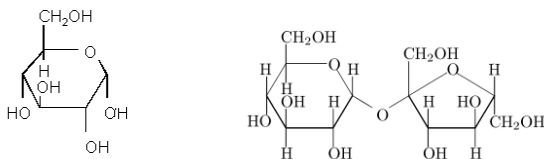


Artikel 2: Kulhydratkemi

Kulhydrater dannes i planter ved hjælp af fotosyntese og er en vigtig kilde til ernæring for mennesket. Navnet kulhydrat dækker over en række forskellige sukkerarter, som inddeles efter deres indhold af grundstofferne carbon (C), hydrogen (H) og oxygen (O).

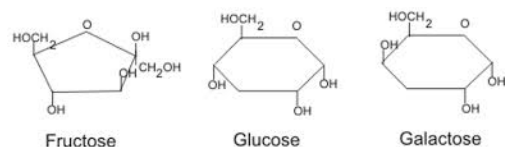
Et molekyle er en sammensætning af forskellige grundstoffer. Kulhydrat er sammensat af carbon (C) og vand (H₂O). Det simpleste/mindste kulhydrat kaldes et monosaccharid og har formelen C₆(H₂O)₆, hvor tallet 6 indikerer at der er 6 C- og 6 H₂O-molekyler i kulhydrat-molekylet. Man kan også vise dette vha. en strukturtegnning, som vist nedenfor. Et disaccharid består af 2 monosaccharider og svarer altså til 2 ringstrukturer



Et Monosaccharid (Glukose) til venstre og et disaccharid (Saccharose) til højre.

bindingerne imellem monosacchariderne og hvor mange der er af dem. Specielt bindingerne har også betydning for, hvordan kulhydrater optages i kroppen. Mono- og disaccharider kaldes simple kulhydrater, hvilket betyder, at de er sammensat af 1 (mono-) eller 2 (di-) saccharidenheder (sukkerarter – den ringformede strukturtegning). Ydermere findes der oligo- og polysaccharider, som er sukkerarter med henholdsvis op til 10 og mere end 10 saccharidenheder i molekylet (Astrup et al. 2008).

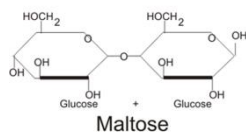
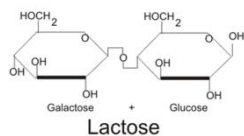
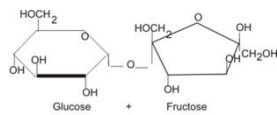
Kulhydrater, som er monosaccharider udgøres blandt andet af glukose, fruktose og galaktose.



Forskellige typer kulhydrater

Det, der blandt andet bestemmer hvilken type kulhydrat man har at gøre med, er

Kulhydrater, som består af 2 monosaccharider kaldes disaccharider og er sukrose, laktose, og maltose.

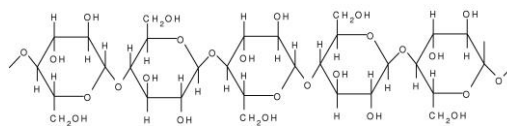


Nogle er simple, andre komplekse...

Mono- og disaccharider kaldes samlet for simple kulhydrater. Eksempler på kilder til disse er hvidt bordsukker, hvidt brød, frugt og mælk. Det der er fælles for dem, og årsagen til at de er simple, er at de indeholder få monosaccharider.

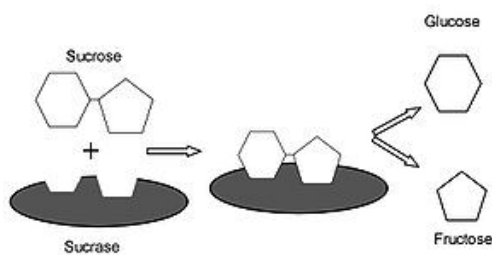


Oligo- og polysaccharider indeholder *mange* sammenkædede monosaccharider. Eksempler på kilder til disse er rugbrød, havregryn og fuldkornspasta.



