

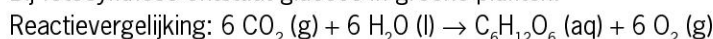
Chemie van het leven

12.1 Koolhydraten

A 1

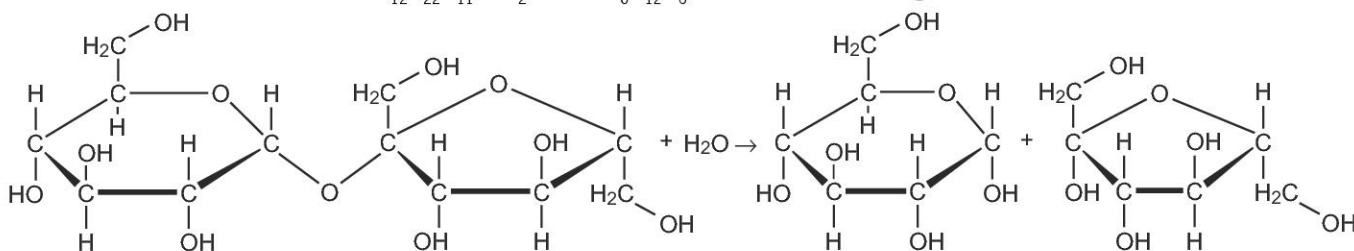
a Glucose en fructose zijn monosachariden. Lactose en sacharose zijn disachariden.

b Bij fotosynthese ontstaat glucose in groene planten.

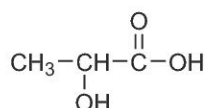


C 2

a $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$, ter illustratie ook nog eens in structuurformules:



b



c $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 (\text{aq}) \rightarrow 2 \text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3 (\text{aq})$

d Een stof die uit ionen bestaat heet een zout.

e Ca^{2+} , PO_4^{3-} , CO_3^{2-}

f PO_4^{3-} en CO_3^{2-}

g De reacties uit onderdeel f zijn zuur-basereacties: reacties met H^+ -overdracht. Melkzuur is een zuur: er is een COOH -groep die een H^+ kan afstaan. H^+ -ionen worden overgedragen op de fosfaationen en carbonaationen. Dat zijn namelijk basen: ze kunnen H^+ -ionen opnemen.

h Sorbitol is geen zuur en er wordt in je mond ook geen zuur uit gevormd. Er kan dus geen zuur-basereactie plaatsvinden met de ionen uit het tandglazuur.

A 3

a Cellulose en zetmeel (= amylose) zijn polysachariden.

b Elk van deze polysachariden is opgebouwd uit glucose.

c Deze polysachariden worden gevormd door middel van condensatiereacties.

d $n \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow (\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n + n \text{H}_2\text{O}$

B 4

a Volgorde van handelen is:

- de bieten worden gewassen en in stukjes gesneden;
- ze worden met water gekookt waardoor de suiker wordt geëxtraheerd;
- dan volgt filtratie waarbij het filtraat suikerwater is;
- het filtraat wordt ingedampt.

b Bij het koken en het indampen

- c** De suikermoleculen zijn kleiner en hebben veel OH-groepen, zodat er veel H-bruggen met watermoleculen kunnen worden gevormd. In zetmeel zijn de suikereenheden aan elkaar gekoppeld (polycondensatie) en daardoor zijn er minder mogelijkheden over om H-bruggen te vormen.

B 5 ★

- a** Het massapercentage zetmeel in aardappelen is 18%, dus 18 kg zetmeel zit in 100 kg aardappelen.

$7,0 \cdot 10^3$ kg zetmeel zit in x kg aardappelen.

$$x = \frac{100 \times 7,0 \cdot 10^3}{18} = 3,9 \cdot 10^4 \text{ kg aardappelen}$$



- c** Volgens de wet van behoud van massa is de totale massa van zetmeel plus water gelijk aan die van glucose. Er zal dus in theorie meer dan $7,0 \cdot 10^3$ kg glucose kunnen ontstaan.

