

# To fish, or not to fish

Studie over alternatieven voor vis

---

**Bachelor voedings-en dieetkunde  
Academiejaar 2015-2016**

Student: Sofie Moe

Begeleiders: Paraskevopoulos Nicolas & Aerts Ingrid

## Inhoudsopgave

<b>To fish, or not to fish</b>	<b>1</b>
<b>Studie over alternatieven voor vis</b>	<b>1</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>2</b>
<b>2 Veelgebruikte afkortingen</b>	<b>3</b>
<b>3 Waarom alternatieven voor vis?</b>	<b>4</b>
<b>4 Waarom is vis belangrijk in onze voeding?</b>	<b>7</b>
<b>4.1 Eiwitten, vitaminen en mineralen</b>	<b>7</b>
<b>4.2 Vetten</b>	<b>8</b>
<b>5 Richtlijnen Hoge Gezondheidsraad (HGR) en VIGeZ</b>	<b>11</b>
<b>6 Huidige visconsumptie in kaart gebracht</b>	<b>13</b>
<b>7 Zijn onze richtlijnen nog adequaat?</b>	<b>15</b>
<b>8 Hoeveel vis heeft men nodig bij deze 'nieuwe richtlijnen'?</b>	<b>16</b>
<b>9 Mogelijke alternatieven voor vis</b>	<b>17</b>
<b>9.1 EPA en DHA in ons lichaam</b>	<b>17</b>
9.1.1 Alfa-linoleenzuur	18
9.1.2 Stearidonzuur	25
9.1.3 Omega 6: omega 3 ratio	30
<b>9.2 Mogelijke vervanging van vis in de voeding</b>	<b>34</b>
9.2.1 Algen	35
9.2.2 Genetische modificatie	39
9.2.3 Omega 3 verrijkte voedingsmiddelen	41
9.2.4 Insecten	48
<b>10 Duurzame vis</b>	<b>49</b>
<b>10.1 Kweekvis op basis van plantaardige voeding</b>	<b>49</b>
<b>10.2 Kiezen voor verantwoordelijke of duurzame vis</b>	<b>52</b>
10.2.1 ASC: Aquaculture stewardship council	52
10.2.2 MCS: Marine stewardship council	53
10.2.3 Viswijzer	54
<b>11 Omega 3 spread</b>	<b>55</b>
<b>12 De toekomst</b>	<b>57</b>
<b>13 Conclusie</b>	<b>59</b>
<b>14 Bijlagen</b>	<b>60</b>
<b>15 Bibliografie</b>	<b>67</b>

## 1 Inleiding

*“Op één generatie hebben menselijke activiteiten de oceaan erg beschadigd door sneller vis te vangen dan ze kan produceren en tegelijk haar kraamkamers te vernietigen. Er zijn grondige wijzigingen nodig in ons gedrag om de rijkdom van de zee te bewaren voor toekomstige generaties.”*

(De standaard, 2015)

Worm et al., (2006) hebben aangetoond dat er in 2048 geen vis meer gaat zijn in de oceaan voor de generaties achter ons. Dit wilt zeggen dat de richtlijnen omtrent visconsumptie na 2048 niet meer houdbaar zijn en dat wij als diëtisten geen advies meer kunnen geven over vis bij de maaltijd.

In dit eindwerk ga ik onderzoeken of er mogelijke alternatieven zijn voor vis. Ik begin met te onderzoeken waarom vis belangrijk is in onze voeding. Vervolgens vermeld ik kort de huidige richtlijnen over vis en bekijk ik de huidige visconsumptie.

Ik evalueer deze en maak de vergelijking met andere landen. Verder bespreek ik de mogelijke alternatieven voor vis. Hierin maak ik een onderscheid tussen manieren om het gehalte aan visvetzuren in ons lichaam te verhogen en voedingsmiddelen die vis kunnen vervangen. Daarna onderzoek ik of duurzame vis bestaat. Na dit alles te hebben onderzocht trek ik een conclusie en ten slotte eindig ik met suggesties voor verder onderzoek van alternatieven naar de toekomst toe.

## 2 Veelgebruikte afkortingen

ALA = alfa-linoleenzuur

EPA = eicosapentaeenzuur

DHA = docosahexaeenzuur

SDA = stearidonzuur

LA = linolzuur

PUFA = Polyunsaturated fatty acids of poly-onverzadigde vetzuren of meervoudig onverzadigde vetzuren

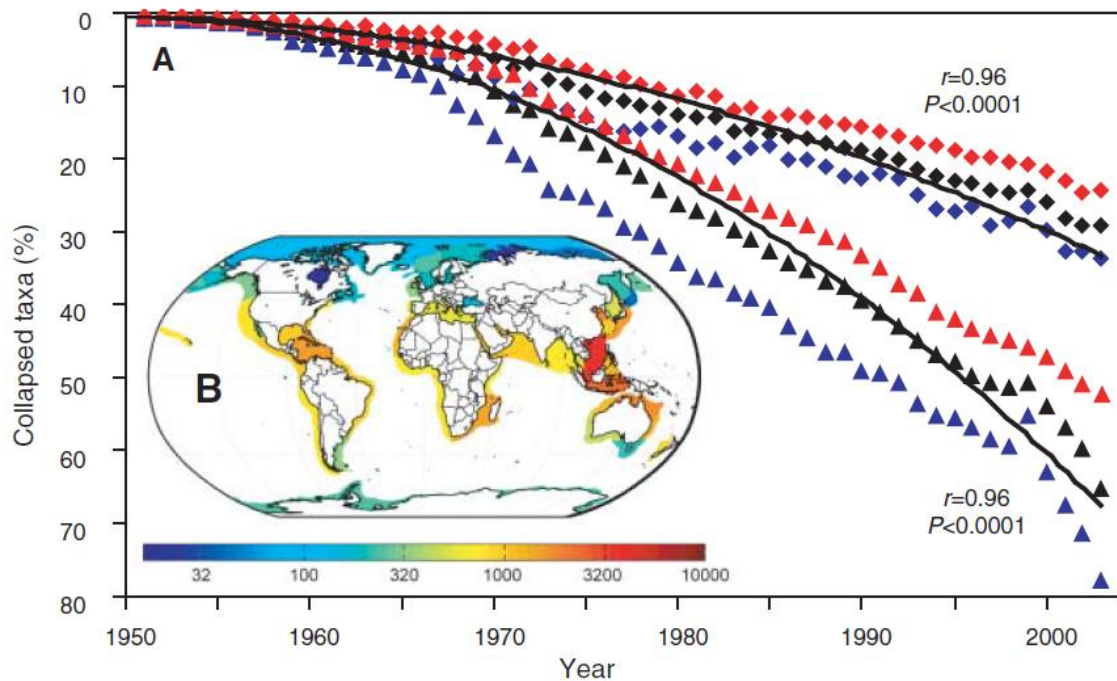
HGR = Hoge Gezondheidsraad

EFSA = European Food Safety Authority

FAO = Food and Agriculture Organisation of the United Nations

VIGeZ = Het Vlaams Instituut voor Gezondheidspromotie en Ziektepreventie

### 3 Waarom alternatieven voor vis?



Afbeelding 1: Globaal verlies van soorten afkomstig van grote mariene ecosystemen (Worm et al., 2006).

A. Evolutie van de achteruitgang van de vispopulatie en ongewervelde diersoorten van 1950-2000.

Ruit: achteruitgang per jaar; driehoek: cumulatieve achteruitgang

Zwart: alle soorten; blauw: soorten-arm (<500 soorten); rood: soorten-rijk (>500 soorten)

$r$  = tijdelijke autocorrelatie

$P$  = p-waarde of overschrijdingskans

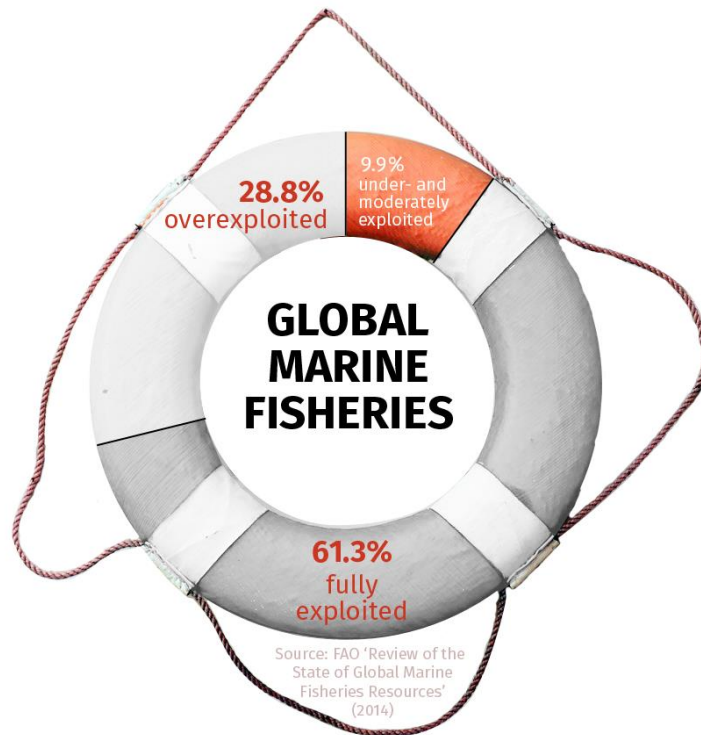
B. Kaart van de 64 grote mariene ecosystemen, kleurcodes duiden aan welke grote mariene ecosystemen de grootste hoeveelheden vis bevatten.

In 2006 voorspelde Boris Worm dat, als we nu niets veranderen aan de manier waarop we vis consumeren, de oceaan uitgeput gaat zijn tegen 2048.

Hij toonde aan dat in de voorbije 50 jaar de vispopulatie is gedaald met 50% (zie afbeelding 1).

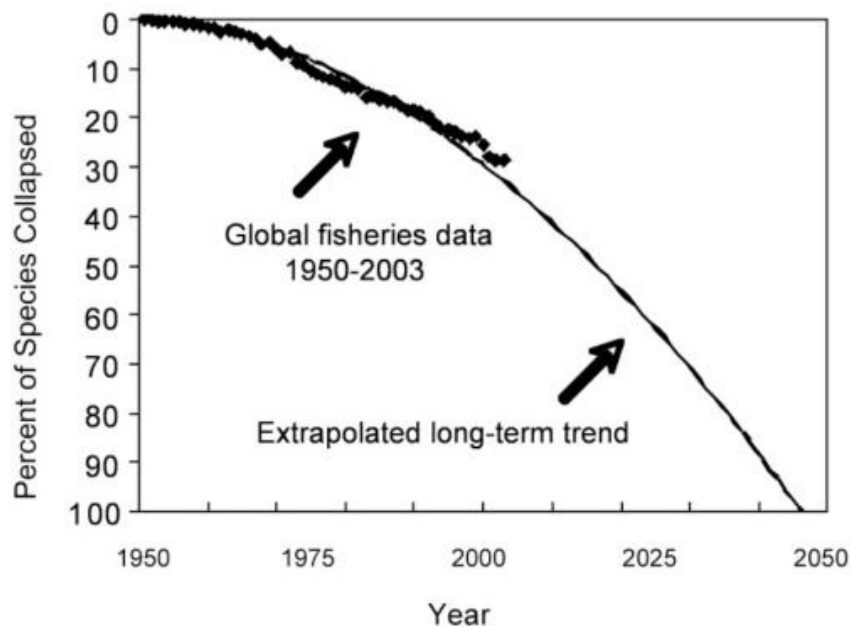
Zelfs de populatie grote roofvissen (vb tonijn, marlijn, zwaardvis, kabeljauw, heilbot...) is gedaald met 90% (WWf, 2015).

De FAO becijferde in 2014 dat 61,3% van de gemonitorde visbestanden volledig bevestigd zijn, dit betekent dat alle bijkomende vangst tot uitputting zal leiden. 28,8% is bevestigd op een biologisch- niet duurzaam niveau (in 1974 was dit 10%) en maar 9,9% wordt bevestigd op een duurzame manier.



Afbeelding 2: %visvoorraden in de zee die zijn overbenut, volledig benut en onderbenut (Aquascope, 2015)

Als we met deze snelheid blijven voortgaan, voorspellen ze volledige ineenstorting van de vissenpopulatie tegen 2048.



Afbeelding 3: grafiek gebaseerd op de resultaten van Boris Worm gepubliceerd in 'Impacts of Biodiversity Loss on Ocean Ecosystem Services' by Boris Worm, et. al. (Science, November 3, 2006) (Cohen, 2012).

De vraag die ik mij hierbij stel is de volgende:  
op welke wijze kunnen wij als diëtisten, door onze adviezen, dit proces beïnvloeden?

Met mijn kennis als diëtiste en dit eindwerk hoop ik dat ik mijn steentje kan bijdragen zodat de hypothese van 2048 niet zal uitkomen.

## 4 Waarom is vis belangrijk in onze voeding?

Vis maakt deel uit van een gezond eetpatroon. Diëtisten raden aan om vis te consumeren omwille van de gezondheidsvoordelen dat consumptie van vis met zich meebrengt.

In dit hoofdstuk ga ik de voedingswaarde van vis ontleden zodat ik een beeld kan schetsen uit welke nutriënten vis bestaat.

### 4.1 Eiwitten, vitaminen en mineralen

Vis is een goede bron van verschillende nutriënten. Naargelang de soort, seizoen, en plaats van vangst, is er verschil in voedingswaarde. Hieronder de belangrijkste nutriënten, waar vis een bron van is.

	<b>Vis mager 0-2 g vet gem rauw</b>	<b>Vis matig vet &gt;2-10 g vet gem rauw</b>	<b>Vis vet &gt;10 g vet gem rauw</b>
<b>Eiwitten (g)</b>	20,1	17,8	17,5
<b>Vit B12 (µg)</b>	1,8	2	6,26
<b>Vit D (µg)</b>	2,2	3,1	7,9
<b>Vit B6 (mg)</b>	0,237	0,32	0,425
<b>Vit B3 (mg)</b>	4	3,1	5,5
<b>Selenium (µg)</b>	42	42	33
<b>Jodium (µg)</b>	76,4	35	66,5
<b>Fosfor (mg)</b>	173	350	234
<b>Kalium (mg)</b>	254	450	328

Tabel 1: ("NEVO," 2013) Belangrijkste nutriënten in vis; per 100g.

Deze nutriënten zijn echter ook terug te vinden in andere voedingsmiddelen (Vanhouwaert, 2012).

Voor eiwitten zijn deze: vlees, zuivelproducten, eieren, graanproducten, peulvruchten, vleesvervangers, noten, soja en paddenstoelen.

Selenium kunnen we terugvinden in graanproducten, vlees, gevogelte en eieren.

Vitamine B12 in vlees, melk en eieren.

Voedingsmiddelen waar jodium in zit zijn zeewier en gejodeerd zout.

Vitamine D kan ons lichaam aanmaken door zonlicht, of via voedingsmiddelen zoals volle melkproducten, eigeel, lever, smeer- en bereidingsvetten.

Fosfor is terug te vinden in graanproducten, vlees en eieren.

Net zoals vitamine B6, maar deze vinden we ook terug in lever, peulvruchten en noten.



Kalium kunnen wij innemen door het eten van brood, graanproducten, rauwe groene groenten, fruit, fruitsappen, melkproducten en noten.

En ten slotte zijn vlees, graanproducten, groenten en aardappelen de bronnen waar we vitamine B3 in terugvinden.

Kortom een gevarieerde voeding kan voorzien in al deze nutriënten. Wat betreft eiwitten, vitaminen en mineralen is vis niet noodzakelijk.

## 4.2 Vetten

Naast eiwitten, vitaminen en mineralen is vis een goede bron van vet. Vis bevat de omega 3 vetzuren EPA en DHA.

	Vis mager 0-2 g vet gem rauw	Vis matig vet >2-10 g vet gem rauw	Vis vet >10 g vet gem rauw	Aanbevelingen/ dag
<b>Vet totaal (g)</b>	1,1	3,3	23,1	66,7- 77,8
<b>n-3 vetzuren (mg)</b>	300	300	4100	2900-4400
<b>LNA/ALA (mg)</b>	0	30	240	2200
<b>EPA &amp; DHA (mg)</b>	210	110	3060	700
<b>n-6 vetzuren (mg)</b>	0	400	800	8800-17600
<b>LA (mg)</b>	0	300	500	4400

Tabel 2: ("NEVO," 2013)vetten in vis; per 100g + Zie bijlage A

EPA (eicosapentaëenzuur ) en DHA (docosahexaëenzuur) zijn semi-essentiële vetzuren en worden ook wel de visvetzuren genoemd.

Deze kunnen via de voeding worden ingenomen (voornamelijk via vis) of in ons lichaam worden gesynthetiseerd uit ALA.

ALA (alfa-linoleenzuur) is een essentieel vetzuur. Dit wilt zeggen dat wij deze alleen uit onze voeding kunnen innemen. ALA wordt ook wel het plantaardig omega 3 vetzuur genoemd, omdat deze vooral voorkomt in oliën en noten en andere plantaardige voedingsmiddelen.

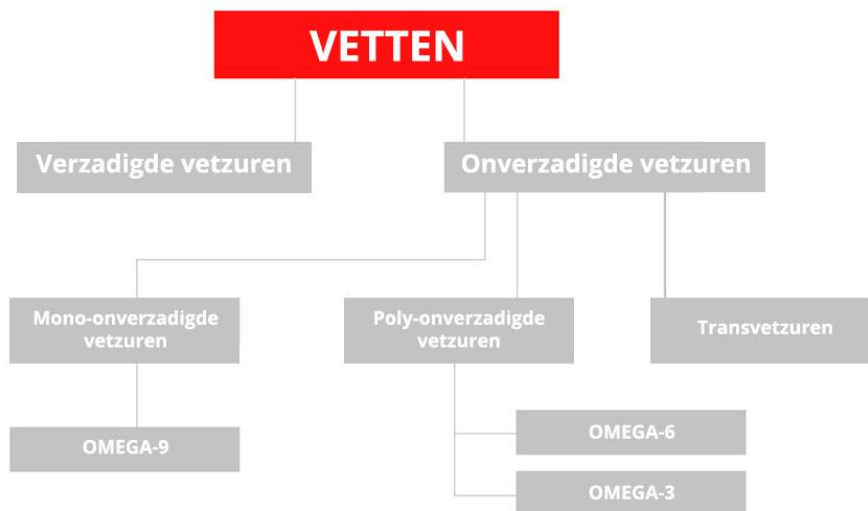
Deze 3 vetzuren (ALA, EPA en DHA) noemen ze de omega 3 vetzuren.

Naast de omega 3 vetzuren bestaan er ook omega 6 vetzuren. Omega 6 vetzuren vinden we voornamelijk terug in plantaardige bronnen zoals olijfolie. Omega 6 vetzuren en omega 3 vetzuren beïnvloeden elkaars werking (zie hoofdstuk 9.2.3).

Omega 3 en omega 6 worden de poly-onverzadigde vetzuren genoemd of PUFAs (polyunsaturated fatty acids).

Naast deze poly-onverzadigde vetzuren bestaan er ook mono-onverzadigde vetzuren, deze worden de omega 9 vetzuren genoemd. Ik ga hier niet meer verder op in omdat ons lichaam deze kan synthetiseren. Bijgevolg hoeven deze niet te worden ingenomen via onze voeding.

Deze 3 families (omega 3, 6, 9) noemen we **onverzadigde vetzuren** (Vigetz).



Afbeelding 4: Vetten (Vigetz)

Gezondheidsvoordelen die bewezen zijn door EFSA die gepaard gaan met inname van EPA en DHA (Panel & Nda, 2011):

1. Behoud van normale hartfunctie  
→ correlatie is wetenschappelijk bewezen; inname van 250mg per dag is voldoende om dit effect te behouden
2. Behoud van normale bloeddruk  
→ Correlatie is bewezen; geen aanbevelingen naar inname vermeld
3. Behoud van normale triglyceriden concentratie  
→ correlatie is bewezen; inname van 2g per dag kan dit effect behouden
4. Behoud van normale hersenfunctie  
→ correlatie is bewezen; geen aanbevelingen naar inname vermeld
5. Behoud van normale gezichtsvermogen  
→ correlatie is bewezen; geen aanbevelingen naar inname vermeld
6. Behoud van normale bloedglucose concentratie  
→ correlatie is **niet** bewezen

7. Behoud van normale HDL cholesterol concentratie in het bloed  
→ correlatie is **niet** bewezen
8. Behoud van normale LDL concentratie in het bloed  
→ correlatie is **niet** bewezen
9. Bescherming van de huid tegen schade door UV-straling  
→ correlatie is **niet** bewezen
10. Bijdrage aan het immuunsysteem  
→ correlatie is **niet** bewezen
11. Behoud normale cognitieve functies  
→ correlatie is **niet** bewezen
12. Behoud van normaal beendergestel  
→ correlatie is **niet** bewezen

De Europese commissie heeft in 2010 ook gevraagd aan EFSA om een gefundeerd advies te geven over een aanbeveling voor vetten, waaronder de omega 3 vetzuren. Hierop heeft de EFSA in de EFSA Journal 2010 gepubliceerd dat een dagelijkse inname van 0,5En% ALA aangewezen is en dat 250mg EPA en DHA per dag als primaire preventiemaatregel bij gezonde personen voldoende is. Er werd geen bovengrens vastgesteld voor inname van ALA (EFSA Panel on Dietetic Products Nutrition and Allergies (NDA), 2010).

