

Kulhydrater og Kulhydrater

For meget og for lidt

Af overlæge i medicinsk gastroenterologi, dr.med., Eivind Gudmand-Høyer, afdelingslæge, speciallæge i intern medicin, Karen Merete Olesen, Medicinsk afd. F, Københavns Amts Sygehus i Gentofte, 2900 Hellerup

Indledning

Kulhydraterne udgør planternes energidepoter udover at de indgår i

selve strukturen af planterne. Kulhydraterne udgør en væsentlig del af kostens energiindhold, i Vesteu-

ropa ca. 45% af den gennemsnitlige kalorieindtagelse. Dette er et fald på 7-8% gennem de sidste 50 år. I stedet

Tabel 1		
Fødens kulhydrater		
Klassifikation		
Type	Komponent	Fordøjelighed
Monosakkarid	Glukose	+
	Galaktose	+
	Fruktose	+ (÷)
	Sorbitol	÷ (+)
Disakkarid	Sukrose (Rørsukker)	+
	Laktose (Mælkesukker)	+
	Maltose	+
Oligosakkarider	Maltodextriner	+
	Fruktooligosakkarider	÷
	Raffinose, Stakyose m.fl.	÷
Polysakkarider	Stivelse	
	Amylose (uforgrenet)	+ (÷)
	Amylopektion (forgrenet)	+ (÷)
Ikke – stivelse polysakkarider	Cellulose	÷
	Hemicellulose	÷
	Pektin	÷
	Guar Gum	÷
	Inulin	÷
	Resistent stivelse	÷

Tabel 1. Klassifikation af de i føden almindeligst forekommende kulhydrater.

Kulhydratmalabsorption

lidt – er lige skidt

er indtaget af animalsk fedt steget tilsvarende.

Kulhydraterne kan inddeles efter flere principper. Efter forekomst, fordøjelighed og sammensætning. Tabel 1 viser en kombination heraf.

Monosakkariderne glukose og fruktose findes først og fremmest i frugt og bær.

Galaktose findes som en del af laktose og i fri form i fermenterede mælkeprodukter.

Disakkaridet sukrose findes i sukkerroer, frugt og bær og disakkaridet laktose i mælk og mælkeprodukter.

Oligosakkarider findes fortrinsvis i bælgfrugter, fruktooligosakkarider især i jordskoger og løgvækster.

Stivelse findes i kornsorter og rodfrugter og består af en henholdsvis uforgrenet (amylose) og en forgrenet del (amylopectin).

De kulhydrater, som ikke fordøjes og absorberes i tyndtarmen, er demonstreret ved, at der i Tabel 1 er sat et minus (-) ud for dem. D.v.s. de malabsorberes og kan give de symptomer, som er karakteristisk for kulhydratmalabsorption. Disse er meteorisme og flatulens, borboryngmi, tarmkolik og diare.

Ikke-stivelse polysakkarider er, hvad vi kalder kostfibre. Mange har i dag udvidet begrebet til at omfatte alle: **I tyndtarmen ikke fordøjede kulhydrater og lignin.**

De vigtigste organer for fordøjelsen af kulhydrater er pancreas og tyndtarmen. Pancreas secernerer pancreasamylase, der spalter stivelse ned til oligosakkarider og maltotrioser. Beta-glucosamylase i tyndtarmen spalter disse videre til disakkariderne maltose



Figur 1. Histopatologisk demonstration af sukraseenzymet lokaliseret til overfladen af villi.

og isomaltose. Sidstnævnte hydrolyseres ligesom de i føden naturligt forekommende disakkarider laktose og sukrose til monosakkarider af de såkaldte disakkaridaseenzymer lokaliseret uden på mikrovilli. (Figur 1, 2)

Kulhydrater kan kun absorberes og indgå i stofskiftet i form af monosakkarider.

Malabsorption og fermentering af kulhydrater

Kostfibre er nogle af de kulhydrater, som malabsorberes.

