

Škrobni hidrolizati

Škrob hidroliziramo zato, da prilagodimo tehnološke in organoleptične lastnosti
Ključen parameter je stopnja hidrolize

TABLE 3.7

Functional Properties of Starch Hydrolysis Products

Properties Enhanced by Greater Hydrolysis ^a	Properties Enhanced in Products of Less Conversion ^b
Sweetness	Ability to produce viscosity
Hygroscopicity and humectancy	Ability to provide body
Freezing point depression	Foam stabilization
Flavor enhancement	Ice crystal growth prevention
Fermentability	Sugar crystallization prevention
Browning reaction	

^a High-conversion (high DE) syrups.

^b Low-DE syrups and maltodextrins.

Škrobi-ki so le delno hidrolizirani

- Malo navlažen škrob se razprostere po večji površini in poškropi s HCl
- Zmes se segreje - pustiti toliko časa, da poteče delna hidroliza (poruši se le malo vezi).
- Kislino se nato nevtralizira in škrob posuši.
- Škrobna zrnca so še vedno prisotna, vendar se tak škrob mnogo bolje hidratizira v vroči vodi.
- Geli, ki jih pripravimo iz takšnega delno hidratiziranega škroba so prosojnejši in močnejši.
- Najbolj čvrste gele dobimo, če izhajamo iz škroba z velikim deležem amiloze.



- S podaljšano hidrolizo dobimo oligoshardide (dekstrini). Manjša viskoznost in dobra topnost tudi v hladni vodi (nosilci arom, tvorijo filme).

Maltodekstrini

- Pridobljeni s kislinsko in/ali encimsko hidrolizo škroba z manj kot 5 glukozami
- Razvrščamo jih glede na DE (dekstrozne ekvivalente) > 20

DE = 100/DP; DP (degree of polymerisation-povprečno število glukoznih enot)

- Daljši Maltodekstrini so brez izrazitega okusa (skoraj niso sladki)-idealni "neizraziti" dodatek

- Krajši maltodekstrini DE ≈ 40 so že bolj sladki (corn syrup)
- Zaradi heterogene sestave neradi kristalizirajo (tekoči pri 70% suhe snovi)
- Zaradi velike osmolarnosti so mikrobiološko stabilni

- S kombinacijo različnih encimov dobimo na koncu tudi glukozo

- Z delovanjem glukoza-izomeraze (imobilizirana) lahko dobimo zmes glukoze in fruktoze, ki je bolj sladka

Kemijske modifikacije škroba

Namen:

- Izboljšanje tehnoloških lastnosti škrobnih past in gelov

Pristopi (kemijski in fizikalni):

- Hidroliza
- Esterifikacija
- Eterifikacija
- Oksidacija
- Pregelatiniziran škrob (raztopljen in posušen)

Osnovni učinki

- Višja temperatura gelatinizacije, večja čvrstost, večja pH stabilnost (kovalentno povezani škrobi)
- Nižja temperatura gelatinizacije, manjša tendenca k retrogradaciji, bistrost (kovalentno modificirani)

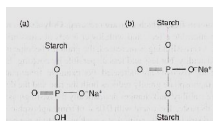
Primeri kemijske modifikacije

•DS (degree of substitution) je definiran kot delež modificiranih glukoznih molekul v škrobu

•DS je največkrat v območju 0,002 do 0,2 (modificirana vsaka 500 do 5 glukoza)

•Že malo število kemijskih modifikacij lahko privede do velikih sprememb lastnosti

- Acetilacija (zaestrenje OH skupin)
Zniža temperaturo gelatinizacije
Zmanjša retrogradacijo
(preprečuje medsebojno povezovanje)
Max. dovoljena DS = 0,09

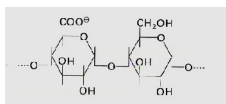


- Fosforilacija (zaestrenje OH skupin, uvajanje naboja)
Zniža temperaturo gelatinizacije, povečanje viskoznosti
Max. dovoljena DS = 0,002

