

Amines in je spiegelei?



Alcoholen in je boterham?

Esters in je frieten?



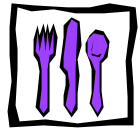
In module 1 heb je achterhaald wat de belangrijkste nutriënten zijn van voedingsmiddelen. Je volgende opdracht bestaat erin, iets meer te weten te komen over de scheikundige opbouw van sommige van deze voedingsstoffen, meerbepaald de vetten, eiwitten en suikers.



Een woordje uitleg...

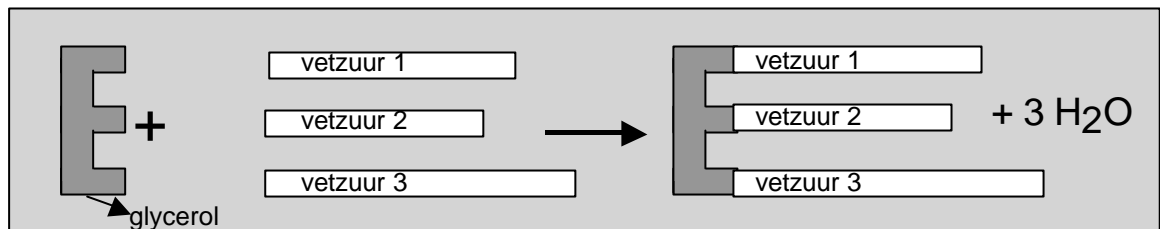
Lipiden of vetten

Lipiden is een verzamelnaam voor allerlei vetachtige stoffen. Men maakt een onderscheid tussen vetten en oliën. Er bestaat soms wel eens spraakverwarring tussen beide begrippen, maar eigenlijk gaat het om hetzelfde. We spreken van vetten als het om een vaste stof gaat en van een olie wanneer de aggregatietoestand vloeibaar is. Zo spreekt men in Europa over cocosvet en in India over cocosolie. In India is het immers warmer, waardoor het cocosvet smelt en 'verandert' in cocosolie.



Een vetmolecule ontstaat door de reactie van **een molecule glycerol** met **3 moleculen vetzuur**. Een dergelijk vetmolecule wordt in de chemie ook wel een "**triglyceride**" genoemd.

eenvoudige voorstelling:



voorstelling met chemische structuurformules :

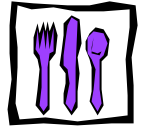


Aan de slag: opdracht 1

- Glycerol is een gebruiksnaam of triviale benaming. De wetenschappelijke benaming voor glycerol is 1,2,3-propaantriol. Kan je deze naam analyseren op basis van de structuurformule? Je krijgt enkele tips als hulp.

 - de stam prop- en de uitgang -aan ken je reeds!
 - de uitgang -ol is kenmerkend voor
 - tri staat voor
 - de positietelwoorden 1,2 en 3 geven de plaats van de "ol" groepen weer.

Heb je de naam kunnen ontleden? Zo niet, vraag hulp aan je leerkracht!
- Als je de vorige vraag hebt kunnen beantwoorden, heb je deze vraag ook al half opgelost: welke functionele groepen bevat glycerol, en tot welke stofklasse behoort het dus? (Om je geheugen terug een beetje op te frissen kan je in bijlage 1 van deze



module een tabel raadplegen met de verschillende organische stofklassen en de bijbehorende functionele groepen).

- functionele groepen:
 - stofklasse:
3. Welke functionele groepen herken je bij de 3 vetzuren? Tot welke stofklasse behoren zij de dus?
- functionele groepen:
 - stofklasse:
4. Dan gaan we over naar de vetten of triglyceriden zelf. Welke functionele groepen tref je aan in een vetmolecule? Tot welke stofklasse behoren de triglyceriden dus?
- functionele groepen:
 - stofklasse:



Een woordje uitleg...

De **eigenschappen van de vetten worden voornamelijk bepaald door de vetzuren**. Tijdens je onderzoek van de voedingsproducten heb je misschien al gemerkt dat bij vetten soms een onderscheid gemaakt werd tussen **verzadigde, mono-onverzadigde en poly-onverzadigde vetzuren**.





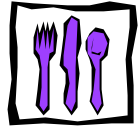
Aan de slag: opdracht 2

1. Tijdens de lessen van organische chemie heb je vermoedelijk wel de betekenis van de begrippen "verzadigd" en "onverzadigd" geleerd. Herinner je je deze betekenis nog? Probeer je kennis hier dan toe te passen. Doorstreep wat niet past.
 - verzadigde vetzuren bevatten geen/één/meerdere meervoudige binding(en)
 - mono-onverzadigde vetzuren bevatten geen/één/meerdere meervoudige binding(en)
 - poly-onverzadigde vetzuren bevatten geen/één/meerdere meervoudige binding(en)

2. Een voorbeeldje van een vetzuur is oliezuur. Hieronder vind je de structuurformule.
 - Om welk soort vetzuur gaat het hier?
 - Wat zou de wetenschappelijke benaming van dit vetzuur zijn: 10-heptadeceenzuur, heptadecaanzuur, 9-octadeceenzuur of 10-octadecynzuur? Verklaar de gekozen naam volledig!

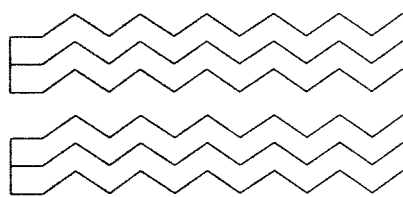
3. Geef zelf de formule van het vetzuur boterzuur of butaanzuur. Vermeld tevens om welk soort vetzuur het hier gaat.

4. Nu een moeilijke: noteer de formule van linoleenzuur, een vetzuur met als wetenschappelijke benaming 9,12,15-octadecatrieenzuur. Geef niet te snel op!

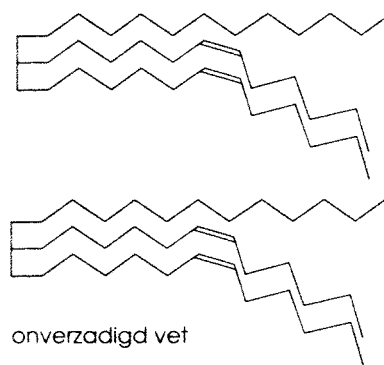


Een woordje uitleg...

Zoals reeds eerder vermeld heeft de chemische structuur van de vetzuren een belangrijke invloed op de eigenschappen van triglyceriden. Onverzadigde vetzuren vertonen een knik op de plaats van de dubbele binding, waardoor de **onverzadigde triglyceriden minder dicht op elkaar gestapeld kunnen worden dan verzadigde triglyceriden.**



verzadigd vet



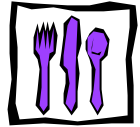
onverzadigd vet



Aan de slag: opdracht 3

Vul de onderstaande woorden op de juiste plaats in de tekst aan: plantaardige, dierlijke, vloeibare, vaste, verzadigde, onverzadigde, olijfolie, maïsolie, walvisolie, sojaolie, zonnebloemolie, kokosvet, rundvet, botervet, reuzel (=varkensvet).

Door de dichte stapeling van verzadigde triglyceridemoleculen hebben verzadigde lipiden meestal een aggregatietoestand bij kamertemperatuur, terwijl de onverzadigde lipiden zich in de fase bevinden. Lipiden van oorsprong zijn meestal vloeibaar en bevatten dus veel vetzuren. Voorbeelden hiervan zijn,, en Lipiden van oorsprong daarentegen zijn meestal vaste vetten en bevatten dus vooral vetzuren, zoals bijvoorbeeld, en Er zijn hier echter uitzonderingen op. Er bestaan immers ook (vaste) plantaardige vetten (bv.) en (vloeibare) dierlijke oliën (bv.).



Een woordje uitleg...

In module 3 van biologie vind je info over het nut van vetten voor ons lichaam, maar ook over de nadelige gevolgen van een te grote vetconsumptie. Toch willen we ook hier iets dieper ingaan op de gezondheidsaspecten van vetten. We willen je namelijk attent maken op het **verband tussen de specifieke chemische structuur van een vet(zuur) en de invloed op de gezondheid.**



Aan de slag: opdracht 4

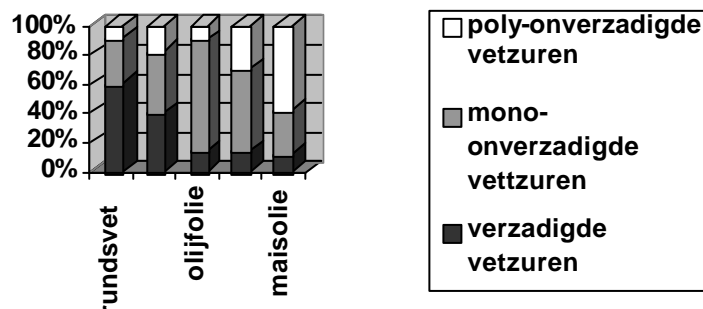
Lees het gegeven stuk tekst uit het artikel "Smeerbare vetstoffen" van Test-Aankoop (zie bijlage module 2).

1. Ons lichaam heeft een zekere behoefte aan lipiden, maar een te vetrijke voeding houdt bepaalde risico's in voor onze gezondheid. Welke?
2. Niet enkel de hoeveelheid vetstoffen, maar ook de aard van de vetstoffen die we gebruiken, speelt een belangrijke rol. Sommige vetzuren hebben immers een gunstiger effect op het cholesterolgehalte dan andere. Rangschik de 3 verschillende soorten vetzuren van "slecht" naar "goed".

Slecht

goed

3. Beschouw de onderstaande grafiek. Rangschik de volgende vetstoffen ook van "slecht" naar "goed": maïsolie, olijfolie en rundsvet





4. Niet enkel een te grote, ook een te kleine vetconsumptie houdt zekere risico's in. Onderlijn deze in het onderstaande artikel.

Maak je niet dik...

We worden langer, we worden ouder en we worden dikker. Heten de eerste twee welvaartsverschijnselen, de laatste krijgt de naam welvaartsziekte. Zwaarlijvigheid is vandaag de dag één van de grootste gezondheidsproblemen. Overgewicht is namelijk een risicofactor voor vele ziektes zoals hart- en vaatziekten, hoge bloeddruk, niet-insuline-afhankelijke diabetes, atherosclerose, jicht, artritis en enkele vormen van kanker. Overgewicht is ook geassocieerd met vroege mortaliteit. In de Verenigde Staten heeft 15 tot 25% van de bevolking overgewicht, maar ook bij ons schommelt dit tussen de 7 en 10%. De wereldgezondheidsorganisatie spreekt zelfs van 'a rising epidemic'. De lichaamssamenstelling is evenwel nog belangrijker dan het totale gewicht. Het is namelijk de verhouding tussen de vetvrije massa (spieren, organen, botten, bloed,...) en de vetmassa die bepalend is i.v.m. de gezondheid. Actieve personen hebben doorgaans minder lichaamsvet en meer vetvrije massa. Ook de verdeling van het lichaamsvet is van groot belang, wellicht belangrijker dan de hoeveelheid vet. De

(bron. MENS - 2^{de} kwartaal 2001)

zogenaamde 'appelvorm' waarbij het vet voornamelijk op de buik zit, kent een veel groter risico op hartziekten, diabetes type 2, hoge bloeddruk en galblaasaandoeningen.

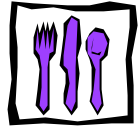
Extra lichaamsgewicht is ook voor het prestatievermogen een nadeel. Het is te vergelijken met het steeds meesleuren van een zware boodschappentas.

Aan te weinig vetinname zijn echter ook gevaren gebonden. Een vetloos dieet kan tot gevolg hebben dat er te weinig essentiële vetzuren en in vet oplosbare vitaminen worden aangebracht. Op de lange duur kan dit leiden tot andere voedingsstoornissen, zoals chronische vermoeidheid, verlies aan vetvrije spiermassa en een verminderd prestatievermogen. Eén van de grootste problemen voor vrouwen met erg weinig vet, is de verstoring van de hormoonhuishouding en het uitblijven van de menstruatie. Dit kan tot ernstige problemen leiden zoals het verlies aan botweefsel. Erg weinig vet heeft zelfs tot gevolg dat de kans op zwangerschap drastisch vermindert. Ook bij mannen met weinig vetgehalte, stelt men een drastische vermindering van de hoeveelheid zaadcellen, libido en seksuele activiteit vast.



