stabilní jak v kyselém, tak v alkalickém prostředí. Viskózní disperze xantanu představuje postupné snižování viskozity přibližně pod pH 4. [8]

4.4.3 Vliv teploty

Roztoky xantanové gumy jsou jedinečné ve schopnosti udržet svou viskozitu do dosažení teploty tání. Při dosažení této teploty viskozita silně klesá v důsledku reverzibilních změn v molekulární konformaci. Při 0,3% koncentraci xantanu v neionizované vodě změna nastává již při teplotách kolem 40 °C a v přítomnosti nízké hladiny soli, která se běžně používá v potravinářských produktech, ke změně dochází při teplotách nad 90 °C. [8]

4.5 Použití v mlékárenském průmyslu

Označení pro xantanovou gumu je E 415. Toto označení vychází z nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1333/2008. Toto nařízení zahrnuje použití potravinářských přídatných látek v potravinách. Xantanová guma slouží především jako zahušťovadlo a stabilizátor. Spolu s karagenanem a galaktomanany jsou vynikající stabilizátory pro řadu mražených a chlazených mléčných výrobků, kde zabraňují tvorbě vzniku ledových krystalků. Mají velký význam i pro skladování mléčných výrobků, kde udržují hladkou a krémovou strukturu a jsou odolné proti teplotnímu šoku. Xantanová guma v kombinaci s lokustovou gumou a guarovou gumou zlepšují fyzikální a organoleptické vlastnosti výrobků, jako jsou například tavené sýry. [6] [8] [29]

5 LOKUSTOVÁ GUMA

5.1 Získávání a struktura

Lokustová guma známá také jako karubin, karob a svatojánský chléb se získává z endospermu semen rohovníku obecného. Tyto stromy jsou většinou pěstovány v oblasti Středoziemního moře a dnes je jeho pěstování směřováno do Španělska a subtropických oblastí USA a Austrálie. Strom rohovníku nese lusky s průměrným výtěžkem 50 – 70 kg a celková produkce je asi 2000 – 3000 kg/ha. V zavlažovaných oblastech je možné získat ze stromu rohovníku v průměru až 250 – 300 kg lusků, čím se získá 12300 kg/ha. Stromy rohovníku můžou růst až do výšky 10 – 15 m a jeho kořeny mohou dosáhnout hloubky 25 m. Lusky jsou 10 – 30 cm dlouhé, 1,5 – 3,5 cm široké a silné 1 cm. Jeden lusk obsahuje 8 – 12 semen nebo jader. Lusky jsou tmavě hnědé barvy a mají rovný, nebo zakřivený tvar. Plody se sklízí při dosažení vlhkosti 12 – 18 %. Jádru svatojánského chleba se skládá ze tří hlavních částí, a to vnější slupky (30 – 33 %), endospermu (42 – 46 %) a zárodku (23 – 25 %). Po odstranění lusu jsou semena rozdělena po délce a část klíčku se oddělí od endospermu semen rohovníku. Oddělený endosperm se dále mele, prosévá, třídí, balí a prodává se jako svatojánský chléb. Jádra se uvolňují v procesu zvaném „*kibblig*“. Zárodek obsahuje asi 50 % proteinu a používá se jako krmivo pro dobytek. Je také využíván jako barvivo pro japonské nudle a sušenky. Pro získání endospermu je nutno před oddělením zárodku odstranit těžký lusk v procesu „*peeling*“. Existují dva různé procesy peelingu. [2] [30]

5.1.1 Chemický proces peelingu

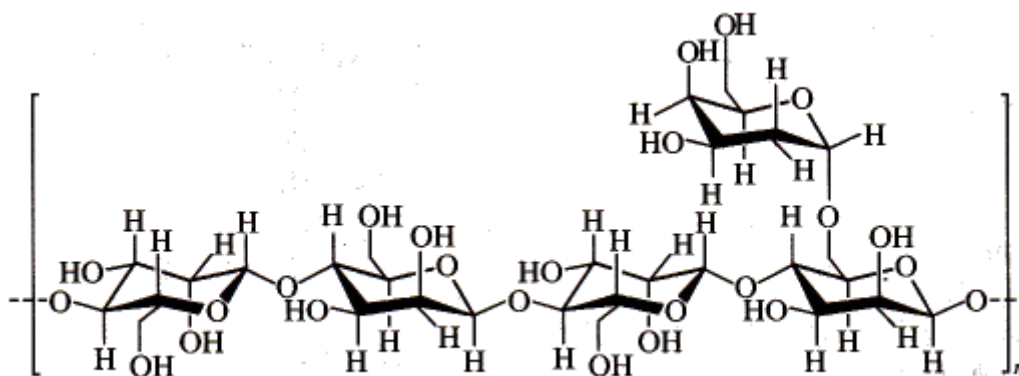
Lusk je karbonizován roztokem koncentrované kyseliny sírové při vysoké teplotě. Tato technologie umožňuje výrobu bílého prášku. Tímto procesem dochází k usnadnění oddělení klíčku z endospermu. Získáváme lokustovou gumu s vysokým stupněm kvality a vysokou viskozitou. Nevýhodou této technologie je velké množství odpadní vody. [30]

