



FAO beveelt DIAAS aan voor het bepalen van eiwitkwaliteit

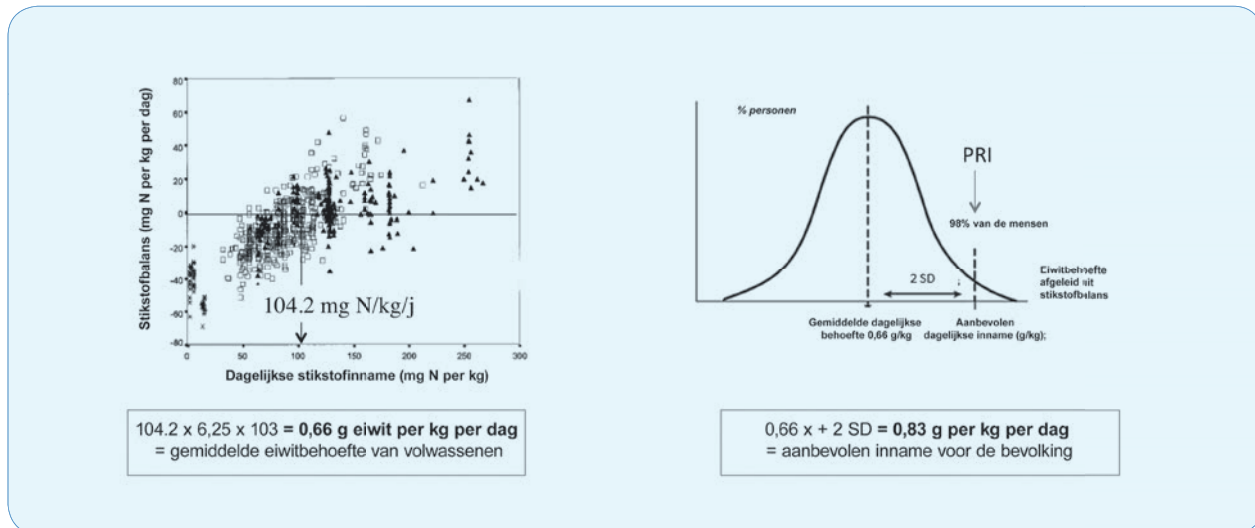
De Food and Agricultural Organization (FAO) beveelt als nieuwe methode voor het meten van eiwitkwaliteit het DIAAS-systeem aan. Voor het bepalen van de kwaliteit van een eiwit meet DIAAS – de ‘Digestible Indispensable Amino Acid Score’- zowel de absolute en relatieve hoeveelheden van essentiële aminozuren in de voeding, als de verteerbaarheid van het eiwit en de biologische beschikbaarheid van aminozuren. Om de daadwerkelijke verteerbaarheid van diverse eiwitten in het menselijke ileum te kunnen bepalen, is meer onderzoek nodig.

De verhouding tussen het aanbod in de voeding en de menselijke eiwitbehoefte is van wezenlijk belang voor de gezondheid en het welzijn van bevolkingsgroepen, vooral gezien de snelle stijging van de wereldbevolking en de druk op hulpbronnen. Het is daarom belangrijk de juiste informatie te gebruiken om van voedingsmiddelen het voedingsprofiel te beoordelen en hun vermogen om nutriënten te leveren. Prof. Daniel Tome (AgroParisTech, Department of Life Sciences and Health, Parijs) besprak tijdens de onderzoekmiddag van de Nederlandse Zuivelorganisatie op 13 februari het belang van de kwaliteit van voedingseiwit.

Voedingseiwitten

Voedingseiwitten worden in voedingsmiddelen in wisselende concentraties aangetroffen. Eiwit bevindt zich zowel in voedsel-ingrediënten, als in complete voedingsproducten, ‘sole-source’-producten, en gemengde voeding.

