

Hydrokoloidy a jejich použití v potravinářství

Alena Ptáčková

Bakalářská práce
2008



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav potravinářského inženýrství

akademický rok: 2007/2008

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Alena PTÁČKOVÁ**
Studijní program: **B 2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Chemie a technologie potravin**
Téma práce: **Hydrokoloidy a jejich použití v potravinářství**

Zásady pro vypracování:

Bakalářskou práci zpracujte formou literární rešerše. Zaměřte se na následující problémy:

1. Popište obecně co jsou hydrokoloidy.
2. Zaměřte se na vlastnosti hydrokoloidů, pro které se tyto látky používají v potravinářství.
3. Podrobněji popište pektiny, karagenany a modifikované škroby a jejich uplatnění v potravinářství.

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

[1] Kodet, J.; Šotolová, I.; Štěřba, S. Plnicí, zahušťovací, gelotvorné a stabilizační látky pro potraviny, 1. vyd. Praha: Středisko potravinářských informací, 1993, 236 s., ISBN 80-85120-32-1

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

[3] Phillips, G.O.; Williams, P.A. Handbook of Hydrocolloids, CRC Press, Boca Raton, New York, 2000, 442 s., ISBN 0-8493-0850-X

[4] Janaswamy, S.; Chandrasekaran, R. Heterogeneity in iota-carrageenan molecular structure: insights for polymorph II→III transition in the presence of calcium ions, Carbohydrate Research, ver. 343, 2008, 364-373

Vedoucí bakalářské práce:

MVDr. Michaela Černíková

Ústav potravinářského inženýrství

Datum zadání bakalářské práce:

20. listopadu 2007

Termín odevzdání bakalářské práce:

31. května 2008

Ve Zlíně dne 12. května 2008

doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.

děkan



prof. Ing. Ignác Hoza, CSc.

vedoucí katedry

ABSTRAKT

Mnoho druhů hydrokoloidů získaných z přírodních materiálů je používáno v potravinářských systémech k různým účelům. Slouží například jako zahušťovadla, stabilizátory, želírující činidla a strukturní modifikátory. Práce je zaměřena na vlastnosti hydrokoloidů, pro něž se tyto látky při výrobě potravin používají. Podrobněji jsou popsány pektiny, karagenany a modifikované škroby, které se v potravinářství používají nejčastěji.

Klíčová slova: hydrokoloidy, škroby, rostlinné gummy, karagenan, pektin

ABSTRACT

Many kinds of hydrocolloids obtained from natural substances are widely used in food systems for a variety of purposes, such as thickeners, stabilizers, gelling agents and texture modifiers. This work is directed on properties of hydrocolloids, for which are these materials using in food systems. There are described pectins, carrageenans and modified starches in this work, which are mostly used in food industry.

Keywords: hydrocolloids, starches, vegetable gums, carrageenan, pectin

Děkuji vedoucí mé bakalářské práce MVDr. Michaely Černíkové za vedení, cenné připomínky a rady, které mi poskytla během vypracování bakalářské práce.

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením MVDr. Michaely Černíkové, a uvedla v seznamu literatury všechny literární a odborné zdroje.

Ve Zlíně

.....

OBSAH

ÚVOD	8
I TEORETICKÁ ČÁST	9
1 POTRAVINÁŘSKÉ HYDROKOLOIDY	10
1.1 ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA	10
1.2 POLYSACHARIDY	10
1.3 BÍLKOVINY	11
1.4 PŘÍDATNÉ LÁTKY (ADITIVA)	12
1.5 HISTORIE	13
2 ŠKROB	15
2.1 CHEMICKÉ SLOŽENÍ	15
2.1.1 Škrobová zrna.....	16
2.2 ZÍSKÁVÁNÍ	17
2.3 VLASTNOSTI	18
2.4 POUŽITÍ	18
3 MODIFIKOVANÉ ŠKROBY	20
3.1 CHEMICKÉ SLOŽENÍ	20
3.1.1 Požadavky na modifikované škroby.....	20
3.2 VLASTNOSTI	21
3.3 PŘEMĚNĚNÉ ŠKROBY	21
3.4 ZESÍTĚNÉ ŠKROBY	22
3.5 STABILIZOVANÉ ŠKROBY	22
3.6 JINAK MODIFIKOVANÉ ŠKROBY	23
3.7 ŠKROBOVÉ HYDROLYZÁTY	23
3.8 POUŽITÍ	24
3.8.1 Pečené zboží.....	24
3.8.2 Těstíčka a breadingy.....	25
3.8.3 Nápojové emulze a příchuťové obaly.....	26
3.8.4 Cukrovinky.....	26
3.8.5 Ovocné přípravky	27
3.8.6 Masné výrobky	27
4 ROSTLINNÉ GUMY A SLIZY	28

4.1	GUAROVÁ GUMA	28
4.2	LOKUSTOVÁ GUMA	28
4.3	KONJAKOVÁ GUMA	28
4.4	ARABSKÁ GUMA	29
4.5	MODŘÍNOVÁ GUMA	29
4.6	DALŠÍ ROSTLINNÉ GUMY	30
4.7	ROSTLINNÉ SLIZY	30
5	EXTRAKTY Z MOŘSKÝCH ŘAS	31
5.1	AGARY	31
5.2	ALGINÁTY	31
5.3	KARAGENANY	32
5.3.1	Chemické složení	32
5.3.2	Získávání	33
5.3.3	Vlastnosti	34
5.3.4	Použití	34
6	PEKTINY	36
6.1	CHEMICKÉ SLOŽENÍ	36
6.2	ZÍSKÁVÁNÍ	37
6.3	VLASTNOSTI	38
6.4	POUŽITÍ	39
	ZÁVĚR	41
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	42
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	44
	SEZNAM OBRÁZKŮ	45
	SEZNAM PŘÍLOH	46

ÚVOD

Potravinářské hydrokoloidy patří mezi tzv. potravinářské přísady neboli aditiva, které významně upravují strukturní vlastnosti potravin. Jsou velmi různorodé a složitě se dělí na jednotlivé skupiny. Jsou to polymerní látky, které jsou jedlé nebo alespoň potravinářsky přijatelné. Většina z těchto látek jsou polysacharidy, ale patří sem i látky bílkovinné povahy. Potravinářské hydrokoloidy jsou přítomny v různém množství prakticky ve všech přirozených potravinách. Ovlivňují jejich texturu, strukturu a do jisté míry i chuť a aroma. Práce je zaměřena na hydrokoloidy polysacharidové povahy.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 POTRAVINÁŘSKÉ HYDROKOLOIDY

1.1 Základní charakteristika

Zahušřovací, stabilizační a želírující prostředky jsou významnými potravinářskými složkami, které podstatně upravují strukturní vlastnosti potravin. Hydrokoloidy jsou potravinářské jedlé polymery. Polymerní látky se nazývají proto, že jejich molekuly jsou složeny ze stovek až mnoha set tisíc jednodušších molekul. Svoji strukturou jsou zařazovány mezi polysacharidy, bílkoviny nebo dokonce i syntetické polymery. Typickým polysacharidem je např. škrob, celulóza, rostlinné gummy a typicky bílkovinným polymerem je želatina, kasein, vaječný albumin a další. V dnešní době jsou používány v nejrůznějších oblastech průmyslu. Rozpustné polysacharidy slouží jako plnidla, zahušřovadla, zvyšují viskozitu výrobků, působí jako stabilizátory disperzí, některé jsou gelotvornými látkami. Ve vodě jsou schopné botnat a přecházejí tak v hustý roztok nebo disperzi a mají zahušřovací vlastnosti a nebo účinky směřující ke tvorbě gelu. V potravinách se vyskytují dva druhy hydrokoloidů. Nejprve jsou to hydrokoloidy, které jsou v potravinách běžně přítomny, to je např. škrob, lepek, celulóza, bílkoviny a kolagen. A dále jsou to ty, které jsou do potravin přidávány, aby byla zajištěna jejich potřebná textura a funkční vlastnosti. Sem patří např. pektiny, rostlinné gummy, karagenany, modifikované škroby a další. [1, 2, 3, 19, 20, 21]

1.2 Polysacharidy

Polysacharidy neboli glykany jsou makromolekulární látky složené z více než deseti monosacharidů nebo jejich derivátů, které jsou vzájemně vázány glykosidovými vazbami. Řetězce polysacharidů mohou být lineární (amylóza, celulóza) nebo rozvětvené (amylopektin), existují i cyklické polysacharidy (cyklodextriny). Přírodní polysacharidy mívají často pravidelnou strukturu, což znamená, že jsou složeny ze stavebních jednotek, které se v řetězci pravidelně opakují ve stejném prostorovém uspořádání. Podle fyziologické funkce se dělí na rezervní a stavební.

Společnou vlastností všech polysacharidů je jejich velká polarita, schopnost vytvářet vodíkové vazby a komplexy s kationty. Značně se liší rozpustností ve vodě a často tvoří viskózní roztoky a gely. Právě tyto jejich vlastnosti jsou důležité pro jejich biologické

funkce a využití. V kyselém prostředí zvláště za vyšší teploty se hydrolyzují postupně až na monosacharidy, v bazickém prostředí jsou však relativně stálé. V přírodě patří polysacharidy k nejrozšířenějším sloučeninám s řadou významných funkcí, kterými jsou stavební (celulóza, chitin), zásobní (glykogen, škrob), ochranná (slizy, gummy) a jiné speciální funkce. [2, 5, 6]

1.3 Bílkoviny

Bílkoviny (proteiny) jsou vysokomolekulární látky složené z aminokyselin, které jsou vzájemně vázány peptidovou vazbou. Na vytváření struktury se kromě peptidových vazeb podílejí vazby disulfidové, esterové a amidové. Pořadí a počet aminokyselinových zbytků v řetězci je pro každou bílkovinu specifické, dané geneticky. Všechny proteiny mají stejnou základní stavbu a liší se jen pořadím převážně dvaceti kódovaných aminokyselin jako stavebních jednotek.

Podle stavu, v jakém se v potravinách nacházejí, se rozlišují bílkoviny nativní (přírodní), které mají zachovány veškeré biologické funkce, denaturované, které tyto funkce již nemají a upravené (chemicky modifikované), které jsou používány jako potravinářská aditiva pro zvláštní účely.

