

VEGETARISCHE VOEDING

VOEDINGSLEER



2019

VEGETARISCHE VOEDING

VOEDINGSLEER

Voedingscel van de
Vlaamse Vereniging Kindergeneeskunde

Vlaamse Beroepsvereniging van Diëtisten
Vlaamse Pediatriche diëtisten

Kind en Gezin

2019

Kind & Gezin



Colofon 'Vegetarische voeding'

©2019 Vlaamse Vereniging Kindergeneeskunde vzw

Verantwoordelijke uitgever

Vlaamse Vereniging Kindergeneeskunde vzw

Contact

Vlaamse Vereniging Kindergeneeskunde vzw

Sint-Martensbergstraat 9

3600 Genk

secretariaat@vkindergeneeskunde.be

<https://vkindergeneeskunde.be>

Initiatief

Voedingscel van de Vlaamse Vereniging Kindergeneeskunde

Coördinatie

Myriam Van Winckel, kinderarts UZGent

Nena Van Hemelryck, diëtiste

Auteurs

- Voedingscel VVK vzw: Philippe Alliet, Greet Stevens, Myriam Van Winckel, Krishna Vyncke
- Vlaamse Beroepsvereniging van Diëtisten/Vlaamse Pediatrische Diëtisten: Heidi Cuypers, Nele De Mulder, Nena Van Hemelryck
- Kind en Gezin: Nadine De Ronne, Sigrid Quintelier

Nagelezen door

- Voedingscel VVK vzw: Wim Arts, Elisabeth De Greef, Bruno Hauser, Koen Huysentruyt, Yvan Vandenplas, Gigi Veereman
- Vlaams Instituut Gezond Leven: Loes Neven

Lay-out: Nena Van Hemelryck

Dit document is een extra bijlage bij de informatiebrochure "vegetarische voeding" voor hulpverleners in de gezondheidszorg.

INHOUD

Afkortingen	2
Inleiding	3
Macronutriënten	4
Eiwitten	4
Vetten	6
Koolhydraten	10
Voedingsvezels	10
Micronutriënten	12
Biologische beschikbaarheid	12
Calcium (Ca)	12
IJzer (Fe)	16
Zink (Zn)	18
Jodium (I)	19
Selenium (Se)	21
Vitamine D	23
Vitamine B3	25
Vitamine B12	28
Literatuur	31
Bijlage 1: Vitaminen	36
Bijlage 2: Mineralen en spoorelementen	37

AFKORTINGEN

AA	arachidonzuur
AND	'Academy of Nutrition and Dietetics'
BMD	'bone mineral density' - botmineraaldichtheid
Ca	calcium
Cu	koper
DHA	docosahexaeenzuur
energie%	energieprocent
EPA	eicosapentaeenzuur
Fe	ijzer
g	gram
HGR	Hoge Gezondheidsraad
I	jodium
IU	internationale eenheden
LA	linolzuur
LC-PUFA	lange keten poly onverzadigde vetzuren
LNA	alfa-linoleenzuur
MUFA	mono onverzadigde vetzuren
NAD	nicotinamide adenine dinucleotide
NADP	nicotinamide adenine dinucleotide fosfaat
PDCAAS	Protein Digestibility Corrected Amino Acid Score
PUFA	poly onverzadigde vetzuren
Se	selenium
vit	vitamine
VVK	Vlaamse Vereniging voor Kindergeneeskunde
Zn	zink

INLEIDING

Onderstaande tekst is een aanvulling bij de brochure “vegetarische voeding, informatiebrochure voor hulpverleners in de gezondheidszorg”.

Waar de brochure bedoeld is om praktisch bruikbare informatie te geven, onder de vorm van aanbevolen inname van voedingsmiddelen, wordt hier meer achtergrondinformatie verstrekt en worden voedingsbestanddelen of nutriënten besproken. Telkens wordt aangegeven wat de aandachtspunten zijn bij een vegetarisch of veganistisch voedingspatroon.

De achtergrondinformatie is ingedeeld per voedingsbestanddeel. Eerst komen de macronutriënten aan bod (eiwit, vetten, koolhydraten inclusief voedingsvezels), nadien worden enkele micronutriënten besproken die speciale aandacht vragen binnen een vegetarisch voedingspatroon (calcium, ijzer, zink, jodium, selenium, vitamine D, vitamine B3, vitamine B12).

Deze achtergrondinformatie is complementair aan de informatiebrochure.

MACRONUTRIËNTEN

Eiwitten

Eiwitten zijn de bouwstoffen van het lichaam en kunnen ook energie leveren (1 gram eiwit levert 4kcal). Ze worden in het lichaam afgebroken tot aminozuren (de eigenlijke bouwstoffen) die op hun beurt in de lichaamscellen gebruikt worden om nieuwe eiwitten aan te maken. Het teveel aan aminozuren wordt afgebroken en dient voor de productie van glucose en vet en wordt zo een weinig efficiënte bron van energie. Eiwitten zijn daarnaast ook nodig voor de productie van stikstofhoudende stoffen waaronder hormonen en neurotransmitters.

Eiwitkwantiteit

De eiwitbehoefte kan bepaald worden op basis van de individuele energiebehoefte van de patiënt. Voor volwassenen wordt geadviseerd dat 15% van de energie-inname (15 energie%) gedekt wordt door eiwitten. Voor zuigelingen en jonge kinderen tot de leeftijd van 24 maanden blijft de eiwitinname best beperkt tot 8-12 energie%, wegens het risico op de latere ontwikkeling van overgewicht (Hoge Gezondheidsraad [HGR], 2016). Voor de overige leeftijdscategorieën worden geen specifieke energie% geformuleerd, wel spreekt men van een graduele toename tot 15 energie% op volwassen leeftijd.

De eiwitbehoefte kan ook uitgedrukt worden in aantal grammen eiwit per kg lichaamsgewicht per dag. De HGR (2016) gebruikt hiervoor aanbevelingen voor de minimale behoefte aan eiwit. Het is moeilijk om een bovenste wenselijke limiet van inname te definiëren. Globaal is de westerse voeding eiwitrijk, en worden meer eiwitten ingenomen dan minimaal nodig.

Eiwitkwaliteit

Naast de kwantiteit is ook de eiwitkwaliteit van belang in een vegetarisch voedingspatroon. De eiwitkwaliteit is afhankelijk van de verteerbaarheid en de aanwezigheid van essentiële aminozuren. Essentiële aminozuren kunnen niet door het lichaam zelf aangemaakt worden en dienen dus dagelijks via de voeding ingenomen te worden (fenylalanine, histidine, isoleucine, leucine, lysine, methionine, threonine, tryptofaan en valine). Niet-essentiële aminozuren kunnen door het lichaam zelf worden gesynthetiseerd.

Als maat voor de eiwitkwaliteit kan gebruik gemaakt worden van PDCAAS (Protein Digestibility Corrected Amino Acid Score). De PDCAAS van een eiwit wordt berekend

als het gehalte van het limiterende essentiële aminozuur in dit eiwit (in mg per g eiwit), gedeeld door de behoefte aan dit aminozuur bij kinderen tot 4 jaar (eveneens uitgedrukt in mg per g eiwit), vermenigvuldigd met de verteerbaarheid van het eiwit (uitgedrukt als de proportie van het eiwit dat wordt verteerd en opgenomen in de darm).

Het limiterend aminozuur is dat essentiële aminozuur dat in de laagste hoeveelheid aanwezig is (HGR, 2016). De meeste plantaardige eiwitbronnen hebben een specifiek limiterend aminozuur. Voor peulvruchten en quinoa is dat bijvoorbeeld methionine, voor maïs en tarwe is dat lysine. De PDCAAS van een vegetarische voeding zou gemiddeld 84% bedragen en van een veganistische voeding 77%. Omwille van deze reden wordt gesteld dat de eiwitbehoefte voor lacto-ovo-vegetariërs 1.2 maal hoger en bij veganisten 1.3 maal hoger ligt dan de algemene richtlijnen. Globaal kan gesteld worden dat er zelden een probleem is met eiwitaanbreng, ook bij jonge kinderen, op voorwaarde dat de energie-inname voldoende is, en er een gevarieerd voedingspatroon is (Academy of Nutrition and Dietetics [AND], 2016; De Gavelle et al., 2017).

Vegetariërs en veganisten dienen naast een verhoogde inname ook extra aandacht te schenken aan de juiste combinatie van (plantaardige) eiwitbronnen zodat alle essentiële aminozuren in voldoende mate worden aangebracht. Het combineren is niet noodzakelijk per voedings- of maaltijdmoment, het is voldoende wanneer alle essentiële aminozuren in voldoende mate over een volledige dag aangeboden worden. Bij veganisten, dient er extra aandacht te gaan naar lysine, aangezien dit het limiterende aminozuur is in een plantaardig voedingspatroon. Bij lacto-ovo-vegetarisme vormt dit minder een probleem, vanwege de consumptie van zuivelproducten die rijk zijn aan lysine.

Aanbevelingen

Samenvattend worden volgende richtlijnen omtrent de eiwitinname geadviseerd bij vegetariërs:

- **Eiwitbehoefte:** voor vegetariërs wordt de **bovengrens** aanbevolen:

Leeftijd	Minimale aanbevolen hoeveelheid eiwitten (energie%/dag)
0-24 maanden	8-12
2-6 jaar	10-15
7-12 jaar	10-15
13-18 jaar	15
volwassenen	15
zwangerschap	15
lactatie	15

- **Eiwitkwaliteit:** aandacht voor dagelijkse voldoende inname van alle essentiële aminozuren, door het combineren van plantaardige eiwitbronnen.

Vetten

Vetten leveren energie (1gram vet levert 9kcal), essentiële vetzuren en vetoplosbare vitaminen (A, D, E, K). De HGR maakt een opsplitsing in leeftijdscategorieën om aanbevelingen rond de totale vetinname te formuleren (zie tabel 1).

Tabel 1: Voedingsaanbevelingen: vetten per leeftijd (HGR, 2016)

	0-6 m	7-12 m	1-3 j	>3 j	Volwassene	Zwangerschap*	Lactatie*
	energie%	energie%	energie%	energie%	energie%	energie%	energie%
Totaal vet	40-50	40	35-40	30-35	30-35	30-35	30-35
Verzadigde Vetzuren			8-12	<10	<10	<10	<10
MUFA			10-20	10-20	10-20	10-20	10-20
PUFA			5-10	5-10	5-10	5-10	5-10
Omega 6							
LA	4	4	4	4	4	4	4
Omega 3							
LNA	1	1	1	1	1	1	1
DHA (mg/d)		100	100				
EPA + DHA (mg/d)				250-500	250-500	250-500	250-500
Cholesterol (mg/d)			<300	<300	<300	<300	<300

*tijdens de zwangerschap en lactatie is de behoefte aan vetten idem als voor volwassenen

Analoog aan de eiwitten is ook bij de vetten niet enkel de kwantiteit maar ook de kwaliteit van belang.

Vetten kunnen op basis van hun chemische structuur ingedeeld worden als volgt:

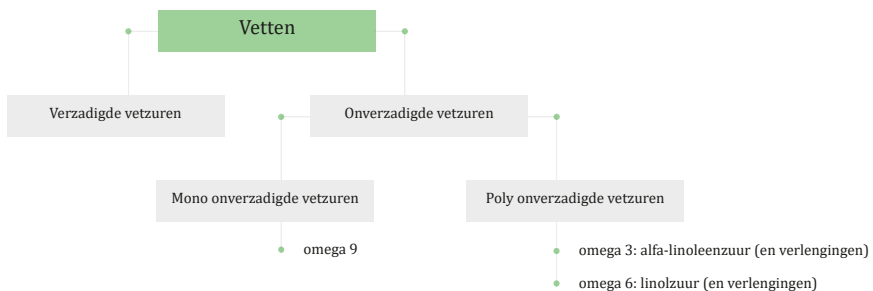


Fig. 1: Indeling vetten (Brouwer, 2012)

Een hoge inname aan verzadigde vetzuren verhoogt het risico op welvaartsziekten zoals hart- en vaatziekten, diabetes mellitus type 2 en obesitas. Voedingsmiddelen rijk aan verzadigde vetten zijn meestal van dierlijke afkomst (roomboter, vet vlees en vleeswaren, vette kazen, volvette melkproducten, ...), met uitzondering van palmolie,

kokosolie en cacaoboter (ESC & EAS, 2016; HGR, 2016).

