

Aditiva na bázi polysacharidů upravující texturu

Romana Radkovičová

Bakalářská práce
2014



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav analýzy a chemie potravin
akademický rok: 2013/2014

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Romana RADKOVIČOVÁ**
Osobní číslo: **T09365**
Studijní program: **B2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Technologie a řízení v gastronomii**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Aditiva na bázi polysacharidů upravující texturu**

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

- 1. Stručně definovat sacharidy, popsat jejich chemismus, vlastnosti.**
- 2. Blíže rozepsat jednotlivé polysacharidy upravující texturu potravin, definovat jejich použití či omezení v průběhu technologických postupů či aplikací.**
- 3. Formulovat závěry práce.**

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

[1] VELÍŠEK, Jan. Chemie potravin I, OSSIS, Tábor 1999

[2] HEYMAN, Bart., DEWENTINCK, Koen. Gums tuning the rheological properties of modified maize starch pastes: Differences between guar and xanthan, Food Hydrocolloids, Volume 39, Pages 85-94, August 2014

[3] ČOPÍKOVÁ, Jana. Chemie a analytika sacharidů, VŠCHT, Praha 1997

[4] ZHENG Wang, KUN Yang, Hiroe Kikuzaki. The influence of agar gel texture on sucrose release, Food Hydrocolloids, Volume 36, Pages 196-203 May 2014

[5] QIU, Nong-xue, Yu-xia TIAN, Shu-tao QIAO a Hong DENG. Apple Pectin Behavior Separated by Ultrafiltration, Agricultural Sciences in China, Volume 8, Issue 10, Pages 1193-1202, October 2009

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Daniela Sumczynski, Ph.D.**
Ústav analýzy a chemie potravin

Datum zadání bakalářské práce: **11. února 2014**

Termín odevzdání bakalářské práce: **16. května 2014**

Ve Zlíně dne 11. února 2014


doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan




Ing. Jiří Miček, Ph.D.
ředitel ústavu

Příjmení a jméno: RADKOVICHOVÁ ROMANA

Obor: TCHP GA

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 obhajoby¹⁾;
- 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. 3²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60³⁾ 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 § 60³⁾ odst. 2 a 3 mohu užit 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 14.5.2014

Radkovicová Romana

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 nevdělečně 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 dílo:

(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 přihlídně k vyšší výdělků dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce pojednává o rozdělení a vlastnostech jednotlivých polysacharidů, které se uplatňují jako přídatné látky v potravinách. V práci je uvedeno a vysvětleno jejich chemické složení, zařazení v jednotlivých skupinách a aplikace v potravinách. V přílohách jsou uvedeny konkrétní výrobky, které v sobě obsahují tyto aditiva na bázi polysacharidů.

Klíčová slova: polysacharidy, přídatné látky, aditiva

ABSTRACT

This thesis deals with the distribution and characteristics of individual polysaccharides, which are used as additives in food. The work is described and explained by their chemical composition, classification in individual groups and applications in foods. The annexes contain specific products, which contain the following additives based on polysaccharides.

Keywords:

Polysaccharides, additives

Touto cestou bych chtěla poděkovat vedoucí své bakalářské práce Ing. Daniele Sumczynski, Ph.D. za odborné vedení a cenné rady při sepisování bakalářské práce.

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

Motto :

„Člověk se rodí zdrav a všechny nemoci do něj vstupují s jídlem.“

Hippokrates

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 SACHARIDY	12
1.1 MONOSACHARIDY	13
1.2 OLIGOSACHARIDY	13
1.3 POLYSACHARIDY.....	14
1.3.1 Klasifikace polysacharidů	14
1.3.2 Vybrané přírodní polysacharidy	15
1.3.2.1 Škrob.....	15
1.3.2.2 Pektiny	19
1.3.2.3 Celulóza	20
1.3.2.4 Heterofruktany	21
2 PŘÍDATNÉ LÁTKY	22
2.1 PODMÍNKY PŘÍDAVKŮ ADITIV	25
2.2 DŮVODY PŘIDÁVÁNÍ JEDNOTLIVÝCH ADITIV UPRAVUJÍCÍCH TEXTURU.....	25
2.2.1 Zahušřovadla a želírující prostředky	25
2.2.2 Emulgátory a stabilizátory	25
2.3 MODIFIKOVANÉ ŠKROBY	27
2.4 MODIFIKOVANÉ CELULÓZY.....	30
2.5 HETEROMANNANY	31
2.5.1 Guarová guma (E 412).....	31
2.5.2 Lokustová guma (E 410).....	32
2.5.3 Konjaková guma (E 425).....	32
2.5.4 Guma tara (E 417)	33
2.6 HETEROGLUKANY	33
2.6.1 Tamarindová guma	33
2.7 ROSTLINNÉ GUMY A SLIZY	34
2.7.1 Guma tragant (E 413)	34
2.7.2 Guma karaja (E 416).....	35
2.7.3 Guma ghatti (E 419)	35
2.7.4 Arabská guma (E 414).....	36
2.7.5 Guma modřínová	37
2.7.6 Okra	37
2.7.7 Další slizy – junsai, baobab, rerudzo.....	38
2.8 POLYSACHARIDY MOŘSKÝCH ŘAS.....	38
2.8.1 Agar (E 406).....	38
2.8.2 Karagenany (E 407).....	39
2.8.3 Algin (E 400 – 405).....	40
2.8.4 Furcellaran	40
2.9 POLYSACHARIDY MO A VYŠŠÍCH HUB.....	41
2.9.1 Xantan (E 415)	41
2.9.2 Gellan (E 418)	41
2.9.3 Dextran.....	41

2.9.4	Kurdlan	42
2.9.5	Elsinan	42
2.9.6	Pullulan (E 1204).....	42
ZÁVĚR		44
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY		45
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....		49
SEZNAM OBRÁZKŮ		50
SEZNAM TABULEK		51
SEZNAM PŘÍLOH		52

ÚVOD

Aditiva, nebo-li přídatné látky se do potravin přidávají s cílem prodloužit jejich trvanlivost, zlepšit chuť, zvýraznit nebo obnovit barvu potravin, zvýšit nebo regulovat kyselost a zahušťovací vlastnosti, případně dodat sladkou chuť. Životní styl člověka se za poslední roky výrazně změnil. Dnes populace tíhne k co nejdelší době spotřeby. Při této poptávce výrobcům nezbyvá nic jiného, než potraviny něčím upravit, změnit nebo chceme-li obohatit. Bohužel, tyto „upravené“ potraviny v sobě obsahují nejedno aditivum. Na tento úkor poté vznikají různé alergie či jiné nemoci. E kódy uváděné na obalech potravin vzbuzují ve spotřebitelích stále negativní pocity. Ovšem ne každé aditivum, které se přidá do potraviny, musí být nutně „špatné“ nebo zdravotně závadné. Některé jsou dokonce přirozené a člověku zdravotně prospěšné. Do povědomí lidí by se mělo dostat větší množství informací o různých typech přídatných látek, kde se které používají, jaké mají vlastnosti apod.

Tato práce je věnována přídatným látkám na bázi polysacharidů, zejména pak derivátům celulózy, derivátům pektinů, modifikovaným škrobům, karagenanům, arabským gumám apod. Všechny tyto látky jsou zajímavé pro své typické vlastnosti, chemickou strukturu a použití v potravinářství.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 SACHARIDY

Názvem sacharidy se označují polyhydroxyaldehydy a polyhydroxyketony, které obsahují v molekule minimálně tři alifaticky vázané uhlíkové atomy a také sloučeniny, které se v nich tvoří vzájemnou kondenzací za vzniku acetalových vazeb, tj. látky, ze kterých vznikají sacharidy hydrolyzou. K sacharidům se také řadí sloučeniny vzniklé ze sacharidů oxidačními, redukčními, substitučními a jinými reakcemi [1]. Podle počtu atomů uhlíku přítomných v molekule se rozeznávají triózy, tetrózy, pentózy, hexózy atd.

Podle počtu sacharidových jednotek vázaných v molekule se sacharidy dělí na:

- monosacharidy,
- oligosacharidy,
- polysacharidy,
- heteroglykosidy (komplexní sacharidy, které obsahují i jiné sloučeniny např. mastné kyseliny, peptidy a enzymy) [1].

Sacharidy vznikají v přírodě v buňkách fotoautotrofních organismů asimilací vzdušného oxidu uhličitého v přítomnosti vody při využití energie ze slunečního záření – tzv. fotosyntézou [2]. Sacharidy jsou značně reaktivní složky potravin. Mezi nejběžnější a současně nejvýznamnější reakce sacharidů probíhající při skladování a zpracování potravin se řadí reakce s aminosloučeninami, které se nazývají reakce neenzymového hnědnutí nebo Maillardovy reakce. Produkty těchto reakcí jsou v konečné fázi žluté, hnědé až černé pigmenty objevující se v potravině či se tvoří výrazné aromatické látky. Vznikají tak také látky vykazující antinutriční a toxické účinky [1].

Tabulka 1. Přehled sacharidů v různých potravinách [2]

dělení	Jednoduché sacharidy			Polysacharidy (PS)		
	monosacharidy	disacharidy		škrobové PS	vláknina potravy	
zástupci	glukóza fruktóza galaktóza	maltóza	sacharóza	laktóza	škroby	rezistentní škroby a neškrobové PS
potravinové zdroje	med, ovoce, džus	obiloviny	řepný cukr, javorový sirup	mléko	obiloviny, luštěniny, brambory	zelenina, ovoce, obiloviny, luštěniny

1.1 Monosacharidy

Je-li aldehydová skupina na primárním atomu uhlíku, nazýváme sacharid obecně aldóza. Sloučeniny s ketonovou funkční skupinou se nazývají ketózy. Nejjednodušší aldózou je glyceraldehyd, nejjednodušší ketózou je opticky neaktivní dihydroxyaceton [1]. Ve volné formě se v biologických systémech vyskytuje jen poměrně malý počet monosacharidů, obsahujících od tří do sedmi atomů uhlíku [3]. Nejrozšířenějším přírodním monosacharidem je D-glukóza, nazývaná také hroznovým či škrobovým cukrem. Ve volné formě se nachází ve včelím medu a v krvi živočichů. D-glukóza se průmyslově vyrábí převážně enzymovou hydrolyzou škrobu. Farmaceutický průmysl ji používá na výrobu D-glukonové kyseliny, D-glucitolu (sorbitol) a na něj navazující výrobu L-askorbátu. Druhým nejrozšířenějším monosacharidem je D-fruktóza. Ve volné formě je přítomna v některém ovoci a medu. Fruktóza slouží k výrobě fruktózového sirupu. Získává se enzymovou izomerací glukózy. V malém množství se volně vyskytují D-manóza a D-galaktóza. Hlavní pentózou bývá D-ribóza, L-arabinóza a D-xylóza [3].

Chemické reakce hydroxylových a karbonylových skupin monosacharidů vedou k řadě derivátů, z nichž mnohé mají biochemický význam jako meziprodukty metabolismu nebo složky oligosacharidů a polysacharidů. Redukcí karbonylové skupiny monosacharidů vznikají cukerné polyalkoholy – alditoly. Kyseliny glukuronová a iduronová (oxidační produkty svých monosacharidů) se účastní detoxikace cizorodých látek v játrech, vyskytují se ve formě esterů kyseliny sírové u heteropolysacharidů. Kyselina galaktouronová je základní složka rostlinného polysacharidu pektinu [4].

1.2 Oligosacharidy

Mezi oligosacharidy se řadí takové oligomery monosacharidů, kde jsou na sebe vázány dvě až deset molekul monosacharidů, které jsou spojeny glykosidovou vazbou. Kondenzují-li vzájemně dvě poloacetalové hydroxylové skupiny a neobsahuje-li vzniklý disacharid volnou poloacetalovou hydroxylovou skupinu, nazýváme ho jako neredukující. V každém jiném případě vzniká redukující sacharid [1].