I begyndelsen af 1970-erne blev lanceret forskellige hypoteser (Burkitt, Trowell) om at fibre i maden kunne beskytte mod en række vel-færdssygdomme som hjerte-karsyg-

domme, diabetes, coloncancer, galdesten og fedme. Disse hypoteser blev baseret på epidemiologiske sammenfald mellem disse sygdomme og fødens indhold af kostfibre. Først og fremmest ved sammenlignende undersøgelser mellem Afrika, hvor fiberindtaget er højt og prævalens af vel-færdssygdomme lave, og Vesteuropa, hvor det modsatte gør sig gældende (1).

Disse undersøgelser med flere har ført til, at man i dag anbefaler et kostfiberindtag på 25-30 g/dag hvilket er 50-100% højere end det faktuelle indtag. I dag ved vi, at betydningen af kostfibre ikke er så stor som tidligere antaget. Deres væsentligste betydning – i hvert tilfælde for de ikke-fermenterbare kostfibres vedkommende – er

formentlig at fremme tarmkanalens funktion og modvirke obstipation (2).

Andre ikke-fordøjelige kulhydrater er inulin og fruktoooligosakkarider. Disse er lange, evt. forgrenede, kæder af fruktosemolekyler bundet op til et glukosemolekyle.

Inulin og oligofruktoser fremstilles kommercielt, især ved ekstraktion, fra cicorie. De tilsættes flere arter fødemidler, hvor man udnytter deres teknologiske egenskaber, den lave søde evne (ca. 50% af sukker), de høje vand- og ethanolopløselige egenskaber, deres lave viskositet og lave indhold af kalorier.

Herudover anpriser inulin og oligofruktose for deres prebiotiske egenskaber dvs. som en let fermenterbar fiber, der omstemmer tarmfloraen i en sundhedsfremmende retning ved at øge antallet af de såkaldte mælkesyrebakterier, laktobaciller og bifidobakterier, på de mere »usunde« bakteriers bekostning.

Kostfibre, inulin og oligofruktose plus de andre kulhydrater, der ikke fordøjes i tyndtarmen, fermenteres i stedet af bakteriefloraen i colon.

Fermenterbarheden af de forskellige kostfibre er meget forskellig. Mindst fermenterbar er hvedefibre medens andre som havrefibre og især inulin og oligofruktose er let fermenterbare. (Figur 3).

Ved fermenteringen af især de let fermenterbare kostfibre dannes forskellige gasarter som CO₂, SO₂, CH₄ og H₂. Især H₂ der ikke dannes andre steder i organismen og som udskilles uomdannet via lungerne, er basis for de såkaldte breath – tests eller pusteprover, hvorved kan bestemmes om et kulhydrat malabsorberes (og derfor fermenteres i colon) eller ej.

Herudover dannes en række kortkædede fede syrer, acetat, butyrat og

Tabel 2

Laktosemalabsorption kongenit form erhvervet form
Sukrose – isomaltosemalabsorption
Trehalosemalabsorption
Uspecifik disakkaridmalabsorption

Tabel 2. Kendte disakkaridmalabsorptionssyndromer.

propionat. Acetat absorberes til blodbanen hvor det indgår i stofskiftet som energi. Butyrat medvirker ved ernæringen af colonocyterne direkte fra lumen. Colon er det eneste hulorgan som ernæres direkte fra luminal side. Mangel på butyrat-producerende fibre i kosten med heraf følgende mangelfuld ernæring af colon's slimhinde kan derfor være en medvirkende årsag til diverse colonlidelser som colitis ulcerosa og funktionelle colonlidelser. Undersøgelser herover pågår i adskillige centre.

Propionat menes at have en gunstig effekt på kolesterolstofskiftet.

Den energi der frigøres ved bakteriel fermentering og efterfølgende kan udnyttes af dem menneskelige organisme er beregnet til ca. 2 Kcal/g, d.v.s. ca. 50% af den energi som de fordøjelige kulhydrater giver.

Den såkaldte prebiotiske effekt af inulin og oligofruktose, hvorved antallet af de såkaldte sundhedsfremmende mælkesyrebakterier øges på bekostning af colons normale flora, benyttes som argument for tilsætning af disse til de såkaldte functional foods. De sundhedsfremmende egenskaber ved fermentationen formodes

at være en nedsættelse af kolesterol, bedre regulering af blodglukose, et øget immunforsvar, en øget Ca – absorption og en hæmning af de patogene tarmbakterier.

