

Voedingsvezel

Voedsel en Waren Autoriteit

Laboratorium Regio Zuid

April 2007

Samenvatting

Uit recent onderzoek van de Gezondheidsraad blijkt dat er een duidelijk verband bestaat tussen voedingsvezelinname en hart- en vaatziekten, darmkanker, diabetes mellitus type 2 en obesitas. De Gezondheidsraad heeft dan ook de Amerikaanse aanbevolen vezelinname van 14,2 g/1000 kcal overgenomen. Voedselconsumptiepeilingen tonen aan dat slechts 10% van de Nederlandse volwassenen voldoet aan deze aanbevolen inname. Er is een trend gaande dat levensmiddelenproducenten componenten met voedingsvezelwerking zoals inuline en polydextrose toevoegen aan hun producten, de zogenaamde functional foods. Het ligt in de lijn der verwachting dat in de toekomst steeds meer claims met betrekking tot voedingsvezel gebruikt gaan worden vanwege de relatie met reeds genoemde chronische ziekten.

Voedingsvezel is een groep van componenten die door de jaren heen op diverse manieren gedefinieerd is. Het zijn voornamelijk koolhydraten die afkomstig zijn uit cellen van planten die niet verteerd worden in de dunne darm en geheel of gedeeltelijk gefermenteerd worden in de dikke darm. De Voedsel en Waren Autoriteit onderschrijft de definities van voedingsvezel zoals die gehanteerd worden door de AOAC, AACC en de Codex, daar deze definities onverteerbaarheid door de menselijke dunne darm als de essentiële eigenschap van voedingsvezel omschrijven en zich wat betreft de tot voedingsvezel behorende componenten en analytisch chemische methodieken op één lijn bevinden. De belangrijkste componenten van voedingsvezel zijn cellulose, hemicellulose, lignine, fructanen, onverteerbaar zetmeel, oligosacchariden, pectine en diverse overige met planten geassocieerde verbindingen.

Op basis van met name fysiologische definities zijn verschillende analysemethodieken ontwikkeld. De meest gebruikte analysemethode is de AOAC methode (985.29 of 991.43), waarvan echter bekend is dat een aantal componenten, waarvan is aangetoond dat zij een voedingsvezelwerking bezitten, niet of gedeeltelijk worden meegenomen in de bepaling. Het gaat voornamelijk over onverteerbaar zetmeel en onverteerbare oligosacchariden. Naast de standaardmethoden zijn er diverse andere methoden ontwikkeld die specifiek een bepaalde component kwantificeren.

De Voedsel en Waren Autoriteit is betrokken bij de ontwikkeling van een analysemethode die een compleet beeld geeft van de hoeveelheid voedingsvezel. De meest recente inzichten gebruiken de AOAC methode (991.43) met enkele aanpassingen als basismethode, uitgebreid met een HPLC methode voor analyse van de laagmoleculaire, oplosbare voedingsvezelcomponenten. Met de juiste aanpassingen en uitbreidingen is het mogelijk om totaal voedingsvezel inclusief onverteerbaar zetmeel, onverteerbare maltodextrinen, fructo-oligosacchariden, galacto-oligosacchariden en β -glucanen te kwantificeren.

Inhoudsopgave

Samenvatting	2
Inhoudsopgave	3
1 Inleiding.....	4
2 Voedingsvezel en gezondheid	5
2.1 Voedingsvezelinname in Nederland	5
3 Bestanddelen van voedingsvezel.....	7
4 Wetgeving	11
5 Definities	13
5.1 AOAC	13
5.2 AACC.....	13
5.3 FNB	13
5.4 CODEX.....	14
5.5 Visie op de definitie voor voedingsvezel.....	15
6 Analysemethoden	17
6.1 Analysemethoden voor totaal, oplosbaar en onoplosbaar voedingsvezel	17
6.1.1 AOAC/Prosky Methode	17
6.1.2 Englyst methode	18
6.1.3 Uppsala methode	18
6.2 Analysemethoden voor specifieke componenten	18
6.3 Visie op een toekomstige analysemethode	20
7 Conclusie	22

1 Inleiding

De term voedingsvezel is reeds in 1953 geïntroduceerd door Hipsley en werd destijds gedefinieerd als onverteerbare bestanddelen van planten.¹ Deze definitie omvatte voornamelijk de bouwstoffen van de celwand zoals cellulose, hemicellulose en lignine. Het was een poging om een onderscheid aan te brengen tussen de bestanddelen van vezel in menselijke voeding en van datgene dat werd bepaald door de analysemethoden voor ruwe vezel die gebruikt werden in de veevoederindustrie.