V potravinách se nachází velké množství volných i vázaných oligosacharidů, které jsou přirozenými složkami potravin. Nejvýznamnějšími oligosacharidy vyskytujícími se jako přirozené složky potravin jsou oligomery D-glukózy nebo-li glukooligosacharidy, ve kterých je glukóza jediným převládajícím monosacharidem. Další významnou skupinou jsou

fruktooligosacharidy obsahující výhradně D-fruktózu. Dominujícím disacharidem tohoto typu je v potravinách sacharóza. Neméně významné oligosacharidy jsou galaktooligosacharidy, které se skládají z D-galaktózy doprovázené D-glukózou, D-fruktózou a případně dalšími monosacharidy. Sacharóza se používá jako sladidlo v potravinářství a jako výchozí surovina pro různé biotechnologie. Za vyšších teplot (160 – 200 °C) se mění v hnědě zbarvený komplex degradačních produktů, nazývaný karamel, který se používá k barvení některých potravinářských výrobků [3]. Kromě již zmiňované sacharózy se v potravinách hojně vyskytují laktóza a maltóza. Laktóza je redukujícím disacharidem vyskytujícím se v mléce savců. Laktóza se používá jako surovina pro výrobu některých potravinářských oligosacharidů a alditolů (laktulózy, laktosacharózy apod.). V luštěninách se vyskytuje maninotrióza, rafinóza, verbaskóza a stachyóza [1]. Běžná strava dodává okolo 55 % energie ve formě sacharidů. Především je to škrob (brambory, rýže a výrobky z mouky). Mnohem méně jsou zastoupeny disacharidy, z nich nejvíce sacharóza, která je pro výrazně sladkou chuť konzumována v nadměrném množství, zejména ve formě cukrovinek, džemů a pekárenských výrobků [5].

1.3 Polysacharidy

Polysacharidy patří mezi nejrozšířenější biopolymery v přírodě. Jsou složeny z více než 10 monosacharidových jednotek nebo jejich derivátů, spojených glykosidovými vazbami. Stavební jednotku polysacharidu tvoří jednotlivé disacharidy. Strukturní jednotkou škrobu je např. disacharid maltóza, celulózy celobióza apod. V závislosti na své struktuře mají různé polysacharidy různé vlastnosti: některé se rozpouštějí ve vodě (amylóza), jiné bobtnají a tvoří viskózní roztoky (pektiny), některé jsou ve vodě nerozpustné (celulóza). Mají také různý fyziologický význam: v organismu jsou součástí stavebních a podpůrných struktur (celulóza, chitin), zásobními látkami (škrob, glykogen) a plní funkci fyziologicky aktivních látek (heparin, polysacharidy krevních skupin) [4].

1.3.1 Klasifikace polysacharidů

Polysacharidy se běžně dělí podle svého původu. Největší význam ve výživě člověka mají přirozené polysacharidy rostlin. Polysacharidy mnohých rostlin (guarová nebo lokustová guma), mořských řas (agary, karagenany a algináty), mikroorganismů (např. xantanová guma) se stávají součástí řady potravin jako aditiva [1].

Polysacharidy se dělí na:

- zásobní nebo-li rezervní,
- stavební nebo-li strukturní,
- mající jiné funkce.

Význam polysacharidů vzrostl s rozvojem nových technologií a s vývojem výrobků se sníženým obsahem tuků a sacharózy. Dříve dominoval na trhu nativní škrob, ale jeho spotřeba klesá, výrazně však roste spotřeba modifikovaných škrobů. Na významu také získaly modifikované celulózy, rostlinné gummy, polysacharidy mořských řas a mikroorganismů. Na čelním místě světové spotřeby neškrobových polysacharidů jsou gummy rostlinných semen, následují karagenany, agary, arabská guma, pektiny, algináty, modifikované celulózy a xantany [1].

1.4 Vybrané přírodní polysacharidy

1.4.1 Škrob

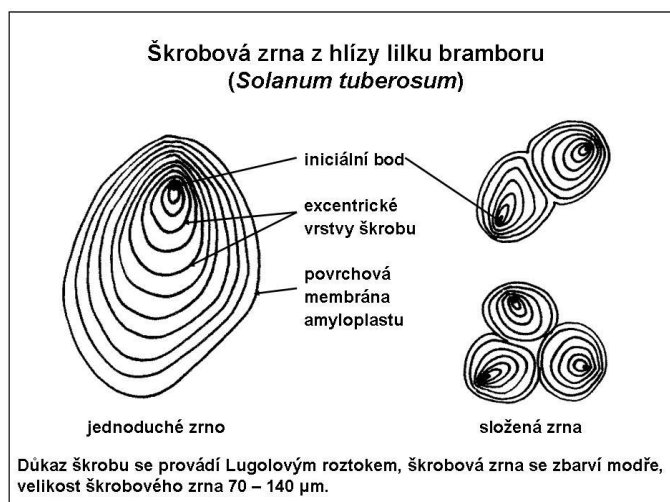
Škrob je hlavní zásobní živinou rostlin sloužící jako pohotová zásoba glukózy. Na rozdíl od strukturních polysacharidů, které jsou součástí buněčných stěn, se škrob nachází v organelách cytoplazmy nazývaných plastidy. V pletivech, kde probíhá fotosyntéza je v malém množství v chloroplastech, ve velkém množství v amyloplastech, speciálních buňkách kořenů, hlíz a semen [1]. V přírodě se vyskytuje škrob v zrnech obilovin (pšenice, kukuřice, rýže a žito). V kořenech a hlízách, jako jsou brambory, u luskovin jako je hrách [6]. Škrob je uložen v nerozpustných micelách nazývaných škrobová zrna nebo škrobové granule, které mají druhově specifický, geneticky daný tvar (kulatý, oválný aj.) a rozměry [1]. Při zahřátí nad želatinační teplotu při přebytku vody, škrobové granule ztrácejí svoje vnitřní uspořádání a absorbují vodu. To způsobuje bobtnání zrn a zvýšení viskozity [6].

Nativní škroby jsou směsí amylozy a amylopektinu, dvou homopolysacharidů složených z molekul maltózy a izomaltózy, jejichž stavební jednotkou je glukóza [1]. Fyzikálně-chemické vlastnosti škrobu (především jeho rozpustnost, bobtnání, želatinace, hydrolyza a retrogradace) a z nich vyplývající použitelnost jsou dané právě poměrem amylozy a amylopektinu. Vztahy mezi složením a vlastnostmi škrobu jsou nejvíce prozkoumané v pekárenství, sladovníctví, při výrobě těstovin a při tvorbě rezistentního (nevstřebatelného škrobu) [7].

Tabulka 2. Možnosti využití nativního škrobu [8]

Vlastnost škrobu	Průmyslové odvětví
Zvyšování viskozity	Potravinářský průmysl
Tvorba gelu	
Vaznost vody	
Adhezivní vlastnosti	Výroba papíru
Tvorba filmů	Textilní průmysl
Schopnost odbourání	Výroba biodegradabilních produktů
Tvorba ochranných koloidů	Výroba polymerních disperzí

Amylóza je lineární glukán. Je polymerem disacharidu maltózy. Molekula amylopektinu se skládá z řetězců maltózových a ve větvení izomaltózových stavebních jednotek. Makromolekula má mnohonásobně větvenou strukturu, kterou tvoří 3 typy řetězců, vnější řetězce A, vnitřní B a hlavní řetězec C. U některých obilovin (kukuřice, ječmene, rýže) i jiných rostlin (brambory) byly vyšlechtěny odrůdy, v nichž převládá buď amyλόza, nebo amylopektin (tyto obiloviny se nazývají voskové odrůdy) [1].



Obrázek 1. Škrobové zrno

Škrobová zrna se liší v závislosti na rostlinném zdroji svojí ultrastrukturou, ale mají společný model, jehož základem jsou uspořádané molekuly amylopektinu ve tvaru disku. Podle stupně krystalinity granulí se rozeznávají 4 polymorfní formy škrobu označované A, B, C a V. Nejstabilnější je forma A, která se vyskytuje u cereálních škrobů. Forma B je u škrobů kořenové zeleniny a brambor. Forma C u luštěnin. Forma typu V se vyskytuje v želatinových škrobech obsahujících lipidy, kde dochází k interakci amyλόzy s mastnými kyselinami [1].

Škroby jsou významnou přirozenou součástí mnoha potravinářských komodit, kde významně ovlivňují či určují jejich texturu a funkční vlastnosti. V současné době také stoupá význam škrobu v zrně pšenice a tritikale. Mezi faktory, které přispívají ke stále vzrůstajícímu využití pšenice jako škrobářenské suroviny, patří velmi příhodné klimatické podmínky v České republice, dlouhodobá skladovatelnost zrna a rozšíření možností uplatnění pšeničného zrna na trhu [9].

1.4.1.1 Želatinace (mazovatění)

Škrobová zrna přijímají z atmosféry při běžné vlhkosti vzduchu asi 0,2 g vody (na 1 g suchého škrobu) a obsahují zhruba 17 % vody (asi 13 % pšeničný a 18 – 22 % bramborový škrob), aniž se mění objem zrn. Děj se nazývá imbibice. Na jednu molekulu glukózy připadá 1,5 molekuly vázané vody. Škrobová zrna jsou ve studené vodě nerozpustná a vytváří suspenzi. Při záhřevu škrobových zrn množství absorbované vody dále roste, aniž se poruší jejich integrita. Až do určité teploty, při které nastává bobtnání zrn, se jedná o reverzibilní proces. Tato teplota se nazývá počáteční želatinační teplota. Ta závisí na druhu škrobu a vzájemném poměru škrobu a vody, pH prostředí a přítomnosti dalších složek (soli, sacharidy, lipidy, bílkoviny) [1]. Počáteční teplota mazovatění je od 60 °C. Po dosažení této teploty se rozrušují mezimolekulární vodíkové můstky, zrna se začínají rychle zvětšovat a bobtnat (u pšeničného škrobu bývá jejich velikost v průměru až 30 μm) a uvolněná amyulóza difunduje do roztoku. Tepelným pohybem molekul se přerušují stávající vazby, molekuly vody pronikají amorfními oblastmi zrn a interagují s volnými vazebnými místy polymerů. Hydratované řetězce se vzájemně oddalují, odhalují se tak další vazebná místa, která rovněž interagují s vodou, rozpadají se dvojité šroubovice postranních řetězců amylopektinu, čímž mizí krystalické zóny a celá struktura se stává neorganizovanou, amorfní. V procesu želatinace jsou změny škrobových zrn nevratné. Zvyšováním teploty se některé molekuly amylózy a amylopektinu dostávají na povrch. Lineární molekuly amylózy (méně objemné než molekuly amylopektinu) pronikají sítí molekul a uvolňují se do prostředí (částečně se také štěpí na kratší molekuly), kde jsou zcela hydratovány. Viskozita vzrůstá uvolňováním amylózy a malého množství amylopektinu do roztoku a vzniká tzv. „škrobový maz“. V něm se nachází rozrušená zrna škrobu s amylopektinem a amyλόzou. Při ochlazení škrobových mazů dochází ke zpětné tvorbě vodíkových vazeb mezi molekulami amyλόzou a amylopektinem. Když je dostatečná koncentrace škrobu, tak vzniká pevná síť obsahující velké množství vody tzv. „škrobový gel“. Při nižší koncentraci škrobu vznikají viskózní pasty nebo koloidní roztoky. Reologické vlastnosti škrobových gelů závisí na

původu škrobu, stupni degradace granulí, vzájemném poměru interagující amylozy a amylopektinu, teplotě, množství přítomné vody, druhu a množství dalších složek. Cereální škroby kupříkladu tvoří obecně kalné, opaleskující gely. Gely z amylozových škrobů vznikají rychleji a při vyšších teplotách než gely ze škrobů voskových odrůd obilovin, jsou pevnější a jejich pevnost roste s koncentrací škrobu. Škroby z voskových odrůd obilovin, kde převládá amylopektin, tvoří gely obtížně a až po ochlazení na nízkou teplotu. Gely jsou čiré, měkké až tekoucí. Lineární segmenty amylopektinu také mají časem tendenci asociovat [1],[10].

1.4.1.2 Retrogradace

Dochází k intermolekulární asociaci mezi dvěma nebo více lineárními řetězci amylozy vodíkovými vazbami, čímž se ztrácejí vazebná místa poutající molekuly vody. Gely a koncentrované pasty získávají gumovitou texturu a vyšší pevnost, zředěné disperze ztrácejí viskozitu a srážejí se, vylučuje se voda, která byla původně vázána, a vzniká dvoufázový systém: pevná látka – kapalina. Děj se nazývá synereze. Tyto změny související s vlastnostmi amylozy (jen velmi málo s vlastnostmi amylopektinu) se u škrobových gelů nazývají retrogradace. Děj je vlastně opakem želatinace. Rychlost a rozsah retrogradace závisí stejně tak jako u želatinace, na řadě faktorů. Především na původu škrobu, množství a stupni polymerace amylozy (k retrogradaci jsou např. náchylnější kukuřičné škroby ve srovnání s bramborovými), teplotě, obsahu vody a dalších složek. Při skladování škrobových gelů s 40 – 50 % vody při nízkých teplotách (nižších než asi – 5 °C) je retrogradace silně inhibována, v rozmezí od teploty – 5 °C do pokojové teploty je rychlost retrogradace vyšší než při pokojové teplotě. Ještě vyšší teploty (32 – 40 °C) retrogradaci účinně potlačují a při teplotě kolem 65 °C a vyšší k ní nedochází vůbec. Pro mražené potraviny se proto lépe hodí voskové škroby s vysokým obsahem amylopektinu, kde je rozsah retrogradace malý. Při skladování za nízkých teplot však dochází i u těchto škrobů ke ztrátě čirosti a vaznosti gelů, což se připisuje intermolekulárním asociacím postranních řetězců. Retrogradace je též ovlivňována množstvím vody ve škrobovém gelu. Dochází k ní tehdy, je-li obsah vody mezi 20 až 90 %. Největší sklon k retrogradaci mají gely s 45 – 50 % vody. Jsou-li přítomny např. soli (chlorid sodný) nebo cukry, je stupeň retrogradace nižší. Retrogradace je potlačována také v přítomnosti lipidů tvorbou inkluzních sloučenin s amylozou [1].