Voldoende inname van onverzadigde vetzuren is een belangrijk aspect van een gezond voedingspatroon. De onverzadigde vetzuren zijn op basis van hun chemische structuur in te delen in 2 belangrijke groepen: de mono onverzadigde vetzuren (MUFA) en de poly onverzadigde vetzuren (PUFA)(zie figuur 1). Onverzadigde vetzuren zijn meestal van plantaardige oorsprong, bijvoorbeeld te vinden in: oliën, noten en ook in vette vis.

Omega 9-vetzuren zijn de belangrijkste MUFA, die terug te vinden zijn in olijf-, arachidekoolzaad-, sesam-, maïs-, soja-, en zonnebloemolie.

De PUFA omvatten 2 grote 'vetzuur'families: de omega 6-vetzuren met als stam het linolzuur (LA) en de omega 3-vetzuren met als stam het alfa-linoleenzuur (LNA) (Hornstra, 2007). LA en LNA zijn 'essentiële vetzuren', omdat ze niet in het lichaam gesynthetiseerd kunnen worden en de aanbreng dus afhankelijk is van de inname via voeding. Deze essentiële vetzuren zijn belangrijk voor de energieproductie, de vorming van gezonde celmembranen, de productie van hemoglobine, de groei en het onderhoud van weefsels. Ze zijn essentieel voor het normaal functioneren en ontwikkelen van de hersenen en ze zorgen voor een goed werkend immuunsysteem (Brouwer, 2012). Omega 3-vetzuren hebben daarenboven een belangrijke rol in de primaire en secundaire preventie van hart- en vaatziekten.

Om de meeste van hun essentiële functies te kunnen uitoefenen, moeten LA en LNA eerst worden omgezet in zogenaamde lange keten poly onverzadigde vetzuren (LCPUFA). Voor LA betekent dit een omzetting tot arachidonzuur (AA) en voor LNA tot eicosapentaeenzuur (EPA) en het docosahexaeenzuur (DHA) (Hornstra, 2007; Brouwer, 2012) (zie figuur 2).

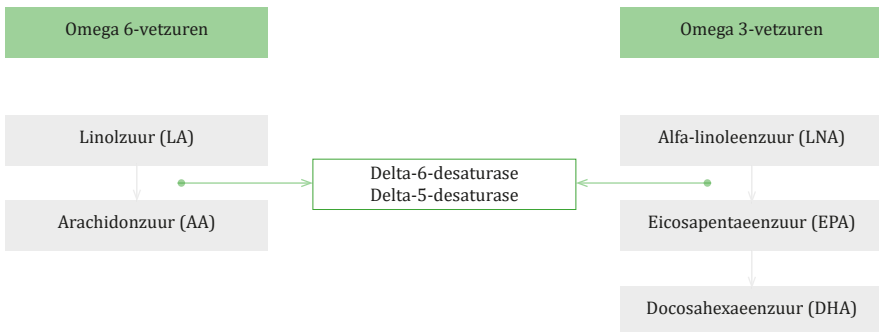


Fig. 2: Indeling essentiële vetzuren (Brouwer, 2012; HGR, 2016)

Hierbij volgen twee belangrijke implicaties voor het samenstellen van een evenwichtig vegetarisch voedingspatroon:

- De verlenging van LA en LNA gebeurt door dezelfde enzymsystemen (delta-5-desaturase en delta-6-desaturase (zie figuur 2)) in competitie met elkaar. Bij overmaat aan LA tov LNA in de voeding, kan een overmaat van omega 6-LCPUFA gevormd worden tov omega 3-LCPUFA. Omega 6-LCPUFA zijn pro-inflammatoir, terwijl omega 3-LCPUFA inflammatie tegengaan. Dit heeft als gevolg in een vegetarische voeding dat:
 - dagelijkse en voldoende inname van deze omega 3-vetzuren zeer belangrijk is;
 - de verhouding aan omega 6-vetzuren ten opzichte van omega 3-vetzuren in de voeding belangrijk wordt. De ideale verhouding omega 6/omega 3 zou 4:1 bedragen (AND, 2016; Burns-Whitmore et al., 2019)(zie tabel 2).

Tabel 2: ratio omega 6/omega 3 van diverse oliën

Oliesoort	LA:LNA(g)
Lijnzaadolie	1:5
Koolzaadolie	2:1
Walnootolie	5:1
Tarwekiemolie	8:1
Soja-olie	9:1
Olijfolie	15:1
Palmolie	19:1
Maïsolie	70:1
Druivenpitolie	137:1
Arachideolie	226:1
Saffloerolie	378:1
Zonnebloemolie	621:1
Kokosolie	*
Sesamolie	*

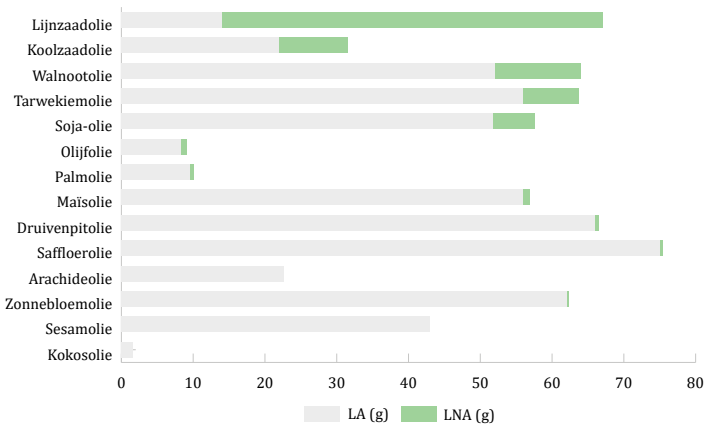
*: LNA afwezig, ratio niet te bepalen

Referentie: RIVM, 2016

- De omzetting van essentiële vetzuren naar LCPUFA is beperkt, vooral bij erg jonge kinderen, de omzettingsgraad van het essentiële vetzuur LNA naar LCPUFA wordt geschat op 5% voor EPA en <0.5% voor DHA (EFSA, 2010). Hierdoor kan niet in de dagelijkse behoefte aan LCPUFA voorzien worden, wat de noodzaak aangeeft om LCPUFA (met name EPA en DHA) ook voldoende via de voeding in te nemen. LCPUFA worden om die reden ook soms semi-essentiële vetzuren genoemd (HGR, 2016).

Aandachtspunten bij vegetariërs

De voedingsinname aan LA ligt hoger bij vegetariërs in vergelijking met omnivoren, dit komt door de grotere consumptie van voedingsmiddelen die rijk zijn aan LA zoals plantaardige oliën, noten, en zaden (Sanders, 2009). Een toereikende inname aan LNA is minder evident. Dit vetzuur is slechts in een aantal oliesoorten rijkelijk aanwezig: lijnzaadolie, walnootolie, koolzaadolie en soja-olie (zie grafiek 1). Ook chiazaad en walnoten zijn een belangrijke voedingsbron aan LNA. Gezien het belang van de verhouding omega 6/omega 3 moet extra aandacht besteed worden aan de voldoende inname van deze LNA-bronnen.



Grafiek 1: LA en LNA-gehalte per 100g van diverse oliën

LNA wordt ook in beperkte mate teruggevonden in groene bladgroenten:

Tabel 3: LNA-gehalte van groene bladgroenten

Groenten (gekookt)	LNA (g/100g)
Spinazie	0.11
Sla (ongekookt)	0.11
Broccoli	0.24
Spruiten	0.46
Groene kool	0.32

Referentie: RIVM, 2016

EPA en DHA worden teruggevonden in vette vissoorten, maar ook in kleinere hoeveelheden in magere vissoorten, schaal- en schelpdieren, zeewier, orgaanvlees en eieren¹.

¹ Dieren die gevoederd worden met vismeel geven vlees en eieren die rijker zijn aan EPA en DHA.

Aangezien dierlijke voedingsmiddelen de belangrijkste aanvoerders zijn van LCPUFA (EPA en DHA), is een vegetarische en veganistische voeding hierin ontoereikend. Bij vegetariërs lijkt het aanbevolen om de DHA- en EPA-status te optimaliseren door voldoende inname van LNA (in een ratio LA/LNA van 5:1) dat vervolgens kan worden omgezet tot EPA en/of DHA. Over het gebruik van EPA- en DHA-supplementen bij deze doelgroep bestaat heden geen consensus (Harris, 2014; Sanders, 2014). Visoliecapsules worden niet genomen door vegetariërs en veganisten, er zijn ook plantaardige EPA-DHA-supplementen beschikbaar. Deze bevatten EPA en DHA uit zee-algen².

Koolhydraten

Koolhydraten zijn energiebronnen voor het lichaam (1gram koolhydraten levert 4kcal). De inname van koolhydraten zou voor het merendeel moeten gebeuren door het verbruik van volle graangewassen, peulvruchten en groenten en fruit, dus door voedingsmiddelen rijk aan voedingsvezels, essentiële micronutriënten en antioxidanta. Een verhoogd verbruik van deze voedingsmiddelen verlaagt bovendien de vetfractie van de globale voedingsopname. Toegevoegde suikers zouden 10 % van de totale energiebehoefte niet mogen overschrijden.

Deze richtlijnen voor een gezonde voeding zijn eveneens van toepassing voor vegetariërs en veganisten.

Voedingsvezels

Voedingsvezels zijn polymere koolhydraten (1 gram voedingsvezel levert gemiddeld 2kcal) en kunnen in de menselijke darm niet verteerd of opgenomen worden. Binnen deze voedingsvezels bestaan er 2 groepen: de fermenteerbare en de niet-fermenteerbare voedingsvezels. Naargelang het soort voedingsvezel hebben vezels een positief effect op de darmwerking. Voedingsvezels zorgen enerzijds voor het bevorderen en/of het in stand houden van darmfuncties (bv. verlaging pH in darm, evenwicht microbionica, darmmotiliteit, ...). Anderzijds kunnen voedingsvezels ook vocht vasthouden wat bijdraagt tot een snellere darmpassage en vlotter stoelgangspatroon.

De fermenteerbare voedingsvezels (oplosbare voedingsvezels, prebiotica) worden voornamelijk door de darmbacteriën afgebroken. Dit afbraakproces heeft een bevorderende invloed op de darmfunctie. Er kan gezegd worden dat fermenteerbare voedingsvezels als voeding dienen voor de darmbacteriën, wat bevorderend werkt voor de darmfuncties. Dit soort voedingsvezels zijn voornamelijk terug te vinden in groenten, fruit en peulvruchten.

De niet-fermenteerbare voedingsvezels (onoplosbare voedingsvezels) kunnen een hoeveelheid vocht vasthouden waardoor het volume voeding in de maag verhoogt

² Koud geperst uit zee algen.

(langer verzadigingsgevoel). Daarnaast hebben voedingsvezels een prikkelende invloed op de darmen, wat de darmperistaltiek activeert en stimuleert. Deze vezels komen voornamelijk voor in graanproducten (volkoren brood, muesli, havermout, ...).

