

Nieuwe eiwitbronnen als vleesvervangers

Factsheet

Eiwitten zijn nodig voor een goede gezondheid. Er zijn dierlijke en plantaardige eiwitbronnen. Dierlijke eiwitten zitten onder andere in vlees en zuivel en plantaardige eiwitten in granen en peulvruchten. Dierlijke bronnen belasten het milieu sterker dan plantaardige. Dat geldt het sterkst voor vlees. De vraag naar vlees stijgt en de ecologische grenzen van de aarde zijn al overschreden. Minder vlees eten is een eerste stap die mensen kunnen nemen om het milieu minder te belasten. Een tweede stap bestaat uit het vervangen van vlees. Daarom is het belangrijk dat er nieuwe eiwitbronnen worden onderzocht die vlees op duurzame wijze kunnen vervangen.

Deze factsheet verkent de duurzaamheid, voedingswaarde en veiligheid van de volgende nieuwe eiwitbronnen: peulvruchten, schimmels (paddenstoelen en quorn), wieren, algen, insecten en kweekvlees.³

Peulvruchten en producten op basis van peulvruchten zijn de meest voor de hand liggende gezonde en duurzame vervangers voor vlees. Zeewieren en algen hebben de potentie goede vervangers te zijn, mits ze niet teveel jodium en zware metalen bevatten. De meeste eetbare insecten en kweekvlees zijn ook geschikt. Qua duurzaamheid lijken ze meestal wat beter te scoren dan vlees, maar de kweekmethoden moeten nog verder ontwikkeld en beoordeeld worden. Bij insecten speelt verder veiligheid een rol. De geschiktheid van zeewieren, algen en insecten als vleesvervanger kan het beste per soort beoordeeld worden. Schimmels zijn geen goede nieuwe eiwitbron. Ze bevatten onder andere te weinig ijzer.



Voor wie is het relevant?

Een steeds groter deel van de consumenten wil minder, geen of anders vlees eten. Voor de vervanging van vlees worden nieuwe eiwitbronnen relevant. Omdat het om soms onbekende producten gaat is er informatie-behoefte bij diëtisten, voorlichters, onderzoekers en beleidsmedewerkers.

Welke issues spelen er?

Eiwit bevat essentiële aminozuren die mensen nodig hebben, bijvoorbeeld als bouwstof voor cellen. Op dit moment halen Nederlanders eiwit voor een groot deel uit dierlijke producten, namelijk uit vlees- en vlees-producten (29%), zuivel (23%) en vis (4%). De rest van de eiwitten halen we bijvoorbeeld uit graan- en graanproducten (22%), aardappelen (3%) en noten (3%).²³ Nederlanders krijgen voldoende eiwit binnen en vaak meer dan nodig: vrouwen 60-75 gram en mannen 61-98 gram per dag.^{4,6}

Probleem: milieubelasting

Dierlijke eiwitbronnen belasten het milieu zwaarder dan plantaardige eiwitbronnen.¹ De Gezondheidsraad adviseert mensen om meer plantaardige producten te eten en minder dierlijke producten. Het is ook gezonder omdat dierlijke eiwitbronnen wel bijdragen aan de consumptie van verzadigd vet en zout, maar niet aan vezels.⁵

Oplossing: minder vlees eten en vlees vervangen

Omdat mensen vaak meer eiwit binnenkrijgen dan nodig, bestaat de oplossing uit twee stappen.

- Stap 1: mensen kunnen wat minder dierlijke producten nemen.
- Stap 2: mensen kunnen (een deel van) dierlijke producten vervangen voor meer duurzame nieuwe eiwitbronnen.^{2,5,6} In de praktijk gaat het dan vooral over het vervangen van vlees, maar zuivel en vis zijn ook te vervangen.

De overheid stimuleert de ontwikkeling van nieuwe eiwitbronnen, ook wel Novel Proteins of Low Impact Proteins genoemd (Beleidsbrief Duurzame Voedselproductie, ministerie EZ, 2013).