A 6

- a** Zetmeel kan in je lichaam worden afgebroken tot glucose en dat is bestemd voor je energievoorziening.
b Glycogeen is een soort energiebuffer in je lichaam.
c Cellulose is de bouwstof van celwanden van planten en bomen.

B 7

- a** Er is in de natuur heel veel cellulose voorhanden. Cellulose is daarom goedkoop en duurzaam.
b Cellulose is niet gemakkelijk afbreekbaar. Deze stof moet eerst behandeld worden met bijvoorbeeld bacteriën om kleinere moleculen te krijgen.

C 8

- a** $C_6H_{10}O_5$, bij het vormen van de ring is er een watermolecuul afgesplitst. De bouwsteen is dus niet $C_6H_{12}O_6$, maar $C_6H_{10}O_5$.
b In de figuur zijn zes glucosebouwstenen verwerkt.
c $(C_6H_{10}O_5)_6$
d $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-OH$
e Pentaan-1-ol bestaat uit een vrij lange hydrofobe staart, die niet wil oplossen in water en maar één OH-groep, die wel met water mengt. Het hele molecuul lost daardoor slecht op in water.
f Met zijn alkylstaart in de cyclodextrinerings zo ver als mogelijk bij de OH-groepen vandaan. De OH-groep zal zich richten naar de OH-groep van de glucose-eenheden aan de boven of de onderkant van de ring.

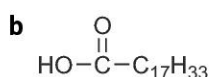
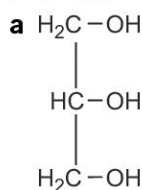
12.2 Vetten

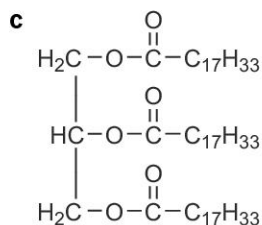
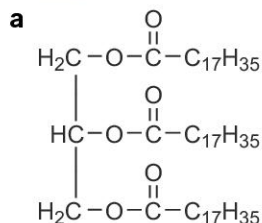
A 9

Macroniveau: bij kamertemperatuur is een vet vast en een olie vloeibaar.

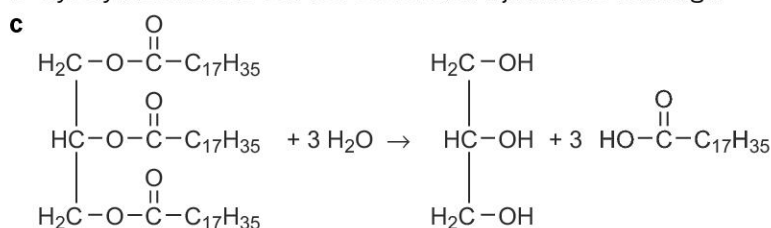
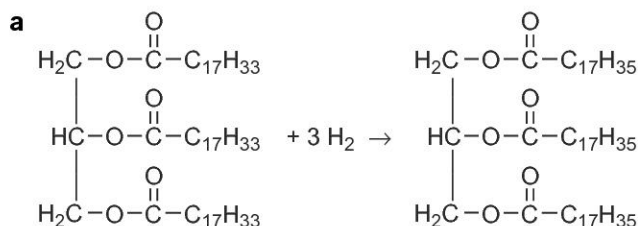
Microniveau: vetten bestaan uit triglyceridemoleculen die verzadigde vetzuren bevatten, oliën bestaan uit triglyceridemoleculen die onverzadigde vetzuren bevatten.

B 10 Ⓞ



**B 11**

b Glyceryl tristearaat is een vet. De vetzuren zijn immers verzadigd.

**B 12** ★

b glyceryl tristearaat

A 13

- a** Vetten worden in het lichaam gebruikt als energiebron. Na hydrolyse ontstaan glycerol en vetzuren. Die vetzuren kunnen in bijna alle cellen in je lichaam worden verbrand om energie te leveren.
- b** Essentiële vetzuren zijn vetzuren die niet in het lichaam kunnen worden gevormd. Je bent ervoor afhankelijk van je voeding. Het zijn onverzadigde vetzuren.

