

Oliën en vetten

Leerdoelen

- Je kunt de structuurformule van een olie/vet/triglyceride bij een gegeven naam tekenen.
- Je kunt de naam van een gegeven olie/vet geven en noemen met welke stoffen je die stof kunt maken.
- Je kunt de vergelijking van de hydrolyse van een ester/olie/vet weergeven.
- Je kunt uit de structuurformule afleiden of je met een olie of vet te maken hebt.
- Je kunt de vergelijking van een vetharding weergeven en uitleggen dat dit een additiereactie is.

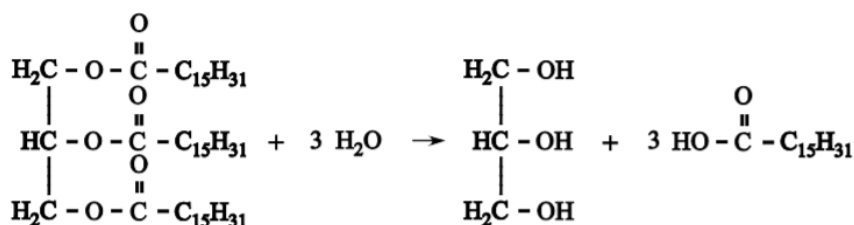
Zie [dit filmpje](#) over esters. Zie binas 67G/ScienceData 13.2 en 3 voor oliën en vetten.

In binas 67G kun je zien hoe een triglyceride uit glycerol en vetzuren ontstaat. In 67G2 staan de vetzuren. Als daar minimaal een C=C binding in voorkomt, is het een onverzadigd vetzuur. Oliën bestaan uit triglyceriden van onverzadigde vetzuren, vetten uit triglyceriden van verzadigde vetzuren.

Een verzadigd vetzuur voldoet aan de formule $C_nH_{2n+1}COOH$.

In de naamgeving krijgt het deel wat eerst een zuur was het achtervoegsel -oaat (of iets wat daar op lijkt) in plaats van -zuur. Het alcohol krijgt het achtervoegsel -yl in plaats van -ol. Het vet gemaakt van glycerol en stearinezuur heet glyceryltristearaat.

Bij hydrolyse reageert een triglyceride met water tot glycerol en vetzuren. Dit is de vergelijking van de hydrolyse van glyceryltripalmitaat:



Bij vetharding reageert een olie met waterstof tot een vet, dat is een additiereactie.

[Uitlegfilmpje](#) [Uitlegfilmpje omesteren](#)



[Voorbeeldexamenopgave](#)

[nog een examenopgave](#)



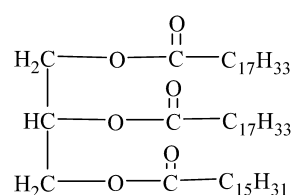
Opgave 1

Geef de vergelijking voor de reactie waarbij onder andere uit oliezuur de methylester van oliezuur wordt gevormd. Gebruik structuurformules.

De koolwaterstofrest van oliezuur mag worden weergegeven als $C_{17}H_{33}$.

Opgave 2

Olijfolie is een mengsel van hoofdzakelijk glyceryltriësters. Deze glyceryltriësters zijn esters van glycerol propaan(-1,2,3-triol) en vetzuren. In de moleculen van olijfolie zijn verzadigde en onverzadigde vetzuren veresterd. Dit is de structuurformule van een glyceryltriëster olijfolie::



a. Leg mede aan de hand van de hierboven weergegeven structuurformule uit hoeveel C = C bindingen een molecuul van deze glyceryltriëster bevat.

Door middel van een eenvoudig proefje kun je nagaan dat olijfolie onverzadigde verbindingen bevat.

b. Geef de naam van een stof of oplossing die je aan olijfolie kunt toevoegen om aan te tonen dat olijfolie onverzadigde verbindingen bevat. Geef de waarneming bij toevoeging van deze stof of oplossing waaruit blijkt dat olijfolie onverzadigde verbindingen bevat.