Naast de positieve effecten op de darmwerking hebben voedingsvezels ook een positief effect op coronaire ziekten. De totale inname voedingsvezels heeft namelijk een positieve invloed op bloeddruk, totaal en LDL-cholesterol, ... Ook blijkt uit onderzoek dat voedingsvezels een invloed kunnen hebben op de ontwikkeling van Diabetes Mellitus type 2, overgewicht en dikkedarmkanker.

Tabel 4: Voedingsaanbevelingen voor voedingsvezels per leeftijd (HGR, 2016)

Leeftijd (jaar)	Voedingsvezels (g/dag)
< 1	Geen aanbevelingen
1-3	10
4-6	14
7-10	16
11-14	19
15-17	21
≥ 18	≥ 25
zwangerschap	≥ 25
lactatie	≥ 25

Een aandachtspunt bij vegetariërs is het bewaken van de totale voedingsvezelinname. Door het verhoogde gebruik van vezelhoudende plantaardige bronnen, is de vezel-aanbreng van een vegetarische voeding gemiddeld hoger dan die van een gangbaar omnivoor voedingspatroon (dat vaak te weinig vezels bevat). Mogelijke gevolgen van een te hoge vezelinname kunnen zijn:

- Het belemmeren van een voldoende totale energie-inname, voornamelijk op jonge leeftijd.
- De biologische beschikbaarheid (zie micronutriënten) van bepaalde mineralen kan verminderen door de aanwezigheid van fyttaten in vezelrijke producten. Men ziet dat dit effect grotendeels gecompenseerd wordt door het meestal hoge gehalte aan mineralen in de betreffende producten. Daarnaast hebben vezelrijke voedingsmiddelen een volumineus karakter waardoor de inname meestal reeds zelflimiterend is. Bij het gebruik van vezelsupplementen dient men dan wel rekening te houden met de hoeveelheden om het bovenstaande negatieve effect tegen te gaan.
- Het optreden van darmklachten zoals bv. flatulentie, diarree, ... Deze klachten zijn echter zelden ernstig en verbeteren na een aanpassingsperiode.

MICRONUTRIËNTEN

Hieronder worden micronutriënten besproken die extra aandacht vereisen in een vegetarisch en veganistisch voedingspatroon. De overige micronutriënten dienen eveneens in voldoende mate te worden aangebracht via een gezonde en gevarieerde voedingssamenstelling.

Biologische beschikbaarheid

De biologische beschikbaarheid van een voedingsstof is dat percentage van de ingenomen hoeveelheid dat uiteindelijk uit het maagdarmkanaal in het lichaam terecht komt en door het lichaam gebruikt kan worden. Dit wordt door verschillende factoren, zoals de chemische vorm (heemijzer vs non-heemijzer), verbindingen met andere stoffen (fytaten, oxalaten of andere mineralen) en individuele factoren (intactheid maagdarmkanaal, absorptiestoornissen, ..) beïnvloed (HGR, 2016; RIVM, 2016).

Een vegetarische voeding is rijk aan inhiberende factoren zoals voedingsvezels, fytaten (sojaproducten, granen) en oxalaten (noten, bessen, bonen, spinazie,..). Bovendien worden de verschillende mineralen hoofdzakelijk uit plantaardige bronnen verkregen, in dewelke zij vaak in minder biobeschikbare vorm aanwezig zijn. Deze gegevens dienen in acht genomen te worden bij het opstellen van voedingsadviezen voor de vegetariër. Zo kunnen adviezen rond het gebruik van opnamebevorderende factoren (bv. vitamine C voor een betere ijzeropname) een hulp zijn. Sommige bereidingstechnieken kunnen de inhiberende factoren doen afnemen of uitschakelen, zoals het weken of koken van peulvruchten voor gebruik.

Calcium (Ca)

99% van het lichaamscalcium is terug te vinden in het skelet en het gebit onder de vorm van calciumhydroxyapatiet, waar het structureel bijdraagt aan de stevigheid en rigiditeit. De overige 1% is aanwezig in extracellulair vocht, intracellulaire structuren en celmembranen, waar het een rol speelt in vasculaire, neuromusculaire en endocriene functies (EFSA, 2015; HGR, 2016; Jakub et al., 2016).

Biologische beschikbaarheid

Indien de voedingsaanbreng aan calcium dermate laag is dat niet aan de fysiologische behoeften kan voldaan worden (door ontoereikende inname of gestoorde gastro-intestinale absorptie), zal calcium onttrokken worden aan het skelet om de bloedcon-

concentraties te stabiliseren. Dit veroorzaakt een daling van de botmineraaldensiteit, die tot osteopenie en osteoporose kan leiden, en leidt tot een verhoogde kans op fracturen. Ook andere factoren zoals genotype, mate van fysieke activiteit, vitamine D-, eiwit-, en vitamine B12-inname spelen een belangrijke rol bij het reguleren van het botmetabolisme (EFSA, 2015). Zoals ook wordt beschreven onder het hoofdstuk vitamine D, wordt het risico op een verminderde botstatus hoger ingeschat bij vegetariërs omwille van de mogelijks lagere calcium-, vitamine D-, eiwit- en vitamine B12-inname (Appleby et al., 2007; Burckhardt, 2016; Ambroskiewicz et al., 2018).

Gemiddeld $\frac{1}{3}$ ^{de} van het in de Westerse voeding aanwezige calcium wordt geabsorbeerd, de rest wordt uitgescheiden via de faeces. De efficiëntie waarmee calcium geabsorbeerd wordt kan beïnvloed worden door een aantal factoren aanwezig in de voeding die de calciumabsorptie kunnen bevorderen of inhiberen. Er zijn ook een aantal voedingsfactoren die een invloed hebben de urinaire calciumexcretie (ILSI, 1999; Theobald, 2005).

Calcium aanwezig in zuivelproducten zoals melk en yoghurt wordt redelijk efficiënt geabsorbeerd door de aanwezigheid van andere nutriënten zoals eiwit, inuline en fructo-oligosacchariden (Knurick et al., 2015; Burckhardt, 2016). Het calcium in zuivel is vooral aanwezig onder de vorm van calciumfosfaat, wat goed opneembaar is (ongeveer 30%). Een goede vit D status is van belang voor een goede opname van het ingenomen calcium.

In het algemeen wordt het calcium uit plantaardige voeding minder goed geabsorbeerd dan uit zuivelproducten. De aanwezigheid van oxaalzuur en fytinezuur vermindert de biologische beschikbaarheid van calcium, doordat deze bestanddelen de calciumabsorptie inhiberen. Voedingsmiddelen met een hoog gehalte aan oxaalzuur zijn: spinazie, rabarber, walnoten, selder, okra en bonen. Het hoge gehalte aan oxaalzuur maakt dat bijvoorbeeld slechts 5% van het calcium aanwezig in spinazie wordt opgenomen. De opname uit groenten die arm zijn aan oxaalzuur en rijk aan calcium bedraagt tot 50%. Voorbeelden zijn: broccoli, rucola, waterkers, molsla, rammenas en Chinese kool. De aanwezigheid van oxaalzuur kan de calciumabsorptie uit voedingsmiddelen die gelijktijdig worden ingenomen eveneens verminderen (Knurick et al., 2015; Burckhardt, 2016, Theobald, 2005).

Fytinezuur vormt onoplosbare calcium-fytaat-complexen, waardoor de calciumabsorptie vermindert. Fytinezuur wordt voornamelijk teruggevonden in vezelrijke voedingsmiddelen zoals volle granen, groenten, noten en zaden (EFSA, 2015). Het gehalte aan fytinezuur kan verlaagd worden door het bewerken van voedingsmiddelen zoals: koken, weken van peulvruchten, ... Sojabonen en sojaproducten vormen een uitzondering onder de plantaardige voedingsmiddelen. Sojabonen bevatten een aanzienlijke hoeveelheid oxalaten en fytaten, maar toch wordt 30 tot 40% van het aanwezig calcium geabsorbeerd. Zo is calcium uit tofu goed opneembaar (vergelijkbaar met melk). Dit is niet het geval voor andere bonen die hoge concentraties aan fytaat bevatten. De

absorptiegraad van calcium bedraagt voor deze producten ongeveer 20% (Knurick et al., 2015; Burckhardt, 2016, Theobald, 2005).

Andere voedingsstoffen hebben een invloed op de calciurie. Een hoog gehalte aan eiwitten, natrium, sulfaten en cafeïne zorgt voor de vorming van zuren waardoor de calciumuitscheiding bevorderd wordt. Daartegenover gaan kalium en alkaliserende voedingsmiddelen zoals groenten, fruit, knolgewassen, noten en peulvruchten de calciurie verminderen en de activiteit van de osteoclasten onderdrukken (ILSI, 1999; Knurick et al., 2015; Burckhardt, 2016). Om die reden vermindert de botdensiteit niet bij vegetarisme ook al is de eiwit- en calciumaanbreng lager. Bij té lage aanbreng van calcium (zoals bij veganisme) is het beschermend effect van een alkaliserend dieet verminderd (Knurick et al., 2015). Er is geen verschil in botdensiteit (bone mineral density of BMD) tussen omnivoren en lacto-ovo-vegetariërs. Enkel bij veganisme, met zeer lage calciuminname, is er een hogere kans op fractures (Knurick et al 2015).

Calcium wordt onder verschillende vormen toegevoegd aan plantaardige dranken zoals calciumfosfaat, tricalciumcitraat, tricalciumfosfaat en calciumcarbonaat. In biologische plantaardige dranken kan calcium toegevoegd worden onder de vorm van algen (*Lithothamnium calcareum*). Het calcium uit sojadranken die verrijkt worden met calciumcarbonaat wordt even goed geabsorbeerd als calcium uit koemelk (Zhao et al., 2005). Indien sojadranken verrijkt worden met tricalciumfosfaat, bedraagt de calciumabsorptie slechts 75% (Heaney et al., 2000). De kwaliteit van eiwitten uit sojadranken (zie hoofdstuk eiwitten) en -afgeleiden en vaak ook de kwantiteit is hoger dan die van andere plantaardige dranken (rijst-, granen-, en notendrank). Vanuit voedingskundig standpunt wordt dan ook de voorkeur gegeven aan calciumverrijkte sojadranken als melkvervanger. Andere factoren die te maken hebben met de voedselveiligheid dienen bij het maken van deze keuze ook in acht genomen te worden, zoals de aanwezigheid van isoflavonen in sojaderivaten en arseen in rijstdranken. Evenals de toevoeging van algen in biologische plantaardige dranken (Hojsak et al., 2015; HGR, 2015; HGR, 2018).

De biologische beschikbaarheid van calcium uit mineraalwater is gelijkaardig aan dat van calcium uit koemelk (Böhmer et al., 2000). Het absolute calciumgehalte per 100ml ligt wel een stuk lager. Calciumrijk water bevat 15 mg calcium per 100 ml (117 mg/100ml bij koemelk). Omdat sulfaten een negatief effect hebben op de calciurie wordt de voorkeur gegeven aan sulfaatarm water (< 200 mg/l) (Mangels, 2014).

Overige factoren met een invloed op de efficiëntie van de calciumabsorptie zijn: de intestinale transitietijd, de zuurtegraad van de maag, de totale voedingsinname aan calcium, de vitamine D-status, de graad van fysieke activiteit en de leeftijd (ILSI, 1999; Knurick et al., 2015; Burckhardt, 2016). De calciumabsorptie is het hoogst als zuigeling (60%) en vermindert gedurende de kindertijd van ongeveer 45% (1-3 jaar) tot 30% (6 jaar) (EFSA, 2015).

Behoeft

De aanbevolen dagelijkse inname voor de verschillende leeftijdscategorieën zijn terug te vinden in onderstaande tabel.