1.4.2 Rezistentní škrob

Rezistentní škrob je přirozenou součástí mnoha potravin. Je přítomný v surových i technologicky upravených potravinách. Rezistentní škrob je část škrobu, která není trávena v tenkém střevě a přechází do tlustého střeva, kde slouží jako substrát pro mikroorganismy. Náhradou části stravitelného škrobu rezistentním dochází ke zpomalení vzestupu hladiny glukózy v krvi. Obsah rezistentního škrobu je sledován pro jeho pozitivní účinky na lidský organismus, neboť podněcuje i střevní peristaltiku, čímž způsobuje rychlejší průchod tráveniny střevem a tím snižuje využitelnost energie ze stravy. K dalším pozitivním fyziologickým účinkům patří snížení cholesterolu v krvi. Semena a jiné zásobní orgány rostlin jsou významným zdrojem rezistentního škrobu. Šlechtěním anebo pomocí biotechnologií je možné cíleně získat škrob s požadovaným množstvím amylozy a amylopektinu, podle účelu na který je určený [7],[11].

1.4.3 Pektiny

Pektiny jsou skupinou značně polydisperzních polysacharidů o proměnném složení. Nacházejí se v pletivech vyšších rostlin jako součást stěn primárních buněk a mezibuněčných prostor. Struktura pektinů je tvořena lineárním řetězcem 25 – 100 jednotek D-galaktouronové kyseliny spojených α -(1,4)-glykosidovými vazbami, jejíž polymer se nazývá polygalaktouronová kyselina [1],[12]. Pektiny obsahují kromě hlavních řetězců galaktouronové kyseliny ještě ramnózu a další monosacharidy v postranních řetězcích. V největším množství je přítomna L-arabinóza a D-galaktóza. Jednotky galaktouronové kyseliny jsou do různého stupně esterifikovány metanolem. Dle stupně esterifikace se pektiny dělí na:

- vysoko esterifikované (stupeň esterifikace > 70 %),
- středně esterifikované (stupeň esterifikace 50 – 70 %),
- nízko esterifikované (stupeň esterifikace < 50 %).

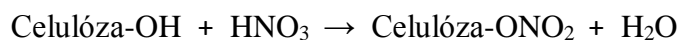
Pektiny jsou obecně rozpustné ve vodě a nerozpustné ve většině organických rozpouštědel (aceton, xylen, metanol). Soli polygalaktouronových kyselin jsou lépe rozpustné než volná kyselina, disperze jsou málo viskózní, nepoužívají se tudíž jako zahušťovadla. S vápenatými ionty tvoří tzv. nepravé rosoly pektanu vápenatého.

Nejdůležitější technologickou vlastností pektinu je schopnost z okyselených cukerných roztoků tvořit rosol. K vytvoření stabilního gelu musí být přítomno aspoň 65 až 70 % cukru. Mechanismus tvorby gelu závisí na stupni esterifikace pektinu [1]. Nejlepší jsou vysoce esterifikované pektiny, vytvářející gely pouze v přítomnosti sacharózy, a to v rozmezí pH 3,0 – 3,5. Při nižším pH může dojít k synerezi vody. Okyselený pektinový rosol rychle tuhne, což ztěžuje tvarování. Práškovitý pektin je nutno před rozpuštěním ve vodě smíchat se sacharózou a poté roztok svařit na teplotu 105 – 107 °C. Koncentrace sacharózy je max. 20 % [12]. Průmyslově se pektiny vyrábějí hlavně ze sušených jablečných výlisků, nebo z citrusových plodů působením zředěných kyselin, vysrážením etanolem, usušením a rozemletím [1]. Více než milion tun jablečných výlisků se používá na výrobu jablečných džusů. První zemí, která začala produkovat jablečný džus z výlisků, byla Čína [12].

1.4.4 Celulóza

Celulóza je součástí stěn rostlinných buněk a je nejrozšířenějším biopolymerem. Její izolace v čistém stavu je obtížná vzhledem k vysokému stupni krystalinity dlouhých molekul vytvářejících vlákna, které sorbují různé nečistoty. Rozlišujeme jednoduché a složené celulózy. Molekula čisté celulózy je lineárním polymerem celobiózy, která je složena ze dvou molekul glukózy, jejíž zbytky jsou spojeny β -(1,4)-glykosidovými vazbami. Složené celulózy obsahují ještě další navázaný podíl, např. pektinové a slizové látky, lignin nebo tuky a vosky. Celulózy doprovázejí v přírodních materiálech hemicelulózy (xylany, arabinany a manany). Bavlna obsahuje až 99 % čisté celulózy [13]. Obsah celulózy ve dřevě se pohybuje kolem 40 – 60 %, ve slámě kolem 30 %. To znamená, že ve srovnání s bavlníkovými semeny je ve dřevě vyšší podíl ostatních polysacharidů, vosků a bílkovin. Celulóza se z rozdrčené suroviny uvolňuje při vyšší teplotě buď působením hydroxidu sodného nebo síranem sodným [8]. V potravinách tvoří značný podíl nerozpustné vlákniny (ovoce, zelenina 1 – 2 %, obiloviny a luštěniny 2 – 4 %, otruby 30 – 35 %) [1]. Celulóza je poměrně nereaktivní látka, což je dáno jak jejím chemickým složením, tak strukturou. Rozpouští se jen v několika rozpouštědlech, a proto reakce s celulózą probíhají téměř vždy v heterogenní fázi. Působením louhů se rozpouštějí nízkomolekulární frakce celulózy a hemicelulózy, vysokomolekulární podíl se nerozpouští, ale značně bobtná za současné reorganizace struktury. Minerálními kyselinami se celulóza hydrolyzuje na oligosacharidy, resp. až na glukózu. Z derivátů celulózy jsou nejdůležitější étery a estery. Reakcí celulózy

s kyselinou dusičnou za přítomnosti kyseliny sírové vzniká nitrocelulóza, obsahující esterově vázanou kyselinu dusičnou:



Acetylcelulóza vzniká esterifikací celulózy acetanhydridem za přítomnosti kyseliny sírové:



Poněvadž celulóza i její deriváty obsahují v molekule volné hydroxylové skupiny, lze je síťovat pomocí dvojsytných organických kyselin, aldehydů, močoviny a epoxidovaných pryskyřic [13].

1.4.5 Heterofruktany

Polymery a oligomery D-fruktózy se nazývají fruktany nebo také fruktózaný. Fruktany a glukofruktany syntetizuje jako rezervní látky mnoho vyšších rostlin i mikroorganismů. Přírodní fruktany se nejčastěji klasifikují na:

- inuliny,
- levany jinak nazývané fleiny.

Jako inuliny se označují polymery složené z lineárních řetězců D-fruktofuranóz obsahující zpravidla jako koncovou jednotku D-glukózu. Jsou vázány vzájemně β -(1,2)-glykosidovou vazbou. Typické inuliny se vyskytují v kořenech čekanky, v hlízách topinambur a jřínek. Inulin extrahovaný z topinambur nebo čekankového kořene se v malém množství používá jako surovina pro výrobu fruktózových sirupů pro diabetiky a dále k výrobě různých aditivních látek nazývaných fruktooligosacharidy [1].

2 PŘÍDATNÉ LÁTKY

Potravinářské přídatné látky jsou chemické látky, které jsou schopné zlepšit chuť, zlepšit nebo upravit barvu nebo změnit či vylepšit konzistenci. Přídavné látky se řídí předpisy ve formě seznamu přídatných látek a jejich přítomnost v potravinách musí být uvedena způsobem stanoveným v předpisech upravující označení potravin [14]. Přítomnost potravinářských přídatných látek musí být uvedena na obalu (v sestupném pořadí podle klesajícího množství) názvem nebo číslem (kódem E systému Evropské unie), v některých případech s údaji o možnosti nepříznivého vlivu na zdraví člověka [15].

Přídatné látky se řídí předpisy, které jsou stanoveny v zákonu 110/1997 Sb. o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů ve znění pozdějších předpisů. Změny a doplňky předpisu v úplném znění: zákon 456/2004 Sb. a zákon 224/2008 Sb. taktéž ve znění pozdějších předpisů.

Pro účely zákona 110/1997 Sb. se rozumí:

- přídatnými látkami látky bez ohledu na jejich výživovou hodnotu, které se zpravidla nepoužívají samostatně ani jako potravina, ani jako charakteristická potravní přísada a přidávají se do potravin při výrobě, balení, přepravě nebo skladování, čímž se samy nebo jejich vedlejší produkty stávají nebo mohou stát součástí potraviny [16].

Vyhláška č. 4/2008 Sb., ze dne 3. ledna 2008 ve znění pozdějších předpisů, kterou se stanoví druhy a podmínky použití přídatných látek a extrakčních rozpouštědel při výrobě potravin.

Vyhláška č. 235/2010 Sb., ze dne 19. července 2010 ve znění pozdějších předpisů, o stanovení požadavků na čistotu a identifikaci přídatných látek.

Vyhláška č. 4/2008 Sb. ve znění pozdějších předpisů zpracovává příslušné předpisy Evropské unie, zároveň navazuje na přímo použitelné předpisy EU a upravuje množství a druhy přídatných látek, podmínky jejich použití při výrobě potravin, stanoví potraviny a skupiny potravin, v nichž se mohou tyto látky vyskytovat, a upravuje podmínky a požadavky na použití extrakčních rozpouštědel při výrobě potravin.

Pro účely této vyhlášky se rozumí:

- nezpracovanou potravinou potravina, která neprošla žádným technologickým zpracováním, které by způsobilo podstatnou změnu jejího původního stavu, potravin

však může být očištěná, dělená, loupaná, zbavená skořápek, mletá, řezaná, krájená, chlazená, zmrazená, balená, nebalená nebo v ochranné atmosféře,

- potravina se sníženým obsahem energie potravina, u níž je obsah využití energie nižší nejméně o 30 % ve srovnání s původní nebo podobnou potravina,
- potravina bez přidaného cukru potravina, ke které nebyly při výrobě přidány monosacharidy, disacharidy a jiné potraviny používané pro své sladivé vlastnosti,
- správnou výrobní praxí zásady a doporučené postupy při výrobě potravin, při jejichž dodržení jsou splněny požadavky na bezpečnost potravin,
- rozpouštědlem látka používaná k rozpouštění potravin nebo jejich součástí včetně všech kontaminujících látek, které se vyskytují v potravinách nebo na jejich povrchu,
- extrakčním rozpouštědlem rozpouštědlo, které se používá při extrakčním procesu během zpracování surovin, potravin nebo jejich součástí nebo složek a jež se odstraňuje, které však může vést k nezamýšlenému, ale technicky vyhnutelnému výskytu reziduí nebo derivátů v potravinách nebo ve složkách potravin [4/2008 Sb.].

Vyhláška 4/2008 Sb. se nevztahuje na: tekuté přípravky obsahující pektin, odvozené od sušené jablečné dřeně nebo částí citrusové kůry, žvýkačkové báze, dextriny určené k výrobě potravin, bělené nebo fyzikálně pozměněné škroby, chlorid amonný, jedlou želatinu, bílkovinné hydrolyzáty, kaseináty a kasein, jedlou sůl, inulin, látky, které jsou přirozenou součástí potravin (sacharidy).

Obecné podmínky použití přídatných látek jsou následující:

- přídatné látky lze použít nejvýše do hodnoty nejvyššího povoleného množství. Hodnoty nejvyššího povoleného množství se vztahují na potraviny ve stavu, v jakém se uvádějí na trh. Pokud není dále stanoveno jinak.
- přídatné látky nelze použít k výrobě (nezpracovaných potravin, medu, neemulgovaného tuku nebo oleje, másla, plnotučného, polotučného a odstředěného mléka, smetany, neochucených kysaných mléčných výrobků s živou kulturou, přírodních minerálních vod a balených pramenitých vod, kávy s výjimkou ochucených instantních káv a extraktů z kávy, nearomatizovaného čaje, cukru, sušených těstovin kromě bezlepkových těstovin, neochuceného podmásli) [17].