Dále se bílkoviny dělí podle původu na živočišné (maso, mléko, vejce a jiné) a rostlinné (obiloviny, luštěniny, ovoce, zeleniny a další). Podle přítomnosti nebílkovinné složky se rozlišují proteiny jednoduché, které obsahují pouze aminokyseliny a složené, které kromě aminokyselin obsahují i nebílkovinnou složku. A podle typu této navázané složky se složené proteiny rozdělují na nukleoproteiny, které obsahují nukleové kyseliny, lipoproteiny s navázanými lipidy, fosfolipidy či steroly (např. cholesterol). Dále pak na glykoproteiny, které obsahují vázané sacharidy (např. kolagen, κ -kasein a některé vaječné proteiny), na fosfoproteiny s navázanou kyselinou fosforečnou (některé kaseiny mléka), na chromoproteiny s vázanými deriváty porfyrinu nebo flavinu (např. hemoglobin, myoglobin), a nakonec na metaloproteiny, v jejichž molekule jsou navázány některé kovy (např. ferritin s navázaným železem). Globulární proteiny jsou rozpustné v polárních rozpouštědlech jako je voda a vodné roztoky kyselin a zásad. Fibrilární proteiny jsou ve vodě nerozpustné. Některé proteiny tvoří micelární koloidy (např. α -, β - a κ -kaseiny mléka). [2, 5]

1.4 Přídavné látky (aditiva)

Přídavné látky nebo-li aditiva jsou látky, které se běžně přidávají do potravin. Prodlužují např. jejich trvanlivost, zvýrazňují nebo obnovují jejich barvu, zvyšují nebo regulují kyselost a zahušťovací vlastnosti. Jsou rozděleny do kategorií podle funkce, kterou v potravině vykonávají. Toto rozdělení je součástí přílohy P1. Přítomnost těchto látek, které byly při výrobě dané potraviny použity, musí být uvedena na obale v sestupném pořadí podle toho, v jakém množství jsou v potravině obsaženy. Přítomnost přídavné látky se označuje uvedením názvu látky nebo jejího číselného kódu E. [7]

Číselný kód E je číslo, pod kterým je přídavná látka označována mezinárodně, tedy stejný číselný systém má Evropská unie i Codex Alimentarius. U látek, které náleží do kategorií antioxidanty, barviva, konzervanty, kyseliny, regulátory kyselosti, tavicí soli, kypřící látky, náhradní sladidla, látky zvýrazňující chuť nebo aroma, zahušťovadla, želírující látky, modifikovaný škrob, stabilizátory, emulgátory, protispékavé látky, odpěňovače, lešticí látky, látky zlepšující mouku, musí být kromě názvu nebo kódu E uveden i název příslušné kategorie, do které látka patří. Některé přídavné látky spadají podle účelu použití do několika kategorií, ale uvádí se pouze název kategorie, která odpovídá účelu, pro který je látka v potravině použita. V současné době je oblast použití potravinářských aditiv v České republice regulována vyhláškou Ministerstva zdravotnictví č. 4/2008 Sb. ze dne 3. ledna 2008, která stanovuje druhy a podmínky použití přídavných látek a extrakčních rozpouštědel při výrobě potravin. Tato vyhláška zapracovává příslušné předpisy Evropských společenství, zároveň navazuje na přímo použitelné předpisy Evropských společenství a upravuje množství a druhy přídavných látek, požadavky na jejich čistotu a podmínky jejich použití do potravin, potraviny a skupiny potravin, v nichž se mohou tyto látky vyskytovat, požadavky na jejich označování na obalech potravin, které nejsou určeny spotřebiteli, a označování dalších údajů důležitých z hlediska zdravotní nezávadnosti potravin, a dále podmínky a požadavky na použití extrakčních rozpouštědel do potravin, a jejich značení na obalu, který není určen spotřebiteli. [7, 13]

Pro výrobce potravin platí, že přes veškeré klady plynoucí z používání potravinářských přísad ve výrobě potravin je nutné mít na paměti i možná omezení jejich používání, která mají původ ve zdravotních možnostech spotřebitele (alergie, přecitlivělost), v jeho stravovacích návycích (vegetariánství), vyznání (košer), nebo i výhrady ke způsobu výroby (geneticky modifikované organizmy). Pro spotřebitele zase platí, že by si měli být vědomi

určitých rizik, která pro ně potravinářská aditiva obsažená ve výrobcích představují. Například spotřebitelé - vegetariáni by se měli vyhýbat vzhledem k původu přísadám s čísly E120, E441, E542, E910, E920, E921, E966 a dalších. Jedná se v těchto případech o aditiva živočišného původu anebo s vysokou pravděpodobností vyrobená z živočišných surovin. [7]

1.5 Historie

Potravinářská aditiva se používala již před naším letopočtem, kdy se pomocí nejrůznějších sloučenin uchovávaly potraviny. Vzhledu a chuti potravin se také věnovala pozornost. Egypťané používali barviva a ochucující látky, zatímco Římané ledek (dusičnan), koření a barviva. Některé z těchto látek byly poměrně drahé a mohli si je dovolit pouze bohatí. V první polovině 20. století byla objevena řada nových sloučenin, které plnily funkce přídatných látek, přičemž jejich cena již byla relativně nízká. Příkladem těchto prvních, cíleně vyvíjených aditiv, byla barviva přidávaná do sýrů, emulgátory do margarínů, pekařský prášek do směsí na pečivo a želírující prostředky do džemů. Během 20. století se charakter potravin změnil. Potravinářské suroviny, které se dříve konzumovaly běžněji v původním stavu, se začaly podstatně více opracovávat a vznikla potřeba potravin déle uchovávat. Původně se jednalo o odezvu na industrializaci a potřebu dodávat potraviny velkému počtu osob žijících ve městech. Později si spotřebitelé přivykli na široký výběr potravin během celého roku, bez omezení sezónními vlivy nebo regionální dostupností.

Vzhledem ke změnám životního stylu a častým aktivitám mimo domov tráví dnes lidé v kuchyni nad přípravou pokrmů stále méně času. Zvyšuje se zájem o potraviny k okamžité konzumaci a o potraviny, které umožňují přípravu pokrmu ve velmi krátkém čase (tzv. pohotovové potraviny). Proces výroby a skladování takových potravin vyžaduje přidavek různých chemických látek (buď přírodních nebo uměle vyrobených), které zajišťují jejich bezpečnost ve smyslu mikrobiologické nezávadnosti a zachování jejich výživové hodnoty. Prostřednictvím potravinářských aditiv lze dosáhnout také vyšší chutnosti a atraktivity potravin pro spotřebitele.

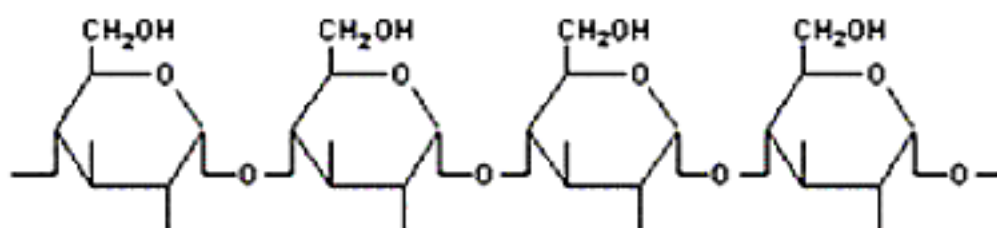
Značný pokrok je patrný v oblasti zdraví a výživy. Středem zájmu jsou potraviny se zvýšeným fyziologickým účinkem, často označované jako tzv. funkční potraviny. Jedná se např. o potraviny se sníženým obsahem tuku nebo cukru, obohacené o vitaminy,

minerální látky nebo jiné speciální složky prospěšné pro zdraví. Výroba těchto potravin by bez použití aditiv nebyla možná. Ve skutečnosti by řada potravin nemohla bez použití potravinářských aditiv vůbec existovat. Musí být zajištěna bezpečnost chemických látek přidávaných záměrně do potravin a jejich kontrolované používání, aby se zamezilo případným nežádoucím vlivům na lidské zdraví. [9]

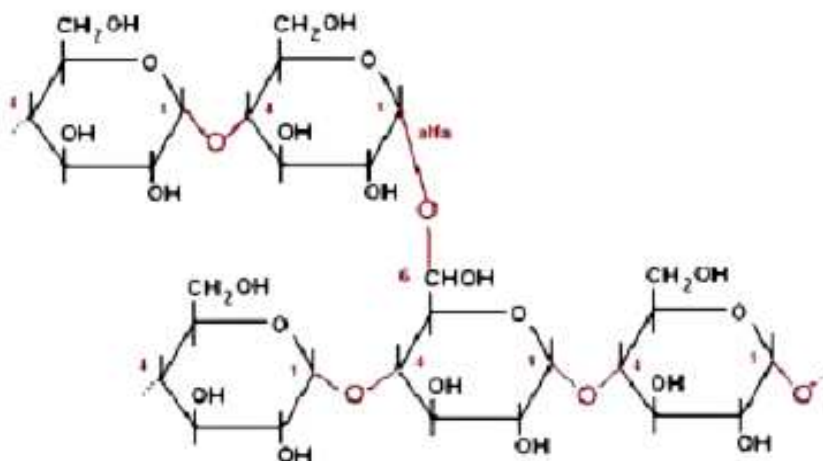
2 ŠKROB

2.1 Chemické složení

Škrob je technologicky nejvýznamnější polysacharid, který se vyskytuje výhradně v rostlinách, kde slouží jako rezerva energie. Skládá se ze dvou frakcí - lineární amylozy a rozvětveného amylopektinu (obr. 1 a obr. 2).



Obrázek 1: Lineární amyloza [17]



Obrázek 2: Rozvětvený amylopektin [17]

Obě frakce jsou tvořeny molekulami glukózy, které jsou však v případě amyλόzy spojeny α -(1→4) glykosidovou vazbou, zatímco v molekulách amylopektinu se vyskytují i vazby α -(1→6). Délka řetězce amyλόzy se může lišit s botanickým původem škrobu, ale pohybuje se v rozmezí od 500 do 6000 jednotek glukózy. Narozdíl od amyλόzy, obsahuje každý rozvětvený řetězec amylopektinu jen maximálně 30 jednotek glukózy. Molekula amyλόzy je tvořena lineárním řetězcem glukóz, které v prostoru vytváří šroubovici tzv. helix. Helixy jsou dále v prostoru uspořádány lineárně, zatímco molekuly amylopektinu jsou rozvětvené, přičemž k větvení dochází v místech výskytu vazby α -(1→6). Ve struktuře škrobového zrna se předpokládá, že volné větve amylopektinu jsou rovněž vytvarovány do helixů. Amyλόza má na každém jednotlivém řetězci jeden redukující konec, který je schopen chemicky reagovat (např. při barvení jódem), amylopektin má jen jednu takto reagující skupinu v celé molekule, neboť redukující skupiny prvního uhlíku všech ostatních řetězců jsou navázány na jiné řetězce. Amyλόza a amylopektin se liší i relativní molekulovou hmotností. Relativní molekulová hmotnost amyλόzy je řádově 10^6 a amylopektinu 10^7 - 10^8 . Jednotky škrobu jsou v rostlinách zastoupeny v různém poměru. U pšenice se uvádí poměr asi 25 % amyλόzy a 75 % amylopektinu. Některé druhy speciálně vyšlechtěných rostlin vykazují vysoký obsah amyλόzy (amyλόzové kukuřice) a nebo prakticky čistý amylopektin (vosková kukuřice). Obě frakce se díky různé struktuře liší také svými chemickými a fyzikálními vlastnostmi. Amyλόza je rozpustná ve vodě zastudena, amylopektin pouze botná a není schopen vytvořit roztok. Šroubovice amyλόzy jsou poměrně pevně tvarově uspořádány a jednotlivé závitky šroubovice jsou udržovány vodíkovými vazbami. [1, 2, 3, 5, 11]