Tabel 5: Aanbevolen dagelijkse hoeveelheid calcium per leeftijd (HGR, 2016)

Leeftijd	Calcium (mg)
0-5 maanden	400
6-11 maanden	600
1-3 jaar	450
4-6 jaar	800
7-10 jaar	800
11-14 jaar	1150
15-18 jaar	1150
≥18 jaar	950
Zwangerschap	950
Borstvoeding	950

Aandachtspunten vegetarisme

Lacto-(ovo)-vegetariërs kunnen, mits het dagelijks hanteren van de nodige zuivelproducten (3-4 porties van 150ml per dag), via de voeding in voldoende calcium voorzien.

Veganisten en ovo-vegetariërs daarentegen kunnen enkel berusten op plantaardige bronnen aan calcium en dienen dus extra aandacht te besteden aan het gebruik van goede calciumbronnen:

- dagelijks gebruik van voldoende calciumverrijkte plantaardige dranken of afgeleiden;
- dagelijks voldoende gebruik van andere plantaardige calciumbronnen: calciumrijk water, calciumverrijkte granen en graanproducten, calciumrijke groentesoorten, peulvruchten, noten (amandelen, hazelnoten, paranoten, pistachenoten) en zaden (sesamzaad, chiazaad);
- gebruik dagelijks minstens 1,5liter leidingwater of sulfaatarm (<200mg/l), calciumrijk (>150mg/l) mineraalwater
- kies bij voorkeur voor oxaalzuurarme (<5mg/portie), calciumrijke groenten;
- beperk het gebruik van oxaalzuurrijke voedingsmiddelen;
- laat peulvruchten en zaden eerst voldoende weken, alvorens ze te gebruiken;
- maak geen overmatig gebruik van zout of cafeïnehoudende dranken.

Het gebruik van calciumsupplementen dient niet standaard aanbevolen te worden. Enkel bij personen die er niet in slagen de behoefte te dekken via de voeding, wordt een laag gedoseerd calciumsupplement aangeraden (Mangels, 2014).

Zuigelingen zijn voor de calciumopname volledig afhankelijk van melk. Aangezien er momenteel bezorgdheden bestaan over de veiligheid van kunstvoeding op basis van plantaardig eiwit, kan voor zuigelingen met een veganistisch voedingspatroon enkel borstvoeding aanbevolen worden. Indien toch dient overgeschakeld te worden op kunstvoeding, kan een startvoeding op basis van rijsthydrolysaat of soja-eiwit (niet beschikbaar op de Belgische markt, wel 'online') verkregen worden.

Bronnen

Zie bijlage 2.

IJzer (Fe)

IJzer is een essentieel nutriënt voor ons lichaam, het is betrokken bij een aantal vitale fysiologische processen. Een tekort aan ijzer kan leiden tot ijzerdepletie en een ijzer-tekortanemie. Dit kan gepaard gaan met vermoeidheid, hartkloppingen en verhoogde vatbaarheid voor infecties. Maar ook bij kinderen kan dit een negatieve invloed hebben op de psychomotorische ontwikkeling (SACN, 2010). Anderzijds kan een teveel aan ijzer leiden tot een overmatige stapeling van ijzer in bepaalde weefsels.

Normaal regelen verschillende mechanismen in ons lichaam de ijzerstatus. Ons lichaam beschikt namelijk over mechanismen voor de absorptie van ijzer, maar niet voor de excretie ervan. De aanwezige hoeveelheden in ons lichaam worden dus geregeld via de absorptie van ijzer uit de voeding (in functie van de ijzerstatus). Indien er toch verliezen aanwezig zijn in het lichaam (bv. bloedverlies, menstruatie, ...) zal een daling van de ijzerreserve leiden tot signalen die de absorptie van ijzer zullen bevorderen waardoor er meer ijzer uit de voeding opgenomen zal worden (Hanson, 2001; HGR, 2016).

Biologische beschikbaarheid

De biobeschikbaarheid van ijzer is enerzijds afhankelijk van het soort ijzer, maar ook van de ijzerstatus. Bij een lagere ijzerstatus wordt de opname van ijzer uit onze voeding bevorderd.

IJzer komt in de voeding voor onder de vorm van heemijzer en non-heemijzer. Heemijzer is van dierlijke oorsprong en heeft een beduidend hogere biologische beschikbaarheid dan die van non-heemijzer (plantaardige oorsprong). De absorptie van non-heemijzer kan variëren van minder dan 5% tot meer dan 40% (in functie van de ijzerstatus van het lichaam). Bepaalde voedingsstoffen kunnen de ijzeropname beïnvloeden. Enerzijds zijn er voedingsstoffen die de opname inhiberen: fytafenolen en polyfenolen. Maar anderzijds

zijn er bepaalde voedingsmiddelen en -stoffen die de absorptie van ijzer vergemakkelijken: ascorbinezuur, dierlijke producten (vlees, vis en gevogelte) (HGR, 2016).

Behoefte

De behoefte aan ijzer is leeftijds- en geslachtsafhankelijk. Volwassen vrouwen hebben bv. een passief ijzerverlies van 0,8mg per dag (exclusief bloedverlies) en volwassen mannen 1 mg per dag. Bij kinderen is er proportioneel iets meer verlies gezien de relatief grotere lichaamsoppervlakte. De aanbevelingen per leeftijd worden in onderstaande tabel weergegeven (HGR, 2016).

Tabel 6: Aanbevolen dagelijkse hoeveelheid ijzer per leeftijd (HGR, 2016)

Leeftijd	Geslacht	Ijzer (mg/dag)
0-3 maanden	M/V	-
4-6 maanden	M/V	-
7-12 maanden	M/V	8
1-3 jaar	M/V	8
4-5 jaar	M/V	8
6-9 jaar	M/V	9
10-13 jaar	M	11
	V	11
14-17 jaar	M	11
	V	15
≥18 jaar	M	9
	V	15/9*
Zwangerschap	V	15**
Borstvoeding	V	15

*: vanaf de menopauze valt de behoefte terug tot 9mg/dag

** sommige vrouwen hebben tijdens de zwangerschap een hogere behoefte dan wat standaard gemiddeld via de voeding wordt aangeleverd.

Aandachtspunten vegetarisme

Vegetariërs lopen risico op een te lage inname van ijzer. Ijzer van plantaardige oorsprong (non-heemijzer) komt voor in ei, groenten, peulvruchten, granen en fruit. De biologische beschikbaarheid van non-heemijzer is laag, wat betekent dat dit minder goed wordt opgenomen door het lichaam. Aan vegetariërs/veganisten wordt er aanbevolen voldoende ijzerrijke voeding te consumeren (zie bijlage), bij voorkeur in combinatie met ascorbinezuur (vitamine C) wat de opname van ijzer bevordert.

Bronnen

Zie bijlage 2.

Zink (Zn)

Zink heeft een zeer belangrijke katalytische en metabolische rol. Zink maakt deel uit van de actieve structuur van meer dan 300 enzymen. Het neemt ook deel aan de stapeling en vrijzetting van insuline in het lichaam, de secretie van verteringseiwitten en de secretie van zuren door cellen in de maagwand. Tenslotte heeft het nog een regelende rol in de genetische expressie en in de intracellulaire signalisatie en is het een efficiënt antioxidant (EFSA, 2014; HGR, 2016).

Eén van de meest kenmerkende tekens van een zinktekort is een vertraagde groei (ter hoogte van het bot) van het kind. Ook is er een verhoogd risico op microbiële en parasitaire infecties. Een te hoge aanwezigheid van zink in het bloed kan de oorzaak zijn van verteringsproblemen en een tekort aan koper (EFSA, 2014; HGR, 2016).

Biologische beschikbaarheid

De biologische beschikbaarheid van zink is afhankelijk van verschillende bevorderende en inhiberende factoren. De interactie met bepaalde eiwitten (voornamelijk plantaardige oorsprong), fytaaten en bepaalde mineralen (koper (Cu), calcium (Ca), en Fe) kennen een inhiberende invloed op de absorptie van zink. Zink wordt in het lichaam opgenomen door dezelfde transportmolecule als Fe en Cu. Een overmaat aan één van deze mineralen (bv. door suppletie) kan leiden tot een daling in de absorptie van de andere mineralen. Ook een te hoge aanwezigheid van calcium zorgt voor een minder goede opname van zink in het lichaam.

Bevorderende interacties kunnen voorkomen in aanwezigheid van dierlijke eiwitten en liganden zoals de aminozuren histidine, methionine en cysteine of organische zuren (HGR, 2016).

Behoeft

De aanbevelingen voor zink (HGR) zijn gebaseerd op de hoeveelheid zink die moet worden geabsorbeerd om het dagelijks verlies aan zink te compenseren. Hierbij dient men wel rekening te houden dat meerdere factoren de biologische beschikbaarheid kunnen beïnvloeden, en de zinkbehoefte dus individueel variabel is (HGR, 2016) (zie tabel 7). Omwille van het verlaagd absorptierendement bij het hanteren van een plantaardige voeding, wordt een verhoogde zinkinname aanbevolen tot 13-20mg/dag bij volwassen vegetariërs en zeker bij veganisme.

Aandachtspunten vegetarisme

Zink wordt beter opgenomen in een voeding rijk aan dierlijke eiwitten dan in een voeding rijk aan plantaardige eiwitten. Vegetariërs kunnen hierdoor een groter risico hebben op een zinktekort. Daarom wordt er aan vegetariërs aangeraden zink-rijke plantaardige voedingsmiddelen te consumeren (Foster et al., 2015). Lacto-ovo-vegetariërs kunnen naast deze voedingsmiddelen ook gebruik maken van melkproducten en eieren.

Tabel 7: aanbevolen dagelijkse hoeveelheid zink per leeftijd (HGR, 2016)

Leeftijd	Geslacht	Zink (mg/dag)
0-6 maanden	M/V	2
7-12 maanden	M/V	3
1-3 jaar	M/V	4
4-8 jaar	M/V	6
9-13 jaar	M/V	9
14-18 jaar	M	11
	V	9
≥18 jaar	M	11
	V	8
Zwangerschap	V	11-12
Borstvoeding	V	14

Bronnen

Zie bijlage 2.

Jodium (I)

Jodium is essentieel voor de productie van schildklierhormonen (tetrajodothyronine (T₄) en tri-jodothyronine (T₃)). Deze hormonen regelen het celmetabolisme en staan garant voor een goede ontwikkeling en groei van het centrale zenuwstelsel. Het is een sporelement en hebben er dus weinig van nodig.

Uit een recent rapport over de jodiumstatus in België blijkt dat het marginaal tekort aan jodium bij de Belgische bevolking in het begin van de 21^e eeuw, duidelijk op de terugweg is (HGR, 2014). De inspanningen van de voorbije 10 jaar om het medisch korps en het grote publiek te informeren en de zachte aanpak tot het verrijken van het zout in brood (Moreno-Reyes, 2008) die werd geïmplementeerd door de Belgische bakkers (Vandevijvere, 2013), hebben het mogelijk gemaakt om een voldoende gemiddelde aanbreng van jodium bij scholieren te verzekeren (HGR, 2014).

De aanbreng is nog suboptimaal voor Belgische vrouwen tijdens de zwangerschap of borstvoeding (HGR, 2013). Zij zijn de voornaamste doelgroepen die potentieel voordeel zouden halen uit de correctie van het globaal jodiumtekort. Wanneer de jodiumtoevoer niet verzekerd kan worden, moet hen een vitaminemineralsupplement aangeraden worden.

Daarom wordt aan artsen die instaan voor de opvolging van vrouwen tijdens de zwangerschap en tijdens de borstvoedingsperiode, aanbevolen een voedingssupplement te adviseren dat een dagelijkse dosis van 50-100 µg verzekert.