Naarmate een olie langer wordt bewaard, gaat de smaak van de olie achteruit. Dit komt doordat esterbindingen in de glyceryltriësters worden omgezet, waarbij onder andere vrije vetzuren worden gevormd. Olijfolie waarin geen vrije vetzuren voorkomen, bevat 1,04 mol glyceryltriësters per liter. Een olijfolie van goede kwaliteit bevat ten hoogste 0,50 massaprocent vrije vetzuren.

c. Bereken hoeveel procent van de esterbindingen in deze olijfolie per liter is omgezet. De gemiddelde massa van een mol vrij vetzuur in olijfolie is 282 g. Maak tevens gebruik van een gegeven uit Binas-tabel 11. Ga er bij je berekening vanuit dat in olijfolie zonder vrije vetzuren uitsluitend glyceryltriësters voorkomen.

De mate waarin de omzetting van glyceryltriësters tot vetzuren heeft plaatsgevonden, wordt uitgedrukt in het zogenoemde zuurgetal. Het zuurgetal van een olie of vet is het aantal mg kaliumhydroxide dat nodig is om te reageren met de vrije vetzuren die voorkomen in 1,00 g olie of vet. Door middel van titratie met een oplossing van kaliumhydroxide kan het zuurgetal worden bepaald. Voor zo'n bepaling was 5,05 g olijfolie afgewogen en opgelost met alcohol tot 100 mL oplossing. Uit deze oplossing werd 10,00 mL overgebracht in een erlenmeyer. Dit werd getitreerd met een 0,0101 M oplossing van kaliumhydroxide. Voor deze titratie was 9,20 mL van de oplossing van kaliumhydroxide nodig. Tijdens de titratie reageerden uitsluitend de vrije vetzuren met de oplossing van kaliumhydroxide.

d. Bereken het zuurgetal van de onderzochte olijfolie.

Opgave 3

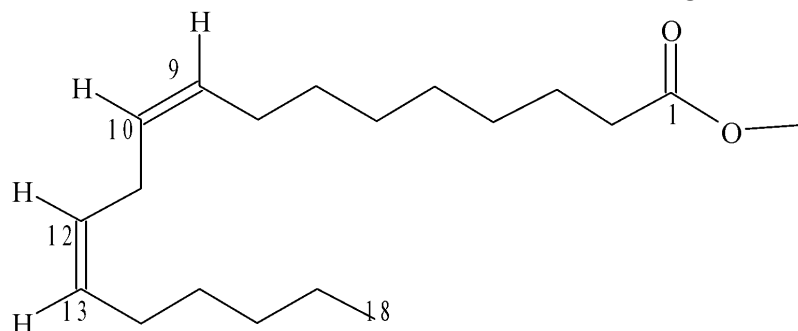
Plantaardige olie is een belangrijk bestanddeel van onze voeding. Plantaardige olie bestaat voornamelijk uit glyceryltriësters van diverse vetzuren; in deze opgave wordt aangenomen dat er geen andere molecuulsoorten in aanwezig zijn. Van de veresterde vetzuren in plantaardige olie is een groot deel onverzadigd.

Plantaardige oliën hebben een laag smeltpunt. Om plantaardige olie te kunnen toepassen in margarine of in frituurvet wordt de olie zodanig bewerkt dat een product ontstaat dat bij een hogere temperatuur vloeibaar wordt. Daartoe past men vetharding toe. Bij vetharding wordt, door het toepassen van een bepaalde reactie, een groot deel van de dubbele koolstof-koolstofbindingen in de onverzadigde veresterde vetzuurmoleculen omgezet tot enkelvoudige koolstof-koolstofbindingen.

a. Geef de naam van de stof waarmee men bij de vetharding de olie laat reageren én geef de naam van het type reactie, dat daarbij plaatsvindt.