I denne sammenhæng må ikke glemmes at inulin og oligofruktose lig andre let fermenterbare kulhydrater kan have ubehagelige bivirkninger i form af ukarakteristiske tarmgener som ved colon irritabile især i form af luftudvikling. Med et øget forbrug af disse fiberformer må antallet af patienter med »colon irritabile« – lignende symptomer derfor forventes at stige.

Disakkaridmalabsorptions-syndromer

De forskellige former for disakkaridmalabsorption er vist på tabel 2.

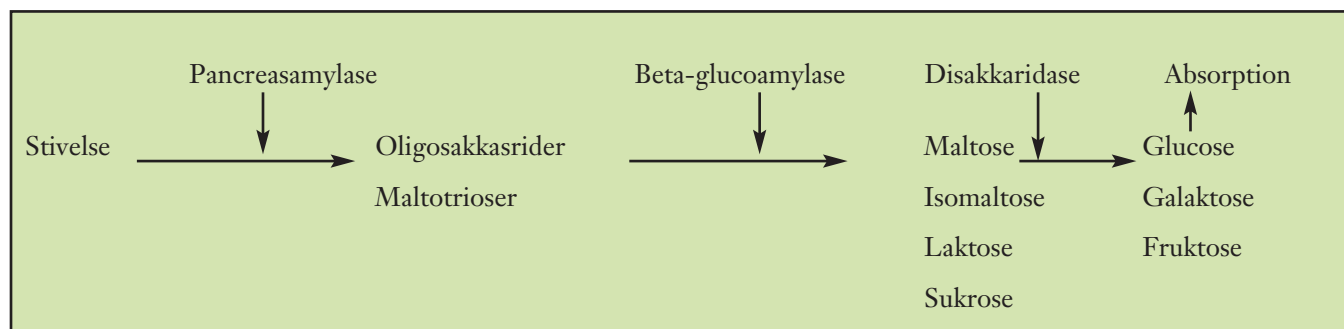
Hvert syndrom skyldes en mangel på det specifikke disakkaridspaltende enzym (3,4).

Laktosemalabsorption forekommer dels som en sjælden kongenit lidelse dels i erhvervet form som omfatter størstedelen af jordens voksne befolkning og dels i en uspecifik form ved diffuse tyndtarmslidelser som eksempelvis cøliaki.

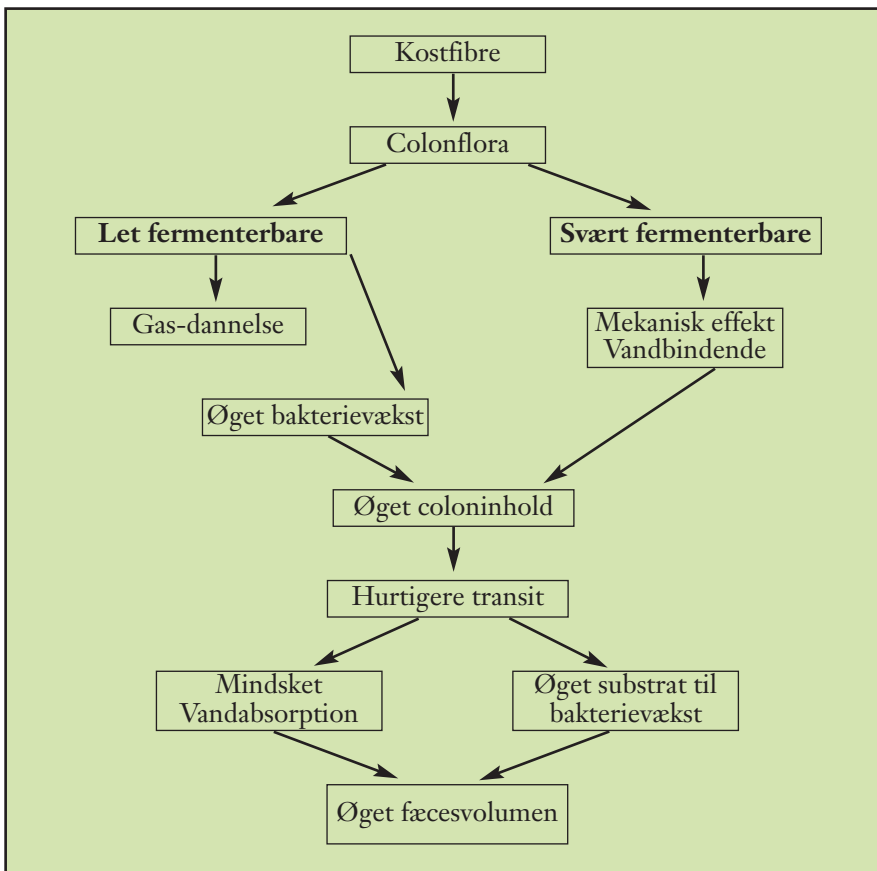
Hyppigheden af laktosemalabsorption varierer meget mellem de forskellige lande og mellem forskellige racer og populationer. Figur 4-6 viser hyppigheden af laktasemangel i de fire verdensdele.