Aangezien er globale fortificatie met jodium is gestart in België, zijn supplementen overbodig voor andere groepen.

Jodiumdeficiëntie leidt tot inadequate productie van schildklierhormoon met afwijkende groei, vertraagde ontwikkeling en gestoorde mentale functies. Klinisch blijkt dit uit een onomkeerbare mentale retardatie (cretinisme).

Behoefte

In onderstaande tabel wordt de behoefte aan jodium weergegeven per leeftijdscategorie (HGR, 2016).

Tabel 8: aanbevolen dagelijkse hoeveelheid jodium per leeftijd (HGR, 2016)

Leeftijd	Geslacht	Jodium, (µg/dag)
7-11 maand	M/V	70
1-3 jaar	M/V	90
4-6 jaar	M/V	90
7-10 jaar	M/V	90
11-14 jaar	M/V	120
15-17 jaar	M/V	130
Volwassenen (>18jaar)	M/V	150
Zwangerschap	V	200
Borstvoeding	V	200

Aandachtspunten vegetarisme

Jodiumtekort is niet eigen aan vegetarisme maar in een louter plantaardige voeding kan de aanbreng van jodium laag zijn. In een vegetarische voeding zijn bronnen bakkerszout, eieren, zuivelproducten en zeewier (= zeegroenten). Melkproducten kunnen jodium bevatten, al kunnen de hoeveelheden sterk wisselen.

Veganisten lopen risico op een lage inname van jodium. Bronnen in een veganistische voeding zijn gejodeerd zout en zeegroenten.

Zeegroenten:

- Het gehalte aan jodium in zeegroenten kan sterk variëren en sommige bevatten aanzienlijke hoeveelheden. Het is raadzaam voldoende te variëren in soorten zeewier en de inname te beperken tot 7g droog product per dag.
- Zeewieren kunnen naast jodium en zout immers ook variërende hoeveelheden zware metalen en contaminanten bevatten (cadmium, lood, arseen en kwik), en het is niet altijd duidelijk hoeveel ze bevatten. Als je zeewier eet als groente, varieer dan met andere groenten. Eet je zeewier als vleesvervanger, varieer dan

met peulvruchten, ei, tofu of tempeh (HGR, 2015).

- Bij kinderen, zwangere en lacterende vrouwen wordt het gebruik van zeewier afgeraden.
- Het gebruik van de zeewiersoort 'Hijiki' wordt volledig ontraden, omwille van de hoge contaminatiegraad (HGR, 2015).
- Soms zijn zeewieren vervuild met ammoniak, dioxine en bestrijdingsmiddelen. Het is af te raden om zelf wier uit het wild te oogsten en op te eten (HGR, 2015) omwille van de vervuiling op zee.

Gejodeerd zout:

- Voor veganisten wordt aangeraden gejodeerd zout te gebruiken bij bv. het zelf bakken van brood.
- Zout valt buiten de Voedingsdriehoek dus beperk het gebruik.
- Zeezout, en zoute smaakmakers zijn over het algemeen niet gejodeerd.

Bronnen

Zie bijlage 2.

Selenium (Se)

Selenium is een sporelement met anti-oxidatieve eigenschappen waarvan de behoefte zeer laag is. Het beschermt rode bloedlichaampjes en cellen tegen beschadiging en maakt zware metalen die door verontreiniging in voeding terecht komen minder giftig. Selenium draagt bij tot een normale werking van het immuunsysteem en van de schildklier.

Biologische beschikbaarheid

Selenium (Se) wordt aangebracht aan de mens via een complexe natuurlijke cyclus die begint in de bodem waar het element in variabele hoeveelheid aanwezig is naargelang de regio. Planten vormen het om in diverse organische vormen selenomethionine, selenocysteïne, seleniet of selenaat. waarvan selenomethionine en selenocysteïne de voornaamste zijn.

Er grijpt ook een intense metabolisatie van het element plaats bij mens en dier wat leidt tot andere scheikundige vormen. Deze overvloed bemoeilijkt de interpretatie van wat er uiteindelijk op biologisch vlak gebeurt met het element en van de mechanismen die de hoeveelheid in het lichaam regelen, temeer omdat bepaalde Se-eiwitten vormen van stapeling van het element zijn zonder een biologische activiteit.

Se is via de voeding in het algemeen goed beschikbaar (> 80%) en er zijn maar weinig interacties (tenzij met sommige zware metalen zoals kwik) die de aanbreng ervan beïnvloeden (Navarro-Alarcon & Cabrera Vique, 2008).

Behoefte

In onderstaande tabel is de dagelijkse behoefte aan selenium weergegeven per leeftijdscategorie:

Tabel 9: aanbevolen dagelijkse hoeveelheid selenium per leeftijd (HGR, 2016).

Leeftijd	Geslacht	Selenium (µg/dag)
7-12 mnd	M/V	15
1-3 jaar	M/V	15
4-6 jaar	M/V	20
7-10 jaar	M/V	30
11-14 jaar	M/V	50
15-17 jaar	M/V	65
Volwassenen (>18 jaar)	M/V	70
Zwangerschap	V	70
Borstvoeding	V	85

Bronnen: zie bijlage 2.

Het gehalte aan Se van voedingsmiddelen hangt af van de rijkdom van de bodem aan Se en van de planten die worden ingenomen. Het zijn vooral voedingsmiddelen rijk aan eiwitten die de hoogste gehalten hebben (bv. granen, vlees, melkproducten, eieren, vis en zeevruchten, schaalvruchten,...). Het gehalte is ook afhankelijk van de actieve bemesting van de bodem en van de verrijking van dierlijke voeding, toegepast in sommige landen.

Aandachtspunten vegetarisme

- De hoeveelheid selenium in plantaardige producten is afhankelijk van de hoeveelheid van dit mineraal in de bodem.
- Selenium zit in tal van voedingsmiddelen aanwezig in een vegetarische voeding zoals chiazaad, pinda, noten, sojabonen, gedroogde vruchten en volle granen.
- Ook zuivelproducten leveren een belangrijke bijdrage aan de hoeveelheid selenium die we binnenkrijgen.
- Tekort (zeker bij veganistische voeding) is opvallend, maar evenwel op te lossen door het eten van 1 paranoot/braziliaanse noot per dag (voor de leeftijd van 4 jaar aanbieden in gemalen of poedervorm).

Vitamine D

Vitamine D is een vetoplosbaar vitamine en prohormoon dat in zijn actieve vorm (1,25-dihydroxyvitamine D) zorgt voor de opname van calcium en fosfor uit de dunne darm en de regulering voor botopbouw. Vitamine D is nodig voor de lengtegroei van het skelet, mineralisatie van het bot, spierfunctie en zenuwgeleiding. Zonder vitamine D wordt slechts 15% van het aanwezige Ca opgenomen. Vitamine D beïnvloedt de synthese van interleukines en cytokines en heeft zo ook een effect op het immuunsysteem (Hochberg et al., 2002; De Ronne & De Schepper, 2013; HGR, 2016).

Biologische beschikbaarheid

Vitamine D komt voor onder 2 vormen: het vitamine D2 (ergocalciferol) dat gesynthetiseerd wordt door gisten, en het vitamine D3 (cholecalciferol) dat door de mens (of dier) gesynthetiseerd wordt onder invloed van ultraviolette B-straling (zonnestraling) (HGR, 2016; Moyersoen & Teppers, 2016).

De belangrijkste oorzaak van tekorten aan vitamine D is onvoldoende blootstelling aan UV licht. Risicogroepen voor deficiënties zijn: zuigelingen, kinderen, ouderen en zwangeren. Tekorten kunnen aanleiding geven tot spierkrampen, groeivertraging, skeletafwijkingen, verhoogd risico op heupfracturen op oudere leeftijd, ...

Potentiële tekorten aan vitamine D, maar ook aan eiwit, calcium en vitamine B12 werken de bezorgdheid omtrent de botstatus bij gebruik van vegetarische voeding in de hand, en dit voornamelijk gedurende de kindertijd en adolescentie, wanneer groei en ontwikkeling het meest intens zijn (Appleby et al., 2007; Burckhardt, 2016; Ambroskiewicz et al., 2018). Er is geen verschil in botdensiteit (bone mineral density of BMD) tussen omnivoren en lacto-ovo-vegetariërs. Enkel bij veganisme, met zeer lage calciuminname, is er een hogere kans op fracturen (Knurick et al 2015).

Behoefte

De aanbevolen dagelijkse hoeveelheid vitamine D3 voor verschillende leeftijdscategorieën is weergegeven in tabel 10 (HGR, 2016).

Bronnen (zie ook bijlage 1)

Vitamine D kan door de voeding aangeleverd worden via dierlijke bronnen (vitamine D3) en in zeer geringe mate via plantaardige bronnen (vitamine D2).

Vitamine D3 komt voor in vette vleessoorten, vette vis, eigeel, verrijkte margarine en minarines. Levertraan en vette vissoorten bevatten de hoogste concentratie aan vitamine D3 (Hochberg et al., 2002; De Ronne & De Schepper, 2013; AND, 2016).

Tabel 10: Aanbevolen dagelijkse hoeveelheid vitamine D3 per leeftijd (HGR, 2016)

Leeftijd	Vitamine D3 (µg/dag)
0-6 maand	10
7-12 maand	10
1-3 jaar	10
4-6 jaar	10
7-10 jaar	10
11-14 jaar	10-15
15-18 jaar	10-15
≥18 jaar	10-15
70-plussers	20
Zwangerschap	20
Borstvoeding	20

In België worden margarines en minarines bij wet verplicht verrijkt met vitamine D. Daarnaast worden sommige ontbijtgranen, zuivelproducten en plantaardige alternatieven verrijkt met vitamine D. Aan biologische producten (met uitzondering van de minarines en margarines) worden geen extra vitaminen toegevoegd.

Lacto-ovo-vegetariërs kunnen vitamine D3 halen uit verrijkte margarines en minarines, eigeel, verrijkte producten en (beperkt) uit volle melk. Voor veganisten zijn de belangrijkste voedingsbronnen verrijkte plantaardige producten zoals soja-, granen-, en notendranken, graanproducten, margarines en minarines.

Vitamine D2 wordt geproduceerd door gisten en wordt gevonden in bepaalde paddenstoelen (behandeld met UV-licht) (Moyersoen & Teppers, 2016; Keegan et al., 2013). Vitamine D2 wordt minder efficiënt omgezet in het lichaam (AND, 2016).

Vitamine D kan ook ingenomen worden onder de vorm van supplementen. Deze worden door de HGR (2016) voor de gehele Belgische populatie aanbevolen.

Endogene synthese

Het lichaam kan vitamine D onderhuids synthetiseren uit 7-dehydrocholesterol onder invloed van ultraviolette B-straling. Dit resulteert in de productie van previtamine D3 dat onmiddellijk wordt omgezet tot vitamine D3. De stralingsintensiteit verschilt naargelang de geografische ligging (breedtegraad, hoogte boven zeespiegel), uur van de dag, aanwezigheid van filter (huidpigmentatie, zonnecrème, vervuilde lucht, wolkendek)(Hochberg et al., 2002; De Ronne & De Schepper, 2013).

Dagelijkse blootstelling van gelaat en armen gedurende 15 minuten maakt ongeveer 3000IU (internationale eenheden) vitamine D aan. In België wordt deze endogene

aanmaak van vitamine D verzekerd van april tot en met eind oktober. Tijdens de wintermaanden of bij verminderde blootstelling aan de zon, is de mens voor zijn behoefte aan vitamine D aangewezen op de aangelegde reserves en vooral de inname via de voeding en, indien nodig, supplementen (Weggemans et al., 2009; Moyersoën & Teppers, 2016). Omwille van het gevaar op actinische keratose en ontwikkeling van huidcarcinoma wordt directe blootstelling, zeker bij jonge kinderen, ontraden (Hochberg et al., 2002; De Ronne & De Schepper, 2013).