In plantaardige oliën hebben de dubbele bindingen in de onverzadigde veresterde vetzuren de *cis*-configuratie. Zo kan de configuratie van een deel van een veresterd molecuul linolzuur als volgt schematisch worden weergegeven:

In deze schematische weergave zijn de koolstofatomen van het veresterde linolzuurmolecuul genummerd.



Wanneer in deze opgave wordt gesproken over dubbele bindingen in de *cis*- respectievelijk *trans*-configuratie, wordt daarmee bedoeld dat het gedeelte van het molecuul rond de desbetreffende dubbele binding de *cis*- respectievelijk *trans*-configuratie bezit.

Behalve de reactie waarbij dubbele bindingen worden omgezet tot enkelvoudige bindingen, vindt tijdens de vetharding nog een andere omzetting plaats. Het is namelijk gebleken, dat tijdens de vetharding de configuratie rond de dubbele binding kan overgaan van *cis* in *trans*.

b. Teken schematisch de configuratie van het gedeelte van het achtste tot en met het veertiende koolstofatoom van een veresterd molecuul linolzuur, als daarin de configuratie rond beide dubbele bindingen is overgegaan van *cis* in *trans*.

Bij vetharding kunnen uit veresterd linolzuur veresterde octadeceenzuren (octadeca = 18) ontstaan. De koolstofketen van een veresterd molecuul octadeceenzuur bevat één dubbele koolstof-koolstofbinding.

c. Leg uit hoeveel verschillende veresterde octadeceenzuren kunnen ontstaan bij vetharding van veresterd linolzuur.

Uit onderzoek is gebleken dat veresterde vetzuren met dubbele bindingen in de *trans*-configuratie een nadelige invloed hebben op de gezondheid. Daarom wordt er veel onderzoek gedaan naar de samenstelling van margarine en frituurvet. Bij dit onderzoek aan vetten en oliën wordt onder ander gebruik gemaakt van dunnelaagchromatografie.

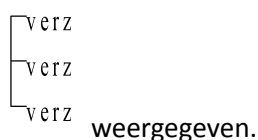
Bij deze analysemethode hebben de volgende factoren invloed op de loopsnelheid en dus op de afstand die de glyceryltriësters vanaf de start afleggen:

- het aantal dubbele bindingen in het molecuul van de glyceryltriëster: hoe minder dubbele bindingen, hoe groter de loopsnelheid;
- de plaats van het veresterde onverzadigde vetzuur in het molecuul van de glyceryltriëster: wanneer het onverzadigde vetzuur aan het middelste koolstofatoom van het glycerolmolecuul is veresterd, is de loopsnelheid van de glyceryltriëster groter dan wanneer het onverzadigde vetzuur aan een van de twee buitenste koolstofatomen van het glycerolmolecuul is veresterd;
- de configuratie van de dubbele binding: glyceryltriësters met dubbele bindingen in de *trans*-configuratie hebben een grotere loopsnelheid dan de overeenkomstige glyceryltriësters met dubbele bindingen in de *cis*-configuratie.

De grootte van de koolwaterstofgroep blijkt niet van invloed te zijn op de loopsnelheid. Ook blijkt dat de loopsnelheden van spiegelbeeldisomeren aan elkaar gelijk zijn.

In de figuur hiernaast zijn chromatogrammen afgebeeld van mengsels die bij de margarinebereiding van belang zijn.

In deze chromatogrammen zijn de glyceryltriësters met uitsluitend veresterde verzadigde vetzuren schematisch met



De afkorting 'onverz' staat voor een onverzadigd veresterd vetzuur met één dubbele koolstof-koolstof-binding.