Als conclusie kunnen we vaststellen dat vis bestaat uit belangrijke nutriënten, het merendeel ervan kunnen we echter ook terugvinden in andere voedingsmiddelen.

Ik ga hier dan ook niet meer verder op ingaan. Het belangrijkste van vis zijn de visvetzuren EPA en DHA, deze brengen belangrijke gezondheidsvoordelen met zich mee en zijn gelinkt aan visconsumptie.

Hiervan ga ik onderzoeken of er mogelijke alternatieven zijn. Als ik alternatieven kan vinden voor deze visvetzuren, kan ik die implementeren in onze dagdagelijkse voeding en combineren met andere voedingsmiddelen om zo een gevarieerd en compleet voedingspatroon te creëren met minder of zonder vis.

## 5 Richtlijnen Hoge Gezondheidsraad (HGR) en VIGeZ

De HGR is een raad dat wetenschappelijke adviezen uitbrengt als leidraad voor beleidsmakers en gezondheidswerkers in België.

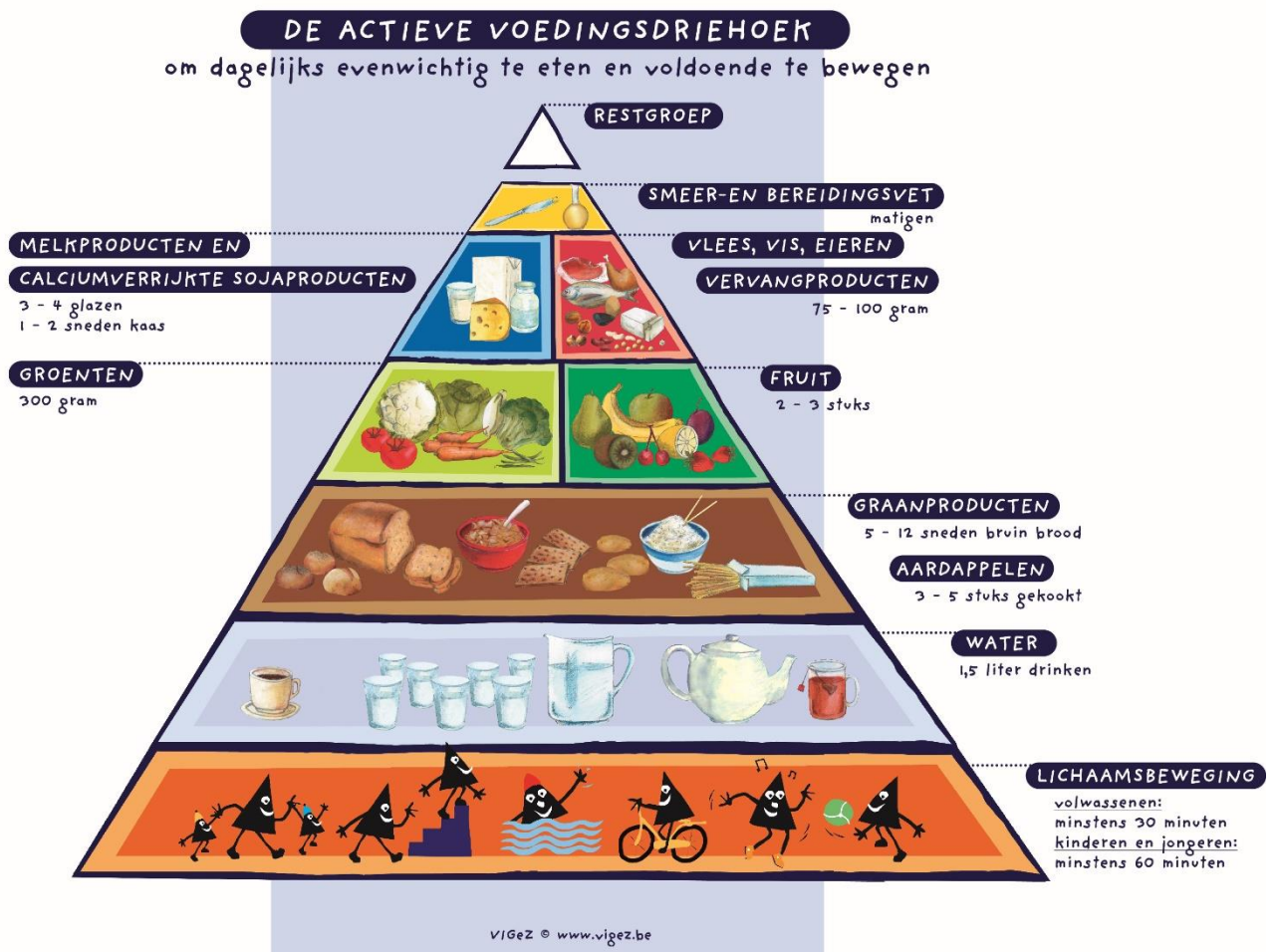
In 2009 zijn hun laatste richtlijnen uitgekomen. Ik ga kort de richtlijnen in verband met vetten vermelden en er later op ingaan.

	En%	Aanbevelingen In kcal	Aanbevelingen In mg
<b>Totaal vet</b>	30-35	600- 700	
<b>Verzadigde vetzuren</b>	Max 10	200	
<b>Enkelvoudig onverzadigde vetzuren (MUFA)</b>	>10	>200	
<b>Meervoudig onverzadigde vetzuren (PUFA)</b>	5,3-10	106-200	
<b>(n-3) vetzuren</b>	1,3-2	26-40	2900-4400
<b>LNA/ALA</b>	>1	>20	>2200
<b>EPA &amp; DHA</b>	>0,3	>6	<b>&gt;700</b>
<b>(n-6) vetzuren</b>	4-8	40-160	8800-17 600
<b>LA</b>	>2	>40	>4400
<b>Trans vetzuren</b>	<1	<20	
<b>Cholesterol</b>			<300

Tabel 3: Richtlijnen vetten HGR per dag gebaseerd op de gemiddelde energie inname van 2000kcal (Hoge Gezondheidsraad, 2009).

De HGR (2009) geeft als aanbeveling om gemiddeld 2900 – 4400 omega 3 vetzuren (ALA, EPA en DHA) per dag in te nemen, waarvan meer dan 700mg EPA en DHA (gebaseerd op 2000kcal).

VIGeZ (2012) (Het Vlaams Instituut voor Gezondheidspromotie en Ziektepreventie) is een expertisecentrum dat theoretische richtlijnen omzet naar praktijk. Hieruit is de actieve voedingsdriehoek ontstaan. VIGeZ beveelt aan om 1 tot 2 keer in de week (75-) 100g vis te eten, waarvan 1 maal magere en 1 maal halfvette tot vette vis.



Afbeelding 5: de actieve voedingsdriehoek van VIGeZ (Vigez, 2016)

De aanbevelingen van de HGR verschillen naargelang de bevolkingsgroep (zwangere vrouwen, kinderen, ouderen...). In mijn eindwerk ga ik mij baseren op de aanbevelingen voor volwassenen. Zo kan ik een algemeen beeld schetsen van wat de gemiddelde Belg wordt aangeraden om te eten, gebaseerd op 2000kcal.

In het volgende hoofdstuk wil ik nagaan in hoeverre deze richtlijnen in de praktijk toegepast worden.

## 6 Huidige visconsumptie in kaart gebracht

In 2004 onderzocht Het Wetenschappelijk Instituut Volksgezondheid (2006) het eetpatroon van de gemiddelde Belg.

Volgens de nationale voedselconsumptiepeiling van 2004 eet:

- 3,2% nooit vis en visproducten
- 19% eet minder als 1x in de week vis en visproducten
- 35,2% eet 1x in de week vis
- 35,3% eet 2-4 keer in de week vis en visproducten
- 4% eet 5-6 keer in de week vis
- 3,3% eet 1x of meer dan 1 keer per dag vis

De hoeveelheid vis die men gemiddeld per dag eet is:

- 17,9g. Dit komt overeen met 125,3g vis per week.
- Mannen eten gemiddeld 20,1g vis per dag en
- Vrouwen eten gemiddeld 15,9g vis per dag

35,2% van Belgen consumeren minstens 1 keer in de week vis en 35,3% eet minstens 2 tot 4 keer in de week vis. Samen is dit 70,5% die minstens 1 tot 4 keer per week vis consumeren. Per week komt dit gemiddeld overeen met 125,3g.

Dit onderzoek zegt natuurlijk niets over welke vis er wordt geconsumeerd (magere, vette vis of halfvette vis). Daarom wil ik dieper ingaan op de visvetzuren en onderzoeken wat de gemiddelde inname hiervan per dag is.

<b>Land</b>	<b>Details</b>	<b>Inname EPA + DHA (mg/dag)</b>	<b>Details</b>	<b>Aanbevelingen EPA + DHA (mg/dag)</b>
België	Vrouwen 18-39j	209	Volwassenen	700*

\* Gebaseerd op 2000kcal

Tabel 4: Beschikbare gegevens gemiddelde inname visvetzuren (Ian Givens & Gibbs, 2008) in België vergeleken met de aanbeveling (Goed, 2014).

Uit bovenstaande tabel kunnen we concluderen dat bij vrouwen de werkelijke dagelijkse inname van EPA en DHA 3,3 keer minder is dan de aanbevelingen van de HGR.

<b>Land</b>	<b>Details</b>	<b>Inname EPA + DHA (mg/dag)</b>	<b>Details</b>	<b>Aanbevelingen EPA + DHA (mg/dag)</b>
Het Verenigd Koninkrijk	Volwassenen 19-64j	244	Volwassenen	200-450
Frankrijk	Vrouwen 45-63j	344	Volwassenen	500 waarvan 250 EPA en 250 DHA
Australië	Volwassenen	143	Volwassenen	Mannen: 160 Vrouwen: 90
Noord-Amerika	Volwassenen	200	Volwassenen	Mannen: 160 Vrouwen: 110
Midden-Europa	Volwassenen	250	Volwassenen	250
Noord-Europa	Volwassenen	590	Volwassenen	250
Japan	Volwassenen	950	Volwassenen	> 1000

Tabel 5: Beschikbare gegevens gemiddelde inname EPA en DHA per dag (Ian Givens & Gibbs, 2008) vergeleken met de aanbevelingen (Goed, 2014).

In andere landen zien we ook dat de aanbevelingen voor EPA en DHA verschillend zijn (zie bijlage B). Hier is dus geen consensus over. De inname verschilt ook van land tot land. Dus de vraag die hieruit rijst is waarom er geen consensus is over de aanbevelingen omtrent EPA en DHA en of onze aanbevelingen dan nog wel adequaat zijn.

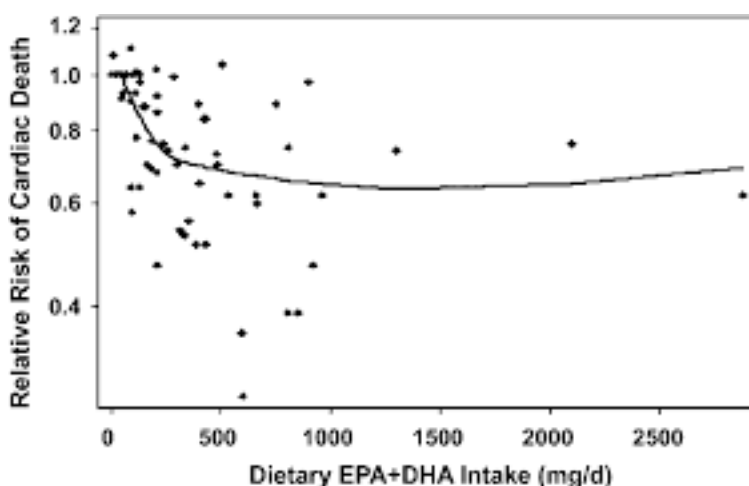
## 7 Zijn onze richtlijnen nog adequaat?

Zoals eerder besproken heb ik geconcludeerd dat er geen consensus is over een concrete aanbeveling van EPA en DHA.

Volgens de EFSA (Panel & Nda, 2011) zijn er 5 gezondheidsvoordelen waarvan wetenschappelijk bewezen is dat ze een correlatie hebben met de inname van EPA en DHA (zie hoofdstuk 4.2) Bij 2 van die gezondheidsvoordelen heeft de EFSA een aanbeveling gehanteerd. Voor het behoud van een normale werking van het hart is 250mg per dag nodig en voor het behoud van normale triglyceride waarden in het bloed is 2g per dag nodig.

Hun algemene conclusie is dat 250mg per dag voldoende is als preventieve maatregel bij gezonde personen.

In ander wetenschappelijk literatuur (Mozaffarian, Appel, & Van Horn, 2011) zien we ook dat 250mg EPA en DHA per dag al voldoende is om de kans op het risico op hart- en vaatziekte te verlagen met 36%.



Afbeelding 6 : Inname van EPA+DHA en risico op hartfalen (Gent, Economie, & Bedrijfskunde, 2010)

Daarom opteer ik, in het kader van duurzaam consumeren van vis, dat we in België de aanbevelingen van EFSA moeten volgen, dus 250mg EPA en DHA per dag.

Meervoudig onverzadigde vetzuren (PUFA)	5,3-10 En%
(n-3) vetzuren	1,3-2 En%
LNA/ALA	>1,3 En%
EPA & DHA	>250mg

Tabel 6: nieuwe aanbevelingen



## 8 Hoeveel vis heeft men nodig bij deze 'nieuwe richtlijnen'?

Bij deze nieuwe richtlijnen wil ik uitrekenen wat het gevolg zou zijn op de visbestanden als we deze zouden volgen.

Ik vertrek vanuit de aanbevelingen van België.

Per 100g	n-3 (g)	ALA (g)	EPA (g)	DHA (g)
Vis mager 0-2g vet gem rauw	0,3	0,00	0,07	0,14
Vis matig vet >2 - 10g vet gem rauw	0,3	0,03	0,01	0,10
Vis vet >10g vet gem rauw	4,1	0,24	1,12	1,94

Tabel 7: ("NEVO," 2013) gemiddelde omega 3 en omega 6 gehalte in vis

(100g vis bereid = 120 à 130 rauw gewogen vis.)

1 à 2 keer in de week vis, waarvan 1 keer magere en 1 keer halfvet tot vette vis.

120g rauw magere vis =  
0mg ALA  
84mg EPA  
168mg DHA  
→ = 252mg EPA+DHA

120g rauw vette vis =  
288mg ALA  
1344mg EPA  
2328mg DHA  
→ = 3672mg EPA+DHA

Als we 1 keer in de week vette vis eten, nemen we gemiddeld 3672mg EPA+DHA in.  
Dit komt overeen met 525mg per dag.

1 keer in de week magere vis levert 252mg EPA+DHA. Dit komt overeen met 36mg per dag.

Samen is dit 561mg per dag.

**Zelfs als we 1 keer in de 14 dagen vette vis eten, nemen we gemiddeld 262mg per dag in, dit is ruim de aanbevelingen van EFSA.**

Theoretisch gezien, wanneer België deze nieuwe aanbevelingen volgt, zorgt dit ervoor dat we 75% minder vis consumeren dan dat we nu gemiddeld consumeren (met de veronderstelling dat iedereen de aanbevelingen van 2x in de week volgt). Wanneer de rest van de wereld deze aanbevelingen volgen, betekent dit dat we maar ¼ van de visvangst die we nu vangen, nodig hebben.

**¾ van de wilde vis, die we nu consumeren, blijft in de zee. Beschikbaar voor na 2048 en dus voor de generaties na ons.**

## 9 Mogelijke alternatieven voor vis

We hebben vastgesteld dat een dagelijkse inname van 250mg EPA en DHA gezondheidsvoordelen teweeg brengt. Op welke wijze kunnen we dit gehalte aan EPA en DHA in ons lichaam bereiken?

### 9.1 EPA en DHA in ons lichaam

Niet alleen de inname via ons voeding bepaalt het uiteindelijke gehalte aan EPA en DHA in ons lichaam.

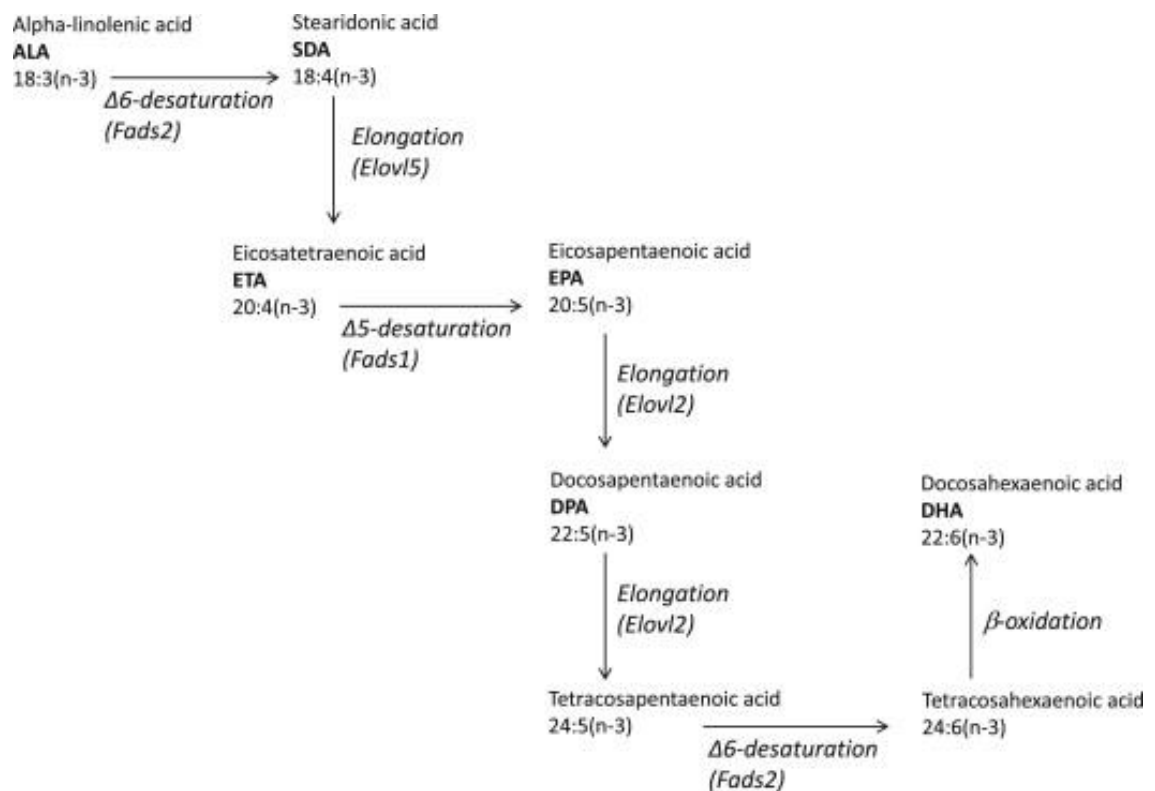
Er zijn namelijk 3 verschillende manieren om het EPA en DHA gehalte te beïnvloeden.

Ten eerste kunnen we via een hogere inname van ALA, meer EPA en DHA in ons lichaam synthetiseren.

Ten tweede bestaan er ook oliën die SDA bevatten, hierdoor is er een gunstigere conversie naar EPA en DHA.

En ten derde kunnen we de ratio omega 6: omega 3 in onze voeding terug normaliseren.

### 9.1.1 Alfa-linoleenzuur



Afbeelding 7 : Conversie (Walker, Jebb, & Calder, 2013)

ALA is een essentieel vetzuur en EPA en DHA zijn semi-essentiële vetzuren. Dit betekent dat we ALA via onze voeding moeten innemen en dat er in ons lichaam een conversie is naar EPA en DHA, maar deze conversie is minimaal. Dit komt doordat het enzym delta 6 desaturase een snelheidsbeperkende stap is.

Er is nog onduidelijkheid in de literatuur hoeveel deze conversie precies is. Volgens Mozaffarian & Wu (2012) is de conversie van ALA naar EPA 0,2-8% en van ALA naar DHA 0-4%.

