



Gezonde visalternatieven

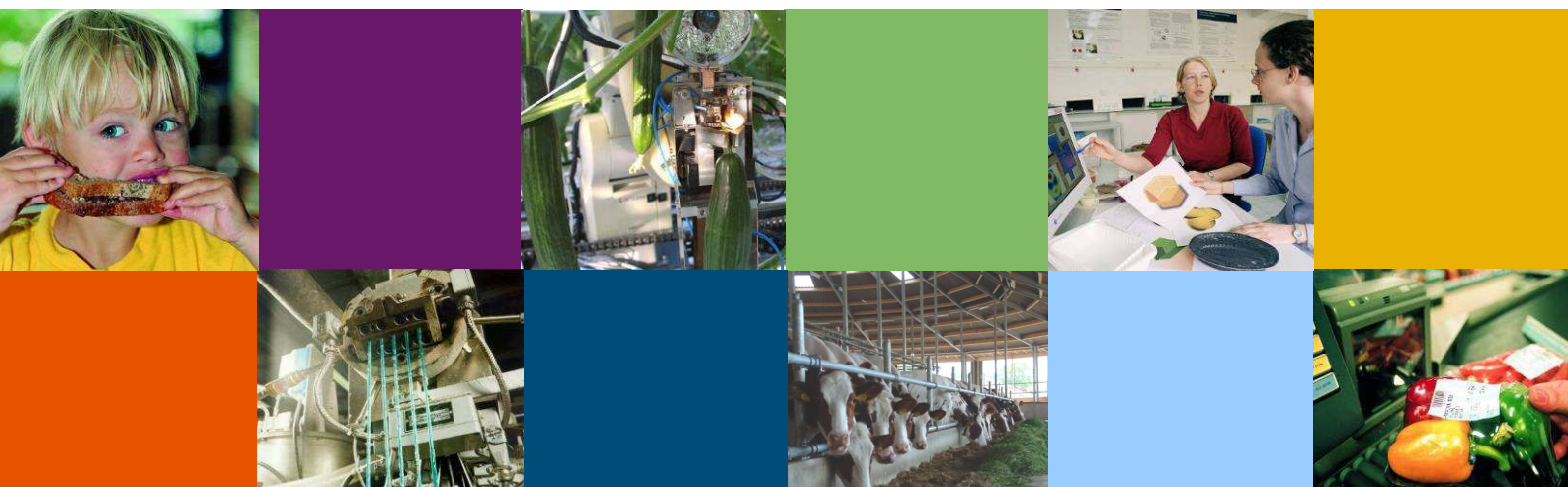
literatuurstudie binnen het beleidsondersteunende project
“Nieuwe marktgerichte duurzame eiwitconcepten”

(BO-08-018.03-002)

Auteur(s)

Addie van der Sluis, Johan Vereijken

Rapport nr 1383



Colofon

Titel	Gezonde visalternatieven
Auteur(s)	Dr Ir A.A. van der Sluis, Dr J.M. Vereijken
Nummer	1383
ISBN-nummer	978-94-6173-606-2
Publicatiedatum	12 februari 2013
Vertrouwelijk	Ja tot 12 april 2013
OPD-code	
Goedgekeurd door	Dr Ir H.C. Langelaan

Wageningen UR Food & Biobased Research
P.O. Box 17
NL-6700 AA Wageningen
Tel: +31 (0)317 480 084
E-mail: info.fbr@wur.nl
Internet: www.wur.nl

© Wageningen UR Food & Biobased Research, instituut binnen de rechtspersoon Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, hetzij mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever. De uitgever aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele fouten of onvolkomenheden.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system of any nature, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior permission of the publisher. The publisher does not accept any liability for inaccuracies in this report.

Abstract

Within the policy supporting project "New market-oriented sustainable protein concepts" (BO-08-018.03-002), a literature study is performed to healthy fish alternatives. The research question was: "*What is the nutritional importance of fish consumption, what are alternatives to fish, are there technological and legal barriers, and what are the limits for enrichment with nutritional components?*"

From a health perspective stimulation of fish consumption is desired, fish is a major supplier of the omega-3 fatty acids EPA and DHA, and the present consumption of fish is too low to meet the nutritional recommendations for these fatty acids (Health Council: 450 mg/day, EFSA: 250 mg/day). The Health Council's recommendation to eat fish twice a week provides health benefits, but is also ecologically unfavourable, because it is a threat for wild fish stocks. This report focuses on alternative sources for the supply of these fish oil fatty acids.

In a previous report the Health Council concluded that alternative sources of fish oil fatty acids (such as certain meats, shrimp and krill) and alternatives to fish oil fatty acids (alpha-linolenic acid from certain plants) were not regarded as options that could serve as good substitutes for fish oil fatty acids. We agree with this conclusion: at the moment we too cannot indicate suitable alternatives to fish which are applicable immediately.

But there are some potential alternatives with perspective in the future. These mainly concern certain types of algae, transgenic oil crops and insects. The study of these sources is on-going. Micro-algae and transgenic oil crops are not primarily intended for human consumption as such, but as a source for the extraction of oil to be used for human consumption. The extracted oil can be used as an additive in a wide range of food products. The extracted oil or the micro-algae and transgenic oil crops as such can also be used in feed, in this way providing meat, milk, eggs and cultured fish enriched in EPA and DHA. Insects are both intended for human consumption and for feed.

During extraction, application, packaging and storage much attention should be paid to the prevention of oxidative degradation of fish oil fatty acids. Due to their susceptibility to oxidation, the use of enriched products as a source of fish oil fatty acids is a major challenge and may be restrictive for the quantity that can be added to a food product.

The potential alternatives mentioned before will have to comply with law and regulations regarding their use in foods, including the Novel Food Regulation in case of human food products. Furthermore, when used as feed and in food of animal origin Regulation 183/2005 and Regulation 853/2004 of the hygiene package must be met.

An advantage may be that the fortified foods may carry health claims approved by EFSA:

- EPA and DHA contribute to the maintenance of the normal function of the heart.
- DHA and EPA contribute to the maintenance of normal blood pressure and normal blood triglyceride levels.
- DHA contributes to the maintenance of normal vision.
- DHA contributes to the maintenance of normal brain function.

Consumer acceptance should be also taken into account, resistance against some of the alternatives mentioned (transgenic plants, insects) may exist.

Recommendations for further research

This report clearly shows that algae are a very interesting potential source of omega-3 fatty acids. The algae research in The Netherlands is high-ranking and some companies are already producing algae. It is recommended to further stimulate the Dutch algae research, especially regarding the use of algae as (fish) feed and as source for the production of oil rich in omega-3 fatty acids. This allows The Netherlands to acquire an important position in this rapidly growing branch of industry.

Insects (particularly those fed with algae) also may contribute to provide humans with omega-3 fatty acids. This could be achieved either indirectly by their use as (fish) feed or directly by human consumption of insects. Research is needed to increase the limited knowledge about the omega-3 fatty acid composition of insects and to select insects having the highest content and the best outlook for human consumption. It is recommended to extend the research on insects as a protein source, in which The Netherlands is a frontrunner, with research regarding their use as a source of omega-3 fatty acids.

Samenvatting

Binnen het beleidsondersteunende project “Nieuwe marktgerichte duurzame eiwitconcepten” (BO-08-018.03-002) is een literatuuronderzoek uitgevoerd naar gezonde visalternatieven. De vraagstelling was als volgt: *“wat is het voedingskundige belang van de consumptie van vis, welke mogelijke alternatieven zijn er voor vis, zijn er technologische en wettelijke belemmeringen en zijn er limieten voor verrijking met nutritionele componenten?”*

Stimulering van de visconsumptie is vanuit gezondheidsoverwegingen gewenst, vis is een belangrijke leverancier van de omega-3 vetzuren EPA en DHA, en de huidige consumptie van vis is te laag om aan de gestelde voedingsnormen voor deze vetzuren te voldoen (Gezondheidsraad: 450 mg/dag, EFSA: 250 mg/dag). De aanbeveling van de Gezondheidsraad om twee keer per week vis te eten levert gezondheidswinst op, maar is ook ecologisch belastend, omdat daarmee de wilde visstand bedreigd wordt. In dit rapport ligt de focus op alternatieve bronnen voor de levering van deze visolievetzuren.

De Gezondheidsraad heeft in een eerdere rapportage geconcludeerd dat alternatieve bronnen van visolievetzuren (bepaalde vleessoorten, garnalen en krill) en alternatieven voor visolievetzuren (alfa-linoleenzuur uit bepaalde planten) geen geschikte opties zijn die kunnen dienen als vervanging van visolievetzuren. Wij sluiten ons aan bij deze conclusie: ook wij kunnen op dit moment geen direct toepasbare geschikte alternatieven voor vis noemen.

Wel zijn er enkele potentiële alternatieven met perspectief in de toekomst. Dit betreft dan bepaalde soorten algen, transgene oliegewassen en insecten. Het onderzoek naar deze bronnen is in volle gang. Micro-algen en transgene oliegewassen zijn in eerste instantie niet zozeer bedoeld voor humane consumptie als zodanig maar als bron voor de extractie van olie die te gebruiken is voor humane consumptie. De geëxtraheerde olie kan dan als additief worden toegepast in een breed scala van voedingsmiddelen. Die geëxtraheerde olie of de micro-algen en transgene oliegewassen als zodanig zijn in zetten in diervoeder wat op die manier verrijkte vlees, melk, eieren of kweekvis kan opleveren.. Insecten zijn zowel bedoeld voor humane voeding als diervoeder.

Bij de winning, toepassing, verpakking en opslagcondities zal zeer veel aandacht moeten worden besteed aan het voorkomen van de oxidatieve degradatie van de visolievetzuren. De gevoeligheid voor oxidatie maakt het gebruik van verrijkte producten als bron voor visolievetzuren een grote uitdaging en kan beperkend zijn voor de hoeveelheid die kan worden toegevoegd aan een levensmiddel.

De genoemde potentiële alternatieven zullen moeten voldoen aan de wet- en regelgeving met betrekking tot hun gebruik in levensmiddelen, waaronder zeker ook de Novel Food

verordening in het geval van humane voeding. Verder geldt bij gebruik als diervoeder en voor levensmiddelen van dierlijke oorsprong respectievelijk Verordening 183/2005 en Verordening 853/2004 uit het hygiënepakket.

Een voordeel kan zijn dat de verrijkte levensmiddelen een door EFSA goedgekeurde gezondheidsclaim mogen voeren:

- EPA en DHA dragen bij aan het in stand houden van een de normale werking van het hart.
- DHA en EPA dragen bij aan het behoud van een normale bloeddruk en aan het behoud van normale triglyceride concentraties in het bloed.
- DHA draagt bij tot de instandhouding van een normaal gezichtsvermogen.
- DHA draagt bij tot de instandhouding van de normale hersenfunctie.

Ook zal er met de acceptatie door de consument rekening gehouden moeten worden, er kan weerstand bestaan tegenover enkele van de genoemde alternatieven (transgene planten, insecten).

Aanbevelingen voor verder onderzoek

Uit dit rapport komt duidelijk naar voren dat algen een zeer interessante potentiële bron van visolievetzuren zijn. Verder vindt er in Nederland vooraanstaand onderzoek plaats op het gebied van algen en zijn al enkele bedrijven actief bezig met de productie ervan. Het verdient aanbeveling het Nederlandse algenonderzoek verder te stimuleren en dan in het bijzonder onderzoek naar het gebruik van algen als veevoer en voer voor (kweek)vis, of als bron van de productie van een omega-3 rijke algenolie. Hierdoor kan Nederland een belangrijke positie verwerven in deze snelgroeiende tak van industrie.

Ook is het mogelijk dat insecten (met name insecten die gevoed worden met algen) een bijdrage kunnen gaan leveren aan de humane omega-3 vetzuurvoorziening, via hun gebruik voor veevoer of rechtstreeks als de consumptie van insecten in de toekomst zou gaan toenemen. Onderzoek is nodig om de beperkte kennis over de omega-3 vetzoursamenstelling van insecten uit te breiden, en de insecten met de hoogste gehalten en beste consumptiekansen te selecteren. Het verdient daarom aanbeveling om het onderzoek naar insecten als eiwitbron, waarin Nederland een koploper is, uit te breiden met onderzoek naar hun gebruik als bron voor visolievetzuren.