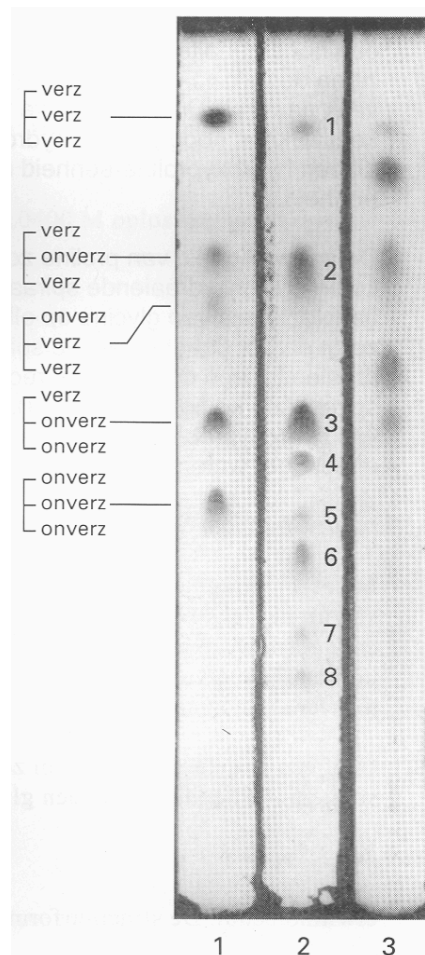
De afgebeelde chromatogrammen zijn van:

1. een synthetisch mengsel van vijf glyceryltriësters; de dubbele bindingen in de veresterde onverzadigde vetzuren hierin hebben alle de *cis*-configuratie.
2. (ongeharde) natuurlijke palmolie;
3. gedeeltelijk geharde palmolie.

Bij het maken van deze chromatogrammen is telkens dezelfde loopvloeistof (mobile fase) en hetzelfde dragermateriaal (stationaire fase) gebruikt.

In natuurlijke palmolie komen uitsluitend glyceryltriësters voor. De dubbele bindingen in de veresterde onverzadigde vetzuren in deze glyceryltriësters hebben alle de *cis*-configuratie. Behalve de vijf glyceryltriësters die in het mengsel zaten dat voor chromatogram 1 is gebruikt, bestaat er nog een

glyceryltriëster, namelijk $\begin{array}{l} \text{onverz} \\ | \\ \text{verz} \\ | \\ \text{onverz} \end{array}$. Zulke glyceryltriësters komen wel in natuurlijke palmolie voor.

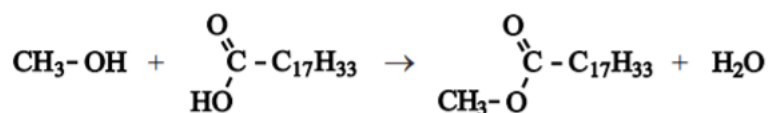


- d. Geef het nummer van de vlek in chromatogram 2 waarin de glyceryltriësters van het type $\begin{array}{l} \text{onverz} \\ | \\ \text{verz} \\ | \\ \text{onverz} \end{array}$ terecht zijn gekomen. Geef een verklaring voor je antwoord met behulp van gegevens uit deze opgave.

e. Leg uit of uit deze chromatogrammen de conclusie getrokken mag worden dat bij de vetharding van deze palmolie dubbele bindingen in de *cis*-configuratie zijn overgegaan in dubbele bindingen in de *trans*-configuratie.

Antwoorden

Opgave 1



Opgave 2

a. In een (niet-cyclische) koolwaterstofrest van een verzadigd vetzuur is het aantal waterstofatomen een meer dan het dubbele van het aantal koolstofatomen ($-\text{C}_n\text{H}_{2n+1}$). Dus heeft (de groep $\text{C}_{15}\text{H}_{31}$ geen dubbele bindingen en) de groep $\text{C}_{17}\text{H}_{33}$ een dubbele binding (omdat die twee waterstofatomen minder heeft dan de overeenkomstige verzadigde koolwaterstofrest). Dus bevat een molecuul van de weergegeven glyceryltriëster twee dubbele bindingen (omdat er twee $\text{C}_{17}\text{H}_{33}$ groepen in voorkomen).

b. Voeg broom(water) toe; omdat er onverzadigde verbindingen in voorkomen, wordt het (van bruin) kleurloos.

c. Een juiste berekening leidt tot de uitkomst 0,52(%)

Het aantal mol esterbindingen in een liter olijfolie is $3 \times 1,04 \text{ (mol)} = 3,12 \text{ mol}$.