5.1.2 Tepelně mechanický proces peelingu

Jádra se praží při vysokých teplotách, a to nejméně při 550 °C. Ulpělé části lusu se poté odstraňují mechanicky. Dochází k praskání některých endospermů a klíčků. Výhodou této technologie je to, že je vyžaduje relativně jednoduché zařízení, méně odpadní vody a dosahuje se vysoké výtěžnosti. Nevýhodou je získání lokustové gumy o nižší kvalitě s nižší

viskozitou. V důsledku malého množství zbytkových zárodečných částic je zisk karubinu s velmi světlou nažloutlou barvou. [30]

Lusky obsahují sacharidy (35 % - 60 %), vlákninu, tanin, proteiny a minerální látky. Lokustová guma je polysacharid tvořen z galaktózy a manózy. Substituována je zhruba každá čtvrtá jednotka manózy. [2] [30]



Obr. 7. Struktura lokustové gummy

Z historického hlediska je zajímavé, že již staří Řekové používali viskózní lokustovou gumu jako projímadlo a pasta ze stromu rohovníku sloužila jako pomocný prostředek při mumifikaci. Z hmotnosti semen byla odvozena jednotka hmotnosti, využívaná pro vážení drahých kamenů. Semena dostala v arabštině jméno „kharrub“, z čehož vznikl i český název „karát“. 1 karát = 0,2 gramu. [12] [14]

5.2 Využití

Lokustová guma je považována za bezpečnou látku, která může být používána dlouhou dobu bez jakýchkoliv příznaků jak u dospělých, tak dětí. Lokustová guma je dále úspěšně používána v lékařské oblasti při zažívacích potížích, pálení žáhy, průjmu a u pacientů s celiakií. V kosmetice se používá při výrobě šampónů, kondicionérů, pleťové vody. [10 - 12]

5.3 Vlastnosti

Důležitou charakteristikou lokustové gummy je schopnost vytvářet velmi viskózní vodný roztok i při nízké koncentraci a tím nahradit tuk v mnoha potravinářských výrobcích. Lokustová guma může být použita v kombinaci s jinými hydrokoloidy jako je karagenan a xantanová guma a výsledný výrobek má větší pružnost a pevnost. Lokustová guma je částečně rozpustná ve studené vodě. Ve vodě je rozpustná (asi ze 70 – 85 %) při zahřívání při teplotě 80 °C po dobu 30 minut. Významnou vlastností je schopnost hydratovat v horké vodě, čímž se vytvoří viskózní roztok. Zahušťovací schopnost závisí na mnoha faktorech, jako je velikost částic, koncentrace, molekulová hmotnost, smyková rychlost a nečistoty. [31] Lokustová guma se dobře snáší s většinou rostlinných hydrokoloidů a s proteiny. Samotná guma gely netvoří, ale při interakci s agarem a karagenany zvyšuje jejich viskozitu a pevnost gelu. Podobné účinky má i s xantánem. K hydrolýze snadno dochází v kyselém prostředí. Lokustová guma má nižší viskozitu a je méně rozpustná než guarové gummy. Viskozita disperze se zvyšuje teprve až po zahřátí, což jeho použití značně omezuje. Mouka ze svatojánského chleba je nerozpustná a bobtná ve studené vodě. [2 - 3]

5.4 Použití v potravinářství

Označení pro lokustovou gumu je E 410. Toto označení vychází z nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1333/2008. Toto nařízení zahrnuje použití potravinářských přídatných látek v potravinách. Karubin je vhodný při výrobě mnoha jídel, protože při konzumaci poskytuje hladký pocit v ústech. U sýrů zajišťuje dobrou roztíratelnost. Schopnost lokustové gummy vázat vodu je využívána při výrobě zmrzliny, kde zabraňuje tvorbě krystalů. V jogurtech snižuje synerzi a zlepšuje zadržování vody. Mléčné bílkoviny a lokustová guma jsou dva neslučitelné systémy a při použití dochází k oddělení fází. Tyto fáze se skládají z ve vodě rozpustných a ve vodě nerozpustných částí. Ve vodě nerozpustné složky obsahují protein mléčné složky (neprůhledné) a ve vodě rozpustné složky obsahují složky, které jsou rozpustné ve vodě (průhledné). Oddělením fází dostává výrobek nežádoucí vzhled. Pokud chceme tomuto nežádoucímu jevu oddělování fází zabránit, používá se lokustová guma v kombinaci s karagenany. [31] Významné je použití v přírodních potravinách jako náhražka kakaa a karobová mouka je využívána jako alternativa mouky bílé v potravinách pro nemocné celiakií. V oblasti potravin se lokustová guma používá i jako imitace čokolády. [11 - 12]