2.1.1 Škrobová zrna

Amyλόza se ve vodě rozpouští na čirý, málo viskózní roztok, záhřevem nemazovatí. Amylopektin není ve studené vodě rozpustný, ale záhřevem mazovatí, tj. vytváří viskózní roztok. Škrob je hlavní zásobní živinou rostlin sloužící jako pohotová zásoba glukózy. Je označován jako nerozpustné, kompaktní a mikroskopické polykrystalické granule o velikosti 1 – 100 μm . V lidském měřítku to znamená, že 1 g škrobu obsahuje něco kolem 1 000 000 000 granulí s tím, že každá granule se pak skládá z asi 10 000 000 000 000 škrobových molekul. Ukládá se v semenech, kořenech, hlízách, listech a v organelách cytoplazmy zvaných plastidy. V pletivech, kde probíhá fotosyntéza je v malém množství

v chloroplastech a ve velkém množství v amyloplastech. Nachází se v nerozpustných micelách zvaných škrobová zrna. Hlavní řetězec škrobu má početné hydroxylové skupiny vyčnívající do okolního prostoru. Skupiny hydroxyly mají specifický blízký vztah k ostatním hydroxylovým skupinám a mohou sloužit jako řídicí zdroj při spojování škrobových řetězců dle určitých požadavků skrz vodíkové vazby. Tam, kde se takový požadavek objeví, jsou krystalické oblasti uspořádány do granule. Zbylé oblasti neuspořádaného škrobu jsou označovány jako beztvaré (amorfní). Jsou to právě krystalické oblasti, které dávají granulím jejich strukturu a usnadňují identifikaci surového škrobu. Pod mikroskopem polarizovaným světlem prosvícené granule škrobu tvoří charakteristický „Maltézský kříž“. Jev je rovněž znám jako dvojlom. Mikroskopický vzhled každé granule je charakteristický svému zdroji. Mikroskopická identifikace může být zdokonalena použitím jodu k zabarvení amylozy do charakteristické modročerné barvy. Voskový kukuřičný škrob, který obsahuje zanedbatelné množství amylozy, netvoří celek a přebírá na sebe červenohnědou barvu jodidového roztoku. [2, 3, 5]

2.2 Získávání

V našich podmínkách jsou hlavními zdroji škrobu v potravinách brambory a obiloviny, zejména pšenice, žito, ječmen, oves, kukuřice a rýže, nově také pseudocereálie laskavec aj. Z dalších zdrojů jsou to zralá semena luštěnin, hrachu, různých druhů fazolí a čočky. V mnoha zemích jsou dále zdrojem škrobu hlízy sladkých brambor (topinambur), v Asii a Africe rostliny kasava, v Jižní Americe maniok, juka a tapioka. Z ostatních zdrojů jsou to banány, jedlé kaštiny a různé ořechy. [2, 5]

Nejcharakterističtější vlastností škrobu je jeho výskyt v rostlinách. Škrobová zrna se vyskytují ve volné formě, nejsou na žádnou chemickou složku ani chemicky, ani fyzikálně vázána. Pouze mechanickým rozdrcením, vypíráním a dekantací na sítích, nebo na základě různé specifické hmoty na hydrocyklonech a odstředivkách, lze škrob oddělit v chemicky zcela čisté formě. [1]

Výroba škrobu zahrnuje řadu procesů, které izolují rafinovaný škrob od ostatních složek surového materiálu. Např. extrakce kukuřičného škrobu z kukuřičného zrna je proces známý jako mokré mletí, při kterém je škrob separován od vlákniny, oleje a pevně vázaného proteinu. Nehledě na příslušné extrakční procesy, cílem je znovu získat nerozpustný škrob v podobě nezničených nebo netknutých granulí. V této formě je znám

jako přírodní škrob. Může být myt a sušen nebo ponechán jako kaše pro případnou přeměnu na modifikované škroby. [3]

2.3 Vlastnosti

K významným vlastnostem škrobu patří želatínace (mazovatění). Ve studené vodě jsou škrobová zrna nerozpustná a tvoří suspenzi. Při zahřevu této suspenze dochází od určité teploty k botnání zrn, které je ireverzibilním dějem. Tato teplota se nazývá počáteční želatinační teplota, která má vždy určité rozmezí teplot mezi počátkem a ukončením procesu, obvykle 10-15 °C. Želatinační teplota závisí na druhu škrobu, vzájemném poměru škrobu a vody, pH prostředí a přítomnosti dalších složek (např. solí, cukrů). Obvykle se počáteční želatinační teplota pohybuje mezi 50-70 °C. Vzniká škrobový maz, který se po ochlazení stává škrobovým gelem zadržujícím vodu. [2, 5]

Rozhodující vlastností potravinářských škrobů je retrogradace, která je vlastně opakem želatínace. Jsou to změny související především s vlastnostmi amylozy u škrobových gelů. Retrogradace amylozy ve vodném roztoku vyplývá ze vzájemné termodynamické slučitelnosti jednotlivých molekul amylozy. Želatinovaný škrob není v termodynamické rovnováze. Z toho vyplývá, že po několika hodinách stání škrobových gelů, past a zředěných disperzí se mění jejich struktura i reologické vlastnosti. Dochází k asociaci mezi dvěma nebo více lineárními řetězci amylozy vodíkovými vazbami, a tím se ztrácejí vazebná místa poutající molekuly vody. Gely a pasty získávají gumovitou texturu a vyšší pevnost. Zředěné disperze ztrácejí viskozitu a srážejí se, vylučuje se voda, která byla vázána, a vzniká dvoufázový systém pevná látka-kapalina. I přes vzájemnou termodynamickou slučitelnost molekul amylopektinu, vyžaduje jeho retrogradace více času (několik dní). [1, 2, 14]

2.4 Použití

Napříč potravinářským a nápojovým průmyslem se dá nalézt široká aplikace škrobů. Přiřadit správný škrob ke každé z těchto aplikací vyžaduje, aby bylo zváženo velké množství kritérií. Výběr škrobu může být realizován pomocí znalosti rozsahu vlastností potravinářského produktu nebo procesu, který může škrob kontrolovat či podpořit. Ty zahrnují smyslové vlastnosti, metodu výroby, pomocné ingredience a očekávanou trvanlivost. [3]

Žádná jiná potravinová přísada se nemůže srovnat se škrobem vzhledem k podmínkám naprosté všestrannosti jeho použití v potravinářském průmyslu. Škroby jsou významnou přirozenou součástí mnoha potravinářských komodit, kde významně ovlivňují či určují jejich texturu a funkční vlastnosti. U řady výrobků se používají jako aditivní látky. Pro potravinářské, technologické a kulinářské účely slouží jako zahušťovadla k přípravě polévek, omáček, emulgátorů, k přípravě majonéz, dále jako pojidla do masných výrobků, nosiče do prášku do pečiva apod. Používají se přímo nativní škrobová zrna, zrna v dispergované formě, filmy získané sušením škrobových disperzí nebo extrudovaný škrob. Škroby jsou také surovinou pro výrobu modifikovaných škrobů, některých cukrů a cukerných derivátů. [2, 3, 5]

Asi polovina produkovaných škrobů se používá pro výrobu potravin a krmiv v nativní nebo modifikované formě. Zbytek se využívá v mnoha dalších odvětvích průmyslu (papírenském, textilním, farmaceutickém, stavebním, v kosmetice i jinde). [2, 5]

3 MODIFIKOVANÉ ŠKROBY

3.1 Chemické složení

Modifikované škroby jsou látky, které se vyrábějí chemickými změnami jedlých škrobů. Mohou se měnit vlastnosti škrobů přímo v nativním stavu nebo škrobů, které byly předtím pozměněny fyzikálními nebo enzymovými postupy a nebo škrobů již pozměněných působením kyselin, zásad nebo bělicích činidel. Člověk rozšířil použití škrobu daleko za hranici původního záměru. Fyzikální, chemická nebo biochemická modifikace znamenají, že početně vysoce funkční deriváty umožnily vývoj nových výrobních technologií a tržních trendů. Za tímto účelem byly speciální škroby upraveny na míru k vytvoření konkurenční výhody nového produktu, zvýšení estetiky produktu, zjednodušení popisu štítků, snížení výrobních nákladů, zvýšení konkurenceschopnosti produktu, záruce složení výrobku a prodloužení skladovatelnosti. [3, 12]

Z hlediska výživy se přeměněné škroby považují za normální složky potravy, neboť vznikly pouhým štěpením přírodních škrobů pomocí kyselin, enzymů či vysokých teplot. Jejich stravitelnost je proto srovnatelná se stravitelností nativních škrobů a nepatří proto mezi potravinářská aditiva. Naopak modifikované škroby vyrobené složitějšími zásahy ze škrobů nativních se řadí mezi aditiva. [2, 5, 8]

3.1.1 Požadavky na modifikované škroby

Škroby jsou nejlevnější hydrokoloidy, dostupné téměř ve všech zemích světa. Proto se většina výrobců snaží všechny problémy při přípravě potravin řešit přidavkem škrobu. Na škrob jsou ale tímto kladeny velké požadavky. Modifikované škroby musí vykazovat:

- a) stabilitu vůči vlivu:
 - vysokých teplot (vaření, pečení, sterilace)
 - nízkých teplot (zmrazování)
 - mechanickému namáhání (mísení, plnění obalů)
 - chemickému (vlivu kyselin)
- b) musí bránit dělení fází:
 - koagulaci

- vložování
 - synerezi (uvolňování séra např. syrovátky)
 - nesmí retrogradovat
- c) musí mít v případě potřeby zahušťovací schopnost
- d) musí tvořit číré pasty a gely. [1]

3.2 Vlastnosti

Chemické a fyzikální vlastnosti nativních škrobů omezují jejich používání. Škrobové modifikace jsou prostředky změny struktury a ovlivňují vodíkové vazby v kontrolovatelném rozsahu za účelem zvýšení a rozšíření jejich aplikace. Ve studené vodě jsou škrobová zrna nerozpustná, proto je nutné k získání disperze škrob vařit. Viskozita vařených škrobových mazů je často vysoká. Proto se nativní škroby různými způsoby upravují neboli modifikují tak, aby se jejich vlastnosti zlepšily nebo se získaly produkty s vlastnostmi jinými. Modifikované škroby se dělí na čtyři hlavní skupiny, kterými jsou škroby přeměněné, zesíťené, stabilizované a jinak modifikované. [1, 2, 3, 5]

3.3 Přeměněné škroby

Z nativních škrobů se přeměněné škroby získávají kyselou hydrolyzou (škroby modifikované kyselinami), oxidací (bělené a oxidované formy) nebo záhřevem (dextrinované škroby). [1, 2]

Kyselá hydrolyza spočívá v několikahodinovém zahřívání vodných disperzí škrobů se zředěnými minerálními kyselinami (nejčastěji HCl) na teplotu 40-60 °C. Takto vzniká tzv. rozpustný škrob, ze kterého se gel vytvoří pouhým dispergováním ve studené vodě bez zahřívání. Škroby modifikované kyselinami se používají jako plnidla, náhrada tuků nebo sacharózy a při výrobě cukrovinek. Ve směsích s nativním škrobem se pak využívají k přípravě pudingových prášků. [2]

Oxidací se získávají škroby bělené a oxidované. Bělené škroby se připravují ve vodné suspenzi mírnou oxidací oxidačními činidly, např. malým množstvím kyseliny peroctové, peroxidu vodíku apod. Jedná se spíše o odstranění doprovodných barevných látek, kdy oxidace škrobu je minimální. Mírnou oxidací škrobu chlornanem vznikají