Tussen 1972 en 1976 werd voedingsvezel voor het eerst in verband gebracht met verschillende gezondheidshypothesen zoals een gunstig effect van de inname van voedingsvezel op zowel darmkanker als hartziekten.² Deze hypothesen hebben geleid tot talrijke onderzoeksprojecten over voedingsvezel op het gebied van voeding, analyse en technologie. In 1976 is de definitie van voedingsvezel uit 1953 uitgebreid met alle onverteerbare polysacchariden tot een meer fysiologische definitie.³ Sommige onverteerbare polysacchariden werden toegevoegd omdat ze fysiologisch gezien een voedingsvezelwerking hebben, ondanks dat ze uit chemisch oogpunt niet tot bouwstoffen van de celwand gerekend kunnen worden.

Tot op heden is er veel discussie geweest over de juiste afbakening van wat wel en wat niet tot voedingsvezel behoort. Vaak zijn de analysemethoden aanleiding tot deze discussie. Men is tot het inzicht gekomen dat bepaalde andere voedingsbestanddelen, die al dan niet aan voedingsmiddelen worden toegevoegd, ook tot voedingsvezel behoren. Dit omdat ze een vergelijkbare werking hebben, namelijk dat ze niet verteerd worden door de menselijke spijsverteringsenzymen. Tot deze groep behoren met name slecht verteerbare zetmeelfracties, inuline en fructo- en galacto-oligosacchariden. Om deze groepen te kwantificeren zijn aangepaste en/of nieuwe analysetechnieken noodzakelijk.

Het doel van het onderzoek beschreven in deze rapportage is tweeledig.

1. Een beschrijving van de (groepen) verbindingen die naar de huidige stand van zaken aangemerkt worden als voedingsvezel.
2. Een beschrijving van de stand van zaken rondom de discussie over de definitie van voedingsvezel en de daarbij noodzakelijke aanpassingen van bestaande of ontwikkeling van nieuwe analysemethodieken.

Dit rapport gaat allereerst in op de verschillende gezondheidsaspecten van voedingsvezel. Vervolgens worden de verschillende bestanddelen van voedingsvezel uitgesplitst en beschreven, gevolgd door informatie over etikettering en wetgeving. Nadat de verschillende definities van voedingsvezel beschreven zijn, worden de diverse analysemethodieken die nauw samenhangen met de definities behandeld. Het rapport wordt afgesloten met een conclusie waarin de visie van de Voedsel en Waren Autoriteit op de definitie van voedingsvezel en de ontwikkeling van analysemethodieken wordt beschreven.

1 Hipsley, E.H. Br. Med. J. 1953, 2, 420-422.

2 Trowell, H.C. Lancet, 1974, 1, 503.

3 Trowell, H.C.; Southgate, D.A.T.; Wolever, T.M.S.; Leeds, A.R.; Gasull, M.A.; Jenkins, D.J.A. Lancet, 1976, 1(7966), 967.