Inhoudsopgave

Abstract	3
Samenvatting	5
1 Inleiding	8
2 Methoden	10
3 Voedingskundige aspecten van vis	11
3.1 Aanbevolen hoeveelheid vis	11
3.2 Belangrijke micronutriënten in vis	13
3.3 Aanbevolen inname van visolievetzuren	14
3.4 Consumptie van viseiwit en visolievetzuren	15
3.5 Schadelijke stoffen in vis	16
4 Alternatieven voor vis	17
4.1 Bronnen van visolievetzuren	17
4.2 Technologische belemmeringen	23
4.3 Wetgevingsaspecten	25
4.3.1 Algemene Levensmiddelenverordening	25
4.3.2 Novel Foods	26
4.3.3 Etikettering	27
4.3.4 Voedings- en gezondheidsclaims	27
4.3.5 Levensmiddelenverrijking	29
4.3.6 Voedingssupplementen	29
4.3.7 Hygiënepakket	29
5 Limieten voor verrijking met nutritionele componenten	31
6 Conclusies en aanbevelingen	32
6.1 Conclusies	32
6.2 Aanbevelingen	34
Literatuur	36
Bijlagen	39

1 Inleiding

Binnen het beleidsondersteunende project “Nieuwe marktgerichte duurzame eiwitconcepten” (BO-08-018.03-002) is op verzoek van het ministerie van EL&I (sinds oktober 2012 EZ) een literatuuronderzoek uitgevoerd om de mogelijkheden van gezonde visalternatieven in kaart te brengen.

Dit rapport is een verslag van deze literatuurstudie waarin de huidige situatie en de verschillende mogelijkheden in beeld zijn gebracht.

De vraag was eerder al door de Gezondheidsraad opgeworpen: “Wat zijn met het oog op goede voeding duurzame en gezonde alternatieven voor vis?” Deze vraag was opgeworpen in het kader van verduurzaming van de voedselvoorziening. Vanuit voedingskundig oogpunt is de consumptie van vis dus gewenst, maar vanuit duurzaamheidsoogpunt is het wenselijk onderzoek te doen naar die alternatieven voor vis, die een hoog gehalte aan de uit gezondheidsoogpunt gewenste componenten bevatten (Gezondheidsraad 2011).

Binnen de Richtlijnen goede voeding is de grootste ecologische winst te behalen met een minder dierlijk, meer plantaardig voedingspatroon. Maar de aanbeveling om twee keer per week vis te eten is ecologisch belastend, de visstand wordt daarmee ernstig bedreigd, evenals de biodiversiteit in zeeën en oceanen (Gezondheidsraad 2011).

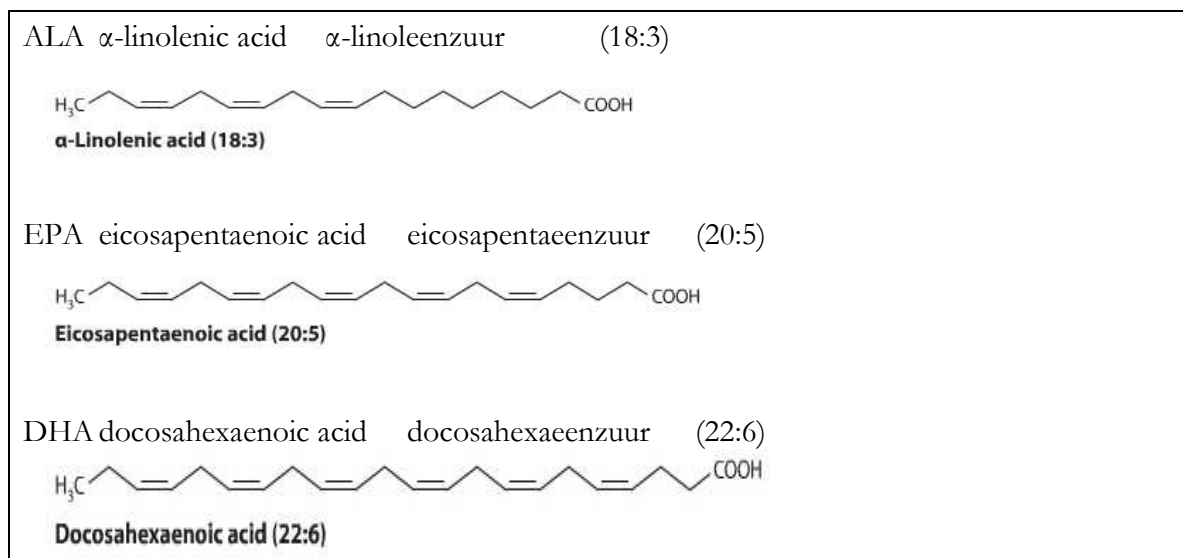
Op basis van dit recente advies van de Gezondheidsraad is in een deskstudie onderzocht wat het voedingskundige belang is van de consumptie van vis, welke mogelijke alternatieven er zijn voor vis, welke belemmeringen er technologisch en wettelijk zijn en welke limieten voor verrijking met nutritionele componenten er eventueel zijn.

Het voedingskundige belang van vis betreft met name de omega-3 vetzuren, ook wel n-3 LCPUFA, of visvetzuren genoemd. Omega-3 vetzuren zijn langketenige meervoudig onverzadigde vetzuren. Ze spelen een belangrijke rol in de groei en ontwikkeling van de hersenen, de bloeddrukregulatie, de nierfunctie, de bloedstolling, en bij de inflammatoire en immunologische regulering (EFSA Panel on Dietetic Products Nutrition and Allergies (NDA) 2012).

Omega-3 vetzuren hebben een basisskelet van 18 tot 22 koolstofatomen (zie Figuur 1.1). Ze hebben meer dan één dubbele binding. De drie belangrijkste voorbeelden zijn α -linoleenzuur (ALA), eicosapentaenzuur (EPA) en docosahexaenzuur (DHA).

ALA komt voor in een brede reeks van plantaardige voedingsmiddelen, zoals soja-olie, raapzaadolie, walnoot en groene bladgroenten. EPA en DHA komen in hoge concentraties voor in vette vis, zoals zalm, makreel, ansjovis en andere mariene bronnen. Ze komen dus van nature voor in voedsel, maar kunnen ook worden toegevoegd of genuttigd als voedingssupplement (EFSA Panel on Dietetic Products Nutrition and Allergies (NDA) 2012), (Taneja et al. 2012).

Alle omega-3 vetzuren zijn essentiële vetzuren in onze voeding, want het menselijk lichaam is niet in staat deze vetzuren te maken uit andere vetzuren afkomstig uit ons voedsel. ALA kan door het menselijk lichaam in beperkte mate worden omgezet in EPA en DHA, voor ALA naar EPA bleek die conversie 8% te zijn (Taneja et al. 2012). Ook veel lagere waarden worden hiervoor genoemd (conversie ALA naar EPA 0.2%, ALA naar DHA 0.05% (Kalish et al. 2012)). Dit wordt veroorzaakt door competitie van linolzuur (een omega-6 vetzuur) met ALA om bepaalde enzymen die nodig zijn voor de omzetting van ALA naar EPA en DHA (Fraeye et al. 2012).



Figuur 1.1. Chemische structuur van de drie belangrijkste n-3 LCPUFA's (*omega-3 long-chain polyunsaturated fatty acids*)

Naast omega-3 vetzuren bestaan er ook omega-6 en omega-9 vetzuren. Omega-3 vetzuren zijn afgeleid van α -linoleenzuur (ALA, 18:3n-3); omega-6 vetzuren zijn afgeleid van linolzuur (LA, 18:2n-6) en omega-9 vetzuren zijn afgeleid van oliezuur (OA, 18:1n-9). Het menselijk lichaam kan zelf oliezuur synthetiseren (Kalish et al. 2012). Een juiste verhouding tussen omega-6 en omega-3 vetzuren in de voeding is belangrijk (Meester 2013). Omdat omega-3 vetzuren voornamelijk in vis aanwezig zijn, richt dit rapport zich vooral op deze vetzuren.

2 Methoden

Er is een literatuuronderzoek uitgevoerd in de periode tussen augustus en december 2012.

Het literatuuronderzoek naar wetenschappelijke overzichtsartikelen is uitgevoerd door gebruik te maken van de databases Scopus en PubMed.

- Scopus is een uitgebreide multidisciplinaire bibliografische database van samenvattingen van meer dan 14.000 tijdschrifttitels van 4.000 uitgevers, die toegang verschaft tot meer dan 25 miljoen samenvattingen, teruggaand tot 1966
- PubMed geeft toegang tot de Medline database; tot OldMedline (vóór 1966); en tot tijdschriften op het gebied van levenswetenschappen die buiten het bereik van Medline vallen. In totaal bevat het bestand meer dan 20 miljoen records.

De zoekstrategie die in deze databases is gebruikt, is gebaseerd op de volgende woorden: *fish oil fatty acid alternative*, waarbij gebruik gemaakt is van synoniemen en subclassificaties van visolievetzuren.

Een voorbeeld is:

(fish meat AND (analog* OR imitation OR substitute OR replacement OR alternative))
AND (protein OR fatty acid).

Voor het verkrijgen van overzichtsartikelen is het filter van de betreffende database gebruikt (review, systematic review).

Verder vond selectie van grijze literatuur (rapporten en informatie van websites) plaats door het doornemen van de websites en nieuwsberichten van diverse organisaties (zoals de Gezondheidsraad, het Voedingscentrum, de Europese Commissie, EFSA).

3 Voedingskundige aspecten van vis

In dit hoofdstuk worden de voedingskundige aspecten van visconsumptie beschreven. De Gezondheidsraad heeft in december 2006 het advies Richtlijnen goede voeding uitgebracht. Hierin staat beschreven aan welke voedingskundige eisen een totaal voedingspakket moet voldoen om adequate hoeveelheden nutriënten te leveren en zodoende een preventieve bijdrage te leveren aan voedingsgerelateerde welvaartsziekten. Deze richtlijnen zijn geformuleerd in termen van nutriënten (behalve de aanbevelingen voor groente, fruit en vis). Bij de preventie van voedingsgerelateerde chronische ziekten is het belangrijk dat de totale voeding centraal staat en niet de afzonderlijke voedingsmiddelen of bestanddelen daarvan. Een gevarieerde voeding rijk aan groente, fruit en volkoren graanproducten, het gebruik van plantaardige oliën, *regelmatig vis* en magere zuivel- en vleesproducten, is daarbij van belang. Ook voldoende lichamelijke activiteit, matig alcoholgebruik en niet-roken dragen bij aan de vermindering van het risico op chronische ziekten (Gezondheidsraad 2006a).

3.1 Aanbevolen hoeveelheid vis

In de Richtlijn Goede Voeding uit 1986 was nog geen kwantitatieve streefwaarde voor de visconsumptie opgenomen, dit is voor het eerst in de Richtlijn van 2006 gedaan. Een kwalitatieve richtlijn voor de consumptie van vis voor de gehele bevolking als onderdeel van een gezonde leefwijze is: “*Eet regelmatig (vette) vis*”.

Omdat de richtlijnen afhankelijk zijn van het lichaamsgewicht kan voor de volwassen bevolking met een normaal en stabiel lichaamsgewicht de kwalitatieve richtlijn worden vertaald in de volgende kwantitatieve streefwaarde:

“*Gebruik per week twee porties vis (à 100-150 gram), waarvan ten minste één portie vette vis*” (Gezondheidsraad 2006a).

Er is echter geen consensus over de aanbeveling om twee keer per week vis te eten, blijkt uit een in 2010 door de Gezondheidsraad georganiseerde internationale werkconferentie over gezonde en duurzame voeding. Daar was de conclusie dat deze aanbeveling aan herziening toe is, want de wetenschappelijke onderbouwing van deze richtlijn lijkt zwakker dan gedacht (Gezondheidsraad 2011). In de komende jaren evalueert de Gezondheidsraad de Richtlijnen goede voeding in relatie tot nieuwe wetenschappelijke ontwikkelingen.

De Richtlijnen goede voeding van de Gezondheidsraad gaan vooral over de inname van nutriënten. Afgezien van vis, groenten en fruit geven ze maar een beperkt aantal aanbevelingen over voedingsmiddelen. Het Voedingscentrum vertaalt de Richtlijnen goede voeding van de Gezondheidsraad naar voedingsmiddelen (Richtlijnen Voedselkeuze). Het totale voedingspakket moet daarbij voldoende hoeveelheden nutriënten leveren om een preventieve bijdrage te leveren aan de voedingsgerelateerde welvaartsziekten. De Richtlijnen Voedselkeuze bevatten dus aanbevelingen voor het totale voedingspatroon en voedingsmiddelen, maar maken ook een verdeling in basisproducten en niet-basisproducten.