- Fosforilacija in medsebojno povezovanje molekul škroba (POCl₃)
•Zelo velike molekule, odpornost na mehanski stres in kisel pH, gelatinizacija pri večjih temperaturah

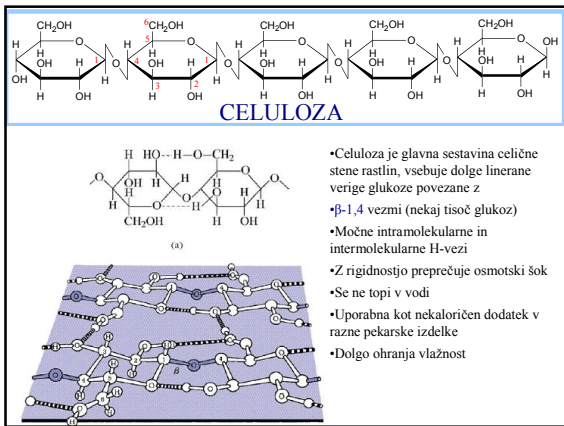
Oksidiran škrob

- Oksidacija z NaOCl
- Uvajanje karboksilnih skupin (naboj), tudi sterilizacija
- Manj viskozni in bolj mehki geli



Pregelatiniziran škrob

- Škrob je bil hidratiziran in posušen v obliki tankega filma, ne da bi pri tem prišlo do prevelike retrogradacije (kristalizacije)
- Škrobne granule so uničene, zato da se lahko ponovno hidratizira že pri nižjih temperaturah.
- Uporaben v instant pudingih, juhah



Modifikacije celuloze za uporabo v živilstvu

Mikrokristalinična celuloza

- Delna hidroliza s kislino, drobna mleta in posušena
- Krajše verige, ki tvorijo koloidne v vodi (0,2 μ m)-se ne raztopi
- Stabilizira gele in emulzije, preprečuje zlepljanje (npr. nariban sir)

Karboksimetilceluloza

- Obdelava celuloze z NaOH, nato reakcija s kloroacetno kislino
- Dobimo celuloza-O-CH₂-CO₂⁻ (uvede se negativen naboj, DS = 0,4 do 0,8)
- Dolge iztegnjene verige v raztopini (zaradi medsebojnega odboja)
- Visokozne raztopine, uporabno za stabilizacijo proteinov blizu izoelektrične točke

Metilceluloza

- Obdelava celuloze z NaOH, nato reakcija s CH₃Cl
- Dobimo celuloza-O-CH₃ (zmanjša se število OH skupin, manjša možnost medsebojnega povezovanja molekul celuloze; DS = 1 do 2)
- Izboljšana topnost v vodi (prevelika eterifikacija lahko privede tudi do zmanjšane topnosti)
- Zaradi večje površinske hidrofobnosti lahko stabilizira emulzije, pene

Pektin (pektične snovi)

• Polisaharid, ki se nahaja v srednji lameli celičnih sten in je kovalentno vezan na celulozo (očvršuje)

• Pektini so visokomolekularni poluronidi (oksidacija na C6) zgrajeni iz α -1,4- povezane D-galakturonske kisline. Nekateri karbonske skupine so metilirane. Poleg galakturonske kisline vsebujejo še nekaj ramnoze.

Heterogena sestava zmanjša tendenco za kristalizacijo.

• Različne stopnje polimerizacije in esterifikacije (metilne skupine) dajo veliko variabilnost pektinov

• Večinoma je linearna na določenih mestih pride do manjše razvejitve

• Glavni viri so citrusi in jabolka (ostanek po stiskanju soka)

• Pektin se sprosti s sadja ali zelenjave z encimsko hidrolizo (zorenje-mehčanje) ali s kislno hidrolizo med kuhanjem.