C 14

- a** Voorbeelden van een goed antwoord zijn:
- De $\text{C}_{15}\text{H}_{31}$ -groep komt voor in palmitinezuur. Dit vetzuur behoort tot de verzadigde vetzuren.
 - De $\text{C}_{17}\text{H}_{33}$ -groepen komen voor in oliezuur. Dit vetzuur behoort tot de (enkelvoudig) onverzadigde vetzuren.
- b** Voorbeelden van een goed antwoord zijn:
- Het stelt geen menging voor op microniveau, want (het microniveau gaat over moleculen en atomen en) druppeltjes zijn grotere structuren dan moleculen (en atomen).
 - Nee, want het is een menging op macroniveau, want 'water' in figuur 12.14 in je leerboek is een macroaanduiding.
 - Nee, oliedruppeltjes zijn een macroaanduiding (dus het stelt een menging voor op macroniveau).
 - Het is geen menging op microniveau, want de figuur laat druppeltjes zien en die behoren tot het mesoniveau.

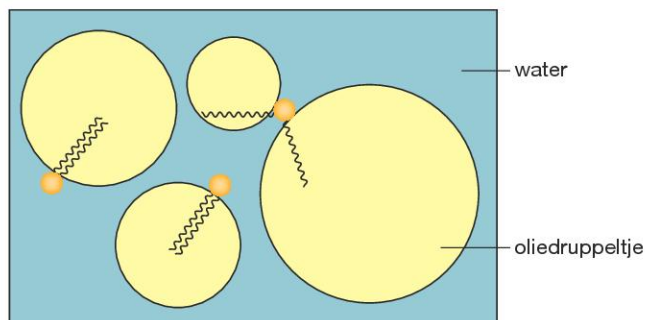
c Zie figuur 12.1a en b.

d De molaire massa van maltodextrine met $n = 5$ ($C_{30}H_{52}O_{26}$) is $828,72 \text{ g mol}^{-1}$. Dit kun je berekenen met Binas tabel 99.

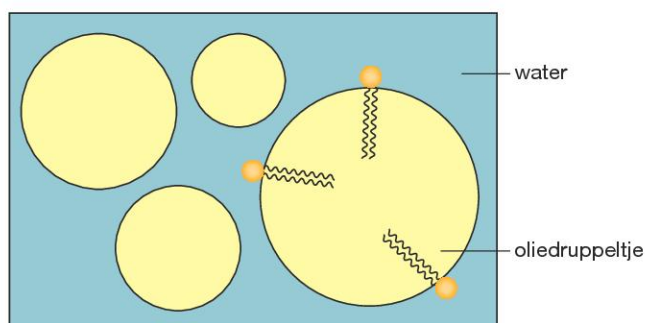
Het aantal gram water dat is gebonden per mol maltodextrine is $828,72 \times 3 = 2486,16 \text{ g}$.
Het aantal gebonden watermoleculen per mol maltodextrine is $2486,16 : 18,015 = 1 \cdot 10^2$ (moleculen).

e 10 g maltodextrine kan 30 g water binden. Dus per gram maltodextrine-watergel zit 0,25 g maltodextrine. Dit komt overeen met een energiewaarde van $0,25 \times 17 \text{ kJ} = 4,25 \text{ kJ}$ per gram (maltodextrine is een koolhydraat). De energiewaarde van een gram olie is

38 kJ per gram. Dit is dus $\frac{38}{4,25} = 8,9$ keer zoveel.