Aandachtspunten

In een plantaardig voedingspatroon kan door het beperken of mijden van dierlijke producten de voldoende aanbreng aan vitamine D niet gegarandeerd worden (Hochberg et al., 2002; Braegger et al., 2013; De Ronne & De Schepper, 2013). Aanbevelingen (niet afwijkend aan de aanbevelingen bij omnivoren):

- dagelijkse blootstelling van gelaat en armen aan de zon gedurende 15 minuten;
- supplementeer dagelijks 10-15µg vitamine D bij jonge kinderen (Hochberg et al., 2002; De Ronne & De Schepper, 2013), adolescenten (Hochberg et al., 2002), zwangere vrouwen en lacterende moeders (Hollis, 2015);
- zowel vitamine D2 als D3 worden gebruikt in voedingssupplementen. De voorkeur gaat uit naar het meest efficiënte vitamine D3 (Hochberg et al., 2002; AND, 2016; Tripkovic et al., 2012);
- wanneer dierlijke producten volledig geweerd worden (veganisme) kan vitamine D3 op basis van korstmos of paddenstoelen gebruikt worden, naast het minder efficiënte vitamine D2 van plantaardige of microbiële oorsprong;
- besteed aandacht aan voldoende gebruik van vitamine D-bronnen in een vegetarisch voedingspatroon:
 - dierlijke bronnen ((lacto)-(ovo)-vegetarisme): eigeel, volle melkproducten (zeer beperkt);
 - verrijkte voedingsmiddelen (vitamine D2 of D3) zoals plantaardige minarines en margarines; plantaardige soja-, granen- of notendrank; verrijkte graanproducten, zoals ontbijtgranen.

Vitamine B3

Vitamine B3 of niacine is een wateroplosbaar vitamine dat uit de voeding kan worden opgenomen of in de lever kan worden aangemaakt uit het essentiële aminozuur tryptofaan (ongeveer 60mg tryptofaan resulteert in 1mg niacine (EFSA, 2014)). De nutritionele behoefte wordt uitgedrukt in 'niacine equivalent', dit is de som van het uit voeding afkomstige niacine en $1/60^{ste}$ van de tryptofaaninname.

Vitamine B3 speelt een rol in het energiemetabolisme als precursor van de co-factoren NAD (Nicotinamide adenine dinucleotide) en NADP (Nicotinamide adenine dinucleotide fosfaat). Niacine kan bovendien een inhiberend effect hebben op de lipolyse met een

potentiële verlaging van het triglyceriden- en cholesterolgehalte tot gevolg.

Biologische beschikbaarheid

Vitamine B3 bevat twee biologisch actieve vormen: nicotinezuur en nicotinamide. In het lichaam wordt nicotinezuur omgezet in nicotinamide. Het inhiberend effect op de lipolyse zou voornamelijk te wijten zijn aan nicotinezuur.

De absorptie van vitamine B3 varieert gemiddeld tussen 23% en 70%, naargelang de voedingsbron. De absorptie is het laagste uit graanproducten en het hoogste uit dierlijke producten. In graanproducten (en andere plantaardige voedingsmiddelen) is de biologische beschikbaarheid lager, aangezien vitamine B3 voornamelijk aanwezig is onder de veresterde vorm (voor graanproducten is dit 'niacytine') dat slecht absorbeerbaar is. In dierlijke voedingsmiddelen is nicotinamide geïncorporeerd in NAD en NADP (EFSA, 2014; HGR, 2016).

De omzetting van tryptofaan naar vitamine B3 wordt grotendeels bepaald door de tryptofaaninname (te vinden in de meeste eiwitrijke voedingsmiddelen) en minder door de vitamine B3-status. Indien de inname van tryptofaan beperkt is, vermindert de efficiëntie van de omzetting, omdat het gebruik van tryptofaan in functie van de eiwitsynthese op dat moment prioritair is. Een slechte ijzer-, vitamine B2- en/of vitamine B6-status vermindert eveneens de conversieratio.

Behoefte

In tabel 11 is de dagelijkse behoefte aan vitamine B3 weergegeven per leeftijdscategorie.

Tabel 11: aanbevolen dagelijkse hoeveelheid vitamine B3 per leeftijd (HGR, 2016)

Leeftijd	Geslacht	Vitamine B3* (mg/dag)
0-6 mnd	M/V	8
7-12 mnd	M/V	9
1-3 jaar	M/V	10
4-6 jaar	M/V	12
7-10 jaar	M/V	13
11-14 jaar	M/V	14
15-18 jaar	M/V	15
≥18 jaar	M	16
	V	14
70-plussers	M/V	16
Zwangerschap	V	16
Borstvoeding	V	16

*: uitgedrukt in niacine equivalenten

Farmacologische dosissen van nicotinezuur (zelfs in relatief lage dosis van 30mg/dag) kunnen bijwerkingen veroorzaken door vasodilatatie in de huid. Dit is klinisch merkbaar door roodheid in het gelaat (flushes) geassocieerd aan een daling van de bloeddruk. Nicotinezuur werd vroeger gebruikt ter behandeling van dyslipidemieën, heden wordt dit echter niet meer toegepast ten gevolge van de ernstige bijwerkingen (EFSA, 2014; HGR, 2016). Zowel voor nicotinezuur als voor nicotineamide zijn maximaal toelaatbare innames gedefinieerd:

Tabel 12: maximale toelaatbare inname voor nicotinezuur en nicotineamide (HGR, 2016)

Leeftijd	Nicotinezuur (mg/dag)	Nicotinamide (mg/dag)
1-3 jaar	2	150
4-6 jaar	3	220
7-10 jaar	4	350
11-14 jaar	6	500
15-18 jaar	8	700
≥18 jaar	10	900
Zwangerschap	/*	/*
Borstvoeding	/*	/*

*: onvoldoende wetenschappelijke gegevens beschikbaar

Aandachtspunten vegetarisme

- Aangezien de biobeschikbaarheid van vitamine B3 het laagst is in plantaardige voedingsmiddelen lopen veganisten een potentieel risico op een ontoereikende vitamine B3-inname, zeker wanneer de inname van granen beperkt is.
- Plantaardige bronnen van vitamine B3 zijn tarwekiemen/zemelen, pinda's, chiazaad, volle granen, peulvruchten, paddenstoelen, gedroogde vruchten en avocado (RIVM, 2016).
- Vitamine B3 wordt sporadisch aan voedingsmiddelen toegevoegd zoals ontbijtgranen, bloem en margarine.
- Langdurige gebrekkige inname van tryptofaan én niacine kan aanleiding geven tot de ontwikkeling van de huidaandoening pellagra (EFSA, 2014), een aandoening die voor het eerst beschreven werd in een arme populatie met voeding gebaseerd op mais. Een ernstig tekort aan vitamine B3 komt zelden voor, aangezien vitamine B3 rijkelijk aanwezig is in de Westerse voeding, waarin zelden hoofdzakelijk mais als voeding ingenomen wordt. Zeldzame vitamine B3-tekorten worden vastgesteld bij chronisch alcoholisme, strikt veganisme (onevenwichtig samengesteld, met onvoldoende inname van volle graanproducten) of ernstige intestinale aandoeningen.
- Er zijn verschillende studies die de niacine-inname nagaan bij volwassen vegetariërs en veganisten (Davey et al., 2003; Waldmann et al., 2003; Kristensen et al., 2015; Elorinne et al., 2016; Allès et al., 2017; Schüpbach et al., 2017). Het betreffen

studies met veelal kleine steekproeven. Hoewel in sommige studies een lagere niacine-inname wordt vastgesteld bij vegetariërs en/of veganisten in vergelijking met omnivoren, zijn deze verschillen zelden statistisch significant en betreffen het absolute inname die zich nog boven de aanbevolen niacine-innames voor de doelgroep situeren. In slechts 1 studie werd de niacine-status bepaald, zonder statistisch significant verschil tussen vegetariërs, veganisten en omnivoren (Schüpbach et al., 2017).

Bronnen: zie bijlage 1.

Vitamine B12

Vitamine B12 of cobalamine is een wateroplosbaar vitamine dat enkel in beduidende hoeveelheden voorkomt in dierlijke producten. Het wordt gemaakt door bepaalde bacteriën in het maag-darmkanaal van dieren, waardoor het in het vlees, eieren en melk terecht komt.

Ook mensen maken op die manier vitamine B12 aan in de dikke darm, maar het lichaam neemt deze vitamine B12 niet op in de dikke darm, de opname gebeurt in het terminale ileum (laatste deel van de dunne darm). Daarom is het belangrijk dat vitamine B12 via de voeding wordt ingenomen. Cobalamine is ook nodig voor de aanmaak van rode bloedcellen en voor een goede werking van het zenuwstelsel.

Biologische beschikbaarheid

De natuurlijke vormen van vitamine B12 die voorkomen in voedsel zijn methylcobalamine, hydroxycobalamine en S-adenosylcobalamine. In verrijkte voedingsmiddelen of vitamine B12-supplementen wordt hydroxycobalamine gebruikt of de synthetische vorm cyanocobalamine. Het is de enige wateroplosbare vitamine die in het lichaam als 'reservevoorraad' wordt opgeslagen. Wanneer volwassenen naar een veganistisch voedingspatroon overschakelen, zal tekort pas optreden nadat deze reserve is uitgeput, wat jaren kan duren. Jonge kinderen beschikken niet over deze reserve, en ontwikkelen dus sneller tekorten wanneer ze geen betrouwbare bron van vitamine B12 innemen.

In voeding is vitamine B12 gebonden aan een eiwit. In de maag wordt onder andere door het maagzuur het eiwit losgekoppeld van de vitamine B12. Vervolgens bindt vitamine B12 (=extrinsic factor) zich aan de 'Intrinsic Factor'. Deze koppeling is nodig voor de opname van vitamine B12 in het lichaam aan het einde van de dunne darm, ter hoogte van het ileum. Uiteindelijk wordt maar een deel van de ingenomen hoeveelheid ook opgenomen (40 à 50%).

De enige betrouwbare bronnen van vitamine B12 zijn van dierlijke oorsprong (zie bijlage). Gefermenteerde producten (zoals tempeh), (gedroogd) zeewier, algen en

gisten, zijn geen goede bron van vitamine B12, het cobalamine dat in deze producten voorkomt is niet de actieve vorm van vitamine B12 .

Behoeft

In onderstaande tabel is de dagelijkse behoefte aan vitamine B12 weergegeven per leeftijdscategorie

Tabel 13: aanbevolen dagelijkse hoeveelheid vitamine B12 per leeftijd (HGR, 2016).

Leeftijd	Geslacht	Vitamine B12 (µg/dag)
0-6 mnd	M/V	1.5
7-12 mnd	M/V	1.5
1-3 jaar	M/V	1.5
4-6 jaar	M/V	1.5
7-10 jaar	M/V	2.5
11-14 jaar	M/V	3.5
15-18 jaar	M/V	4.0
≥18 jaar	M/V	4.0
70-plussers	M/V	4.5
Zwangerschap	V	4.5
Borstvoeding	V	5.0

Aandachtspunten vegetarisme

(Rizzo et al., 2016; Denissen et al., 2019; Gallega-Narbon et al., 2019)

Het is raadzaam dat veganisten regelmatig betrouwbare vit B12 bronnen consumeren zoals vit B12-verrijkte voedingsmiddelen (verrijkte granen, verrijkte dranken) of vit B12-supplementen. Zoniet kunnen zij een tekort ontwikkelen.