Nejčastěji se podle účelu používání rozeznává šest hlavních skupin aditivních látek:

- látky prodlužující údržnost,

- látky upravující aroma,
- látky upravující barvu,
- látky upravující texturu,
- látky zvyšující biologickou hodnotu,
- další aditivní látky [18].

Přítomnost přídatné látky se na obale označuje tak, že se uvede název nebo číselný kód E, který se skládá z písmena E a trojmístného až čtyřmístného čísla. Identifikace číslem E znamená kód, pod kterým je přídatná látka označena v mezinárodním číselném systému. Kód E zavedla EU pro aditiva, které byly podrobně prozkoumány na základě toxikologických studií a jsou v povolených dávkách bezpečné pro zdraví konzumentů. Na obale potravin musí být kromě názvu látky nebo kódu E uveden i název příslušné kategorie, do které látka patří, např. barvivo, antioxidant, konzervační látka atd. Pokud by mohla mít látka negativní vliv na zdraví člověka, musí být tato skutečnost uvedena výrobcem na obale (např. to, že je látka nevhodná pro malé děti, nemocné fenylketonurií). Přídatné látky lze použít pouze v případě, že mají v potravině své technologické zdůvodnění. Právní předpisy stanoví pro potravinu limitní hodnoty, tj. nejvyšší povolená množství pro každou přídatnou látku. Předpisy také stanoví, pro jaké potraviny lze přídatné látky používat. V České Republice se problematikou aditiv zabývá Národní referenční laboratoř pro aditiva v potravinách při Státním zdravotním ústavu (SZÚ). Tento ústav je zaměřen na přípravu souvisejících právních předpisů, zpracování směrnic EU do české legislativy a laboratorní stanovování některých potravinových aditiv. Dále provádí sledování a vyhodnocování spotřeby vybraných přídatných látek. Kontrolou nad dodržováním českých i evropských předpisů pro používání přídatných látek je pověřena Státní zemědělská a potravinářská inspekce, (SZPI) (potravinu rostlinného původu) a Státní veterinární správa ČR (SVS) (potravinu živočišného původu). Jestliže jsou přídatné látky používané v souladu s platnými předpisy, nepředstavují pro spotřebitele velké zdravotní riziko. Každá přídatná látka, která má být schválena pro použití do potravin, totiž musí projít přísným hodnocením zdravotní nezávadnosti. Hodnota nazývaná přijatelná denní dávka – ADI (Acceptable Daily Intake), se udává jako množství potravinového aditiva, které může být denně zkonsumováno, aniž by představovalo zdravotní riziko pro zdraví spotřebitele [19].

2.1 Podmínky přidavků aditiv

Nařízením (ES) č. 1333/2008 o potravinářských přídatných látkách stanovuje základní podmínky, které musí být splněny, aby bylo možné zahrnout potravinářskou přídatnou látku do seznamu látek povolených v EU:

- použití přídatné látky nepředstavuje žádné zdravotní ohrožení pro spotřebitele,
- je odůvodněná technologická potřeba použití přídatné látky,
- použití potravinářské přídatné látky neuvádí spotřebitele v omyl (pravdivost o čerstvosti, jakost použitých složek, přirozenost produktu),
- přídatná látka musí poskytovat výhody a přínos pro spotřebitele (zachování výživové jakosti potraviny, zlepšení schopnosti potraviny zachovat si jakost nebo stabilitu, zlepšení organoleptických vlastností) [19].

2.2 Důvody přidávání jednotlivých aditiv upravujících texturu

Aditiva upravující texturu jsou co do množství nejvíce používanými aditivními látkami.

Nejvýznamnějšími skupinami jsou:

- zahušťovadla a želírující prostředky (slouží k vytváření a udržování žádoucí textury),
- emulgátory (jsou povrchově aktivní látky umožňující vznik emulzí).

Většinu těchto látek je možné řadit současně do několika kategorií aditiv, protože se používají k různým účelům [15].

2.2.1 Zahušťovadla a želírující prostředky

Důvodem používání zahušťovadel a želírujících prostředků je vytváření a udržování žádoucí textury potravin. Zahušťovadla jsou látky zvyšující viskozitu potravin. Želírující látky vytváří gely. Zahrnují přírodní polysacharidy rostlin (škroby, celulózy, karagenany), mořských řas (agar), mikroorganismů (gelan) a modifikované polysacharidy [15], [18].

2.2.2 Emulgátory a stabilizátory

Emulgátory jsou povrchově aktivní látky umožňující vznik emulzí (zejména dispergování tuku ve výrobku) [1]. Používají se zejména u mléčných výrobků, kde umožňují smíchání tuku a vody, jako je například využíváno u zmrzliny, dezertů, náhrad mléka, polévek, některých likérů apod. Emulgátory mají v potravinách spoustu funkcí. Mohou snižovat viskozitu (čokoláda), zvyšovat možnost provzdušnění (šlehačka), zpomalují tvrdnutí chleba,

zlepšují kvalitu mouky, takže výsledné pečivo má větší objem. Hlavní stabilizátory, které se používají v potravinářství, jsou xantanová guma, galaktomanany a nativní nebo modifikované škroby. Jejich účinnost pro zvýšení jak viskozity, tak stability závisí na koncentraci a struktuře polymeru. Jen pár polysacharidů vykazuje povrchovou aktivitu na rozhraní olej-voda a proto jsou vhodné jako emulgátory. Je to arabská guma a modifikované škroby [20], [18].

Tabulka 3. Seznam povolených zahušřovadel a stabilizátorů [18]

Číslo E	Název
E 400	alginová kyselina
E 401	alginát sodný
E 402	alginát draselný
E 403	alginát amonný
E 404	alginát vápenatý
E 405	1,2 propandiolalginát (propylenglykolalginát)
E 406	agar
E 407	karagenan
E 407a	guma euchema
E 410	karubin
E 412	guma guar
E 413	tragant
E 416	guma karaja
E 417	guma tara
E 418	guma gellan
E 440	pektiny, (i) pektin, (ii) amidovaný pektin
E 444	acetát isobutyrylát sacharózy
E 445	glycerolester borovicové pryskyřice
E 460	celulózy, (i) mikrokrystalická celulóza, (ii) prášková celulóza
E 461	metylcelulóza
E 463	hydroxypropylcelulóza
E 464	hydroxypropylmetylcelulóza
E 465	etylmetylcelulóza
E 466	karboxymetylcelulóza
E 1200	polydextrózy
E 1404	oxidovaný škrob
E 1410	fosfátový monoester škrobu
E 1412	fosfátový diester škrobu
E 1413	fosfát škrobového difosfátu
E 1414	acetylovaný škrobový difosfát

E 1420	acetylovaný škrob
E 1422	acetylovaný škrobový adipan
E 1440	hydroxypropylškrob
E 1442	hydroxypropylškrobový difosfát
E 1450	škrobový oktenylsukcinát sodný

2.3 Modifikované škroby

V mnoha potravinářských průmyslech se používají chemicky modifikované škroby a neškrobové hydrokoloidy nebo gummy, které jsou kombinovány tak, aby se zlepšila jejich sensorická a reologická vlastnost, jakož i jejich fyzikálně-chemická stabilita [6]. I když jsou v přírodě produkovány škroby s rozdíly ve velikosti granulí, složení, struktuře a fyzikálních vlastnostech, tak právě toto rozlišení omezuje jejich praktické využití a aplikaci. Některé z běžně dostupných škrobů byly vytvořeny mutacemi genomů, např. voskové a vysoce amylozové druhy. Transgenetická technologie umožnila dále modifikovat biosyntetický škrob enzymy a následně regulovat jeho fyzikální vlastnosti. Během modifikace škrobu se mění vlastnosti nativního škrobu jako je jeho relativní molekulová hmotnost, distribuce molekulových hmotností a schopnost krystalizace. Na molekulu škrobu jsou vázány různé deriváty. Tím jsou ovlivněny vlastnosti nativního škrobu a vznikají vlastnosti nové. Přeměňování škrobových struktur probíhá pomocí mnoha chemických, enzymatických a fyzikálních technik [21] [8].

Rozlišují se modifikované škroby:

- přeměněné,
- zesíťené,
- stabilizované,
- jinak modifikované.

Přeměněné škroby se získávají z nativních:

- kyselou hydrolyzou,
- oxidací,
- zahřevem [1]

Kyselá hydrolyza začíná zahříváním koncentrovaných škrobových disperzí se zředěnými minerálními kyselinami (nejčastěji s < 7% HCl, 2% H₂SO₄) na želatinační teplotu škrobu. Cílem je produkce škrobů, které mají nízkou viskozitu (roste fluidita) během želatinace a

snadno dispergují i za přítomnosti více koncentrovaných látek. Proto jsou také známy jako škroby ředitelné kyselinami a jsou charakterizované svou fluiditou. To je důležité např. pro užití škrobů jako plnidel, náhrad tuků nebo sacharózy. Kyselou hydrolyzou škrobu se vyrábí škrobový sirup, který obsahuje zhruba 20 % glukózy a další vyšší homology. Škrobový sirup je základní surovinou při výrobě nečokoládových cukrovinek [1], [8] [22].

Oxidací se získávají dva druhy škrobů tj., bělené škroby a oxidované škroby. Bělící činidla (chlornan sodný, kyselina peroctová a chlorid sodný) mohou být v malé koncentraci použity ke snadnějšímu odstranění nečistot a odbarvení, s malými změnami v modifikaci škrobu. Oxidace je dosaženo působením chlornanu sodného na vodnou suspenzi. Oxidované škroby tvoří čiré tekuté soly s vyšší fluiditou než škroby nativní. Ochlazením vznikají stabilnější gely (ve srovnání se škroby degradovanými kyselinami) se sníženou tendencí k retrogradaci. Oxidovaný škrob je surovinou pro výrobu cukrovinkářského želé [1], [8] [22].

Zahříváním suchých nativních škrobů nebo škrobů okyselených malým přídavkem zředěných minerálních kyselin (asi 0,2% HCl, H₃PO₄ nebo H₂SO₄) se v závislosti na podmínkách dextrinace (zahřívání při 100 – 200 °C po dobu několik minut až hodin) a druhu škrobu získávají tři základní druhy produktů:

- bílé dextriny,
- žluté dextriny,
- britské gummy.

Dextriny našly použití jako adhezivní látky k přípravě lesklých povrchů cukrovinek a tablet, jako nosiče aromatických sloučenin, koření, barviv a také pro enkapsulaci olejů a ve vodě nerozpustných aromat [1].

Připravují se zejména dva typy zesíťovaných škrobů adipáty a fosfáty. Adipáty se připravují reakcí škrobu s adipanhydridem, fosfáty reakcí s oxychloridem fosforečným nebo trimetafosfátem sodným. Tyto škroby odolávají želatínaci a rozpustnosti pokud jsou zahřívány ve vodě díky zesíťování α -glukanových řetězců. Mohou také účinně odolávat vysokým teplotám a nízkému pH. Takto je dosaženo požadované viskozity a lepší pastové struktury po mírném nebo extrémním procesu vaření. Adipáty a fosfáty nachází uplatnění u dresinků, dessertů, k zahušťování polévek a omáček [22].

U stabilizovaných škrobů modifikace spočívá v substituci některých hydroxylových skupin polysacharidů:

- estery škrobů (acetáty, fosfáty, sukcináty aj.),

- étery (hydroxyalkylétery).

Acetylované škroby se získávají reakcí škrobových suspenzí s acetanhydridem v slabě alkalickém prostředí. Fosforylované škroby se získávají reakcí vodné suspenze škrobu v slabě alkalickém prostředí s $o\text{-Na}_3\text{PO}_4$ při teplotách 120 – 170 °C. Stupeň substituce bývá $< 0,25$. Používají se pro zahušťování a stabilizaci neslazených, nekyselých a mrazírensky skladovaných výrobků a také pro výrobu pudingových prášků. Sukcinylované škroby jsou připravovány reakcí vodného škrobu se sukcinanhydridem v neutrálním prostředí. Povolené množství sukcinátových jednotek je do 3 % [1], [22].

Funkčnost modifikovaných škrobů lze zvýšit dodatečnými modifikacemi, které zahrnují zpravidla kombinaci kyselé hydrolyzy a dextrinace, dextrinace se zesíťením a další způsoby. Jinou možností zvýšení funkčnosti modifikovaných škrobů je další modifikace působením enzymů. K těmto účelům se používá pululanázy hydrolyzující vazby $\alpha\text{-D-(1,6)}$ amylopektinu a dextrinů. Takovými výrobky jsou kupříkladu náhražky kaseinátu v imitacích sýrů [1].