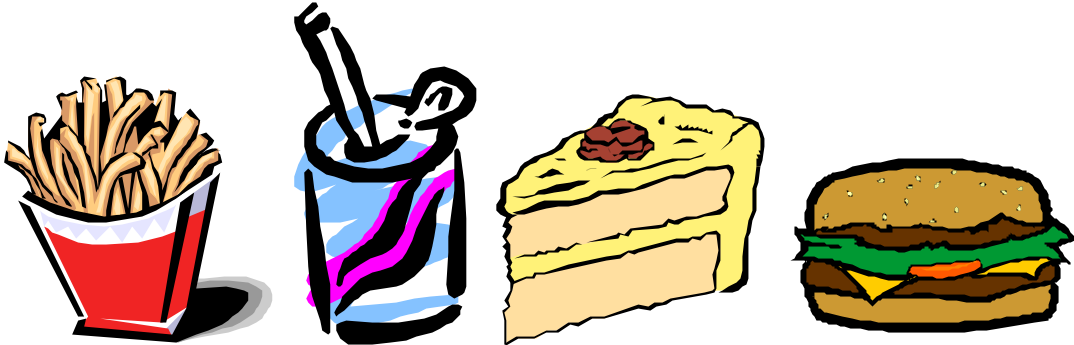
Een woordje uitleg...

Vetrijke voedingsproducten zijn o.a. huishoudoliën, frituuroliën, vele sauzen, vetrijke zuivelproducten (boter, margarine, minarine, kaas, room, volle melk), eieren, noten, bepaalde soorten vlees, enz.

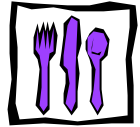


Aan de slag: opdracht 5

1. Bevatten de volgende producten veel vetten? Zo ja, verklaar je nader.



2. Uit statistische gegevens weet men dat de sterfte door hartaandoeningen het laagst is in Japan en in Kreta. Nochtans zijn de eetgewoonten in deze twee landen totaal verschillend. Japanse mensen nemen zeer weinig vet in hun eten. Kretenzers daarentegen hebben een zeer vetrijke voeding, zij gebruiken immers zeer veel olijfolie bij de bereiding van hun voedsel. Hoe kan je het lage percentage van cardiovasculaire aandoeningen bij de Kretenzers verklaren?
3. De meesten onder jullie smeren vermoedelijk dagelijks wel een laagje "vetrijk smeersel" op hun boterham.
Niet uitsluitend de hoeveelheid die je smeert, maar ook wat je smeert is van belang! Bestudeer thuis de etiketten van de gebruikte producten en vertel aan elkaar wat jullie op je boterham smeren: margarine, minarine, "echte" boter, nog een ander product of helemaal niets? Ga vervolgens na wie van jullie het gezondste product gebruikt.

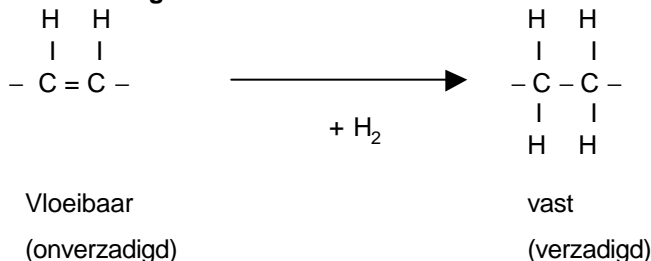


Een woordje uitleg...

Bij het onderzoeken van de etiketten van boter, margarine en minarine ben je zeker de volgende term tegengekomen: **"trans"-vetzuren**. Transvetzuren tref je vooral aan in margarine en minarine, veel minder in boter. De aanwezigheid van dit transvetzuur is een gevolg van de bereiding. Zoals je waarschijnlijk wel weet, wordt boter bereid uit melk. Margarine en minarine daarentegen worden bereid uit plantaardige oliën. Jullie weten reeds dat deze laatste groep meer onverzadigde vetten bevatten en daarom ook gezonder zijn. Maar ...

Doordat er meer onverzadigde vetten in voorkomen zijn ze ook vloeibaar en kan je ze dus moeilijk op je boterham smeren. Deze oliën moeten daarom eerst gedeeltelijk "gehard" worden. Dit gebeurt door een gedeelte van de onverzadigde vetten terug om te zetten naar verzadigde vetten. Daarvoor moet men de onverzadigde oliën laten reageren met diwaterstof. Dit proces wordt "harden" of "hydrogeneren" genoemd.

Voorstelling:



BLOEDVATEN VERLIEZEN REKBAARHEID DOOR TRANSVETZUREN

Slecht nieuws voor de liefhebbers van koekjes, croissants, margarines, frieten en frikadellen. Ir. Nicole de Roos van de Universiteit van Wageningen ontdekte dat de transvetzuren die erin zijn verwerkt of waarin ze worden gebakken slecht zijn voor de bloedvaten. De bloedvaten verliezen hun rekbaarheid. Zuurstof kan in rekbare bloedvaten beter vloeien en bereikt sneller de plaats van bestemming. Bij gezonde mensen kan de diameter van een bloedvat met ongeveer tien procent vergroten. Bij proefpersonen die veel voeding met transvetzuren erin te eten kregen, was die rekbaarheid volledig verdwenen, net als bij patiënten met harten vaatziekten. Volgens De Roos verlagen transvetzuren het goede cholesterol of HDL. De vaatwanden kunnen hierdoor minder flexibel worden. De precieze oorzaak ervan is niet bekend.

Dit proces vindt plaats bij hoge temperaturen en het heeft een nadelig gevolg: tijdens het verhitten van de oliën worden bepaalde onverzadigde "cis-verbindingen" omgezet tot "trans-verbindingen", die ongezonder zijn dan de cis-verbindingen. De mono-onverzadigde vetzuren zijn veel stabiel en daardoor niet zo gevoelig aan de "cis-trans"-omzetting als de poly-onverzadigde vetzuren

(bron: EOS-december 2001)



Aan de slag: opdracht 6

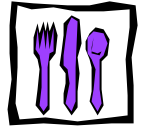
Noteer de reactievergelijking voor de transformatie van een cis-vetzuur naar een trans-vetzuur tijdens het verhittingsproces van vetten.



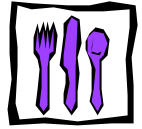
Een woordje uitleg...

Cholesterol, ongezonde brol? Of toch niet helemaal?

Het begrip cholesterol wordt meestal geassocieerd met "ongezond". Nochtans is cholesterol een onmisbare bouwstof voor ons lichaam. Ze vormt immers een belangrijk onderdeel van celmembranen. Bovendien is cholesterol nodig voor de aanmaak van gal en voor de vorming van verschillende hormonen zoals bijvoorbeeld geslachtshormonen. Cholesterol wordt voor het grootste deel door het lichaam zelf aangemaakt, meerbepaald in de lever. Daarnaast wordt een gedeelte cholesterol met de voeding opgenomen. Cholesterol is, net zoals andere vetten, slecht oplosbaar in ons bloed. Om toch door het bloed getransporteerd te kunnen worden, moet cholesterol binden aan eiwitten. Dergelijke complexen van vetten (lipiden) en



eiwitten (proteïnen) worden lipoproteïnen genoemd. Een deel van de cholesterol wordt gebonden door 'Low Density Lipoproteïns' (LDL), een ander deel aan 'High Density Lipoproteïns' (HDL). LDL vervoert cholesterol vanuit het bloed naar de cellen, terwijl HDL de cholesterol afvoert uit het bloed en deze transporteert naar de lever, waar het wordt afgebroken en uitgescheiden als gal. LDL-cholesterol wordt ook wel eens 'slechte' cholesterol genoemd, omdat een teveel ervan leidt tot "plaques" of afzettingen in onze bloedvaten. Hierdoor vernauwen deze, wat kan leiden tot hart- en vaatziekten. HDL-cholesterol wordt vaak de 'goede' cholesterol genoemd. Het kan beschouwd worden als een soort van reinigingsdienst. Het beschermt het lichaam op die manier tegen hart- en vaatziekten. Verzadigde vetzuren kunnen het slechte LDL-cholesterol in het bloed verhogen. Onverzadigde vetzuren, en dan vnl. de mono-onverzadigde, kunnen het slechte LDL-cholesterol in het bloed verlagen én het goede HDL-cholesterol verhogen. Wie gezond wil eten, kiest daarom voor voedingsmiddelen met weinig verzadigde vetzuren!

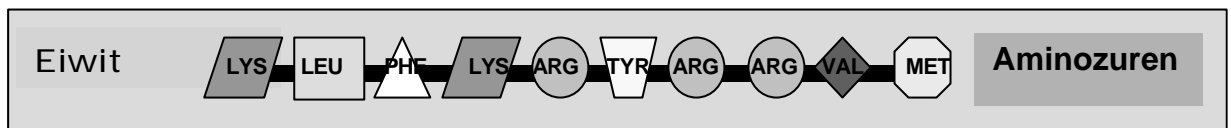


Een woordje uitleg...

Proteïnen of eiwitten

Eiwitten zijn nogal complexe moleculen. Ze zijn opgebouwd uit lange ketens van elementaire bouwstenen, "aminozuren", genoemd.

eenvoudige voorstelling van een eiwit:

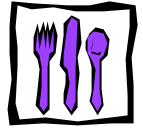


chemische structuurformule van een aminozuur:



Er bestaan zo'n 20 verschillende zijketens en dus ook zo'n **20 verschillende aminozuren**. Deze worden meestal benoemd met hun triviale naam en gesymboliseerd door de eerste 3 letters van deze naam. Ter illustratie vind je hieronder een tabel met de belangrijkste aminozuren..

Naam	Symbol	Restgroep R
glycine	GLY	H-
alanine	ALA	CH ₃ -
valine	VAL	(CH ₃) ₂ CH-
leucine	LEU	(CH ₃) ₂ CH-CH ₂ -
isoleucine	ILE	CH ₃ -CH ₂ -CH(CH ₃)-
serine	SER	CH ₂ OH-
threonine	THR	CH ₃ -CHOH-
asparaginezuur	ASP	HOOC-CH ₂ -
glutaminezuur	GLU	HOOC-CH ₂ -CH ₂ -
lysine	LYS	H ₂ N-(CH ₂) ₄ -
ornithine	ORN	H ₂ N-(CH ₂) ₃ -
cysteïne	CYS	HSCH ₂ -
methionine	MET	CH ₃ -S-(CH ₂) ₂ -
arginine	ARG	H ₂ N-C(=NH)-NH-(CH ₂) ₃ -
fenylalanine	PHE	C ₆ H ₅ -CH ₂ -
tyrosine	TYR	HO-C ₆ H ₄ -CH ₂ -
histidine	HIS	$ \begin{array}{c} \text{NH} - \text{C} - \text{CH}_2 - \\ \quad \quad \\ \text{HC} \quad \quad \text{CH} \\ \quad \quad \quad \backslash \\ \quad \quad \quad \text{N} \end{array} $
tryptofaan	TRP	
proline	PRO	



Aan de slag: opdracht 7

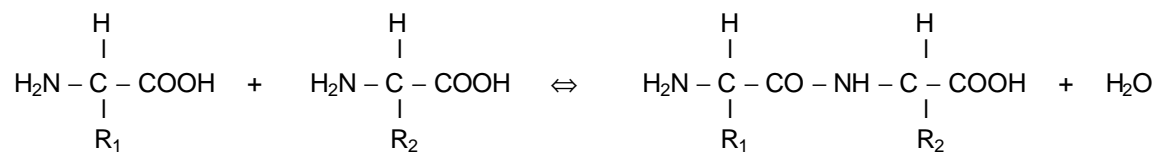
1. Analyseer en verklaar de naam aminozuur.
2. Geef zowel de eenvoudige voorstelling als de chemische structuurformule van het aminozuur isoleucine.



Een woordje uitleg...

Je weet ondertussen dat eiwitten worden gesynthetiseerd uit aminozuren.

Indien twee aminozuren met elkaar binden, wordt er een dipeptide gevormd.



De binding tussen 2 aminozuren wordt een **peptidebinding** genoemd.

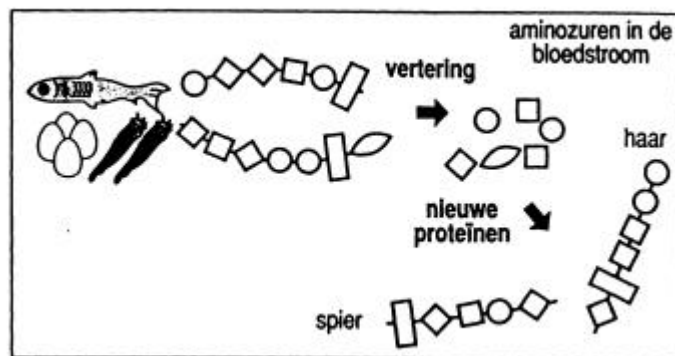
Door toevoeging van een derde aminozuur ontstaat een tripeptide, enz. Wanneer op die manier **honderden tot duizenden aminozuren aan elkaar geregen** worden, ontstaat een "**proteïne**" of "**eiwit**".