škroby vhodné pro různé speciální účely. Škroby získané oxidací mají stejné použití jako škroby modifikované kyselinami. Jsou také vhodné k obalování masa a ryb pro vyšší adhezi obalu. [2]

Zahříváním nativních suchých škrobů nebo škrobů okyselených malým přídatkem zředěných minerálních kyselin se v závislosti na podmínkách dextrinace a druhu škrobu získávají tři základní druhy produktů, kterými jsou bílé dextriny, žluté dextriny a britské gummy. Dextriny se používají jako adhezivní látky k přípravě lesklých povrchů cukrovinek a tablet a dále jako nosiče aromatických sloučenin, koření a barviv. [2]

3.4 Zesítené škroby

Zesítení je nejdůležitější chemickou modifikací ve škrobovém průmyslu. Zahrnuje výměnu vodíkového spojení mezi škrobovými řetězci pevnějšími a stálějšími kovalentními vazbami. V tomto případě je botnání škrobové granule potlačené, předem dosažené rozpadem nebo i chemickým vlivem, mechanickým třením či vařením. Jednoduše řečeno, škrobová granule je v molekulárním prostoru „bodově svařená“ na náhodných místech, za účelem zesítení. Diškrobové fosfáty a adipáty jsou nejběžněji se vyskytujícími zesítenými škroby, kdekoliv se fosfátový nebo adipátový můstek vyskytnou. Novější složka obsahuje delší můstek než původní. Adipáty se získávají reakcí škrobů s adipanhydridem ve slabě alkalickém prostředí. V alkalickém prostředí se připravují také fosfáty reakcí s oxychloridem fosforečným nebo trimetafosfátem sodným. S růstem počtu zesítení se škrob stává více odolným proti želatizaci. Následkem toho nabízejí zesítené škroby kyselost, teplo a stabilitu řezu oproti jejich škrobovým předchůdcům. Adipáty a fosfáty se používají k zahušťování, stabilizaci a úpravě textury potravin (přípravě náplní pečiva, dresingů, k zahušťování polévek, omáček). Jsou však nevhodné pro výrobky skladované při nízkých teplotách. [2, 3]

3.5 Stabilizované škroby

Stabilizace jako druhá nejdůležitější modifikace je obvykle používána ve spojení se zesítením. Modifikace se projevuje snížením želatinační teploty škrobů (zejména vysokoamylózových), vyšší stabilitou vůči retrogradaci při skladování produktů za nízkých teplot a vyšší stabilitou v kyselém prostředí. U stabilizovaných škrobů se připravují estery škrobů (acetáty, fosfáty, sukcináty aj.) a étery (hydroxyalkylétery aj.). Modifikace spočívá

v substituci některých hydroxylových skupin škrobů. Stabilizované škroby se připravují ze škrobů nativních i modifikovaných jiným způsobem. Acetylované škroby se připravují reakcí škrobových suspenzí s acetanhydridem ve slabě alkalickém prostředí a používají se pro podobné účely jako zesítené škroby, tj. k zahušťování polévek a omáček. Fosforylované mají funkci zahušťovat a stabilizovat neslazené, nekyselé a mrazírensky skladované výrobky a slouží také pro výrobu pudingových prášků rozpustných za studena. Sukcinylované škroby se používají jako sodné soli nebo kyseliny, v potravinářském průmyslu ke stabilizaci nepolárních aromat u nealkoholických nápojů, majonéz a dresingů nebo jako náhrada arabské gumy. Étery škrobů se získávají reakcí s oxiranem a metyloxiranem a používají se pro mražené výrobky díky vyšší stabilitě při nízkých teplotách. Jsou vhodné pro málo kyselé výrobky s pH 5 až 6, ale i pro kyselejší salátové dresingy. [1, 2, 3]

3.6 Jinak modifikované škroby

Hlavním ze zástupců jinak modifikovaných škrobů jsou předželatinované škroby, které se připravují sušením zbotnalých škrobů a používají se pro výrobu pudingů za studena, neboť jsou schopné bobtnat ve studené vodě nebo mléce. [2, 5]

3.7 Škrobové hydrolyzáty

Nativní škrob a méně často také modifikovaný škrob je dnes hydrolyzován kyselinami, enzymy nebo kombinovanými způsoby (např. kyselinami hydrolyzovaný škrob se hydrolyzuje enzymově). Podle způsobu hydrolyzy, technologických postupů a použitých enzymů se získávají produkty, které se používají jako sladidla, náhražky tuků a cukru ve výrobcích s nízkým obsahem energie, jako látky upravující texturu aj. vlastnosti potravin a jako suroviny k výrobě dalších cukrů a jiných sloučenin. [1, 2]

Patří sem maltodextriny, škrobové, maltosové a glukózoové sirupy. Hydrolyzáty obsahující maltodextriny se nejčastěji suší, výjimečně se mohou připravovat jako sirupy. Jejich úkolem je zvyšovat viskozitu, hladkost a lesk výrobků u cukrovinek, bránit tvorbě krystalů u zmrzlin a mléčných výrobků, dále se používají jako nosiče aromat, pigmentů a tuků a také jako náhrada arabské gumy. Škrobové sirupy jsou používány pro výrobu cukrovinek, nealkoholických nápojů, ovocných sirupů, džemů, slouží jako stabilizátory konzistence (např. zmrzlin), používají se také jako náhražky tuků, surovina pro výrobu

karamelu atd. Sirupy jsou surovinou pro výrobu fruktózových sirupů. Dalšími produkty jsou cyklodextriny, které se používají jako nosiče vonných látek, stabilizátory emulzí a uplatňují se také při odstraňování hořkých látek z citrusových džusů. Z glukózových sirupů se získávají fruktózové sirupy působením bakteriální glukózaizomerázy. První výrobky obsahovaly fruktózu v množství kolem 42 %, dnes se získávají sirupy obsahující 55 % fruktózy. Mají tedy podobné složení jako invertní cukr a také podobnou sladivost (asi 100 % vzhledem k sacharóze). Fruktózové sirupy jsou vhodné pro slazení nealkoholických nápojů a výrobu cukrovinek. Sirupy s vysokým obsahem fruktózy (90 %) se přidávají do potravin pro diabetiky jako sladidla. [2]

3.8 Použití

3.8.1 Pečené zboží

Pšeničná mouka je základem velkého množství pečeného zboží. Jedná se o výhodnou komoditu, která je ale přetěžována s ohledem na moderní produkty jako jsou zmražené, chlazené, nízkotučné a bezlepkové produkty, kde estetika a zpracování mohou být omezeny bez ohledu na škrobové přísady. Zatímco preparáty se budou výrazně lišit v závislosti na požadovaném konečném výrobku, typické ingredience, kromě škrobu, mohou zahrnovat pšeničnou mouku, tuky, cukry, vejce, emulgátory, mléko a/nebo vodu. Zpracovatelské procesy se budou lišit dle preparátů. Účinek těchto složek a procesů na použití škrobu či modifikovaného škrobu se může zhoršit, protože pečené výrobky mají omezené množství vlhkosti. Želatinace škrobu (v pšeničné mouce stejně jako v přidaném škrobu) má zásadní význam pro budování struktury a tkáně u pečených výrobců. Zatímco pšeničný škrob zhoustne při pečení, předželatinovaný škrob může být použit k vázání omezené vody již dříve. To přináší celou řadu výhod, kterými jsou rozdělení částic (jako ve směsi na muffiny), snížení lepkavosti těsta, lepší manipulovatelnost a opracovatelnost, zvýšení objemu koláče, zlepšení vázání vody pro vyšší vlhkost a jemnější strukturu. Běžným problémem u pekařských výrobců je připálení způsobené retrogradací. Stabilizované škroby, zejména hydroxypropylované, předželatinované škroby vážou vodu mnohem efektivněji, čímž poskytují pekařské zboží s delší skladovatelností díky prodloužení dojmu čerstvosti. Přírodní kukuřice, vosková kukuřice nebo tapiokové škroby jsou alternativou pšeničné mouky pro bezlepkové výrobky pro lidi trpící celiakií, kteří jsou alergičtí

na pšeničný lepek. Předželatinované škroby, a zejména dextrin, najdou uplatnění zde, kde je důležitou vlastností kontrola viskozity, barvení, změkčení a tvarování. Glazury a polevy se užívají ke zvýšení estetiky a přidání hodnoty pekařským výrobkům. Glazura je obvykle tenká vrstva obsahující cukr, vodu a/nebo mléko, zatímco poleva může být aplikovaná jako silnější vrstva a obvykle obsahuje tuky. [3]

3.8.2 Těstíčka a breadingy

Úkolem těstíčkového nebo chlebového povlaku je přidat hodnotu masu, drůbežímu masu, mořským potravinám a zelenině. Mouka je většinovým komponentem v těstíčkách a breadingách. Obvyklým problémem, se kterým se výrobci potravin setkávají, je kolísání kvality komodity přírodní mouky. Speciální škroby řeší tento problém a rozšiřují funkčnost přírodní základní mouky. [3]

Škroby v těstíčku kontrolují viskozitu, která postupně kontroluje kvantitu a šířku vrstvy těstíčka, účinnost soudržnosti, vizuální efekt (od hladkého po puchýřkový), strukturu, skladování a stabilitu rekonstrukce. Předželatinované škroby používající se ke kontrole studené viskozity mohou být kříženy a stabilizovány pro poskytnutí řezné a zmrazovací/rozmrazovací stability pro těstíčka, která mají být recyklována nebo použita v chlazených nebo mražených produktech. Vlastnosti struktury mohou být zlepšeny pomocí vysokých amylozových škrobů pro smažené nebo v troubě pečené drůbeží a masové výrobky. Vysoké amylozové škroby potřebují vyšší teploty, jako třeba u smažení, aby začali fungovat. Stabilizace snižuje jejich želatinační teplotu, čímž upravuje škroby pro užití při nižších teplotách. Dextriny jsou užívány pro pokrývání zeleniny, kde obohatí barvu, a při vysoké úrovni dávkování (30%) vytvoří puchýřkový efekt k přeměnění povrchu povlaku. Velmi vysoká úroveň dextrinů nebo nekompletně želatinované vysoké amylozové škroby mohou způsobit lepkavost. Tento problém se překoná redukováním úrovně dextrinů nebo zvýšením amylozového obsahu za účelem dosažení požadované křehkosti. K dosažení jemného jednotného povlaku při nízkých teplotách vaření je doporučován modifikovaný vysoce amylozový škrob. Jelikož amyloza má excelentní povlakotvorné vlastnosti, začlenění vysoce amylozových škrobů do těsta může snížit odběr oleje u smažených, v těstíčku balených produktech. [3]

3.8.3 Nápojové emulze a příchuťové obaly

Lipofilní škroby nahradily arabskou gumu, tradiční emulzní stabilizátor, v koncentrovaných příchuťových emulzích pro nealkoholické nápoje a v obalových přísadách, např. rozprašovacím způsobem sušená smetana a příchuť. Aplikace lipofilních škrobů může být dokonce rozšířena dále než u arabské gumy a to na vysoko obsahové obalování příchuťových olejů. Obecně tyto škroby poskytují vyšší odolnost vůči oxidaci a nízkou teplotní stabilitu emulze. [3]

