

# SØDME, SUKKER OG STRUKTUR

Af Nicolaj Wium, "Hyldehuset", Toftemosevej 41, 3100 Hornbæk, Tlf. 49 70 30 71,  
information@hyldehuset.dk

Tag med på en rejse helt ind i suktermolekylerne og bliv klogere på vores fantastiske honninger.

## HONNING

Honning består af en blanding af mange sukkerarter, vand, pollen og så det guddommelige, der gør honning vidunderlig at spise. Rationelt set er det hele bare en blanding af forskellige kemiske stoffer. Disse stoffer reagerer med hinanden, så honning modner ligesom vin. Endvidere kan honning, som vin, ændres ved fejlagtig behandling.

## PHOTOSYNTESE

I grønne blade dannes ved photosyntese de enkleste sukkerarter, monosaccharider (f.eks. glukose). Det sker ved at kombinere vand ( $H_2O$ ) og kuldioxid ( $CO_2$ ) ved hjælp af energi fra solen. De grønne blade indeholder stoffet *klorofyl*, der virker som katalysator. Klorofyl er et magnesiumholdigt organisk stof. Monosaccharid er en fællesbetegnelse for de enkleste sukkerarter med samme bruttoformel (f.eks. glukose).

Monosaccharidet glukose kan forbindes med

en mængde andre glukosemolekyler til cellulose, der er byggematerialet i planter og træer. Sammensat på anden måde danner glukosen stivelse, der bliver brugt i planternes frø som energi til spiring af en ny plante. Mange dyr, f.eks. koen, kan nedbryde cellulose og derved bruge stoffets energi.

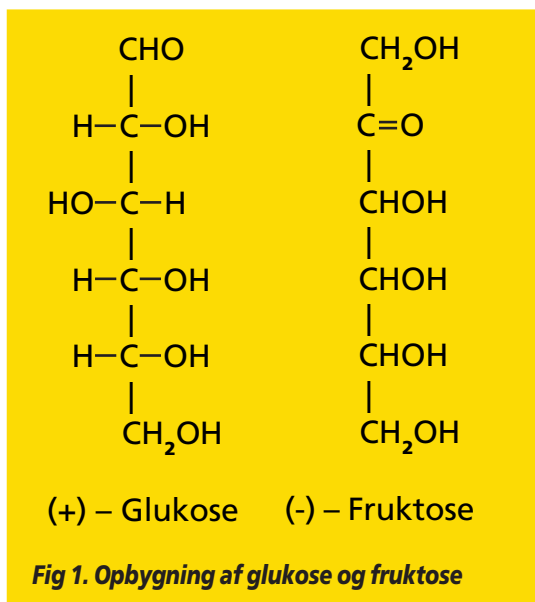
Stivelse kan nedbrydes af mennesket, og ved fordøjelsen bliver stivelsen nedbrudt til glukose. Glukosen kan bruges straks eller kan kombineres i leveren til glykogen, animalsk stivelse. Glykogen opbevares i leveren (ca. 400 g) og i musklerne (ca. 300 g). Det er nok til en dags energiforbrug for et menneske. Overskydende glukose omdannes til fedt, der oplagres i kroppen som energidepoter. Desuden indgår glukose i dannelsen af aminosyrer og proteiner, som er byggestenen i den menneskelige organisme. Glukose er et af flere monosaccharider, som findes i honning.

## MONOSACCHARIDER

Monosaccharider består af kulstof, brint og ilt i forholdet 6:12:6, dvs.  $C_6H_{12}O_6$ , fig. 1. Glukose er en af 16 stereo-isomerer, hvoraf ikke alle findes i større mængder i naturen. Her er de fremherskende typer glukose, fruktose, mannose (jvf. det bibelske "Manna") og galaktose.

Bierne henter glukose og fruktose i planternes blomster, der også indeholder sukrose (rørsukker) og maltose (maltsukker). Indholdet af sukkerarter i forskellige blomster varierer meget, jævnfør tabel 1.

Selv om fruktose og glukose har samme bruttoformel, omsættes de forskelligt i kroppen. Glukose omsættes i hele kroppen ved brug af insulin, mens fruktose omsættes i leveren og fedtvævet uden brug af insulin. Hvis diabetikere spiser honning, er det derfor bedst for dem at spise en honning med stort indhold af fruktose, f.eks. en sensommerhonning.



## DISACCHARIDER

Kombineres to monosaccharider, fås et disaccharid. De vigtigste (også for biavleren) er maltose (maltsukker), laktose (mælkesukker) og sukrose (roe- og rørsukker).