Den laveste hyppighed på 2-5% findes i Danmark og Sverige, medens den højeste på op mod 100 % findes blandt de oprindelige indbyggere i Nord-Amerika, Australien og de fleste lande i Syd-Øst Asien.

I Europa findes en hyppighed under 10% i Skandinavien, England, Irland, Holland, Nordvesttyskland og



Figur 2. Skematisk fremstilling af kulhydraters fordøjelse i tyndtarmen.



Figur 3. Skematisk fremstilling af de ikke - fordøjelige kulhydraters (bl.a. kostfibre) fermentation i colon.

blandt de svensktalende indbyggere i Finland. En hyppighed under 25% findes nord for en cirkel dannet af floden Loire i Frankrig, Alperne og østgrænsen af Østrig, Bøhmen og Tyskland. Mod syd og øst for disse grænser øges hyppigheden indtil den når 71 - 72% i Tyrkiet og Syd-Italien svarende til hyppigheden i de øvrige Middelhavslande.

De østeuropæiske lande har en relativt høj hyppighed på 33%.

Afrika er ligeledes domineret af en stor hyppighed af laktasemangel, størst blandt stammer der i århundreder har levet som jægere og fiskere medens hyppigheden er mindre i stammer, hvor kvægavl og malkning har været dominerende. En undtagelse for den generelt store hyppighed i Afrika findes blandt Beduiner og Tuareger. Her findes en meget lav hyppighed af laktosemalabsorption. Kan nomaderne ikke tolerere kamelmælk, men får diaré heraf, kan de kun vanskeligt overleve de årlige tørkeperioder med vandmangel.

Hyppigheden af laktasemangel i U.S.A. afspejler de områder, hvor emigranterne er kommet fra.

I blandede populationer ses en intermedieær hyppighed. Dette er også demonstreret for Grønland, hvor hyppigheden af laktase-mangel aftager jo nærmere i lige linie, der optræder en dansker. Laktase-mangel er således en genetisk bestemt tilstand.

Symptomerne ved laktase-mangel varierer meget fra individ til individ. Nogle kan endog drikke en halv liter mælk på en gang svarende til 25 g laktose uden at få gener heraf. Ved gennemgang af foreliggende omfangsrige litteratur (5) har man konkluderet, at halvdelen af laktosemalabsorbere kan tolerere 1/2-1 glas mælk uden gener, især hvis det drikkes i tilslutning til et måltid.