Voor lacto-ovo-vegetariërs is het mogelijk om via conventionele voeding de behoefte aan vitamine B12 te dekken, mits aandachtig gebruik van dierlijke bronnen aan vitamine B12 (melk, kaas, eieren)(zie ook tabel 12). Flexitariërs die minstens één keer per week vlees of vis innemen, en regelmatig zuivel gebruiken, hebben gegarandeerd voldoende inname.

Een tekort aan vitamine B12 leidt tot een vorm van bloedarmoede: macrocytaire anemie. Dit kan zich uiten onder de vorm van moeheid, duizeligheid, hartkloppingen en oorsuizen. Ook kan het tekort aan vitamine B12 neurologische gevolgen hebben, zoals tintelingen in de vingers en tenen (paresthesie), geheugenverlies, groeiachterstand, coördinatiestoornissen of spierzwakte in de benen.

Een tekort ontstaat wanneer geen dierlijke producten ingenomen worden (veganisme)

of wanneer er te weinig 'Intrinsic Factor' aangemaakt wordt (pernicieuze anemie met atrofische gastritis, een auto-immune aandoening), waardoor de vitamine B12 niet goed kan opgenomen worden. Er bestaan ook genetische aandoeningen waarbij de opname in het terminale ileum verstoord is.

Ook kan de opname van vitamine B12 door de darm zijn verlaagd bij maagdarminfecties, bij afwijkingen van het slijmvlies van de dunne darm zoals bij coeliakie, bij ontstekingsziekten van de darm, na darmresecties (vooral wegname van het ileum) wanneer delen van de darm zijn weggenomen en bij aandoeningen waarbij de productie van maagzuur verminderd is, zoals bij gebruik van zuurremmende medicatie (PPI of H2-blokkers).

Overdosering met vitamine B12 is niet gekend.

Tabel 14: voorbeeld daginname vitamine B12 - KLEUTER

Lacto-ovo	Vit B12 (µg)	Veganist	Vit B12 (µg)
Gekookte groenten 100g	0	Gekookte groenten 100g	0
Groenten, rauw 50g	0	Groenten, rauw 50g	0
Fruit 100g	0	Fruit 100g	0
Noten/zadenpasta 15g	0	Noten/zadenpasta 15g	0
Lichtbruin brood 140g	0	Lichtbruin brood 140g	0
Granen 175g	0	Granen 175g	0
Smeervet omega 3 20g	spoor	Smeervet omega 3 20g	spoor
Koolzaadolie 15g	0	Koolzaadolie 15g	0
Kippenei 100g	1.49	Tofu 100g	0
Jonge kaas, mager 15g	0.42	Sojakaas 15g	0
Groeimelk 450ml*	1.8	Groeimelk, soja 450ml*	1.8
Totaal	3.71	Totaal	1.8
Behoefte	1.5	Behoefte	1.5

*verrijkt met vitamine B12

Bronnen

Zie bijlage 1.

LITERATUUR

- Academy of Nutrition and Dietetics [AND](2016). Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: Vegetarian diets. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 116, 1970-1980.
- Allès, B., Baudry, J., Méjean, C., Touvier, M., Péneau, S., Hercberg, S. et al. (2017). Comparison of sociodemographic and nutritional characteristics between self-reported vegetarians, vegans, and meat-eaters from the NutriNet-Santé Study. *Nutrients*, 9, 1023.
- Ambroskiewicz, J., Chelchowska, M., Szamotulska, K., Rowicka, G., Klemarczyk, W., Strucinska, M., & Gajewska, J. (2018). Bone status and adipokine levels in children on vegetarian and omnivorous diets. *Clinical Nutrition*, 38(2), 730-737.
- Appleby, P., Roddam, A., Allen, N., & Key, T. (2007). Comparative fracture risk in vegetarians and nonvegetarians in EPIC-Oxford. *European Journal of Clinical Nutrition*, 61(12), 1400-1406.
- Böhmer, H., Müller, H., & Resch, K.L. (2000). Calcium supplementation with calcium-rich mineral waters: a systematic review and meta-analysis of bio-availability. *Osteoporosis International*, 11(11), 938-943.
- Booms, S. (2016). Iodine deficiency and hypothyroidism from voluntary diet restrictions in the US: case reports. *Pediatrics*, 137(6).
- Braegger, C., Campoy, C., Colomb, V., Decsi, T., Domellof, M., Fewtrell, M. et al. (ESPGHAN Committee on Nutrition)(2013). Vitamin D in the Healthy European Paediatric Population. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*, 56(6), 692-701.
- Brouwer, I.A. (2012). *Informatorium voor voeding en diëtetiek: Vetten*. Houten: Bohn Stafleu Van Loghum.
- Burckhardt, P. (2016). The role of low acid load in vegetarian diet on bone health: a narrative review. *Swiss Medical Weekly*, 146, w14277.
- Burns-Whitmore, B., Froyen, E., Heskey, C., Parker, T., & San Pablo, G. (2019). Alpha-linolenic and linoleic fatty acids in the vegan diet: do they require dietary reference intake/adequate intake special consideration? *Nutrients*, 11, 2365.
- Davey, G.K., Spencer, A.E., Appleby, P.N., Allen, N.E., Knox, K.H., & Key, T.J. (2003). EPIC-Oxford: lifestyle characteristics and nutrient intakes in a cohort of 33883 meat-eaters and 31546 non meat-eaters in the UK. *Public Health Nutrition*, 6(3), 259-268.

- Davis, B, & Melina, V. (2014). *Becoming Vegan: Comprehensive Edition*. Summertown, TN: Book Publishing Co.
- Denissen, K., Heil, S., Eussen, S., Heeskens, J., Thijs, C., Mommers, M. et al. (2019). Intakes of Vitamin B-12 from Dairy Food, Meat, and Fish and Shellfish Are Independently and Positively Associated with Vitamin B-12 Biomarker Status in Pregnant Dutch Women. *The Journal of Nutrition*, *149*, 131-138.
- De Gavelle, A., Huneau, J.F., Bianchi, C., Verger, E., & Mariotti, F. (2017). Protein adequacy is primarily a matter of protein quantity, not quality: modeling an increase in plant:animal protein ratio in French adults. *Nutrients*, *9*, 1333-1346.
- De Ronne, N., & Deschepper, J. (2013). *Vitamine D-suppletie bij de zuigeling en het jonge kind*. <https://www.kindengezin.be/img/vitamineDsuppletie130423.pdf>
- EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies [EFSA] (2010). Scientific Opinion on Dietary Reference Values for fats, including saturated fatty acids, polyunsaturated fatty acids, monounsaturated fatty acids, trans fatty acids, and cholesterol. *EFSA Journal*, *8(3)*, 1461.
- EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (2014). Scientific Opinion in Dietary Reference Values for niacin. *EFSA Journal*, *12(7)*, 3759.
- EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies [EFSA] (2015). Scientific Opinion on Dietary Reference Values for calcium. *EFSA Journal*, *13(5)*, 4101.
- Elorinne, A., Alfthan, G., Erlund, I., Kivimäki, H., Paju, A., Salminen, I. et al. (2016). Food and nutrient intake and nutritional status of Finnish vegans and non-vegetarians. *PLoS ONE*, *11(2)*, e0148235.
- European Society of Cardiology (ESC) & European Atherosclerosis Society (EAS) (2016). ESC/EAS Guidelines for the management of dyslipidaemias. *European Heart Journal*, *37(39)*, 2999-3058.
- Foster, M., Herulah, U.N., Prasad, A., Petocz, P., & Samman, S. (2015). Zinc status of vegetarians during pregnancy: a systematic review of observational studies and meta-analysis of zinc intake. *Nutrients*, *7*, 4512-4525.
- Gallega-Narbon, A., Zapatera, B., Barrios, L., & Pila Vaquero, M. (2019). Vitamin B12 and folate status in Spanish lacto-ovo vegetarians and vegans. *Journal of Nutritional Science*, *8*, e7.
- Hanson, E.H., Imeratore, G., & Burke, W. (2001). HFE gene and hereditary Hemochromatosis: a HuGE review. *Human Genome Epidemiology. American Journal of Epidemiology*, *154(3)*, 193-206.

- Harris, W.S. (2014). Achieving optimal n-3 fatty acid status: the vegetarian's challenge... or not. *American Journal of Clinical Nutrition*, 100(suppl), 449S-452S.
- Heaney, R.P., Dowell, M.S., Rafferty, K., & Bierman, J. (2000). Bioavailability of the calcium in fortified soy imitation milk, with some observations on method. *American Journal of Clinical Nutrition*, 71, 1166-1169.
- Hochberg, Z., Bereket, A., Davenport, M., Delemarre-Van de Waal, H.A., De Schepper, J., Levine, M.A. et al. on behalf of the European Society for Paediatric Endocrinology (ESPE) Bone Club (2002). Consensus Development for the Supplementation of Vitamin D in Childhood and Adolescence. *Hormone Research*, 58, 39-51.
- Hoge Gezondheidsraad [HGR] (2005). *Advies nr. 8123. Microbiologische kwaliteit van water bestemd voor de bereiding van zuigflessen*. Brussel, België: Hoge Gezondheidsraad.
- Hoge Gezondheidsraad [HGR] (2014). *Advies nr. 8913. Strategieën om de jodiuminname in België te verhogen. Beoordeling en aanbevelingen*. Brussel, België: Hoge Gezondheidsraad.
- Hoge Gezondheidsraad [HGR] (2015). *Advies nr. 8894. Herziening van bepaalde criteria (Ca, Mg, Se, Chloriden en Sulfaten) bij de beoordeling van vergunningsaanvragen om de bewering "geschikt voor de bereiding van zuigelingenvoeding" te gebruiken op etikettering van natuurlijk mineraalwater en bronwater*. Brussel, België: Hoge Gezondheidsraad.
- Hoge Gezondheidsraad [HGR] (2015). *Advies nr. 9149. Arseen en andere elementen in algen en voedings-supplementen op basis van algen*. Brussel, België: Hoge Gezondheidsraad.
- Hoge Gezondheidsraad [HGR] (2016). *Advies nr. 9285. Voedingsaanbevelingen voor België - 2016*. Brussel, België: Hoge Gezondheidsraad.
- Hoge Gezondheidsraad [HGR] (2018). *Advies nr. 9252. Arseen in voeding voor baby's en peuters*. Brussel, België: Hoge Gezondheidsraad.
- Hojsak, I., Braegger, C., Bronsky, J., Campoy, C., Colomb, V., Decsi, T. et al. ESPGHAN Committee on Nutrition (2015). Arsenic in rice: a cause for concern. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*, 60(1), 142-145.
- Hollis, B.W., Wagner, C.L., Howard, C.R., Ebeling, M., Shary, J.R., Smith, P.G. et al. (2015). Maternal Versus Infant Vitamin D Supplementation During Lactation: A Randomized Controlled Trial. *Pediatrics*, 136(4), 625-634.
- Hornstra, G. (2007). Essentiële vetzuren en de vroege ontwikkeling van kinderen. *Nutrinews*, 4, 3-10.