3.8.4 Cukrovinky

Škroby lze najít v široké škále cukrářských výrobků, např. v měkkých až tvrdých gelech, křehkých až žvýkacích strukturách. Škrob slouží také jako tvůrce struktury obalů a dokonce jako tvarovací medium podporující formování cukrovinek. Pro výrobu cukrovinek jsou důležité především škroby získané šetrným zpracováním. Většina cukrovinek má vysoký obsah cukru, cukerných sirupů nebo vícemocných alkoholů se sušinou v rozsahu od 68 % do 72 %. V těchto produktech je značný nedostatek vody, se škrobem trpícím v tomto prostředí vzroste želatinační teplota a je těžší aktivovat produkt pod 100 °C. Existuje několik metod jak zaktivovat přísady, které se používají v cukrářském zpracování. Patří mezi ně tradiční parní duplikátor (nízká až střední teplota, nízký řez), výměníky tepla (od střední po vysokou teplotu, vysoký řez), přímé parní vstříkávání stejně jako tryskové vaření (vysoká teplota, velmi vysoký řez). [1, 3]

Převádění amylozových a vysoce amylozových škrobů do různých stupňů hydrolyzy vytváří řadu kyselinou ředěných nebo oxidovaných škrobů pro cukrovinky. Tyto škroby mají nízkoteplotní viskozitu a umožňují rychlé a efektivní vaření škrobových roztoků v přítomnosti koncentrovaných cukerných sirupů. Další užitečná modifikace je stabilizace, kdy snížená teplota želatinace škrobu umožňuje jednodušší vaření, hlavně vysoce amylozových škrobů, a mohou být tedy získány pevnější gely se zvýšenou číroostí a prodlouženou skladovatelností u cukrovinek. Konvertované škroby se také používají u cukrovinek na vnějšku výrobků, jako poleva. Dextriny jsou se svou schopností vytvářet povrchový film používány společně s roztoky o vysokém obsahu cukrů k vytvoření stabilní, pružné polevy např. u jelly beans (želé lentileky ve tvaru fazolí), nebo u skořápkou pokrytých čokoládových bonbónů (např. M&M's). Struktura může být dále upravována užitím škrobů v kombinaci s ostatními hydrokoloidy. [3]

Škroby tedy u cukrovinek slouží spíše při zpracování, než jako přísady do nich přidávané. Vytvarované cukrářské těsto se vtiskne do misek s formovacím škrobem. Ten má dvě klíčové funkce a to formovat a absorbovat vlhkost. Vlhkost formovacího škrobu je rozhodující při výrobě vysoce kvalitních cukrovinek. Nad 9 % vlhkosti trvá schnutí déle, což snižuje rychlost výroby, zatímco pod 6 % vlhkosti má cukrovinka kůrku ztvrdlou zvnějšku, protože se voda ztratí příliš rychle. [3]

3.8.5 Ovocné přípravky

V dnešní době je k dispozici široká řada ovocných základů během celého roku. Pro výrobce potravin to znamená mnoho překážek, které musí překonávat, jako třeba pH. To je dále ztíženo skutečností, že i v rámci sezóny bude přirozeně kolísat pH (3-4,5) a množství pektinu v rámci jednoho druhu ovoce i mezi jednotlivými druhy. Aby bylo dosaženo konzistentních ovocných přípravků, je třeba použít zahušřovadlo nebo stabilizátor k vyrovnání těchto rozdílů. Ty musí být ovšem odolné při zpracování nutnému k dosažení požadované struktury, stability zmrazení-rozmrazení, nebo stability při pečení. Ovocné přípravky se dají použít např. do jogurtů, vrstvených mléčných dezertů a zmrzlin nebo jako náplň do pekařských výrobků. [3]

3.8.6 Masné výrobky

U zpracovaného masa se škroby používají jako vazače vody ke zvýšení výnosů, snížení ztrát při vaření, zlepšení struktury, schopnosti krájení a šťavnatosti, a k prodloužení skladovatelnosti. Vylepšené masové výrobky vyžadují vaření při vnitřní teplotě minimálně 72 – 75 °C pro bezpečnost výrobku. V důsledku úpravy za tak nízkých teplot s malým nebo žádným řezem nebo kyselinou jsou doporučovány bramborové škroby, které nabíhají lehčeji při nižších želatinačních teplotách. Mazlavé kukuřičné nebo tapiokové škroby s vysokým stupněm stabilizace, určeným ke snížení jejich želatinačních teplot, dobře vážou vodu během skladování v chladu či mrazu. Lipofilní škroby nacházejí také využití u upravovaného masa, kde slouží jako stabilizátory emulze a při zlepšení schopnosti masového proteinu vázat vodu nebo tuk. [3]

4 ROSTLINNÉ GUMY A SLIZY

Rostlinné gummy (klovatiny) jsou zpravidla lepivé šťávy vytékající samovolně z pletiv rostlin v důsledku působení různých faktorů, např. při napadení mikroorganismy nebo při poranění. Na vzduchu časem tuhnou v pevné gumovité hmoty. Jako rostlinné slizy se označují slizké sekundární metabolity vyskytující se v různých částech některých rostlin. Rostlinné gummy a slizy jsou vysoce hydrofilní, ve vodě dobře rozpustné polysacharidy. [2]

4.1 Guarová guma

Patří mezi heteromannany, jejichž hlavní řetězec tvoří jednotky D-mannózy. Na některé z mannanových jednotek je vázána α -D-galaktóza. Guarová guma se získává jako mouka z endospermu semen luštěniny *Cyamopsis tetragonoloba* po oddělení klíčku a povrchové vrstvy. Rostlina je původem ze střední Afriky, ale dnes se pěstuje především v Indii, Pákistánu a v USA. Používá se pro stabilizaci ovocných nápojů připravených z ovocné dřeně, ovocné šťávy, cukru a kyseliny citrónové. Díky svým vlastnostem slouží při úpravě viskozity dietních nápojů neobsahujících cukr. Je totiž odolná vůči nízkému pH a vyznačuje se vysoce neutrální chutí a vůní. [1, 2]

4.2 Lokustová guma

Lokustová guma je mouka ze semen rohovníku obecného nazývaná také jako svatojánský chléb. Strom pochází z oblastí západního Středomoří, pěstuje se ve Španělsku, USA a Austrálii. Má podobné vlastnosti jako guarová guma. Zvyšuje elasticitu a pevnost gelů agaru a karagenanů. Používá se jako stabilizátor emulzí (např. v mastných výrobcích), jako zahušřovadlo mléčných výrobků, náplní mražených potravin a pekařských výrobků (váže vodu). Lokustová guma je poměrně drahý hydrokoloid, proto bývá často falšována levnější guarovou gumou. [1, 2, 16]

4.3 Konjaková guma

Patří mezi glukomannany, ve kterých jsou některé mannózové jednotky náhodně nahrazeny zbytky D-glukopyranózy. Tyto se nacházejí v různém množství v bulvách, kořenech, hlízách a semenech rostlin. Konjaková guma respektive mouka se používá ve

východoasijských zemích jako zahušťovadlo a želírující látka, zejména v tradiční japonské kuchyni pro přípravu nudlů a gelů, které se nerozpouštějí ani ve vroucí vodě. [2]

4.4 Arabská guma

Arabská guma (zvaná též akáciová guma) je exudátem stromů rodu *Acacia*, které rostou v Africe, především v Senegalu, Nigérii a v zemích západní Afriky. Vyskytuje se ve výronech kmenů a větví tohoto stromu a je oficiálně definována jako „sušený gumový exudát z kmenů a větví akácie *Senegal*“ nebo z různých druhů akácie *Leguminosae*. Výrony se sbírají ručně. Mají kulovitý tvar a jsou velké asi 1 až 3 cm. Následně se výrony čistí a melou a arabská guma je tak dostupná ve formě bílých až nažloutlých vloček nebo jako prášek. Lze ji také zakoupit v původním nečištěném stavu. Obchodní vzorky obvykle obsahují akáciové druhy typu *Acacia Senegal* a *Acacia Seyal*, existuje však více než 100 různých akáciových gum. [1, 2, 3]

Arabská guma byla známá již ve starém Egyptě, kde se mimo jiné používala na balzamování mrtvol a pro malování hieroglyfických nápisů. Je to substituovaný kyselý arabinogalaktan, jehož základní stavební jednotkou je kromě D-galaktózy a L-arabinózy dále α -L-rhamnopyranóza. Arabská guma je schopná až z 50 % tvořit disperze, aniž by se výrazně zvyšovala jejich viskozita, čehož je využíváno pro stabilizaci a emulgaci různých potravinářských soustav. Guma stabilizuje emulze typu olej ve vodě, neboť se pevně absorbuje na kapky oleje díky přítomným proteinům vázaným na polysacharidy. Ve zmrzlinách přispívá k jemné konzistenci, v cukrovinkách brání krystalizaci cukrů a vlhnutí plev. Lze ji také dobře kombinovat s ostatními gumami, škroby a dalšími sacharidy. Nesnáší se ovšem s alginátem sodným a želatinou, kdy zejména při spojení se želatinou z roztoku vypadávají vločky. Optimální pH pro přípravu roztoků arabské gumy je kolem 6. Obecně je známá jako jeden z předních hydrokoloidů. [1, 2, 3]

4.5 Modřínová guma

Zdrojem této gumy je modřín západní (*Larix occidentalis*), jehož dřevo obsahuje až 35 % arabinogalaktanů, které se získávají extrakcí horkou vodou. Modřínová guma se složením podobá akáciovým gumám, ale obsahuje méně uranových kyselin. Je složena ze dvou frakcí arabinogalaktanů. Hlavní řetězec je tvořen jednotkami D-galaktopyranózy a v polohách C-6 jsou postranní řetězce složené z galaktózy a arabinózy. Používá se jako

zahušťovadlo a povrchově aktivní látka. S rozvojem výroby cenově zajímavější arabské gummy význam modřínové gummy klesá. [2]

4.6 Další rostlinné gummy

Mezi další rostlinné gummy patří tragant, který se používá jako zahušťovací prostředek, emulgátor a stabilizátor při přípravě salátových záливок, zmrzlin, náplní do pečiva apod. Guma karaja se používá jako zahušťovadlo (pro omáčky, polévky, kečupy, majonézy), látka zvyšující vaznost vody (v tavených sýrech, masných výrobcích) a stabilizátor pěn vznikajících z proteinů (šlehaný bílek, šlehačka). Guma ghatti se díky vyšší viskozitě uplatňuje jako výborný stabilizátor emulzí a suspenzí. [2]

4.7 Rostlinné slizy

Rostlinné slizy se používají v některých afrických a asijských zemích jako přísady do polévek a omáček, kterým propůjčují charakteristickou táhlou konzistenci. Hlavním zástupcem této skupiny látek je okra. K dalším pak patří junsai, baobabový sliz, ruredzo. [2]

5 EXTRAKTY Z MOŘSKÝCH ŘAS

Nejvýznamnějšími zástupci této skupiny potravinářsky důležitých polysacharidů jsou agary, algináty, karagenany a furcellaran. [2]