2 Voedingsvezel en gezondheid

De Gezondheidsraad geeft in een rapport uit 2003 aan dat uit epidemiologisch onderzoek is gebleken dat er een duidelijk verband bestaat tussen overgewicht en het gebruik van vezelarme voeding.⁴ Verder wordt vezelarme voeding in verband gebracht met een hoger risico op darmkanker, diabetes mellitus type 2 en hart- en vaatziekten. In het meest recente rapport van de Gezondheidsraad over vezelconsumptie wordt aangegeven dat er voldoende aanwijzingen zijn om te kunnen stellen dat voedingsvezel het risico van obstipatie (verstopping van de darm) vermindert, doordat de doorlooptijd van het maagdarmkanaal wordt beïnvloed.⁵ Daarnaast acht men voldoende bewezen dat een vezelrijk voedingspatroon bescherming biedt tegen coronaire hartziekten. Wat betreft obesitas wordt gesteld dat vezelrijke voeding van belang is voor het voorkomen van overgewicht, al heeft men hiervoor (nog) geen optimale inname kunnen vaststellen. Er zijn vrij sterke aanwijzingen dat volkoren graanproducten kunnen beschermen tegen diabetes mellitus type 2, maar een zelfde effect kan niet worden aangetoond voor de totale vezelconsumptie. Een duidelijke relatie tussen vezelinname en dikkedarmkanker heeft men niet kunnen vaststellen, hoewel een verhoogd risico is geobserveerd bij mensen met een zeer lage vezelconsumptie.

2.1 Voedingsvezelinname in Nederland

De gemiddelde inname van voedingsvezel van volwassenen in Nederland zoals bepaald in de Voedselconsumptiepeilingen van 1998⁶ en 2003⁷ is beknopt weergegeven in Tabel 1. De gemiddelde inname is tot stand gekomen door gebruiksggegevens van consumenten te koppelen aan de voedingsvezelgehalten van levensmiddelen uit het meest recente Nederlands voedingsstoffenbestand (NEVO-tabel).⁸

Tabel 1 Vezelconsumptie in Nederland (g/MJ)

Groep	Gemiddelde (standaarddeviatie)
Man, 22 t/m 49 jr. ⁶	2,2 (0,8)
Vrouw, 22 t/m 49 jr. ⁶	2,4 (0,8)
Man, 19 t/m 30 jr. ⁷	2,0 (0,5)
Vrouw, 19 t/m 30 jr. ⁷	2,2 (0,6)

4 Gezondheidsraad. Overgewicht en Obesitas. Den Haag: Gezondheidsraad, 2003; publicatie nr. 2003/07.

5 Gezondheidsraad. Richtlijn voor de vezelconsumptie. Den Haag: Gezondheidsraad, 2006; publicatie nr. 2006/03.

6 TNO Voeding. Basisrapportage van de derde voedselconsumptiepeiling. Zeist: TNO Voeding; 1998: V98.804-V98.813.

7 Ocké, M.C.; Hulshof, K.F.A.M.; Buurma-Rethans, E.J.M.; van Rossum, C.T.M.; Drijvers, J.J.M.M.; Brants, H.A.M.; Jansen-van der Vliet, M.; van der Laan, J.D. Voedselconsumptiepeiling 2003, RIVM Rapport 350030003/2004.

8 Bij de totstandkoming van de Voedselconsumptiepeiling 1998 werd gebruik gemaakt van de NEVO-tabel 1996; bij de Voedselconsumptiepeiling 2003 werd gebruik gemaakt van de NEVO-tabel 2001. De NEVO-tabel geeft aan dat voedingsvezel voornamelijk lignine, cellulose, hemicellulose en pectine is en dat de gehalten aan voedingsvezel zoveel mogelijk volgens de AOAC-methode zijn bepaald.

De Gezondheidsraad geeft in haar richtlijn betreffende voedingvezel aan dat de Amerikaanse richtlijn van 3,4 g/MJ (14,2 g/1000 kcal) voor volwassenen ook in Nederland gehanteerd kan worden, een waarde die substantieel hoger is dan in Tabel 1 genoemde vezelconsumpties.⁵ Dit komt in de praktijk neer op een optimale dagelijkse vezelconsumptie van 35,5 g voor mannen bij een energie-inname van 2500 kcal en 28,4 g voor vrouwen bij een energie-inname 2000 kcal. De Gezondheidsraad heeft besloten geen bovengrens van inname vast te stellen omdat vanwege het volumineuze karakter van vezelrijke producten een te hoge inname niet waarschijnlijk is. Wanneer de optimale vezelconsumptie vergeleken wordt met de huidige gemiddelde inname kan men stellen dat de vezelconsumptie op 60-70% van de optimale inname ligt. Uit de voedselconsumptiepeilingen blijkt dat momenteel slechts circa 10% van de volwassen Nederlanders voldoet aan de optimale vezelconsumptie. Minister Hoogervorst heeft in juni 2006 beleidsvoornemens uitgesproken waarmee hij wil bereiken dat in 2010 minimaal 20% van de Nederlandse volwassenen voldoet aan de optimale vezelconsumptie.⁹