Volgens Abedi & Sahari (2014) is de conversie van ALA naar EPA 0,2-21% en ALA naar DHA 0-9%.

Hoeveel deze conversie bedraagt heeft ook te maken met veel variabelen zoals (Barceló-Coblijn & Murphy, 2009):

### **1. Verschil vrouw - man**

Er is een grotere omzetting bij vrouwen dan bij mannen, dit komt door het hormoon oestrogeen.

### **2. Type weefsel**

De conversie is afhankelijk van het type weefsel:

#### **a. Conversie ALA → EPA**

Dit is een lineaire verhoging (zie afbeelding 8).

#### **b. Conversie EPA → DHA**

Hersenen:

Zoals ik eerder heb vermeld is het behoud van een normale hersenfunctie een belangrijk gezondheidsvoordeel van EPA en DHA (voornamelijk DHA).

De hersenen hebben maar 4,6mg DHA per dag nodig.

Bij dagelijkse consumptie van 1200mg ALA kan de hersenen deze omzetten naar 2,4 – 3,6 mg DHA/dag.

Dit kan zelfs oplopen tot 5-8mg DHA per dag, wanneer men alle verschillende variabelen mee betreft .

Lever:

De lever speelt een belangrijke rol in de vetstofwisseling.

Conversie van ALA naar DHA in de lever gebeurt 6 tot 10 keer efficiënter dan in de hersenen. Deze omzetting is 30 keer de vereiste behoefte van de hersenen.

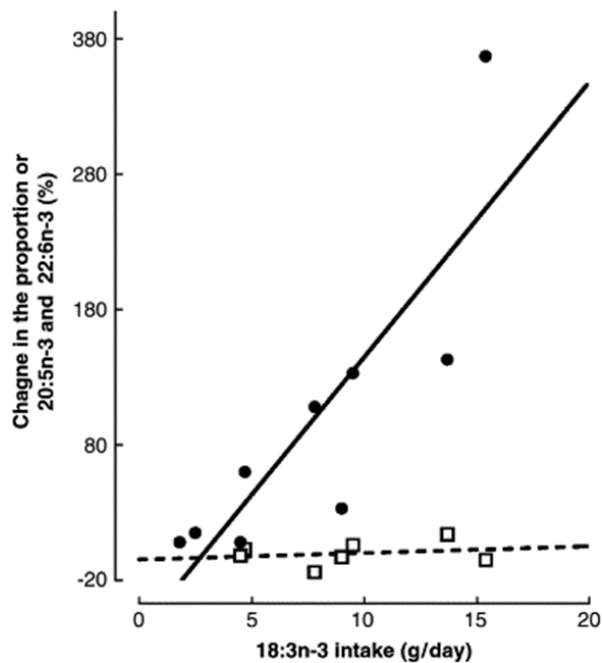
Dit betekent dat de lever de nodige behoefte aan DHA kan bieden voor de hersenen en de andere organen die DHA nodig hebben.

### **3. Roker of niet-roker**

Het roken van tabak zorgt voor een grotere omzetting van ALA naar DHA.

### **4. Alcoholgebruik**

Chronisch alcoholgebruik zorgt voor een grotere beschikbaarheid van ALA voor de omzetting naar DHA.



Afbeelding 8: Verandering van EPA en DHA concentraties in het lichaam bij verschillende hoeveelheden ALA. Elk punt stelt de uitkomst voor van een studie (Burdge, 2006).

EPA = kleine cirkel en doorlopende lijn

DHA = klein vierkant en gestippelde lijn

ALA kan in ons lichaam voor 2 doeleinden gebruikt worden, voor energie (en recyclage) en voor conversie naar langketen vetzuren (Barceló-Coblijn & Murphy, 2009).

### 1. bèta-oxidatie en koolstof recyclage

→ 60% tot 85% van ALA

Vetzuren (o.a.) ALA worden afgebroken tot acetyl-COa.

Dit proces heet bèta-oxidatie. Acetyl-COa is een co-enzym dat belangrijk is in de citroenzuurcyclus. Zo wordt ALA omgezet in energie voor ons lichaam.

ALA kan ook gebruikt worden voor recyclage om te worden gebruikt als koolstofbron voor de productie van andere vetzuren, aminozuren en sterolen.

### 2. conversie naar langketen vetzuren (o.a. EPA en DHA) via verlenging en desaturatie

ALA → desaturatie mbv delta 6 desaturase → 18:4 n-3

18:4 n-3 → keten-verlengd → 20:4 n-3

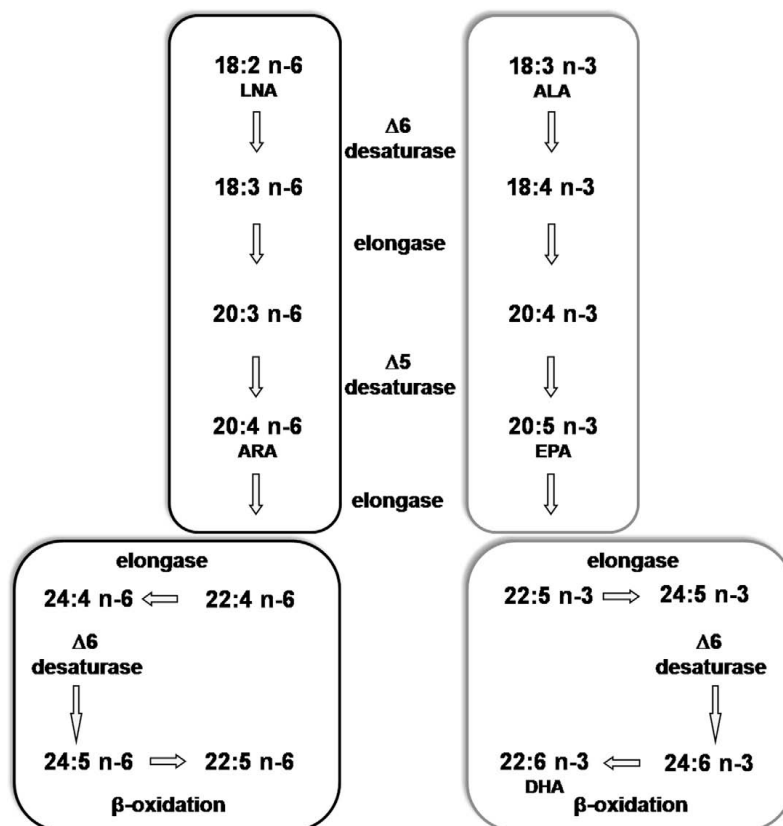
20:4 n-3 → desaturatie mbv delta 5 desaturatie → EPA

EPA → verlengd mbv elongase-2 → 22:5 n-3 & 24:5 n-3

24:5 n-3 → desaturatie mbv delta 6 desaturatie → 24:6 n-3

Dit allemaal gebeurt in het endoplasmatisch reticulum.

24:6 n-3 wordt getransporteerd naar het peroxisoom waar het 1 ronde van bèta-oxidatie ondergaat om zo DHA te vormen.



Afbeelding 9: conversie van omega 6 en omega 3 (Barceló-Coblijn & Murphy, 2009)

Natuurlijke bronnen van ALA zijn:

Oliën	ALA g/100g
Perilla	61
Chiazaad	60
Lijnzaad	54
Sacha inca	48
Camelina sativa	38,1
Echium	29,4
Fenegriekzaad	23,2
Veenbessen	22,3
Hennepzaad	19,7
Nigella sativa (zwarte bessen)	10-11,5
Walnoten	10,5g
Koolzaad	9,1
Soja (niet gehydrogeneerd)	6,8
Mosterd	5,9
Soja (gehydrogeneerd)	2,6

<b>Andere</b>	<b>ALA g/100g</b>
Chiazaad	18
Lijnzaad	16,6
Sacha inchi zaden (vega saviseed)	12.8-16.0
Walnoten	9,1
Beukennoot	1,7
Pecannoten	1
Bosbessen	0,8
Pijnboompitten	0,65
Sojabonen (gekookt)	0,6
olijfolie	0,48
Postelein	0,4 (0,01mg EPA + aanwezigheid van DHA)
Basilicum	0,3
Witte bonen (gekookt)	0,2
Boerenkool, rauw	0,2
Rode bosbes (lingon)	0,2
Komijn	0,2
Bruine bonen (gekookt)	0,1

Tabel 8: bronnen van ALA (Ciftci, Przybylski, & Rudzińska, 2012), (Mozaffarian & Wu, 2011), (Abedi & Sahari, 2014), (Chirinos et al., 2013), (<https://myvega.com/>), (Artemis P. Simopoulos, 2004) en (A P Simopoulos, Norman, Gillasp, & Duke, 1992) + zie bijlage C voor merken die oliën verkopen.

Met deze theorie in het achterhoofd wil ik een praktische benadering uitwerken.

Eerder heb ik al vermeld dat er geen eenduidigheid is in de literatuur over hoeveel de conversie bedraagt. Sommige studies zeggen dat de conversie van ALA naar EPA 0,2 - 8% en van ALA naar DHA 0-4% bedraagt, andere studies zeggen 0,2-21% en 0-9%.

Ik ga mij baseren op het gemiddelde hiervan, namelijk

ALA → EPA = 10%

en

ALA → DHA = 5%.

Hoeveel mg ALA zouden we dan moeten consumeren zodat het in ons lichaam wordt omgezet naar 250mg EPA & DHA?

1700mg ALA → 170mg EPA → 85mg DHA = 255mg EPA + DHA.

Met deze beginwaarde bekomen we 255mg EPA+DHA, of wanneer we afronden 250mg.

Theoretisch gezien kan men dus met een verhoging van dagelijks **1700mg** ALA in de voeding, genoeg EPA + DHA synthetiseren om aan de aanbevelingen van de EFSA te voldoen.

We kunnen deze praktische benadering ook gebruiken als alternatief voor magere vis, als aanvulling op 'mijn nieuwe richtlijn'.

In het vorige hoofdstuk heb ik laten zien dat het gehalte aan EPA en DHA in magere vis te verwaarlozen is. 1 portie magere vis bevat 252mg EPA en DHA, dit komt overeen met 36mg per dag.

Deze 36mg per dag kunnen we perfect vervangen door bronnen rijk aan ALA.

Als voorbeeld neem ik chiazaaden, koolzaadolie, lijnzaadolie en walnoten. Ik kies voor deze voorbeelden, omdat we deze producten makkelijk kunnen terugvinden in bijna elke winkel en deze zijn makkelijk te implementeren in onze dagdagelijkse voeding.

	<b>ALA (g/100g)</b>	<b>1700mg ALA (g) (=250mg EPA+DHA)</b>	<b>36mg EPA+DHA: (g)</b>
<b>Chia zaad</b>	18	9,4	1,32
<b>Koolzaad (olie)</b>	9,1	18,7	2,64
<b>Walnoten</b>	9,1	18,7	2,64
<b>Lijnzaad (olie)</b>	54	3,1	0,43

Tabel 9: gehalte aan ALA in chia zaad, koolzaadolie, walnoten en lijnzaadolie ("NEVO," 2013).

Als we 250mg EPA+DHA willen synthetiseren moeten we bijkomend:

- 9,4g chia zaad
- 18,7g koolzaadolie
- 18,7g walnoten
- Of 3,1g lijnzaadolie innemen.

Als we het gehalte aan EPA+DHA in magere vis willen vervangen moeten we bijkomend:

- 1,32g chia zaad
- 2,64g koolzaadolie
- 2,64g walnoten of
- 0,43g lijnzaadolie innemen.

We kunnen ook gebruiken maken van voedingsmiddelen verrijkt met omega 3 vetzuren (o.a.), maar dit bespreek ik later (zie hoofdstuk 9.2.3).



Samengevat kunnen we via een bijkomende inname van 1700mg ALA genoeg EPA en DHA synthetiseren om aan de aanbevelingen te voldoen. Omdat dit maar een praktische benadering is, kan ik dit niet opteren als nieuwe aanbeveling. Hiervoor is er nog verder onderzoek nodig.

In de plaats gebruik ik deze conversie van ALA naar DHA als alternatief voor magere vis, als aanvulling op 'mijn nieuwe richtlijn' (zie hoofdstuk 7).

**Dus de nieuwe richtlijn is 1x in de twee weken vette vis eten, aangevuld met voedingsmiddelen die een bron zijn van ALA.**

## 9.1.2 Stearidonzuur

De omzetting van ALA naar EPA gebeurt via een snelheidsbeperkende stap, namelijk via het enzym 'delta 6 desaturase'. Hierdoor is deze conversie minimaal (zie hoofdstuk 9.1.1). Recentelijke wetenschappelijke studies hebben voedingsmiddelen gevonden die SDA bevatten (Whelan, 2009).

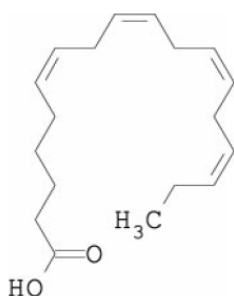
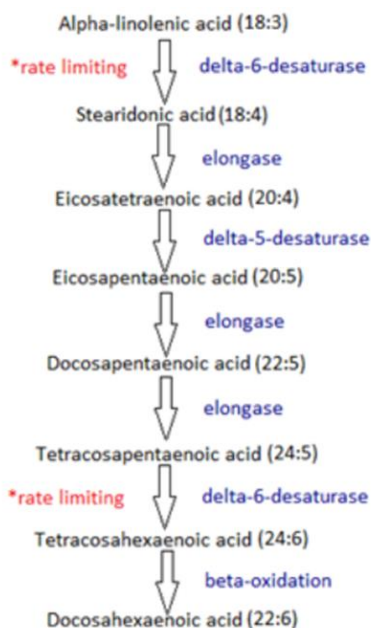


Fig. 1. Stearidonic acid: (6Z,9Z,12Z,15Z)-octadecate-traenoic acid.

Afbeelding 10: structuurformule van stearidonzuur (Guil-Guerrero, 2007)

ALA wordt eerst omgezet naar SDA en van daaruit gebeurt de verdere omzetting naar DHA.



Afbeelding 11: conversie ALA naar DHA (Martins et al., 2013)

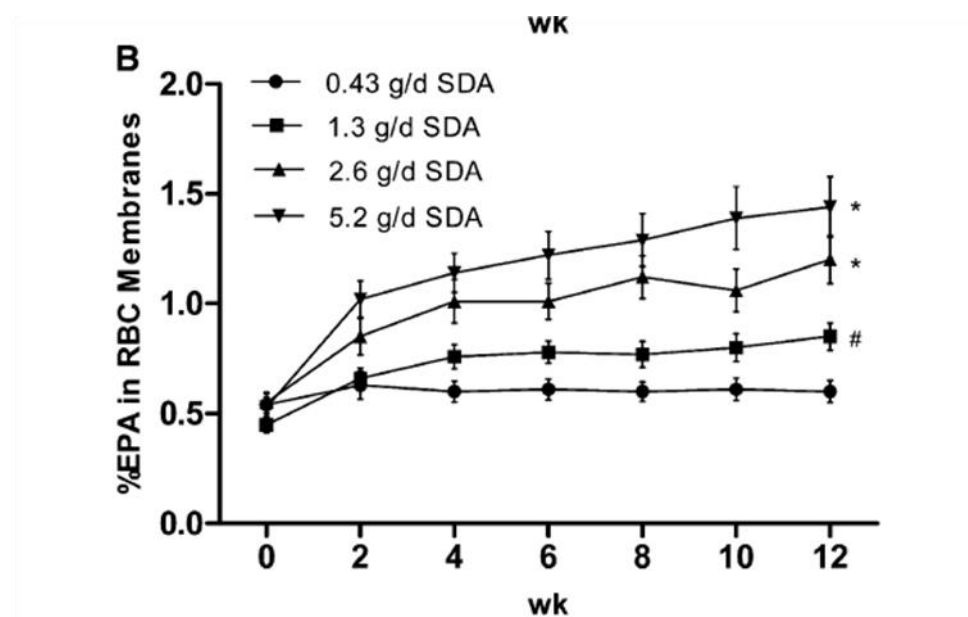
Wanneer men rechtstreeks SDA inneemt in plaats van ALA wordt deze stap vermeden.

Hierdoor is er een grotere omzetting naar EPA.

James, Ursin, & Cleland (2003) waren de allereerste die tijdens hun studie in 2003 hebben bewezen dat SDA wordt omgezet naar EPA.

De deelnemers consumeerde 0,75g SDA, ALA en EPA per dag (onder de vorm van capsules) voor een periode van drie weken. Nadien werd deze dosis verhoogd naar 1,5g per dag, ook voor 3 weken.

Ze kwamen tot de conclusie dat de inname 1g SDA gelijk stond aan de inname van 300mg EPA.



Afbeelding 12: % EPA in RBC membranen bij volwassenen personen door inname van SDA  
Gehalte aan omega 3 vetzuren in rode bloedcellen correleert goed met het gehalte aan omega 3 vetzuren in weefsels. Daarom kan dit worden gebruikt als biomarker voor dieet-geïnduceerde veranderingen van EPA waardes in weefsels (Maki & Rains, 2012).

**Table 2.** Impact of the consumption of SDA-containing oils on tissue long chain omega-3 PUFA content in humans

Reference	Intake of SDA; duration of supplementation	Source	Subjects consuming SDA- containing diets	Cell type or tissue	Fold change from baseline		
					EPA	DPA	DHA
James et al. [18]	0.75 g/day; 3 weeks 1.5 g/day; 3 weeks	SDA-EE	N = 15, Healthy adults	Erythrocytes	1.21 <sup>b)</sup>	1.03	0.96
				Plasma	1.42 <sup>b)</sup>	1.16 <sup>b)</sup>	0.96
Surette et al. [100]	1.87 g/day; 4 weeks	Echium oil	N = 15, Healthy adults	Erythrocytes	1.5 <sup>b)</sup>	1.09	0.93
				Plasma	1.87 <sup>b)</sup>	1.27 <sup>b)</sup>	0.96
Miles et al. [98, 99] <sup>a)</sup>	1.0 g/day; 12 weeks	Echium oil	N = 8–12, healthy young men	Plasma	1.33	nd	1.12
				PBMC	2.25 <sup>b)</sup>	nd	1.61 <sup>b)</sup>
Harris et al. [95]	3.66 g/day; 16 weeks	SDA-soy	N = 11, Overweight healthy adults	Erythrocytes	2.88 <sup>b)</sup>	nd	1.0
Lemke et al. [97]	4.2 g/day; 12 weeks	SDA-soy	N = 54, Overweight healthy adults	Erythrocytes	2.23 <sup>c)</sup>	1.34 <sup>c)</sup>	0.94
Krul et al. [96]	5.2 g/day; 12 weeks	SDA-EE	N = 17, healthy adults	Erythrocytes	2.71 <sup>c)</sup>	1.47 <sup>c)</sup>	1.03
	2.6 g/day				2.18 <sup>c)</sup>	1.40 <sup>c)</sup>	1.0
	1.3 g/day				1.89 <sup>c)</sup>	1.33 <sup>c)</sup>	1.02
	0.43 g/day				1.11	1.08	0.94

SDA-EE = SDA ethyl esters; PBMC = peripheral blood mononuclear cells; nd = not determined.

a) Same cohort reported in both publications.

b) Significantly different from baseline.

c) Significantly different from control diet.

*Afbeelding 13: resultaten van studies naar stearidonzuur; (Surette, 2013)*

Natuurlijke voedingsmiddelen die SDA bevatten (Delarue & Guriec, 2014):

- Hennepzaad olie
- Bernagie
- Echium olie (Berti et al., 2007)
- Zwarte bessenzaadolie
- Ruw parelzaad ("Corn gromwell," n.d.)
- Ahiflower (zie onder)

Genetisch gemodificeerde voedingsmiddel die een bron is van SDA:

- Genetisch gemodificeerde soyaboon (Monsanto, n.d.)

**Table 1.** Typical fatty acid composition of SDA-containing oils

Fatty acid	Percent of total fatty acids			
	Black currant <sup>a)</sup>	Echium <sup>b)</sup>	SDA-Soy <sup>c)</sup>	Ahiflower
16:0	9.3	7.1	12.9	4.5
18:0	2.1	3.7	4.5	1.8
18:1 ( <i>n</i> -9)	16.6	15.4	20.1	8.5
18:2 ( <i>n</i> -6)	41.9	18.8	24.4	12.5
18:3 ( <i>n</i> -6)	13.8	11.0	6.1	6.0
18:3 ( <i>n</i> -3)	12.9	28.4	9.9	41.5
18:4 ( <i>n</i> -3)	2.6	12.5	19.9	20.0

Only major fatty acids are shown.

a) Ref. [82].

b) Ref. [100].

c) Ref. [81].