Daarbij geeft de basisvoeding de hoeveelheden weer die uit alle groepen van basisvoedingsmiddelen moeten worden gebruikt om te voldoen aan de aanbevelingen voor micronutriënten, essentiële vetzuren, visvetzuren en vezel. Niet-basisvoedingsmiddelen zijn voedingsmiddelen die in het algemeen een hoge energiedichtheid en een lage nutriëntendichtheid hebben (Voedingscentrum 2011).

Vis is opgenomen in de productgroep vlees(waren), vis, kip, eieren, vleesvervangers. De dagelijks aanbevolen hoeveelheid vis valt dus met deze producten samen (zie kolom 2 en 3 in tabel 3.1). Het advies van de Gezondheidsraad is om twee porties vis per week (200- 300 gram) te consumeren. De Gezondheidsraad doet dus geen aanbeveling voor vis per dag, maar in consumptieberekeningen worden de hoeveelheden voor vis gebruikt die zijn weggegeven in kolom 4 en 5 van tabel 3.1.

Tabel 3.1. Dagelijks aanbevolen hoeveelheden basisvoedingsmiddelen uit de productgroep: vlees(waren), vis, kip, eieren, vleesvervangers.

Leeftijdscategorie	Vlees(waren), vis, kip, eieren, vleesvervangers		Vis*	
	Jongens en mannen	Meisjes en vrouwen	Jongens en mannen	Meisjes en vrouwen
	(gram)	(gram)	(gram)	(gram)
1-3 jaar	50-60	50-60	15	15
4-8 jaar	60-80	60-80	20	20
9-13 jaar	80-100	80-100	25	25
14-18 jaar	100-125	100-125	30	30
19-50 jaar	100-125	100-125	30	30
51-70 jaar	100-125	100-125	30	30
70 jaar e.o.	100-125	100-125	30	30
Zwangeren en lacterenden		100-125		30

* in consumptieberekeningen. Bron:(Voedingscentrum 2011).

Vis hoort dus tot de basisvoedingsmiddelen, hierbij is te denken aan verse, gestoomde, gerookte of vers ingevroren vis, schelp en schaaldieren; maar ook bewerkte vis of visproducten.

Het Voedingscentrum maakt een driedeling binnen productgroepen, wat betreft de aanbevolen consumptie ervan. Deze drie categorieën zijn: “bij voorkeur”, “middenweg”, en “bij uitzondering”. De productgroep Vis is in te delen in de volgende categorieën:

- Voorkeur (A): Onbewerkte vis, schaal- en schelpdieren. Alle soorten verse vis, zoute en zure haring, gerookte en gestoomde vis.
- Middenweg (B): Bewerkte vis, schaal- en schelpdieren.
- Bij uitzondering (C): Bewerkte vis, schaal- en schelpdieren. Lekkerbekje, kibbeling, vissticks.

Visproducten vallen dus per definitie in categorie B of C. In welke categorie ze terechtkomen, hangt af van de samenstelling wat betreft verzadigd vet, transvetzuren, natrium en toegevoegd suiker. In Bijlage 1 worden de specificaties voor verzadigd vet, transvetzuren, natrium en toegevoegd suiker gegeven, die bepalen of een visproduct in categorie B of C terechtkomt (Voedingscentrum 2011).

Binnen de productgroep vlees, vleeswaren, vis, kip, eieren, en vleesvervangers zitten veel producten met relatief veel verzadigd vet. De consumptie van deze categorie hoeft niet te worden gestimuleerd.

In het gemiddelde Nederlandse voedingspatroon blijkt consumptie van vis tijdens de broodmaaltijd de grootste bijdrage te leveren aan de voorziening met visolievetzuren, dit komt vooral door de soort vis die dan gegeten wordt. Het is daarom aan te bevelen om bij voorkeur eenmaal per week een portie vis bij de warme maaltijd te gebruiken en eenmaal bij de broodmaaltijd (Gezondheidsraad 2006a).

De manier waarop vis bereid wordt en het soort vis heeft invloed op het beschermende effect van de visvetzuren. Het gebruik van tonijn en andere gekookte en gebakken vissoorten was bij ouderen in een studie invers gerelateerd aan het optreden van hartfalen en de sterfte als gevolg van ischemische hartziekten. Het gebruik van gefrituurde en gepaneerde visproducten zoals visburgers en vissticks (dit zijn meestal producten op basis van kabeljauw en pollak) had geen beschermend effect (Gezondheidsraad 2006b).

3.2 Belangrijke micronutriënten in vis

De beschermende werking van visconsumptie kan waarschijnlijk worden toegeschreven aan de (n-3) vetzuren in vis (Gezondheidsraad 2006a). Of dit daadwerkelijk zo is, is echter nog niet geheel duidelijk (Gezondheidsraad 2011).

In tabel 3.2. is de bijdrage van de productgroep vlees, vis, eieren en vis aan de micronutriëntenvoorziening weergegeven. Hierin is de productgroep vis expliciet vermeld. Er is ook een vergelijking gemaakt van de waarden gemeten bij twee verschillende voedselconsumptiepeilingen (Voedingscentrum 2011), deze vergelijking is in deze studie aangevuld met de recente resultaten uit de VCP Basis (van Rossum et al. 2011). Om het belang van de bijdrage die de diverse productgroepen leveren aan de voorziening met macro- en/of micronutriënten weer te geven, is een **afkappunt van 5%** gekozen. Uit de tabel blijkt dat vis (naast visolievetzuren) ook een belangrijke bijdrage levert aan de inname van vitamine B12, vitamine D en selenium. Dit geldt echter niet exclusief voor vis, want de gehele productgroep Vlees, vis, eieren levert deze bijdrage ook. Daarom wordt in deze studie de bijdrage van visalternatieven aan de levering van deze micronutriënten niet verder onderzocht.

Tabel 3.2. Gemiddelde procentuele bijdrage van de productgroep vlees, vis en eieren aan de inname van vitamines en mineralen.

	Vlees, vis, eieren		VCP3*	vis		VCP Basis***
	VCP3*	VCP** jongvolwassenen		VCP** jongvolwassen en	VCP Basis***	
Vit. A (%)	34	29,1	1	0,5	1	
Vit. D (%)	22	30,0	5	10,1	8	
Vit. E (%)	6	6,1	1	0,8	2	
Vit. B1 (%)	24	24,2	1	0,5	1	
Vit. B2 (%)	16	15,1	1	0,8	1	
Vit. B6 (%)	19	19,1	1	0,9	2	
Foliumzuur (%)	9	12,5	1	0,4	0	
Vit. B12 (%)	58,2	x	8,3	x	9	
Vit. C (%)	6	x			0	
Ca (%)	2	2,8	1	0,5	1	
Fe (%)	20	19,2	1	0,8	1	
Mg (%)	X	10,2	x	0,7	1	
Zn (%)	X	32,2	x	1,0	1	
Se (%)	41	45,1	7	7,3	8	
Cu (%)			x	0,6	2	

* 1998, totale groep; n=6250. ** 2003, jongvolwassenen. *** VCP Basis 2007-2010, 7 tot 69 jaar, n=3819.
x niet geanalyseerd. Bron: (Voedingscentrum 2011) en (van Rossum et al. 2011)

3.3 Aanbevolen inname van visolievetzuren

De huidige voedingsnorm voor de hoeveelheid visolievetzuren in de voeding is in Nederland 450 mg per dag. Deze norm beoogt het risico op chronische ziekten zoveel mogelijk te verminderen. Het is mogelijk deze inname te realiseren door tweemaal per week een portie vis te gebruiken waarvan ten minste eenmaal een portie vette vis (Gezondheidsraad 2006a). De voedingsnorm voor visolievetzuren was in 2001 lager gesteld, namelijk 200 mg per dag, dit werd toen als voldoende gezien om de kans op coronaire hartziekten te verminderen. Deze hoeveelheid komt overeen met eenmaal per week een portie vette vis. De omvang van een portie werd destijds niet gekwantificeerd. Nieuwe onderzoeksgegevens en vergelijking met andere landen leidden tot de verhoging van de voedingsnorm van 200 mg visolievetzuren per dag tot 450 mg (Gezondheidsraad 2006b).

Onlangs heeft EFSA een nieuwe vergelijking van aanbevolen hoeveelheden visolievetzuren tussen verschillende landen en organisaties gemaakt. De aanbevolen dagelijkse inname van omega-3 vetzuren in verschillende landen is niet uniform. De voedingsnorm voor EPA en DHA (gebaseerd op het risico van cardiovasculaire aandoeningen) voor Europese volwassenen ligt tussen 250 en 500 mg/dag.

In Tabel 3.3 is een overzicht gegeven van de aanbevelingen in verschillende landen (EFSA Panel on Dietetic Products Nutrition and Allergies (NDA) 2012). In 2010 kwam EFSA tot een aanbeveling van 250 mg EPA en DHA per dag voor volwassenen (EFSA Panel on Dietetic Products Nutrition and Allergies (NDA) 2010c).

Tabel 3.3. Aanbevolen dagelijkse inname van omega-3 vetzuren door nationale en internationale instanties (volwassenen)¹.

National/International Body	n-3 PUFA		ALA		EPA+DHA ²	
	% of energy	g/day	% of energy	g/day	% of energy	mg/day
(WHO/FAO, 2003)	1-2	-	-	-	-	200-1000/wk
United Kingdom, (DoH, 1991, 1994)	-	-	>0.2	-	-	200
(SACN, 2004)	-	-	-	-	-	450
(Eurodiet, 2000)	-	-	-	2	-	200
Belgium, Superior Health Council (CSS, 2009; SHC, 2004)	1.3-2.0	-	>1	-	≥0.3	
Australia, (Ministry of Health- Department of Health and Ageing - National Health and Medical Research Council, 2006)						
Adult men	-	-	-	1.3	-	610³
Adult women	-	-	-	0.8	-	430³
Pregnancy	-	-	-	1.0	-	115⁴
Lactation	-	-	-	1.2	-	145⁴
The Netherlands, (Health Council, 2001, 2006)	-	-	1	-	-	450
Nordic Countries, (NNR, 2004)	≥1	-	-	-	-	-
France, (ANSES, 2010)			1			500 (250 DHA)
USA, (IoM, 2005)						
Adult men	-	-	-	1.6	-	-
Adult women	-	-	-	1.1	-	-
Pregnancy	-	-	-	1.4	-	-
Lactation	-	-	-	1.3	-	-
Germany, Austria, Switzerland, (D-A-CH, 2012)	-	-	0.5	-	-	-
Pregnancy	-	-	-	-	-	200 (DHA)
Lactation	-	-	-	-	-	200 (DHA)
(EFSA Panel on Dietetic Products Nutrition and Allergies (NDA), 2010)			0.5			250
Pregnancy and lactation						+100-200 (DHA)

¹ Values for pregnancy and lactation are only indicated if different from those for adult women. ² Values in bold refer to n-3 LCPUFA (EPA, DHA and DPA); ³ Suggested Dietary Target; ⁴ Adequate Intakes.

Source: (EFSA Panel on Dietetic Products Nutrition and Allergies (NDA) 2012)

3.4 Consumptie van viseiwit en visolievetzuren

De hoeveelheid vis die door de Gezondheidsraad per week wordt aanbevolen, wordt in Nederland lang niet gehaald (Voedingscentrum 2011). De meest recente gegevens zijn afkomstig van de VCP-Basis, uitgevoerd in de periode 2007 tot 2010 bij 7- tot 69-jarigen (van Rossum et al. 2011), deze laten het zelfde beeld zien. De consumptie van vis en schaaldieren neemt wel toe met de leeftijd (van Rossum et al. 2011)

Uit de voedselconsumptiepeiling (VCP) in 2003 onder Nederlandse jongvolwassenen blijkt dat de eiwitinname hoog is. Maar omdat de visconsumptie relatief laag is, speelt vis als eiwitleverancier in ons land bijna geen rol van betekenis. Zo is gemiddeld 2% van de eiwitinname van jongvolwassenen afkomstig uit vis (Gezondheidsraad 2011). In de VCP-Basis is 4% van de eiwitinname afkomstig uit vis (van Rossum et al. 2011).

Maar vis vraagt vanwege de visvetzuren wel aandacht.