Criteria voor nieuwe eiwitbronnen als vleesvervangers

Er zijn drie criteria waar volgens het Voedingscentrum een nieuwe eiwitbron aan moet voldoen:

1. De nieuwe eiwitbron geeft duurzaamheidswinst vergeleken met een reguliere dierlijke eiwitbron. Vaak zal het dan gaan om een plantaardige bron, maar het kan ook om een duurzamere dierlijke bron gaan.
2. Een nieuwe eiwitbron moet qua voedingsstoffen dienen als vleesvervanger. Een goede vleesvervanger bevat voldoende van de volgende stoffen (omdat dierlijke producten de belangrijkste leverancier van deze voedingsstoffen zijn):
 - eiwit (van goede kwaliteit, zie voor uitleg kader op de volgende pagina), en:
 - ijzer (>0,7 mg/100g), en:
 - vitamine B1 (>0,06 mg/100g) en/of B12 (>0,13 µg/100g).²⁴
3. De nieuwe eiwitbron moet veilig zijn om te eten.

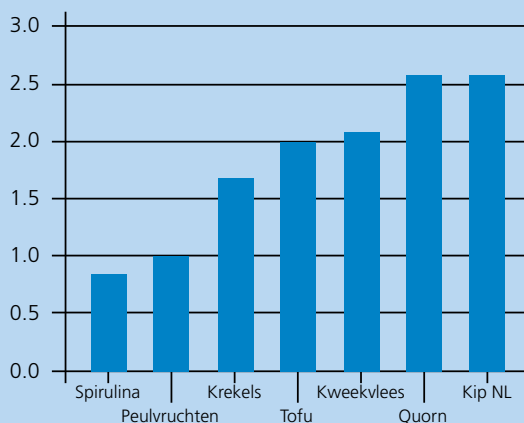
Het milieuprobleem uitgelicht

De grenzen van de aarde zijn overschreden als het gaat om biodiversiteitsverlies, klimaatverandering en de stikstofkringloop. Eiwitproductie en -consumptie verbindt deze drie problemen.¹ De milieubelasting van de productie van dierlijke eiwitten in vergelijking met plantaardige is:

- twee tot 60 keer meer broeikasgasemissies.⁹
- drie tot tien keer meer voor landgebruik en energiegebruik.
- 30 tot 40 keer meer voor zoetwatergebruik

Ook is er meer vervuiling in de vorm van bestrijdingsmiddelen, zware metalen en anti-biotica.⁷ Al deze problemen gelden het sterkst voor vlees. De Voedsel- en Landbouworganisatie van de Verenigde Naties (FAO) voorspelt tot aan 2050 een stijging van 70% in de vraag naar vlees. Daarom is het belangrijk dat er eiwitbronnen worden onderzocht en ontwikkeld die vlees kunnen vervangen.

Broeikasgasemissies kg CO₂eq/kilo⁹



Eiwitkwaliteit uitgelegd: de rol van essentiële aminozuren en verteerbaarheid

Eiwitten die je via je eten en drinken binnenkrijgt, worden door je lichaam afgebroken tot kleine eiwitbrokjes: de aminozuren. Hiermee maakt je lichaam weer andere eiwitten. Sommige aminozuren kan het lichaam zelf maken. Anderen moet je binnenkrijgen via voedsel: de essentiële aminozuren. In plantaardige eiwitten zitten soms minder essentiële aminozuren of in een verkeerde verhouding. Daarnaast is het eiwit uit sommige plantaardige producten soms moeilijker te verteren. Voldoende essentiële aminozuren en goede

verteerbaarheid bepalen samen de eiwitkwaliteit. De kwaliteit van eiwit kun je uitdrukken in een getal. Daarbij is de kwaliteit van eiwit van kippenei de referentie: 1,00.⁴

De lagere kwaliteit van plantaardig eiwitbronnen zorgt ervoor dat iemand wat meer eiwitten nodig heeft als hij geen of minder dierlijke eiwitten binnenkrijgt. De aanbevolen hoeveelheid eiwit is in principe 0,8 gram per kilo lichaamsgewicht, maar voor vegetariërs en veganisten is die hoeveelheid respectievelijk 20 en 30 procent hoger.⁴

Wetenschappelijke stand van zaken

Hieronder bespreken we potentiële nieuwe eiwitbronnen als vleesvervanger. Het gaat veelal om producten die nu nog niet standaard gebruikt worden als eiwitbron, maar daar wel potentie voor hebben. Noten vallen ook onder geschikte vleesvervangers, maar deze factsheet gaat niet dieper in op deze productgroep. Per nieuwe eiwitbron gaan we steeds in op de drie criteria:

1. duurzaamheid
2. voldoende voedingsstoffen
3. veiligheid

Peulvruchten (inclusief soja en producten van soja zoals tofu)

Peulvruchten zijn bijvoorbeeld bruine bonen, kidneybonen, linzen en kikkererwten. Ook soja (sojaboon) is een peulvrucht.