*Afbeelding 14: gehalte aan de belangrijkste vetzuren in zwarte bessenzaadolie, echium olie, SDA soyaboon en Ahiflower (Surette, 2013)*

**Tab. 2.** Fatty acid content of selected species of Boraginaceae with SA > 10% of the saponifiable oil.

	Saponifiable oil (% of dry matter)	16:0	18:0	18:1n-9	18:2n-6	18:3n-6	18:3n-3	18:4n-3 (SA)
<i>Echium asperimus</i> [60]	18.7	7.7	2.8	14.7	16.3	9.6	35.3	11.1
<i>Echium boissieri</i> [60]	19.8	5.5	2.3	14.7	8.6	5.5	47.1	14.3
<i>Echium creticum</i> [60]	14.6	5.6	3.0	8.2	14.3	9.7	42.7	14.7
<i>Echium italicum</i> [61]	17.0	8.0	3.0	17.0	11.0	8.0	39.0	12.0
<i>Echium lusitanicum</i> [62]	20.6	6.7	2.5	16.4	16.4	10.9	33.3	12.3
<i>Echium plantagineum</i> [60]	30.0	7.0	4.0	17.0	15.0	10.0	34.0	13.0
<i>Echium rubrum</i> [63]	15.0	8.0	2.0	8.0	20.0	14.0	34.0	15.0
<i>Echium russicum</i> [62]	18.6	5.7	2.4	14.4	22.6	15.8	26.6	10.6
<i>Echium sabulicola</i> [60]	20.4	5.5	2.4	8.0	16.3	10.9	40.4	14.7
<i>Echium fastuosum</i> [64]	13.7	7.5	3.0	9.7	16.2	23.8	25.5	10.9
<i>Hackelia americanum</i> [65]	32.0	6.80	1.50	20.6	17.5	12.4	19.3	10.5
<i>Lappula granulata</i> [66]	12.7	5.3	1.9	16.1	11.7	6.9	32.6	17.7
<i>Lappula intermedia</i> [66]	4.6	5.1	1.5	13.8	13.4	7.1	35.4	17.7
<i>Lappula myosotis</i> [66]	18.0	5.9	1.9	13.3	12.9	6.7	34.9	17.2
<i>Lappula squarrosa</i> [67]	12.2	10.2	7.8	12.2	13.6	7.3	27.6	17.1
<i>Lithospermum arvense</i> [63]	16.1	7.0	5.6	10.9	10.6	5.2	41.5	17.4
<i>Lithospermum incisum</i> [60]	11.8	10.0	3.0	14.0	19.0	5.5	34.0	11.0
<i>Moltkia aurea</i> [59]	10.0	6.0	3.0	16.0	19.0	10.0	36.0	16.0
<i>Rochelia disperma</i> [63]	18.0	6.0	3.0	17.0	10.0	5.0	39.0	15.0
<i>Rochelia stylaris</i> [63]	21.0	6.0	2.0	18.0	12.0	5.0	40.0	14.0
<i>Pectocarya platycarpa</i> [68]	15.0	9.5	2.9	19	17.9	15.2	19.9	12.0

**Tab. 3.** Fatty acid content of seeds of selected species from other families.

	Saponifiable oil (% of dry matter)	16:0	18:0	18:1n-9	18:2n-6	18:3n-6	18:3n-3	18:4n-3 (SA)
Aracauriaceae								
<i>Agathis robusta</i> [69]	46.0	3.4	9.3	12.3	36.9	0.5	11.0	0.2
Cannabinaceae								
<i>Cannabis sativa</i> [70]	25.0	6.0	2.3	8.6	54.3	3.9	21.7	1.91
Primulaceae								
<i>Aleuritia scotica</i> [71]	–	7.7	0.4	10.3	26.9	2.2	29.0	22.5
<i>Aleuritia farinosa</i> [71]	–	9.1	0.4	7.3	29.9	1.8	29.2	17.5
<i>Primula macrophylla</i> [72]	–	9.9	1.1	18.2	7.3	0.8	55.4	17.0
<i>Primula sikkimensis</i> [73]	17.6	9.4	0.9	27.8	23.6	3.5	11.3	14.9
Saxifragaceae								
<i>Ribes alpinum</i> [74]	18.7	5.6	1.4	18.1	39.0	9.6	22.0	4.4
<i>Ribes nigrum</i> [74]	30.0	7.0	1.5	11.0	47.0	18.0	13.0	3.0
<i>Ribes uva-crispa</i> [74]	18.0	7.5	1.0	17.0	40.0	11.0	19.5	4.5

Afbeelding 15: gehalte aan SDA (SA) in planten.

Momenteel is deze olie enkel te verkrijgen als supplement (uitzondering hennepzaadolie, maar deze olie is laag in SDA 1,91%).

Nature's Crops International heeft hierop ingespeeld en een olie geproduceerd rijk aan SDA.

Ahiflower ("Ahiflower," 2016) is een olie die bestaat uit 18 verschillende planten waaronder echium en bernagie. Het SDA gehalte in deze olie is 20%. Vergeleken met echium olie (+/- 12g) is dit een primeur.

Ahiflower kan men wel gebruiken voor koude bereidingen, maar deze is alleen maar te koop in kleine flesjes of capsules en niet beschikbaar in België.

## COMPARISON OF OMEGA-3 SOURCES

Omega-3s are called “essential” fatty acids because they are vital for metabolism, yet the human body cannot manufacture them on its own, so they must be obtained from dietary sources. However, not all sources of omega-3 fatty acids are created equal. The following chart compares various plant and marine sources to fish oil.

Sources of Omega-3 Fatty Acids →	 Fish oil	 AHIFLOWER™ oil	 Echium oil	 Blackcurrant and hemp oils	 SDA-enhanced soybean oil	 Flaxseed oil	 Microalgae oil	 Krill oil
Environmentally Sustainable	?	✓	✓	✓	✓	✓	✓	— <sup>1</sup>
Non-genetically modified organism (non-GMO)	✓	✓	✓	✓	—	✓	✓	✓
Vegetarian and Vegan	—	✓	✓	✓	✓	✓	✓	—
No concerns for heavy metals, PCBs, or other toxins	—	✓	✓	✓	✓	✓	✓	—
Rich in GLA <sup>2</sup>	—	✓	✓	✓	✓	—	—	—
Produced under <i>Crop Assured 365</i> <sup>3</sup> system of identity preservation and quality assurance <sup>iii</sup>	—	✓	✓	—	—	—	—	—
Pathway to EPA	EPA <sup>iv</sup>	SDA <sup>v</sup>	SDA	SDA	SDA	ALA <sup>vi</sup>	EPA	EPA
Contains >18% SDA	—	✓ One of the richest non-GMO plant-based sources of SDA known	—	—	✓	—	—	—

<sup>1</sup> Depletes a primary food source for marine animals.

<sup>2</sup> Gamma-linolenic acid (GLA), an omega-6 fatty acid

<sup>3</sup> Crop Assured 365<sup>®</sup> is Nature's Crops proprietary system of identity preservation and quality controls

<sup>iv</sup> Eicosapentaenoic acid (EPA)

<sup>v</sup> Stearidonic acid (SDA). Approximately 20-30% of SDA converts to EPA in the body, or up to 5 times that of ALA.

<sup>vi</sup> Alpha-linolenic acid (ALA). Less than 6% of ALA converts to EPA in the body.

Afbeelding 16: vergelijking Ahiflower met andere oliën

Een ander alternatief voor in de toekomst kan zijn dat wij dieren voederen op basis van plantaardige voeding met een hoog gehalte aan SDA om zo een hoger gehalte aan EPA te bekomen in voedingsmiddelen.

(Vb kippen voederen met hennepzaadolie voor het omega 3 gehalte in eieren te verhogen (Neijat, Suh, Neufeld, & House, 2016)).

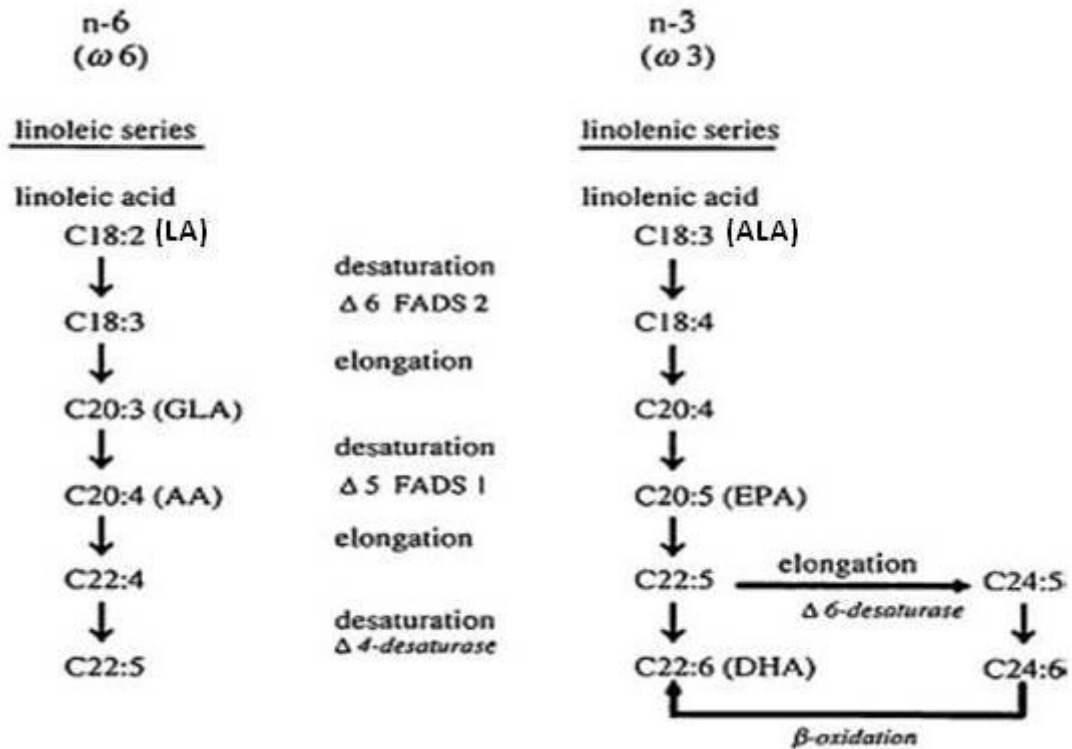
We kunnen concluderen dat voedingsmiddelen met een hoog gehalte aan SDA in de toekomst een goed alternatief kunnen zijn om EPA te vervangen.

Spijtig genoeg staat de commercialisatie van deze oliën nog niet heel ver.

Bovendien kunnen we deze olie nog niet terugvinden in België.

### 9.1.3 Omega 6: omega 3 ratio

Naast de aanbevelingen voor omega 3 vetzuren, zien we ook dat er aanbevelingen bestaan voor de omega 6 vetzuren. De omega 6 vetzuren zijn net zoals de omega 3 vetzuren poly-onverzadigde vetzuren. Bij de omega 6 vetzuren is LA (linolzuur) het essentieel vetzuur. De omzetting van essentiële vetzuur naar semi-essentiële vetzuren verloopt via dezelfde enzymen als bij omega 3 vetzuren. We kunnen hier dus zeggen dat er concurrentie is.



Afbeelding 17: Dezelfde enzymen zorgen voor de conversie van omega 3 en omega 6 (Artemis P. Simopoulos, 2011)

Omtrent de ideale verhouding van omega 6:omega 3 is er nog discussie (Artemis P. Simopoulos, 2011) en (Patterson, Wall, Fitzgerald, Ross, & Stanton, 2012), maar deze zou liggen tussen 4:1 en 1:1 (vb. 8g omega 6: 2g omega 3).

Deze verhouding is nodig voor een goede homeostase van ons lichaam. Ons huidige westers dieet voldoet hier niet aan, de verhouding is hier namelijk 15-16,7:1.

Wij consumeren dagelijks teveel aan omega 6 vetzuren, waardoor het voor ons moeilijk wordt om aan de aanbevelingen voor omega 3 te voldoen. Dit komt doordat de 2 conversies dezelfde enzymen gebruiken. Bijgevolg limiteert een hoge inname van omega 6 vetzuren de capaciteit om omega 3 vetzuren om te zetten.

PUFA gehalte (mg/100g)

	LA	ALA	AA	EPA + DHA
<b>Verzadigd</b>				
Reuzel	8600	1000	1070	
Botervet	2300	1400		
Kokosolie	1400			
Rundsvet	80			
<b>Onverzadigd</b>				
<b>(1) Mono</b>				
Pindanoot olie	23900			
Pecannoten	20600	1000		
Amandelen	9860	260		
Olijfolie	8000	950		
Advocado	1970			
<b>(2) Poly</b>				
<b>Omega-6</b>				
Saffloer olie	74000	470		
Zonnebloemolie	60200	500		
Sojaboon olie	53400	7600		
Mais olie	50000	900		
Katoenzaad olie	47800	1000		
Walnoten	34100	6800	590	
Paranoten	24900			
<b>Omega-3</b>				
Lijnzaadolie	13400	55300		
Koolzaadolie	19100	8600		
Zalm	440	550	300	1200
Tonijn	260	270	280	400
Haring	150	62	37	1700
Forel	74		30	500
Kabeljauw	4	2	3	300

\*Gehalte aan vetzuren kan verschillen naargelang de soort, afkomst en andere factoren.  
*Tabel 10: Omega 6 en omega 3 gehalte van voedingsmiddelen (Patterson et al., 2012)*

Volgens een studie van Wood et al., (2014) kan een dieet laag aan omega 6 vetzuren het gehalte aan omega 3 vetzuren in het lichaam verhogen. De studie omvatte 32 deelnemers die een dieet volgde gedurende 4 weken met minder dan 2,5 En% linolzuur, door gebruik te maken van oliën laag aan omega 6 vetzuren (zoals macademia olie en boter) en het weglaten van voeding hoog aan omega 6 vetzuren (waarbij ze geen andere richtlijnen, zoals max 10 En% verzadigde vetten, overschreden).



Dit waren de resultaten:

**Plasma phospholipid fatty acid** profile at baseline and after 4 weeks on the low LA diet (median interquartile range). All results are expressed as a percentage of the total fatty acid in plasma phospholipids.

		Baseline	Week 4
Monounsaturated fatty acids	Oleic acid (18:1n-9)	10.2 (9.6–11.5)	11.0 (9.6–11.7)
	Total Monounsaturates	13.5 (12.7–14.6)	14.5 (13.1–15.4)
Saturated fatty acids	Palmitic acid (16:0)	27.5 (26.9–28.1)	27.7 (26.7–28.7)
	Stearic acid (18:0)	13.7 (12.9–14.1)	13.5 (12.7–14.1)
n-6 PUFA	LA (18:2n-6)	21.0 (19.2–22.5)	18.6 (17.3–21.2)
	DGLA (20:3n-6)	3.05 (2.64–3.44)	3.20 (2.61–3.80)
	AA (20:4n-6)	9.7 (8.6–11.0)	9.9 (9.5–11.3)
	Total n-6 PUFA	35.1 (33.5–36.5)	33.7 (31.8–35.0)
n-3 PUFA	ALA (18:3n-3)	0.17 (0.14–0.23)	0.19 (0.15–0.22)
	<b>EPA (20:5n-3)</b>	<b>0.87 (0.80–1.18)</b>	<b>1.09 (0.83–1.34)</b>
	DPA (22:5n-3)	0.88 (0.79–1.01)	0.95 (0.78–1.12)
	<b>DHA (22:6n-3)</b>	<b>3.47 (3.01–3.90)</b>	<b>3.77 (3.33–4.26)</b>
	Total n-3 PUFA	5.53 (5.04–6.56)	6.22 (5.57–6.69)

**Erythrocyte phospholipid fatty acid** profile at baseline and after 4 weeks on the low LA diet (median interquartile range). All results are expressed as a percentage of the total fatty acid in erythrocyte phospholipids.

		Baseline	Week 4
Monounsaturated fatty acids	Oleic acid (18:1n-9)	14.4 (13.5–15.0)	14.2 (14.1–14.6)
	Total Monounsaturates	18.0 (16.6–18.4)	17.9 (17.3–18.4)
	Stearic acid (18:0)	11.4 (10.9–12.3)	11.9 (11.2–12.6)
n-6 PUFA	LA (18:2n-6)	10.6 (9.71–11.3)	9.41 (8.78–10.5)
	DGLA (20:3n-6)	1.62 (1.40–1.87)	1.61 (1.37–1.85)
	AA (20:4n-6)	13.4 (12.8–14.1)	13.3 (12.7–14.0)
	Total n-6 PUFA	29.3 (28.7–30.9)	27.9 (27.2–28.7)
n-3 PUFA	ALA (18:3n-3)	0.14 (0.13–0.15)	0.12 (0.11–0.15)
	<b>EPA (20:5n-3)</b>	<b>0.76 (0.67–0.95)</b>	<b>0.82 (0.67–0.99)</b>
	DPA (22:5n-3)	2.43 (2.19–2.66)	2.40 (2.11–2.61)
	<b>DHA (22:6n-3)</b>	<b>4.67 (4.07–5.50)</b>	<b>4.64 (4.12–5.22)</b>
	Total n-3 PUFA	8.20 (7.67–8.87)	8.01 (7.60–8.66)

Afbeelding 18: resultaten van de studie van (Wood et al., 2014)

Plasma:

	Baseline	Week 4	
EPA	0,87	1,09	+ 25%
DHA	3,47	3,77	+ 9%

Rode bloedcellen:

	Baseline	Week 4	
EPA	0,76	0,82	+ 8%
DHA	4,67	4,64	- 1%

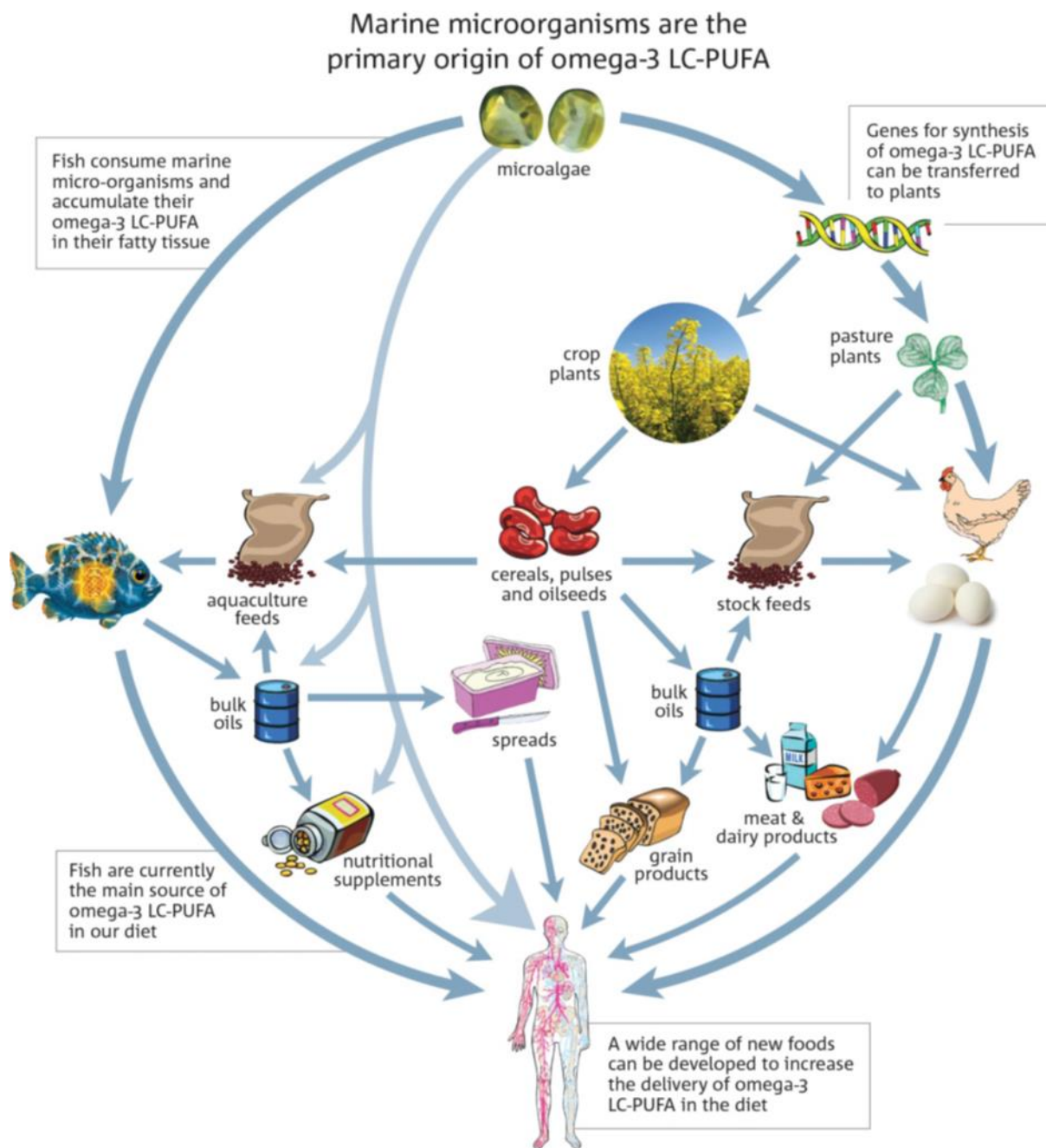
Er is hieromtrent nog wat onzekerheid. In het plasma is er inderdaad een verhoging van het gehalte aan EPA en DHA, terwijl in de rode bloedcellen dit niet is (volgens deze studie). MacIntosh et al., (2013) toonde aan dat er wel een verhoging was van het gehalte aan EPA en DHA in de rode bloedcellen. De deelnemers in deze studie volgde een dieet laag aan omega 6 vetzuren voor 12 weken, als gevolg was er een verhoging van 51% EPA en 19% DHA in de rode bloedcellen. Hieruit kunnen we afleiden dat 4 weken misschien te kort waren voor effectieve resultaten.