Met de 20 aminozuren kunnen ontelbaar veel eiwitten opgebouwd worden, waarbij het aantal en de volgorde van de aminozuren telkens weer anders zijn. Die grote variatie aan eiwitten is eigenlijk niet zo verwonderlijk als je bedenkt dat met 26 letters van het alfabet ook immens veel woorden gevormd kunnen worden.

Van de twintig aminozuren die de mens nodig heeft, kan hij er slechts een tiental zelf aanmaken. De andere aminozuren moet hij via de voeding opnemen. We noemen deze **essentiële aminozuren**.



Elke mens die per dag 40 tot 60 g eiwitten eet onder de vorm van **vlees, vis, melk, kaas of eieren** hoeft zich geen zorgen te maken: hij krijgt alle essentiële aminozuren in voldoende mate binnen. In het lichaam worden de eiwitten verteerd tot vrije aminozuren. Die kunnen op hun beurt weer gebruikt worden voor de synthese van eiwitten. Bij de synthese van een welbepaald eiwit moeten alle nodige aminozuren tegelijkertijd aanwezig zijn. Ontbreekt er één van de aminozuren, dan kan dat eiwit niet aangemaakt worden.



Vegetariërs moeten hun voeding goed uitbalanceren om alle vereiste aminozuren op te nemen. Planten verschillen immers sterk qua aminozuursamenstelling. In de meeste plantaardige eiwitten ontbreken één of meerder essentiële aminozuren. Gelukkig vullen planten elkaar aan. Zo bevatten de meeste granen, aardappelen en maïs te weinig lysine; in de meeste groenten is wel ruim voldoende lysine aanwezig, maar ontbreken weer andere aminozuren.



Aan de slag: opdracht 8

1. Noteer de structuurformule van het tripeptide dat is opgebouwd uit de aminozuren arginine, serine en alanine.

2. Kleur de peptidebindingen groen op de bovenstaande voorstelling.



Een woordje uitleg...

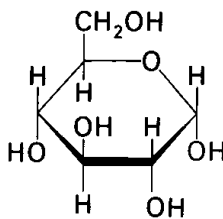
Koolhydraten

Koolhydraten, ook wel sachariden of gluciden genoemd, kunnen ingedeeld worden in 3 groepen:

- monosachariden of enkelvoudige suikers
- disachariden of dubbelsuikers
- polysachariden of meervoudige suikers

MONOSACHARIDEN

voorbeeld 1: glucose

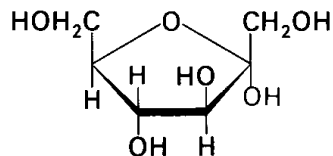


Glucose komt o.a. voor in zoete vruchten zoals kersen, pruimen, druiven (glucose wordt ook wel druivensuiker genoemd!), en in honing.

Glucose is de 'bloedsuiker', en wordt (vanuit de dunne darm) via het bloed getransporteerd naar de lichaamscellen, waar de suiker reageert met de ingeademde dizuurstof. Tijdens deze 'verbranding van glucose' wordt energie vrijgezet. Naast 'bloedsuiker' en 'druivensuiker' wordt glucose ook nog wel 'dextrose' genoemd.

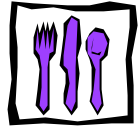


voorbeeld 2: fructose

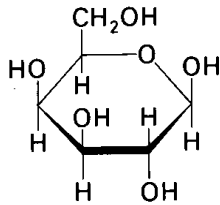


Fructose of vruchtensuiker treffen we aan in het plantenrijk (meeste fruitsoorten, tomaten) en ook in honing.

<u>doorsnee samenstelling van honing:</u>	
water	17.2%
fructose	38.19%
glucose	31.28%
meervoudige suikers	10.12%
overige	3.2%



voorbeeld 3: galactose



Galactose tref je nooit aan als enkelvoudige suiker. Het komt enkel voor onder de vorm van disacharide, nl. in lactose (zie disachariden)

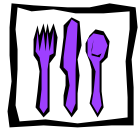


Aan de slag:opdracht 9

1. Leid uit de bovenstaande structuurformules de brutoformules af van glucose, fructose en galactose. Wat kan je concluderen bij vergelijking van deze brutoformules?

2. Je kan deze brutoformules ook weergeven als volgt: $C_6(H_2O)_7$
 ⇒Welke index moet er bij het vraagteken komen?
 ⇒Verklaar de naam koolhydraten.

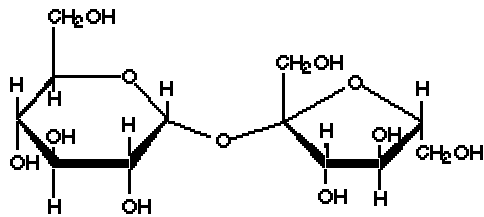
3. Welke functionele groepen bevatten suikers?



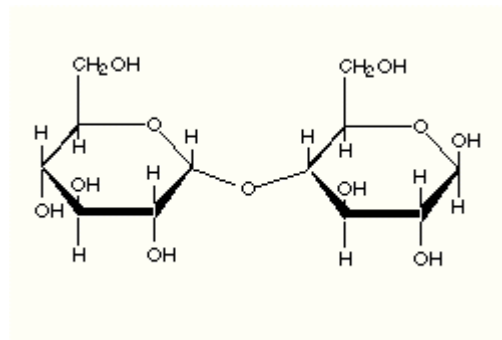
Een woordje uitleg...

DISACHARIDEN

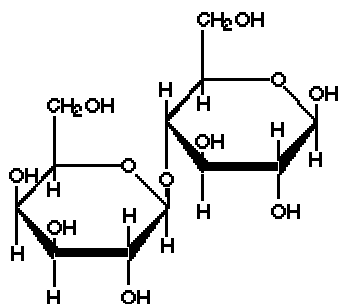
voorbeeld 1: sacharose (biet-of rietsuiker)



voorbeeld 2: maltose (moutsuiker)



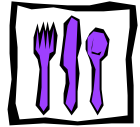
voorbeeld 3: lactose (melksuiker)





Aan de slag: opdracht 10

1. Uit welke enkelvoudige suikers zijn de bovenstaande disachariden opgebouwd? Noteer dit onder de bovenstaande figuren.
2. Welk van de bovenstaande drie disachariden is volgens jou de gewone huishoudsuiker, die dagdagelijks in de keuken gebruikt wordt?
Welke suiker tref je aan in moedermelk en zuivelproducten?
3. Een moeilijke opdracht: probeer de reactievergelijking te noteren voor de vorming van sacharose uitgaande van de 2 monosachariden. Welk molecuule wordt er naast sacharose nog gevormd bij deze reactie?
(Noteer de reactievergelijking eerst met brutoformules, vervolgens met structuurformules)
4. De binding tussen 2 monosachariden wordt een glycoside-binding genoemd. Kleur deze bindingen groen bij de vorige opdracht (10.3)

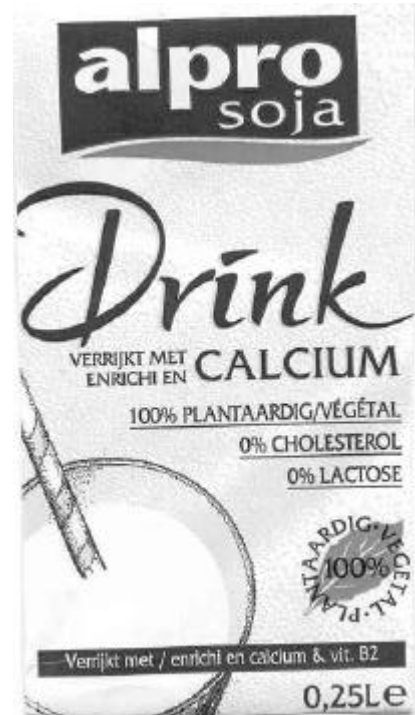


5. Lees het onderstaande stukje tekst en beantwoord de vragen.

KATER VAN MELK

Drie van de tien mensen krijgen, nadat ze melk hebben gedronken, problemen met de spijsvertering. Dat komt doordat ze ofwel allergisch zijn voor koemelk ofwel omdat ze het primaire suiker in koemelk, lactose, niet kunnen verteren. Het laatste wordt ook wel lactose-intolerantie genoemd. De lactose in melk of voeding wordt dan niet afgebroken en niet geresorbeerd. Er is te weinig lactase-enzym om de spijsvertering optimaal te laten verlopen. Gevolg daarvan zijn buikpijn en diarree. Ook krampen, darmgassen en faecale incontinentie komen voor. Wie lactose-intolerant is, moet in eerste instantie een streng dieet volgen waaruit alle lactosebronnen worden geweerd, tot de patiënt geen symptomen meer vertoont. Daarna wordt de hoeveelheid lactose uit de voeding opgedreven tot de symptomen terugkeren. Zo wordt iemands individuele intolerantiegraad bepaald.

(bron: EOS -januari 2002)



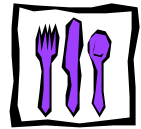
- Welk alternatief voor koemelk kunnen mensen met een lactose-intolerantie gebruiken?
- Zijn er bij jou in de klas mensen met een lactose-intolerantie? Zo ja, informeer eens of het hun veel moeite kost om een aangepast dieet te volgen.



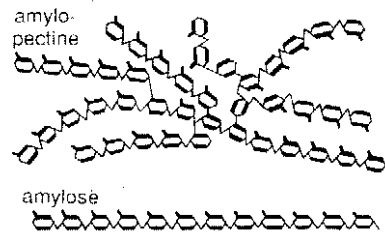
Een woordje uitleg...

POLYSACHARIDEN

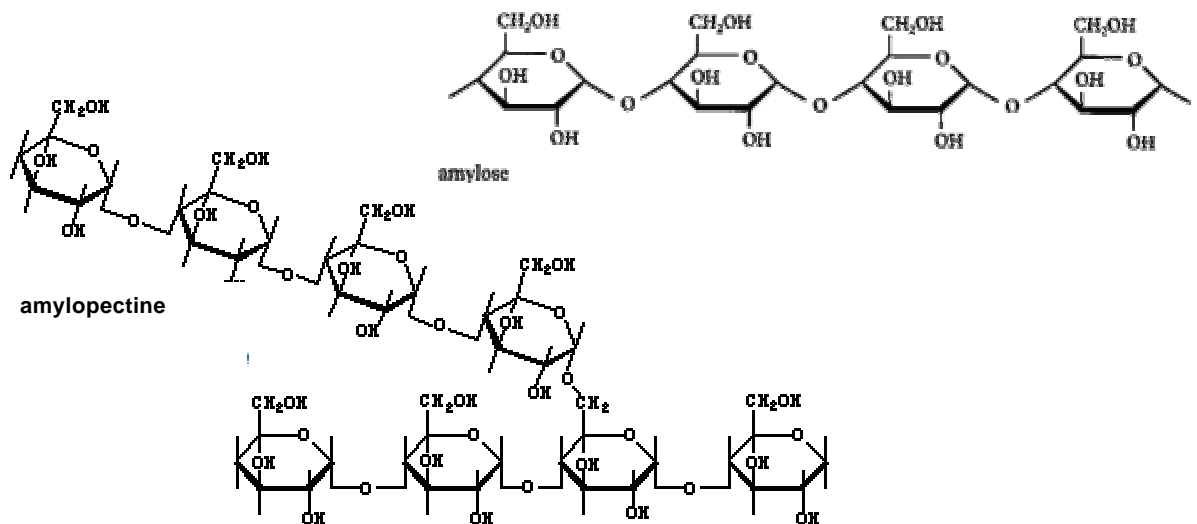
De meeste sacchariden die in de natuur voorkomen, zijn polysacchariden met een zeer grote molecuulmassa. Deze polymeren ontstaan door een condensatiereactie tussen meerdere glucosemoleculen, telkens met afsplitsing van water.



voorbeeld 1: zetmeel:



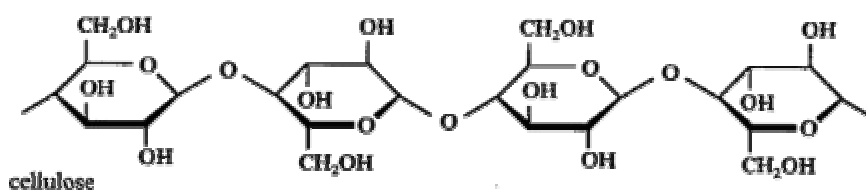
Zetmeel is een mengsel van amylose en amylopectine. Deze twee stoffen zijn beiden uit glucose-eenheden opgebouwd. Amylose is een onvertakte, en amylopectine een vertakte keten van glucose. Zetmeel vormt het hoofdbestanddeel van granen, aardappelen, rijst, pasta, e.d. Het is een zeer belangrijke voedingsstof voor ons, vermits een groot deel van onze energiebehoeften hieruit gehaald wordt.