■ Peulvruchten en producten op basis van peulvruchten, zoals tofu, zijn een goede en duurzame vleesvervanger.

1. De productie van peulvruchten heeft een lage klimaatimpact vergeleken met vlees. Ze zijn nuttig voor vruchtwisseling op akkers en ze zijn goed op te slaan. Omdat ze lang goed blijven wordt er maar weinig van verspild. Ze binden zelf stikstof uit de lucht, waardoor er weinig kunstmest nodig is. De broeikasgasemissies van peulvruchten is vergelijkbaar met andere plantaardige vleesvervangers,⁸ maar lager dan voor tofu en noten.⁹ Het landgebruik varieert. Ook de watervoetafdruk van peulvruchten is lager dan van vlees.
2. Peulvruchten zijn rijk aan eiwit, vitamine B1 en ijzer. Ze bevatten geen vitamine B12. Peulvruchten hebben een eiwitkwaliteit van 0,50 tot 0,67, waarbij soja een positievere uitzondering is met 0,91. Ze bevatten minder van het essentieel aminozuur methionine, maar in combinatie met granen leveren peulvruchten alle essentiële aminozuren.⁸
3. Peulvruchten zijn veilig om te eten. Alleen de meeste peulvruchten zijn niet rauw te eten, omdat ze de

natuurlijke gifstof lectine bevatten. Sommige mensen zijn allergisch voor soja of pinda.

Paddenstoelen

Eetbare paddenstoelen zijn bijvoorbeeld champignons, shiitakes en oesterzwammen.

■ Paddenstoelen zijn geen goede eiwitbron.

1. Paddenstoelen hebben vergeleken met ander plantaardige producten een hogere milieubelasting door de teeltwijze.
2. Paddenstoelen bevatten vanwege hun hoge watergehalte relatief weinig eiwit en ook minder van twee essentiële aminozuren. De eiwitkwaliteit van champignons is 0,66. Daarnaast bevatten ze ook relatief weinig ijzer. Ze bevatten geen vitamine B12.²¹
3. Zelf plukken in het bos is verboden en wordt afgeraden: de kans op giftige soorten is groot. In rauwe paddenstoelen zit de natuurlijke gifstof agaritine.

Quorn

Quorn is een Brits product sinds 1995 gemaakt uit gefermenteerde schimmel *Fusarium venenatum*. Het eiwit uit de schimmel is mycoproteïne. Als bindmiddel wordt kippeneiwit gebruikt.

■ Quorn is geen goede nieuwe eiwitbron, omdat er niet voldoende ijzer in zit.

1. Quorn heeft in vergelijking met andere plantaardige vleesvervangers een hoger energiegebruik voor de verwerking, maar een lager landgebruik en vergelijkbare broeikasgasemissies.^{3,9}
2. Mycoproteïne heeft een hoge eiwitkwaliteit van 1,00. Maar het bevat weinig ijzer en vitamine B1.³
3. Quorn is een veilig product.

Zeewieren

Zeewieren zijn zeeplanten. Er is een lange historie van het eten van zeewieren in China, Japan en Korea.³ Ze groeien in zout water.¹⁰ Er zijn zo'n 500 eetbare

soorten, waarvan bruinwieren (bijvoorbeeld kombu/ kelk, hiziki en zeespaghetti), roodwieren (dulse) en blauwgroenwieren (zeesla, wakame) belangrijke groepen zijn. Ze worden vers of gedroogd verkocht.¹⁰

■ Zeewieren kunnen een goede en duurzame vleesvervanger zijn, mits ze niet te veel vervuild zijn.