De almindeligst forekommende symptomer er oppustethed og flatulens, herefter borborygmi og kneb, medens diaré er sjældnest forekommende. Patienter der henvender sig på grund af disse gener - som ligner

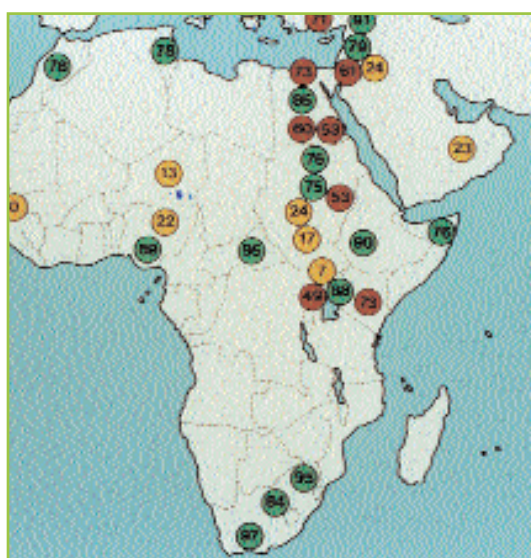
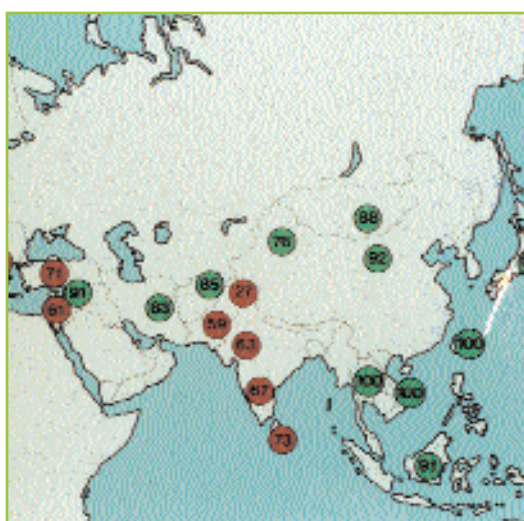
gener ved colon irritabile - bør undersøges for laktosemalabsorption. Kun de færreste patienter har ved henvendelse til læge observeret relation mellem indtagelse af mælk og mælkeprodukter og abdominalgener.

Betydningen af en laktosemalabsorption som årsag til colon irritabile må forventes at være større hos personer af en etnisk oprindelse, hvor hyppigheden af laktosemalabsorption er stor og som kommer til et land som Danmark, hvor konsumtion af mælk og mælkeprodukter er langt højere end i deres hjemland.

Svind af laktaseenzymet blandt danskere finder først sted fra teen-age årene. Der er endnu ikke beskrevet et mindre barn af dansk oprindelse med laktosemalabsorption. Dette i modsætning til børn af anden etnisk oprindelse, hvor laktaseenzymet ofte svinder allerede i 2-5 års alderen. Mælkeindtagelse kan således være årsag til mavesmerter og diaré hos disse børn. Dette må haves i mente ved



Figur 7. Barn med malnutrition forårsaget af en kongenit sukrosemalabsorption.



Figur 4-6. Hyppigheden af laktosemalabsorption i de forskellige verdensdele og blandt forskellige etniske befolkninger. De gule cirkler demonstrerer en hyppighed på under 25%, de røde mellem 25 og 75% og de grønne en hyppighed på mere end 75%. (Gudmand-Høyer 2000, unpublished).

børn af anden etnisk oprindelse, der klager over mavesmerter.

Sukrosemalabsorption er en relativ sjælden tilstand. Kun ca. 10 danskere har til dato fået stillet diagnosen. Blandt grønlandere er imidlertid fundet en hyppighed på ca. 5%, og det er sandsynligt at en lignende hyppighed kan findes blandt eskimoer i Alaska og indianere i Canada. (6).

Symptomerne er som ved laktosemalabsorption, men oftest mere udtalte fordi indholdet af sukker i kosten sædvanligvis er større end laktoseindholdet, ligesom sukrosemalabsorption er en kongenit lidelse, der giver symptomer fra fødslen.

Figur 7 viser et af de ca. 50 børn forfatteren har diagnosticeret på Grønland. Symptomerne startede kort efter fødslen, hvor patienten fik sukkervand at drikke. Bortset fra en 3-

sukrasemangel også en laktasemangel. At undgå såvel sukrose som laktose i kosten har hos disse patienter været og er fortsat et stort problem.