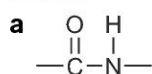
12.1a



12.1b

12.3 Eiwitten

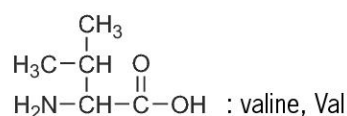
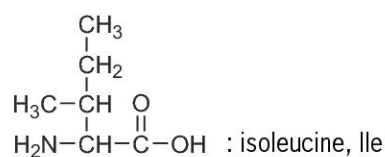
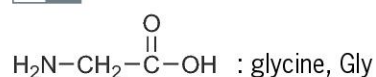
A 15



b De monomeren waaruit polypeptiden worden gemaakt zijn aminozuren.

c De ruimtelijke structuur van een eiwit komt voornamelijk tot stand door de vorming van H-bruggen en S-bruggen binnen en tussen de polypeptidemoleculen.

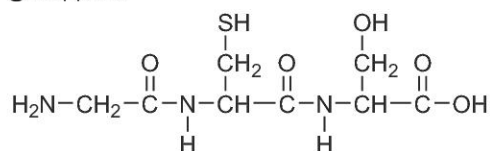
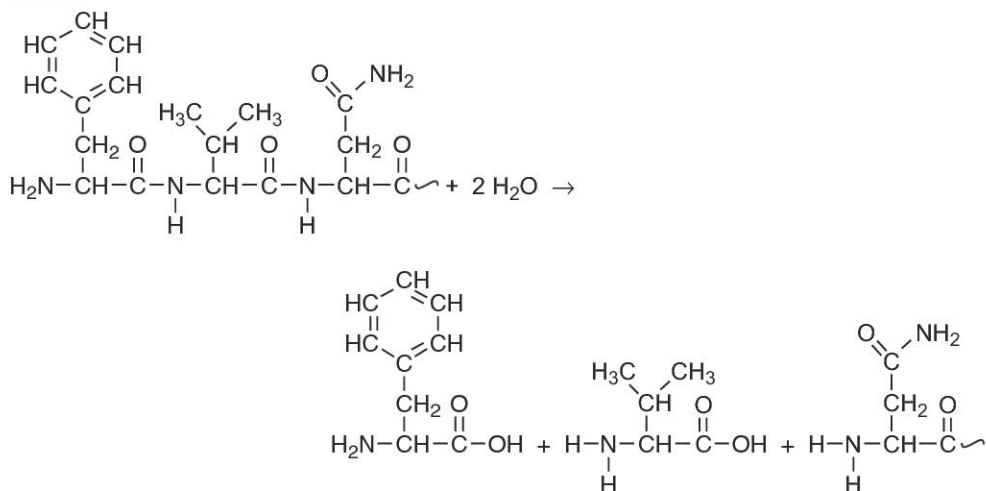
B 16



B 17

a De primaire structuur van een eiwit is de volgorde waarin de aminozuren aan elkaar zijn gekoppeld.

b

**C 18****A 19**

Eiwitten spelen een rol bij de energievoorziening, ze doen dienst als bouwstof (haren, huid, tanden, nagels en spieren), zorgen voor vervoer van stoffen in je lichaam (hemoglobine), hebben een functie bij de bloedstolling en vormen bijvoorbeeld het hoofdonderdeel van je immuunsysteem. Verder zijn enzymen (biokatalysatoren) ook eiwitten.

B 20

a Essentiële aminozuren zijn aminozuren die het lichaam niet zelf kan maken, maar die wel nodig zijn om eiwitten te produceren. Ze moeten dus in je voeding voorkomen.

b Val, Leu, Ile, Thr, Met, Phe, Trp, His, Lys

c Valine, Leucine, Isoleucine, Threonine

A 21

Een enzym werkt specifiek voor maar één (soort) reactie. Voor elk van de vele reacties die in je lichaam plaatsvinden is dus een ander enzym nodig.

B 22

a Een faseverandering kun je terugdraaien, het stollen van het eiwit niet.

b Bij denatureren verandert de ruimtelijke structuur van het eiwit. Daarbij worden H-bruggen en S-bruggen verbroken.

A 23

a Het temperatuuroptimum van een enzym is de temperatuur waarbij het enzym het beste werkt.