1. Wieren worden voor een vierde uit het wild geoogst en drie vierde via aquacultuur. Er is nauwelijks grond, zoet water of fossiele brandstof voor nodig.³
2. De soort nori en de groep bruinwieren (waaronder kombu) zijn rijk aan eiwitten, vooral in gedroogde vorm. De eiwitkwaliteit is vergelijkbaar met bonen (0,48-0,67), want de verteerbaarheid is laag. Alle soorten wieren bevatten vitamine B1, maar minder dan bonen. Er zit meer ijzer in zeewier dan in vlees.¹¹ De precieze samenstelling van zeewier hangt af van de soort en het seizoen. Zo is dulse het zeewier met het meeste ijzer. Verder bevat bijvoorbeeld zeesla vitamine B12. Gedroogd zeewier is een van de weinige plantaardige bronnen van vitamine B12.¹¹ Waarschijnlijk is een groot deel hiervan pseudo B12, een variant die niet actief is en niet goed opgenomen wordt in het lichaam.
3. Eetbare wieren zijn doorgaans veilig. Soms kunnen ze te hoge gehalten jodium en zware metalen bevatten. Dat geldt met name voor jodium in tabletten gemaakt van kelp (kombu) en arseen in hiziki en andere bruinwieren.^{10,11,12} Soms is er sprake van vervuiling met ammonia, dioxine, bestrijdingsmiddelen en radioactiviteit.¹² Verder kunnen sommige blauwgroenwieren (en algen) niet gegeten worden omdat ze gifstoffen vormen.¹⁰

Andere voedingsstoffen in wieren en algen

Wieren zijn ook rijk aan koolhydraten en vezels.¹¹ Over het algemeen is het gehalte aan calcium van wieren hoger dan in planten.^{10,12} Cracillaria changgi is het enige wier met een noemenswaardige hoeveelheid visvetzuren. De algen Spirulina en Chlorella bevatten ook visvetzuren.¹⁰

Algen

Algen zijn eencellige wieren en heten ook wel fytoplankton. Ze groeien snel en in zout- en zoetwater. De kweek vindt plaats in gesloten reactoren of open bassins.¹⁰ De celwanden van algen (vezels) zijn voor mensen moeilijk verteerbaar, daarom zijn ze in droge vorm te koop (als voedingstablet). In die vorm bestaat het voornamelijk uit eiwitten en/of vetten.³

■ Algen zijn een goede vleesvervanger, maar worden alleen gedroogd aangeboden.

1. De productie van algen heeft een heel lage milieubelasting. Bij industriële kweek in reactoren kan wel sprake zijn van hoog energiegebruik.

2. De algen spirulina (eigenlijk een cyanobacterie) en chlorella bevatten veel goed verteerbaar eiwit met alle essentiële aminozuren. Ook bevatten ze ijzer en vitamine B1.¹⁰
3. Als algen in open bassins worden gekweekt hebben ze een grotere kans om microbiologisch besmet te raken door vogels, insecten en knaagdieren.¹² In gesloten systemen is dit geen probleem.

Insecten

Er worden wereldwijd 2.000 verschillende insectensoorten gegeten. Afhankelijk van de soort, worden ze als volwassene, larf of pop gegeten.¹³ In Nederland zijn sprinkhanen, meelwormen en krekels te koop. Meestal zijn ze gedroogd maar ze zijn ook verwerkt in burgers, nuggets en schnitzels. Gekookt hebben ze drie keer meer volume.¹⁴

■ Insecten zijn geschikt als vleesvervanger, wanneer het om soorten gaat met vitamine B1 en/of B12.

1. Insecten hebben een lagere milieu-impact dan vlees, door minder watergebruik, minder voer, een hoge vruchtbaarheid en bijna volledige consumptie. Bovendien kunnen ze leven van restafval en voedingsvezels. Bij industriële kweek kan sprake zijn van hoog energiegebruik.^{3,14,15} In een studie naar drie eetbare insecten bleek wel dat de CO₂-uitstoot van insecten vergelijkbaar is met varken, maar lager dan rund. Soort, temperatuur en voeding hebben namelijk effect op de milieu-impact.¹⁶
2. De samenstelling van insecten is heel divers, zodat er niet één voedingswaarde te geven is. Bovendien is de waarde niet van alle soorten bekend.³ Gedroogde insecten zijn wel altijd rijk aan eiwitten.^{14,15} De eiwitten zijn van hoge kwaliteit (0,96), mits ze geen hard uitwendig skelet hebben, waardoor ze slecht verteerbaar zijn. Insecten bevatten ruim voldoende ijzer,¹⁶ maar vitamine B1 en B12 niet altijd. Sommige krekels, soldaatvliegen en rupsen bevatten veel B12, maar zijderups en de larve van de wasmot niets.¹⁶
3. Het onderzoek naar de veiligheid van insecten is nog beperkt.^{12,15}
 - Aangeboden insecten in Nederland zijn veilig om te eten, mits ze voldoende verhit zijn.
 - Mensen die allergisch zijn voor schaal- en schelpdieren of huismijt, kunnen ook allergisch zijn voor insecten. Het is onbekend of insecten nieuwe allergenen bevatten.
 - Het is nodig om de poten en vleugels van (volwassen) sprinkhanen, krekels, kevers en cicades te verwijderen, vanwege een mogelijkheid tot darmbeschadiging of verstopping.
 - Het is onduidelijk is of het eten van insecten risico's met zich meebrengt, in verband met de stof chitine in het uitwendig skelet.^{17,18}