De Gezondheidsraad geeft overigens aan dat voedingsvezel vooral uit gemengde voeding met volkoren graanproducten, groenten en fruit afkomstig moet zijn. Dit is overigens bij de meerderheid van de vezelinname ook het geval, zoals blijkt uit de derde Voedselconsumptiepeiling waarin staat gegeven dat de voedingsvezelinname voor resp. 28, 19, 10 en 14% uit brood, aardappelen, groenten en fruit bestaat.⁶ Daarnaast blijft het moeilijk om exact aan te geven wat de bijdrage van toegevoegde vezels is.

Resultaten van epidemiologisch onderzoek naar de relatie tussen de inname van voedingsvezel en ziekterisico's zijn tot op heden voornamelijk gebaseerd op voedingsvezel uit groenten, fruit en graanproducten. Hypotheses over deze relatie zullen met de komst van nieuwe definities voor voedingsvezel en daarop volgende analysemethoden (opnieuw) onderzocht (moeten) worden.

Daarnaast kan opgemerkt worden dat de hoogte van een schatting van de aanbevolen vezelinname, zoals bijvoorbeeld door de Gezondheidsraad, direct gerelateerd is aan de keuze van de analysemethode. Dit kan geïllustreerd worden door het feit dat de aanbevolen vezelinname in Nederland 35 g/dag en in Engeland 18 g/dag voor een volwassen man is. Dit grote verschil ontstaat doordat men in Nederland voedingsvezel met behulp van de AOAC methode en in Engeland met de Englyst methode analyseert.¹⁰

9 Hoogervorst, H. Nieuwe richtlijn vezelconsumptie, Den Haag: Kamerstuk 12-6-2006. VGP/VV 2689382.

10 Voor gedetailleerde informatie over deze analysemethoden zie hoofdstuk 6.

3 Bestanddelen van voedingsvezel

Zoals in de inleiding reeds beschreven is, werd voedingsvezel allereerst gedefinieerd als bouwstoffen van de celwand van planten zoals cellulose, hemi-cellulose en lignine. In 1979 werd dit uitgebreid met gommen, gemodificeerde cellulose, slijmstoffen, oligosacchariden, pectine en met planten geassocieerde componenten als wassen, cutine en suberinen. Voor deze met planten geassocieerde componenten geldt wel de restrictie dat ze enkel tot voedingsvezel gerekend worden wanneer ze geassocieerd zijn met de poly- en oligosaccharidefractie van voedingsvezel en niet wanneer ze als geïsoleerde component voorkomen.

Het merendeel van de componenten die tot voedingsvezel gerekend worden zijn koolhydraten. Koolhydraten kan men onderscheiden in mono-, di-, oligo- en polysacchariden. Monosacchariden zijn suikermoleculen zoals glucose, fructose, galactose en xylose. Disacchariden, zoals sacharose, maltose en lactose, zijn opgebouwd uit twee monosacchariden en worden gevormd uit twee monosacchariden onder afsplitsing van water. Oligosacchariden zijn opgebouwd uit 3-10 monosacchariden. Voorbeelden zijn oligofruktanen die opgebouwd zijn uit een aantal fructosemoleculen en galacto-oligosacchariden die bestaan uit galactose-eenheden. Onder polysacchariden verstaat men (vertakte) ketens van meer dan 10 monosacchariden. Dit kan één enkel type monosaccharide (homoglycanen) zijn zoals in het geval van cellulose en zetmeel, welke opgebouwd zijn uit enkel glucose, of verschillende monosacchariden (heteroglycanen) zoals in het geval van hemi-cellulose, dat bestaat uit monosacchariden als arabinose, galactose en xylose. Opmerkelijk is overigens dat er enorme verschillen in eigenschappen en structuur voor kunnen komen tussen verschillende oligo- of polysacchariden die zijn opgebouwd uit dezelfde monosacchariden, zoals het geval is bij cellulose en zetmeel, welke beide bestaan uit glucose-eenheden. Deze grote verschillen worden onder andere veroorzaakt door verschillen in polymerisatiegraad, hoeveelheid vertakkingen en soort verbinding tussen de monosacchariden.