Volgens EFSA krijgen volwassenen dagelijks gemiddeld tot 400-500 mg omega-3 vetzuren afkomstig uit hun voeding binnen, voor kinderen is dat ongeveer 324 mg/dag. Voor consumenten die tot de groep met de hoogste inname van omega-3 vetzuren horen (afkomstig uit vette vis en/of supplementen) kan de inname oplopen tot 2,7 gram per dag voor volwassenen en 1,7 gram per dag voor kinderen (EFSA Panel on Dietetic Products Nutrition and Allergies (NDA) 2012).

In Nederland is de situatie anders. In de VCP-Basis(2007-2010) is de inname van omega-3 vetzuren (EPA en DHA) een stuk lager dan de gemiddelde Europese waarde, de gemiddelde inname varieert van 48 tot 110 mg/dag, waarbij een lichte stijging met de leeftijd zichtbaar is. Als voedingssupplementen werden meegerekend is de gemiddelde inname enigszins hoger en varieert die van 62 tot 133 mg/dag (van Rossum et al. 2011).

In Nederland wordt dus te weinig vis, en daarmee omega-3 vetzuren geconsumeerd om de gewenste hoeveelheden EPA en DHA binnen te krijgen (zie par. 3.3). De gemiddelde bijdrage van vis en schaaldieren aan de inname van EPA en DHA is nu 22%, die van supplementen 6% (van Rossum et al. 2011). De grootste bijdrage aan de EPA en DHA inname wordt nu geleverd door vlees en vleesproducten (34%), waarvan de consumptie al relatief hoog ligt.

3.5 Schadelijke stoffen in vis

Mogelijke schadelijke stoffen in vis zijn methykwik, dioxines, polychloorbifenylen (PCB's) en gebromeerde vlamvertragers (BFR's). Deze stoffen komen vooral voor in vette vis, met uitzondering van methykwik. Methykwik komt in alle vissoorten voor, vooral in grote roofvissen als tonijn, haai, zwaardvis en marlijn (zeilvis). Maar het lijkt erop dat het gezondheidsrisico door blootstelling aan methykwik in vis niet opweegt tegen de gezondheidswinst die wordt bereikt door regelmatig visgebruik (Gezondheidsraad 2006b).

4 Alternatieven voor vis

Zoals blijkt uit het voorgaande hoofdstuk is stimulering van de visconsumptie vanuit gezondheidsoverwegingen gewenst (Gezondheidsraad 2006a), (Voedingscentrum 2011). In 2010 ontstond bij het ministerie van EL&I behoefte aan kwalitatieve richtlijnen voor een voedselkeuze die niet alleen *gezond* is, maar ook *duurzaam* in termen van milieu en biodiversiteit. Een gezonde voeding blijkt grotendeels parallel te lopen met een ecologisch vriendelijke voeding. Het blijkt dat binnen de richtlijnen Goede Voeding de grootste ecologische winst te behalen is met een *minder dierlijk, meer plantaardig voedingspatroon*, want de productie van dierlijk eiwit vormt een grote ecologische belasting. Maar ook voor de gezondheid is het gewenst een *minder dierlijk, meer plantaardig voedingspatroon* aan te nemen (Gezondheidsraad 2011).

Uit het onderzoek van de Gezondheidsraad kwam verder naar voren dat, hoewel de aanbeveling om twee keer per week vis te eten gezondheidswinst oplevert, deze ook ecologisch belastend is. De visstand wordt ernstig bedreigd, evenals de biodiversiteit in zeeën en oceanen. Zelfs wanneer wordt uitgegaan van de vroegere aanbeveling dat één keer per week (vette) vis eten voldoende is om het risico op hart- en vaatziekten te verlagen, blijft de aanbeveling ecologisch belastend. Ook dan ligt de aanbevolen visconsumptie hoger dan het gangbare niveau in Nederland. Dit leidde tot twee adviezen (Gezondheidsraad 2011):

- leg de nadruk op vissoorten die niet overbevist worden of die op een milieuvriendelijke manier worden gekweekt.
- verricht verder onderzoek naar alternatieven voor en andere bronnen van dierlijk eiwit en visolievetzuren.

Vis speelt in Nederland als eiwitleverancier bijna geen rol van betekenis, omdat de visconsumptie relatief laag is (Gezondheidsraad 2011), (van Rossum et al. 2011). Echter stimulering van de visconsumptie is vanuit gezondheidsoverwegingen gewenst vanwege de aanwezigheid van visolievetzuren. In dit rapport wordt daarom gefocust op de alternatieve bronnen voor de leverantie van deze visolievetzuren.

Alternatieven voor visolievetzuren zijn overigens niet alleen voor de mens van belang, maar ook voor kweekvis. Gekweekte vis heeft namelijk ook visolievetzuren nodig als voedingsbron, wat een toenemende druk legt op de huidige visolieproductie (Ruiz-López et al. 2012).

4.1 Bronnen van visolievetzuren

Toenmalig staatssecretaris Bleker nam de adviezen in relatie tot de consumptie van vis van de Gezondheidsraad in een kamerbrief (min. EL&I 2011) als volgt op:

“het wekelijks nuttigen van vis levert mogelijk gezondheidswinst op, maar is ecologisch nadelig. Vanuit ecologisch oogpunt is het daarom wenselijk hierbij rekening te houden met

visstanden en alternatieve kweekmethodes”. In deze kamerbrief vermeldde hij *algen* en *zeewier* als alternatieve bronnen voor visolievetzuren.

De Gezondheidsraad gaat al in op alternatieven voor visconsumptie in relatie tot visolievetzuren, en maakt daarbij onderscheid tussen:

- alternatieve bronnen van visolievetzuren (*bepaalde vleessoorten, garnalen en krill*)
- alternatieven voor visolievetzuren (*alfa-linoleenzuur uit bepaalde planten*).

Deze opties hebben ook nadelen:

- De hoeveelheid (n-3) vetzuren in vlees is klein en varieert met het soort voer: vlees van met gras gevoerde runderen bevat wat meer (n-3) vetzuren dan vlees van runderen die granen te eten krijgen. Voor garnalen en krill geldt dat uitgebreide vangst ervan ook een ongunstig effect heeft op de biodiversiteit in zeeën en oceanen.
- Van alfa-linoleenzuur is het effect op hart- en vaatziekten minder overtuigend dan het effect van visolievetzuren.

De Gezondheidsraad concludeert daarom dat er nog geen geschikte alternatieven of andere bronnen beschikbaar zijn voor visolievetzuren (Gezondheidsraad 2011).

Op zoek naar goede bronnen van omega-3 vetzuren en om een beeld te krijgen van de gehalten omega-3 vetzuren in gangbare voedingsmiddelen is gebruik gemaakt van de standaard nutriëntendatabase van de USDA (USDA 2012). In tabel 4.1 staat het gehalte omega-3 vetzuren vermeld van enkele vissoorten, visoliën, plantaardige oliën en plantaardige producten zoals zaden en noten. Wat opvalt is dat in de plantaardige oliën, zaden en noten geen EPA en DHA aanwezig is, maar wel ALA, waarbij lijnzaadolie het hoogste gehalte heeft. Het is overduidelijk dat visoliën en vis de beste bronnen zijn voor omega-3 vetzuren.

Als productgroepen zoals vis, vlees, oliën en verwerkte producten waaraan EPA en DHA mogelijk worden toegevoegd, worden uitgesloten, zijn er in de standaard nutriëntendatabase van de USDA nog vermeldingen van EPA en ALA in *zeewier* aangetroffen. De gehalten ervan staan vermeld in tabel 4.2, maar deze gehalten zijn aanzienlijk lager dan die in vis.

Tabel 4.1. Omega-3 vetzuren in enkele oliën, vissoorten en plantaardige producten, uit (USDA 2012).

Bron	EPA (g/100g)	DHA (g/100g)	ALA (g/100g)
<i>Fish oils</i>			
Salmon	13,0	18,2	1,1
Sardine	10,1	10,6	1,3
Cod liver	6,9	10,9	0,9
Herring	6,3	4,2	1,4
<i>Fish and seafood^a</i>			
Herring, Atlantic, cooked, dry heat	0,91	1,11	0,13
Anchovy, european, canned in oil	0,76	1,29	0,02
Atlantic salmon (farmed), cooked	0,69	1,46	0,11
Atlantic salmon (wild), cooked	0,41	1,43	0,38
Mackerel, cooked	0,50	0,70	0,11
Tuna (blue fin), cooked	0,36	1,14	*
Trout (farmed), cooked	0,26	0,62	0,08
Cod, cooked	0,0	0,15	0
<i>Plant oils</i>			
Flaxseed oil	0	0	53,4
Walnut oil	0	0	10,4
Rapeseed oil (canola)	0	0	9,1
Soybean oil	0	0	6,8
Rice bran oil	0	0	1,6
Avocado oil	0	0	0,96
Olive oil	0	0	0,76
<i>Plant products</i>			
Flaxseed	0	0	22,8
Chia seeds, dried	*	*	17,8
Walnut	0	0	9,1
Soybeans	*	*	1,3
Rice bran, crude	0	0	0,32
Avocado	0	0	0,13
Olives, ripe, canned (small-extra large)	0	0	0,06

* niet vermeld.

Tabel 4.2. Gehalte EPA en ALA in zeewier, uit (USDA 2012).

Bron	EPA (g/100g)	DHA (g/100g)	ALA (g/100g)
Seaweed, wakame, raw	0,186	*	0,002
Seaweed, agar, dried	0,087	*	0,001
Seaweed, laver, raw	0,080	*	0,001
Seaweed, irishmoss, raw	0,046	*	0,001
Seaweed, agar, raw	0,008	*	0,001
Seaweed, kelp, raw	0,004	*	0,004

* niet vermeld.

Vissen (inclusief kweekvissen) bevatten EPA en DHA, en verkrijgen deze vetzuren via hun voedsel. Zoutwatervissen kunnen (net als andere dieren) ALA niet efficiënt omzetten in

EPA en DHA, daarom is hun voedsel een belangrijke leverancier. Zoetwatervissen kunnen ALA waarschijnlijk wel wat efficiënter omzetten in EPA en DHA (Venegas-Calero'n et al. 2010). Carnivore vissen verkrijgen hun EPA en DHA via het eten van andere vis, maar herbivore vissen hebben andere bronnen (vooral algen). Het blijkt dat primaire, de novo synthese bronnen van omega-3 vetzuren de mariene micro-organismen zoals algen zijn. Zij vormen de basis van de aquatische voedselpiramide, waarin deze vetzuren uiteindelijk accumuleren in vis (Venegas-Calero'n et al. 2010).

Microalgen zelf worden ook gezien als een veelbelovende bron voor eiwitten, vetten (waaronder dus EPA en DHA) en koolhydraten, die gebruikt kunnen worden in de levensmiddelenindustrie, in diervoeder en als biobrandstoffen (Vanthoor-Koopmans et al. 2012, ip). Aan het kweken van algen kleven nog wel enkele nadelen: er is veel energie en water nodig, en de initiële investeringskosten zijn hoog. Een voordeel is dat ze niet concurreren met grondgebonden voedselproductie. Om algenkweek rendabel te laten zijn moet de productie-efficiëntie omhoog. Ook is het belangrijk om zoveel mogelijk stoffen uit de algen te winnen, dit kan met behulp van een bioraffinageproces (fractionering naar eiwit, vetten en koolhydraten). Dit proces moet echter nog verder geoptimaliseerd worden (Vanthoor-Koopmans et al. 2012, ip).

De meeste algensoorten hebben een stevige celwand, die voorzichtig moet worden opengebrouwen. Dit kan het beste met milde ontsluitings- en extractietechnieken, zodat zoveel mogelijk componenten behouden kunnen blijven. Veel van deze technologieën zijn nog in ontwikkeling, maar toepassing van PEF (Pulsed Electric Fields) lijkt een voor de hand liggende optie (Vanthoor-Koopmans et al. 2012, ip).

Vetzuurgehalten (waaronder EPA en DHA) in algen verschillen, afhankelijk van de algensoort (Vanthoor-Koopmans et al. 2012, ip), selectie van een specifieke algensoort met een van nature hoog EPA en DHA gehalte lijkt een optie. Ook is het misschien mogelijk door aanpassingen in de kweekcondities het gehalte aan deze omega-3 vetzuren in algen te verhogen. Gebleken is dat wanneer er stresscondities optreden in de algenkweek (bijvoorbeeld een gebrek aan nutriënten, pH veranderingen, een hoog zoutgehalte) algen vetten accumuleren tot wel 50% van de totale biomassa (Wijffels et al. 2010; Vanthoor-Koopmans et al. 2012, ip).