5.1 Agary

Agary jsou definovány jako vysoce želírující hydrokoloidy získávané z červených mořských řas (agarofytů). Zastávají v nich obdobnou funkci jako celulóza u vyšších rostlin. Tyto řasy rostou na pobřeží Portugalska, jižní Afriky, Indie, Japonska, Mexika, Chile a Nového Zélandu. Hlavní struktura agarů je charakterizována jako opakující se jednotky D-galaktózy a 3,6-anhydro-L-galaktózy s několika střídaními a malým množstvím esterů sulfátu. První agar byl jako aditivum použit na Dálném Východě před více než 300 lety. Agar se v japonštině nazývá Kanten, což znamená 'zmrzlá obloha'. Tradiční výrobní technika upravená podle pana Minoya, vyvinutá v polovině 17. století, je ještě okrajově používaná v orientálním průmyslu k produkci 'přírodního agaru' ve formě proužků (Ito-Kanten) nebo čtverečků (Kaku-Kanten). Agary se rozpouštějí v horké vodě při teplotě nad 85 °C. Jejich uplatnění je v podstatě založené na vratné želírující schopnosti a vysoké hysterezi. Ačkoliv mají rozmanité využití, tradičně za 80 % jejich spotřeby odpovídá užití jako potravinářské přísady. Na zbývajících 20 % se podílejí biotechnologické aplikace. Díky vysokému bodu tání gelů se používají především do pekařských výrobků, dále při výrobě džemů a želé, cukrářských výrobků, mléčných, masových, rybích a drůbežích výrobků a nápojů. V některých asijských zemích např. v Japonsku, se agary používají nejen jako aditiva, ale také jako samostatné potraviny pro výrobu různých druhů ochucených gelů nebo jedlých obalů. [2, 3]

5.2 Algináty

Algin je název pro alginovou kyselinu a její soli algináty. Kyselina alginová je látka izolovaná z různých druhů hnědých chaluh rodu *Phaeophyceas*, rostoucích při pobřeží severního Atlantiku, zejména v USA, Norsku, Francii a Británii. Je vysoce polymerní lineární látkou složenou zejména z kyseliny D-manuronové, jejíž část je nahrazena kyselinou L-glukuronovou. Algináty jsou definovány jako alginát sodný, vápenatý, draselný a amonný. Jsou to vysoce hydrofilní koloidní látky. Všechny algináty jsou

bezbarvé nebo nažloutlé, většinou bez chuti a bez zápachu. Přimísením malého množství alginátu vápenatého k alginátu sodnému rapidně vzroste viskozita roztoku. Této schopnosti se často využívá v mlékárenství, např. při výrobě instantních pudinků, kdy alginát sodný interaguje s vápníkem obsaženým v mléce. U alginátů je prověřena jejich hygienická nezávadnost a proto ve většině zemí není jejich množství omezeno. Algináty jsou velmi účinné ve velmi nízkých koncentracích a nemají téměř žádný vliv na chuť. Uplatnění alginátů je velmi velké. V potravinářském průmyslu se využívají jako zahušňovač, stabilizátory a emulgátory pro zlepšení konzistence např. pečiva, omáček, dresingů, zmrzlin, ovocných džusů a mnoha dalších potravin. Dále se komplexně používají ve všech druzích mlékárenských výrobků, také při stabilizaci pěny piva, v tavených sýrech a bonbonářském želé. Speciálně slouží jako filmotvorná látka v obalech na párky a pekařské polevy. Algináty se vyrábějí zejména ve Velké Británii, USA a Francii. [1, 2]

5.3 Karagenany

Po mnoho století byly červené mořské řasy používány na Dálném Východě i u nás v Evropě k jídlu. Mořské řasy představují různá pole polysacharidů, jejichž činnosti zahrnují ochranu buněčné stěny a zásobní energii, nehledě na vytváření rozhodujícího zdroje uhlíku pro mořskou bakterii. Karagenan je specifické označení pro extrakty z červených mořských řas *Rhodophyceae*, zejména řas rodů *Euchema*, *Chondrus* a *Gigantina*. Řasy rodu *Euchema* (*E. cottonii*, *E. spinosum*) jsou vláknité keře výšky asi 0,5 m, rostoucí na korálových útesech podél Filipín, Indonésie a v dalších tropických oblastech Tichého oceánu. Jsou také pěstovány na mořských farmách. Řasy *Chondrus crispus* (zvané též irský mech) jsou tmavě červené malé keříky rostoucí do výšky 0,1 m podél pobřeží severního Atlantiku. Řasy rodu *Gigantina* dorůstají výšky až 5 m a jsou sbírány v chladných pobřežních vodách Jižní Ameriky. [1, 2, 3, 4, 9]

5.3.1 Chemické složení

Karagenany jsou lineární polysacharidy strukturou podobné agarům. Neobsahují ale na rozdíl od nich L-galaktózu, pouze D-galaktopyranózu jako strukturní jednotku. Základ struktury tvoří opakující se sekvence β -D-galaktopyranózy a 3,6-anhydro- α -D-galaktopyranózy, tedy disacharid zvaný karabióza. Primární struktura karagenanů je ve

skutečnosti mnohem komplexnější. Existuje minimálně 8 druhů pořadí monomerů v molekulách karagenanů, které se označují malými písmeny řecké abecedy. Stejnými názvy se označují jednotlivé karagenany, v jejichž primární struktuře tyto sekvence převládají. V potravinářství je věnována pozornost pouze třem převládajícím druhům, které jsou označovány jako ι-karagenan, κ-karagenan a λ-karagenan. [2]

5.3.2 Získávání

Různé typy karagenanu se získávají samostatně nebo ve směsích, kdy se z řas extrahují nejčastěji horkou vodou v alkalickém prostředí jako sodné soli. Karagenan se skládá z amonných, vápenatých, hořečnatých, draselných a sodných solí, sulfátů a polysacharidů. Konečné suroviny se potom získávají sušením nebo srážením rozpouštědly. Hydrolyzou se získává galaktóza a 3,6 - anhydrogalaktóza. [1, 2]

Výrobní proces začíná výběrem mořských řas, aby se zjistilo, zda jsou sklizeny ve správný čas. Poté, co jsou mořské řasy sesbírány a umyty od písku a kamenů, nechají se rychle usušit, aby se zabránilo mikrobiální degradaci a tudíž byla udržena kvalita karagenanu. Mořské řasy jsou následně zabaleny a dopraveny do zpracovacích továren a před použitím uskladněny. Zpracovací továrny umístěné blízko místa sklizně mohou použít mokré mořské řasy a vyhnou se tak drahému sušení a následným rehydratačním fázím. V místě výroby jsou zabalené mořské řasy testovány a různé výrobní dávky jsou vybrány k produkci žádoucího extraktu. Správná selekce surovin a porozumění vlivu procesu na vlastnosti finálního karagenanu jsou nezbytné k produkci vysoce kvalitního a stálého výstupního produktu. Jestliže jsou mořské řasy rozlišeny a určeny k vytvoření specifického extraktu, jsou umyty před ošetřením vhodným množstvím různých zásad ke zvětšení mořských řas a extrahování karagenanu. Každý výrobce pozorně kontroluje suroviny a procesní parametry, aby produkoval velký počet extraktů s dobře definovanými vlastnostmi. Jednotlivé extrakty jsou charakterizovány jejich zahušťovacími a želírujícími vlastnostmi a finální produkty jsou tvořeny mícháním různých druhů k udržení stálé kvality od jedné výrobní dávky ke druhé a k poskytnutí specifických vlastností potřebných ke splnění zvláštních požadavků zákazníka a přizpůsobení jednotlivým aplikacím. [3]

5.3.3 Vlastnosti

Karagenany jsou hydrofilní anionaktivní koloidy. Rozpustnost ve vodě závisí na druhu karagenanu, přítomných iontech, teplotě a pH prostředí. Na rozpustnost má vliv poměr hydrofilních hydroxylových a sulfátových skupin a hydrofobních 3,6-anhydro-D-galaktózových zbytků. Vysoce sulfátovaný λ -karagenan je velmi dobře rozpustný na viskózní disperze (avšak netvoří gel), κ -karagenan obsahující více hydrofobních a méně hydrofilních skupin je méně rozpustný, rozpustnost ι -karagenanu je mezi rozpustností κ -karagenanu a λ -karagenanu. [2]

Důležitou vlastností je tvorba gelů. V přítomnosti K^+ , Ca^{2+} a NH_4^+ a jiných kationtů vznikají krátké, elastické a teplotně reverzní gely. Tyto gely jsou stálé při pokojových teplotách. Připravují se ochlazením již 0,5 % disperzí κ - nebo ι -karagenanů, kdy κ -karagenan tvoří pevný a křehký gel podléhající synerezi a ι -karagenan poskytuje pružné a soudržné thixotropní gely, u kterých k synerezi nedochází. Tvorba pevných, ale křehkých gelů vyžaduje přítomnost neutralizujících iontů (např. draselných či amonných iontů, ale ne sodných iontů u κ -karagenanu či vápenatých iontů u ι -karagenanu). [1, 3, 22, 23, 24]

Významnou vlastností karagenanů je schopnost reagovat s mléčnými bílkovinami, konkrétně s kaseiny. Toho se využívá ke stabilizaci částic kakaa, mléka apod. Karagenany lze kombinovat i s modifikovanými škroby. [1, 2]

5.3.4 Použití

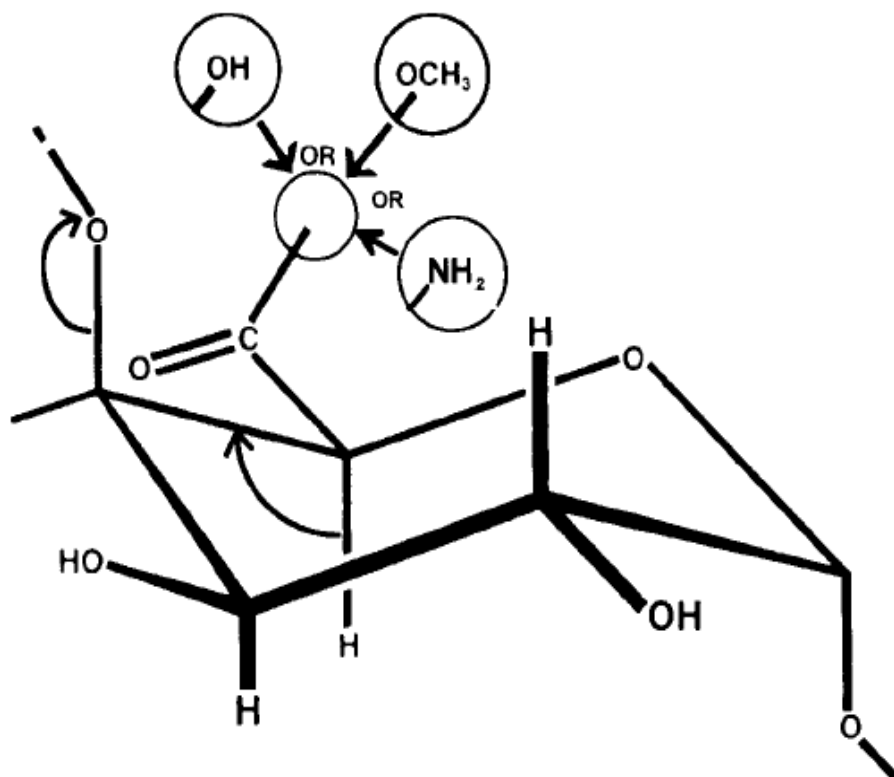
Karagenan z řas rodu *Chondrus crispus*, vypěstovaný mimo Irsko byl jedním z původně uplatněných k přípravě mléčného pudingu. Řasa byla vařena v mléce a následně byl vytáhnut karagenan tvořící gel na chlazení. Pro tyto vlastnosti je nyní celosvětově přijat, protože je používán na výrobu rychlých a k okamžité konzumaci připravených korpusů, mléčných dezertů a šlehaček. Díky své schopnosti tvořit komplexy s jinými hydrokoloidy a proteiny má ι -karagenan velký význam pro potravinářské účely. Ke snížení viskozity a zlepšení struktury moučníků se ι -karagenan často využívá ve směsi s redukovanými škroby. Komerční karagenan je směs všech tří typů karagenanů. Většinou převládá κ -karagenan (želírující) nad λ -karagenanem (neželírujícím) v poměru asi 3:2. V potravinářském průmyslu je užíván jako zahušťovadlo, v menší míře jako želírující činidlo, stabilizátor a emulgátor při výrobě mléčných desertů, mléčných nápojů, zmrzlin

a při výrobě masových konzerv. Karagenan také působí jako stabilizátor vůně. [1, 2, 3, 4, 9]