Enzymová hydrolyza poskytuje obdobné produkty jako kyselá hydrolyza (dextriny, maltooligosacharidy, maltózu, glukózu), ale vznikající produkty jsou lépe definovány a proces lze lépe regulovat. Vazby $\alpha\text{-(1,4)}$ amylozy a amylopektinu na oligosacharidy o různé délce štěpí endoamylázy (termostabilní α -amylázy získávané z bakterií *Bacillus subtilis*, *Bacillus amyloliquefaciens* a *Bacillus licheniformis*, a termolabilní α -amylázy získávané z plísní *Aspergillus oryzae*) a exoamylázy (maltogenní β -amylázy), získávají se z bakterií rodu *Bacillus*, *Pseudomonas* a z bakterií *Clostridium thermosulfurogenes*, a glukogenní amyloglukosidázy či glukoamylázy. Vazby $\alpha\text{-(1,6)}$ amylopektinu a také dextrinů štěpí pululanázy a isomylázy. Získávají se z bakterií *Klebsiella aerogenes*, isoamyláza také z bakterií rodu *Pseudomonas*. Konverzi glukózy na fruktózu katalyzuje enzym glukosaisomeráza, který se získává z bakterií *B. circulans*. Hydrolyzu škrobu na neredukující cyklomaltooligosacharidy, nazývané cyklodextriny, katalyzuje cyklodextringlykosyltransferáza, produkována zejména bakteriemi rodu *Bacillus* [1].

Tabulka 4. Seznam povolených modifikovaných škrobů [19]

E označení	Modifikované škroby
E 1404	Oxidovaný škrob
E 1410	Fosforečnanový monoester škrobu
E 1412	Fosforečnanový diester škrobu
E 1413	Monofosforečnan škrobového difosforečnanu
E 1414	Acetylovaný škrobový difosforečnan
E 1420	Acetylovaný škrobový difosforečnan
E 1422	Acetylovaný škrobový adipan
E 1440	Hydroxypropylškrob
E 1442	Hydroxypropylškrobový fosforečnan
E 1450	Škrobový oktenyljantaran sodný
E 1451	Acetylovaný oxidovaný škrob

2.4 Modifikované celulózy

Rozlišují se dvě hlavní skupiny modifikovaných celulózy:

- hydrolyzované celulózy,
- derivatizované celulózy.

Jediným reprezentantem hydrolyzovaných celulóz je mikrokrytalická celulóza. Získává se parciální hydrolyzou celulózy HCl, která rozpouští amorfni oblasti polysacharidu, ale krystalické zóny zůstávají zachovány. Produkty mají vlastnosti pseudoplastických a tixotropních soustav. Viskozita těchto celulóz je nezávislá na teplotě a pH. Funkční vlastnosti zůstávají stálé i při vysokých teplotách a v kyselém prostředí, např. při pečení, mikrovlnném ohřevu a UHT (Ultra-High Temperature Processing, vysokoteplotní konzervace potravin) procesech. Používá se jako potravinářská vláknina, nízkoenergetické plnidlo, nosič aromatických látek, stabilizátor pěn nebo v extruzních technologiích. Z mnoha derivátů celulózy našly potravinářské použití pouze některé étery. Nejčastěji používaným derivátem je karboxymethylcelulóza (její sodná sůl), z dalších éterů je významná methylcelulóza a hydroxypropylcelulóza. Polyelektrolyt karboxymethylcelulóza (sodná sůl) se vyrábí reakcí celulózy s chloroctovou kyselinou v alkalickém prostředí (NaOH). Karboxymethylcelulóza se používá jako zahušřovadlo (tvarohové a sýrové pomazánky), stabilizátor emulzí (omáčky, polévky, dresinky), stabilizátor některých proteinů (želatina, kasein) a také zabraňuje tvorbě krystalů (zmrzlina). Methylcelulózy se získávají metylací celulózy metyljodidem v alkalickém prostředí. Reakcí s propylenoxidem (podobně jako u škrobu) se získávají hydroxy-

propylcelulózy. Běžné jsou s obsahem současně dvou funkčních skupin. Méně běžné jsou dále etylmetyl celulózy obsahující metoxylové a etoxylové funkční skupiny. Étery celulózy se používají jako zahušťovadla, stabilizátory emulzí (dresinky) a pěnotvorná činidla. Přidávají se k pečivu pro zvýšení vaznosti vody a omezení absorpce tuků výrobkem (např. koblih při smažení), ke zpomalení synerese mražených výrobků a pro výrobu jedlých filmů (gelů tloušťky 2 – 5 μm) chránících například mražené výrobky před vysycháním [1].

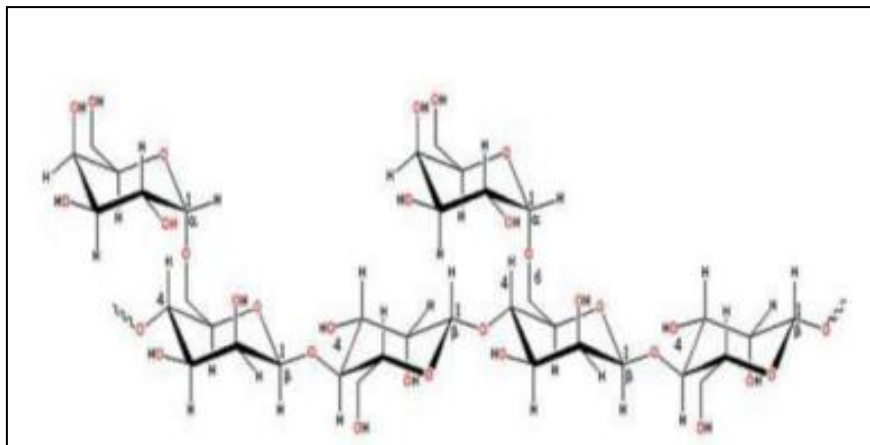
Tabulka 5. Seznam povolených celulóz [19]

E označení	
E 460	Celulózy
E 461	Metylcelulóza
E 462	Etylcelulóza
E 463	Hydroxypropylcelulóza
E 464	Hydroxypropylmetylcelulóza
E 465	Etylmetylcelulóza
E 466	Karboxymetylcelulóza

2.5 Heteromanany

2.5.1 Guarová guma (E 412)

Tato guma též nazývaná guaran se získává ze semen rostliny *Cyamopsis tetragonoloba* po oddělení klíčku a povrchové vrstvy. Guarová guma je galaktomanan. Jeho hlavní složkou je D-galaktóza spojená s lineární řetězcem (1,4)-D-manózových jednotek. Pěstuje se v Indii, Pákistánu a USA. Je dobře rozpustná ve vodě na silně viskózní roztoky stabilní v rozmezí pH 4 – 10. Guarová guma má velmi široké použití a je nejčastěji konzumovanou gumou rostlinných semen. Používá se jako zahušťovadlo, modifikátor viskozity a stabilizátor disperzí v potravinách a nápojích [1].



Obrázek 2. Chemická struktura guarové gummy

2.5.2 Lokustová guma (E 410)

Rohovník *Ceratonia siliqua*, jinak též nazýván karubin, karob či svatojánský chléb patří do čeledi *Leguminosae*, která se pěstuje v oblasti Středoziemního moře. Zde je karubin považován za důležitou součást vegetace z ekonomických ale i ekologických důvodů. Ovoce tohoto stromu obsahuje dvě hlavní části pulpu a semena. Semeno karubinu se skládá z obalu (30 – 33 %), endospermu (42 – 46 %) a zárodku (23 – 25 %). Lokustová guma je stejně jako guarová guma galaktomananem. Mouka endospermu karubinu je zdrojem gummy. V potravinách působí hlavně jako stabilizátor emulzí (masné výrobky), jako zahušťovadlo mléčných výrobků, náplní mražených potravin apod. Mouka rohovníku by mohla být použita jako alternativní surovina a začleněna jako přísada do nových potravinářských výrobků. Zajímavé jsou také její antioxidační účinky [23].

2.5.3 Konjaková guma (E 425)

Konjaková mouka se získává z hlíz rostliny *Amorphophallus konjak* známé z Japonska a Číny. Jediným komerčně významným glukomananem je tedy konjaková guma, nazývaná též konjakový manan. Skládá se z D-manózy a D-glukózy pojených β -(1,4)-glykosidicky. Jeho hydroxylové a karbonylové skupiny na molekulovém řetězci udávají konjaku vlastnost vodorozpustného polysacharidu. Průměrná relativní molekulová hmotnost se pohybuje kolem 6000 kDa. Přítomnost acetylovaných skupin v molekule konjaku způsobuje omezený vznik intermolekulárních vodíkových vazeb, a to způsobuje, že rozpustnost konjaku ve vodě klesá s nárůstem deacetylace. Při zahřívání v alkalickém prostředí dochází k dehydrataci. Konjakový manan má tedy výborné schopnosti tvořit film a elastické ter-

mostabilní gely. Konjak se používá hlavně ve východoasijských zemích jako zahušťovadlo a želírující látka, zejména v tradiční japonské kuchyni pro přípravu nudlí a gelů, které se nerozpouštějí ani ve vroucí vodě. Používá se také pro přípravu jedlých filmů a povlaků polopropustných pro vodní páru a kyslík [1] [24].

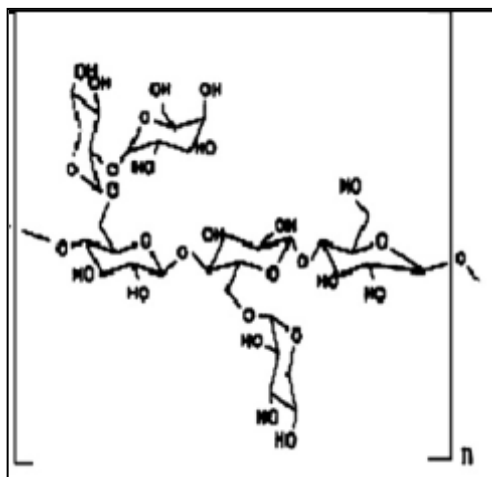
2.5.4 Guma tara (E 417)

Guma tara je získávána z rozemletých semen endospermu listnatého stromu *Caesalpinia spinosa*. Lusky jsou ploché, asi 10 cm dlouhé a 2,5 cm široké, obsahují 4 – 7 velkých kulatých semen. Tato semena, když jsou vyzrálá, mají černou barvu. Tento strom je původem z Bolívie, Peru a severní Chile. Vyskytuje se také v Ekvádoru, Kolumbii, Venezuele a na Kubě. Tento polysacharid je reprezentantem galaktomananu. Poměr galaktózy k manóze v gumě tara je 1: 3 (v porovnání s karubinem je 1 : 4 a 1 : 2 je v guarové gumě). Guma tara se v řadě potravin používá jako zahušťovadlo a stabilizátor. Roztok gummy tara, stejně koncentrovaný jako roztok guarové gummy, je však méně viskózní ale více viskózní než roztok lokustové gummy. Směs gummy tara s modifikovanými a nemodifikovanými škroby může sloužit k lepší stabilizaci a lepším emulgačním vlastnostem. Těchto výhod se využívá pro přípravu polotovarů. Guma tara je relativním nováčkem na mezinárodním trhu. Jsou prováděny vývojové práce zaměřené na zkoumání této gummy. Je vyvíjena řada aplikací, pro které by guma tara mohla být vhodná [25].

2.6 Heteroglukany

2.6.1 Tamarindová guma

Nachází se v endospermu semen lusků stromu tamarind východní *Tamarindus indica*, čeledi *Caesalpinaceae*. Původem je zřejmě z Afriky, ale dnes rostoucí v tropických oblastech všech kontinentů. Je to polymer neiontových sacharidů, který se skládá z hlavního řetězce β -D-(1,4)-glukózy spojené s postranním řetězcem, který se skládá z jedné xylopyranózové jednotky připojené na první, druhou, třetí a čtvrtou D-glukózovou jednotku spojenou vazbou α -D-(1,6). Bylo učiněno mnoho pokusů změnit chemickou strukturu tamarindové gummy esterifikací nebo polymerací s cílem zvýšit její zahušťovací vlastnosti. Tato guma se totiž při výrobě potravin prakticky nepoužívá, s výjimkou některých speciálních zahušťovadel a pěn [1],[26].



Obrázek 3. Chemická struktura tamari-
rindové gummy

2.7 Rostlinné gummy a slizy

Jsou to zpravidla lepivé šťávy vytékající samovolně z pletiv rostlin v důsledku působení různých stresových faktorů nebo při poranění rostlin. Na vzduchu časem tuhnou v pevné gumovité hmoty. Polysacharidy nejvýznamnějších rostlinných gum a slizů jsou:

- guma tragant,
- guma karaja,
- guma ghatti,
- guma arabská, modřínová,
- sliz okra,
- další slizy junsai, baobab, rerudzo.