Hieromtrent is nog verder onderzoek nodig.

We kunnen besluiten dat het inderdaad noodzakelijk is om de ratio omega 6:omega 3 terug in balans te brengen in onze voeding. De huidige aanbevelingen raden 4-8 En% omega 6 vetzuren. De voorgaande studies hebben aangetoond dat een voeding met minder dan 2,5En% haalbaar is. Artemis P. Simopoulos, (2011) zegt ook dat de ratio 2:1 tot 1:1 het beste resultaat geeft.

Nog verder onderzoek is hierbij nodig om concrete aanbevelingen te kunnen maken over de hoeveelheid omega 6 vetzuren om het gehalte aan EPA en DHA in ons lichaam te verhogen, maar wat we wel al weten is dat we moeten streven naar een verhouding tussen 4:1 en 1:1 in onze dagelijkse voeding.

## 9.2 Mogelijke vervanging van vis in de voeding



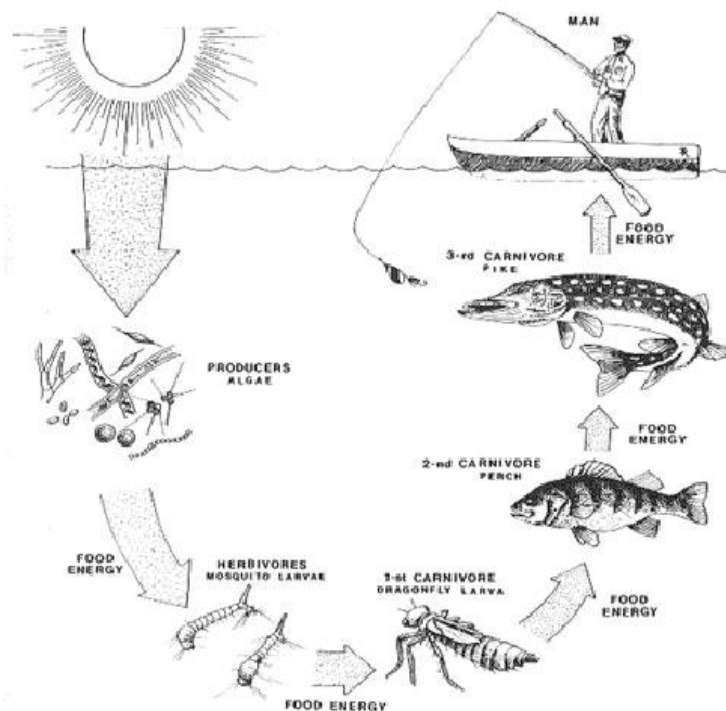
Afbeelding 19: Bronnen van PUFA's (Kitessa, Abeywardena, Wijesundera, & Nichols, 2014)

## 9.2.1 Algen

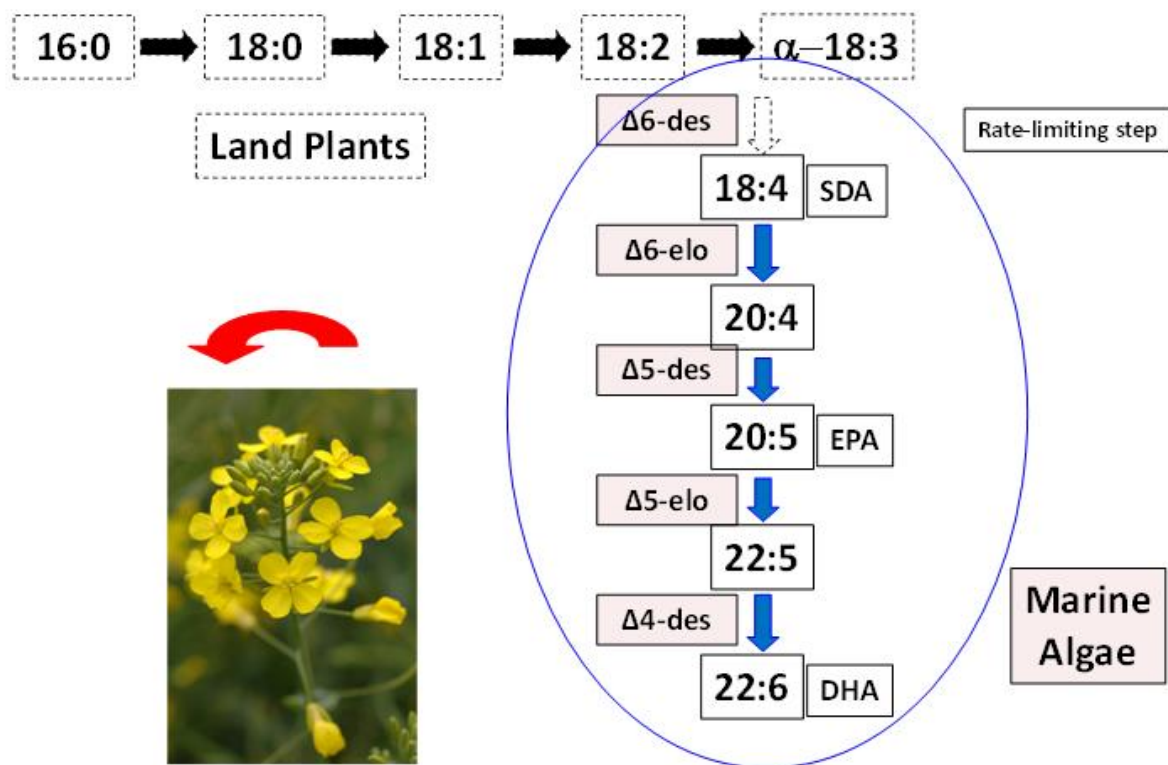
Algen zijn de basis in de voedselketen (zie afbeelding 20). Vissen halen hun omega 3 vetzuren uit deze algen en via consumptie van vis krijgen wij omega 3 vetzuren binnen. Als je het zo bekijkt, is het niet door de vis dat wij EPA en DHA in ons lichaam binnenkrijgen, maar door de algen die de vissen opeten. Algen zijn dus de primaire producenten van omega 3 vetzuren.

Er zijn 2 grote groepen algen, namelijk microalgen en macroalgen ("Algenweb.be," 2016).

- Microalgen zijn eukaryote eencelligen micro-organismen. Ze halen energie uit licht via fotosynthese. Er zijn ongeveer 50 000 soorten microalgen, waarvan er recent 30 000 zijn bestudeerd. De meest bekende/ commerciële microalgen (in België) zijn Chlorella en Spirulina. Deze zijn te koop als poeder.
- Macroalgen, bij ons bekend onder de naam zeewier, zijn macrofytische zee algen. De meeste mensen kennen zeewier door het gebruik ervan in sushi. Zeewier kan je ook onderscheiden in 3 groepen, namelijk bruin, rood en groen. De meeste bekende soorten in onze keuken zijn: nori, wakame, dulse, kombu, hiziki en agar agar. Deze kan je gedroogd of in poedervorm kopen in de winkel.



Afbeelding 20: Algen zijn de basis van de voedselketen ("Year 8 Aquatics - Port Noarlunga," 2013)



Afbeelding 21: Microalgen zetten EPA in DHA om via het enzym delta 4 desaturase. (Kitessa et al., 2014)

Hier is er geen snelheidsbeperkende stap en deze omzetting is veel efficiënter dan de omzetting in ons lichaam. (Abedi & Sahari, 2014)

Algen kunnen dus een goed alternatief zijn voor vis (+zie bijlage D). Er zijn tot op heden al enkele producenten die bezig zijn met algenolie. In België is deze nog niet te koop, wel supplementen met algenolie. Wat we wel al kunnen vinden zijn enkele producten waarin algen worden verwerkt. Maar deze zijn niet aan te raden als alternatief, aangezien het gehalte aan algen in de producten maar 0 – 5% is.

<b>Product</b>	<b>Merk</b>	<b>% algen</b>
Risotto met algen	Delhaize	2,98 (wakame)
Algenboter	Delhaize	Niet gekend
Tartar met algen	Christine Le Tennier	Niet gekend
Spaghetti met zeewier	Algamar	3 (spirulina)
Haverbiscuits met algen	Algamar	3
Rijst met linzen en algen	Algamar	5 (atlantische algen)
Quinoa zeewier	Algamar	5 (wakame)
Fleur De Miso Algen	Danival	2
Zeezout algen	Le Guerandais	5 (zeesla, dulse, Schotse bruine kelp)
Haverkoeken met algen en zwarte peper	Clearspring	2
Raw Crackers Spirulina	Culturaw Crackers	1,1 (spirulina)
Cereal bites met appel, spirulina en hennepzaad	He-be	0,3 (spirulina)
Tagliatelli van tarwe met spirulina	Primeal	2 (spirulina)
Rijst crackers met zeewier	Clearspring	1 (wakame, kombu, groene nori flakes)
Miso instant soep zeewier	Clearspring	Niet gekend (kombupoeder, wakame)
Bruine rijstnoedels met wakame	Terrasana	0,5 (wakame)

Tabel 11: resultaten warenhuisbezoek producten met algen

Wat je ook in de winkels (België) kunt vinden zijn algen (sommige) gedroogd en in poedervorm.

<b>Product</b>	<b>Merk</b>
Wakame	Clearspring Biotona
Nori	Saitaku Clearspring Biotona
kombu	Clearspring Biotona Primeal
Agar agar	Rapunzel Lima Terrasana
Spirulina	Purasana Empowered Biotona
Chlorella	Purasana Biotona

Tabel 12: merken van algen ("zeewierwinkel.nl," 2016)

We kunnen dus besluiten dat algen een goede bron kunnen zijn voor de inname van EPA en DHA, aangezien zij de enige andere organismen zijn die deze vetzuren kunnen produceren. In België is er nog te weinig commercieel beschikbaar om een goed alternatief te vormen voor vis, wel moeten we in het achterhoofd houden dat dit de oplossing kan zijn in de toekomst.

## 9.2.2 Genetische modificatie

Genetische modificatie betekent dat het genoom kunstmatig wordt veranderd op een manier die niet natuurlijk voorkomt, door middel van genen afkomstig van dezelfde soort of een andere soort. Het organisme dat genetisch gemodificeerd is noemen we dan een genetisch gemodificeerd organisme (ggo). In België wordt een ggo toegelaten wanneer het wetenschappelijk bewezen is dat een genetisch gewijzigde stof even veilig is als het niet-gewijzigde voedingsmiddel. Dit wordt ook bekeken per stof of product ("Genetisch gemodificeerde organismen," 2016).

Genetische modificatie heeft potentieel voor de productie van EPA en DHA. Dit kan bruikbaar zijn in aquacultuur, als voeding voor de vissen of rechtstreeks verrijkt in onze voeding.

Een veelbelovende plant hiervoor is camelina sativa. 45% van de vetzuren in de originele plant bestaat uit ALA. Wetenschappers hebben studies gedaan om genen toe te voegen (vb van verschillende algen) die instaan voor de synthese van omega 3 vetzuren. Uit de plant kan dan olie worden geëxtraheerd die rijk is aan omega 3.

Table 4 | Lipid content (percentage of wet weight) and fatty acid compositions (percentage of total fatty acids) of total lipid from muscle tissue (flesh) of Atlantic salmon after 7 weeks of feeding the experimental diets

	FO	WCO	ECO
Lipid content	3.3 ± 0.3	3.9 ± 0.1	3.2 ± 0.4
14:0	5.0 ± 0.1 <sup>a</sup>	1.6 ± 0.1 <sup>b</sup>	1.7 ± 0.0 <sup>b</sup>
16:0	17.3 ± 0.1 <sup>a</sup>	11.0 ± 0.1 <sup>c</sup>	12.1 ± 0.1 <sup>b</sup>
18:0	3.8 ± 0.0 <sup>b</sup>	3.4 ± 0.1 <sup>b</sup>	4.6 ± 0.1 <sup>a</sup>
20:0	0.2 ± 0.0 <sup>c</sup>	0.8 ± 0.0 <sup>b</sup>	1.1 ± 0.0 <sup>a</sup>
<b>Total saturated<sup>1</sup></b>	<b>26.9 ± 0.3<sup>a</sup></b>	<b>17.3 ± 0.2<sup>c</sup></b>	<b>20.0 ± 0.2<sup>b</sup></b>
16:1n-7	6.1 ± 0.1 <sup>a</sup>	1.9 ± 0.0 <sup>b</sup>	2.0 ± 0.1 <sup>b</sup>
18:1n-9	14.8 ± 0.3 <sup>b</sup>	19.1 ± 0.6 <sup>a</sup>	13.7 ± 0.6 <sup>b</sup>
18:1n-7	3.9 ± 0.4 <sup>a</sup>	2.4 ± 0.3 <sup>b</sup>	2.4 ± 0.0 <sup>b</sup>
20:1n-11	0.3 ± 0.0 <sup>a</sup>	0.2 ± 0.0 <sup>b</sup>	0.2 ± 0.0 <sup>ab</sup>
20:1n-9	2.6 ± 0.1 <sup>c</sup>	8.5 ± 0.2 <sup>a</sup>	4.7 ± 0.0 <sup>b</sup>
20:1n-7	0.3 ± 0.0 <sup>b</sup>	0.3 ± 0.0 <sup>a</sup>	0.3 ± 0.0 <sup>a</sup>
22:1n-11	1.9 ± 0.2	1.6 ± 0.1	1.7 ± 0.1
22:1n-9	0.3 ± 0.0 <sup>a</sup>	1.3 ± 0.0 <sup>a</sup>	0.6 ± 0.0 <sup>b</sup>
<b>Total monoenes<sup>2</sup></b>	<b>31.0 ± 0.5<sup>b</sup></b>	<b>36.1 ± 0.6<sup>a</sup></b>	<b>26.4 ± 0.6<sup>c</sup></b>
18:2n-6	5.2 ± 0.1 <sup>c</sup>	13.3 ± 0.0 <sup>b</sup>	14.5 ± 0.1 <sup>a</sup>
18:3n-6	0.2 ± 0.0 <sup>a</sup>	0.3 ± 0.0 <sup>b</sup>	0.7 ± 0.0 <sup>a</sup>
20:2n-6	0.5 ± 0.0 <sup>a</sup>	1.4 ± 0.0 <sup>b</sup>	1.7 ± 0.0 <sup>a</sup>
20:3n-6	0.3 ± 0.0 <sup>a</sup>	0.5 ± 0.0 <sup>b</sup>	1.3 ± 0.0 <sup>a</sup>
20:4n-6	0.9 ± 0.0 <sup>b</sup>	0.4 ± 0.0 <sup>c</sup>	1.7 ± 0.0 <sup>a</sup>
<b>Total n-6 PUFA<sup>3</sup></b>	<b>7.5 ± 0.2<sup>c</sup></b>	<b>16.1 ± 0.1<sup>b</sup></b>	<b>20.2 ± 0.0<sup>a</sup></b>
18:3n-3	1.8 ± 0.0 <sup>a</sup>	14.6 ± 0.2 <sup>a</sup>	7.1 ± 0.1 <sup>b</sup>
18:4n-3	1.4 ± 0.0 <sup>b</sup>	2.0 ± 0.1 <sup>a</sup>	1.1 ± 0.0 <sup>b</sup>
20:3n-3	0.2 ± 0.0 <sup>b</sup>	1.0 ± 0.0 <sup>a</sup>	0.9 ± 0.0 <sup>a</sup>
20:4n-3	1.1 ± 0.1 <sup>b</sup>	1.1 ± 0.0 <sup>b</sup>	2.4 ± 0.0 <sup>a</sup>
20:5n-3	9.3 ± 0.3 <sup>b</sup>	2.9 ± 0.1 <sup>c</sup>	10.2 ± 0.4 <sup>a</sup>
22:5n-3	3.1 ± 0.1 <sup>a</sup>	0.9 ± 0.0 <sup>b</sup>	3.0 ± 0.1 <sup>a</sup>
22:6n-3	15.8 ± 0.9 <sup>a</sup>	7.7 ± 0.5 <sup>b</sup>	8.2 ± 0.1 <sup>b</sup>
<b>Total n-3 PUFA</b>	<b>32.7 ± 0.9<sup>a</sup></b>	<b>30.2 ± 0.8<sup>b</sup></b>	<b>33.0 ± 0.6<sup>a</sup></b>
<b>Total PUFA<sup>4</sup></b>	<b>42.2 ± 0.7<sup>a</sup></b>	<b>46.6 ± 0.8<sup>b</sup></b>	<b>53.6 ± 0.6<sup>a</sup></b>
<b>Total n-3 LC-PUFA</b>	<b>29.3 ± 0.9<sup>a</sup></b>	<b>12.6 ± 0.7<sup>c</sup></b>	<b>23.8 ± 0.6<sup>b</sup></b>

Afbeelding 22: resultaat van een studie van Betancor et al., (2015) op Atlantische zalm gevoerd met dieet van visolie (FO), dieet van wilde camelina sativa (WCO) en een dieet van transgene camelina sativa (ECO).

Duur: 7 weken



	<b>FO</b>	<b>WCO</b>	<b>ECO</b>
<b>ALA</b>	1,8	14,6	7,1
<b>EPA</b>	9,3	2,9	10,2
<b>DHA</b>	15,8	7,7	8,2
<b>Totale LC PUFA</b>	29,3	12,6	23,8

Tabel 13: % van totaal vetgehalte

Na 7 weken was het gehalte van lange keten omega 3 vetzuren in spieren van de vis gevoederd met ECO hoger dan vissen gevoederd met WCO. Gehalte aan omega 3 vetzuren in vissen gevoederd met FO was, zoals we al gingen verwachten, het hoogste. Desondanks zijn vissen gevoederd met transgene planten een hoopvol alternatief voor in de toekomst.

Soja en gist bieden ook een opportuniteit voor de productie van EPA en DHA.

3 praktijkvoorbeelden die volop in ontwikkeling zijn op dit moment:

- **Monsanto:** omega 3 verrijkte sojaboonolie.  
Genetisch gemodificeerde sojaboon verrijkt met SDA (15-30%), die gebruikt kan worden in voedingsmiddelen om het gehalte EPA en DHA in het lichaam te verhogen.  
<http://www.monsanto.com/products/pages/sda-omega-3-soybeans.aspx>
- **Rothamsted Research:** Camelina sativa waarbij de omega 3 vetzuren (EPA en DHA) worden geproduceerd in de zaden zelf.  
<http://www.rothamsted.ac.uk/news-views/first-gm-oilseed-crop-produce-omega-3-fish-oils-field>
- **DuPont :** Gist dat poly-onverzadigde vetzuren kan produceren. Deze gist kan gebruikt worden als visvoer in aquacultuur.  
<http://www.dupont.com/corporate-functions/our-approach/global-challenges/food/articles/sustainable-salmon.html>
- **Northwest A&F University en the National Beef Cattle Improvement Center:** transgene runderen die omega 6 kunnen omzetten naar omega 3.  
<https://www.sciencedaily.com/releases/2015/05/150511091431.htm>

Wetenschappers zijn hier volop mee bezig om te testen en nieuwe bronnen te zoeken die potentieel kunnen bieden. Anno 2016 staat dit nog in babyschoenen, maar dit kan hoop bieden voor de toekomst.

### 9.2.3 Omega 3 verrijkte voedingsmiddelen

In hoofdstuk 9.1.1 heb ik een praktische benadering gemaakt van de theorie.

Mijn besluit was dat we bijkomend 1,7g ALA zouden moeten consumeren om 250mg EPA en DHA te bekomen in ons lichaam.

De aanbevelingen raden aan om meer dan 2,2g ALA in te nemen. Opgeteld komt dit neer op 3,9g ALA per dag.