6 PEKTINY

6.1 Chemické složení

Pektiny, které se používají jako potravinářská aditiva, jsou skupinou heteropolysacharidů o proměnném složení. Obsahují nejméně 65 % galakturonové kyseliny jako základní stavební jednotky. Ta může být přítomna jako volná kyselina, metylester, amidovaný pektin nebo acetamid (obr. 3). [2, 3, 18]



Obrázek 3: Vzorec pektinu složený z galakturonové kyseliny, esteru a amidové jednotky

[3]

Pozn.: Šipky ukazují možnou degradaci u β -eliminace v esterové formě

Tvoří součást široké třídy pektinových látek, které jsou jedny z největších stavebních celků polysacharidů rostlinné říše. Jsou přítomny v mnoha druzích ovoce v proměnlivém množství a kvalitě. Nacházejí se v pletivech vyšších rostlin jako součást změn primárních buněk a mezibuněčných prostor. Vznikají a ukládají se hlavně v ranných stádiích růstu, kdy

se zvětšuje plocha buněčných stěn. Přítomnost pektinů a jejich změny během růstu, zrání, skladování a zpracování mají značný vliv zejména na texturu ovoce a zeleniny. [2, 3]

Pektiny určené pro použití do potravin jsou tvořeny lineárním řetězcem, který je složen alespoň ze 65 % z jednotek D-galakturonové kyseliny. Tento polymer se často nazývá polygalakturonová kyselina. Jednotky galakturonové kyseliny v řetězci mohou být volné nebo do různého stupně (průměrně ze 67-73 %) přirozeně esterifikované metanolem. Volné karboxylové skupiny galakturonové kyseliny mohou být neutralizovány různými kationty. Pektiny ale vznikají ze složitějších protopektinů, které jsou přítomny v rostlinné tkáni a obsahují také řadu neutrálních cukrů, včetně rhamnózy, galaktózy, arabinózy a menšího množství dalších cukrů. Tyto cukerné jednotky se vyskytují v nepravidelné struktuře. Užití čištěného enzymu prokázalo, že výtah pektinu za velmi mírných podmínek obsahuje oba lineární bloky skládající se z homopolygalakturonové kyseliny. [2, 3, 15]

Lineární sekvence jednotek α -D-galakturonové kyseliny jsou ukončeny jednotkou α -L-rhamnopyranózy vázané glykosidovou vazbou α -(1 \rightarrow 2). Obsah rhamnózy v pektinech bývá 1-4 %. Tyto úseky molekul pektinů se nazývají rhamnogalakturonany. Pektiny obsahují kromě hlavních řetězců galakturonové kyseliny přerušované rhamnózou ještě řadu neutrálních cukrů v postranních řetězcích. V největším množství je přítomna L-arabinóza a D-galaktóza. Méně často D-xylóza, D-glukóza, D-mannóza, L-fukóza a D-glukonová kyselina. [2]

6.2 Získávání

Pektiny se nacházejí prakticky ve všech druzích ovoce a zeleniny. Jejich obsah však není vysoký. Více pektinu se v našich podmínkách nachází např. v jablkách, slívách, renklódách, rybízu, angreštu, kdoulích a brusinkách, méně v třešních, višních, bezinkách a borůvkách. Ze zeleniny obsahují nejvíce pektinu rajčata a mrkev. Více pektinu obsahuje také cukrová řepa. V průmyslové praxi se pektiny nejčastěji získávají ze slupek citrusového ovoce, které obsahují zhruba 20-40 % pektinu, nebo z jablečných výlisků obsahujících asi 10-20 % pektinů. Z komerčně vyráběných citrusových druhů jsou pro přípravu nejhodnotnějšího pektinu upřednostňovány slupky z citronu či limetky, ačkoliv je např. pomerančová slupka mnohem dostupnější ve větším množství a může být používána k mnoha různým účelům. Citrusová kůra může být praná po zbavení kyselosti a pečlivě sušená tak, aby byla zachována kvalita pektinu, nebo může být zpracována přímo

v mokrém stavu. Zpracování mokré slupky je vhodné zejména při použití pomeranče, ale vyžaduje rozsáhlý a shodný zdroj kůry z plodů rostlin, které jsou co nejbližší u sebe. Pektin je velmi citlivý k rozkladu jedním z enzymů obsažených v mokré kůře, nebo horkem při sušení a následném zpracování. A taková ztráta musí být vždy pokud možno regulována. Producenti pektinu věnují značné množství zdrojů na zajištění kvality a dostupnosti surovin. Jakost více ovlivní druh pektinu, který může být vyroben hospodárně. [2, 3]

Izolace pektinů spočívá v extrakci z okyselených vodných suspenzí materiálu (pH 1,5 -3) při teplotách 60-100 °C. Extrakty se zahušťují nebo suší. Komerční pektinové přípravky se potom získávají srážením ionty kovů, které tvoří nerozpustné soli s pektiny (např. Al^{3+}), nebo srážením pektinů roztoky alkoholů (etanolu nebo isopropylalkoholu). Tradiční pektin byl používán jako želírující činidlo a byly přikázány druhy ovoce a obchodní normy, podle kterých mohl být vyráběn. Závažnější myšlenkou je dostupnost vedlejších produktů ovoce v dostatečném množství a kvalitě. Před rozvojem průmyslu na výrobu specifického pektinu bylo častějším postupem pro výrobu např. marmelády vyextrahování prostého pektinu z poškozené ovocné hmoty jako např. z jadrince jablek nebo z pomerančové dužniny. Dnešní obchodní výroba ovšem vyžaduje velká množství dostupných surovin. Největšími oblastmi pěstování pektinu jsou dnes Evropa a Latinská Amerika, pro které představuje oblast citrusové výroby dobrou vyhlídku i do budoucna. [2, 3]

6.3 Vlastnosti

Pektiny jsou obecně rozpustné ve vodě a nerozpustné ve většině organických rozpouštědel. Rozpustnost ve vodě klesá s rostoucí molekulovou hmotností a stupněm esterifikace karboxylových skupin (vysokoesterifikované pektiny se rozpouštějí za tepla). Soli polygalakturonových kyselin jsou vesměs lépe rozpustné než volné kyseliny. Disperze jsou relativně málo viskózní, a pektin se proto nepoužívá jako zahušťovadlo. Viskozita vysokoesterifikovaných pektinů se zvyšuje přidávkem sacharózy, u nízkoesterifikovaných pektinů v přítomnosti Ca^{2+} iontů. V obou případech mohou za určitých podmínek vznikat gely. Mechanismus tvorby gelu závisí na stupni esterifikace pektinu. Vysokoesterifikované pektiny tvoří gely s cukrem v kyselém prostředí. Cukr váže vodu, a snižuje tak stupeň hydratace pektinu. Kyseliny potlačují disociaci karboxylových skupin. Čím je vyšší stupeň

esterifikace, tím menší množství kyselin je třeba, úplně esterifikovaný pektin tvoří gely pouze s cukrem. [2, 3]

Pektiny jsou schopny za určitých podmínek tvořit stabilní pevné rosoly. Podle stupně esterifikace se rozdělují na nízkoesterifikované a vysokoesterifikované. Stupeň esterifikace (metylace) je definován jako % esterifikovaných karboxylových skupin. Je-li stupeň esterifikace > 50 %, jde o vysokoesterifikované pektiny, je-li < 50 % jedná se o nízkoesterifikované pektiny. Stupeň acetylce bývá obecně nízký, více acetylových skupin např. obsahují pektiny cukrové řepy. Vysokoesterifikované pektiny vytvářejí rosoly s obsahem cukerné sušiny 50 % a více. Při nižší cukerné sušině nerosolují. Nízkoesterifikované pektiny mohou vytvářet i tzv. nízkocukerné rosoly, s 30 i méně % cukerné sušiny, potřebují však ke svému rosolování ionty vícemocných kovů, přičemž se uplatňují zejména ionty Ca^{2+} . [2, 10, 15] Afinita pektinového řetězce k vápníku roste se snižujícím se stupněm esterifikace nebo iontové síly a s rostoucí koncentrací polymeru [19, 25]

Nerozpustné pektinové látky jsou příčinou tvrdosti a pevnosti nezralého ovoce a zeleniny. Během zrání, posklizňového skladování a zpracování podléhají pektinové látky enzymové a neenzymové degradaci, což vede k měknutí plodů a ztrátě želírující schopnosti pektinu. Změny během zrání se projevují měknutím rostlinných pletiv. Pektiny se uvolňují z komplexů polysacharidů tvořících buněčné stěny. Tento proces pokračuje i po sklizni během skladování. [2]

6.4 Použití

Činnost pektinů je závislá na určitých podmínkách výrobku, pH, iontové síle a složení, poměru umělých sladidel k přirozeným, původu ovoce a jeho množství. Pektiny jsou zodpovědné za konzistenci sterilovaného ovoce a zeleniny, za lisovatelnost olejnin, filtrovatelnost a tvorbu některých zákalů ovocných šťáv. Některé technologické postupy, např. v konzervářském průmyslu, využívají pektolytických enzymů ke zvýšení výtěžnosti při výrobě ovocných šťáv lisováním a k jejich čiření. Podobné použití mají pektolytické přípravky v cukrovarnictví. [2, 3]

Pektin byl poprvé použit v ovocném džemu s 60-70 % rozpustnou sušinou a pH v rozměru 3-3,3. Pro tuto aplikaci mohl být použit vysoce esterifikovaný pektin. Tvorba marmelád je často podrobně řízena a také důležité předpisy by měly být kontrolovány. [3]

ZÁVĚR

V dnešní době, kdy jsou známy stovky netradičních potravin a stovky netradičních postupů přípravy potravin, existují zcela nové požadavky na transport potravin, přípravu finálních jídel a na racionalizaci výživy. Protože se vlastnosti základních potravinářských surovin nemění, jediná možnost, jak upravovat texturu, je přidavkem hydrokoloidů.