Polysaccharidet stivelse
(Molekylet fortsætter i enderne til en lang kæde med alfa-bindinger imellem monosacchariderne)

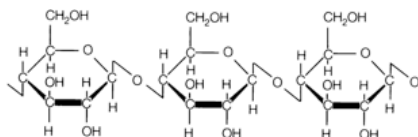
Oligo- og polysaccharider kaldes også for ”komplekse” kulhydrater, fordi det tager længere tid for kroppen at nedbryde bindingerne imellem monosacchariderne. Nedbrydningen sker ved at enzymer, som fungerer som en slags kemiske ”sakse” i kroppen, ”klipper” bindingen mellem to monosaccharider over én binding ad gangen. Det tager derfor længere tid at nedbryde en lang kæde sammenbundne monosaccharider (komplekse kulhydrater) end mange små kæder (simple kulhydrater). Jo flere kemiske sakse (enzymer) der er til stede, des hurtigere går nedbrydningen af kulhydraterne dog. Det svarer til at have en lang snor, som skal klippes i små stykker. Jo flere sakse der klipper i snoren på samme tid (svarende til mange enzymer), des hurtigere får man klippet snoren i små stykker. Jo kortere snoren er (svarende til simple kulhydrater), des hurtigere går det også.



Og hvordan er det lige med fibre?

Bindingerne imellem monosacchariderne kaldes *alfa-bindinger*, og de kemiske sakse (enzymene) der kan klippe dem over kaldes derfor *alfa-amylase* (Astrup et al. 2008).

En anden type af kulhydrat er fibre eller cellulose. Til forskel fra de øvrige kulhydrater, kan fibre ikke - eller kun delvist - nedbrydes i tarmen, da de indeholder en anden type binding end de andre kulhydrater. Disse bindinger kaldes *beta-bindinger*.



beta-bindinger ses herover i bindingen ved "O" mellem monosacchariderne.

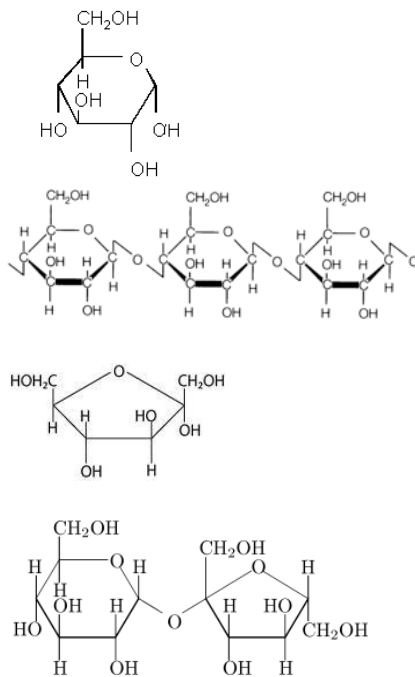
Enzymet *alfa-amylase*, som findes i vores krop, kan nedbryde *alfa-bindinger*, men ikke *beta-bindinger*. Det skyldes, at enzymer er meget specifikke og kun kan klippe en slags binding over. Det svarer til at have en stof-saks, som specifikt kan klippe i stof, og en fiske-saks, som kun kan bruges til at klippe i fisk med. Årsagen til at mennesket kan nedbryde og udnytte energien fra simple og komplekse kulhydrater, men ikke fra fibre, er altså at vi har de sakse der skal bruges til at klippe visse kulhydraters bindinger i stykker med, men vi mangler de sakse der klipper fibre i stykker.

Vidste du at...

Hjernen bruger kulhydrat frem for fedt og protein for at fungere? Kulhydrater er desuden musklernes foretrukne energikilde, hvilket er grunden til at det specielt under fysisk arbejde er vigtigt at indtage kulhydrater.

Opgaver til artikel 2: Kulhydratkemi

- **2.1a** Skriv navnet på følgende kulhydrater ud for figuren (hjælp: Fruktose, saccharose, cellulose/fiber, glukose)



- **2.1b** Angiv ud for kulhydraterne om de er mono-, di- eller polysaccharider.
- **2.2** Hvilke sukkerarter tror du er sødest? Skriv nummer fra 1-6 ved følgende sukkerarter i rækkefølge efter hvilken der er sødest, så den sødeste får nummer 1:

- Fruktose
- Maltose
- Sukker/sucrose
- Laktose
- Aspartam
- Glukose

- **2.3** Laktoseintolerante personer mangler enzymet laktase (kemisk saks), som spalter laktose til glukose og galaktose. Laktosefri mælk er tilsat enzymet (den kemisk saks) laktase, hvilket gør at personer med intolerans overfor laktose kan drikke denne type mælk.
- Mælk er ikke særlig sødt, når det indeholder laktose. Nedbrydningsprodukterne glukose og galaktose er langt sødere. Prøv at købe en almindelig og en laktosefri mælk i supermarkedet og lav en smagstest af hvilken mælk, I mener er sødest.
- **2.4** Hvilke funktioner kan sukker have foruden at søde?