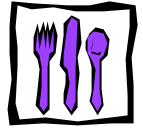


voorbeeld 2: cellulose:

De chemische structuur van cellulose lijkt erg op die van amylose. Cellulose is namelijk ook een onvertakte keten van glucosemoleculen, maar deze glucosemoleculen zijn op een andere wijze gebonden aan elkaar dan in amylose.

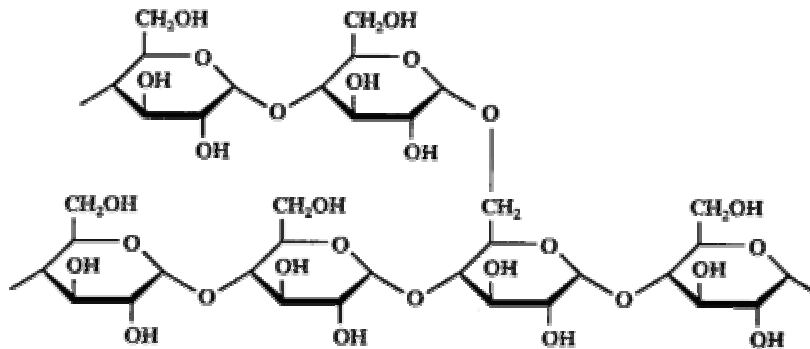
Cellulose is de meest voorkomende organische stof. Men treft deze aan in plantaardig voedsel: ze komen immers voor in de celwand van planten en als steunmateriaal in hout- en plantenvezels. Mensen kunnen deze stof niet verteren.





voorbeeld 3: glycogeen:

Glycogeen vertoont een grote gelijkenis met amylopectine, maar is sterker vertakt. Deze stof wordt in ons lichaam opgebouwd uit glucose en opgeslagen in de lever en de spieren. Ze dient als reservevoedsel voor het lichaam.



glycogeen



Aan de slag!

1. Voedingsvezels worden vanuit voedingsoogpunt als een aparte groep nutriënten beschouwd. Vanuit chemisch oogpunt worden de voedingsvezels echter tot de koolhydraten gerekend.
 - Welk van de bovenstaande polysachariden zijn voedingsvezels?
 - Waarom worden ze als een aparte groep nutriënten beschouwd?

2. Lees aandachtig het artikel "gevaarlijk suikertekort" uit Natuur en Techniek, februari 2001 (zie bijlage). Vraag extra uitleg aan je leerkracht indien je bepaalde stukken van het artikel niet zou begrijpen. Het stukje over microdialyse (bovenaan pagina 57) mag je overslaan. Bespreek het artikel met een klasgenoot. Leg aan elkaar (in je eigen woorden) uit:
 - wat er misloopt in het lichaam van een diabetes-patiënt
 - hoe de ziekte van een diabetespatiënt behandeld kan worden
 - wat er precies gebeurt wanneer een patiënt met suikerziekte een 'hypo' heeft.



- Lees het onderstaand artikelje uit "een babbel over de knabbel"
(infobrochure Verbond der Vlaamse Tandartsen, 2001)

Suiker en suikers: meer dan één letter verschil.

Suiker is één van de grootste vijanden van je tanden, dat weet iedereen. Je moet echter een onderscheid maken tussen de verschillende soorten suikers die in de voeding voorkomen.

Enkelvoudige suikers worden in onze mond door plakbacteriën heel gemakkelijk en snel omgezet in zuren, die het tandglazuur aantasten. Zij zijn dus erg schadelijk voor het gebit. Je vindt ze in tafelsuiker en alle bereidingen die ermee gemaakt worden, zoals jam, chocolade, gebak, pudding, ... Maar ook frisdranken bevatten suiker, en zelfs antibiotica- en hoestsiroop. En ja, ook vers fruit bevat enkelvoudige suikers.

De tweede soort heet samengestelde suikers of zetmelen. Die richten veel minder schade aan onze tanden aan en vormen een belangrijk element in een gezonde voeding. Ze zitten in brood, deegwaren, rijst, aardappelen... Allemaal onmisbare voedingsmiddelen van onze dagelijkse voeding.

Wat met suikervervangers?

In de plaats van suiker kan je suikeralcoholen gebruiken als zoetstof. We noemen ze heel toepasselijk suikervervangers. Naast hun zoete smaak brengen ze ook energie aan. Sorbitol, xylitol, manitol, lactitol, isomalt, ... zijn de nogal weinig poëtische namen. Ze veroorzaken geen tandbederf en in het geval van xylitol werd aangetoond dat het cariësremmend werkt. Xylitol wordt dikwijls in kauwgom verwerkt.

Verder zijn er nog de energie-arme zoetstoffen die in allerlei light-voedingsmiddelen en -dranken worden gestopt (cyclamaat, aspartaam...) en evenmin de tanden bederven. Al deze suikervervangers moet je evenwel met mate gebruiken, anders krijg je problemen met je algemene gezondheid.





Heb je je vragen gesteld omtrent de inhoudelijke correctheid tijdens het lezen van dit artikel? Zo ja, dan heb je de voorgaande leerstof reeds grondig doorgenomen! Noteer de fouten hieronder. Zo neen, lees het artikeltje nog eens opnieuw en probeer te achterhalen waarom het wetenschappelijk niet volledig juist is wat er geschreven staat.

4. Tref je in de onderstaande voedingsmiddelen koolhydraten aan? Zo ja, welke?



5. Verklaar de titel van module 2.



Dit moet je straks kunnen/kennen!

- ✓ achterhalen tot welke stofklasse een stof behoort, waarvan je de structuurformule gegeven krijgt;
- ✓ de brutoformule van een stof afleiden uit de (beknopte) structuurformule;
- ✓ de chemische structuur van glycerol en vetzuren noteren indien je de wetenschappelijke naam gegeven krijgt;



- ✓ het onderscheid tussen verzadigde, mono-onverzadigde, poly-onverzadigde, cis- en transvetzuren weergeven:
 - wat betreft hun chemische bouw
 - wat betreft hun voorkomen
 - wat betreft hun invloed op de gezondheid;
- ✓ de chemische structuurformules van aminozuren, peptiden en eiwitten noteren indien de restgroep van de aminozuren gegeven is;
- ✓ het belang en voorkomen van essentiële aminozuren in de voeding weergeven;
- ✓ de brutoformules noteren van glucose, fructose, galactose, sacharose, lactose, maltose en polysachariden (indien het aantal monosachariden gegeven is);
- ✓ de structuurformules herkennen van glucose, fructose en galactose; de structuurformules noteren van maltose, sacharose en lactose indien de structuurformules van de samenstellende monosachariden gegeven zijn; een omschrijving geven van de chemische structuur van zetmeel, glycogeen en cellulose;
- ✓ voor een gegeven voedingsmiddel aangeven welke nutriënten het al dan niet bevat.
- ✓ kunnen uitleggen met welke problemen diabetespatiënten kampen.

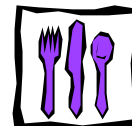


Zit je nog met vragen???

Stel ze aan je leerkracht of raadpleeg on line de vraagbaak van de afdeling levensmiddelentechnologie van de Universiteit van Wageningen. Normaliter wordt je vraag door hen binnen een termijn van enkele dagen beantwoord.

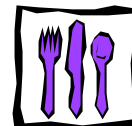
Ga misschien wel eerst even na of je vraag reeds gesteld is door andere bezoekers van de vraagbaak. Dan kan je onmiddellijk je antwoord opzoeken. De vragen zijn gerangschikt per onderwerp, zodat het opzoeken erg snel verloopt.

<http://www.voedsel.net/vragen/index.htm>



BIJLAGE 1 : belangrijke organische stofklassen

stofklasse	algemene formule
alkanen	$R-H$
alkenen	$R-CH=CH-R'$
alkynen	$R-C\equiv C-R'$
alcoholen (of alkanolen)	$R-OH$
halogeniden (of halogeenalkanen)	$R-X$
aminen (of alkaanaminen)	$R-NH_2$
aldehyden (of alkanalen)	$R-CHO$
ketonen (of alkanonen)	$R-CO-R'$
carbonsuren (of alkaanzuren)	$R-COOH$
esters (of alkylalkanoaten)	$R-COO-R'$
amiden (of alkaanamiden)	$R-CO-NH_2$
ethers (of alkoxyalkanen)	$R-O-R'$



BIJLAGE 2: fragment uit "smeerbare vetstoffen" (bron: Test-Aankoop - juni 1997)

Smeerbare vetstoffen

Vetstoffen zijn nodig voor onze gezondheid, zij het in beperkte hoeveelheden. Minder en beter verbruiken, luidt de boodschap.

Niemand betwist nog de invloed van de voeding op de gezondheid. Zonder gevaar zich te vergissen, kan men rustig stellen dat de hoeveelheid en de aard van de verbruikte vetstoffen een bijzonder belangrijke rol spelen.

Wij beginnen met een balans van de

invloed van vetstoffen en cholesterol op hart- en vaatziekten en vervolgen met een test van margarine, boter en andere smeerbare vetstoffen om te achterhalen welke de meest aanbevelenswaardige zijn.

Goede en slechte vetten

Vetstoffen bestaan overwegend uit vetzuren die men in drie soorten kan indelen, op basis van hun chemische structuur. Deze drie soorten zijn aanwezig in alle vetstoffen, maar in wisselende verhoudingen.

- Een overdaad aan verzadigde vetzuren speelt een schadelijke rol, ondermeer in de ontwikkeling van hart- en vaatziekten. Daarom is de WGO van oordeel dat het aandeel van de verzadigde vetzuren in onze voeding niet hoger zou mogen zijn dan een derde van ons vetverbruik, dus 10% van de opgenomen calorieën.

Vetstoffen rijk aan verzadigde vetzuren zijn over het algemeen te herkennen aan het feit dat ze een vaste vorm hebben op kamertemperatuur.

- Tot voor kort dacht men dat enkelvoudig onverzadigde vetzuren geen enkele invloed hadden op de gezondheid. De recentste onderzoeken tonen echter aan dat een voeding die rijk is aan enkelvoudig onverzadigde vetzuren wel interessant is, met name vanwege het gunstige effect op het cholesterolgehalte van het bloed.

Het grootste deel van de vetstoffen in onze voeding zou zelfs uit enkelvoudig onverzadigde vetzuren moeten bestaan.

- Meervoudig onverzadigde vetzuren hebben een weldoende invloed op het cholesterolgehalte, op voorwaarde dat zij onder hun gunstigste vorm in de voeding aanwezig zijn, die door deskundigen "cis" wordt genoemd (zie verder). Deze zouden 10 tot 15% van de verbruikte vetstoffen moeten uitmaken, dus 3 tot 7% van de opgenomen calorieën. Sommige worden essentiële vetzuren genoemd, omdat zij onontbeerlijk zijn voor de gezondheid, met name voor het gezichtsvermogen en voor de hersenontwikkeling.

In tabel 1 vindt u de belangrijkste voedingsmiddelen die rijk zijn aan al deze vetzuren.

Minder vetstoffen verbruiken

In België zijn hart- en vaatziekten de belangrijkste doodsoorzaken. Deze ziekten hebben onder meer te maken met het verbruik van vetstoffen.

Vetstoffen hebben niet ten onrechte een slechte reputatie, wat nog niet betekent dat men ze helemaal van zijn menu moet schrappen. Wij hebben nl. net zo goed vetstoffen nodig voor onze gezondheid als koolhydraten en eiwitten. Schadelijk is een overdaad aan vetstoffen van slechte kwaliteit.

het algemeen en van verzadigde vetten in het bijzonder (zie verder).

Trop is te veel

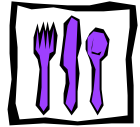
Rekening houdend met de huidige stand van de kennis is de Wereldgezondheidsorganisatie (WGO) van oordeel dat wij hoogstens 30 tot 35% van onze energie, de calorieën die wij opnemen dus, uit vetstoffen zouden moeten halen - in België bedraagt dit aandeel nog steeds 40% of meer - en niet meer dan 300 mg cholesterol per dag zouden mogen verbruiken.

Wij verbruiken veel meer vetstoffen dan we beseffen want slechts de helft zijn zichtbare vetten (vette randen aan vlees, vetstof voor de bereiding van gerechten). De rest zit verscholen in allerlei voedingsmiddelen zoals okker-, hazel-, apenoten e.d., chocolade, koekjes en gebak, zuivelwaren enz.