ZÁVĚR

Bakalářská práce se zabývá popisem hydrokoloidů používaných v mlékárenském průmyslu. V úvodní kapitole byla popsána obecná charakteristika hydrokoloidů, a to zejména jejich vlastnosti. Díky těmto vlastnostem našly hydrokoloidy široké uplatnění v různých odvětvích průmyslu, zejména v potravinářském. Dále bylo popsáno získávání hydrokoloidů. To může být buď z rostlin, mořských řas, živočišných tkání nebo mohou být produkovány některými mikroorganismy. Kapitoly se věnují jednotlivým hydrokoloidům, a to škrobu, želatině, xantanové gumě a lokustové gumě, které jsou zde charakterizovány z hlediska struktury, funkčních vlastností a použití v mlékárenském průmyslu.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] KODET, J., ŠOTOLOVÁ, I., ŠTĚRBA, S. Plnicí, zahušťovací, gelotvorné a stabilizační látky pro potraviny (potravinářské hydrokoloidy). SPI, Praha 1993, 1. vyd., ISBN 80-85120-32-1.
- [2] DOBIÁŠ, J. Technologie zpracování ovoce a zeleniny I. Praha 2004, učební text dostupný z :
<http://ukp.vscht.cz/files/uzel/0007709/Technologie+zpracov%C3%A1n%C3%AD+ovoce+a+zeleniny+I.pdf>
- [3] PHILLIPS, G. O., WILLIAMS, P. A. Introduction to food hydrocolloids. EDITED BY GLYN O. PHILLIPS., 2009. Handbook of hydrocolloids. 2nd rev. ed. Cambridge: Woodhead Pub. ISBN 978-184-5695-873.
- [4] CEVOLI, Ch., F. BALESTRA, L. RAGNI a A. FABBRI. Rheological characterisation of selected food hydrocolloids by traditional and simplified techniques. Food Hydrocolloids. 2013 (1), 142-150. ISSN 0268-005x.
- [5] TÁRREGA, A., MARTÍNEZ, M., VÉLEZ-RUIZ, J. F., FISZMAN, S. Hydrocolloids as a tool for modulating the expected satiety of milk-based snach. Food Hydrocolloids. 2014 (39), 51 – 57. ISSN 0268-005x.
- [6] VELÍŠEK, J. Chemie potravin 1. 1. vyd. Tábor: OSSIS, 1999, 352 s., ISBN 80-902391-3-7.
- [7] HAUG, I. J., DRAGET, K. I. Gelatin. EDITED BY GLYN O. PHILLIPS., 2009. Handbook of hydrocolloids. 2nd rev. ed. Cambridge: Woodhead Pub. ISBN 978-184-5695-873.

- [8] SWORN, G. Xanthan gum. PHILLIPS, O. G. 2009. *Handbook of hydrocolloids*. 2nd rev. ed. Cambridge: Woodhead Pub. ISBN 978-184-5695-873.
- [9] VELÍŠEK, J. *Chemie potravin 2*. 2. vyd. OSSIS, Tábor 2002, 320 s., ISBN 80-86659-01-1.
- [10] NISHINARI, K., H. ZHANG a S. IKEDA, 2000. Hydrocolloid gels of polysaccharides and proteins. *Current Opinion in Colloid & Interface Science*. 2000(3-4), 195-201. ISSN 1359-0294.
- [11] SOFROVÁ, D. *Biochemie: základní kurz*. 3. vyd. Praha: Karolinum, 1999. ISBN 80-7184-936-7.
- [12] VODRÁŽKA, Z. *Biochemie*. 2. opr. vyd. Praha: Academia, 1996. ISBN 80-200-0600-1.
- [13] ČEGAN, A., KORECKÁ, L. *Obecná a potravinářská biochemie pro bakalářské studium*. Univerzita Pardubice, Fakulta chemicko-technologická. 2010.
- [14] REGAN, J., ENNIS, M. P., MULVIHILL. M. *Handbook of hydrocolloids*. Milk proteins. Second edition. 2009. University Collage Cork, Ireland. 982 pp. ISBN 978-1-84569-587-3.(e-book).
- [15] KADLEC, P. *Technologie potravin II*. Vyd. 1. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 2002. ISBN 80-7080-510-2.
- [16] PAVELKA, A. *Mléčné výrobky pro vaše zdraví*. Vyd. 1. Brno: Litera, 1996. ISBN 80-85763-09-5.
- [17] KADLEC, P. *Technologie potravin I*. Vyd. 1. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 2002. ISBN 80-7080-509-9.