De Hoge Gezondheidsraad heeft geen maximum toelaatbare inname vastgesteld voor ALA. De Hoge Gezondheidsraad geeft wel de aanbeveling om tussen 1,3 – 2En% omega 3 vetzuren in te nemen. Dit komt overeen met 2900-4400mg voor een persoon die gemiddeld 2000kcal inneemt per dag.

Als bovengrens baseer ik mij op die 4400mg per dag.

We kunnen deze 3,9g (3900mg) per dag halen door gebruik te maken van voedingsmiddelen die van nature rijk zijn aan ALA (zie hoofdstuk 9.1.1) of gebruik te maken van omega 3 verrijkte voedingsmiddelen.

Product	Vetgehalte (g/100g)	Waarvan verzadigd vet (g/100g)	Meer als 2/3 onverzadigd	Waarvan Omega 3 (g/100g)	Waarvan Omega 6 (g/100g)	Ratio Omega 6: omega 3
<b>Om te smeren:</b>						
Ballade omega 3 halfvol boter (met of zonder zeezout)	41	24,5	-	DHA: 0,154	n.g.	/
Becel light om te smeren	30	6	+	ALA: 3,9	12	3,08:1
Becel original om te smeren	45	9	+	ALA: 5,9	19	3,2:1
Carrefour omega 3 smeerbaar	38	8	+	2	10	5:1
Boni plantaardig product om te smeren omega 3	38	7	+	2	9	4,5:1
AH Bewust met omega 3 en 6	60	15	+	ALA: 3,5	26,5	7,6:1
AH Bewust light met omega 3 en 6	35	9	+	ALA:3	14,5	4,8:1
Vitelma smeren omega 3	38	7,1	+	5	10	2:1
Vitelma light smeren omega 3	25	4,6	+	3	4,4	1,5:1
<b>Room:</b>						
Ballade omega 3 room 19%	19,3	13,4	-	DHA: 0,085	n.g.	/

<b>Om te bakken en braden:</b>						
Delhaize bak en braad omega 3	90	17	+	5,9	18,1	3:1
Delhaize bak en braad omega 3 (vloeibaar)	82	9	+	6,4	18,6	2,9:1
Carrefour omega 3 bakken en braden	90	18	+	5,9	18,1	3:1
Becel light (vloeibaar)	56	6	+	ALA: 4,1	24	5,9:1
Becel original (vloeibaar)	82	9	+	ALA: 6,9g	31	4,5:1
Lesieur isio 4 olie	100	8	+	5,6	24	4,3:1
Vitelma bakken en braden (vloeibaar)	73	7,9	+	5,7	14,3	2,5:1
Vitelma bakken en braden	75	20	+	7	12	1,7:1
<b>Eieren:</b>						
Columbus ei	10	2,64		1,32 ALA: 1,10 EPA + DHA: 0,22	1,32	1:1
Delhaize eieren omega 3	9,6	2,4		0,404 ALA: 0,264 DHA: 0,112	n.g.	/
OVYTA eieren rijk aan omega 3	11,15	3,7		0,4 EPA+DHA: 0,12	1,3	3,2:1
Van Beek Omega 3 vrije uitloop eieren	10,5	2,4		0,876	1,5	1,7:1
<b>Varia:</b>						
Delhaize mix omega 3 brood	3,5	0,5		n.g.	n.g.	/
Delhaize brood granen omega 3	5,4			n.g.	n.g.	/
Delhaize muesli omega 3	16	1,6		2,1	n.g.	/

\* n.g. = Niet gegeven/gegevens niet beschikbaar

Tabel 14: omega 3 verrijkte voedingsmiddelen

Weekschema gemiddelde dag met visconsumptie, gebaseerd op 2000kcal

Ontbijt:

Havermout	80g	7x
Melk, halfvolle	200g	7x
Stuk fruit		7x
Koffie/thee	150ml	7x
Fruitsap	150ml	7x
Water	250ml	7x

Tussendoor:

Yoghurt, mager met fruit	125g	7x
Ei, hard gekookt	50g	3x
Water	250ml	7x

Middag:

Brood, volkoren	4 sneden	7x
Zoet beleg	30g	7x
Hartig beleg	30g (1 snede)	7x
Vb. kaas		
Rauwkost	85g	1x
Margarine	20g	7x
Water	250ml	7x

Tussendoor:

Water	250ml	7x
Peperkoek	1 snede (23g)	7x
Water	250ml	7x

Avond:

Groentesoep	250ml	7x
Aardappelen, gekookt	3 stuks	5x
Spaghetti, bereid		1x
Puree	160g	1x
Groenten, gekookt	300g	7x
Appelmoes	135g	1x
Vette vis	100g	1x
Vb. zalm		
Magere vis	100g	1x
Vb. kabeljauw		
Vlees	100g	4x
Vetstof vb olijfolie	15g	7x
Water	250ml	7x

Tussendoor:

Ijs	1 bol	1x
Gebak/koek	1 portie	1x
Fruit	1 stuk	5x
Water	250ml	7x

## Weekschema gemiddelde dag zonder visconsumptie

Ontbijt:			
	Havermout	80g	7x
	Chiazaad	5g	7x
	Melk halfvolle	200g	7x
	Stuk fruit		7x
	Koffie/thee	150ml	7x
	Fruitsap	150ml	7x
	Water	250ml	7x
Tussendoor:			
	Yoghurt, mager met fruit	125ml	7x
	Omega 3 ei (columbus)	50g	3x
	Water	250ml	7x
Middag:			
	Brood volkoren	4 sneden	7x
	Margarine/minarine met omega 3 (Vitelma smeren omega 3)	20g	7x
	Zoet beleg	30g	7x
	Hartig beleg	30g	7x
	Rauwkost	85g	1x
	Besprenkelen met lijnzaadolie	5g	1x
	Water	250ml	7x
Tussendoor:			
	Peperkoek	1 snede (23g)	3x
	Water	250ml	7x
	Melk	150ml	7x
Avond:			
	Groentesoep	250ml	7x
	Aardappelen, gekookt	3 stuks	5x
	Spaghetti bereid		1x
	Puree	160g	1x
	Groenten, gekookt	300g	7x
	Appelmoes	135g	1x
	Vlees	100g	4x
	Vegetarische vleesvervanger Vb. tofu, insectenburger (Damhert), quorn...	1 portie	2x
	Vetstof op basis van koolzaadolie of omega 3 verrijkt	15g	7x
	Water	250ml	7x
Tussendoor:			
	Fruit	1 stuk	5x
	Smoothie	250ml	1x
	Water	250ml	7x

Berekeningen gemiddelde dag weekschema belangrijkste voedingsmiddelen

	<b>Aanbevelingen</b>	Met vis	Zonder vis
Eiwitten (g)		78,7	83,3
Vit B12 (µg)	<b>4</b>	4,7	4,0
Vit D (µg)	<b>10-15</b>	4,5	4,1
vit B6 (mg)	<b>2-3</b>	1,5	1,5
vit B3 (mg)	<b>14-16</b>	15,5	16,4
Selenium (µg)	<b>70</b>	50,6	48,0
Jodium (µg)	<b>150</b>	167,5	142,3
Fosfor (mg)	<b>800</b>	1615,9	1694,7
Kalium (mg)	<b>3000-4000</b>	3708,7	3766,7
omega 3 (g)	<b>2,9-4,4</b>	2,4	4,1
Omega 6 (g)	<b>8,8-17,6</b>	15,4	11,1

Tabel 15: berekeningen weekschema's

Aanpassingen die ik in het weekschema (zonder visconsumptie) heb gemaakt om aan hetzelfde gehalte in nutriënten te bekomen als het weekschema met visconsumptie:

- Ik heb het gewoon ei vervangen door een ei verrijkt met omega 3, in dit geval heb ik gekozen voor het Columbus ei. Deze keuze heb ik gemaakt omdat de ratio omega 6:omega 3 in dit ei het beste was (1:1). De andere omega 3 verrijkte eieren zijn ook goed, maar deze vallen onder tweede keuze.
- Voor de keuze van smeervetten heb ik de gewone smeervetten vervangen door smeervet verrijkt aan omega 3. Ik heb hier gebruik gemaakt van vitelma smeervet, dit omdat deze in verhouding een goed gehalte omega 3 vetzuren bevat, bovendien is de ratio hier ook het beste. Vitelma smeervet is de beste keuze voor smeervetten.
- Voor de keuze van bereidingsvet heb ik gebruik gemaakt van omega 3 verrijkte bereidingsvetten. Bereidingsvetten op basis van koolzaadolie waarmee men kan braden en bakken zijn de beste keuzes. Hier heb ik ook de keuze gemaakt voor vitelma, omdat zijn ratio omega 6:omega 3 wederom het beste was, maar andere keuzes van bereidingsvetten zijn ook goed zolang hun ratio maar onder 5:1 liggen.
- Ook heb ik gebruik gemaakt van chiazaden en lijnzaadolie, maar andere oliën en noten kan men ook gebruiken.

- In het weekschema heb ik ook 150ml melk aan toegevoegd om het gehalte aan vitamine B12 te verhogen in de voeding. In het oorspronkelijke schema stond 200ml melk voor bij de haverhout, hier heb ik een glas (150ml) melk aan toegevoegd als tussendoortje.

Als we nu de nutriënten gaan bekijken zien we dat een voedingspatroon zonder vis iets meer eiwitten bevat, dit komt door de extra toevoeging van melk. Aangezien elk individu een aangepast eiwitbehoefte heeft, kan ik deze niet vergelijken met de aanbevelingen.

De vitamine B12 in het weekschema is door toevoeging van 150ml melk aan de aanbevelingen geraakt. Een voeding met vis bevat iets meer vitamine B12 dan een voeding zonder vis.

Vitamine D gehalte in een weekschema met vis als in een weekschema zonder vis is evenwaardig. Vitamine D kan ook in ons lichaam worden omgezet door de zon. Daarom ga ik hier niet verder meer op in.

Vitamine B6 is evenwaardig in beide weekschema's. Door genoeg variatie in onze dagdagelijkse voeding en het gebruik van verschillende graanproducten, peulvruchten, noten etc. kunnen we deze aanbeveling halen.

Vitamine B3 is in beide weekschema's goed.

Selenium is in beide schema's iets te laag, dit is net zoals vitamine B6 te wijten aan te weinig variatie die ik in mijn weekschema heb gestopt. Gebruik van verschillende soorten producten kan dit oplossen.

Jodium is rond de aanbeveling bij beiden weekschema's. In het weekschema zonder visconsumptie is deze iets te laag, maar dit kan makkelijk worden opgelost door een snufje zout te gebruiken bij de warme maaltijd.

Fosfor is in beide schema's evenwaardig.

Het gehalte aan kalium is goed.

Omtrent de omega 6:omega 3 verhouding zien we dat deze bij visconsumptie 6,4:1 is en zonder visconsumptie 2,7:1. In het weekschema met visconsumptie kwam men niet aan de aanbevelingen voor de omega 3 vetzuren. In hoofdstuk 7 heb ik aangetoond dat men 561mg EPA en DHA inneemt bij 2x per week is eten, dit wilt zeggen dat men voldoet aan de aanbevelingen voor EPA en DHA, maar niet voor ALA. Hiervoor kunnen omega 3 verrijkte smeer- en bereidingsvetten een meerwaarde bieden.

**Door gebruik te maken van omega 3 verrijkte voedingsmiddelen kunnen we een voedingspatroon creëren met nutriënten die gelijkwaardig zijn aan vis.**

*Nog enkele tips voor meer omega 3:*

- *Chiazaden toevoegen aan je yoghurt, muesli, havermout, smoothie...*
- *Omega 3 verrijkte eieren*
- *Maak gebruik van omega 3 verrijkte smeer- en bereidingsvetten (obv koolzaad e.a.)*
- *Voeg lijnzaad toe aan je salade en besprenkel met lijnzaadolie als afwerking*
- *Neem een handje walnoten*



#### 9.2.4 Insecten

Insecten zijn in het verleden al in de media gekomen omwille van hun eiwitgehalte. Zij hebben potentieel om een goede vleesvervanger te worden voor de toekomst. Momenteel vinden we al insectenburgers in België en andere landen.

Maar recentelijk hebben wetenschappers 'per ongeluk' ontdekt dat insecten ook een goede bron zijn van omega 3 vetzuren. Ongeveer 1 900 insectensoorten zijn globaal al erkend voor menselijke consumptie (Afrika, Azië en Latijn-Amerika). (Tzompa-Sosa, Yi, van Valenberg, van Boekel, & Lakemond, 2014)

In 2013 analyseerde Rumpold & Schlüter de voedingswaardesamenstelling van 236 eetbare insecten. Zij concludeerde dat insecten een goede bron zijn van eiwitten, vetten, vitaminen, mineralen en vezels. Nog een andere conclusie was dat meelwormen een vetzuursamenstelling (omega 3) hebben die vergelijkbaar is met vis.

Ook Tzompa-Sosa et al., stuitte op insecten. Haar oorspronkelijk onderzoek was om vetten te analyseren in melk. In het labo waar ze dit deed, stond er nog een restant van insectenolie, initieel gebruikt voor onderzoek naar eiwitten. Zij vergeleek de vetten in melk met de vetten in insectenolie en kwam tot de conclusie dat deze enorm veel vetzuren bevatten (zie bijlage E).

Op dit moment is zij nog bezig met te onderzoeken naar de verschillende fracties die in oliën zitten en hun eigenschappen. Ook volgt nog een risicoanalyse voor wanneer de insectenolie commercieel gaat gebruikt worden voor mens en dier. Het grote voordeel van gebruik van insecten is dat dit een duurzaam alternatief kan worden voor vis. (Wageningen university, 2016)

Hun doel is om van insectenolie een lekkere dressing te maken voor op een salade.

[https://www.youtube.com/watch?v=Yiw4Uy26ed8&feature=player\\_embedded](https://www.youtube.com/watch?v=Yiw4Uy26ed8&feature=player_embedded)

VIGeZ is ook van plan om bij de eerstvolgende herziening insecten op te nemen in de actieve voedingsdriehoek naast 'vlees, vis, eieren en vervangproducten'.

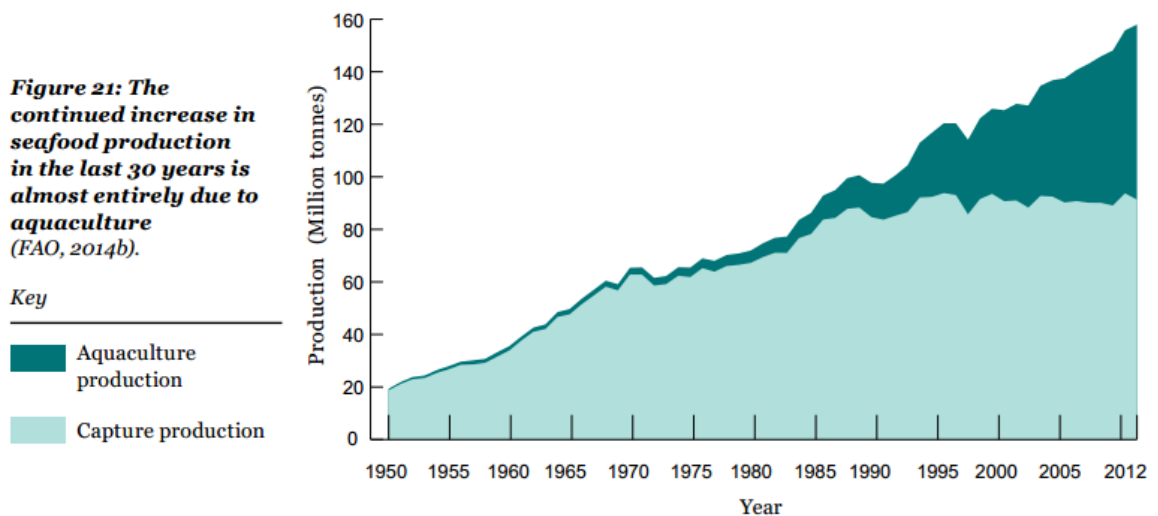
(Vigez, n.d.-b)

## 10 Duurzame vis

### 10.1 Kweekvis op basis van plantaardige voeding

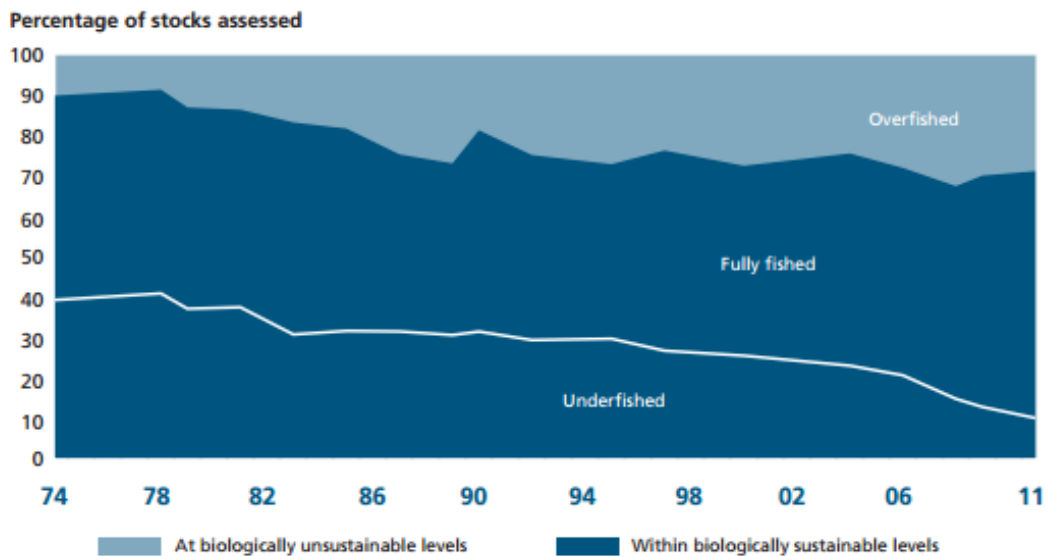
Voor 1kg gekweekte vis heeft men 3kg wilde vis nodig. 50% van de vis die we eten komt van aquacultuur. 36% van de gevangen wilde vis gaat naar het maken van visolie en -meel voor het voederen van gekweekte vis en voor voeding in de vleesindustrie. Deze 'voeder' vissen (kleinere vissoorten zoals ansjovis en sardines) zijn cruciaal voor het ecosysteem en de achteruitgang van de populatie is niet zonder gevolgen. Kleinere vissoorten dienen als voeding voor de grotere vissoorten en wanneer dit wegvalt, daalt de populatie van de grotere vissoorten. Met andere woorden heel het ecosysteem valt uit elkaar en de grotere vissen sterven uit. 90% van de roofvissen zijn momenteel al verdwenen (Dos Winkel, 2014).

Gekweekte vis is een goede oplossing om de mensen te kunnen blijven voeden met vis, maar de wijze waarop we onze kweekvissen voeden is niet duurzaam. We halen wilde vis uit de oceaan om te geven als voeding aan kweekvissen.



Afbeelding 23: evolutie van het belang van aquacultuur 1950-2012 (FAO, 2014)

## Global trends in the state of world marine fish stocks, 1974–2011



Notes: Dark shading = within biologically sustainable levels; light shading = at biologically unsustainable levels. The light line divides the stocks within biologically sustainable levels into two subcategories: fully fished (above the line) and underfished (below the line).

Afbeelding 24: evolutie van overbevissing (WWF, 2015)

Zoals je kunt zien is aquacultuur de laatste jaren belangrijker en belangrijker aan het worden. Duurzame aquacultuur kan de oplossing zijn voor in de toekomst. Met duurzaam gekweekte vis kunnen we de generaties blijven voeden na 2048. Het voornaamste probleem dat we nog moeten oplossen is de voeding die we geven aan kweekvissen.

The United States Department of Agriculture heeft de laatste 10 jaar studies gedaan naar alternatieve voeding voor gekweekte vissen. Mogelijke alternatieve diëten die bestaan uit planten, slachtafval, insecten en eencellige organismen zoals gist, bacteriën en algen. Conclusie hieruit was dat er 8 carnivore soorten kunnen overleven op deze plantaardige diëten en tegelijkertijd volwaardig kunnen zijn in hun voedingswaarde (Hoshaw, 2014).

1. Atractoscion nobilis
2. Breedbekbaars
3. Regenboogforel
4. Cobia
5. Trekzalm
6. Tonijn
7. Cohozalm
8. Atlantische zalm

Kweekvissen op basis van plantaardige voeding is de oplossing naar duurzaamheid.