Het eerste wat ons dus te doen staat, is ons totaal verbruik van vetstoffen te verminderen. Maar niet gelijk welke vetstoffen.

Cholesterol, vetten en slagaders

Het is bewezen dat hart- en vaatziekten verband houden met een voedingspatroon dat tegelijk rijk is aan cholesterol en aan vetten, met name aan verzadigde vetzuren (voor wie meer wil vernemen over het gezondheidsaspect, zie Test Gezondheid nr. 7 van mei '95). Het is bijgevolg aangewezen deze drie factoren in onze voeding te matigen. Daartoe moet men de inname beperken van cholesterol - vooral aanwezig in slachtafval (hersenen, nieren, lever, kalfszwezeriken), eieren, mosselen, dierlijke vetstoffen - en het verbruik van vetten in



Vloeibare vetten in vaste vorm

De interessantste vetstoffen voor de gezondheid zijn plantaardige en visolieën. Maar door hun vloeibare vorm is het gebruik ervan beperkt. Om ze een vaste vorm te geven - bijvoorbeeld voor de fabricage van margarine - wordt er waterstof toegevoegd aan een deel van de onverzadigde vetzuren. Jammer genoeg gaat deze behandeling, *hydrogeneren* genoemd, gepaard met een wijziging van de structuur van de vetzuren: de "cis"-vetzuren, die gunstig zijn voor de gezondheid, worden omgezet in "trans"-vetzuren, die dat veel minder zijn, hoewel ze nog altijd minder schadelijk zijn dan verzadigde vetzuren.

Deze kennis heeft geleid tot een verbetering van de fabricagetechnieken voor margarine, die de mogelijkheid bieden de "cis"-vetzuren in smeerbare margarines beter te handhaven. Margarines voor het bakken en braden, die bestand moeten zijn tegen warmte, worden daarentegen nog steeds gehydrogeneerd en verliezen vrijwel al hun interessante eigenschappen. Plantaardige vaste vetten bestemd voor het frituren zijn eveneens rijk aan "trans"-vetzuren.

Wat gedaan in de praktijk ?

In het kader van de preventie en de behandeling van hart- en vaatziekten, spelen een evenwichtige voeding en een goede leefhygiëne een belangrijke rol. Op het vlak van de voeding betekent dit ondermeer het totale vetverbruik *verminderen* en de vetten die men verbruikt *goed kiezen*. Zij dienen in de eerste plaats arm te zijn aan verzadigde vetzuren. In de praktijk betekent dit :

- de voorkeur geven aan voedings-

1. WELK VOEDINGSMIDDEL IS RIJK AAN WELKE VETZUREN ?			
VERZADIGDE VETZUREN	ONVERZADIGDE VETZUREN		
	"trans"	meervoudig	enkelvoudig
Spek, reuzel, vetranden van vlees, ossewit, vette vleeswaren (pasteien, worsten enz.), boter en afgeleide producten, zuivelwaren, cacao boter, palm- en kokosvetten	Gehydrogeneerde plantaardige oliën (bakmargarine), vlees, boter en afgeleide producten.	Mais-, zonnebloem-, saffloer-, druiven- pit-, sojaolie, margarine om te smeren en afgeleide producten (minarine enz.), visolie	Olijf-, aardnoot-, hazelnootolie, margarine om te smeren en afgeleide producten (minarine enz.)

☞ : vetstoffen waarvan men het verbruik moet matigen
 ☞ : vetstoffen die de voorkeur genieten

middelen met weinig verborgen vetten : verse groenten en fruit, brood, granen, deegwaren, rijst, magere zuivelwaren ;
 - het zichtbare vet van vlees verwijderen ;
 - het verbruik van vette vleeswaren vermijden (pasteien, worst) en dat van cholesterolrijke eetwaren beperken (slachtafval, eieren, kaas, vlees) ;
 - verschillende soorten vetstoffen verbruiken ;
 - een- tot tweemaal per week vis eten ;
 - zo veel mogelijk bereidingswijzen kiezen waarbij weinig of geen toegevoegde vetstof nodig is (koken in water, in papillot, in de magnetron, roosteren enz.) en zo weinig mogelijk gefrituurde en gepaneerde voedingsmiddelen eten omdat die veel vet opslorpen ;
 - olijf- of aardnootolie gebruiken voor de voedselbereiding of een margarine voor het bakken en braden. Margarine

voor het smeren is hiervoor niet aangegeven omdat deze producten niet bruïnen en/of te veel water bevatten. Bovendien breken de vetzuren waaruit ze bestaan af door verhitting ;
 - voor koude bereidingen de voorkeur geven aan mais- zonnebloem- of sojaolie ;
 - als broodsmersel margarine of minarine gebruiken met weinig verzadigde vetzuren (de producten die tot besluit van de test worden aanbevolen).
 - wie op boter gesteld is, hoeft zich dit product niet te ontegen, maar wisselt liefst af met andere vetstoffen.



56% MINDER VET - 56% DE GRAISSE EN MOINS

100 g bevroren / onbevroren	
Cholesterol	0,2 g
Voedingsvezels	0,3 g
Wateroplosbare vezels	0,0 g
Indigestieerbare vezels	0,3 g

CHOLESTEROL / CHOLESTEROL	0 g
VOEDINGSVEZELS / FIBRES ALIMENTAIRES	0 g
NATRIUM / SODIUM	0,2 g
VITAMINE A	800 i.u.g
B1	1,4 mg
B2	1,6 mg
B6	2,0 mg
B12	1,0 i.u.g
C	5,0 i.u.g
E	10,0 mg

BROODSMERSEL MET VERLAAGD VETGEHALTE	
DATE A TANTUM A TENUE LIPODIQUE REDUITE	
BIZONNÈRE KENNEMEN PRODUCT	
CARACTÉRISTIQUES PARTICULIÈRES	
EMBRASAGE / VALOR ÉNERGÉTIQUE	PER/PAR 100 g
EMITTEN / PROTIDES	2,20 g (542 kcal)
KOOLHYDRATEN / GLUCIDES	0,1 g
VITAMINE C	0,1 g
VETTEN / LIPIDES	0,1 g
VETTEN VANAFHANGIG VAN DE VETZUREN	0,1 g
MONONONVERZADIGDE / MONON-SATURÉS	0,1 g
POLYONONVERZADIGDE / POLY-SATURÉS	0,1 g
TRANS-ONONVERZADIGDE / TRANS-LIPIDES	0,1 g
CHOLESTEROL	0,2 g
VOEDINGSVEZELS / FIBRES ALIMENTAIRES	0,3 g
CHOLESTEROL	0,2 g

50% minder vet - 50% de graisses en moins
 Niet gebruiken voor bakken of braden.
 Ne pas utiliser pour la cuisson.

41% VETGEHALTE MATIERES GRASSES

Fig. 1. Een dergelijke overvloed aan soorten producten heeft geen nut voor de consumenten en bemoeilijkt het kiezen. Zowel voor boter als voor margarine twee categorieën ruimschoots volstaan : producten met 80 % vetstof en producten met ca. 40 % vet. Al de rest is overbodig.



BIJLAGE 3: "Gevaarlijk suikertekort" (bron: Natuur en Techniek - februari 2001)

Gevaarlijk suikertekort

Met een insuline-injectie voorkomt een diabetespatiënt een te hoge suikerspiegel, met een suikerklontje een te lage. Maar wat als het lichaam geen waarschuwingssignalen afgeeft bij een suikertekort? Dat kan fataal aflopen.

Martin de Vries

University of Illinois, VS

Stephan Bouman

Rijksuniversiteit Groningen

Drs Martin de Vries (27) en **drs Stephan Bouman (27)** studeerden neurobiologie aan de Rijksuniversiteit Groningen. Sinds 1997 werkt De Vries als PhD-student bij de afdeling Animal Science en in het Neuroscience-programma van de University of Illinois in Urbana-Champaign (VS). Hij ontrafelt daarbij neurochemische mechanismen die betrokken zijn bij de energiehuishouding. Drs Stephan Bouman onderzoekt in Groningen de tegenregulatie van hypoglycemie, waarop hij binnenkort hoopt te promoveren. Sinds januari 2001 onderzoekt hij bij Novo Nordisk in Kopenhagen de behandeling van type-II-diabetes.

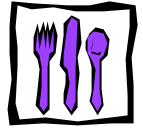
Glucose is de brandstof van ons lichaam: bijna al onze cellen gebruiken het. Veel cellen verbranden ook vetzuren, maar de hersenen – met hun grote energiebehoefte – moeten echt glucose krijgen. Dat kunnen ze zo uit het bloed halen: ons lichaam zorgt dat de glucoseconcentratie daarin zo weinig mogelijk schommelt. Terwijl de suikerbehoefte in het lijf tamelijk constant is, is de aanvoer ervan dat beslist niet. Koolhydraten in het voedsel vormen de belangrijkste glucosebron. De eerste uren na het eten van chocola of een koek belandt er vanuit de darmen veel glucose in het bloed. Het glucosegehalte stijgt dan sterk, maar gelukkig komt het hormoon insuline uit de alvleesklier op tijd in actie. Het zorgt dat de lever, de spieren en het vetweefsel glucose opslaan voor schralere momenten. Dreigt de glucoseconcentratie te laag te worden, dan gaat de alvleesklier glucagon produceren. Glucagon is de tegenpool van insuline: het zorgt dat vet- en spierweefsel stoppen met het opslaan van glucose en het stimuleert de lever tot het afgeven ervan.

Een prachtig systeem, die automatische suikerregulatie. Dat realiseer je je vooral als je kijkt naar de problemen die diabetici erbij ondervinden. Bij hen gaat

het namelijk niet automatisch, want ze maken niet of nauwelijks insuline aan of hun insuline werkt niet meer. Zonder bijsturing van buitenaf loopt de glucoseconcentratie in hun bloed te ver op. De bloedvaten raken daardoor aangetaast, wat een hartinfarct of beroerte in de hand werkt. Ook ogen, nieren en zenuwen lopen gevaar.

Het genezen van suikerziekte is nog steeds onmogelijk, maar sinds de ontdekking van insuline is volop onderzoek gedaan en nog steeds werken duizenden onderzoekers aan het beter begrip van diabetes. Ook wij dragen daaraan een steentje bij, en hopen dat dit oplossingen zal brengen.

Diabetes mellitus betekent letterlijk 'zoete doorloop'. De ziekte dankt zijn naam aan de verhoogde urineproductie en de aanwezigheid van suiker in de urine die ermee gepaard gaan. Diabetes komt veel voor: vrijwel iedereen kent wel iemand die suikerziekte heeft. In Nederland zijn ongeveer 300.000 patiënten bekend en er zijn er waarschijnlijk bijna net zo veel die niet zijn geregistreerd. In België zijn 163.000 diabeten bekend. Men schat dat een op de dertig mensen in de westerse wereld suikerziekte heeft; wereldwijd zouden er ongeveer 140 miljoen patiënten zijn.



Roche - Diagnostics, Nederland

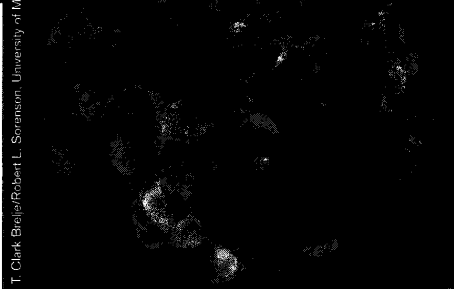
Vingerprik

Diabetici meten meerdere malen per dag de glucosespiegel in een druppel bloed.

Eilandje

In de alvlesklier produceren cellen in de eilandjes van Langerhans diverse hormonen. De blauwe cellen maken insuline, de groene glucagon en de rode het groeihormoon somatostatine.

T. Clark Brøgger/Robert L. Swanson, University of Minnesota

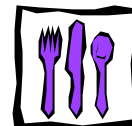


Bijna tien procent van de diabeten heeft type-I-diabetes, ook wel insuline-afhankelijke diabetes genoemd. Deze vorm ontstaat meestal voor het vijftiengste levensjaar. Door een auto-immunreactie vernietigt het eigen lichaam de insulineproducerende cellen in de alvlesklier. Daardoor kunnen de patiënten zelf niet genoeg insuline meer aanmaken en moeten ze het van buitenaf toedienen.

De overige negentig procent van de diabeten heeft type-II-diabetes, ook wel insuline-onafhankelijke of ouderdomsdiabetes genoemd, want het ontstaat vaak na het veertigste levensjaar. Het lichaam van een type-II-diabeet produceert nog wel insuline, maar door verschillende oorzaken is de werkzaamheid ervan verminderd. Deze insuline-resistentie is sterk gerelateerd aan overgewicht, roken en erfelijke aanleg.