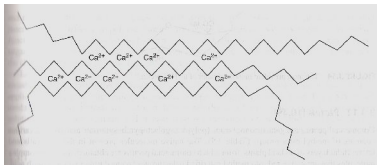
Plant Material	Pectin (%)
Potato	2.5
Tomato	3
Apple	6-7
Apple pomace	15-20
Carrot	10
Sunflower heads	25
Sugar beet pulp	15-20
Citrus albedo	30-35

HM pektin (velik delež metoksi skupin)

- V rastlinah je delež metiliranih karboksilnih skupin 80% ali več
- Do zmanjšanja deleža pride med ekstrakcijo (hidroliza)
- Če je delež metiliranih karboksilnih skupin večji od 50% govorimo o močno (zelo) metoksiliranem pektinu (HM-high methoxyl).
- HM pektin dobro tvori gele v kislem (pH 2,8-3,5) v prisotnosti saharoze (nad 50%). Idealno za sadne pripravke-marmelade in džeme.
- HM pektini ne tvorijo gelov, pri višjih pH-jih, ko so karboksilne skupine deprotonirane, saj so odboji med molekulami preveliki.
- Pektini z večjo molekulsko maso tvorijo močnejše gele

LM pektin (majhen delež metoksi skupin)

- Če je delež metiliranih karboksilnih skupin manjši od 50% govorimo o malo metoksiliranem pektinu (LM-Low methoxyl).
- LM pektin tvori gele le v prisotnosti Ca^{2+} ionov (model posodice za jajca)
- S povečevanjem deleža kalcijevih ionov se poveča čvrstost gela
- LM pektin ne potrebuje saharoze za tvorjenje gela, zato je primeren za dietetične gele
- Hitrost tvorjenja gelov je sorazmerna deležu metiliranih karboksilnih skupin
- Popolnoma demetilirani pektin (pektična kislina) ni topen v vodi



Galaktomamani

Guar gumij-guaran

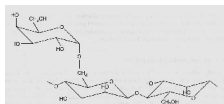
Endosperm strošnice Guar (80% produkcije v Indiji)



Galaktomanan (Manoza (1-4) + Galaktoza (1-6) na vsako drugo manozo)

Molska masa okoli 200 000

Zelo viskozne raztopine pri majhnih koncentracijah
V 2% - 3% ratopini tvori močne gele



Galaktomanam strošnice Karob (carob)-Rogač?

Vsebuje daljše linearne regije manoze

Idelane za tvorbo močnih gelov z drugimi gumiji

Majhen vpliv pH na tvorbo gelov



Ksantani (Xanthans)

Mikrobiološkega izvora (bakterije, ki živijo na listih kapsunic)

- Ogrodje iz β -1,4 glukoznih enot
- Vsaka druga glukoza ima na poziciji 3 vezan trisaharid (2 manozni (občasno vezan piruvat)+ glukuronska kislina-naboj)
- Molska masa nekaj milijonov
- Tvori zelo močne gele v kombinaciji z galaktomannani

Izjemno dobre tehnološke lastnosti

- Topen v topli in hladni vodi
- Velika viskoznost že pri majhnih koncentracijah
- Viskoznost se zelo malo spreminja v območju od 0 do 100 °C
- Stabilen v kislil raztopinah
- Strukturno odporen na zmrzovanje in mehanske poškodbe

Uporaba

- Idealen za razne solatne dresinge, tekoče čokolade, stabilizacijo raznih emulzij

Karagenani (Carrageenans)

Izolirani iz morskih alg



- Sulfatni estri 1,3 in 1,4 polimera galaktoze
- Zelo velik delež sulfata v celotni masi (15-40%)
- Sulfoniranje na mestu 2 in 6
- Zaradi nizkega pKa-ja sulfata, pH le malo vpliva na tvorbo gela
- Glede na stopnjo in mesta sulfonacije ločimo več tipov karagenanov
- Po ohlajevanju polimeri tvorijo dvojne vijačnice (ki se medsebojno povezujejo)
- Tvorijo dobre gele v mleku; stabilizacija z ioni K^+ , Na^+ , Ca^{2+}
- Na tržišču je ogromno različnih izdelkov, ki se razlikujejo glede lastnosti gelov, ki jih tvorijo

Uporaba

- Sladoledi, kreme na bazi mleka, strukturna stabilizacija mesnih izdelkov, ohranjanje vode v mesnih izdelkih, djanaje mehkebe mesnim izdelkom (nadomestek za maščobe)