Eiwitten verschillen in aminozuursamenstelling. De kwaliteit van voedingseiwitten wordt bepaald door de hoeveelheid verteerbare essentiële aminozuren in het voedsel. De verschillende aminozuren moeten worden beschouwd als afzonderlijke nutriënten en niet als een eiwitmengsel.



Figuur 1. Gemiddelde eiwitbehoefte en aanbevolen eiwitinname voor volwassenen (ref. 1 en 3).

De basisparameters die nodig zijn om de kwaliteit van een eiwit te bepalen zijn de absolute en relatieve hoeveelheden van essentiële aminozuren in de voeding ('dietary indispensable amino acids', DIAA), de verteerbaarheid van het eiwit en de biologische beschikbaarheid van aminozuren.

Eiwitbehoefte

Eiwit is een onmisbare component van voeding omdat eiwit het lichaam voorziet van stikstof en aminozuren. Deze worden gebruikt voor de synthese en handhaving van ongeveer 10 kg lichaamsgewicht, maar ook voor andere stikstofverbindingen die actief zijn in de stofwisseling. De eiwitbehoefte van volwassenen is afgeleid van de hoeveelheid eiwit van hoge kwaliteit (bv. eiwit uit melk en eieren), en de hoeveelheid stikstof en essentiële aminozuren die noodzakelijk zijn voor een juiste stikstofbalans (1, 2). Voor volwassenen is de gemiddelde dagelijkse eiwitbehoefte afgeleid van de stikstofbalans 0,66 g eiwit van hoge kwaliteit (wat de benodigde hoeveelheden levert van alle essentiële aminozuren) per kilo lichaamsgewicht. De aanbevolen veilige dagelijkse eiwitinname voor volwassenen is 0,83 g/kg (de gemiddelde eiwitbehoefte + 2 SD) (2) (zie figuur 1).

Er zijn referentie-aminozuurpatronen vastgesteld voor drie leeftijdsgroepen: die van zuigelingen (0-6 maanden), kinderen van 6 maanden tot 3 jaar en alle anderen (oudere kinderen, adolescenten, volwassenen) welke gebaseerd is op het patroon voor kinderen van 3 tot 10 jaar. Voor regelgeving zijn er slechts twee groepen: die van zuigelingen en alle anderen. De laatste groep is gebaseerd op het patroon voor kinderen van 3 tot 10 jaar.

Eiwitkwaliteit: DIAAS is beter dan PDCAAS

De voedingswaarde van voedingseiwwitten is van oudsher gebaseerd op hun vermogen om te voldoen aan de behoefte aan stikstof en essentiële aminozuren, voor onderhoud en weefselgroei. De gemiddelde behoefte is gedefinieerd voor elk van de negen essentiële aminozuren en wordt gebruikt om de eiwit-

kwaliteit te berekenen op basis van de benadering van de chemische score en van de aminozuurscore gecorrigeerd voor verteerbaarheid van eiwwitten ('Protein Digestibility Corrected Amino Acid Score, PDCAAS).

In de aminozuurscore wordt de samenstelling van voedings-eiwwitten qua essentiële aminozuren vergeleken met een referentiepatroon dat zou moeten voorzien in de behoefte aan essentiële aminozuren als het eiwit beschikbaar is op het gemiddelde niveau van de eiwitbehoefte. De PDCAAS corrigeert de aminozuurscore voor de verteerbaarheid van het eiwit. Een score <100% geeft aan dat ten minste één aminozuur beperkt aanwezig is, terwijl een score >100% aangeeft dat dit voor geen enkel onmisbaar aminozuur in het voedingsmiddel of de voeding geldt. Een score >100% moet per definitie worden 'afgeknot' tot 100% omdat elk aminozuur dat wordt ingenomen boven het niveau van de aminozuurbehoefte wordt gekataboliseerd. Afknotting beperkt echter de informatie over het vermogen van een bepaalde eiwitbron om een balans te vormen voor inferieure eiwwitten in gemengde voeding, wat van belang is voor veel bevolkingsgroepen. Er is al lang een discussie aan de gang over de nauwkeurigheid en de biologische betekenis van de PDCAAS-methode. In een recent rapport van FAO/WHO (4) wordt een nieuwe en betere methode voor het meten van eiwitkwaliteit, DIAAS, aanbevolen ter vervanging van de huidige PDCAAS-methode.