Volgens tabel 11 is de massa van 1,0 L olijfolie $9,2 \cdot 10^2 \text{ g}$.

0,50 massa % vrije vetzuren dus $0,50/100 \times 9,2 \cdot 10^2 = 4,6 \text{ g}$ vrij vetzuren.

$4,6 / 282 = 0,0163 \text{ mol}$ vrije vetzuren.

$0,0163 / 3,12 \times 100 \% = 0,52 \%$. esterbindingen is per liter olijfolie omgezet.

d.

$9,20 \text{ mmol} \times 0,0101 \text{ mmol/mL} = 0,09292 \text{ mmol OH}^-$ heeft bij de titratie gereageerd.

Dus ook 0,09292 mmol KOH.

$0,09292 \text{ mmol} \times 56,106 = 5,21 \text{ mg}$ kaliumhydroxide.

Dit zat in 10,00 mL van de 100 mL van het olijfolie-alcohol mengsel.

Met 100 mL olijfolie-alcohol mengsel zou dus $10 \times 5,21 = 52,1 \text{ mg}$ KOH reageren.

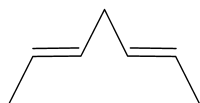
$52,1 \text{ mg} / 5,05 = 10,3 \text{ mg}$ KOH per 1,00 gram olijfolie.

Dus is het zuurgetal van de onderzochte olijfolie 10,3.

Opgave 3

a. Waterstof en additie.

b. Het juiste antwoord kan als volgt zijn genoteerd:



c.

De resterende dubbele binding op twee verschillende plaatsen kan zitten

De configuratie rond die dubbele binding *cis* of *trans* kan zijn

Dus $2 \times 2 = 4$ vier verschillende veresterde octadeceenzuren kunnen ontstaan.

d.

De glyceryltriësters van het type $\begin{array}{l} \text{onverz} \\ \text{verz} \\ \text{onverz} \end{array}$ zijn in vlek 4 terecht zijn gekomen.

Uit het gegeven dat de loopsnelheid groter is bij kleiner aantal dubbele bindingen volgt dat de vlek boven vlek 5 moet liggen

Uit het gegeven dat wanneer het onverzadigde vetzuur aan het middelste koolstofatoom van het glycerolmolecuul is veresterd, de loopsnelheid van de glyceryltriëster groter is dan wanneer het onverzadigde vetzuur aan een van de buitenste koolstofatomen van het glycerolmolecuul is veresterd volgt dat de vlek onder vlek 3 moet liggen.

e.

In het chromatogram van gedeeltelijk geharde palmolie komt een vlek voor (bijvoorbeeld de tweede of de vierde) die niet in het chromatogram van natuurlijke palmolie voorkomt

De tweede vlek van boven in het chromatogram van gedeeltelijk geharde palmolie is van een glyceryltriëster met een enkelvoudig onverzadigd vetzuur dat veresterd is aan het middelste C atoom van het glycerol / de vierde vlek van boven in het chromatogram van gedeeltelijk geharde palmolie is van een glyceryltriëster met een enkelvoudig onverzadigd vetzuur dat veresterd is aan het middelste C atoom en/of een van de buitenste C atomen van het glycerol.

Trans-isomeren hebben een grotere loopsnelheid dan *cis*-isomeren dus: bij de vetharding van palmolie dubbele zijn dubbele bindingen in de *cis*-configuratie overgegaan in dubbele bindingen in de *trans*-configuratie.