Vicieuze cirkel

Suikerpatiënten moeten de schommelingen in hun glucosespiegel zoveel mogelijk beperken. Daarom bootsen ze de variaties in insuline-activiteit zo goed mogelijk na. Veel van hen dienen zichzelf voor de maaltijd insuline toe en houden daarmee de glucosetijging binnen de perken. Afhankelijk van de activiteit van de diabeet moet er wel een resthoeveelheid insuline overblijven



voor de perioden tussen de maaltijden en tijdens de nacht. Met een simpele prik in de vinger kan de patiënt regelmatig het glucosegehalte in zijn bloed controleren.

Tussen de maaltijden door kan de glucoseconcentratie in het bloed gevaarlijk dalen. Dat verschijnsel heet hypoglycemie. Gezonde personen kan dat overkomen tijdens grote lichamelijke inspanning: de glucagonwerking komt dan niet snel genoeg op gang om de daling te compenseren. Diabeten krijgen daarnaast ook een 'hypo' nadat ze zich teveel insuline hebben ingespoten.

Het lichaam heeft verscheidene compensatiereacties in petto als er een hypo optreedt. Die reacties moeten er voor zorgen dat het lichaam kan blijven functioneren. Ten eerste krijg je honger: je wordt vriendelijk verzocht om extra glucose aan te voeren. Als glucagon alleen onvoldoende suiker in het bloed oplevert, gaan de bijnieren bovendien de hormonen adrenaline en cortisol afgeven. Die zorgen er onder andere voor dat de spieren overschakelen op de verbranding van vetzuren, zodat de hersenen kunnen beschikken over het schaarse glucose.

Diabeten kunnen met twee strategieën hun glucoseconcentratie op peil houden. Ten eerste is er de conventionele methode: ze injecteren zichzelf met een mengsel van kort- en langwerkende insuline. Ze doen dat in het algemeen twee keer per dag, voor het ontbijt en voor het avondeten. De kortwerkende insuline onderdrukt de glucosepiek tijdens en na het eten; de langwerkende is belangrijk voor de perioden tussen de maaltijden.

Het probleem van de 'conventionele insulinetherapie' is dat diabeten toch nog hogere glucosegehalten in het

Suikerziekte: ernstiger dan je denkt

Vooral voor type-I-diabetici is er tot nu toe geen enkele kans is op genezing. Een redelijk normaal leven is wel mogelijk, door het glucosegehalte in het bloed nauwkeurig te regelen met insuline-injecties. Omdat iedereen anders reageert, moet elke patiënt aan het begin van een behandeling eerst worden 'ingesteld'. Dat betekent dat een arts in het ziekenhuis vaststelt welke therapie en welke dosering het beste resultaat leveren. Diabeten moeten de hoeveelheid insuline die ze inspuiten precies aanpassen aan hun leef- en eetgewoonten. Het levenspatroon van diabeten is daarom onderhevig aan een strakke planning: er is weinig ruimte voor afwijking van de vaste regelmaat. Naast eetgewoonten en lichamelijke activiteit kunnen ook stress en een griepje het evenwicht sterk in de war sturen.

Zonder behandeling hopen zure afvalstoffen die vrijkomen bij de vetverbranding, zoals ketonen, ammonium (NH_4^+) en melkzuur,

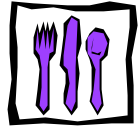
zich op in het bloed. Door de hogere zuurgraad raakt de patiënt in coma en zonder onmiddellijke hulp betekent dat de dood.

De noodzaak om zichzelf zo vaak te moeten injecteren, vormt een grote psychische belasting voor veel patiënten. Daarom zoekt men nieuwe behandelmethode, zoals in de buikholte geïmplanteerde insulinepompjes en transplantatie van de alveesklier of delen daarvan. Bij type-II-diabetes zijn de gevolgen minder acuut, maar ook hier is bijsturing van buitenaf noodzakelijk. Meestal volstaan een speciaal dieet, met minder koolhydraten en calorieën, en tabletten die de werkzaamheid van de eigen insuline verhogen. Een op de drie type-II-diabeten moet daarnaast toch nog insuline inspuiten.

Al is suikerziekte tegenwoordig goed te behandelen, toch treden er in de loop van de tijd ernstige complicaties op. Typerend zijn aandoeningen aan de bloedvaten: de chronisch verhoogde glucosespiegel be-

schadigt de endotheelcellen die de haarvaten vormen. De buitenkant van deze kleine adertjes wordt minder doorlaatbaar en omliggende weefsels sterven af. De kans op een hartinfarct of een beroerte neemt daarvoor sterk toe. Hoewel ook de rest van het lichaam gevaar loopt, komt vooral beschadiging van ogen, nieren of zenuwen vaak voor.

Volgens het Diabetesfonds Nederland heeft veertig procent van de diabeten een nieraandoening en is diabetes de belangrijkste veroorzaker van bijvoorbeeld blindheid, maar ook van voetamputaties. Dat laatste komt door aantasting van de zenuwen in de voeten, zodat diabeten minder pijn voelen en eerder wonden oplopen. Door de slechte doorbloeding genezen de wonden waarschijnlijk ook nog eens langzamer dan bij gezonde mensen. Ondanks een goede behandeling kunnen deze complicaties toch optreden, en daarmee is suikerziekte ernstiger dan veel mensen denken.



Dialyse is gebaseerd op diffusie: een oplosmiddel kan gemakkelijk door een membraan, maar grotere moleculen zoals afvalstoffen kunnen het membraan niet passeren. Dialyse is vooral bekend in verband met nierpatiënten: deze techniek verwijdert bij hen afvalstoffen uit het bloed. In het klein kun je dialyse echter ook toepassen als je de concentraties van bepaalde stoffen in het lichaam wil meten. Ook dan gaat het erom dat bepaalde stoffen door een membraan van de ene naar de andere kant kunnen diffunderen. De techniek van microdialyse is eind jaren tachtig in Zweden ontwikkeld.

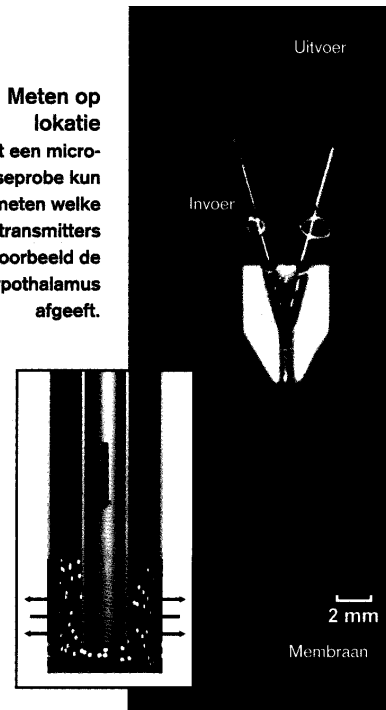
Een microdialyse-membraan kun je inbrengen in bijvoorbeeld de hersenen van proefdieren, om daar concentraties van neurotransmitters te meten. Het mooie van microdialyse is dat je rechtstreeks kunt meten wat er in de hersenen gebeurt, en dat in een doorlopende periode.

De foto rechts toont de meest gebruikte vorm van microdialyse. De zogeheten probe

bestaat uit twee dunne buisjes. Helemaal onderaan is het buitenste buisje afgesloten door een membraan dat alleen kleine moleculen zoals suikers, ionen en neurotransmitters doorlaat. Tijdens het gebruik in de hersenen stroomt er een dialysevloeistof door het binnenste buisje naar beneden, die vervolgens de binnenkant van het membraan passeert. Via de grotere buis stroomt de vloeistof terug, verrijkt met de kleine moleculen uit de hersenvloeistof die het membraan kunnen passeren. De terugstromende vloeistof vang je op en analyseer je op de samenstelling.

Microdialyse is vooral geschikt om chemische veranderingen na een behandeling te meten. De eigenschappen van de membraan en de exacte plaatsing van de probe hebben namelijk invloed op de efficiëntie van het opvangproces. Plaats je de probe op een iets andere plek, dan krijg je andere resultaten. Daarom kun je het beste de probe al voor de behandeling plaatsen, vervolgens meten, dan behandelen en dan weer meten.

Meten op lokatie
Met een microdialyseprobe kun je meten welke neurotransmitters bijvoorbeeld de hypothalamus afgeeft.



bloed hebben dan gezonde mensen. Dat geldt vooral voor de rustwaarden tussen de maaltijden door. Dat verklaart waarschijnlijk waarom deze mensen in de loop van de tijd toch de voor suikerziekte kenmerkende gezondheidsproblemen ontwikkelen.

Begin jaren negentig is een tweede strategie voor suikerpatiënten ingevoerd, de zogenaamde 'intensieve insulinetherapie'. Bij deze therapie dienen diabeten zichzelf vaker insuline toe, meestal drie tot vijf keer per dag. Ze meten vaak hun glucosespiegel, zodat ze deze nauwkeurig kunnen regelen. Op deze manier voorkomen ze een te hoge suikerspiegel en verkleinen daarmee de kans op complicaties. Probleem: hun pogingen tot het verlagen van de glucosespiegel brengt het gevaar met zich mee dat ze doorschieten naar de andere kant. Diabeten die intensieve insulinetherapie toepassen, hebben daardoor drie keer zoveel kans op het ontwikkelen van ernstige hypo's als diabeten met conventionele therapie.

Geen punt, zou je zeggen. Je herkent een hypo immers snel genoeg, zodat je actie kunt ondernemen om erger te

voorkomen. Bij een dreigend suikertekort krijg je honger, word je onrustig en ga je beven en zweten als gevolg van de compensatiereacties die je lichaam in gang zet. Als dan ook nog je hersenen een energietekort krijgen, merk je dat snel genoeg aan je gezichtsvermogen. Ook word je wat verward en krijg je spraak- en concentratieproblemen. Wat suikerklontjes eten en klaar, toch?

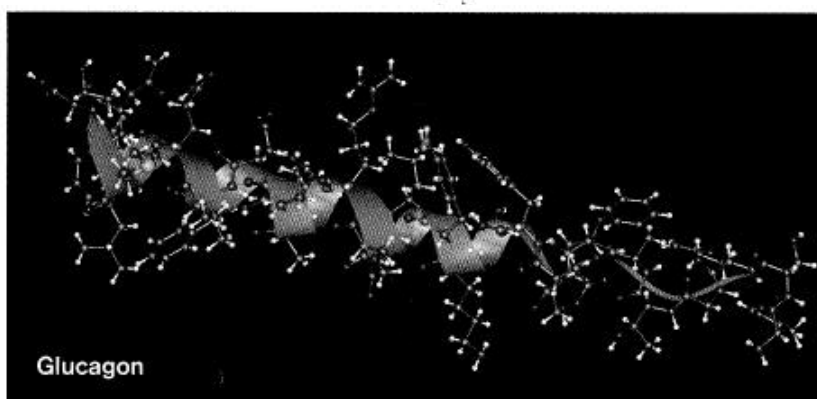
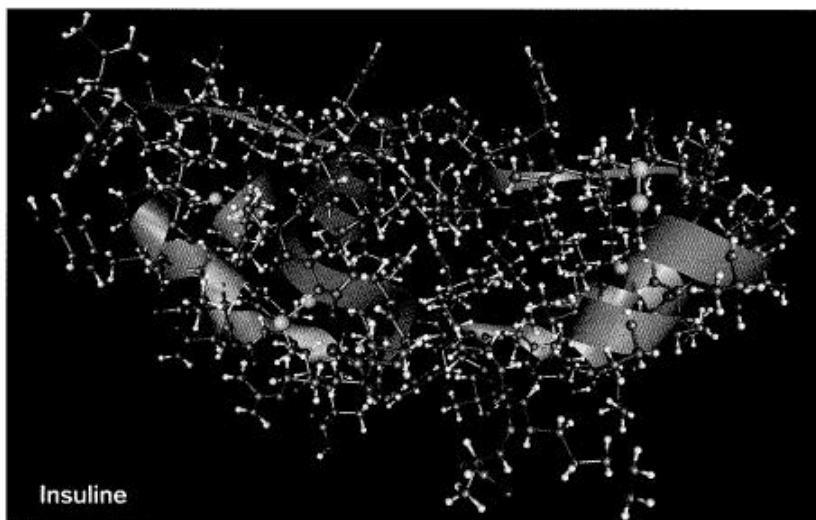
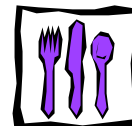
Nee dus. Om tot nu toe onbekende redenen verminderen de waarschuwingssignalen na elke hypo. Vooral de eerste merkbare verschijnselen, zoals het hongergevoel, treden na een paar keer al niet meer op. Het gevolg is dat je je daardoor steeds minder bewust bent van een opkomende hypo en je er pas later op reageert, waardoor er ook steeds meer hypo's optreden. Deze vicieuze cirkel leidt er uiteindelijk toe dat een diabeet een daling in het bloedsuikergehalte niet meer tijdig bemerkt en daadwerkelijk hersenfuncties verstoord raken. Daardoor kan hij onverwacht het bewustzijn verliezen. Dat is levensgevaarlijk als er niemand in de buurt is om te helpen. Intensieve therapie met al zijn belangrijke voordelen brengt daar-

om wellicht een hogere sterftekans met zich mee dan conventionele therapie.