In België geeft Stijn Van Hoestenberghet het voorbeeld. Hij heeft een visboerderij waar hij tijgerbaarzen kweekt op basis van plantaardige voeding. De vis in kwestie draagt de naam omegabaars (van aqua4C) en zijn voeding bestaat uit o.a. soja, maïs, lijnzaad, koolzaad en algen. Bijna alle ingrediënten komen van Europese bodem. Alleen zijn voeding al, maakt dat deze vis duurzamer is dan andere gekweekte vissen. Ook met andere aspecten van duurzaamheid houdt Stijn rekening mee, zoals dat er dankzij een doorgedreven filter- en zuiveringssysteem maar 50 liter water per kg vis nodig is (voor 1kg vlees is 7000 liter water nodig).

De omegabaars is ook een vette vis met een vetgehalte van 10,5% waarvan 20,8% omega 6 en 12,2% omega 3. Dit komt neer op een ratio van 1,7/1, ideaal dus.



Afbeelding 25: omegabaars (Meus et al., n.d.)

<http://omegabaars.be/>

Nog een ander voorbeeld vinden we in Patagonië. Empresas AquaChile en Dupont hebben een samenwerkingsakkoord gesloten en zo is de Verlasso zalm ontstaan.

Verlasso zalm is een zalm gevoederd met ratio 1:1 in plaats van 3:1. Dit wilt zeggen dat er voor 1kg verlasso zalm 1 kg wilde vis nodig heeft. 75% minder dan gewone kweekzalm. De rest van de voeding van de verlasso zalm bestaat uit genetisch gemodificeerde gist (<10%), eiwitten, olie en vitaminen. Genetisch gemodificeerde gist is in staat is om omega 3 vetzuren aan te maken op dezelfde manier als algen deze omega 3 vetzuren aanmaken.



**VERLASSO®**

<http://www.aquachile.com/en>

<http://www.verlasso.com/>

Deze 2 voorbeelden zijn al een goed begin en een voorbeeld die andere visboerderijen kunnen volgen.

## 10.2 Kiezen voor verantwoordelijke of duurzame vis

Als consument kan je bij de consumptie van vis kiezen voor verantwoordelijke of duurzame vis. Hierdoor weet je dat je niet bijdraagt aan de negatieve aspecten van visvangst. Je kan kiezen voor gekweekte vis of wilde vis. Hiervoor zijn er een aantal certificaten ontwikkeld. De consument kan, door deze certificaten, een bewuste keuze maken over welke vis hij wilt eten. Ik ga kort deze certificaten (die je in België kunt vinden) overlopen. Voor verdere info verwijs ik naar de site.

### 10.2.1 ASC: Aquaculture stewardship council



Vissen die dit keurmerk dragen zijn verantwoordelijke gekweekte vissen. Wanneer een producent dit certificaat wilt bekomen, dient hij zich te houden aan de 7 principes van het ASC:

1. Volgens wettelijke normen
2. Behoud van de natuurlijke omgeving en biodiversiteit
3. Behoud van watervoorraden
4. Behoud van diversiteit en wilde populaties (zorgen dat gekweekte vissen niet ontsnappen om zo de wilde populatie in gevaar te brengen)
5. Verantwoordelijk gebruik van voeding voor de vissen en andere bronnen
6. Dierenwelzijn (geen overbodig gebruik van antibiotica etc)
7. Sociaal welzijn (geen kinderarbeid etc)

<http://www.asc-aqua.org/>

## 10.2.2 MCS: Marine stewardship council



Marine stewardship council is een keurmerk die visserijen kunnen bekomen wanneer hun wilde vis wordt gevangen op een duurzame manier en wanneer ze geen vis vangen die overbevist is.



Afbeelding 26: MSC Fisheries Standard ("Marine stewardship council," n.d.)

Met andere woorden, vooraleer een visserij dit keurmerk kan behalen moet hij voldoen aan de 3 principes:

1. Gezond visbestand en de vissoort mag niet overbevist zijn
2. Visserij mag geen significante negatieve effecten hebben op het ecosysteem
3. Visserij moet goed beheerd worden

<https://www.msc.org>

<http://goodfish.guide/>

### 10.2.3 Viswijzer

Consumenten kunnen ook gebruik maken van een app bij de aankoop van vis. Op <http://www.goedevis.nl/> kun je de app downloaden.

Een goede vis, volgens de viswijzer, is een vis dat:

1. komt uit een goed beheerd bestand en is gevangen of gekweekt met minimale negatieve invloed op het milieu
2. is gevangen of geproduceerd onder goede en eerlijke werkomstandigheden
3. heeft een goed leven gehad en is behandeld op diervriendelijke wijze
4. is puur en gezond
5. is volledig traceerbaar tot de oorsprong

## 11 Omega 3 spread

Door al de informatie die ik verzameld heb over mijn eindwerk ben ik beginnen nadenken over wat ik zelf graag zou eten als alternatief voor vis. Hierdoor ben ik gestuit op hummus. Dit is een plantaardig broodbeleg rijk aan eiwitten en andere nutriënten. De basis is kikkererwten met olie. Kikkererwten zijn peulvruchten en daarom een goede vleesvervanger. Ik dacht als ik de kikkererwten kan combineren met lijnzaadolie en chiazaden is deze spread een 'superfood', om het in mensentaal te zeggen. Ik ben beginnen kokkerellen in de keuken en na wat proeven en wegen ben ik tot de omega 3 spread gekomen.

Gebaseerd op recept van Eva (<http://www.evavzw.be/recept/hummus>)

Voor 24g porties:

- 1 blik kikkererwten
- 10g chiazaad
- Sap van 1 citroen
- 4el hennepolie
- 3 el water
- 1 tl tzatziki dip
- Zout en peper toevoegen naar eigen smaak



1. Vermaal de chiazaden
2. Leg al de ingrediënten samen in een pot en mix met een staafmixer tot je een smeug geheel krijgt.



Voedingswaarde per  
100g:

<b>Energie (kcal)</b>	213
<b>Vetten (g)</b>	13,8
<b>Waarvan verzadigd vet (g)</b>	1,4
<b>Koolhydraten (g)</b>	13,4
<b>Eiwitten (g)</b>	5,8
<b>Zout (mg)</b>	351
<b>Omega 3 (g)</b>	6,5
<b>Omega 6 (g)</b>	2,5
<b>Ratio omega 6:omega 3</b>	1:2,6

*Tabel 16: Voedingswaarde omega 3 spread per 100g*

Deze spread bevat 6,5g omega 3 vetzuren en 2,5g omega 6 vetzuren. Dit is een ratio van 1:2,6. Als aanbeveling zou ik deze spread sporadisch gebruiken in een portie van 15-30g, dus voor 1 snede of 2 sneden brood.

Een portie van 30g bevat 1,95g ALA.

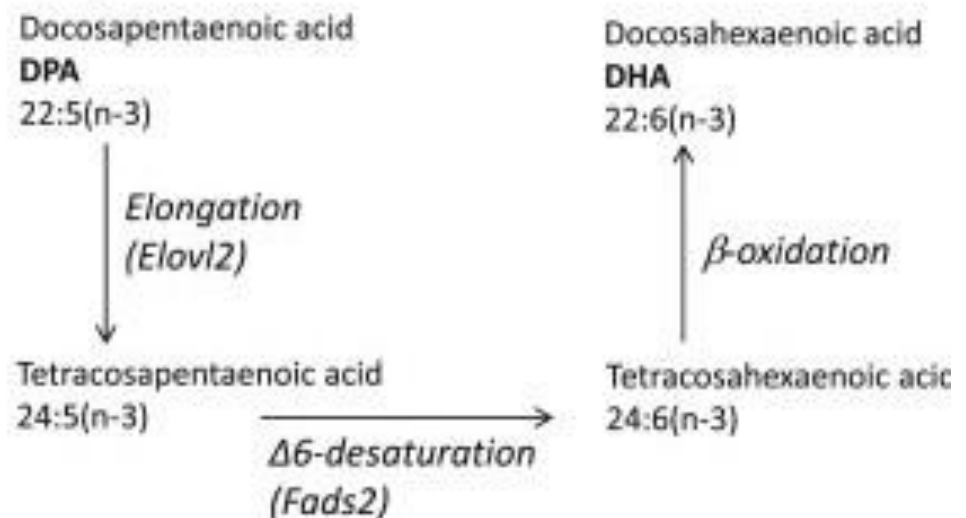
In 9.1.1 heb ik aangetoond dat men theoretisch gezien maar 1,7g ALA nodig heeft om 255mg EPA en DHA te synthetiseren in ons lichaam.

**Met andere woorden 2 sneden brood met deze spread kan theoretisch gezien genoeg visvetzuren in ons lichaam synthetiseren om aan de aanbevelingen te voldoen van de EFSA.**

## 12 De toekomst

Suggesties voor onderzoek:

1. Andere manieren zoeken om de activiteit van het enzym delta 6 desaturase te verhogen, zodat de omzetting van ALA naar EPA en EPA naar DHA efficiënter gebeurt.
2. Een alternatieve weg zoeken om DHA te synthetiseren. Zoals bij eukaryoten, zij gebruiken delta 4 desaturase hiervoor.
3. Zoeken naar een manier om enzymen te reconstrueren om omzetting van omega 6 naar omega 3 ins ons lichaam mogelijk te maken.
4. Voedingsmiddelen zoeken die DPA bevatten, zodat de omzetting van DPA naar DHA efficiënter gebeurt.



Afbeelding 27: conversie van DPA naar DHA (Artemis P. Simopoulos, 2011)

5. Onderzoeken wat de gevolgen zijn na jaren een dieet te hebben gevolgd zonder visconsumptie.

Als voorbeeld neem ik Giacomo Giorgi, crewlid van de organisatie Sea Shepherd (persoonlijke communicatie, 23 april 2016). Hij volgt al 20 jaar een dieet zonder vis en tot op de dag van vandaag ervaart hij geen negatieve effecten hiervan. Ook de maaltijden op de boten van Sea Shepherd zijn volledig veganistisch en dus zonder vis. Zij varen soms meer dan 100 dagen uit en overleven elke dag op basis van plantaardige maaltijden. De crew werkt ook lange uren, 6u werken en dan 6u slapen en dan terug 6u werken en 6u slapen, de klok rond. Dit wilt zeggen dat zij toch wel een volwaardig eetpatroon nodig hebben om al het zware werk te kunnen doen.

Dit toont aan dat er bij hem geen zichtbare, uitwendige, nadelige effecten zijn van een jarenlang dieet zonder visconsumptie.

Zoals ik in mijn eindwerk heb uitgelegd zijn er gezondheidsvoordelen die gelinkt zijn aan visconsumptie. De vraag is of we deze gezondheidsvoordelen niet kunnen verkrijgen via andere voedingsmiddelen of combinatie voeding en beweging.

Om dit te weten te komen zou het interessant zijn om een studie te doen die de (nadelige) effecten meet van een dieet zonder vis (voor minstens 20 jaar).

[www.seashepherd.be](http://www.seashepherd.be)  
[www.seashepherd.org](http://www.seashepherd.org)

6. Plantaardige voeding voor alle kweekvissen zodat er geen wilde vis meer nodig is in de aquacultuur.

## 13 Conclusie

De zoektocht in mijn eindwerk heeft mij doen realiseren dat er belangrijke nutriënten zijn in vis die essentieel zijn voor onze gezondheid. Hierover is er nog heel wat onduidelijkheid en tegenstrijdigheid in de wetenschappelijke literatuur. Verder onderzoek is nodig en zal hier ook meer duidelijkheid in geven.

Ook heb ik gezien dat er geen consensus is over de aanbevelingen omtrent EPA en DHA. Daarom heb ik volgende richtlijn voorgesteld:

**‘1 keer in de 2 weken vette vis, aangevuld met voedingsmiddelen die een bron zijn van ALA. En een verhouding omega 6:omega 3 van 4:1 tot 1:1 in onze dagdagelijkse voeding.’**

Ook heb ik mij gerealiseerd dat wij anno 2016 nog in babyschoentjes staan omtrent alternatieven voor vis.

We hebben al een goede start gemaakt door te kijken naar de mogelijkheden om algen, insecten en oliën rijk aan ALA en SDA commercieel te maken.

Een ander goed begin is dat we aan het onderzoeken zijn of we onze kweekvissen niet kunnen voederen op basis van plantaardige voeding (Stijn van Hoestenberghé is hierin een primeur). Ook het voederen van dieren met genetisch gemodificeerde planten is veelbelovend. Hieromtrent is nog een heel debat, dus deze moeten we voorzichtig zien te implementeren.

Meer en meer merken we een mentaliteitsverandering waardoor mensen kiezen voor duurzame vis. De viswijzer is hiervoor een goed hulpmiddel.

De volgende stap die we nu moeten nemen is de afweging tussen visconsumptie zoals we nu mee bezig zijn en visconsumptie op een duurzame manier. Zodat we de kans kunnen geven aan de oceaan om zich te herstellen, opdat er voor de generaties achter ons nog genoeg vis over is in de oceaan.

“With every drop of water you drink,  
every breath you take,  
**you’re connected to the sea.**

No matter where on earth you live.”

- Sylvia Earle

## 14 Bijlagen

Bijlage A: Gemiddelde EPA en DHA gehalte in verschillende vissoorten (Delarue & Guriec, 2014)

Type	DHA (g/100g)	EPA (g/100g)	DHA+EPA (g/100g)	Ratio (DHA:EPA)
Tuna	1.141	0.363	1.504	3.1:1.0
Anchovy	0.911	0.538	1.449	1.7:1.0
Salmon				
Atlantic, farmed	1.457	0.690	2.147	2.1:1.0
Atlantic, wild	1.429	0.411	1.840	3.5:1.0
Chinook	0.727	1.010	1.737	1.0:1.4
Sockeye	0.700	0.530	1.230	1.3:1.0
Mackerel, Atlantic	0.699	0.504	1.203	1.4:1.0
Menhaden	1.19	1.84	3.03	1.0:1.54
Herring, Atlantic	1.105	0.909	2.014	1.2:1.0
Trout				
Rainbow, farmed	0.820	0.334	1.154	2.5:1.0
Rainbow, wild	0.520	0.468	0.988	1.1:1.0
Halibut	0.374	0.091	0.465	4.1:1.0
Cod	0.154	0.004	0.158	38.5:1.0
Haddock	0.162	0.076	0.238	2.1:1.0
Catfish				
Channel, farmed	0.128	0.049	0.177	2.6:1.0
Channel, wild	0.137	0.100	0.237	1.4:1.0
Swordfish	0.681	0.087	0.768	7.8:1.0
Grouper	0.213	0.035	0.248	6.1:1.0
Shrimp	0.144	0.171	0.315	1.0:1.2

## Bijlage B

## Bijlage C

Voorbeelden van merken die alternatieve oliën produceren voor in de keuken te gebruiken:

- **Amanprana** Eicosan Perilla Omega 3-6-9
- **Inca Inchi** Sacha inchi olie
- **Graines de curieux** cameline olie
- **Hemp** hennepolie
- **Biona** Biologische Hennepolie
- **Natufood** Hennepzaadolie
- **Bio planète** Omega+ Combinatie van 5 oliën
- **Lesieur** Isio 4



Bijlage D: Algen die veelbelovend zijn voor hun productie van EPA, DHA en ALA (Abedi & Sahari, 2014)

Table 2. Selected microorganisms for polyunsaturated fatty acid production.			Table 2. Continued.		
PUFA	Strain	Reference	PUFA	Strain	Reference
AA	<b>Bacteria, fungi</b>		EPA	<b>Bacteria, fungi</b>	
	<i>Mortierella alpine</i>	Horrobin (1995)		<i>Mortierella alpine</i>	Horrobin (1995)
	<i>Conidiobolus nanodes</i>	Ratledge and Wilkinson (1988)		<i>Mortierella elongate</i>	Radwan (1991)
	<i>Entomophthora exitalis</i>	Leman (1997)		<i>Pythium ultimum</i>	Shimizu and Jareonkitmongkol (1995)
	<i>Blastocladia emersonii</i>	Sessler and Ntambi (1998)		<i>Shewanella putrefaciens</i>	Eroshin et al. (1996)
	<b>Microalgae</b>			<b>Microalgae</b>	
	Chrysophyceae <i>Monochrysis lutheri</i>	Yongmanitchai and Ward (1989)		Chrysophyceae ( <i>Monochrysis lutheri</i> )	Yongmanitchai and Ward (1989)
	<i>Pseudopedinella</i> sp.	Yongmanitchai and Ward (1989)		<i>Pseudopedinella</i> sp.	Yongmanitchai and Ward (1989)
	<i>Coccolithus huxleyi</i>	Yongmanitchai and Ward (1989)		<i>Coccolithus huxleyi</i>	Yongmanitchai and Ward (1989)
	<i>Cricosphaera carterae</i>	Yongmanitchai and Ward (1989)		<i>Cricosphaera carterae</i>	Yongmanitchai and Ward (1989)
	<i>C. elongata</i>	Yongmanitchai and Ward (1989)		<i>C. elongata</i>	Yongmanitchai and Ward (1989)
	Eustigmatophyceae <i>Monodus subterraneus</i>	Qiang et al. (1997)		<i>Isochrysis galbana</i>	Molina Grima et al. (1992)
	<i>N. salina</i>	Yongmanitchai and Ward (1989)		Eustigmatophyceae <i>Monodus subterraneus</i>	Qiang et al. (1997)
	Prasinophyceae ( <i>Hetermastrix rotunda</i> )	Yongmanitchai and Ward (1989)		<i>Nannochloropsis</i> sp.	Sukenik (1991)
	Chlorophyceae <i>Chlorella minutissima</i>	Seto et al. (1984)		<i>Nannochloris</i> sp.	Yongmanitchai and Ward (1989)
	<i>Parietochloris incisa</i>	Bigogno et al. (2002)		<i>N. salina</i>	Yongmanitchai and Ward (1989)
	Cryptophyceae ( <i>Cryptomonas maculate</i> )	Yongmanitchai and Ward (1989)		Prasinophyceae <i>Hetermastrix rotunda</i>	Yongmanitchai and Ward (1989)
	Bacillariophyceae ( <i>Thalassiosira pseudonana</i> )	Cobelas and Lechado (1989)		Chlorophyceae <i>Chlorella minutissima</i>	Seto et al. (1984)
	Dinophyceae ( <i>Amphidinium carteri</i> )	Cobelas and Lechado (1989)		<i>Parietochloris incisa</i>	Bigogno et al. (2002)
	Phaeophyceae <i>Desmarestia acculeata</i>	Pohl and Zurheide (1979)		Cryptophyceae <i>Chromonas</i> sp.	Renaud et al. (1999)
	<i>Dictyopteris membranacea</i>	Hofman and Eichenberger (1997)		<i>Cryptomonas maculate</i>	Yongmanitchai and Ward (1989)
	<i>Ectocarpus fasciculatus</i>	Makewicz et al. (1997)		<i>Cryptomonas</i> sp.	Yongmanitchai and Ward (1989)
	Prasinophyceae ( <i>Ochromonas danica</i> )	Vogel and Eichenberger (1992)		<i>Rhodomonas</i> sp.	Renaud et al. (1999)
	Rhodophyceae <i>Gracilaria confervoides</i>	Pohl and Zurheide (1979)		Bacillariophyceae <i>Thalassiosira pseudonana</i>	Bigogno et al. (2002)
	<i>Phycodrys sinuosa</i>	Pohl and Zurheide (1979)		<i>Phaeodactylum tricornutum</i>	Guedes et al. (2011)
	<i>Porphyridium cruentum</i> 1380-1a	Cohen (1990)		Phaeophyceae <i>Desmarestia acculeata</i>	Pohl and Zurheide (1979)
	<b>Diatom</b>			<i>Dictyopteris membranacea</i>	Hofman and Eichenberger (1997)
	<i>Asterionella japonica</i>	Yongmanitchai and Ward (1989)		<i>Ectocarpus fasciculatus</i>	Pohl and Zurheide (1979)
	<i>Amphora colleeformis</i>	Renaud et al. (1999)		Rhodophyceae <i>Phycodrys sinuosa</i>	Pohl and Zurheide (1979)
	<i>Chaetoceros</i> sp.	Renaud et al. (1999)		<i>Porphyridium cruentum</i> 1380-1a;	Cohen (1990)
	<i>Fragilaria pinnata</i>	Renaud et al. (1999)		Pymnesiophyceae ( <i>Pavlova luteri</i> )	Guedes et al. (2011)
	<i>Navicula saprophila</i>	Kitano et al. (1997)			
	<i>Nitzschia laevis</i>	Wen and Chen (2000)			

**Table 2.** Continued.

PUFA	Strain	Reference
	<b>Diatom</b>	
	<i>Asterionella japonica</i>	Yongmanitchai and Ward (1989)
	<i>Amphora coffeaformis</i>	Renaud et al. (1999)
	<i>Biddulphia sinensis</i>	Yongmanitchai and Ward (1989)
	<i>Chaetoceros</i> sp.	Renaud et al. (1999)
	<i>Fragilaria pinnara</i>	Renaud et al. (1999)
	<i>Navicula incerta</i>	Tan and Johns (1996)
	<i>Navicula pelliculosa</i>	Tan and Johns (1996)
	<i>Navicula saprophila</i>	Kitano et al. (1997)
	<i>Nitzschia closterium</i>	Renaud et al. (1994)
	<i>Nitzschia frustulum</i>	Renaud et al. (1994)
	<i>Nitzschia laevis</i>	Wen and Chen (2000)
	<i>Phaeodactylum tricornutum</i>	Yongmanitchai and Ward (1991)
	<i>Skeletonema costatum</i>	Blanchemain and Grizeau (1999)
DHA	<b>Bacteria, fungi</b>	
	Schyzotrichium SR21,	Ratledge (1989)
	Cryptocodium cohnii	
	Schyzochytrium aggregatum,	
	Thraustochytrium roseum	
	Thraustochytrium aureum,	
	Vibrio spp.,	
	Rhodopseudomonas spp.	
	<b>Microalgae</b>	
	Chrysophyceae ( <i>Isochrysis galbana</i> )	Molina Grima et al. (1992)
	Prasinophyceae ( <i>Hetermastrix rotunda</i> )	Yongmanitchai and Ward (1989)
	Cryptophyceae	
	<i>Chromonas</i> sp.	Renaud et al. (1999)
	<i>Cryptomonas</i> sp.	Yongmanitchai and Ward (1989)
	<i>Rhodomonas</i> sp.	Renaud et al. (1999)
	Dinophyceae ( <i>Amphidinium carteri</i> )	Cobelas and Lechado (1989)
	Prymnesiophyceae ( <i>Pavlova lutei</i> )	Guedes et al. (2011)
	<b>Diatom</b>	
	<i>Asterionella japonica</i>	Yongmanitchai and Ward (1989)
	<i>Amphora coffeaformis</i>	Renaud et al. (1999)
	<i>Biddulphia sinensis</i>	Yongmanitchai and Ward (1989)
	<i>Chaetoceros</i> sp.	Renaud et al. (1999)
	<i>Cylindrotheca fusiformis</i>	Tan and Johns (1996)
	<i>Fragilaria pinnara</i>	Renaud et al. (1999)

Bijlage E: Vetzuursamenstelling (g/100g) van 4 insecten (Tzompa-Sosa et al., 2014).