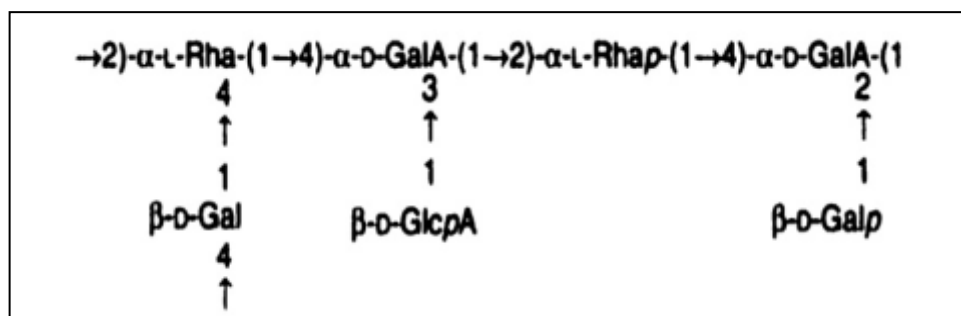
2.7.1 Guma tragant (E 413)

Tato pryskyřice vytéká po poranění kůry keřů rodu *Astragalus* (kozinec), z nichž nejvýznamnější jsou *A. gummifer*, *A. microcephalus* a *A. kurdicus*. Guma tragant je pěstována na Blízkém východě (Írán, Sýrie a Turecko). Tragant obsahuje kromě malého množství škrobu a proteinů dvě skupiny polysacharidů. První skupinou jsou neutrální arabinogalaktany, které představují 60–70 % hmotnosti této gummy. Hlavní řetězec je tvořen D-galaktózou spojenou β-(1,4)-glykosidovými vazbami, v postranních řetězcích se nachází další jednotky D-galaktózy vázané β-(1,6)-glykosidicky a terminální jednotky arabinózy připojené k β-D-galaktóze. Druhou skupinou jsou polysacharidy pektinového typu sestávající z jednotek α-D-galaktouronové kyseliny spojené vazbami α-(1,4). V malém množství se zde nachází

L-ramnóza. Průměrná molekulová hmotnost tragantu je poměrně nízká 840 kDa. Velmi cennou vlastností tragantu je jeho stabilita vůči hydrolýze a odolnost při mechanickém namáhání. Tragant je odolný vůči vyšším teplotám a kyselému prostředí, proto je používán jako zahušťovadlo a stabilizátor v salátových zálivkách, dále v náplních a polevách na pečkárenské výrobky. Jako přídatná látka, poskytuje zmrzlině jemnou texturu [1], [27].

2.7.2 Guma karaja (E 416)

Guma karaja, jinak též nazývána indickou gumou je glykanoramnogalaktouronan. Získává se z větví stromu *Sterculia urens* čeledi *Sterculiaceae* rostoucí na náhorních rovinách střední a severní Indie. Guma karaja je částečně acetylovaný komplexní polysacharid s vysokou molekulovou hmotností, který obsahuje 8 % acetylové skupiny a asi 37 % kyseliny uronové. Hlavní řetězec polysacharidu je tvořen střídajícími se jednotkami L-ramnózy a D-galaktouronové kyseliny, které jsou spojeny glykosidovými vazbami α -(1,4) a α -(1,2). Guma karaja je velmi špatně rozpustná. Používá se jako emulgátor, stabilizátor a zahušťovadlo do omáček, polévek, zálivek a majonéz. Použití má také ve farmaceutickém průmyslu [1], [26].



Obrázek 4. Chemická struktura gummy karaja

2.7.3 Guma ghatti (E 419)

Tento neškrobový polysacharid se získává z velkých opadavých stromů *Anogeissus latifolia*, rostoucích v Africe, Indii a na Srí Lance. Molekula tohoto glykanoglukuronomanoglykanu je tvořena periodicky se opakujícími zbytky α -D-manózy a β -D-glukurounové kyseliny, které jsou v hlavním řetězci spojené glykosidovými vazbami (1,4) a (1,2). V postranních řetězcích je na manózu α -(1,6)-glykosidovými vazbami vázána β -L-arabinóza. Na arabinózu je vázána kyselina glukuronová. Průměrná relativní hmotnost je 12 kDa. Ve vodě se rozpouští špatně, při koncentracích nižších než 5 % tvoří pravé rozto-

ky. Netvoří gel. Jedná se o rostlinu, která se už dlouho používá, a jejíž název je odvozený od indického slova Ghat, což znamená horský průsmyk. V minulosti jeho kvalita a dodávka nemohla být zaručena, proto tedy guma ghatti nebyla stanovena jako hlavní guma v potravinářských výrobcích. Regulační úřad v USA – GRAS (Generally Recognised as Safe) roku 1976 na základě testů toxicity, mutagenity a teratogenity stanovil tuto přídatnou látku za bezpečnou. Evropská unie ale požadovala více detailní vyhodnocení bezpečnosti, zda je tato guma bezpečná jako přídatná látka. Nedostatek požadovaných informací má tedy za následek vymazání gumy ghatti z evropského seznamu schválených aditiv. Avšak Japonsko, Latinská Amerika a jiné země udělaly to, že tyto alternativní hydrokoloidy přijali a používají je jako zahušťovadla a emulgační činidla. Obnovený zájem o gumu ghatti je hlavně díky jejím vynikajícím emulgačním schopnostem, které jsou pravděpodobně lepší než u arabské gumy. Cena je příznivá a srovnatelná s gumou arabskou. Tato polysacharidová pryskyřice představuje jednu z nejhojněji průmyslově vyráběných surovin a je předmětem intenzivního výzkumu srovnatelného se studiem syntetických materiálů [1], [28].

2.7.4 Arabská guma (E 414)

Komerční arabská guma nalezená v Africe spadá do dvou taxonomických zařazení: čeleď *Gummiferae Benth* subsp. *Acacia* a *Vulgares Benth* subsp. *Aculeiferum*. *Acacia senegal* spadá do čeledi *Vulgares* a *Acacia seyal* do čeledi *Gummiferae*, ale obě jsou oficiálně považovány za „arabskou gumu“. Komise *Codex Alimentarius* na svém 23. zasedání v Římě ve dnech 28.6. – 3.7.1999 přijala následující věcnou definici arabské gumy: arabská guma je vysušený výron získaný ze stonků a větví *A. senegal* a *A. seyal*. Arabská guma je substituovaný kyselý arabinogalaktan. Základní stavební jednotkou je kromě D-galaktózy také L-arabinóza a L-ramnóza. V menším množství je přítomna glukuronová kyselina. Hlavní řetězec polysacharidu je tvořen jednotkami β -D-galaktózy spojenými β -(1,3)-glykosidovými vazbami. Hydrofóbní proteinová část řetězce v kombinaci s hydrofilním polysacharidovým fragmentem udělují amfifilní charakter molekuly. Relativní molekulová hmotnost se pohybuje zhruba od 260 do 1200 kDa, ale vyskytují se i polymery s molekulovou hmotností několika desítek až 2300 kDa.

Ovšem existují významné rozdíly mezi dvěma druhy arabské gumy, které lze shrnout takto:

Accacia seyal

- kladná optická otáčivost,

- nízká viskozita,
- poměr arabinózy/galaktózy > 1 ,
- menší podíl ramnózy.

Accacia senegal

- záporná optická otáčivost,
- kyslejší a více viskózní,
- vyšší podíl ramnózy,
- poměr arabinózy/galaktózy < 1 .

Arabská guma se používá zejména jako emulgátor a stabilizátor v nápojovém průmyslu. Arabskou gumu lze také dobře kombinovat s ostatními gumami (xantan), škroby a algináty [1], [29].

Tabulka 6. Chemické složení *Acacia seyal* [29]

Chemické složení <i>Acacia seyal</i> gummy					
	Ramnóza (%)	Arabinóza (%)	Galaktóza (%)	Galaktouronová kyselina (%)	Glukuronová kyselina (%)
<i>Acacia seyal</i>	1,79	35,48	27,33	13,66	0,64

2.7.5 Guma modřínová

Průmyslovým zdrojem modřínové gummy je modřín západní (*Larix occidentalis*), jehož dřevo obsahuje až 35 % arabinogalaktanů, které se získává extrakcí horkou vodou. Guma modřínová se skládá ze dvou makromolekulárních komponentů. Jeden s vysokou molekulovou hmotností s hodnotou 37 – 100 kDa (70 – 90 %). Druhý s nižší molekulovou hmotností 7,5 – 18 kDa (5 – 30 %). Změna v jejich rozsahu může být přičítána analytické metodologii a postupu izolace. Hlavní řetězec tvoří jednotky D-galaktózy spojené vazbami β -(1,3)-glykosidovými. I když tento arabinogalaktan má složitou strukturu, jeho reaktivita ve srovnání s monosacharidy je podobná. Tato guma se používá jako zahušřovadlo a povrchově aktivní látka [1], [30].

2.7.6 Okra

Okra je glykanoramnogalaktouronan, který se získává s plodů ibišku jedlého z čeledi slézovitých (*Hibiscus esculentus* (Malvaceae) [1].

2.7.7 Další slizy – junsai, baobab, rerudzo

Junsai, nebo-li "vodní štít", je glykanoramnogalaktouronan sklizený z rostliny *Brasenia schreberi*. Konkrétně se jedná o trvalku plovoucí rostliny. Rostlina se objeví na jaře a šíří se prostřednictvím oddenků. Oválné listy (4 – 12 cm dlouhé a 3 – 8 centimetrů široké) plavou na vodní hladině. Silná vrstva želatinového slizu se týká mladých stonků, pupenů a spodní strany mladých listů. Květy jsou purpurově červené a kvetou v polovině léta. Úzce vejčité plody dozrávají pod vodou a dochází k rozkladu a uvolnění semen. *B. schreberi* je široce distribuován po celé Severní Americe a Asii, ale tento druh se vyskytuje i v Austrálii. V Asii je rostlina široce rozšířena. Mladé listy se zde používají do polévek. Oddenky a listy jsou využívány pro potravinářské účely [31].

Jinými kyselými slizy podobného složení jako má junsai je baobabový sliz, který se získává z listů baobabu prstnatého *Adansonia digitata*. Rerudzo se získává z rostliny *Dicerocaryum zaquebarium*. Tyto slizy nemají takové komerční využití a jsou používány jen lokálně [1].

2.8 Polysacharidy mořských řas

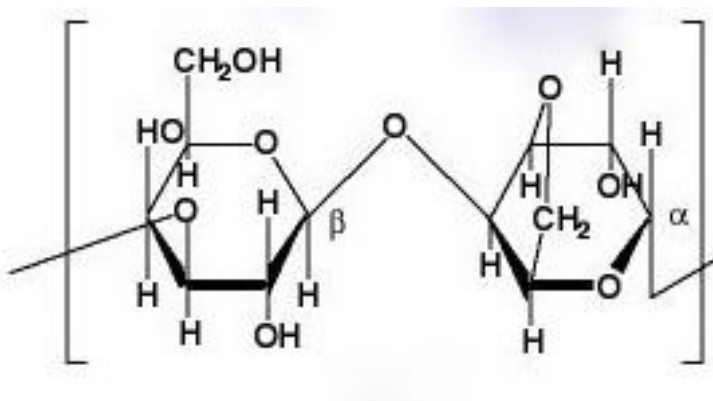
Nejvýznamnějšími zástupci této skupiny potravinářsky důležitých polysacharidů jsou:

- agary,
- karagenany a furcellaran,
- algináty (soli alginové kyseliny).

2.8.1 Agar (E 406)

Agary jsou známy jako ve vodě rozpustné želírující polysacharidy mořských řas z rodu *Rhodophyceae*. Jsou složeny z jednotek disacharidu agarobiózy, která je složena z galaktózy a 3,6-anhydro- α -L-galaktózy. Hydroxylové skupiny mohou být částečně metylovány. Některé jednotky hlavního řetězce jsou substituovány a tvoří je až 18 % xylopyranóza. Struktura agarů závisí na postupech jejich získávání a izolaci. Relativní molekulová hmotnost je od 80 do 420 kDa. Druhy *Gracilaria fisheri* a *Gracilaria edulis* jsou mořské řasy vyskytující se nejvíce v jižním a východním Thajsku. Agary se rozpouštějí při teplotě 87 – 92 °C. V potravinářském průmyslu se agary používají hlavně jako želatinační a stabilizační činidla a také jako kontrola viskozity. Používají se v cukrářství na výrobu

želé, marshmallow a bonbónů. Vzhledem k tomu, že lidský organismus tráví agary nesnadno a přínos jeho kalorií je zanedbatelný, mohou být agary používány pro výrobu speciálních dietních potravin [1], [14], [32].