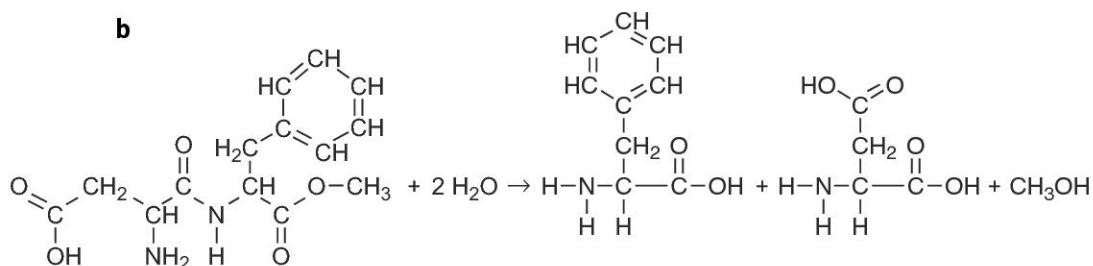
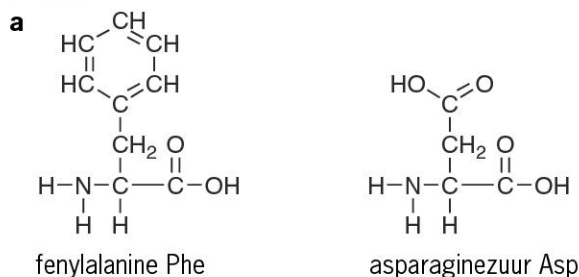
b Het pH-optimum van een enzym is de pH waarbij het enzym het beste werkt.

B 24

a Het temperatuuroptimum van deze enzymen is bij lichaamstemperatuur, dus ongeveer 37 °C.

b Bij een temperatuur boven 42 °C denatureert het eiwitgedeelte van een enzym. De ruimtelijke structuur gaat dus verloren.

C 25



- c** Bij verhitting ontleedt aspartaam: de eigenschappen veranderen, ook de zoete smaak gaat verloren.
- d** Op deze manier is onderscheid te maken tussen kinderen en volwassenen.
- e** Een persoon van 70 kg mag volgens de norm $70 \text{ kg} \times 1,36 \cdot 10^{-4} \text{ mol kg}^{-1} = 9,52 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ aspartaam binnenkrijgen.
In één liter cola light bevindt zich 800 ppm aspartaam. Dat is gelijk aan 800 mg per liter. De molecuulformule van aspartaam is $\text{C}_{14}\text{H}_{18}\text{O}_5\text{N}_2$. De molaire massa is $294,304 \text{ g mol}^{-1}$.

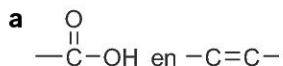
Dit komt overeen met $\frac{0,800}{294,304} = 2,72 \cdot 10^{-3} \text{ mol per liter}$.

Deze persoon mag dagelijks $\frac{9,52 \cdot 10^{-3}}{2,72 \cdot 10^{-3}} = 3,5$ liter cola light drinken.

- f** Het is ondoenlijk om iemand gedurende langere tijd bijvoorbeeld 10 liter cola light per dag te laten drinken.
- g** Mogelijke argumenten voor:
- Er ontstaat door het omzetten van aspartaam in het lichaam wat methanol, maar dat is minder dan wat je binnenkrijgt bij het drinken van een glas vruchtensap of melk.
 - Mensen die vrij veel aspartaam gebruiken komen in het algemeen niet verder dan 10 mg kg^{-1} , terwijl de grenswaarde op 40 mg kg^{-1} is gesteld. Zelfs bij een sterk verhoogde inname van 75 mg kg^{-1} is geen negatief effect gevonden.
 - Fenylalanine, dat in het lichaam wordt gevormd uit aspartaam is een essentieel aminozuur.
 - Aspartaam zou goed zijn voor de lijn: het levert weinig joule aan energie en vermindert het hongergevoel.
 - Weinig onderdelen uit onze voeding zijn zo grondig onderzocht als aspartaam: er is niets mis mee.
- h** Mogelijke antwoorden tegen:
- De aminozuren fenylalanine en asparaginezuur komen in aspartaam in geïsoleerde vorm voor. Fenylalanine en asparaginezuur komen beide voor in ons voedsel, maar dan als eiwit. Het zou kunnen dat er een risico is van inname van geïsoleerde aminozuren.
 - Uit aspartaam kan methanol worden gevormd.
 - Asparaginezuur is slecht voor het glazuur van tanden.
 - Er zijn plantaardige zoetstoffen die volledig natuurlijk zijn, zoals steviolglycosides.