Andere voedingsstoffen in insecten

Het gehalte meervoudig onverzadigde vetzuren van insecten is soms hoger dan in vlees. In de meeste soorten zit evenveel cholesterol als in vlees, omdat het grotendeels orgaanvlees is. Opmerkelijk is het hoge gehalte aan kalium, ijzer, magnesium, zink en selenium.^{14,15,16}

Kweekvlees

Kweekvlees wordt geproduceerd door dierlijke stamcellen (van varken of rund) te vermeerderen en te laten specialiseren tot spiercellen. Tot nu toe zijn de beste resultaten geboekt met stamcellen uit spieren. In theorie kunnen uit een stamcel duizenden kilo's

spierweefsel gekweekt worden. De samenstelling is vergelijkbaar met gewoon vlees.³

■ Kweekvlees lijkt op mager vlees en is dus prima geschikt als vleesvervanger.

1. De emissie van broeikasgassen, land- en watergebruik zijn substantieel lager dan van vlees. Het energiegebruik niet. Emissies hangen onder andere af van het kweekmedium. Omdat de technologie nog in ontwikkeling is en het kweken nog niet op grote schaal gebeurt zijn er nog veel onzekerheden over de precieze milieubelasting.¹⁹
2. Qua voedingsstoffen lijkt het op vlees, er zit genoeg eiwit, ijzer, vitamine B1 en B12 in.
3. Omdat de kweek steriel is komen er geen bacteriële verontreinigingen voor.³

Voedingswaarde per 100 gram van diverse eiwitbronnen, vergeleken met criteria voor vleesvervangers

Productomschrijving	energie	eiwit	water	vezel	ijzer	vit B1	vit B12
	kcal	g	g	g	mg	mg	µg
Criteria voor vleesvervangers		>0			>0.7	>0.06	of >0.13
Hamburger rauw	239	16.8	61	0.6	1.8	0.09	1.52
Kipfilet rauw	110	23.3	74	0	0.6	0.08	0.2
Haring gezouten	172	17.6	67	0	1.4	0	9.26
Walnoten	708	16	4	4.6	3.4	0.29	0
Champignons rauw	18	2.3	95	1.5	0.2	0.07	0
Shiitake onbereid (USDA)	34	2.2	90	2.5	0.4	0.02	
Quornstukjes onbereid	114	14	73	5.5	0.5	0.1	0.13
Peulvruchten gekookt	99-126	7.6-8.8	65-69	5.3-8.0	1.8-2.9	0.05-0.32	0
Tahoe	113	11.6	78	0.3	2.2	0.07	0
Spirulina gedroogd (USDA/TNO)	290	57.5-70	5	3.6	28.5	2.38	0
Zeewier vers (NEVO/USDA)	26-49	1.5-5.9	80-91	0.3-1.3	1.8-2.8	0.02-0.22	0
Zeewier gedroogd ¹¹ (WUR)		10-40	3-10	3.4-9.8	3.9-45.6	0.06-0.40	0.13-6.30
Insecten gedroogd ¹⁴	361-558	10.3-74.4	5-10	1.8-25.1	1.3-64.0	0-3.38	
Insecten gedroogd ²⁶	138-206	13.0-21.5			11.0-46.0		0-0.47

Blik naar de toekomst

Acceptatie

Een van de belangrijkste belemmeringen bij het introduceren van nieuwe eiwitbronnen als vleesvervangers is onvoldoende acceptatie.^{7,12,20} Dat er goede nieuwe eiwitbronnen zijn, wil niet zeggen dat ze gegeten worden. Vanuit een carnivore cultuur blijft er namelijk vraag naar dierlijke producten of producten die daarop lijken.^{20,22} Het onderzoek naar daadwerkelijke consumptie van nieuwe eiwitproducten en de consumentenacceptatie is beperkt, maar neemt voorzichtig toe.^{3,22} Een deel van de oplossing ligt in een culturele verschuiving: het moet stap voor stap normaler worden om meer plantaardig te eten.