- ILSI Europe (1999). *ILSI Europe Concise Monograph Series : Calcium in Nutrition*. Brussel, België: ILSI Europe.
- Keegan, R.J., Lu, Z., Bogusz, J.M., Williams, J.E., & Holick, M.F. (2013). Photobiology of vitamin D in mushrooms and its bioavailability in humans. *Dermato-endocrinology*, 5(1), 165-176.
- Knurick, J.R., Johnston, C.S., Wherry, S.J., & Aguayo, I. (2015). Comparison of correlates of bone mineral density in individuals adhering to lacto-ovo, vegan, or omnivore Diets: a cross-sectional investigation. *Nutrients*, 7, 3416-3426.
- Kristensen, N.B., Madsen, M.L., Hansen, T.H., Allin, K.H., Hoppe, C., Fagt, S. et al. (2015). Intake of macro- and micronutrients in Danish vegans. *Nutrition Journal*, 14, 115.
- Mangels, A.R. (2014). Bone nutrients for vegetarians. *American Journal of Clinical Nutrition*, 100(suppl), 469S-475S.
- Meuer-Ficca, M., & Kirkland, J. (2016) Niacin. *Advances in Nutrition*, 7, 556-558.
- Morse, N.L. (2012). Benefits of docosahexaenoic acid, folic acid, vitamin D and iodine on foetal and infant brain development and function following maternal supplementation during pregnancy and lactation. *Nutrients*, 4, 799-840.
- Moyersoen, I. & Teppers, E. (2016). Vitamine D. In: Bel S, Tafforeau J (ed.). *Voedselconsumptiepeiling 2014-2015. Rapport 4*. Brussel, België: WIV-ISP.
- Pawlak, R., Lester, S.E. & Babatunde, T. (2014). The prevalence of cobalamin deficiency among vegetarians assessed by serum vitamin B12: a review of literature. *European Journal of Clinical Nutrition*, 68, 541-548.
- Pawlak, R., Vos, P., Shahab-Ferdows, S., Hampel, D., Allen, L.H., et al. (2018). Vitamin B-12 content in breast milk of vegan, vegetarian, and nonvegetarian lactating women in the United States. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 108(3), 525-531.
- Procter, S.B. & Campbell, C.G. (2014). Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: Nutrition and lifestyle for a healthy Pregnancy Outcome. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 114(7), 1099-1103.
- Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu [RIVM](2016). *Nederlands Voedingsstoffenbestand*. <https://nevo-online.rivm.nl/>
- Rizzo, G., Laganà, A., Rapisarda, A., & La, G. (2016). Vitamin B12 among Vegetarians: Status, Assessment and Supplementation. *Nutrients*, 8, 767.
- Scientific Advisory Committee on Nutrition [SACN](2010). *Iron and Health*. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/339309/SACN_Iron_and_Health_Report.pdf

- Sanders, T.A. (1999). Essential fatty acid requirements of vegetarians in pregnancy, lactation, and infancy. *American Journal of Clinical Nutrition*, 70, 555S-559S.
- Sanders, T.A. (2009). DHA status of vegetarians. Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids, 81, 137-141.
- Sanders, T.A. (2014). Plant compared with marine n-3 fatty acid effects on cardiovascular risk factors and outcomes: what is the verdict? *American Journal of Clinical Nutrition*, 100, 453S-458S.
- Schüpbach, R., Wegmüller, R., Berguerand, C., Bui, M., & Herter-Aeberli, I. (2017). Micronutrient status and intake in omnivores, vegetarians and vegans in Switzerland. *European Journal of Nutrition*, 56(1), 283-293.
- Sobiecki, J.G., Appleby, P.N., Bradbury, K.E., & Key, T.J. (2016). High compliance with dietary recommendations in a cohort of meat eaters, fish eaters, vegetarians, and vegans: results from the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition–Oxford Study. *Nutrition Research*, 36, 464-477.
- Teppers, E. (2016). Calcium. In: Bel S, Tafforeau J (ed.). *Voedselconsumptiepeiling 2014-2015*. Rapport 4. Brussel, België: WIV-ISP.
- Theobald, H.E. (2005). Dietary calcium and health. British Nutrition Foundation: *Nutrition Bulletin*, 30, 237-277.
- Tripkovic, L., Lambert, H., Hart, K., Smith, C.P., Bucca, G., Penson, S., Chope, G. et al. (2012). Comparison of vitamin D2 and vitamin D3 supplementation in raising serum 25-hydroxyvitamin D status : a systematic review and meta-analysis. *American Journal of Clinical Nutrition*, 95, 1357-1364.
- United States Department of Agriculture [USDA](2018). *USDA National Nutrient Database for Standard Reference*. <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/>
- Waldmann, A., Koschizke, J.W., Leitzmann, C., & Hahn, A. (2003). Dietary intakes and lifestyle factors of a vegan population in Germany: results from the German Vegan Study. *European Journal of Clinical Nutrition*, 57, 947-955.
- Weggemans, R.M., Schaafsma, G., & Kromhout, D. (2009). Towards an adequate intake of vitamin D. An advisory report of the Health Council of the Netherlands. *European Journal of Clinical Nutrition*, 63(12), 1455-1457.
- Zhao, Y., Martin, B.R., & Weaver, C.M. (2005). Calcium bioavailability of calcium carbonate fortified soymilk is equivalent to cow's milk in young women. *Journal of Nutrition*, 135(10), 2379-2382.

BIJLAGE 1: VITAMINEN

Tabel 15 : vitamines in dierlijke en plantaardige voedingsmiddelen

Vitamine	Belangrijkste functies	Dierlijke bronnen**,***	Plantaardige bronnen**
Vitamine C Ascorbinezuur	Anti-oxiderende functie ondermeer bij ijzeropname en weerstand	Lever, oesters (rauw), orgaanvlees, verse (rauwe) melk	Zwarte bes, kiwi, rauwe paprika, broccoli, aardbei, citrusfruit, rauw fruit- en groente, aardappelen, bereide fruit- en groenten
Vitamine B1 Thiamine	Koolhydraat- en vetvertering, zenuwstelsel	Beperkt in vlees	Gedroogde gist, (on)bereide volle graanproducten, groenten
Vitamine B2 Riboflavine	Groeiprocessen, voortplanting, huid, haar, schildklierregeling, omzetting van eiwitten, vetten en koolhydraten	Lever, melkproducten	Gist, paddenstoelen, tarwekiemen, groenten
Vitamine B3 Niacine/ Nicotinezuur	Nodig bij energieproducerende reactie in de cel, werking zenuwstelsel	Kip, kaas , vlees, vis, melkproducten(*)	Tarwekiemen, pinda, chiazaad, volle granen, paddenstoelen, gedroogde vruchten, avocado
Vitamine B5 Pantotheenzuur	Nodig voor de stofwisseling vanuit eiwitten, koolhydraten en vetten, synthese van cholesterol, weefselherstel	Orgaanvlees, ei, melk	Gist, tarwekiemen, noten, volkoren granen
Vitamine B6 Pyridoxine	Co-enzym betrokken bij aminozuurstofwisseling, is meestal gebonden aan een eiwit, rode bloedcellen, weerstand	Lever, kip, vlees, vis (*)	Banaan, noten, rozijnen, aardappel, peulvruchten
Vitamine H Biotine	Nodig voor de opname van Vit C vanuit het verteringskanaal, stofwisseling vetten en energie, huid, haar	Orgaanvlees, eigeeel, melkproducten, kaas	Gist, paddenstoelen, peulvruchten, noten, volkoren brood
Vitamine B9 Foliumzuur	Belangrijke rol in de eiwitstofwisseling en bij DNA synthese	Lever, zeewier , orgaanvlees, vis, vlees, melk	Spinazie, broccoli, peulvruchten, groene bladgroenten
Vitamine B12 Cobalamine	Aanmaak van rode bloedcellen, optimale werking zenuwstelsel	Orgaanvlees, vette vis, eigeeel , vlees, melk	Aangerijkte voedingsmiddelen zoals ontbijtgranen, sojadrink, smeer- en bereidingsvetten
Vitamine A	Essentieel voor gezichtsvermogen, groei, immuunsysteem	Lever, levertraan, boter, eigeeel, room, ei, volle kaas, volle melkproducten	Oranje-gele fruit- en groenten, tomaat, groene bladgroenten
Vitamine D	Calciumpeil in bloed optimaal houden, tanden en botten	Vit D3: Levertraan, vette vis, eigeeel, ei, volle melkproducten	Verrijkte smeer- en bereidingsvetten, Vit D2: paddenstoelen
Vitamine E	Rode bloedcellen, anti-oxidant, weerstand	Ei	Zonnebloemolie, saffloerolie, sojaolie, margarine, arachideolie, olijfolie, broccoli, avocado
Vitamine K	Bloedstolling, botstofwisseling	Lever, schimmelkaas	Groene groenten (groene kool, waterkers, spinazie, broccoli,...), olie (sojaolie, olijfolie,...), kelp

* betere biologische beschikbaarheid

**gerangschikt van hoog naar laag, op basis van gehalte per 100g

***lacto-ovo-vegetarische bronnen: vet aangeduid

BIJLAGE 2: MINERALEN EN SPOORELEMENTEN

Tabel 16: mineralen en spoorelementen in dierlijke en plantaardige voedingsmiddelen

Mineraal/ Spoorelement	Belangrijkste functies	Dierlijke bronnen**,***	Plantaardige bronnen**
Calcium (Ca)	Ontwikkeling van beender-, zenuw-, bloed- en spierstelsel	Kaas, melkproducten	Zaden, rucola sla, tofu, zeewier, sojaboon, postelein, spinazie, gedroogde vruchten, rapen, noten, broccoli
Fosfor (P)	Stevigheid skelet en gebit	Lever; kaas , vis, ei , vlees, schaal- en schelpdieren, melkproducten	Tarwekiemen, zaden, noten, gist, sojaboon, volkoren granen, pure chocolade, gedroogde vruchten
Magnesium (Mg)	Zenuwprikkels en spiercontractie, opbouw lichaamseiwit, enzym in energiestofwisseling	Beperkt aanwezig in kaas , vis, vlees, ei , melkproducten	Sesamzaad, tarwekiemen, noten, sojaboon, zeewier, pure chocolade, tofu, tempé, postelein, volkoren granen, peulvruchten
Natrium (Na)	Vochthuishouding, spiercontracties	Vis, schaal- en schelpdieren	Keukenzout, zeewier
Chloor (Cl)	Elektrolyten- en vochthuishouding		Keukenzout
Kalium (K)	Zenuwprrikkelgeleiding, spiercontracties	Kaas, melkproducten	Rauw fruit, rauwe groenten, noten, vruchtensappen, volkoren granen
Ijzer (Fe)	Als onderdeel van hemoglobine voor zuurstofvoorziening in het bloed	Orgaanvlees, ei , vlees, vis (*)	Tarwekiemen, zaden, sojaboon, gist, pure chocolade, veldsla, noten, postelein, zeewier, gedroogde vruchten, peulvruchten, volkoren brood, tofu, tempé, spinazie
Zink (Zn)	Onderdeel van verschillende enzymen bij eiwitstofwisseling, immuunsysteem en hersenfunctie	Mosselen, garnalen, orgaanvlees, ei , vlees, vis, kaas (*)	Tarwekiemen, zaden, sojaboon, gist, noten, postelein, zeewier, spinazie, volkoren brood, peulvruchten, gedroogde vruchten, broccoli, tomaat, bieten, paddenstoelen, fruit
Jodium (I)	Optimale werking schildklier, groei en ontwikkeling van het lichaam	Schaal- en schelpdieren, vis, ei , kaas, melkproducten , vlees	Zeewier, volkoren brood, gist, sesamzaad, postelein, noten, paddenstoelen, druiven, wortel, tomaat, appelsien, spinazie
Selenium (Se)	Anti-oxiderende werking	Vis, schaal- en schelpdieren, orgaanvlees, ei , kaas , vlees	Chiazaad, pinda, noten, sojaboon, gedroogde vruchten, volle granen
Koper (Cu)	Ijzer huishouding, pigmentatie van huid en haar	Orgaanvlees, schaaldieren	Volle granen, noten
Mangaan (Mn)	Bestanddeel van verschillende enzymen	Te verwaarlozen	Thee, volle granen, gember, banaan, peulvruchten, noten, cacao

* betere biologische beschikbaarheid

**gerangschikt van hoog naar laag, op basis van gehalte per 100g

***lacto-ovo-vegetarische bronnen: vet aangeduid

wk