Naast algen kunnen ook sommige *schimmels*, *mossen*, *bacteriën* en *lagere planten* omega-3 vetzuren synthetiseren (Venegas-Calero'n et al. 2010). Zij zouden dus ook een mogelijke bron voor omega-3 vetzuren kunnen zijn. Vragen die daarbij nog onbeantwoord zijn gebleven zijn:

- Hoe rijk zijn deze bronnen?
- Gaat het echt om EPA en DHA, of vooral ALA?
- Welke mogelijkheden voor optimalisatie zijn er?

In het kader van dit rapport wordt op deze bronnen niet verder ingegaan.

Verder worden *transgene oliegewassen* die ge-'reverse-engineered' zijn om EPA en DHA te produceren, genoemd als alternatieve, duurzame omega-3 vetzuurbronnen (Venegas-Calación et al. 2010).

Bij reverse-engineering wordt de capaciteit om EPA en DHA te synthetiseren in deze planten ingevoerd, gebruik makend van de genen voor specifieke enzymen uit een geschikte microbiële bron. Uit de oliehoudende zaden ervan kunnen aan EPA en DHA verrijkte oliën gewonnen worden voor rechtstreekse consumptie of voor gebruik als diervoeder, waarbij de dierlijke producten (vlees, melk en eieren) dan verrijkt zijn met deze vetzuren (ook wel de indirecte route genoemd).

Voor EPA blijkt op deze manier te kunnen worden geproduceerd, maar de verhouding tussen omega-3 en omega-6 vetzuren in planten komt nog niet overeen met de verhouding ervan in vis. De biosyntheseroute van omega-3 vetzuren is complex en nog niet geheel opgehelderd (Venegas-Calación et al. 2010), (Ruiz-López et al. 2012).

Maar er zijn nog enkele andere hindernissen te nemen, voordat producten met omega-3 vetzuren uit transgene planten op de markt kunnen komen. Allereerst moet de nieuw ingebrachte eigenschap geen onbedoelde bijeffecten hebben op het gewas zelf (zoals een lagere opbrengst of verminderde weerstand tegen stress). Vervolgens moet er een wettelijke goedkeuring verkregen worden (zie par 4.3.2, novel food wetgeving). Bovendien heeft de Europese consument een antipathie tegen transgene gewassen (Venegas-Calación et al. 2010).

Insecten staan tegenwoordig in de aandacht als interessante leverancier van eiwitten (van Huis 2013 ip). Ze kunnen gebruikt worden voor consumptie door de mens, maar ook als diervoeder.

Omdat insecten ook voor een flink gedeelte uit vet kunnen bestaan (2-55%, (Bukkens 1997)), is het interessant om naar de vetzuursamenstelling van insecten te kijken. Er is enige literatuur beschikbaar over de voedingskundige samenstelling van insecten, maar die gaat niet diep in op het gehalte EPA en DHA. Insecten worden wel genoemd als alternatieve bron van essentiële vetzuren en PUFA (Defoliart 1989), (Fontaneto et al. 2011).

Het is bekend dat er een grote variatie tussen soorten insecten bestaat in het totaal vetzuurgehalte (Bukkens 1997), (Yang et al. 2006), waarbij te vermelden is dat veel insecten een goede bron van ALA zijn (Bukkens 1997). Yang 2006 vermeldt de volgende gehalten omega-3 vetzuren in enkele insecten die in Thailand geconsumeerd worden (Tabel 4.3). De eerste drie vermelde insecten zijn landinsecten, de laatste drie soorten zijn waterinsecten.

Het valt op dat bij de waterinsecten EPA aangetroffen is, maar niet bij de landinsecten. Aquatische insecten zijn dus een mogelijke bron van omega-3 vetzuren (Fontaneto et al. 2011), (Yang et al. 2006), vooral als ze zich voeden met algen. Overigens is in sommige landinsecten ook EPA aangetroffen: rond de 5% van het totaal vetzuurgehalte (Fontaneto et al. 2011).

Tabel 4.3. Gehalte EPA en ALA in enkele insecten (Yang et al. 2006).

Bron	EPA (g/100g)	DHA (g/100g)	ALA (g/100g)
Mole cricket	**	*	0,051±0,006
Ground cricket	**	*	0,144±0,009
Spur-throated grasshopper	**	*	1,855±0,179
Giant water bug	0,264±0,107	*	0,473±0,039
True water beetle	0,092±0,007	*	0,366±0,072
Water scavenger beetle	0,057±0,008	*	0,067±0,020

* niet vermeld. ** niet aangetoond

Voor het winnen van vetzuren uit insecten zijn waarschijnlijk parallellen te trekken met het gebruik van insecten als eiwitbron. Het kweken van insecten is nog relatief duur. Dat is te verbeteren door het ontwikkelen van rendabele, geautomatiseerde grootschalige kweekfaciliteiten die een betrouwbaar, stabiel en veilig product leveren.

Sommige insectensoorten kunnen worden geteeld op organische reststromen, wat goed is voor het hergebruik van afval. In westerse landen zal er rekening moeten gehouden worden met consumentenacceptatie, maar ook met wet- en regelgeving, omdat het nog niet duidelijk is of het gebruik van insecten onder de novel food wetgeving zal vallen (van Huis 2013 ip).

Een ander alternatief voor vis vormen *dierlijke producten* (melk, vlees en eieren) die verrijkt zijn in omega-3 vetzuren door het aanpassen van hun voeder. Het is mogelijk om het gehalte omega-3 vetzuren in *eieren* te verhogen, door middel van een aangepast dieet van de kippen. Er worden dan specifieke oliën toegevoegd aan het voer, wat resulteert in hogere gehalten omega-3 vetzuren in het ei (Singh et al. 2012), (Fraeye et al. 2012), (Bourre 2005). Een gewoon ei heeft een gehalte omega-3 vetzuren van 0,060 g/100g, terwijl bij een verrijkt ei dit 0,350 g/100g kan zijn (Singh et al. 2012). De oliën die hiervoor gebruikt worden, zijn plantaardige oliën, visolieën en algenolie. Afhankelijk van de gebruikte olie levert het een verhoogd gehalte ALA, EPA en/of DHA op (Fraeye et al. 2012).

In tabel 4.4 is een overzicht gegeven van de tot nu toe genoemde alternatieven voor en alternatieve bronnen van omega-3 vetzuren. De door de Gezondheidsraad genoemde opties worden door deze raad als minder geschikt beschouwd (zie hierboven). De andere opties voor alternatieven zijn nog volop in ontwikkeling.

Zoals al eerder vermeld zijn mariene micro-organismen, en dan vooral algen, de voornaamste primaire bron van omega-3 vetzuren. Zij vormen de basis van de voedselpiramide, waarin deze vetzuren uiteindelijk accumuleren in vis, schelpdieren en aquatische insecten. De algen (micro-en macroalgen/zeewier) kunnen ook worden gebruikt als voeder voor niet-maritieme dieren (kippen, varkens, runderen, insecten) waardoor hun producten verrijkt worden met de gewenste visolievetzuren. Aangetekend moet wel worden dat onder meer uit een recent beleidsondersteunend onderzoek (M.M. van Krimpen et al, Cultivation, processing and nutritional aspects for pigs and poultry of European crops as

alternatives for imported soybean products, rapport in ontwikkeling) blijkt dat er nog zeer weinig bekend is over de voederwaarde van algen.

Tabel 4.4. In literatuur gevonden alternatieven voor en alternatieve bronnen van visolievetzuren

Alternatieven	Literatuurreferentie
Alternatieve bronnen van visolievetzuren: <i>bepaalde vleessoorten, garnalen en krill (plankton)</i>	(Gezondheidsraad 2011), (EFSA Panel on Dietetic Products Nutrition and Allergies (NDA) 2012)
Alternatieven voor visolievetzuren: <i>alfa-linoleenzuur uit bepaalde planten</i>	(Gezondheidsraad 2011)
<i>Algen en zeewier</i> als bron van omega-3 vetzuren	(min. EL&I 2011), (EFSA Panel on Dietetic Products Nutrition and Allergies (NDA) 2012), (Vanthoor-Koopmans et al. 2012, ip), (Kralovec et al. 2012)
Omega-3 vetzuren gesynthetiseerd door sommige <i>schimmels, mossen, bacteriën en lagere planten</i>	(Venegas-Calación et al. 2010)
Ontwikkeling van <i>transgene soorten van gangbare planten</i> , zoals koolzaad, sojabonen en saffloer, met hoge gehalten EPA en DHA	(Taneja et al. 2012), (Ruiz-López et al. 2012), (Venegas-Calación et al. 2010)
(Aquatische) insecten	(Defoliart 1989), (Yang et al. 2006), (Fontaneto et al. 2011)
Verhoogd of aangepast gehalte omega-3 vetzuren in eieren, melk of vlees via de indirecte route (aangepast diervoeder).	(Singh et al. 2012), (Fraeye et al. 2012), (Bourre 2005)

4.2 Technologische belemmeringen

Technologische belemmeringen kunnen op diverse manieren een rol spelen. Ten eerste bij de productie van omega-3 vetzuren, in de bronnen zelf. Deze belemmeringen zijn al aan bod gekomen in de vorige paragraaf (4.1).

Ook zijn er technologische aspecten die een rol spelen bij de bewaring en verwerking van omega-3 vetzuren en de producten waarin ze zijn verwerkt, waardoor de verrijking van voedingsmiddelen met deze vetzuren een technologische uitdaging is (Jacobsen 2010).

Omega-3 vetzuren, zoals EPA en DHA zijn erg gevoelig voor **oxidatieve afbraak**. Oxidatie van onverzadigde vetzuren en de daarop (bij voldoende aanwezigheid van oxidatieproducten) volgende cascade van omzettingen leidt tot rans worden en de ontwikkeling van een ongewenste geur of een bijmaak. Bij deze afbraak worden secundaire oxidatieproducten gevormd, zoals aldehyden en ketonen. Deze zorgen voor de ongewenste geur van visbederf. De menselijke waarnemingsdrempel voor deze oxidatieproducten is heel laag. Zo worden aldehyden die gevormd worden bij oxidatie van visolie, zoals c-4-heptenal, t,c-3,6-nonadienal, en t,c-2,6-nonadienal, al waargenomen bij respectievelijk een concentratie van 0,04 ppm, 0,01 ppm, en 0,01 ppm.

Het mogelijke ontstaan van ongewenste geur en bijmaak beperkt het gebruik van omega-3 vetzuren in verrijkte levensmiddelen tot 100 mg EPA/DHA per portie. Om dan aan de aanbevolen dagelijkse inname te voldoen moeten consumenten vier tot vijf porties van deze verrijkte producten eten, wat lastig te bereiken is (Taneja et al. 2012)).

Oxidatieproblemen beperken ook de houdbaarheid van omega-3 vetzuren en daarmee verrijkte producten. Verder zal ook de voedingskundige waarde van producten afnemen als gevolg van deze oxidatieproblemen (Arab-Tehrany et al. 2012).

Oplossingen voor het oxidatieprobleem zijn onder meer het gebruik van *antioxidanten*, *micro-encapsulatie* van omega-3's en *verpakking* (Taneja et al. 2012). Dit wordt in de volgende alinea's toegelicht.

Het gebruik van antioxidant kent een aantal beperkingen. Factoren die van invloed zijn op de effectiviteit van antioxidant in voedingsmiddelen zijn: de kwaliteit van de omega-3 visolie, het gehalte metaalionen, de pH, en de concentratie en soort antioxidant die gebruikt wordt. Er zijn enkele aandachtspunten bij het gebruik van antioxidant:

- De werkzaamheid van antioxidant in voedingsmiddelen kan toe- of afnemen als gevolg van interactie met andere aanwezige componenten.
- De werkzaamheid van een bepaalde antioxidant kan per voedselmatrix verschillen.
- Bepaalde antioxidant kunnen in sommige voedingsmiddelen goed werken, maar in andere voedingsmiddelen als pro-oxidant fungeren en zo dus meer oxidatie veroorzaken.

Visolie omega-3 vetzuren kunnen ook “ingekapseld” worden (micro-encapsulatie), voordat ze aan een voedingsmiddel worden toegevoegd. Hierbij worden ze in een matrix gebracht die als een barrière werkt en er voor zorgt dat het contact tussen omega-3 vetzuren en oxiderende middelen (zoals licht, warmte en metaalionen) minimaal wordt.