- [18] TAGGART, P., MITCHELL, J. R. Starch. EDITED BY GLYN O. PHILLIPS., 2009. Handbook of hydrocolloids. 2nd rev. ed. Cambridge: Woodhead Pub. ISBN 978-184-5695-873.
- [19] KADLEC, P., MELZOCH, K., VOLDŘICH, M.. *Přehled tradičních potravinářských výrob: technologie potravin*. Vyd. 1. Ostrava: Key Publishing, 2012. Monografie (Key Publishing). ISBN 978-80-7418-145-0.
- [20] DOSTÁLOVÁ, J., KADLEC, P. *Potravinářské zboží: technologie potravin*. Vyd. 1. Ostrava: Key Publishing, 2014. Monografie (Key Publishing). ISBN 978-80-7418-208-2.
- [21] BUŇKA, F. *Mlékárenská technologie I*. Vyd. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2013. ISBN 978-80-7454-254-1.
- [22] NAVRÁTILOVÁ, P., KRÁLOVÁ, M. *Hygiena produkce mléka*. Vyd. 1. Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, 2012. ISBN 978-80-7305-625-4.
- [23] KNILL, CH. J., KENNEDY, J. F. Starch: Commercial Sources and Derived Products. DUMITRIU, S. 2004. *Polysaccharides Structural Diversity and Functional Versatility*. 2nd ed. Hoboken: CRC Press. ISBN 978-142-0030-822.
- [24] VASANTHAN, T., LI, J., BRESSLER, D., HOOVER, R. Starch as Gelling Agent. EDITED BY JASIM AHMED. *Starch-based polymeric materials and nanocomposites chemistry, processing, and applications*. Boca Raton, Fla: CRC, 2012. ISBN 978-143-9851-173. (e-book)

- [25] HUBER, K. C., BEMILLER, J. N. Modified starch. Chemistry and properties. EDITED BY ANDRÉA C. BERTOLINI. *Starches characterization, properties, and applications*. Boca Raton, FL: CRC Press, 2010. ISBN 978-142-0080-247. (e-book)
- [26] NUSSINOVITCH, A. a Madoka. HIRASHIMA, 2014. *Cooking innovations: using hydrocolloids for thickening, gelling, and emulsification*. 2nd rev. ed. Boca Raton: Taylor. ISBN 978-143-9875-889. (e-book)
- [27] DOMB, J. A., KOST, J., WISEMAN, D. M. 1997. *Handbook of biodegradable polymers*. 2nd rev. ed. Boca Raton, Fla: CRC/Taylor. ISBN 978-142-0049-367. (e-book)
- [28] BUŇKA, F., HRABĚ, J., VOSPĚL, B. *Senzorická analýza potravin I*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2008, 145 s. ISBN 978-80-7318-628-9.
- [29] Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1333/2008 ze dne 16. prosince 2008 o potravinářských přídatných látkách.
- [30] GLYN, O. P. Galactomannans. EDITED BY GLYN O. PHILLIPS., 2009. *Handbook of hydrocolloids*. 2nd rev. ed. Cambridge: Woodhead Pub. ISBN 978-184-5695-873.
- [31] DONG, A. a J. F. KENNEDY. Locust bean gum: Processing, properties and food applications-A review. *Biological Macromolucules*. 2014(66), 74-80. ISSN 0141-8130.

SEZNAM TABULEK

TAB. 1. KLASIFIKACE POTRAVINÁŘSKÝCH HYDROKOLOIDŮ	13
TAB. 2. HLAVNÍ FRAKCE KASEINU	18
TAB. 3. BÍLKOVINY MLÉČNÉHO SÉRA	20
TAB. 4. TEPLoty MAZOvATĚNÍ vYBRANÝCH ŠKROBŮ	24

SEZNAM OBRÁZKŮ

OBR. 1. STRUKTURA AMYLÓZY.....	22
OBR. 2. STRUKTURA AMYLOPEKTINU	23
OBR. 3. ŠKROBOVÁ ZRNA BRAMBOROVÉHO ŠKROBU	28
OBR. 4. ŠKROBOVÁ ZRNA PŠENIČNÉHO ŠKROBU.....	28
OBR. 5. ŠKROBOVÁ ZRNA KUKUŘIČNÉHO ŠKROBU	29
OBR. 6. STRUKTURA XANTANU	35
OBR. 7. STRUKTURA LOKUSTOVÉ GUMY	39