**Table 2**  
Fatty acid composition (g/100 g) of lipids extracted from four insect species (mean  $\pm$  S.D.). Lipids were extracted with an aqueous and two organic solvent lipid extraction methods (N = 2).

Fatty acid	Feed		<i>Tenebrio molitor</i>			<i>Alphitobius diaperinus</i>			<i>Acheta domesticus</i>			<i>Blaptica dubia</i>		
	A <sup>a</sup>	B <sup>b</sup>	Soxhlet <sup>c</sup>	Folch	Aqueous	Soxhlet <sup>c</sup>	Folch	Aqueous	Soxhlet <sup>c</sup>	Folch	Aqueous	Soxhlet <sup>c</sup>	Folch	Aqueous
C12:0	0.89	0	0.23	0.14	0.28	0	0	0	0.30	0.16	0.27	0.16	0.00	0.20
C14:0	0.96	0	3.11	3.18	3.60	0.65	0.63	0.73	1.80	1.55	1.65	1.05	1.12	1.22
C16:0	17.21	12.60	18.52	17.31	17.96	25.18	23.33	24.68	25.99	23.69	24.81	18.05	20.18	19.30
C16:1 trans 9	0	0	0.70	0.69	0.65	0.74	0.70	0.83	0.68	0.60	0.75	0.23	0.09	0.26
C16:1 cis9	0.59	0	2.09	2.05	2.25	0.22	0.11	0.26	2.09	1.78	2.04	5.17	4.95	5.51
C17:0 anteiso	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.05
C17:0	0	0	0	0	0	0.40	0.39	0.39	0.20	0.11	0	0.21	0.12	0.22
C17:1 cis9	0	0	0	0	0.10	0	0	0.06	0	0	0	0.18	0.09	0.18
C18:0	1.40	2.80	2.43	2.82	2.53	8.55	8.65	7.78	6.09	6.76	4.61	3.71	4.27	3.67
C18:1 trans 11	0	0	0	0	0	0	0	0	0.21	0.12	0.23	0	0	0
C18:1 cis9 / C-18:1 trans 12	15.43	25.17	49.50	49.15	49.15	38.49	37.35	39.20	29.14	26.63	30.23	51.38	51.51	49.48
C18:1 trans 15 / C-18:1 cis11	1.07	1.04	0.22	0.12	0.23	0.34	0.17	0.37	0.82	0.81	0.77	0.61	0.58	0.61
C18:2 cis9,12 ( $\omega$ -6)	54.99	53.76	21.82	23.35	21.67	23.28	26.79	23.61	29.11	34.35	31.80	17.36	15.65	17.62
C18:2 cis9, trans 11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.15	0.08	0.18
C18:3 cis6,9,12 ( $\omega$ -6)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.10	0
C18:3 cis9,12,15 ( $\omega$ -3)	5.61	4.50	0.84	0.85	0.89	1.14	1.14	1.24	1.56	1.59	1.74	1.24	1.05	1.28
C20:0	0	0.17	0	0	0	0.38	0.36	0.37	0	0.09	0	0.14	0.08	0.14
C20:1 cis11	0.61	0	0	0	0.05	0	0	0	0	0.06	0	0	0	0.12
C20:4 cis5,8,11,14 ( $\omega$ -6)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.09	0	0	0	0
C20:3 cis11,14,17 ( $\omega$ -3)	0	0	0	0	0	0	0.08	0	0	0	0	0	0	0
C20:5 cis5,8,11,14,17 ( $\omega$ -3, EPA)	0.77	0	0	0	0	0	0	0	0.64	0.46	0.75	0	0	0
C22:6 cis4,7,10,13,16,19 ( $\omega$ -3, DHA)	0.49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total SFA	20.45	15.56	24.28	23.52	24.43	35.14	33.35	34.05	34.37	32.35	31.33	23.30	25.77	24.78
Total USFA	79.55	84.45	75.17	76.21	74.99	64.19	66.33	65.55	64.23	66.48	68.28	76.31	74.08	75.22
Total CLA FA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.15	0.08	0.18
Total $\omega$ -3 FA	6.87	4.50	0.84	0.86	0.89	1.14	1.22	1.24	2.20	2.04	2.48	1.24	1.05	1.28
Total $\omega$ -6 FA	54.99	53.76	21.82	23.35	21.67	23.28	26.79	23.61	29.11	34.44	31.80	17.36	15.74	17.62
Total MUFA	17.69	26.20	52.51	52.01	52.43	39.77	38.31	40.70	32.92	29.99	34.01	57.56	57.21	56.14
Total PUFA	61.86	58.25	22.66	24.20	22.56	24.42	28.01	24.85	31.31	36.48	34.28	18.75	16.88	19.08
ratio $\omega$ -6/ $\omega$ -3	8.00	11.96	25.98	27.15	24.35	20.42	21.96	19.04	13.26	16.85	12.82	14.06	14.95	13.76
Total unknown	0	0	0.56	0.27	0.58	0.67	0.32	0.41	1.41	1.17	0.39	0.39	0.15	0

Values are means of duplicate analysis.

<sup>a</sup> Feed A—*Tenebrio molitor* and *Alphitobius diaperinus*.

<sup>b</sup> Feed B—*Acheta domesticus* and *Blaptica dubia*.

<sup>c</sup> Petroleum ether was used as solvent for extraction of lipids.

## 15 Bibliografie

- Abedi, E., & Sahari, M. A. (2014). Long-chain polyunsaturated fatty acid sources and evaluation of their nutritional and functional properties. *Food Science & Nutrition*, 2(5), 443–63. <http://doi.org/10.1002/fsn3.121>
- Ahiflower. (2016). Retrieved February 12, 2016, from <http://ahiflower.com/>
- Algenweb.be. (2016). Retrieved from <http://www.algenweb.be/>
- Aquascope. (2015). Who steals your fish?, 1–6. Retrieved from <http://aquascope.org/>
- Barceló-Coblijn, G., & Murphy, E. J. (2009). Alpha-linolenic acid and its conversion to longer chain n-3 fatty acids: Benefits for human health and a role in maintaining tissue n-3 fatty acid levels. *Progress in Lipid Research*, 48(6), 355–374. <http://doi.org/10.1016/j.plipres.2009.07.002>
- Berti, M., Johnson, B. L., Dash, S., Fischer, S., Wilckens, R., & Hevia, F. (2007). Echium : A Source of Stearidonic Acid Adapted to the Northern Great Plains in the US. *Issues in New Crops and New Uses*, (C), 120–125.
- Betancor, M. B., Sprague, M., Usher, S., Sayanova, O., Campbell, P. J., Napier, J. A., & Tocher, D. R. (2015). A nutritionally-enhanced oil from transgenic *Camelina sativa* effectively replaces fish oil as a source of eicosapentaenoic acid for fish. *Scientific Reports*, 5, 8104. <http://doi.org/10.1038/srep08104>
- Burdge, G. C. (2006). Metabolism of ??-linolenic acid in humans. *Prostaglandins Leukotrienes and Essential Fatty Acids*, 75(3), 161–168. <http://doi.org/10.1016/j.plefa.2006.05.013>
- Chirinos, R., Zuloeta, G., Pedreschi, R., Mignolet, E., Larondelle, Y., & Campos, D. (2013). Sacha inchi (*Plukenetia volubilis*): A seed source of polyunsaturated fatty acids, tocopherols, phytosterols, phenolic compounds and antioxidant capacity. *Food Chemistry*, 141(3), 1732–1739. <http://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.04.078>
- Ciftci, O. N., Przybylski, R., & Rudzińska, M. (2012). Lipid components of flax, perilla, and chia seeds. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 114(7), 794–800. <http://doi.org/10.1002/ejlt.201100207>
- Cohen, D. (2012). The Sixth Extinction, 1–11.
- Corn gromwell. (n.d.). Retrieved March 17, 2016, from [http://www.niab.com/pages/id/319/Corn\\_Gromwell](http://www.niab.com/pages/id/319/Corn_Gromwell)
- De standaard. (2015). Mariene fauna op veertig jaar bijna gehalveerd.
- Delarue, J., & Guriec, N. (2014). Opportunities to enhance alternative sources of long-chain n-3 fatty acids within the diet. *The Proceedings of the Nutrition Society*, (Supplemental), 1–9. <http://doi.org/10.1017/S0029665114000123>
- Dos Winkel. (2014). *De huilende zee*. Succesboeken.
- EFSA Panel on Dietetic Products Nutrition and Allergies (NDA). (2010). Scientific Opinion on Dietary Reference Values for fats, including saturated fatty acids, polyunsaturated fatty acids, monounsaturated fatty acids, trans fatty acids, and cholesterol. *EFSA Journal*, 8(3), 1461 [107 pp.]. <http://doi.org/10.2903/j.efsa.2010.1461>
- FAO. (2014). *The state of world fisheries and aquaculture*. Food and Agriculture Organization of the United Nations (Vol. 2014). <http://doi.org/92-5-105177-1>
- Genetisch gemodificeerde organismen. (2016). Retrieved from [http://www.belgium.be/nl/gezondheid/gezond\\_leven/voeding/voedselveiligheid/ggo/](http://www.belgium.be/nl/gezondheid/gezond_leven/voeding/voedselveiligheid/ggo/)
- Gent, U., Economie, F., & Bedrijfskunde, E. N. (2010). De commercialisatie van omega-3 vetzuren uit algen.
- Goed. (2014). Global recommendations for EPA and DHA intake, (April), 1–20. Retrieved from <http://www.goedomega3.com/>
- Guil-Guerrero, J. L. (2007). Stearidonic acid (18:4n-3): Metabolism, nutritional importance, medical uses and natural sources. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 109(12), 1226–1236. <http://doi.org/10.1002/ejlt.200700207>
- Het Wetenschappelijk Instituut Volkgezondheid. (2006). *De Belgische Voedselconsumptiepeiling 1 -2004*.
- Hoge Gezondheidsraad. (2009). *Gezondheidsraad Voedingsaanbevelingen voor België*. Hoge Gezondheidsraad.
- Hoshaw, L. (2014). The Key to Sustainable Fish Farming? Vegetarian Fish. Retrieved from <http://ww2.kqed.org/quest/2014/02/13/vegetarian-farmed-fish-may-be-key-to-sustainable-aquaculture/>

- Ian Givens, D., & Gibbs, R. a. (2008). Current intakes of EPA and DHA in European populations and the potential of animal-derived foods to increase them. *The Proceedings of the Nutrition Society*, 67(3), 273–280. <http://doi.org/10.1017/S0029665108007167>
- James, M. J., Ursin, V. M., & Cleland, L. G. (2003). Metabolism of stearidonic acid in human subjects : comparison with the metabolism of other n-3 fatty acids 1 – 3, 1140–1145.
- Kitessa, S. M., Abeywardena, M., Wijesundera, C., & Nichols, P. D. (2014). DHA-containing oilseed: A timely solution for the sustainability issues surrounding fish oil sources of the health-benefitting long-chain omega-3 oils. *Nutrients*, 6(5), 2035–2058. <http://doi.org/10.3390/nu6052035>
- MacIntosh, B. a, Ramsden, C. E., Faurot, K. R., Zamora, D., Mangan, M., Hibbeln, J. R., & Mann, J. D. (2013). Low-n-6 and low-n-6 plus high-n-3 diets for use in clinical research. *The British Journal of Nutrition*, 110(3), 559–68. <http://doi.org/10.1017/S0007114512005181>
- Maki, K. C., & Rains, T. M. (2012). Stearidonic acid raises red blood cell membrane eicosapentaenoic acid. *Journal of Nutrition*, 142(3), 626–629. <http://doi.org/10.3945/jn.111.153858.FIGURE>
- Marine stewardship council. (n.d.). Retrieved from <https://msc.org/>
- Martins, D. A., Custodio, L., Barreira, L., Pereira, H., Ben-Hamadou, R., Varela, J., & Abu-Salah, K. M. (2013). Alternative sources of n-3 long-chain polyunsaturated fatty acids in marine microalgae. *Marine Drugs*, 11(7), 2259–2281. <http://doi.org/10.3390/md11072259>
- Meus, J., Dierickx, T., Club, F., Zeeuwse, D., Scherp, M., Biosystemen, D., & Iva-vlaanderen-nederland, I. (n.d.). Topchefs bereiden nieuwe duurzame vis gekweekt in Leuven.
- Monsanto. (n.d.). Omega-3 Enriched Soybean Oil : An Effective Means of Enriching the Body with. Retrieved from [www.monsanto.com](http://www.monsanto.com)
- Mozaffarian, D., Appel, L. J., & Van Horn, L. (2011). Components of a cardioprotective diet: New insights. *Circulation*, 123(24), 2870–2891. <http://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.110.968735>
- Mozaffarian, D., & Wu, J. (2012). ( n-3 ) Fatty Acids and Cardiovascular Health : Are Effects of EPA and DHA Shared or Complementary? *The Journal of Nutrition*, 142, 614S–625S. <http://doi.org/10.3945/jn.111.149633.PUFA>
- Mozaffarian, D., & Wu, J. H. Y. (2011). Omega-3 fatty acids and cardiovascular disease: Effects on risk factors, molecular pathways, and clinical events. *Journal of the American College of Cardiology*, 58(20), 2047–2067. <http://doi.org/10.1016/j.jacc.2011.06.063>
- Neijat, M., Suh, M., Neufeld, J., & House, J. D. (2016). Hempseed Products Fed to Hens Effectively Increased n-3 Polyunsaturated Fatty Acids in Total Lipids, Triacylglycerol and Phospholipid of Egg Yolk. *Lipids*, 51(5), 601–14. <http://doi.org/10.1007/s11745-015-4088-7>
- NEVO. (2013). Retrieved May 20, 2016, from <http://nevo-online.rivm.nl/Default.aspx>
- Panel, E., & Nda, A. (2011). Scientific Opinion on the substantiation of health claims related to docosahexaenoic acid ( DHA ), eicosapentaenoic acid ( EPA ) and gamma-linolenic acid ( GLA ) and contribution to normal cognitive function ( ID 532 ) and maintenance of normal bone ( ID , 9(1924), 1–16. <http://doi.org/10.2903/j.efsa.2011.2224>.
- Patterson, E., Wall, R., Fitzgerald, G. F., Ross, R. P., & Stanton, C. (2012). Health implications of high dietary omega-6 polyunsaturated Fatty acids. *Journal of Nutrition and Metabolism*, 2012, 539426. <http://doi.org/10.1155/2012/539426>
- Rumpold, B. A., & Schlüter, O. K. (2013). Nutritional composition and safety aspects of edible insects. *Molecular Nutrition & Food Research*, 57(5), 802–23. <http://doi.org/10.1002/mnfr.201200735>
- Simopoulos, A. P. (2004). Omega-3 fatty acids and antioxidants in edible wild plants. *Biological Research*, 37(2), 263–277. <http://doi.org/10.4067/S0716-97602004000200013>
- Simopoulos, A. P. (2011). Evolutionary aspects of Diet: The omega-6/omega-3 ratio and the brain. *Molecular Neurobiology*, 44(3), 203–215. <http://doi.org/10.1007/s12035-010-8162-0>
- Simopoulos, A. P., Norman, H. A., Gillaspay, J. E., & Duke, J. A. (1992). Common purslane: a source of omega-3 fatty acids and antioxidants. *Journal of the American College of Nutrition*, 11(4), 374–382. <http://doi.org/10.1080/07315724.1992.10718240>

- Surette, M. E. (2013). Dietary omega-3 PUFA and health: Stearidonic acid-containing seed oils as effective and sustainable alternatives to traditional marine oils. *Molecular Nutrition and Food Research*, 57(5), 748–759. <http://doi.org/10.1002/mnfr.201200706>
- Tzompa-Sosa, D. A., Yi, L., van Valenberg, H. J. F., van Boekel, M. A. J. S., & Lakemond, C. M. M. (2014). Insect lipid profile: Aqueous versus organic solvent-based extraction methods. *Food Research International*, 62, 1087–1094. <http://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.05.052>
- Vanhauwaert, E. (2012). *De actieve voedingsdriehoek. Vigez* (Vol. 1). Retrieved from <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/cbdv.200490137/abstract>
- Vega. (n.d.). Retrieved from <https://myvega.com/>
- Vigez. (n.d.-a). Vetten. Retrieved April 1, 2016, from <http://www.vigez.be/themas/voeding-en-beweging/voedingsstoffen/vetten>
- Vigez. (n.d.-b). Vlees, vis, eieren en vervangproducten.
- Vigez. (2016). Vigez thuis in gezond leven. Retrieved February 2, 2016, from <http://www.vigez.be>
- Wageningen university. (2016). Insecten duurzame bron van omega 3, 3–5. Retrieved from <http://www.wageningenur.nl>
- Walker, C. G., Jebb, S. A., & Calder, P. C. (2013). Stearidonic acid as a supplemental source of ??-3 polyunsaturated fatty acids to enhance status for improved human health. *Nutrition*, 29(2), 363–369. <http://doi.org/10.1016/j.nut.2012.06.003>
- Whelan, J. (2009). Dietary stearidonic acid is a long chain (n-3) polyunsaturated fatty acid with potential health benefits. *The Journal of Nutrition*, 139(1), 5–10. <http://doi.org/10.3945/jn.108.094268.life>
- Wood, K. E., Lau, A., Mantzioris, E., Gibson, R. A., Ramsden, C. E., & Muhlhausler, B. S. (2014). A low omega-6 polyunsaturated fatty acid (n-6 PUFA) diet increases omega-3 (n-3) long chain PUFA status in plasma phospholipids in humans. *Prostaglandins Leukotrienes and Essential Fatty Acids*, 90(4), 133–138. <http://doi.org/10.1016/j.plefa.2013.12.010>
- Worm, B., Barbier, E. B., Beaumont, N., Duffy, J. E., Folke, C., Halpern, B. S., ... Watson, R. (2006). Impacts of Biodiversity Loss on Ocean Ecosystem Services. *Science*, 314(5800), 787–790. <http://doi.org/10.1126/science.1132294>
- WWF. (2015). Living Blue Planet Report. Retrieved from [www.zsl.org/indicators](http://www.zsl.org/indicators)
- WWF. (2015). Zeeën en oceanen in gevaar, (74).
- Year 8 Aquatics - Port Noarlunga. (2013), (November), 6–8. Retrieved from <https://sites.google.com/site/year8aquaticsportnoarlungacc/background-information>
- zeewierwinkel.nl. (2016). Retrieved from <http://www.zeewierwinkel.nl/>