'Digestible Indispensable Amino Acid Score': DIAAS% = $100 \times \frac{(\text{mg verteerbaar onmisbaar aminozuur in 1 g voedingseiwit})}{(\text{mg van hetzelfde essentiële aminozuur in 1 g referentie-eiwit})}$. De laagste score (het beperkt aanwezige aminozuur) geldt als de DIAAS-score.

Een gezamenlijke commissie van experts van WHO/FAO/UNU (1) heeft de gemiddelde behoefte aan essentiële aminozuren voor verschillende leeftijdsgroepen (zuigelingen, adolescenten



en volwassenen) vastgesteld volgens de factoriële methode; deze waarden zijn ook in de publicatie van EFSA gebruikt (2) (zie figuur 2).

Belangrijke elementen van DIAAS zijn:

- DIAAS behandelt elk aminozuur als afzonderlijke nutriënt
- DIAAS bepaalt de verteerbaarheid van aminozuren in het terminale ileum (aan het eind van de dunne darm) en geeft zo een nauwkeurige maat voor de hoeveelheid aminozuren die door het lichaam worden opgenomen en voor de bijdrage van een eiwit aan de aminozuur- en stikstofbehoefte van de mens. (Voor sommige voedingsproducten mag een hoog eiwitgehalte worden geclaimd, maar omdat de dunne darm niet alle aminozuren in gelijke mate gebruikt of opneemt, dragen ze niet in gelijke mate bij aan de menselijke voedingsbehoeften.)
- DIAAS knut niet af, zodat uitzonderlijk goede eiwitbronnen, zoals melkeiwit, een hogere score dan 100 kunnen opleveren.

Concluderend kan worden gezegd dat DIAAS de beste informatie verschaft aan gezondheidsprofessionals, regelgevende instanties, beleidsmakers en internationale organisaties over wat een eiwit tot een eiwit van hoge kwaliteit maakt. Daarom steunt de internationale zuivelindustrie de aanbevelingen van de FAO Expert Consultation, met inbegrip van het advies om totdat de nieuwe methode beschikbaar is berekeningen van eiwitkwaliteit te baseren op DIAAS-waarden afgeleid van gegevens over verteerbaarheid van ruw eiwit.

Verteerbaarheid in het ileum is nauwkeuriger

Tot voor kort werd de verteerbaarheid van eiwit (zoals bij de PDCAAS) vooral bepaald uit de verteerbaarheid in feces, dat wil zeggen het verschil tussen de opgenomen stikstof en de stikstof uitgescheiden in de feces. Maar die berekening houdt

geen rekening met stofwisseling door de microbiota in de colon (zie figuur 3). Omdat niet opgenomen aminozuren voornamelijk gemetaboliseerd door bacteriën in de colon, kan de verteerbaarheid in de feces worden overschat.

Het rapport van de FAO beschouwt verteerbaarheid gemeten aan het eind van het ileum als nauwkeuriger voor de bepaling van de verteerbaarheid van aminozuren dan verteerbaarheid in de feces (zie figuur 3). Helaas zijn gegevens over de daadwerkelijke echte verteerbaarheid van afzonderlijke aminozuren in het menselijke ileum slechts voor enkele voedingsmiddelen beschikbaar. Daarom is nog veel onderzoek nodig om deze gegevens te verzamelen.