Obrázek 5. Chemická struktura agarů [32]

2.8.2 Karagenany (E 407)

Karagenany jsou extrakty z červených mořských řas *Rhodophyceae*, zejména tedy řasy rodů *Euchema*, *Chondrus* a *Gigantina*. Výskyt karagenanů závisí na jednotlivých druzích. Řasy rodu *Euchema* rostou podél korálových útesů na Filipínách a v Indonézii. Druh *Chondrus crispus* (irský mech) tvoří malé tmavě červené keřky rostoucí podél skalnatých pobřeží Irska, Anglie a Francie. Karagenany jsou lineární polysacharidy podobné struktury jako agary, ale na rozdíl od nich obsahují jako strukturální jednotku pouze D-galaktózu. Základem struktury je opakující se sekvence β-D-galaktózy a 3,6-anhydro-α-D-galaktózy, tedy disacharid, který se nazývá karabióza. Karagenany ve své molekule mají 8 druhů sekvencí monomerů, které se označují malými písmeny řecké abecedy β, θ, ι, κ, λ, μ, ν, ξ. V potravinářství se pozornost zaměřuje pouze třem druhům. ι-karagenan, κ-karagenan a λ-karagenan. Průměrná relativní hmotnost všech tří polymerů je od 100 do 1000 kDa. Rozpustnost ve vodě závisí na druhu karagenanu, přítomných iontech, teplotě a pH prostředí. Karagenany se používají ke zlepšení textury. V mléčných výrobcích simulují tuky, a tak poskytují potřebnou viskozitu a stabilitu. Nejvíce se karagenany používají v mlékárenství. V čerstvém sýru karagenany zabraňují synerezi a zlepšují vlastnosti textury. Také umožňují lepší možnosti zařazení sušeného mléka k výrobě pekárenských výrobků [1], [14],[27].

2.8.3 Algin (E 400 – 405)

Algin je název pro alginovou kyselinu a její soli – algináty. Algináty se získávají z hnědých mořských řas *Phaeophyceae* jako základní složky jejich buněčných stěn. Hlavním zdrojem průmyslové výroby je obří řasa *Macrocystis pyrifera* a některé druhy jako je *Laminaria*, *Ascophyllum* a *Sargassum*. Algináty jsou z mořských řas extrahovány zásadami. Polysacharidy jsou obvykle vysráženy z extraktu kyselinami nebo vápenatými solemi. Stavebními jednotkami jsou β -D-manuronová kyselina a α -L-guluronová kyselina spojené (1,4)-glykosidovou vazbou. Algináty mají v potravinářství dlouhou historii. Jsou používány hlavně jako želírující prostředky. Jsou důležité pro své stabilizační a obecné koloidní vlastnosti. Algináty se používají na výrobu zmrzlin, kterým dodávají objem a texturu a také zde zabraňují růstu krystalů ledu. Přidávají se také do pekařských výrobků, želé, dezertů a pudinků, instantních polévek a omáček [1], [14], [27].

Tabulka 7. Kyselina alginová a její soli [19]

E označení	Kyselina alginová a její soli
E 400	Kyselina alginová
E 401	Alginát sodný
E 402	Alginát draselný
E 403	Alginát amonný
E 404	Alginát vápenatý
E 405	Propan-1,2-diolalginát

2.8.4 Furcellaran

Furcellaran se vyrábí z červených mořských řas druhu *Furcellaria fastigiata*. Někdy bývá také označován jako dánský agar z důvodu jeho výskytu. Roste totiž především při pobřeží Dánska. Furcellaran se skládá z D-galaktózy (46 – 53 %), 3,6-anhydro-D-galaktózy (30 – 33 %) a sulfátové části (16 – 20 %). Struktura je podobná κ -karagenanu. Furcellaran je rozpustný v teplé vodě. Produkce furcellaranu v Evropě byla zahájena v roce 1943, tedy poté kdy byla Evropa odříznuta od dodávek agaru. Po alkalickém předčištění řas, je polysacharid izolován pomocí horké vody. Extrakt se pak zahustí ve vakuu s 1,5% roztokem KCl. Dochází k zamrazování, přebytečná voda se odstraní lisováním a poté se polysacharid vysuší. Furcellaran s mlékem vytváří dobré gely a proto se hojně používá jako přídatná látka do pudinků. Je také vhodný do náplní v dortech a polevách. Furcellaran má tu výhodu oproti pektinu, že umožňuje v marmeládě nastavit stabilní gel i při koncentraci sacharózy

pod 50 – 60 %. Požadované množství polysacharidu, tedy 0,2 – 0,5 %, závisí na obsahu sacharózy a cukrů v marmeládě a tyto vlastnosti udávají požadovanou pevnost gelu. Furcellaran se také používá ke zpracování masných výrobků, jako jsou masné roztíratelné pasy a náplně do pečiva. Furcellaran také usnadňuje bílkovinám srážení při vaření piva a tím zlepšuje konečné odkalení piva [1], [27].

2.9 Polysacharidy MO a vyšších hub

2.9.1 Xantan (E 415)

Xantanová guma je aniontový extracelulární polysacharid produkovaný aerobní fermentací sacharidů bakterií *Xanthomonas campestris*. Hlavní řetězec xantanu se skládá z D-glukózy. Postranní řetězec se skládá z D-glukuronové kyseliny spojené mezi dvěma D-manózovými jednotkami. Kyselina pyrohroznová a acetátové skupiny mohou být přítomny jako substituenty na manózových zbytcích. Xantanové molekuly tvoří jednoduchou nebo dvojitou šroubovici stabilizovanou postranními řetězci. Relativní molekulová hmotnost je poměrně vysoká 15000 kDa. Xantanová guma je často používána v potravinářském průmyslu pro své vlastnosti jako je dobrá rozpustnost ve studené vodě. Disperze jsou viskózní a stabilní v kyselém i alkalickém prostředí a to při zvýšené teplotě (do 80 °C). Xantan slouží jako zahušťovadlo, stabilizuje emulze v kombinaci např. s arabskou gumou a propylenglykoalginátem. Termostabilita xantanu se využívá při výrobě instantních polévek a omáček [1], [20].

2.9.2 Gellan (E 418)

Gellanová guma je extracelulární polysacharid bakterie *Pseudomonas elodea*. Gellan je lineární, složený polysacharid tvořený jednotkami D-glukózy, která je esterifikovaná octovou kyselinou. Ta je vázána na L-glycerát a glukuronovou kyselinu. Ty jsou navázány na druhou molekulu D-glukózy, která je vazbou (1,4) připojena k L-ramnóze. Gellan je rozpustný ve vodě za vzniku viskózních roztoků. Gellan je želírující a gelotvornou látkou. Je rozšířen v japonské kuchyni. Používá se také v kombinaci s jinými hydrokoloidy, např. s xantinem, karubinem či želatinou [1].

2.9.3 Dextran

Leuconostoc mesenteroides, *Streptobacterium dextranicum*, *Streptococcus mutans* a další bakterie produkují extracelulární dextran. Dextran je α -(1,6)-glukan s několika vedlejšími

řetězci glukózy vázanými k hlavnímu řetězci makromolekuly. Dextran je velmi dobře rozpustný ve vodě, ale existují i dextransy ve vodě nerozpustné. Dextran se většinou používá v lékařství jako náhrada krevní plazmy. V potravinářském průmyslu je používán jako zahušňovadlo a stabilizátor, jak ukazuje jeho využití pro pečárenské výrobky, cukrovinky, nápoje a výrobu zmrzliny [1], [27].

2.9.4 Kurdlan

Kurdlan je homopolysacharid extracelulárně produkovaný mikroorganismy rodu *Alcaligenes faecalis*. Jeho struktura je tvořena polymerem glukózových jednotek vázaných vazbou β -(1,3). Mechanismus síťování v gelové síti kurdlanu je založen na trojitě šroubovici. V závislosti na podmínkách přípravy kurdlan tvoří tři krystalové modifikace označované jako formy I., II. a III. Forma I. se skládá z pravotočivé šroubovice s velkým množstvím vody. Kurdlanové formy II. a III. jsou tvořeny trojitou spirálovitou strukturou. Tyto dvě formy tří šroubovic se liší ve stupni hydratace. Ve vodě kurdlan bobtná a po zahřátí na 80 °C tvoří kalný gel stabilní v širokém rozmezí teplot a pH. Tento polysacharid se používá hlavně jako zahušňovadlo v potravinářství, protože je termolabilní a netoxický. Používá se hlavně v Japonsku [1], [33].

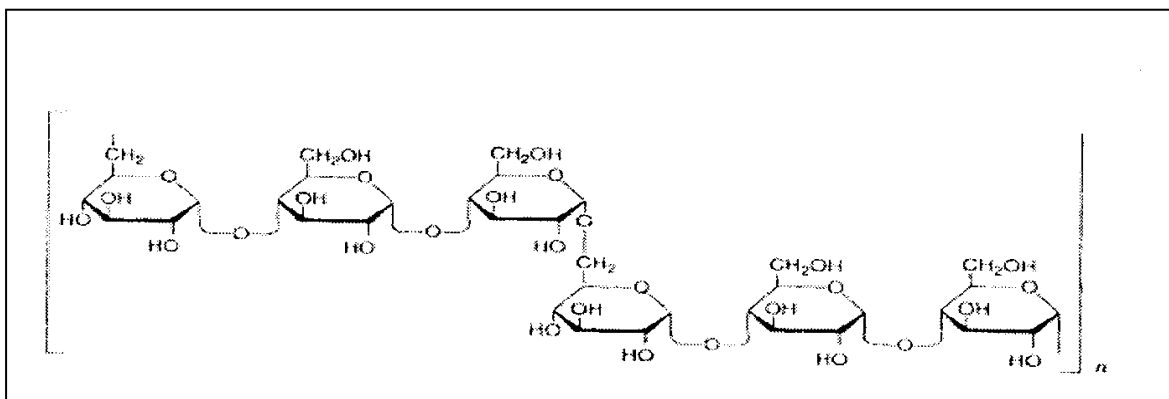
2.9.5 Elsinan

Elsinan je extracelulární glukan produkovaný houbou *Elsinoe lencospila*, *Elsinoe species*, *Elsinoe favocetti* a *Elsinoe ampelina*. Je to v podstatě lineární polymer skládající se z maltotriózových a maltotetrózových jednotek. Tento polysacharid má unikátní strukturu, vysokou viskozitu a dobrou stabilitu jeho vodného roztoku i v rozmezí pH, které se pohybuje od 3 do 11, při teplotě 30 – 70 °C. Má schopnost tvořit silné, odolné a kyslíkem nepropustné filmy. Všechny tyto vlastnosti umožňují tomuto glukanu uplatnit se v potravinářství a farmacii [34].

2.9.6 Pullulan (E 1204)

Pullulan je ve vodě rozpustná glukanová guma vyráběná aerobní fermentací houby *Aureobasidium pullulans*. Po fermentaci se houbová biomasa odstraní mikrofiltrací a filtrát se tepelně sterilizuje. Pigmenty a jiné nečistoty se odstraní adsorpcí a poté se provede iontově výměnná chromatografie (IEC). Výrobek obsahuje nejméně 90 % vysušeného glukanu. Hlavní nečistoty jsou tvořeny mono-, di- a oligosacharidy. Molekulu pullulanu tvoří D-glukózové jednotky vázané střídavě dvěma α -(1,4) a jednou α -(1,6)-glykosidovou vazbou.

Molekulová hmotnost se pohybuje v širokém rozmezí od 1,5 do asi 800 kDa podle původu a podmínek kultivace. Pullulan je stabilní ve vodném roztoku v širokém rozmezí pH (3 – 8). Ve vodě se rozpouští snadno, ale je nerozpustný v organických rozpouštědlech. Vodné roztoky pullulanu jsou viskózní, ale netvoří gel. Pullulan má širokou škálu komerčních a průmyslových využití v mnoha oblastech, jako je potravinářství, zdravotnictví, farmacie a dokonce i litografie. Používá se jako lešticí látka, zahušťovadlo a používá se v lékařství na výrobu potahovaných tablet pro potravinové doplňky. Přidává se do džemů, marmelád, cukrovinek a masných produktů. Využívá se také jeho texturotvorných schopností při výrobě žvýkaček [1], [35].