## MALTOSE

Maltose findes i planters blomster og bringes hjem af bierne som maltose. Maltose består af to glukoseenheder. Maltose kan spaltes i glukoseenheder af enzymet diastase (maltase). Det findes bl.a. i malt, der er spiret byg. Tørres malten over tørveild, fås et ganske udmærket råmateriale til whisky.

## LAKTOSE

Laktose findes i mælk og kaldes mælkesukker. Laktose spaltes af enzymet emulsin til glukose og galaktose.

## SUKROSE

Sukrose findes i roer og sukkerrør, men også i planternes blomster og hentes her af bierne. Sukrosen spaltes af enzymet invertase, som bierne producerer, til glukose og fruktose.

Når vi fodrer bierne før vinteren, bruger vi enten sukker, som bierne selv spalter og oplagrer i cellerne, eller invertsukker, der er sukrose spaltet til fruktose og glukose. Spaltningen kan gøres ved kogning med vand og syre (hydrolyse). De, der engang har lavet æblevin, kan måske huske, at sukkeret skulle koges op med en teskefuld citronsyre for at spaltes; herved kunne gærcellerne direkte forgære glukosen og fruktosen til alkohol.

Sukkerarter kan bestemmes vha. polariseret lys. Nogle arter drejer polariseret lys til højre, kaldet "+", og andre arter drejer polariseret lys til venstre, kaldet "-". F.eks. drejer sukrose det polariserede lys +66,5°, glukose drejer lyset +52,7°, mens fruktose drejer lyset -92,4°. Når sukrosen er spaltet til glukose og fruktose, er resultatet en drejning fra positiv til negativ, heraf navnet invertsukker. Med de latinske navne for højre og venstre kaldes glukosen derfor også for dextrose (højre) og fruktosen for levulose (venstre).

## POLYSACCHARIDER

Når tre eller flere monosaccharider er sat sammen, kaldes det for et polysaccharid. Melezitose består af en fruktoseenhed og to glukoseenheder. Melezitose findes bl.a. i skovhonning/honningdug og kan ikke spaltes af bierne. Melezitosen krystalliserer allerede i tavlerne i bistaderne og kan ikke slynges ud. Derfor kaldes det "cementhonning". Det er heldigvis sjældent forekommende.

## STIVELSE

Stivelse er et polysaccharid, som f.eks. findes i korn og majs, der begge bruges som råmaterialer til produktionen af øl og alkohol. Foruden spaltning vha. enzymer kan disse sukkerarter spaltes ved såkaldt hydrolyse. Hydrolyse er en påvirkning med vand og syre.

Andre kendte polysaccharider er pektin, agar og carrageenan, der alle bruges som fortykningsmidler, f.eks. i gelé og vingummi.

Stivelse, der er spaltet ved hydrolyse (hydrolyseret stivelse), indeholder en del affaldsstoffer. Disse fjernes under øl/alkoholproduktionen. Man har selvfølgelig prøvet at indvintre bier med sukker fremstillet af hydrolyseret majsstivelse, da det er billigt. Men der er så mange affaldsstoffer, at bierne får bugløb i løbet af vinteren.

Nogle producenter af hydrolyseret stivelse til sætter produktet lidt mineraler og pollen og prøver at sælge resultatet som honning; men heldigvis kan dette afsløres hos fødevarerkontrollen.

## POLYMERISERING

Man kan selv polymerisere sit sukker ved opvarmning. Polymeriseringer sker først ved karamellisering af sukkeret. Herved sætter man monosacchariderne sammen. Hver gang 2 stk. monosaccharider sættes sammen, fraspaltes der 1 stk. vandmolekyle, der i processen damper af. Ved en bolsjeproduktion koger man sukkeret ved 160°C. Bolsjemassen polymeriserer ikke; men bliver kogt til en tyk sirup, der har svært ved at krystallisere i afkølet tilstand; men kommer der for mange kim, sker det alligevel, dvs. bolsjet smuldrer.

**Tabel 1. Indhold af sukkerarter i forskellige honningtyper vist i procent**

Type	Fruktose	Glukose	Sukrose	Maltose	Øvrige
Rapshonning	43,0	47,0	0,1	8,5	0,6
Hvidkløverhonning	47,4	43,0	1,0	6,9	1,0
Lynghonning	54,2	38,3	0,2	6,2	1,1
Skovhonning	43,7	36,8	0,1	12,7	7,6

Honning kan også polymerisere. Dette kan ske ved opbevaring af honning ved en for høj temperatur. Ved 25 – 30°C kan glukosen og/eller fruktosen polymerisere til disaccharid eller videre. Hver gang det sker, fraspaltes der vand, dvs. man kan opleve sin honning stå og blive flydende med en bunke krystaller i bunden og en tynd sukkeropløsning på toppen. Pga. det øgede vandindhold kan honningen udsættes for mugangreb eller gå i gæring.