Verteerbaarheid van eiwitten uit voeding

- Verteerbaarheid >90%: dierlijke eiwitten (eieren, melk, vlees) en geconcentreerde of gezuiverde plantaardige eiwitten nadat de celwandbestanddelen van planten zijn verwijderd (tarwegluten, tarwebloem, sojaeiwitsolaat).
- Verteerbaarheid 80–90%: minder gezuiverde plantaardige producten (granen, erwten, sojaboembloem)
- Digestibility of 50–80%: Planten met dikkere cellwanden, aanwezigheid van antinutritionele factoren, voedselverwerking en hittebehandeling.

Het verschil in verteerbaarheid tussen in de feces en in het ileum is vooral relevant voor plantaardige eiwitbronnen die bovenin de darm slecht worden opgenomen. Dit verhoogt namelijk de hoeveelheid stikstof die van eiwit afkomstig is die moet worden gefermenteerd in het colon.

	0.5 jaar	1-2 jaar	3-10 jaar	11-14 jaar	15-18 jaar	(a) volwassen	(b) Aminozuren- patroon in weefsel
Dagelijkse eiwitbehoefte (g/kg)							
Onderhoud (a)	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	
Groei (b)	0.46	0.20	0.07	0.07	0.04	0	
Gemiddelde dagelijkse aminozuurbehoefte voor onderhoud en groei (mg/kg)							
							(mg/g)
Histidine	22	15	12	12	11	10	27
Isoleucine	36	27	23	22	21	20	35
Leucine	73	54	44	44	42	39	75
Lysine	64	45	35	35	33	30	73
Methionine+cysteïne	31	22	18	17	16	15	35
Fenylalanine+tyrosine	59	40	30	30	28	25	73
Threonine	34	23	18	18	17	15	42
Tryptofaan	9.5	6.4	4.8	4.8	4.5	4	12
Valine	49	36	29	29	28	26	49
Totaal	349.5	268.4	213.8	211.8	200.5	184	-

(a) Eiwitbehoefte voor onderhoud (afgeleide waarden voor volwassenen);

(b) Eiwitbehoefte voor groei afgeleid van de eiwitafzetting gecorrigeerd voor een eiwitbenutting van 58% en het aminozuurpatroon van eiwit in lichaamsweefsel

Figuur 2. Gemiddelde behoefte aan essentiële aminozuren voor zuigelingen, kinderen, adolescenten en volwassenen: factoriële methode (ref. 1 en 2).

mg per g eiwit	Zuigelingen, kinderen en adolescenten					Volwassenen
	0.5 jaar	1-2 jaar	3-10 jaar	11-14 jaar	15-18 jaar	
Histidine	20	18	16	16	16	15
Isoleucine	32	31	31	30	30	30
Leucine	66	63	61	60	60	59
Lysine	57	52	48	48	47	45
Methionine+cysteïne	28	26	24	23	23	22
Fenylalanine+ tyrosine	52	46	41	41	40	30
Threonine	31	27	25	25	24	23
Tryptofaan	8.5	7.4	6.6	6.5	6.3	6
Valine	43	42	40	40	40	39

Samenstelling van een referentie-eiwit dat voldoet aan de aminozuurbehoefte bij een inname op het veilige niveau voor eiwitinname

Figuur 3. Scorepatroon (referentieprofielen voor essentiële aminozuren) voor zuigelingen, kinderen, adolescenten en volwassenen (ref. 11).