Obrázek 6. Chemická struktura pullulanu

ZÁVĚR

Většina polysacharidů je v potravinářství používána již delší dobu. S vývojem nových technologií se však přichází také na nové a pro tržní hospodářství zajímavé chemické látky, které jsou možné k využití potravinářsky přídatných látek. Jsou zkoumány, analyzovány a kombinovány s již zavedenými a legislativně povolenými látkami. S většinou těchto látek se populace setkává denně. Najdeme je v mléčných výrobcích, pekárenských výrobcích, masných produktech, nápojích i cukrovinkách. Mají zde funkci zahušťovadel, želírujících prostředků, stabilizátorů a emulgátorů. Většina těchto aditiv nezpůsobuje žádné vážné alergie nebo onemocnění, občas se vyskytuje špatné vstřebávání některých živin, u citlivých jedinců se může vyskytnout vyrážka.

Cílem této práce bylo seznámení se s jednotlivými aditivami upravujícími texturu. Vysvětlení a náhled na jejich chemické struktury, získávání těchto látek, zajímavosti o nich a možnosti využití v potravinářství. Počáteční stránky této práce jsou věnovány vlastnostem monosacharidů a oligosacharidů, jejich dělení a využití v potravinářství. Poté byla pozornost věnována již samotným polysacharidům, konkrétně jejich klasifikaci, chemickému rozdělení a jednotlivým zástupcům. Nejznámější a nejpoužívanější jsou tedy škroby, jak nativní tak i modifikované, dále celulózy, pektiny, rostlinné gumy a slizy, polysacharidy mořských řas. Všechny tyto polysacharidy mají své využitelné zastoupení v potravinářství. Co se týká mléčných výrobků, konkrétně pomazánek, tak zde bych doporučila jako zahušťovadlo modifikovaný škrob a karubin. Do jogurtů se obvykle dávají karagenany a taktéž modifikované škroby. V marmeládách a džemech má významné zastoupení pektin, do nápojů bych použila guarovou gumu. V masných výrobcích se nejlépe uplatňuje xantanová guma.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] VELÍŠEK, Jan. *Chemie potravin I*. Tábor: OSSIS, 1999. ISBN 80-902391-3-7
- [2] SVAČINA, Štěpán. *Klinická dietologie*. 1.Vyd. . Praha: Grada, 2008, 381 s. ISBN 978-80-247-2256-6.
- [3] VODRÁŽKA, Z., FOMENKOVÁ, D. *Biochemie pro studenty středních škol a všechny, které láká tajemství živé přírody*: Scientia, 1998. ISBN:8071830836, 9788071830832
- [4] ŠÍPAL, Z. *Biochemie*, 1. Vyd. Státní pedagogické nakladatelství v Praze 1999, ISBN 80-04-21736-2
- [5] HOLEČEK, Milan. *Regulace metabolismu cukrů, tuků, bílkovin a aminokyselin*. Praha: Grada, 2006. ISBN 80-247-1562-7.
- [6] HEYMAN, B. Gums tuning the rheological properties of modified maize starch pastes: Differences between guar and xanthan. In: Winnok, H. DE VOS, MEEREN, P., DEWETTINCK, K. *Food Hydrocolloids*. 2014, vol. 39, s. 85-94.
Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268005X13004086>
- [7] LUKEŠOVÁ, D., DOSTÁLOVÁ, J., POKORNÁ, L. Obsahy rezistentního škrobu v potravinách, *Chemické listy* 2008, roč. 102, s 837-858.
- [8] ČOPÍKOVÁ, Jana. *Chemie a analytika sacharidů*. I vydání. Praha: VŠCHT Praha, 1998. ISBN 80-7080-306-1
- [9] FAMĚRA, O., LIPAŤSKÝ, J., RILJÁKOVÁ, B., KOUŘIMSKÁ, L. Vliv některých faktorů na obsah škrobu v zrna pšenice a triticales. *Chemické listy*. 2008, roč. 102, č. 9,. ISSN: 0009-2770.
- [10] PELIKÁN, M., SÁKOVÁ, L. *Jakost a zpracování rostlinných produktů*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 2001
- [11] MIKULÍKOVÁ, D., KLČOVÁ, L., MASÁR, Š., HORVÁTHOVÁ, V., KRAIC, J. Význam zloženia škrobu a možnosti jeho ovplyvnenia, *Chemické listy* 2008, roč. 102.
- [12] QIU, N. Apple Pectin Behavior Separated by Ultrafiltration. In: TIAN, Y., QIAO, S., DENG, H. *Agricultural Sciences in China*. 2009, vol.8, iss.10, s. 1193-1202
Dostupné z:<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1671292708603296>

- [13] KLÁSEK, Antonín. *Nauka o polymerech II*. Brno: Biopolymery, Vysoké učení technické v Brně, 1999.
- [14] ALISTE, A. Radiation effects on agar, alginates and carrageenan to be used as food additives., VIEIRA, F., DEL MASTRO, N. *Radiation Physics and Chemistry*. 2000, vol. 57, 3-6, s. 305-308.
- [15] STRATIL, P. *Aditivní látky* [online skript]. Brno: Mendelova univerzita, 2011 [cit. 2014-2-1]. Dostupné z: <http://www.share.centrax.cz/>
- [16] ČESKO. Zákon č. 110 ze dne 24. dubna 1997 o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů. In: Sbíрка předpisů České republiky, 2014, částka 38. Dostupné z: <http://www.szpi.gov.cz/docDetail.aspx?docid=1006039&docType=ART&nid=11816>
- [17] ČESKO. Vyhláška č. 4 ze dne 3. ledna 2008, kterou se stanoví druhy a podmínky použití přídatných látek a extrakčních rozpouštědel při výrobě potravin. In: Sbíрка zákonů České republiky, 2008, částka 3. Dostupné z: <http://www.szpi.gov.cz/docDetail.aspx?docid=1001612&docType=ART&nid=11816>
- [18] VELÍŠEK, Jan. *Chemie potravin III*. Tábor: OSSIS, 1999. ISBN 80-902391-5-3
- [19] SZPI. Přídatné látky povolené při výrobě potravin [online]. 2014 [cit.2014-4-14] Dostupné z: <http://www.szpi.gov.cz/docDetail.aspx?docid=1000105&docType=ART&nid=11324>
- [20] DESPLANQUES, S. Impact of chemical composition of xanthan and acacia gums on the emulsification and stability of oil-in-water emulsions. In: RENOUE, F., GRISEL, M., MALHIAC, C. *Food Hydrocolloids*. 2012, vol. 27, iss. 2, s. 401-410. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0268005X11002979>
- [21] BLANSHARD P. H., KATZ F. R. Starch hydrolysates, in: *Food Polysaccharides and their Applications* (Stephen A. M.), New York 2006; Marcel Dekker, 99-122, ISBN: 0-8247-5922-2
- [22] SOULAKA, B., MORRISON, W. The amylose and lipid contents, dimensions, and gelatinisation characteristics of some wheat starches and their A- and B-granule

- fractions. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 1985, vol. 36, iss. 8, s. 709-718. Dostupné z DOI: 10.1002/jsfa.2740360811.
- [23] DURAZZO, A. Nutritional characterisation and bioactive components of commercial carobs flours. In: TURFANI, V., NARDUCCI, V., AZZINI, E., MAIANI, G., CARCEA, M. *Food Chemistry*. 2014, vol. 153, s. 109-113.
- Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308814613019110>
- [24] ZHANG, C. Konjac glucomannan, a promising polysaccharide for OCDDS. In: CHEN, J., YANG, F. *Carbohydrate Polymers*. 2014, vol. 104, s. 175-181.
- Dostupné z: doi: 10.1016/j.carbpol.2013.12.081
- [25] *Food additives series (FAS)*, JECFA monographs [online]. [cit. 2014-05-06]
- Dostupné z: <http://www.inchem.org/pages/jecfa.html>
- [26] IBRAHIM, N.A. New thickening agents based on tamarind seed gum and karaya gum polysaccharides. In: M.H. ABO-SHOSHA, E.A. ALLAM a E.M. EL-ZAIRY. *Carbohydrate Polymers*. 2010, vol. 81, iss. 2, s. 40
- Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0144861710001323>
- [27] BELITZ, H., GROSCH, W., SCHIEBERLE, P. *Food chemistry. 3rd rev. ed.* New York: Springer, 2004. ISBN 35-404-0818-5.
- [28] DESHMUKH, S. Gum ghatti: A promising polysaccharide for pharmaceutical applications. In: SETTY, M., BADIGER, M., MURALIKRISHNA, K.S. *Carbohydrate Polymers*. 2012, vol. 87, iss. 2, s. 980-986.
- Dostupné z: doi: 10.1016/j.carbpol.2011.08.099.
- [29] NIE, S. The core carbohydrate structure of Acacia seyal var. seyal (Gum arabic). In: WANG, C., CUI, W., WANG, Q., XIE, M., PHILLIPS, G. *Food Hydrocolloids*. 2013, vol. 32, iss. 2, s. 221-227.
- Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0268005X12003293>
- [30] PRESCOTT, H. New molecular weight forms of arabinogalactan from *Larix occidentalis*. In: GROMAN, E., GULYAS, G. *Carbohydrate Research*. 1998, vol. 301, s. 1-2.
- Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0008621597000785>

- [31] DING, J. Monitoring populations of *Galerucella birmanica* (Coleoptera: Chrysomelidae) on *Brasenia schreberi* and *Trapa natans* (Lythraceae). In: WANG, Y., JIN, X. *Biological Control*. 2007, vol. 43, iss. 1, s. 71-77.
Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1049964407001600>
- [32] PRAIBOON, J. Physical and Chemical Characterization of Agar Polysaccharides Extracted from the Thai and Japanese Species of *Gracilaria*. In: CHIRAPART, A., AKAKABE, Y., BHUMIBHAMON, O., KAJIWARA, T. *ScienceAsia*. 2006.
Dostupné z: [http://www.scienceasia.org/2006.32\(s1\)/011.php](http://www.scienceasia.org/2006.32(s1)/011.php)
- [33] MARUBAYASHI, H. Curdlan ester derivatives: Synthesis, structure, and properties. In: YUKINAKA, K., ENOMOTO-ROGERS, Y., TAKEMURA, A., IWATA, T. *Carbohydrate Polymers*. 2014, vol. 103, s. 427-433.
Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0144861713012290>
- [34] MISAKI, A. Elsinan, a potential food hydrocolloid produced by elsinoe species; properties and enzymatic degradation. In: Y. TSUMURAYA a M. KAKUTA. *Hydrocolloids*. 2000, s. 205-214.
Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780444501783500251>
- [35] SINGH, S. Pullulan: Microbial sources, production and applications. In: SAINI, K., KENNEDY, F. *Carbohydrate Polymers*. 2008, vol. 73, iss. 4, s. 515-531.
Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0144861708000027>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

EU Evropská unie

SZÚ Státní zdravotní ústav

SVS Státní veterinární správa

SZPI Státní zemědělská a potravinářská inspekce

ČR Česká republika

IEC Iontově výměnná chromatografie

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1. Škrobové zrno	16
Obrázek 2. Chemická struktura guarové gumy	32
Obrázek 3. Chemická struktura tamarindové gumy	34
Obrázek 4. Chemická struktura gumy karaja	35
Obrázek 5. Chemická struktura agaru	39
Obrázek 6. Chemická struktura pullulanu	43

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1. Přehled sacharidů v různých potravinách	12
Tabulka 2. Možnosti využití nativního škrobu	16
Tabulka 3. Seznam povolených zahušťovadel a stabilizátorů	26
Tabulka 4. Seznam povolených modifikovaných škrobů	30
Tabulka 5. Seznam povolených celulóz	31
Tabulka 6. Chemické složení <i>Acacia seyal</i>	37
Tabulka 7. Kyselina alginová a její soli	40

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha I Vybrané výrobky obsahující aditiva na bázi polysacharidů

PŘÍLOHA P I: VYBRANÉ VÝROBKY OBSAHUJÍCÍ ADITIVA NA BÁZI POLYSACHARIDŮ



Jogurtová pomazánka křen

Tento výrobek obsahuje modifikovaný kukuřičný škrob, gumu tara (E 417) a xantan (E 415).



Mléčná krupice jahoda

Tento výrobek obsahuje modifikovaný kukuřičný škrob a karagenan (E 407).



Prima dort pistáciový

Tento výrobek obsahuje hydroxypropyléter zesíťovaného fosfátu škrobu (E 1442), karubin (E 410), gumu guar (E 412).



Mražený krém s rostlinným tukem vanilkový v mléčné čokoládě a zlaté polevě

Tento výrobek obsahuje karubin (E 410), gumu guar (E 412) a karagenan (E 407).



Tvarohový mražený krém Míša ja- hoda a meruňka

Tento výrobek obsahuje alginát sodný (E 401), karagenan, karubin, gumu guar.



Jihočeské pomazánkové tradiční šunka

Tento výrobek obsahuje karagenan a xantan.



Šunka delikates

Tento výrobek obsahuje pšeničný škrob, karagenan a xantan.