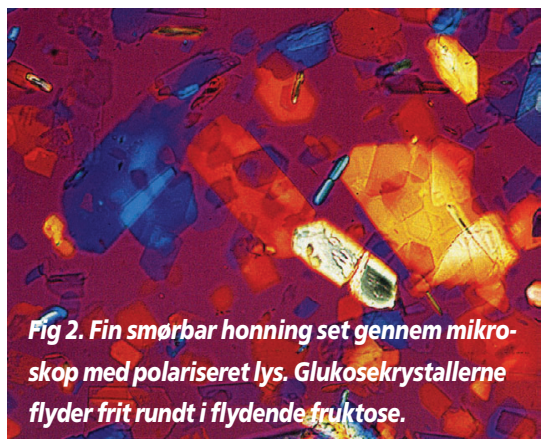
Honningen indeholder også galaktose, og hvis denne polymeriserer med glukosen, opstår der laktose (mælkesukker). Da der altid er mælkesyrebakterier tilstede i honning, vil disse bakterier omforme laktosen til mælkesyre. Det er derfor, honning pludselig kan lugte og smage surt, hvis den har været opbevaret for varmt.

## SØDME

Honning smager naturligvis sødt, da honning er sammensat af forskellige sukkerarter. En del mennesker synes også, at "honning smager for sødt". Det er i frisk honning, hvor fruktosen er i den sødeste form (1,7), jævnfør tabel 2, der viser en relativ sødhed for forskellige sukkerarter med sukrose sat til 1.0. Måske er det snarere en reaktion på den totale smagsoplevelse, når en person får honning i munden og derved får en intensiv og varm følelse. I modsætning hertil er f.eks. sorbitol, som bruges som sødemiddel i visse tyggegummier, der endog reklameres med den kolige effekt, når tyggegummiet tygges. Det kommer af, at sorbitol skal bruge en del varme for at opløses i munden og derved smages kølende i munden. Maltitol bruges til "sukkerfri" bolsjer, som man blot ikke skal spise for mange af, da maltitolen har en transporterende effekt i maven!

**Tabel 2. Sukkertypers relative sødhed**

Sukkertype	Relativ sødhed
Sukrose	1,0
Fruktose	1,1 (1,7)
Glukose	0,6
Zylitol	1,0
Maltitol	0,65
Sorbitol	0,6
Mannitol	0,5
Isomalt	0,45



**Fig 2. Fin smørbar honning set gennem mikroskop med polariseret lys. Glukosekrystallerne flyder frit rundt i flydende fruktose.**

## STRUKTUR

En nyslynget honning er flydende; men vil med tiden blive stiv, dvs. krystallisere. Glukosen krystalliserer hurtigt i modsætning til fruktosen, der holder sig flydende. Forårshonningen med stort glukoseindhold krystalliserer hurtigt, mens sensommerhonningen med stort fruktoseindhold er lang tid om at krystallisere. Den krystalliserede honning består af en struktur af glukosekrystaller med flydende fruktose mellem. Kunsten er at få den rette krystalstørrelse. De fleste ønsker en struktur med mange og små krystaller, der opnås ved gentagen røring under krystallisationen. Andre foretrækker en mere grovkrystallinsk struktur, dvs. lidt eller ingen røring. Røring har den ulempe, at aromastoffer damper af, hver gang der røres. Den største smagsoplevelse fås ved en grovkrystallinsk honning, hvor aromastofferne er koncentreret mellem de store glukosekrystaller. Hver eneste biavl har sin egen måde at røre på, og der er derfor herligt at kunne købe en speciel smagsoplevelse hos hver enkelt biavl.

## TAK

Tak til professor Thorvald Pedersen, Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole og professor Carl Th. Pedersen, Syddansk Universitet, for gennemlæsning og kommentarer.

## REFERENCER

- Honning. Særnummer af Tidsskrift for Biavl, august 2003. 2. udgave
- Biavl for begyndere. Danmarks Biavlforening, 1999, 3. oplag
- L. Croft: Honning. Hovedland 1990
- S.T. Beckett: Industrial Chocolate Manufacture and Use. Blackwell Science, Oxford 1999
- R.T. Morrison & R.N. Boyd: Organic Chemistry, Allyn and Bacon Inc, Boston 1966 og 1976