Mezi hydrokoloidy patří zahušřovadla, stabilizátory, želírující činidla a další významné látky. Práce obsahuje tři hlavní kapitoly, které se zabývají modifikovanými škroby, karagenany a pektiny a jejich uplatněním v potravinářství. Jednotlivé kapitoly zahrnují chemické složení, získávání, vlastnosti a použití zmíněných hydrokoloidů.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] KODET, J., ŠOTOLOVÁ, I., ŠTĚRBA, S. Plnicí, zahušťovací, gelotvorné a stabilizační látky pro potraviny. 1. vyd. Praha: Středisko potravinářských informací, 1993. 236 s. ISBN 80-85120-32-1.
- [2] VELÍŠEK, J. Chemie potravin 1, 1. vyd. Tábor: OSSIS, 1999, 352 s., ISBN 80-902391-3-7.
- [3] PHILLIPS, G.O., WILLIAMS, P.A. Handbook of Hydrocolloids, CRC Press, Boca Raton, New York, 2000, 442 s., ISBN 0-8493-0850-X.
- [4] JANASWAMY, S., CHANDRASEKARAN, R. Heterogeneity in iota-carrageenan molecular structure: insights for polymorph II→III transition in the presence of calcium ions, Carbohydrate Research, vol. 343, 2008, p. 364-373.
- [5] DAVÍDEK, J., JANÍČEK, G., POKORNÝ, J. Chemie potravin. 1. vyd. Praha: SNTL, 1983, 632 s.
- [6] ČERNÝ, M., TRNKA, T. Sacharidy I. Praha: SciTech, 1995, 69 s.
- [7] <http://www.uzpi.cz/adresar/prisady1.htm>
- [8] <http://www.agronavigator.cz/az/vis.aspx?id=92062>
- [9] http://www.bezpecnostpotravin.cz/UserFiles/File/Kvasnickova/FAO_JECFA_1.pdf
- [10] http://www.vscht.cz/ktk/www_324/studium/OZ/zelenina_2.pdf
- [11] http://www.vscht.cz/main/soucasti/fakulty/fpbt/grant_TRP/dokumenty/06.pdf
- [12] <http://www.szpi.gov.cz/cze/informace/article.asp?id=54170>
- [13] Vyhláška Ministerstva zdravotnictví č. 4/2008 Sb. ze dne 3. ledna 2008, kterou se stanoví druhy a podmínky použití přídatných látek a extrakčních rozpouštědel při výrobě potravin.
- [14] SIKORA, M., KOWALSKI, S., TOMASIK, P. Binary hydrocolloids from starches and xanthan gum, Food Hydrocolloids, vol. 22, 2008, p. 943-952.

- [15] MORRIS, G. A., GARCÍA DE AL TORRE, J., ORTEGA, A., CASTILE, J., SMITH, A., HARDING, S. E. Molecular flexibility of citrus pectins by combined sedimentation and viscosity analysis, *Food Hydrocolloids* (2007), doi:10.1016/j.foodhyd.2007.09.005.
- [16] YAMAZAKI E.; KURITA O.; MATSUMURA Y. Hydrocolloid from leaves of *Corchorus olitorius* and its synergistic effect on κ -carrageenan gel strength, *Food Hydrocolloids*, vol. 22, 2008, p. 819-825.
- [17] <http://www.sszdra-karvina.cz/bunka/che/pl/plpol.pdf>
- [18] TUINIER, R., ROLIN, C., de KRUIF, C.G. Electrosorption of Pectin onto Casein Micelles, *Biomacromolecules*, 3, 2002, 632 – 638.
- [19] SMEWING, J. Hydrocolloids. In *Food texture: measurement and perception*. Eds. Rosenthal, A. J., Aspen Publishers, 1999. p. 282-303.
- [20] DICKINSON, E. Hydrocolloids at interfaces and the influence on the properties of dispersed systems. *Food hydrocolloids*. 2003, vol. 17, p. 25-39.
- [21] TAN, Y. L., YE, A., SINGH, H., HEMAR, Y. Effects of biopolymer addition on the dynamic rheology and microstructure of renneted skim milk systems. *Journal of Texture Studies*. 2007, vol. 38, p. 404-422.
- [22] SYRBE, A., BAUER, W. J., KLOSTERMEYER, H. Polymer Science Concepts in Dietary Systems – An Overview of Milk Protein and Food Hydrocolloid Interaction. *International Dairy Journal*. 1998, vol. 8, p. 179-193.
- [23] TZIBOULA, A., HORNE, D. S. Influence of milk protein on κ -carrageenan gelation. *International Dairy Journal*. 1999, vol. 9, p. 359-364.
- [24] YUGUCHI, Y., URAKAWA, H., KAJIWARA, K. Structural characteristics of carrageenan gels: various types of counter ions. *Food Hydrocolloids*. 2003, vol. 17, p. 481-485.
- [25] GARNIER, C., AXELOS, M. A. V., THIBAUT, J. F. Selectivity and cooperativity in binding of calcium ions by pectins. *Carbohydrate Research*. 1994, no. 256, p. 71-81.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

aj.	a jiné
apod.	a podobně
atd.	a tak dále
č.	číslo
g	gram
m	metr
např.	například
obr.	obrázek
pozn.	poznámka
tj.	to je
tzv.	tak zvaných
%	procento
°C	stupeň Celsia
<	menší než
>	větší než

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1:	Lineární amylóza	15
Obrázek 2:	Rozvětvený amylopektin	15
Obrázek 3:	Vzorec pektinu složený z galakturonové kyseliny, esteru a amidové jednotky	36

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P1: Třídění a popis funkce přídatných látek

PŘÍLOHA P1: TRŽDĚNÍ A POPIS FUNKCE PŘÍDATNÝCH LÁTEK

Skupina přísad podle funkce v potravině	Popis funkce přísady
Antioxidanty	látky, které prodlužují údržnost potravin a chrání je proti zkáze způsobené oxidací, jejímiž projevy jsou např. žluknutí tuků a barevné změny potravin.
Barviva	látky, které udělují potravině barvu, kterou by bez jejich použití neměla, nebo které rekonstruují barvu, která byla poškozena či zeslabena během technologického procesu, případně za účelem dosažení shodné barvy každé výrobní šarže různě vlivem kolísající barevnosti např. vstupní suroviny.
Konzervanty	látky, které prodlužují údržnost potravin a které je chrání proti zkáze způsobené činností mikroorganismů.
Kyseliny	látky, které zvyšují kyselost potravin, nebo které jí udělují kyselou chuť, které dále regulují míru funkčnosti ostatních látek v potravině, napomáhají uvolňování CO ₂ u kypřících prostředků a mohou mít konzervační účinek.
Regulátory kyselosti	látky, které mění či udržují kyselost či alkalitu potravin, a to např. za účelem konzervace potravin, úpravy či stabilizace barvy nebo podpory kypřících přísad.
Tavicí soli	látky, které mění vlastnosti proteinů při výrobě.
Kypřící látky	látky nebo směsi látek, které vytvářejí plyny a tak zvyšují objem těsta.
Náhradní sladidla	látky, které udělují potravinám sladkou chuť a které nepatří mezi monosacharidy. Bývají dělena na tzv. intenzivní sladidla s mnohonásobně silnějším sladivým účinkem než cukr a proto jsou užívána v nízkých dávkách (např. do nápojů, dietní potraviny, stolní umělá sladidla) a sladidla s funkcí plnidla s obdobnou sladivostí i dávkováním jako cukr (např. bezcukerné cukrovinky, DIA potraviny).
Látky zvýrazňující chuť a vůni	látky, které zvýrazňují již existující chuť nebo vůni potravin.
Zahušřovadla	látky, které zvyšují viskozitu potravin, modifikují texturu a zvyšují stabilitu potravin.
Želírující látky	látky, které udělují potravině texturu tím, že vytvářejí gel.
Modifikované škroby	látky, získávané chemickými změnami jedlých škrobů předtím pozměněných fyzikálními nebo enzymovými postupy nebo pozměněných působením kyselin, zásad nebo bělicích činidel. Plní v potravinách různé funkce např. tvorby či úpravy textury, funkci plnidla, stabilizační a zahušřovací.
Stabilizátory	látky, které umožňují udržovat fyzikální vlastnosti potravin. Mezi stabilizátory patří látky, které umožňují udržování homogenní disperze dvou nebo více nemísitelných látek v potravině. Často bývají kombinovány s emulgátory. Dále sem patří látky, které stabilizují, udržují nebo posilují existující zbarvení potravin.
Emulgátory	látky, které umožňují tvorbu stejnorodé směsi dvou nebo více nemísitelných kapalných fází nebo které tuto směs udržují. Mléko, majonéza a salátové dresingy jsou typičtí zástupci emulze O/V a máslo nebo margarín zástupci emulze V/O.
Nosiče a rozpouštědla	látky, které se užívají k rozpouštění, ředění, disperzi (rozptylování) a jiné fyzikální úpravě přídatné látky, potravního doplňku a aromatu, aniž přitom mění jejich technologickou funkci nebo mají vlastní technologický efekt a jejichž užití usnadňuje manipulaci, aplikaci nebo použití přídatné látky.

Skupina přísad podle funkce v potravině	Popis funkce přísady
Protispěkové látky	látky, které snižují tendenci jednotlivých částic potraviny ulpívat vzájemně na sobě, tj. uchování sypkosti prášků a jejich směsí bez tvorby hrudek a usnadnění jejich dispergaci nebo rozpuštění.
Leštící látky	látky, které po nanesení na vnější povrch udělují potravině lesklý vzhled nebo vytvářejí ochranný povlak. Povlaky, které jsou jedlé nebo které jsou snadno odstranitelné, se nepovažují za leštící látky.
Balicí plyny	plyny jiné než vzduch, které se zavádějí do obalu před, během nebo po plnění potraviny do obalu.
Propelanty	plyny jiné než vzduch, které vytlačují potravinu z obalu.
Odpěňovače	látky, které zabráňují vytváření pěny nebo snižují pění.
Pěnotvorné látky	látky, které umožňují vytváření stejnorodé disperze plynné fáze v kapalné nebo tuhé potravine.
Zvlhčující látky	látky, které chrání potravinu před vysycháním tím, že působí proti účinkům vzduchu s nízkou relativní vlhkostí. Dále jsou to i látky, které podporují rozpouštění práškovitých potravin ve vodném prostředí.
Plnidla	látky, které přispívají k objemu potraviny, aniž významně zvyšují její energetickou hodnotu. Obvykle se používají v dietních potravinách, ale mohou být použita k náhradě drahých přísad. Zpravidla jsou to látky, které jsou nestravitelné, balastní a jsou proto zdrojem dietetické vlákniny.
Zpevňující látky	látky, které činí tkáň ovoce nebo zeleniny pevnými nebo křehkými nebo tuto pevnost udržují a dále látky, které reakcí se želírujícími látkami ztužují gely.
Sekvestranty	látky, které vytvářejí chemické komplexy s ionty kovů a omezují tak jejich aktivitu.
Látky zlepšující mouku	látky jiné než emulgátory, které se přidávají k mouce nebo do těsta za účelem zlepšení pekařské jakosti (elasticity), příp. na podporu účinku vybělujících látek.