Afsluiting

1

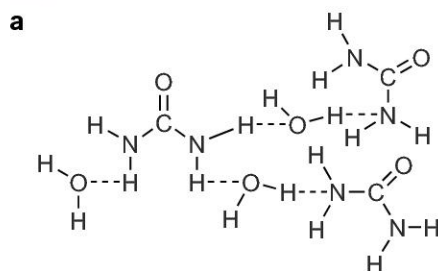


b In een molecuul linolzuur komen twee dubbele bindingen voor tussen C-atomen ($-\text{C}=\text{C}-$).

c $\text{C}_{17}\text{H}_{31}\text{COOH}$

d Nee, je weet immers niet waar de dubbele bindingen precies zitten.

2



b molecuulrooster

c In 3,45 g eiwit bevindt zich $\frac{15,5}{100} \times 3,45 = 0,535$ g N.

De molecuulformule van ureum is $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$.

De molaire massa van ureum is $12,01 + (4 \times 1,008) + (2 \times 14,01) + 16,00 =$

$60,06 \text{ g mol}^{-1}$ en van stikstof $14,01 \text{ g mol}^{-1}$.

$0,535 \text{ g N} \triangleq \frac{0,535}{14,01} = 3,82 \cdot 10^{-2} \text{ mol N}$. Er zitten twee N-atomen in ureum, er kan dus

$1,91 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$ ureum ontstaan. Dit komt overeen met $1,91 \cdot 10^{-2} \times 60,06 = 1,15 \text{ g}$ ureum.

d In ureum kunnen per molecuul meer H-bruggen worden gevormd dan in azijnzuur.

Hierdoor zijn er sterkere krachten tussen de ureummoleculen en heeft ureum dus een hoger smeltpunt.

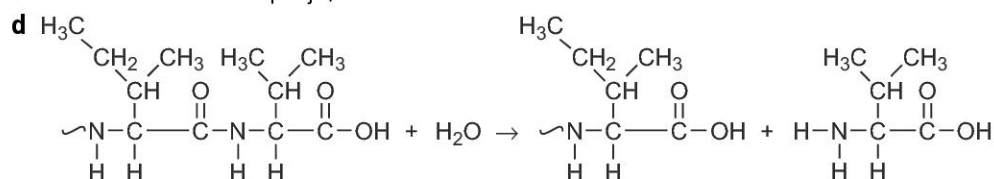
3

a hexaanzuur

b Vet is hydrofoob en water is hydrofiel. Deze stoffen mengen niet blijvend of langdurig.

Dus is een emulgator nodig die ontmengen van de slagroom voorkomt.

c Actinidase breekt de eiwitmoleculen/(eiwit)ketens waaruit gelatine bestaat af. Hierdoor zijn de (eiwit)ketens te kort om een netwerkkachtige structuur te vormen / kan geen structuur worden gevormd waarin de andere stoffen worden ingesloten (waardoor de taart niet voldoende opstijft).



4

a Voorbeelden van mogelijke antwoorden zijn:

- $C_4H_6O_6$ (is het zuur en) draagt H^+ over aan (de base) HCO_3^- . (Dus het is een zuur-basereactie.)
- De base HCO_3^- neemt een H^+ op, en het zuur $C_4H_6O_6$ staat dit H^+ af. (Dus het is een zuur-basereactie.)

b De molaire massa van wijnsteenzuur is $150,09 \text{ g mol}^{-1}$.

Het aantal gram wijnsteenzuur in één zakje is $\frac{55}{100} \times 10 = 5,50 \text{ g}$.