Alcohol

Het verlies van de symptomen die een hypoglycemie aankondigen, noemen we *hypoglycemia unawareness*. Het is de belangrijkste beperking van het toepassen van de intensieve insulinetherapie. Omdat de conventionele therapie ook niet alles is – vanwege de genoemde gezondheidsproblemen – is het belangrijk dat we de oorzaken van hypoglycemia unawareness kunnen achterhalen en een manier vinden om er iets aan te doen.

Er zijn twee facetten. De lichamelijke reacties op een hypo zijn verminderd, en dat leidt er vervolgens toe dat de patiënt zich minder van een hypo bewust is. Bij hypoglycemia unawareness vermindert het vermogen om de lichamelijke reacties waar te nemen, maar de afgifte van compenserende hormonen is ook lager dan normaal. Die komen pas bij een lager glucosegehalte in actie. De problemen komen van twee kanten: het lichaam corrigeert de lage suikerspiegel slechter en het waarnemingsvermogen van de patiënt neemt af.



Insuline en glucagon

Insuline is een klein eiwit, bestaande uit twee ketens die met zwavelbruggen onderling zijn gekoppeld. Bij een te hoog glucosegehalte in het bloed zetten cellen in de eilandjes van Langerhans proinsuline, dat niet actief is, om in insuline.

Glucagon, een ander klein eiwhormoon, komt in actie bij een te lage glucosespiegel in het bloed. Het zorgt voor de afbraak van glycogeen in spieren en lever, waarbij suiker vrijkomt.

Het eerste vereiste voor het ontwikkelen van hypoglycemia unawareness is het meemaken van een hypo. Ook mensen zonder diabetes kunnen zo'n 'unawareness' krijgen: toen gezonde proefpersonen in het ziekenhuis in twee dagen drie hypo's kregen, vertoonden ze de derde keer sterk verminderde hormonale reacties. Deze proefpersonen is niets ergs aangedaan, want als je een tijdje goed oplet en zorgt dat er geen hypo optreedt, verdwijnt de unawareness ook weer.

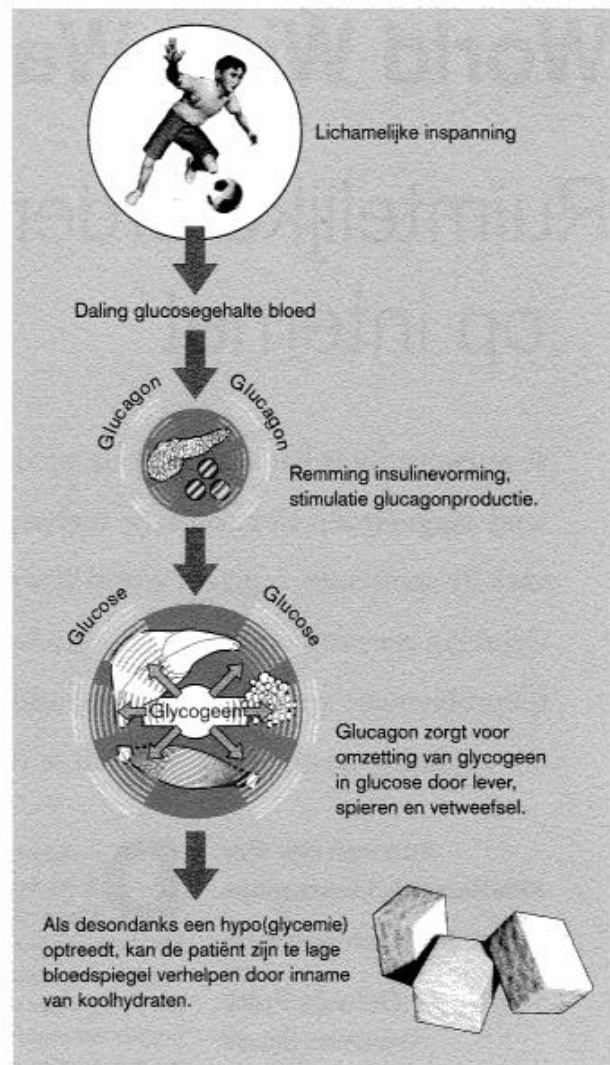
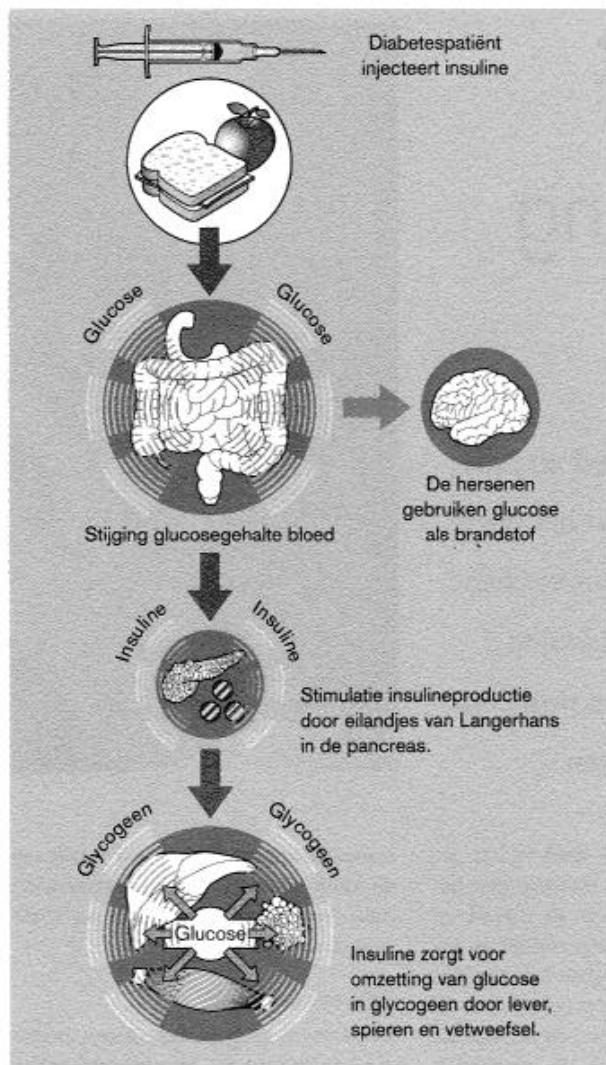
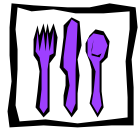
Diabetici hebben vaker met hypoglycemia unawareness te maken dan gezonde mensen, omdat bij hen meer en heviger schommelingen in de bloedsuikerspiegel voorkomen. Hoe langer ze al suikerpatiënt zijn, hoe meer kans ze hebben op het ontwikkelen van het verschijnsel. Ook het gebruik van alcohol en medicijnen speelt een rol, maar het is niet bekend hoe al die oorzaken lei-

den tot hypoglycemia unawareness. Omdat enkele milde hypo's al de hormoonreacties doen verminderen, speelt uitputting van de hormoonproducerende organen als er vaak een hypo optreedt in elk geval geen rol.

Ratten

Momenteel schenken onderzoekers aandacht aan de hypothese dat de hersenen zich op de een of andere manier aanpassen aan het regelmatige tekort aan glucose. Het autonome deel van onze hersenen speelt een centrale rol in het stofwisselingsproces. Met name een klein gebied midden onderin de hersenen, de *hypothalamus*, is gevoelig voor veranderingen in de glucosespiegel. Tijdens een hypo neemt de activiteit van de zenuwcellen in de hypothalamus toe. Ze sturen via zenuwen chemische signalen (*neurotransmitters*) naar de organen die de stofwisselingshormonen als insuline en glucagon maken. De organen reageren door de benodigde hormonen in het bloed te brengen.

Aan de University of Illinois onderzoeken we hoe de hypothalamus reageert op een hypo. We bepalen de zenuwactiviteit door te meten welke neurotransmitters uit de zenuwuiteinden vrijkomen. Met microdialyse (zie kader pagina 57) meten we hun concentraties in de ruimte rond de cellen van de hypothalamus. Met microdialyse kun je de concentraties van neurotransmitters geruime tijd volgen. Zo vonden we onder andere dat een verminderde beschikbaarheid van glucose binnen vijftien minuten zorgt voor een toename in de afgifte van de neurotransmitter noradrenaline. Deze stof zet andere zenuwcellen aan tot het vrijmaken van gamma-amino-boterzuur (GABA). Dat is



Zoet evenwicht

Een diabetespatiënt voorkomt met een insulineinjectie dat na het eten de suikerspiegel teveel stijgt. Insuline zorgt dat het lichaam de koolhydraten opslaat, glucagon laat het weer vrijkomen als het nodig is.

het begin van een lange reeks signaal-overdrachten waarvan we nu het bestaan alleen maar kunnen vermoeden.

Aan de Rijksuniversiteit Groningen hebben we aangetoond dat het mogelijk is om een vorm van hypoglycemia unawareness op te wekken in ratten. Dat opent de weg naar meer intensief hersenonderzoek, waarbij het meten van

glucose en neurotransmitters in de hypothalamus centraal staan. Is er een defect in de communicatie tussen de vele zenuwcellen die bij het aansturen van de hormoonreacties betrokken zijn? Is er juist sprake van een meer efficiënt glucosetransport naar de hersenen, zodat die een daling van het glucosegehalte in het bloed pas veel later waarneemt? En welke rol speelt cortisol bij het ontstaan van unawareness?

Wij beiden hopen de antwoorden te vinden met ons onderzoek en zo een bijdrage te leveren aan het vergroten van het inzicht in de processen die betrokken zijn bij hypoglycemia unawareness. Over de hele wereld onderzoeken vele wetenschappers de oorzaken en gevolgen van suikerziekte. Er zijn veelbe-

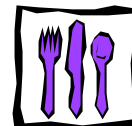
lopende ontwikkelingen gaande. Als het onderzoek financieel mogelijk blijft – veel ervan is afhankelijk van giften – zal de kwaliteit van leven voor diabetici aanzienlijk verbeteren.

Informatie

Vlaamse Diabetesvereniging
www.diabetes-vdv.be

Diabetesfonds Nederland
www.diabetesfonds.nl

Internationale diabetesfederatie
www.idf.org



Informatie voor de leraar

VEREISTE VOORKENNIS

- ✓ De leerlingen moeten eerst module 1 hebben doorgenomen voor ze met deze module kunnen starten.
- ✓ De volgende leerstof i.v.m. organische chemie moet reeds behandeld zijn tijdens de chemielessen:
 - de naam en structuurformule van alkanen, alkenen, alkynen, alcoholen en carbonzuren tot en met tien koolstofatomen
 - het onderscheid tussen verzadigde en onverzadigde koolwaterstoffen
 - alcoholen, amines, carbonzuren en esters herkennen op basis van hun structuurformule
 - cis-trans isomerie

VERBETERING ZELFSTUDIE-OPDRACHT:

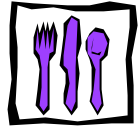
Deze zelfstudie opdracht kan individueel of in kleine groepjes uitgevoerd worden.

De verbetering en bespreking kan individueel gebeuren door de leerkracht (tijdens de zelfstudie en/of achteraf) of klassikaal.

Een andere mogelijkheid is dat de leerlingen na het uitvoeren van deze opdracht een sleutel met de oplossingen meekrijgen. In dit laatste geval is het wel aangewezen dat er tijdens de lessen een moment voorzien wordt om extra uitleg te geven indien leerlingen nog met vragen zitten na de verbetering van hun opdracht. Een nadeel van de zelfcorrectie door leerlingen is dat de leerkracht minder zicht heeft op mogelijke tekorten. Anderzijds krijgen de leerlingen een grotere verantwoordelijkheid toegewezen (ze moeten zelf hun tekorten opsporen én initiatief nemen om bijkomende uitleg te vragen indien nodig). Het zelfstudie-aspect wordt hierdoor dus nog verder opgedreven. De sleutel met de oplossingen van de opdrachten van deze module vindt u op de volgende bladzijden.