De verpakking van een product kan er voor zorgen dat omega-3 vetzuren zo min mogelijk in contact komen met licht, warmte en metaalionen, waardoor oxidatie beperkt wordt. Het gebruik van donker verpakkingsmateriaal is een voorbeeld om lichtinvloed te verminderen (Taneja et al. 2012). Ook het gebruik van verpakkingsmateriaal met een lage zuurstofpermeabiliteit en het verpakken onder een beschermende atmosfeer, zijn mogelijkheden om oxidatie te voorkomen of te beperken (Arab-Tehrany et al. 2012).

De verwerking van omega-3 vetzuren in voedingsmiddelen is mogelijk, maar om alle problemen, waaronder zeker ook de consumentenacceptatie, op te kunnen lossen zullen er nieuwe benaderingen nodig zijn om de beoogde resultaten te bereiken. Een multidisciplinaire samenwerking tussen voedingsmiddelen producenten, levensmiddelentechnologen, voedingswetenschappers en verpakkingstechnologen zal daarbij nodig zijn (Jacobsen 2010), (Taneja et al. 2012).

4.3 Wetgevingsaspecten

In dit onderdeel van het rapport wordt de wetgeving besproken die van toepassing is of zou kunnen zijn bij het gebruik van visolievetzuren afkomstig uit een nieuwe bron, als ingrediënt in een levensmiddel of als supplement.

4.3.1 *Algemene Levensmiddelenverordening*

De huidige levensmiddelenwetgeving (Verordening (EG) Nr. **178/2002**¹) geldt voor alle schakels in de voedselproductieketen "van boer tot bord" en is gebaseerd op een aantal beginselen. Belangrijk zijn transparantie, risicoanalyse en -preventie, de bescherming van consumentenbelangen, en de vrije circulatie van veilige en kwalitatief goede producten binnen de interne markt en met andere landen.

In artikel 14 uit verordening 178/2002 staat beschreven dat producten niet onveilig mogen zijn. Verder is in eerste instantie de exploitant van een levensmiddelenbedrijf verantwoordelijk voor het aan de wetgeving voldoen van op de markt gebrachte levensmiddelen (artikel 17). Als blijkt dat er mogelijk schadelijke gevolgen voor de gezondheid van mens, dier, plant of milieu kunnen optreden en dat er nog wetenschappelijke onzekerheid heerst, kunnen de lidstaten en de Commissie voorlopige maatregelen voor risicomangement vaststellen, gebruik makend van het voorzorgsbeginsel (artikel 7 en **COM(2000) 1 final**²).

¹ <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2002R0178:20090807:NL:PDF>

² <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2000:0001:FIN:NL:PDF>

4.3.2 *Novel Foods*

Novel foods zijn nieuwe voedingsmiddelen en nieuwe voedsel ingrediënten die binnen de Europese Unie vóór 15 mei 1997 niet in significante mate als levensmiddel voor menselijke voeding werden gebruikt. Voordat deze producten in de handel mogen worden gebracht, wordt de veiligheid beoordeeld door de lidstaten en, indien nodig, de Europese Autoriteit voor Voedselveiligheid (EFSA). De producent zal daarbij moeten aantonen dat het nieuwe levensmiddel onschadelijk is voor de volksgezondheid. De huidige van kracht zijnde verordening nieuwe voedingsmiddelen is Verordening (EG) Nr. **258/97**³. Momenteel wordt er gewerkt aan een voorstel voor een nieuwe verordening voor nieuwe voedingsmiddelen (**COM(2007)0872**)⁴. Genetisch gemodificeerde levensmiddelen vallen niet meer onder het toepassingsgebied. De bestaande definitie van nieuwe voedingsmiddelen wil men verduidelijken, aangevuld met een toelichting van de criteria voor nieuwheid. Ook wil men de toelatingsprocedure stroomlijnen en het veiligheidsbeoordelingssysteem beter afstemmen op traditionele levensmiddelen uit derde (niet-EU) landen. Traditionele levensmiddelen uit derde landen worden in de huidige verordening als nieuwe voedingsmiddelen beschouwd, maar hebben elders vaak een aantoonbare geschiedenis van veilig gebruik. Wellicht volstaat voor deze voedingsmiddelen in de toekomst een notificatie-procedure, die sneller en minder kostbaar is dan een autorisatie.

Het hele dossier over Novel Foods is te vinden op een website van de Europese Commissie⁵. De Europese regelgeving is overgenomen in Nederland in het Warenwetbesluit Nieuwe Voedingsmiddelen⁶.

Het Bureau Nieuwe Voedingsmiddelen heeft in 2012 een veiligheidsbeoordeling uitgevoerd voor een algenolie met >22,5% DHA en >10% EPA. De nieuwe olie wordt gewonnen uit de eencellige alg *Schizochytrium sp.* De aanvrager wil het product gaan toepassen als ingrediënt in verschillende soorten voedingsmiddelen. Het Verenigd Koninkrijk heeft de eerste beoordeling van dit dossier uitgevoerd en Nederland heeft ermee ingestemd (CBG: Bureau Nieuwe Voedingsmiddelen 2012). Inmiddels is bekend dat dit product op de markt gebracht mag worden, het staat in de lijst van geautoriseerde producten⁷. Momenteel loopt er een notificatie-aanvraag voor DHA-rijke olie uit *Schizochytrium*⁸.

³ [http://eur-](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:1997R0258:20090807:NL:PDF)

[lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2007:0872:FIN:NL:PDF](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2007:0872:FIN:NL:PDF)

⁴ <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2007:0872:FIN:NL:PDF>

⁵ http://ec.europa.eu/food/food/biotechnology/novelfood/index_en.htm

⁶ <http://wetten.overheid.nl/BWBR0008643>

⁷ http://ec.europa.eu/food/food/biotechnology/novelfood/authorisations_en.htm

⁸ http://www.cbg-meb.nl/CBG/nl/nieuwe_voedingsmiddelen/beoordelingen/lopende-beoordelingen/default.htm

4.3.3 Etikettering

Etikettering heeft meerdere doelen, waaronder het bieden van informatie aan de consument over de samenstelling en het gebruik van het levensmiddel. Algemene beginselen voor de etikettering van levensmiddelen staan vermeld in de Europese Richtlijn **2000/13/EG**⁹. Een etiket dient informatie te geven over de ingrediënten, de houdbaarheid, de hoeveelheid, de bewaarcondities en de aanwezigheid van allergenen. In Nederland is de richtlijn geïmplementeerd in het Warenwetbesluit Etikettering van Levensmiddelen. Naast deze algemene richtlijn gelden ook de in verordeningen en richtlijnen voor specifieke sectoren vereisten aan etikettering, zoals het verplicht moeten melden van de aanwezigheid van additieven, ingrediënten afkomstig van genetisch gemodificeerde gewassen en, indien noodzakelijk, nieuwe voedselingrediënten.

Richtlijn **90/496/EG**¹⁰ behandelt nu nog de voedingswaarde-etikettering van levensmiddelen.

Vanaf 13 december 2014 zal de nieuwe EU-verordening **1169/2011**¹¹ in werking treden. Hierin worden de twee bovengenoemde Richtlijnen opgenomen. De verordening betreft de verstrekking van voedselinformatie aan consumenten. Veranderingen betreffen onder andere:

- Voedingswaarde-informatie op verwerkte levensmiddelen;
- Herkomst etikettering van vers vlees van varkens, schapen, geiten en pluimvee;
- Het highlighten van allergenen zoals pinda's of melk in de lijst van ingrediënten;
- Betere leesbaarheid dat wil zeggen minimumeisen aan de lettergrootte van de tekst;
- Eisen aan informatie over allergenen zijn ook van toepassing op niet-voorverpakte levensmiddelen dus ook voor producten die worden verkocht in restaurants en cafés.

De verplichting tot voedingswaarde-informatie verstrekking zal ingaan per 13 december 2016.

Aanbevolen dagelijkse hoeveelheden (RDA) vitaminen en mineralen die vermeld mogen worden op het etiket staan vermeld in de bijlage van Richtlijn **2008/100/EG**¹².

4.3.4 Voedings- en gezondheidsclaims

Als men een claim wil voeren op een levensmiddel dan zal naast de regels voor etikettering genoemd in de voorgaande paragraaf moeten worden voldaan aan de bepalingen in de

⁹ <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2000L0013:20090807:NL:PDF>

¹⁰ <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:1990L0496:20081211:NL:PDF>

¹¹ <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2011R1169:20111212:NL:PDF>

¹² <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:285:0009:0012:NL:PDF>

claimverordening (Verordening (EG) Nr. **1924/2006**¹³) die gaat over voedings- en gezondheidsclaims voor levensmiddelen. Er kan onderscheid gemaakt worden tussen de volgende typen gezondheidsclaims:

Article 13.1: general function claim

Article 13.4: claim based on generally accepted scientific evidence

Article 13.5: new function claim, “proprietary & emerging science” (based on newly developed scientific evidence and/or proprietary data)

Article 14: disease risk reduction claim, or claim related to child development or child health

De Europese Commissie heeft een "positieve lijst" van binnen de EU toegestane claims opgesteld¹⁴. Nieuw te voeren gezondheidsclaims worden beoordeeld aan de hand van een wetenschappelijk dossier dat ingediend moet worden bij de European Food Safety Authority (EFSA). De status van de aanvraag kan gevolgd worden in EFSA's Register of Questions¹⁵. Ook moet bij het voeren van claims rekening gehouden worden met voedingsprofielen.

EFSA heeft opinies opgesteld over gezondheidsclaims die gevoerd mogen worden en die gerelateerd zijn aan de inname van omega-3 vetzuren. De Artikel 13.1 gezondheidsclaims die gebruikt mogen worden, zijn:

- EPA en DHA dragen bij aan het *behoud van de normale werking van het hart*. Daarvoor is inname van 250 mg EPA en DHA per dag nodig (EC 2012), (EFSA Panel on Dietetic Products Nutrition and Allergies (NDA) 2010b). De claim mag alleen worden gebruikt voor levensmiddelen die ten minste een bron van EPA en DHA zijn zoals bedoeld in de claim “*bron van omega-3-vetzuren*”, vermeld in de bijlage bij Verordening (EG) nr. 1924/2006
- DHA en EPA dragen bij aan het *behoud van een normale bloeddruk* en aan het *behoud van normale triglyceride concentraties in het bloed*. Een inname van EPA en DHA van ongeveer 3 gram per dag is nodig voor het geclaimde effect op de bloeddruk en een inname van EPA en DHA van ongeveer 2-4 gram per dag is nodig voor het geclaimde effect op het gehalte bloedtriglyceriden. De doelgroep is volwassen mannen en vrouwen (EFSA Panel on Dietetic Products Nutrition and Allergies (NDA) 2009).

Er zijn ook nog enkele gezondheidsclaims die gevoerd mogen worden die gerelateerd zijn aan de inname van DHA:

- DHA draagt bij tot de *instandhouding van een normaal gezichtsvermogen*
- DHA draagt bij tot de *instandhouding van de normale hersenfunctie*

¹³ <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2006R1924:20100302:NL:PDF>

¹⁴ <http://ec.europa.eu/nuhclaims/>

¹⁵ <http://registerofquestions.efsa.europa.eu/roqFrontend/questionsList.jsf>

Deze claims voor DHA mogen alleen worden gebruikt voor levensmiddelen die ten minste 40 mg DHA per 100 gram en per 100 kcal bevatten. Het gunstige effect wordt verkregen bij een dagelijkse inname van 250 mg DHA (EC 2012), (EFSA Panel on Dietetic Products Nutrition and Allergies (NDA) 2010a).

4.3.5 *Levensmiddelenverrijking*

Er zijn veel voedingsstoffen en andere ingrediënten die bij het produceren van voedsel toegevoegd kunnen worden, het gaat dan om vitaminen, mineralen (waaronder sporenelementen), aminozuren, essentiële vetzuren, vezels, diverse plant- en kruidenextracten. Verordening (EG) Nr. **1925/2006**¹⁶ gaat over de toevoeging van vitaminen en mineralen en bepaalde andere stoffen aan levensmiddelen. Deze verordening bevat een ‘positieve lijst’ van (verbindingen van) vitaminen en mineralen die mogen worden toegevoegd. Maximale hoeveelheden ervan die toegestaan zijn in een voedingsmiddel zijn voor enkele verbindingen vastgesteld.