Er is $\frac{5,50}{150,09} = 0,0366 \text{ mol}$ wijnsteenzuur. Dit levert $0,0366 \text{ mol CO}_2$ en dat komt

overeen met $0,0366 \times 35 = 1,3 \text{ L}$.

c Amylosemoleculen bevatten hydroxyl-/OH-groepen. Daarmee kunnen ze waterstofbruggen vormen met watermoleculen.

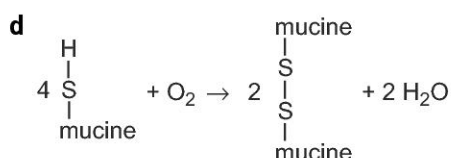
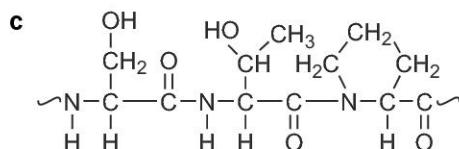
d Voorbeelden van mogelijke antwoorden zijn:

- Reactie 1 geeft aan dat natriumwaterstofcarbonaat eerst moet oplossen voordat het kan reageren met wijnsteenzuur, dit kan niet wanneer het water is gebonden aan zetmeel.
- Water is niet meer beschikbaar voor het oplossen van het wijnsteenzuurbakpoeder doordat zetmeel water bindt, waardoor het wijnsteenzuurbakpoeder niet oplost en voortijdig reageert.
- In een vochtige omgeving kan het wijnsteenzuurbakpoeder gedeeltelijk oplossen en met water uit de lucht reageren waarna het niet meer werkzaam is. Zetmeel voorkomt dat, doordat dit het vocht bindt.

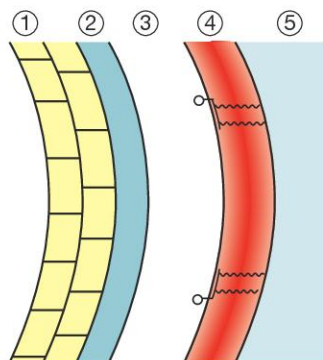
5

a Zie figuur 12.2.

b De polysaccharideketens bevatten OH-groepen die waterstofbruggen met watermoleculen vormen.



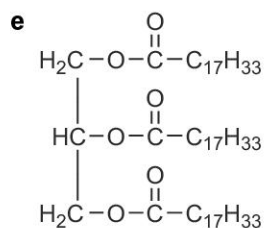
e De crosslinks van zwavelbruggen voorkomen dat de eiwitketens (mucinemoleculen) met de daaraan gebonden polysaccharideketens loskomen van elkaar en oplossen.



12.2

6

- a** Essentiële aminozuren zijn aminozuren die in je voedsel moeten zitten omdat je lichaam ze niet kan aanmaken, maar ze wel nodig heeft.
- b** Aminozuren kunnen door hydrolyse worden vrijgemaakt uit de insecteneiwitten.
- c** In je lichaam worden uit de vrijgekomen aminozuren lichaamseigen eiwitten gemaakt.
- d** Linolzuur is een onverzadigd vetzuur. Op twee plaatsen komt een dubbele binding tussen twee C-atomen voor (Binas tabel 67G).



- f** In 100 gram rosbief zit 28,3 g eiwit.
In 100 gram insecten zit 60 g eiwit.
In x g insecten zit 28,3 g eiwit.

$$x = \frac{28,3 \times 100}{60} = 47 \text{ g insecten}$$

- g** Voorbeelden van juiste antwoorden zijn:
 - Er is minder ruimte nodig om insecten te kweken.
 - Er is minder uitstoot van broeikasgassen.
 - Er is minder verzuring als gevolg van de productie van mest.
 - Er is minder voer nodig omdat ze koudbloedig zijn.
- h** Antibiotica, om ziektes onder het vee te voorkomen of te genezen
Groeistoffen om dieren sneller te laten groeien, en dus sneller te kunnen slachten