Wetgeving

Het is belangrijk om na te gaan of afzonderlijke nieuwe eiwitbronnen binnen de EU worden beschouwd als zogenoemde 'novel foods'. Voor zulke producten, waarvoor onvoldoende informatie beschikbaar is over eerdere veilige consumptie binnen de EU, moet de voedselveiligheid door de overheid worden beoordeeld vóórdat ze worden toegelaten op de markt.¹²

Toepasbaarheid

Sommige eiwitbronnen zijn voor mensen makkelijk direct te gebruiken als vleesvervangers. Zo is een toename in het eten van peulvruchten een makkelijke stap, hoewel ze nu dus nog niet veel gegeten worden.^{5,8} Andere eiwitbronnen zijn minder makkelijk toe te

passen. Insecten zijn net geïntroduceerd en kweekvlees is nog ver weg. Zeewier is slechts bekend bij een klein deel van de bevolking en nog moeilijk verkrijgbaar.¹²

Verder onderzoek

Vanwege het duurzaamheidsvraagstuk is het belangrijk de voedingswaarde, de veiligheid en duurzaamheid van nieuwe eiwitbronnen verder te onderzoeken en te benadrukken.^{20,25} Zo moet de geschiktheid van insecten en wieren per soort bekeken worden. Daarvoor is het nodig om meer en betrouwbare informatie te hebben over voedingswaarde en milieu-impact.²⁰ Wat insecten betreft is het nodig grootschalige kweekmethodes te

ontwikkelen die betaalbaar, geautomatiseerd, energie-efficiënt en microbiologisch veilig zijn.¹⁴ Een doel voor de ontwikkeling van kweekvleestechologieën is de beschikbaarheid van kweekmedia die geen producten van dierlijke oorsprong (serum) bevatten.²

Gezondheid van de bevolking

Bij een verschuiving naar het meer eten van nieuwe eiwitbronnen, is het belangrijk om de eiwitkwaliteit en voorziening van vitamine B1, B12 en ijzer in de gaten te houden. Het Voedingscentrum raadt veganisten aan om vitamine B12-tabletten te slikken.

Voor het opstellen van dit document zijn de volgende experts geconsulteerd:

H. (Harry) Aiking, PhD ERT, Associate Professor Chemistry & Food, Institute for Environmental Studies, VU University, Amsterdam
Dr.ir. C. (Corjan) van den Berg, Expertise Group for Functional Ingredients, TNO Zeist
Dr. W.A. (Willem) Brandenburg, Plant Research International Wageningen UR
Dr.ir. J.J.M. (Jacqueline) Castenmiller, BuRO NVWA
Dr. J.C. (Hans) Dagevos, Senior researcher / sociologist of consumption, LEI Wageningen UR
Prof.dr. H.P. (Henk) Haagsman, Departement Infectieziekten & Immunologie, Universiteit Utrecht
Prof.dr.ir. A. (Arnold) van Huis, Laboratory of Entomology, Wageningen UR
M.J. (Mark) Post, MD. PhD, Professor and Chair of Physiology, Maastricht University

Gebruikte literatuur:

1. Aiking, H., *Future Protein Supply. Trends in Food Science & Technology*, 2011. 22(22): p. 112-120.
2. Haagsman, H.P., K.J. Hellingwerf, and B.A.J. Roelen, *Production of animal proteins by cell systems, Desk study on cultured meat ('kweekvlees')*. 2009, Universiteit Utrecht. p. 58.
3. Cazaux, G., D. Van Geijseghem, and L. Bas, *Alternatieve eiwitbronnen voor menselijke consumptie: Een verkenning*. 2010, Vlaamse overheid, Departement Landbouw en Visserij: Brussel. p. 39.
4. Gezondheidsraad, *Voedingsnormen energie, eiwitten, vetten en verteerbare koolhydraten*, 2001, Gezondheidsraad: Den Haag. p. 174.
5. Gezondheidsraad, *Richtlijnen Goede Voeding Ecologisch Belicht*, 2011, Den Haag. p.84.
6. Westhoek, H., et al., *The Protein Puzzle; The consumption and production of meat, dairy and fish in the European Union, 2011*, PBL: Den Haag. p. 221.
7. Aiking, H., J. de Boer, and J.E. Vereijken, eds. *Sustainable Protein Production and Consumption: Pigs or Peas? Vol. 45*. 2006: Amsterdam. 226.
8. Dagevos, H. & van Dongen, E. *Peulvruchten: meer potentie dan praktijk en prioriteit. Voeding Nu*, 2014 (1/2), 14-15
9. Blonk, H., A. Kool, and B. Luse, *Milieueffecten Nederlandse consumptie van eiwitrijke producten, 2008 + Milieukundige vergelijking van vleesvervangers*, 2009, Blonk Milieu Advies: Gouda.
10. Kerkvliet, J.D., *Algen en zeewieren als levensmiddel: een overzicht. De Ware(n) Chemicus*, 2001(31): p. 77-104.
11. MacArtain, P., et al., *Nutritional value of edible seaweeds. Nutr Rev*, 2007. 65(12 Pt 1): p. 535-43.
12. van der Spiegel, M., M.Y. Noordam, and H.J. van der Fels-Klerx, *Safety of Novel Protein Sources (Insects, Microalgae, Seaweed, Duckweed, and Rapeseed) and Legislative Aspects for Their Application in Food and Feed Production. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 2013. 12(6): p. 662-678.
13. van Huis, A., *Potential of Insects as Food and Feed in Assuring Food Security. Annual Review of Entomology*, 2013. 58(1): p. 563-583.
14. Rumpold, B.A. and O.K. Schlüter, *Potential and challenges of insects as an innovative source for food and feed production. Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 2013. 17(0): p. 1-11.
15. Belluco, S., et al., *Edible Insects in a Food Safety and Nutritional Perspective: A Critical Review. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 2013. 12(3): p. 296-313.
16. Ooninx, D.G.A.B., *Insects as food and feed: Nutrient composition and environmental impact. Thesis Wageningen UR*, 2015, Wageningen.
17. NVWA, *Advies over de risico's van consumptie van gekweekte insecten*, 2014, NVWA Buro Risivoboordeling & onderzoeksprogrammering: Den Haag. p. 18.
18. HGR, *Voedselveiligheid van insecten bestemd voor humane consumptie*, 2014, Wetenschappelijk Comité van het FAVV en Hoge Gezondheidsraad: Brussel. p. 24.
19. Tuomisto, H.L. and A.G. Roy, *Could cultured meat reduce environmental impact of agriculture in Europe? Proceedings 8th Int. Conference on LCA in the Agri-Food Sector*, 2012.
20. Wagenberg, C.P.A.v., et al., *Ontwikkeling en vermarkting van nieuwe eiwitten; Ervaren belemmeringen en oplossingen*, 2012, LEI Wageningen UR: Den Haag. p. 52.
21. Baars J.J.P. & A.S.M. Sonnenberg *Voedingswaarden champignons en andere paddenstoelen. Plant Research International B.V., Wageningen, 2008, Rapport 2008&6*
22. Hopkins, P. and A. Dacey, *Vegetarian Meat: Could Technology Save Animals and Satisfy Meat Eaters? Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 2008. 21(6): p. 579-596.
23. RIVM, *Dutch National Food Consumption Survey 2007-2010 : Diet of children and adults aged 7 to 69 years*.
24. Voedingscentrum, *Richtlijnen Voedselkeuze*, 2011.
25. Batistic, P., Brochade, R., Elliot, J. & Göbler, A., *Sustainability Assessment of Alternatives to Meat as a Source of Protein; Master SSP 2014/2015 course SSP2062*. 2015. Maastricht University, Maastricht, p.51.
26. Yi, L., et al., *Extraction and characterisation of protein fractions from five insect species. Food Chemistry*, 2013. 141(4): p. 3341-3348.

Auteurs: ir. Corné van Dooren en dr. ir. Astrid Postma-Smeets

okt 2015

www.voedingscentrum.nl