NOG VRAGEN?

Voor meer informatie over deze module kan u contact opnemen met Lieve Bernaerts: lieve.bernaerts@pandora.be

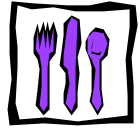


OPDRACHT 1:

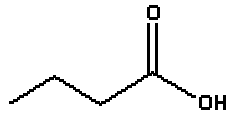
1. - de stam prop- : keten van 3 C-atomen
- de uitgang -aan: uitsluitend enkelvoudige bindingen
- de uitgang -ol is kenmerkend voor de alcoholen. De verbinding bevat dus een OH-groep.
- tri staat voor drie
2. glycerol
- functionele groepen: R-OH
- stofklasse: alcoholen (of alkanolen)
3. de 3 vetzuren
- functionele groepen: R-COOH
- stofklasse: carbonzuren
4. de vetten of triglyceriden
- functionele groepen: R-COO-R'
- stofklasse: esters

OPDRACHT 2:

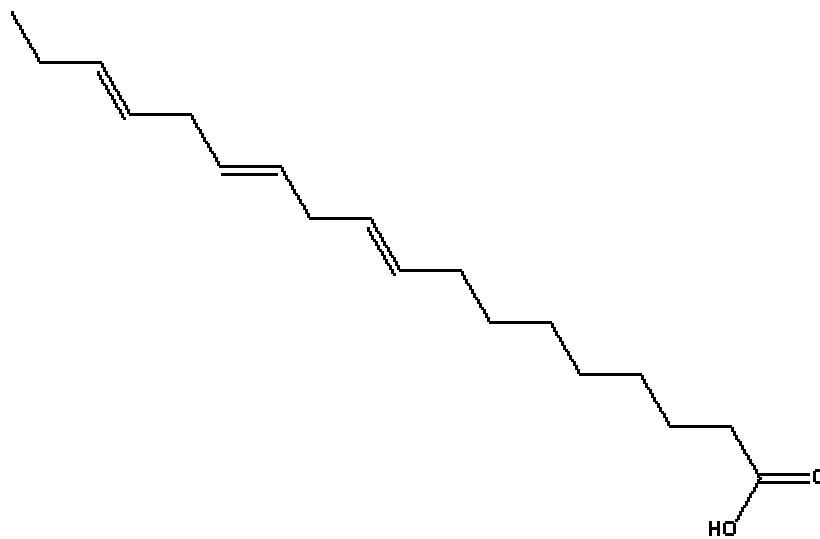
1. -verzadigde vetzuren bevatten ~~geen/één/meerdere~~ meervoudige binding(en)
- mono-onverzadigde vetzuren bevatten ~~geen/één/meerdere~~ meervoudige binding(en).
- poly-onverzadigde vetzuren bevatten ~~geen/één/meerdere~~ meervoudige binding(en)
2. oliezuur.
- soort vetzuur: mono-onverzadigd vetzuur
- wetenschappelijke benaming: 9-octadecceenzuur
@stam is octadec, dus keten van 18 C-atomen
@de uitgang "een" na de stam wijst op een alkeen; er komt dus 1 dubbele binding voor, nl. na het 9^{de} C-atoom
@de uitgang "zuur" duidt op een carbonzuur, vandaar de COOH-groep



3. *boterzuur:*



4. *linoleenzuur of 9,12,15-octadecatrieenzuur.*



OPDRACHT 3:

vaste - vloeibare - plantaardige - onverzadigde - olijfolie, maï solie, sojaolie, zonnebloemolie - dierlijke - verzadigde - rundvet, botervet, reuzel - kokosvet - walvisolie

OPDRACHT 4:

1. *een verhoogd risico op hart- en vaatziekten*

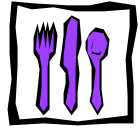
2. *Slechtst*

best

verzadigde vetzuren

poly-onverzadigde vetzuren

mono-onverzadigde vetzuren



3. *slechtst: rundsvet (zeer veel verzadigde vetzuren)*
best: olijfolie (zeer veel mono-onverzadigde vetzuren; het bevat wel iets meer verzadigde vetzuren dan maï solie, maar dit is verwaarloosbaar klein in vergelijking met het verschil tussen de mono-onverzadigde vetzuren)

4. risico' s van een te kleine vetconsumptie:

Maak je niet dik...

We worden langer, we worden ouder en we worden dikker. Heten de eerste twee welvaartsverschijnselen, de laatste krijgt de naam welvaartsziekte. Zwaarlijvigheid is vandaag de dag één van de grootste gezondheidsproblemen. Overgewicht is namelijk een risicofactor voor vele ziektes zoals hart- en vaatziekten, hoge bloeddruk, niet-insuline-afhankelijke diabetes, atherosclerose, jicht, artritis en enkele vormen van kanker. Overgewicht is ook geassocieerd met vroege mortaliteit. In de Verenigde Staten heeft 15 tot 25% van de bevolking overgewicht, maar ook bij ons schommelt dit tussen de 7 en 10%. De wereldgezondheidsorganisatie spreekt zelfs van 'a rising epidemic'. De lichaamssamenstelling is evenwel nog belangrijker dan het totale gewicht. Het is namelijk de verhouding tussen de vetvrije massa (spieren, organen, botten, bloed,...) en de vetmassa die bepalend is i.v.m. de gezondheid. Actieve personen hebben doorgaans minder lichaamsvet en meer vetvrije massa. Ook de verdeling van het lichaamsvet is van groot belang, wellicht belangrijker dan de hoeveelheid vet. De zogenaamde 'appelvorm' waarbij het vet

voornamelijk op de buik zit, kent een veel groter risico op hartziekten, diabetes type 2, hoge bloeddruk en galblaasaandoeningen.

Extra lichaamsgewicht is ook voor het prestatievermogen een nadeel. Het is te vergelijken met het steeds meesleuren van een zware boodschappentas.

Aan te weinig vetinname zijn echter ook gevaren gebonden. Een vetloos dieet kan tot gevolg hebben dat er te weinig essentiële vetzuren en in vet oplosbare vitaminen worden aangebracht. Op de lange duur kan dit leiden tot andere voedingsstoornissen, zoals chronische vermoeidheid, verlies aan vetvrije spiermassa en een verminderd prestatievermogen. Eén van de grootste problemen voor vrouwen met erg weinig vet, is de verstoring van de hormoonhuishouding en het uitblijven van de menstruatie. Dit kan tot ernstige problemen leiden zoals het verlies aan botweefsel. Erg weinig vet heeft zelfs tot gevolg dat de kans op zwangerschap drastisch vermindert. Ook bij mannen met weinig vetgehalte, stelt men een drastische vermindering van de hoeveelheid zaadcellen, libido en seksuele activiteit vast.

OPDRACHT 5:

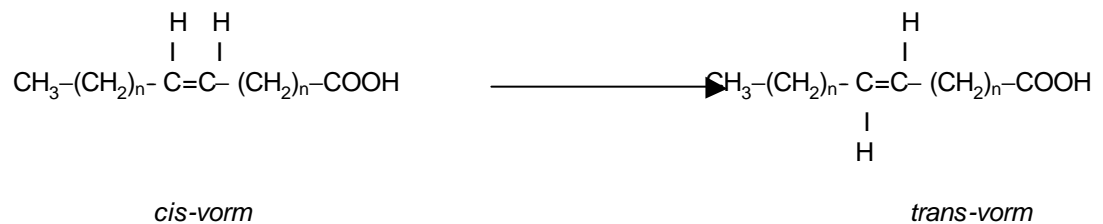
1. *@frietten: vetrijk, want gebakken in frituurolie (aardappelen zelf bevatten zeer weinig vet)*
@frisdrank: nagenoeg geen vetten
@taart: vetrijk, want bereid met eieren en room



@hamburger: gehakt is vetrijk vlees, mayonaise is erg vetrijk (want bereid met olie), ketchup daarentegen is vetarm (bereid uit tomaten), kaas is ook erg vetrijk

2. Door het gebruik van olijfolie, dat zeer veel mono-onverzadigde vetzuren bevat. Deze hebben immers een gunstige invloed op de cholesterol.
3. Boter en margarine bevatten evenveel vet (80 %), maar margarine is gezonder omdat dit bereid is uit plantaardige oliën en dus veel onverzadigde vetten bevat. Boter daarentegen, dat bereid is uit melk(dierlijk), bevat veel verzadigde vetten. Minarine, ook plantaardig bevat maar 40 % vet. Bij de beschouwing van nog andere smeersels moet je ook rekening houden met deze 2 factoren: het totaal vetgehalte en de soorten vetten.

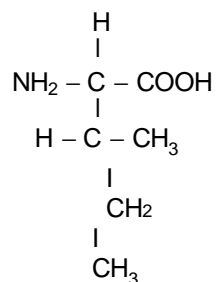
OPDRACHT 6:



OPDRACHT 7:

1. amino: omwille van de aminegroep ($-\text{NH}_2$)
zuur: omwille van de zuurgroep ($-\text{COOH}$)

2. structuurformule:



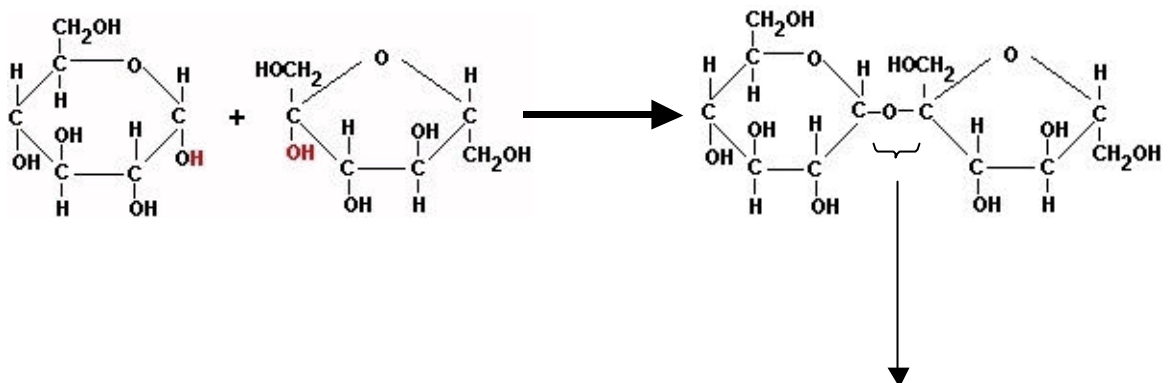
eenvoudige voorstelling:





2. gewone huishoudsuiker: suiker die gewonnen wordt uit suikerbieten of suikerriet ® sacharose
lactose

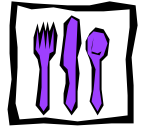
3. de reactievergelijking voor de vorming van sacharose uitgaande van de 2 monosachariden.



4.
5. soja-melk

OPDRACHT 11:

- Cellulose
- Ze worden als een aparte groep beschouwd omdat ze niet afgebroken worden in ons spijsverteringsstelsel en dus ook niet door het bloed kunnen worden opgenomen. Toch hebben ze een functie, namelijk het bevorderen van de peristaltische bewegingen in de darmen (door het "prikken van de darm"). Tevens zou een vezelrijke voeding goed zijn tegen darmkanker, doordat de vezels de darm als het ware schoonvegen. Schadelijke stoffen worden zo snel verwijderd uit de darm.
- Er wordt enkel gesproken over enkelvoudige en samengestelde suikers. Dit is geen correcte indeling van de suikers. Ze worden ingedeeld in 3 groepen: enkelvoudige suikers, dubbelsuikers en meervoudige suikers. De samengestelde suikers worden hier gelijkgesteld aan zetmelen, terwijl zetmeel maar één van de samengestelde suikers is. Sacharose (tafelsuiker) is geen enkelvoudige suiker maar een dubbelsuiker of disaccharide.



3. *frisdrank: bevat meestal veel suiker (sacharose)*
brood: bevat veel zetmeel. Daarnaast tref je in brood ook cellulosevezels aan. De hoeveelheid is sterk verschillend naargelang het soort brood (wit brood bevat nagenoeg geen vezels, volkorenbrood zeer veel)
zuivelproducten: bevatten lactose
groenten: bevatten veel cellulose
4. *amines in je omelet: een omelet bevat veel eiwitten of proteïnen. En in een proteïne komen veel aminegroepen ($-NH_2$) voor.*
- alcoholen in je boterham: een boterham bevat veel zetmeel. Dit is opgebouwd uit vele glucosemoleculen. Zoals alle andere suikers tref je hier veel alcoholgroepen ($-OH$) in aan.*
- esters in je frieten :frieten zijn vetrijk. En vetten behoren tot de groep van de esters o.w.v. de $R-COO-R$ groepen.*