Trehalosemalabsorption findes endnu hyppigere på Grønland, hos ca. 30%. Dette i modsætning til alle andre lande, hvorfra i alt kun tre tilfælde er beskrevet.

Trehalose findes i svampe og visse alger, som næppe indgår i større mængder i den grønlandske diæt. Det er utvivlsomt derfor, at alle diagnosticerede grønlandere med trehalasemangel var symptomfri.

Fruktosemalabsorption. Indtil for ca. 20 år siden var det den gængse opfattelse, at fruktose ligesom glukose kunne absorberes i store mængder. Den maksimale absorptionskapacitet hos mennesker var beregnet til knap 5000 g/døgn.

Siden er påvist at absorptionskapaciteten for fruktose er langt mindre. Ved en undersøgelse af 10 raske forsøgspersoner demonstrerede vi i 1986 (7) blandt andet ved hjælp af H₂-breath-test, at absorptionskapaciteten for fruktose gik fra godt 50 g til mindre end 5 g givet som en enkelt dosis. Hos halvdelen af forsøgspersonerne var kapaciteten mindre end 25 g. Gav vi imidlertid equimolare mængder af glucose fandtes ingen malabsorption af fruktose. Denne faci-

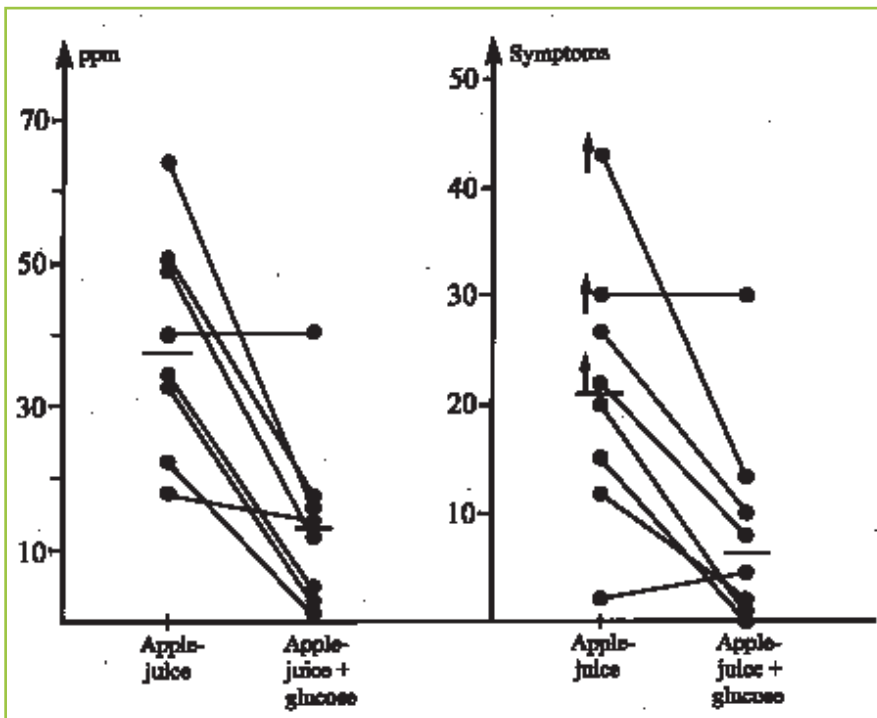
literende effekt af glucose er siden blevet eftervist af andre. Det er således kun frit fruktose og kun fruktose i overskud af glucose, der malabsorberes.

Fruktose i excess af glucose findes især i æbler, pærer og honning. Der er da også beskrevet kasuistiske meddelelser om diaré hos børn eller voksne, der svandt på en fruktosefri kost. Der er også beskrevet malabsorption af fruktose hos børn med »toddler's« diaré. I oldtiden benyttedes honning mod obstipation.

For at undersøge betydningen af en fruktosemalabsorption undersøgte vi derfor en gruppe voksne patienter med funktionelle tarmgener af den type, der ses ved kulhydrat malabsorption. Halvdelen malabsorbere 25 g fruktose. Vor undersøgelse tydede på, at patienterne med fruktose malabsorption havde sværere symptomer efter fruktose indgift end andre.