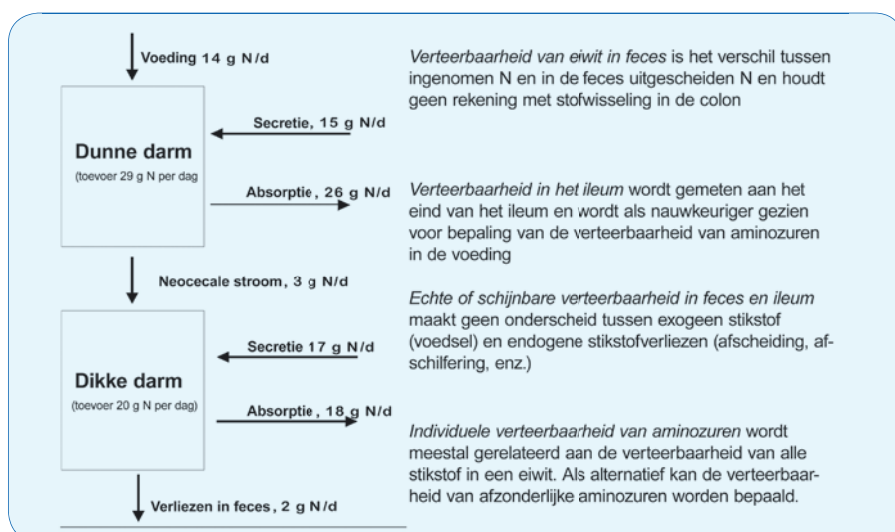
DIAAS erkent hoge kwaliteit van zuiveleiwitten

Zoals hiervoor vermeld, is de huidige PDCAAS-methode niet geschikt voor de voorspelling van hoge kwaliteit van eiwitingrediënten omdat de methode geen rekening houdt met hun waardevolle aanvulling op eiwitten van mindere kwaliteit. De nieuwe score, DIAAS, laat de hoge biologische beschikbaarheid van zuiveleiwitten zien vergeleken met eiwitbronnen van plantaardige herkomst. Bovendien beklemtoont DIAAS de geschiktheid van zuiveleiwitten als aanvulling op andere eiwitten als een rijke bron van essentiële aminozuren.

Zelfs als ze worden vergeleken met de sterkst geraffineerde sojaisolaat waren de DIAAS-scores voor zuiveleiwitisolaat 10-30% hoger. Onderzoekers hebben voor 100 g melkpoeder een DIAAS-score van 122 gevonden, veel hoger dan de DIAAS-score voor dezelfde hoeveelheid erwten (64) of tarwe (40). De hoge kwaliteit van zuiveleiwit vergeleken met eiwit uit andere producten zoals soja, zal worden erkend zodra de DIAAS-methode wordt gebruikt in plaats van de huidige PDCAAS-methode.

Meer onderzoek nodig

Er is een dringende behoefte aan onderzoek dat zal leiden tot gegevens over de verteerbaarheid van aminozuren uit verschillende eiwitten in het menselijke ileum. Ook onderzoek waarin de verteerbaarheid van aminozuren uit dezelfde voedselbronnen in het ileum van de mens wordt vergeleken met andere diermodellen, in het bijzonder varkens en ratten, is wenselijk. Ook zijn gegevens nodig voor de validatie van het gebruik van een of meer diermodellen als alternatief voor metingen van de verteerbaarheid van aminozuren in het menselijke ileum. Na de validatie van een deugdelijk diermodel is grootschalige evaluatie van verschillende typen voedselproducten nodig. Vooral voor een continue actualisering van de FAO-publicatie 'Amino Acid Contents of Foods and Biological Data on Proteins' uit 1970, met waarden voor de verteerbaarheid van eiwitten in feces in het ileum, verteerbaarheid van aminozuren in het ileum en DIAAS-scores.



Figuur 4. De complexe uitwisseling van stikstof tussen de darm en de systemische omloop.

Eiwit	In feces		Ileal	Referenties
	Echt	Schijnbaar	Echt	
Melkeiwit	96.6	91	95	Mahé et al, 1994 ; Bos et al, 2003; Gaudichon et al, 2002
Gefermenteerde melk	-	90	-	Mahé et al, 1994
Caseïne		-	94.1	Deglaire et al, 2009
Sojaeiwit	95	-	91.5	Bos et al, 2003; Gaudichon et al, 2002
Erwteneiwit		-	91.5	Gausserès et al, 1997
		-	89.4	Gausserès et al, 1996
		-	90	Mariotti et al, 2001
Tarwe-eiwit	99	-	90.3	Bos et al, 2005
		-	85.0	Juillet et al, 2008
Lupine-eiwit		-	90.0	Mariotti et al, 2002
Raapzaadeiwit		-	84	Bos et al, 2007

Figuur 5. Verteerbaarheid van stikstof in het menselijke ileum.