Inulin in fruktooligosaharidi

- 1,2 povezane β -D-fruktofuranoze, do 2-60 enot
- Skladiščni oligo/polisaharid v nekaterih rastlinah (glavni vir korenine radičev)
- Je prebiotik, saj s spodbuja rast mikroorganizmov v debelem črevesu
- Topen v vodi do 50% masnega deleža
- Koncentrirane ohlajene raztopine tvorijo gele
- Geli so zelo mehki, nežn (kot maščoba)
- Uporaba za razne sladolede, prehranske ploščice, čokolade (Gorenjka)
- Spada med dietetične vlaknine (glikemični indeks = 0)

Hemiceluloza in pentozani

Neškrobni in necelulozni polisaharidi mnogih rastlin.

Hemiceluloza – polisaharid iz aldov (heksoz, pentoz in uronske kisline). So predvsem strukturne snovi, včasih tudi rezervne spojine. Ljudje in živali jo ne morejo prebaviti. V pšeničnih otrobih jo je 43 % od vseh ogljikovih hidratov. Netopna v vodi.

Pentozani – heteropolisaharid iz različnih pentoznih ostankov, najbolj znani arabinani in ksilani. Zelo razširjeni, so sestavni deli celične stene. Topni v vodi.

Lignin



- Ni polisaharid
- Je polimer fenolnih spojin
- Kovalentno vezan na celulozo in hemicelulozo
- Predvsem v olesenelih delih rastlin (15%-25% suhe mase)

Prehranske vlaknine-dietary fibres

- Polisaharidi, ki jih ne moremo razgraditi z lastnimi encimi (+nekateri oligosaharidi, rafinoza, stahioza)
- Sem spadajo praktično vsi polisaharidi razen škroba (kristalinična amiloza, je le delno prebavljiva)
- Količinsko najpomembnejše prehranske vlaknine so (celuloza, hemiceluloza, pektin, lignin)
- Večina prehranskih vlaknin dobro veže vodo, skrajša čas prebavljanja (25-50 g/dan)
- Topne in netopne prehranske vlaknine (zmanjšajo delež resorbiranega holesterola)
- β-glukan (oves); linearen polimer β-D-glukopiranoz (1,3 in 1,4 se izmenjujeta), učinkovito zmanjšuje serumski holesterol, zmanjšuje tudi glikemični indeks živil (viskozost)
- Bakterije v debelem črevesu hidrolizirajo prehranske vlaknine
- Pri tem se tvorijo organske kisline, ki se resorbirajo v kri (do 7% energije dobimo na ta način)

Prehranske vlaknine v nekaterih živilih

TDF-total dietary fibers (skupne vlaknine) v g/100g suhe teže

CF- crude fibers-stara definicija, ki je zajemala predvsem netopne vlaknine (celulozo, lignin)

Plant Material	CF	TDF	Ratio
Celulozoc	72.5	84.0	1:1.3
Poa hulls	36.3	51.8	1:1.4
Corn bran	19.0	88.6	1:4.7
Distiller's dried grains	10.9	45.9	1:4.2
Wheat bran	8.7	36.4	1:4.2
Citrus pulp	14.4	24.8	1:1.7

Food	TDF
All-bran cereal	28.1
Whole wheat flour	11.8
Lettuce	26.0
Potatoes, cooked	11.6
Tomatoes	29.6
Carrots	23.9
Mushrooms	19.2
Green peas	24.6
Apples	14.7
Raspberries	53.5
Strawberries	24.2

Fiber Source	Noncellulose Polysaccharides					TDF
	Hexose	Pentose	Uronic Acid	Celulose	Lignin	
Wheat bran	6.9	20.9	1.5	7.5	2.8	39.8
Rye biscuit	7.9	8.0	0.5	2.5	0.9	19.8
Dried apple	1.3	1.8	2.7	3.2	1.0	10.0
Citrus pectin	7.6	7.0	77.3	1.6	-	93.5
Potato powder	11.8	1.3	0.8	3.6	-	17.6
Soya flour	3.3	3.8	1.6	2.1	0.3	11.1