Dette kunne igen tyde på, at generne hos nogle patienter med hvad kaldes »colon irritabile« kan være forårsaget af fruktose.

For at efterprøve vor teori om at fruktose kan være en årsag til symptomerne hos en subgruppe af patienter med funktionelle tarmlidelser, har vi de sidste 8 år systematisk undersøgt henviste patienter med colon irritabile lignende symptomer for fruk-



Figur 8. Provokation af 8 patienter med fruktosemalabsorption med henholdsvis æblejuice (20 g fruktose) og æblejuice tilsat 20 g glukose.

tosemalabsorption. Diagnosen blev stillet ved en fruktose-breath test.

Der fandtes en lineær sammenhæng mellem stigningen i H_2 i udåndingsluften og symptomernes sværhedsgrad under belastningen.

Blandt patienterne med den største H_2 - stigning under belastning med 25 g fruktose blev udvalgt 8 patienter, der yderligere blev provokeret med 500 ml æblejuice svarende til 20 g fruktose og med 500 ml æblejuice hvor var tilsat 20 g glukose (Figur 8).

Som det fremgår malabsorberede alle fruktosen i æblejuice demonstreret ved en høj stigning i H_2 i udåndingsluften, men havde normal absorption af fruktose efter æblejuice plus glukose. Herved demonstreredes atter glukoses faciliterende effekt på absorptionen af fruktose. Sympto-

merne under provokationerne blev registreret efter et scoresystem. Som det fremgår svandt patienternes udtalte gener efter tilsætning af glukose til æblejuice.

Patienterne, der alle spiste frugt og/eller drak juice dagligt, kom på en fruktosefattig diæt. Samtidig hermed svandt deres tarmgener og diaré.

På denne baggrund vil vi derfor postulere, at fruktosemalabsorption kan være årsag til colon irritabile lignende gener med diarétendens hos voksne.

Fruktose benyttes i forskellige sportsdrikke og som sødemiddel til diabetikere. En fruktosemalabsorption som årsag til diaré og tarmgener hos sportsfolk og diabetikere må derfor overvejes.

Fruktose i form af kommercielt

fremstillede fruktose-sirupper benyttes især i U.S.A. som sødemiddel i soft drinks, slik og kager. Nogle af disse sirupper indeholder op til 90 % fruktose. Med et øget forbrug heraf må man befrygte, at antallet af patienter med funktionelle tarmlidelser vil stige.

Referencer

- Burkit DP, Trowell HC. Refined carbohydrate foods and disease. Some implications of dietary fibre. Academic Press, London, 1975.
- COST: 92, Final report. Metabolic and physiological aspects of dietary fibre. Ed. J. Cummings, Publication of the European Community 1996, 1-28.
- Gudmand-Høyer E. Disaccharide maldigestion. Clinical significance. *Am J Clin Nutr* 1994; 59 suppl; 735-41.
- Gudmand-Høyer E, Skovbjerg H. Disaccharide digestion and maldigestion. *Scand J Gastroenterol* 1996; 31; suppl.216; 111-21.
- The acceptability of milk and milk products in populations with a high prevalence of lactose intolerance. Eds: Schrimshaw NS, Murray EB. *Am J Clin Nutr* 1988; suppl.48; 1083-1159.
- Gudmand-Høyer E. Sucrose malabsorption in children: a report of 31 Greenlanders. *J Pediatr* 1985; 4; 873-7.
- Rumessen JJ, Gudmand-Høyer E. Malabsorption of fructose - sorbitol mixtures. Interactions causing abdominal distress. *Scand J Gastroenterol* 1987; 22; 431-6.
- Rumessen JJ, Gudmand-Høyer E. Functional bowel disease: malabsorption and abdominal distress after ingestion of fructose, sorbitol and fructose - sorbitol mixtures. *Gastroenterology* 1988; 95; 694-700.

Kulhydrater og Kulhydratmalabsorption

For meget og for lidt – er lige skidt