4.3.6 *Voedingssupplementen*

Ook voedingssupplementen kunnen een breed scala van nutriënten en andere ingrediënten bevatten (vitamines, mineralen, aminozuren, essentiële vetzuren, vezels en allerlei planten- en kruidenextracten). De definitie van “voedingssupplementen” luidt: als aanvulling op de normale voeding bedoelde voedingsmiddelen die een geconcentreerde bron van een of meer nutriënten of andere stoffen met een nutritioneel of fysiologisch effect vormen en in voorgedoseerde vorm op de markt worden gebracht, namelijk als capsules, pastilles, tabletten, pillen, en soortgelijke vormen, zakjes poeder, ampullen met vloeistof, druppelflacons, en soortgelijke vormen van vloeistoffen en poeders bedoeld voor inname in afgemeten kleine eenheidshoeveelheden. Deze definitie en de eisen die gesteld worden aan (voedings)supplementen staan beschreven in Richtlijn **2002/46/EG**¹⁷. De richtlijn bevat een ‘positieve lijst’ van (verbindingen van) vitaminen en mineralen die bij de vervaardiging van voedingssupplementen mogen worden gebruikt.

4.3.7 *Hygiënepakket*

Het Hygiënepakket van levensmiddelen bestaat uit drie verordeningen (<http://eur-lex.europa.eu/>):

- Verordening (EG) nr. 183/2005 voor de productie van diervoeders;
- Verordening (EG) nr. 852/2004 voor levensmiddelenbedrijven;

¹⁶ <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2006R1925:20111205:NL:PDF>

¹⁷ <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2002L0046:20111205:NL:PDF>

- Verordening (EG) nr. 853/2004 specifiek voor levensmiddelen van dierlijke oorsprong.
Deze verordeningen zijn bedoeld om de hygiëne van de levensmiddelen te garanderen in alle fasen van het productieproces, van de primaire productie tot de verkoop aan de eindconsument

5 Limieten voor verrijking met nutritionele componenten

De Europese Autoriteit voor voedselveiligheid (EFSA) heeft recent een uitgebreide evaluatie uitgevoerd van omega-3-vetzuren in de voeding (EFSA Panel on Dietetic Products Nutrition and Allergies (NDA) 2012). In het review zijn mogelijk nadelige gezondheidseffecten als gevolg van een overmatige inname van omega-3-vetzuren geëvalueerd. Hierbij is rekening gehouden met zowel de inname uit alle voedingsbronnen als eventuele consumptieverschillen tussen de EU-lidstaten.

EFSA concludeert in haar opinie dat de beschikbare gegevens niet voldoende zijn om een aanvaardbare bovengrens voor de inname van omega-3 vetzuren (DHA, EPA, individueel of gecombineerd) vast te kunnen stellen. Dit kon voor geen enkele bevolkingsgroep (EFSA Panel on Dietetic Products Nutrition and Allergies (NDA) 2012). Er is dus geen limiet te geven voor verrijking van producten met deze nutritionele componenten.

Maar EFSA concludeert wel dat een dagelijkse inname van 5 gram omega-3 vetzuren (EPA en DHA gecombineerd) geen gezondheidsrisico's voor volwassenen oplevert (EFSA Panel on Dietetic Products Nutrition and Allergies (NDA) 2012), zie tabel 5.1. De waargenomen inname van omega-3 vetzuren in de EU ligt over het algemeen veel lager dan 5 gram per dag (zie ook paragraaf 3.3).

Tabel 5.1. Overzicht van dagelijkse innamehoeveelheden van omega-3 vetzuren (individueel of gecombineerd) waarbij geen gezondheidsrisico* werd waargenomen.

Supplementele inname van omega-3 vetzuren	geen gezondheidsrisico waargenomen bij	bij bevolkingsgroep
EPA+DHA	5 gram/dag	volwassenen
EPA	1,8 gram/dag	algemeen
DHA	1 gram/dag	algemeen

* Gezondheidsrisico's: bloedingen, verslechterde immuunfunctie, verhoogde lipideperoxidatie, en verminderd lipide- en glucosemetabolisme.

Uit: (EFSA Panel on Dietetic Products Nutrition and Allergies (NDA) 2012)

6 Conclusies en aanbevelingen

6.1 Conclusies

De consumptie van vis en visproducten is vooral belangrijk vanwege hun bijdrage aan de inname van visolievetzuren.

De Gezondheidsraad hanteert sinds 2006 de volgende richtlijnen voor de consumptie van vis: “*Eet regelmatig (vette) vis*” en: “*Gebruik per week twee porties vis (à 100-150 gram), waarvan ten minste één portie vette vis*”. In de komende jaren evalueert de Gezondheidsraad de Richtlijnen goede voeding in relatie tot nieuwe wetenschappelijke ontwikkelingen, dus ook de aanbeveling voor de visconsumptie.

In Nederland is voor de hoeveelheid visolievetzuren de huidige voedingsnorm 450 mg per dag, maar ook deze norm wordt ter discussie gesteld en nader onderzocht, EFSA hanteert inmiddels de waarde 250 mg/dag als voedingsnorm voor visolievetzuren.

EFSA geeft geen aanvaardbare bovengrens voor de inname van EPA en DHA. Maar EFSA concludeert ook dat een dagelijkse inname van 5 gram omega-3 vetzuren (EPA en ADH gecombineerd) geen gezondheidsrisico's voor volwassenen oplevert.

De consumptie van vis ligt in Nederland te laag, maar als iedereen zich gaat houden aan de aanbevelingen voor visconsumptie, kan er een probleem ontstaan met de visstand. Daarom wordt er gezocht naar alternatieven om aan de behoefte aan visolievetzuren te voldoen. De Gezondheidsraad heeft als alternatieven genoemd:

- alternatieve bronnen van visolievetzuren (*bepaalde vleessoorten, garnalen en krill*)
- alternatieven voor visolievetzuren (*alfa-linoleenzuur uit bepaalde planten*).

Tegelijkertijd wijst de Gezondheidsraad ook uitdrukkelijk op de nadelen van deze opties en concludeert dat er nog geen geschikte alternatieven of andere bronnen beschikbaar zijn voor visolievetzuren.

Wij sluiten ons aan bij deze conclusie: ook wij kunnen op dit moment geen direct toepasbare geschikte alternatieven voor vis noemen.

Wel zijn er enkele potentiële alternatieven met perspectief in de toekomst. Dit betreft dan vooral bepaalde soorten algen (vooral *micro-algen*), *transgene oliegewassen* en *insecten*. Het onderzoek naar deze bronnen is volop in gang, waarbij met name de transgene planten en insecten mogelijk slechts moeizaam door Europese consumenten zullen worden geaccepteerd. De twee eerstgenoemde bronnen zijn in eerste instantie niet zozeer bedoeld voor humane consumptie als zodanig maar als bron voor de extractie van olie die te gebruiken is voor humane consumptie.

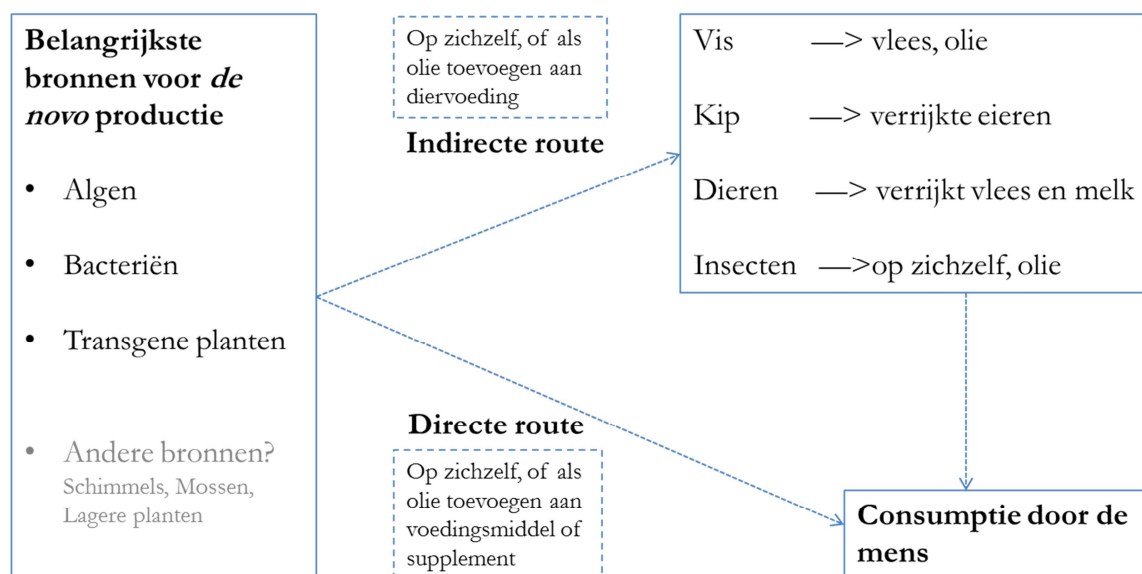
De geëxtraheerde olie kan dan als additief worden toegepast in een breed scala van voedingsmiddelen. Bij de winning, toepassing, verpakking en opslagcondities zal zeer veel aandacht moeten worden besteed aan het voorkomen van de oxidatieve degradatie van de visolievetzuren. Deze gevoeligheid voor oxidatie maakt het gebruik van deze verrijkte

producten als bron voor visolievetzuren een grote uitdaging en kan beperkend zijn voor de hoeveelheid die kan worden toegevoegd aan een levensmiddel.

Zowel transgene oliegewassen, algen en insecten (en de eventueel daaruit geëxtraheerde oliën) zouden ook gebruikt kunnen in veevoeder om op die wijze dierlijke producten als vlees, melk en eieren met visolievetzuren te verrijken. Deze indirecte route is vooral aantrekkelijk voor bronnen die (nog) niet voor menselijke consumptie geschikt zijn.

Omega-3 verrijkte producten (zoals vlees en eieren) zijn afhankelijk van de omega-3 samenstelling van het diervoeder, die vaak aangepast is door het toevoegen van een omega-3 rijke oliebron (zoals visolie, of algenolie). In het eerste geval wordt daarmee een extra druk gelegd op een al beperkte bron.

Dit geldt ook voor kweekvis. Om kweekvis te verkrijgen met vergelijkbare gehalten aan EPA en DHA als in de wilde vis, dan moet de kweekvis deze omega-3 vetzuren in hun voer aangeboden krijgen (Johan Schrama, WUR-ASG, persoonlijke communicatie, (Ruiz-López et al. 2012)).



Figuur 6.1. Mogelijke bronnen van de gewenste visolievetzuren EPA en DHA en de verschillende routes waarmee ze uiteindelijk door de mens geconsumeerd kunnen worden.

In figuur 6.1 is een samenvatting gegeven van de in dit rapport genoemde mogelijke (alternatieve) bronnen voor visolievetzuren en de verschillende manieren die er zijn waarmee ze uiteindelijk door de mens geconsumeerd kunnen worden. Tot nu toe is vis (of visolie) nog steeds de beste bron van visolievetzuren.

De genoemde potentiële alternatieven zullen moeten voldoen aan de wet- en regelgeving met betrekking tot hun gebruik in levensmiddelen, waaronder zeker ook de Novel Food-verordening in het geval van humane voeding. Dit jaar start een onderzoeksproject binnen de Topsector Agri&Food hoe goed om te gaan met deze wetgeving als ondernemer (Projectleider Coen van Wagenberg, WUR-LEI).

Verder geldt bij gebruik als diervoeder Verordening 183/2005 uit het hygiënepakket en voor levensmiddelen van dierlijke oorsprong Verordening 853/2004 uit het hygiënepakket.

Een voordeel kan zijn dat de verrijkte levensmiddelen een door EFSA goedgekeurde gezondheidsclaim mogen voeren:

- EPA en DHA *dragen bij aan het behoud van de normale werking van het hart*. Daarvoor is inname van 250 mg EPA en DHA per dag nodig.
- DHA en EPA *dragen bij aan het behoud van een normale bloeddruk en aan het behoud van normale triglyceride concentraties in het bloed*. Een inname van EPA en DHA van ongeveer 3 gram per dag is nodig voor het geclaimde effect op de bloeddruk en een inname van EPA en DHA van ongeveer 2-4 gram per dag is nodig voor het geclaimde effect op het gehalte bloedtriglyceriden.
- DHA draagt bij tot de *instandhouding van een normaal gezichtsvermogen*.
- DHA draagt bij tot de *instandhouding van de normale hersenfunctie*.