	Melk	Soja
Aspartate + asparagine	94.3 ± 2.1	93.2 ± 4.0
Serine	92.0 ± 2.5	93.2 ± 3.9
Glutamate + glutamine	95.3 ± 2.0	96.6 ± 2.8
Proline	96.1 ± 2.2 ^a	92.8 ± 3.8
Glycine	91.6 ± 4.0	90.1 ± 5.1
Alanine	95.9 ± 1.9 ^a	92.3 ± 2.5
Tyrosine	99.3 ± 0.4 ^a	96.8 ± 1.5
Threonine	93.4 ± 2.3 ^a	89.0 ± 4.9
Valine	95.9 ± 1.9 ^a	92.5 ± 3.5
Isoleucine	95.4 ± 1.8	93.5 ± 3.1
Leucine	95.1 ± 2.2	93.3 ± 3.0
Fenylalanine	95.6 ± 2.3	95.5 ± 2.3
Lysine	94.9 ± 2.7	95.0 ± 2.5
Histidine	94.9 ± 2.7 ^a	91.7 ± 1.7
Gemiddelde verteerbaarheid van aminozuren	95.3 ± 1.8	93.8 ± 3.0
Verteerbaarheid van stikstof	95.3 ± 0.9 ^a	91.7 ± 1.8

Figuur 6. Echte verteerbaarheidswaarden (%) voor voedingsstikstof en voedingsaminozuren na inname van melkeiwit of sojaeiwit bij gezonde vrijwilligers. Bron: ref. 5.

Aanbevelingen voor FAO

Het verdient aanbeveling dat FAO een werkgroep bijeenroep om methoden te evalueren en een leidraad te leveren voor een internationale standaard. Daarnaast moet er overeenstemming komen over het experimentele protocol voor dit soort onderzoek, en zal er onderzoekssamenwerking en consensus nodig zijn om tot een officiële internationale methode te komen voor de analyse van aminozuren in voedingsmiddelen. Bovendien zijn gestandaardiseerde methoden nodig voor de bepaling van de hoeveelheden van afzonderlijke aminozuren in voedingsmiddelen, feces en verteringsproducten in het ileum.

Er is ook behoefte aan de kwantificering van de schadelijke effecten van voedselverwerking op essentiële aminozuren. De huidige methoden zijn beschikbaar voor lysine, maar er zijn ook methoden nodig voor zwavelhoudende aminozuren (threonine en tryptofaan) die vatbaar zijn voor oxidatie.

Veel voedingsmiddelen bevatten van nature (of krijgen door verwerking) antinutritionele factoren die de biologische beschikbaarheid van aminozuren beïnvloeden. Er is onderzoek nodig voor de vaststelling van een veilige innamegrens voor deze verbindingen, en voor manieren om hun aanwezigheid in voedingsmiddelen terug te dringen.

Zolang er niet meer gegevens beschikbaar zijn, is het nog niet duidelijk of (en zo ja aan welke) zuivelproducten claims omtrent de eiwitsamenstelling kunnen worden verbonden.

• Wendy van Koningsbruggen

[References]

1. WHO/FAO/UNU. Protein and amino acid requirement in human nutrition. WHO technical report series 935 (2007).
2. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA); Scientific Opinion on Dietary Reference Values for Protein (2012). EFSA J. 10 (2): 2557 [66 pp.]. doi:10.2903/j.efsa.2012.2557. Verkrijgbaar.
3. Rand WM, Pellett PL, Young VR (2003) Meta-analysis of nitrogen balance studies for estimating protein requirements in healthy adults. Am. J. Clin. Nutr. 77: 109-127.
4. Dietary protein quality evaluation in human nutrition. Report of a FAO Expert Consultation (ISSN 0254-4725). FAO Food and Nutrition Paper 92 (2013).