De claims voor DHA mogen alleen worden gebruikt voor levensmiddelen die ten minste 40 mg DHA per 100 gram en per 100 kcal bevatten. Het gunstige effect wordt verkregen bij een dagelijkse inname van 250 mg DHA

Ook zal er met de acceptatie door de consument rekening gehouden moeten worden, er kan weerstand bestaan tegenover enkele van de genoemde alternatieven (transgene planten, insecten). Verder onderzoek zal dat moeten uitwijzen.

6.2 Aanbevelingen

Uit dit rapport komt duidelijk naar voren dat algen (vooral de micro-algen maar ook zeewieren) een zeer interessante potentiële bron van visolievetzuren zijn. Verder vindt er in Nederland vooraanstaand onderzoek plaats op het gebied van algen en zijn al enkele bedrijven actief bezig met de productie ervan. Het verdient aanbeveling het Nederlandse algenonderzoek verder te stimuleren en dan in het bijzonder onderzoek naar het gebruik van algen als veevoer en voer voor (kweek)vis, of als bron van de productie van een omega-3 rijke algenolie. Dit kan door het in kaart brengen van de kansen en belemmeringen, inclusief een analyse van de Nederlandse positie op dit gebied. Hierdoor kan Nederland een belangrijke positie verwerven in deze snelgroeiende tak van industrie.

Ook is het mogelijk dat insecten een bron van omega-3 vetzuren zijn (met name insecten die gevoed worden met algen) en een bijdrage kunnen gaan leveren aan de omega-3

vetzuurvoorziening, via hun gebruik voor veevoeder of rechtstreeks als de consumptie van insecten in de toekomst zou gaan toenemen. Onderzoek is nodig om de beperkte kennis over de omega-3 vetzuursamenstelling van insecten uit te breiden, en de insecten met de hoogste gehalten en beste consumptiekansen te selecteren. Het verdient daarom aanbeveling om het onderzoek naar insecten als eiwitbron, waarin Nederland een koploper is, uit te breiden met onderzoek naar hun gebruik als bron voor visolievetzuren.

Literatuur

- Arab-Tehrany, E.; Jacquot, M.; Gaiani, C.; Imran, M.; Desobry, S. and Linder, M. (2012). "Beneficial effects and oxidative stability of omega-3 long-chain polyunsaturated fatty acids." Trends in Food Science & Technology **25**(1): 24-33.
- Bourre, J. M. (2005). "Where to find omega-3 fatty acids and how feeding animals with diet enriched in omega-3 fatty acids to increase nutritional value of derived products for human: What is actually useful?" Journal of Nutrition, Health and Aging **9**(4): 232-242.
- Bukkens, S. G. F. (1997). "The nutritional value of edible insects." Ecology of Food and Nutrition **36**(2-4): 287-319.
- CBG: Bureau Nieuwe Voedingsmiddelen (2012). Olie rijk aan docosahexaeenzuur (DHA) en eicosapentaenzuur (EPA). Tweede beoordeling van de veiligheid voor de consument, volgens de Europese verordening 258/97 betreffende nieuwe voedingsmiddelen en nieuwe voedsel ingrediënten. Publicatie Nr. 2012-02 BNV. Den Haag: 43 p.
- Defoliart, G. R. (1989). "The Human Use of Insects as Food and as Animal Feed." Bulletin of the ESA **35**(1): 22-36.
- EC (2012). "Verordening (EU) Nr. 432/2012 van de Commissie, van 16 mei 2012, tot vaststelling van een lijst van toegestane gezondheidsclaims voor levensmiddelen die niet over ziekterisicobeperking en de ontwikkeling en gezondheid van kinderen gaan." Publicatieblad van de Europese Unie(25.5.2012): L136/1 - L136/40.
- EFSA Panel on Dietetic Products Nutrition and Allergies (NDA) (2009). "Scientific Opinion on the substantiation of health claims related to EPA, DHA, DPA and maintenance of normal blood pressure (ID 502), maintenance of normal HDL-cholesterol concentrations (ID 515), maintenance of normal (fasting) blood concentrations of triglycerides (ID 517), maintenance of normal LDL-cholesterol concentrations (ID 528, 698) and maintenance of joints (ID 503, 505, 507, 511, 518, 524, 526, 535, 537) pursuant to Article 13(1) of Regulation (EC) No 1924/2006." EFSA Journal **7**(9): 1263. [26 pp.]. Available online: www.efsa.europa.eu/efsajournal
- EFSA Panel on Dietetic Products Nutrition and Allergies (NDA) (2010a). "Scientific Opinion on the substantiation of health claims related to docosahexaenoic acid (DHA) and maintenance of normal (fasting) blood concentrations of triglycerides (ID 533, 691, 3150), protection of blood lipids from oxidative damage (ID 630), contribution to the maintenance or achievement of a normal body weight (ID 629), brain, eye and nerve development (ID 627, 689, 704, 742, 3148, 3151), maintenance of normal brain function (ID 565, 626, 631, 689, 690, 704, 742, 3148, 3151), maintenance of normal vision (ID 627, 632, 743, 3149) and maintenance of normal spermatozoa motility (ID 628) pursuant to Article 13(1) of Regulation (EC) No 1924/2006. ." EFSA Journal **8**(10): 1734. [27 pp.]. Available online: www.efsa.europa.eu/efsajournal
- EFSA Panel on Dietetic Products Nutrition and Allergies (NDA) (2010b). "Scientific Opinion on the substantiation of health claims related to eicosapentaenoic acid (EPA), docosahexaenoic acid (DHA), docosapentaenoic acid (DPA) and maintenance of normal cardiac function (ID 504, 506, 516, 527, 538, 703, 1128, 1317, 1324, 1325), maintenance of normal blood glucose concentrations (ID 566), maintenance of normal blood pressure (ID 506, 516, 703, 1317, 1324), maintenance of normal blood HDL-cholesterol concentrations (ID 506), maintenance of normal (fasting) blood concentrations of triglycerides (ID 506, 527, 538, 1317, 1324, 1325), maintenance of normal blood LDL-cholesterol concentrations (ID 527, 538, 1317, 1325, 4689), protection of the skin

- from photo-oxidative (UV-induced) damage (ID 530), improved absorption of EPA and DHA (ID 522, 523), contribution to the normal function of the immune system by decreasing the levels of eicosanoids, arachidonic acid-derived mediators and pro-inflammatory cytokines (ID 520, 2914), and “immunomodulating agent” (4690) pursuant to Article 13(1) of Regulation (EC) No 1924/2006." *EFSA Journal* **8**(10): 1796. [32 pp.]. Available online: www.efsa.europa.eu/efsajournal
- EFSA Panel on Dietetic Products Nutrition and Allergies (NDA) (2010c). "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.]. Available online: www.efsa.europa.eu/efsajournal
- EFSA Panel on Dietetic Products Nutrition and Allergies (NDA) (2012). "Scientific Opinion on the Tolerable Upper Intake Level of eicosapentaenoic acid (EPA), docosahexaenoic acid (DHA) and docosapentaenoic acid (DPA)." *EFSA Journal* **10**(7): 2815 [48 pp.]. Available online: www.efsa.europa.eu/efsajournal.
- Fontaneto, D.; Tommaseo-Ponzetta, M.; Galli, C.; Risé, P.; Glew, R. H. and Paoletti, M. G. (2011). "Differences in fatty acid composition between aquatic and terrestrial insects used as food in human nutrition." *Ecology of Food and Nutrition* **50**(4): 351-367.
- Fraeye, I.; Bruneel, C.; Lemahieu, C.; Buyse, J.; Muylaert, K. and Foubert, I. (2012). "Dietary enrichment of eggs with omega-3 fatty acids: A review." *Food Research International* **48**(2): 961-969.
- Gezondheidsraad (2006a). Richtlijnen goede voeding 2006. Publicatienr. 2006/21. Den Haag, Gezondheidsraad: 118 p.
- Gezondheidsraad (2006b). Richtlijnen goede voeding 2006 - achtergronddocument. Den Haag Gezondheidsraad: 252 p.
- Gezondheidsraad (2011). Richtlijnen goede voeding ecologisch belicht. Publicatienr. 2011/08. Den Haag, Gezondheidsraad: 92 p.
- Jacobsen, C. (2010). "Enrichment of foods with omega-3 fatty acids: a multidisciplinary challenge." *Annals of the New York Academy of Sciences* **1190**(1): 141-150.
- Kalish, B. T.; Fallon, E. M. and Puder, M. (2012). "A Tutorial on Fatty Acid Biology." *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition* **36**(4): 380-388.
- Kralovec, J. A.; Zhang, S.; Zhang, W. and Barrow, C. J. (2012). "A review of the progress in enzymatic concentration and microencapsulation of omega-3 rich oil from fish and microbial sources." *Food Chemistry* **131**(2): 639-644.
- Meester, F. (2013). Introduction: The Economics of Omega-6/3. Omega-6/3 Fatty Acids. F. De Meester, R. R. Watson and S. Zibadi, Humana Press: 3-11.
- min. EL&I (2011). Kamerbrief met reactie VWS en ELI op advies van de Gezondheidsraad 'Richtlijnen Goede Voeding ecologisch belicht'. Vergaderjaar 2011-2012, Kamerstuk 31532 nr. 67.: 2 p. <https://zoek.officielebekendmakingen.nl/kst-31532-67.html>.

- Ruiz-López, N.; Sayanova, O.; Napier, J. A. and Haslam, R. P. (2012). "Metabolic engineering of the omega-3 long chain polyunsaturated fatty acid biosynthetic pathway into transgenic plants." Journal of Experimental Botany **63**(7): 2397-2410.
- Singh, V. P.; Pathak, V. and Verma Akhilesh, K. (2012). "Modified or enriched eggs: A smart approach in egg industry: A review." American Journal of Food Technology **7**(5): 266-277.
- Taneja, A. and Singh, H. (2012). "Challenges for the Delivery of Long-Chain n-3 Fatty Acids in Functional Foods." Annual Review of Food Science and Technology **3**(1): 105-123.
- USDA. (2012). "USDA National Nutrient Database for Standard Reference, release 25 ", from <http://www.ars.usda.gov/Services/docs.htm?docid=8964>.
- van Huis, A. (2013 ip). "Potential of Insects as Food and Feed in Assuring Food Security." Annual Review of Entomology **58**(1): null.
- van Rossum, C. T. M.; Fransen, H. P.; Verkaik-Kloosterman, J.; Buurma-Rethans, E. J. M. and Ocké, M. C. (2011). Dutch National Food Consumption Survey 2007-2010. Diet of children and adults aged 7 to 69 years. RIVM report / National Institute for Public Health and the Environment; 350050006/2011. Bilthoven, National Institute for Public Health and the Environment: 146 pp.
- Vanthoor-Koopmans, M.; Wijffels, R. H.; Barbosa, M. J. and Eppink, M. H. M. (2012, ip). "Biorefinery of microalgae for food and fuel." Bioresource Technology: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2012.10.135>.
- Venegas-Calerón, M.; Sayanova, O. and Napier, J. A. (2010). "An alternative to fish oils: Metabolic engineering of oil-seed crops to produce omega-3 long chain polyunsaturated fatty acids." Progress in Lipid Research **49**(2): 108-119.
- Voedingscentrum (2011). Richtlijnen Voedselkeuze. Den Haag, Voedingscentrum: 66 p.
- Wijffels, R. H. and Barbosa, M. J. (2010). "An Outlook on Microalgal Biofuels." Science **329**(5993): 796-799.
- Yang, L. F.; Siriamornpun, S. and Li, D. (2006). "Polyunsaturated fatty acid content of edible insects in Thailand." Journal of Food Lipids **13**(3): 277-285.

7 Bijlagen

Bijlage 1. Indelingscriteria voor vis

A/voorkeur	B/middenweg	C/bij uitzondering
Onbewerkte vis, schaal- en schelpdieren	Bewerkte vis, schaal- en schelpdieren en VV: $\leq 30\%$ van totaal vet TV: $\leq 0,1$ g/100 g Na: ≤ 450 mg/100 g TS: niet toegevoegd	Bewerkte vis, schaal- en schelpdieren en VV: $> 30\%$ van totaal vet TV: $> 0,1$ g/100 g Na: > 450 mg/100 g TS: wel toegevoegd

VV=Verzadigd vet; TV=Transvetzuren; Na=Natrium; TS=Toegevoegd suiker.
(Voedingscentrum 2011).