Wat betreft de bestanddelen die volgens de huidige definities (zie hoofdstuk 0) tot voedingsvezel gerekend worden, gaat men uit van oligomeren en polymeren van suikermoleculen als glucose, fructose, galactose en xylose, die niet verteerd worden in de menselijke dunne darm. Daarnaast heeft men een aantal verbindingen toegevoegd die analoog zijn aan koolhydraten maar strikt genomen niet tot deze categorie gerekend mogen worden. In Tabel 2 wordt een overzicht gegeven van de bestanddelen van voedingsvezel waarna deze verbindingen nader worden toegelicht.

Tabel 2 Bestanddelen van voedingsvezel

Polysacchariden anders dan zetmeel en onverteerbare oligosacchariden

Cellulose

Hemi-cellulose (Arabinoxylanen, Arabinogalactanen)

Fructanen (Inuline, Oligofruktanen, Fructo-oligosacchariden)

Oligosacchariden (Galacto-oligosacchariden, Xylo-oligosacchariden)

Gommen

Slijmstoffen

Pectine

Verbindingen analoog aan koolhydraten

Onverteerbare dextrinen (Maltodextrinen, Aardappeldextrinen)

Synthetische koolhydraten (Polydextose, Methylcellulose)

Onverteerbaar zetmeel

Lignine

Met planten geassocieerde componenten

Wassen

Fytaten

Cutine

Saponinen

Suberinen

Tanninen

Cellulose is het belangrijkste bestanddeel van de celwand van planten, waar het meestal voorkomt in combinatie met hemi-cellulose, pectine en lignine. Cellulose is opgebouwd uit $\beta(1\rightarrow4)$ gebonden glucose-eenheden. De vezelwerking van cellulose berust op de afwezigheid van cellulase-enzymen in het menselijk spijsverteringskanaal. De polymerisatiegraad van cellulose varieert grofweg tussen 1000 en 14000.

Hemi-cellulose bestaat, in tegenstelling tot cellulose, uit polymere ketens van verschillende monosacchariden zoals arabinose, galactose en xylose. Men name arabinoxylan is een component waarvan men aangeeft dat de fysiologische effecten erg gunstig zijn.¹¹

Fructanen zijn oligomeren of polymeren van fructose met een polymerisatiegraad tot 200. Ze komen onder andere voor in artisjok, asperges, bonen, ui-achtigen en tarwe. Op basis van de polymerisatiegraad onderscheidt men fructanen in twee categorieën: polymere fructanen en fructanen die bestaan uit 3-10 monosacchariden. De eerste categorie kan men onderverdelen in *inuline*, dat een lineair fructan is waarbij 2 \rightarrow 1 koppelingen de hoofdmoot vormen, *levaan*, ook een lineair fructan met hoofdzakelijk 2 \rightarrow 6 koppelingen, en tenslotte *graminaan*, het zogenaamde gemixte type waarin zowel 2 \rightarrow 1 als 2 \rightarrow 6 koppelingen voorkomen. Inuline wordt tegenwoordig op redelijk grote schaal gewonnen uit chicorei-wortels en toegevoegd aan diverse voedingsmiddelen om een hoger vezelgehalte te verkrijgen. Onder de tweede categorie vallen *fructo-oligosacchariden* (FOS) welke uit natuurlijke bronnen ontstaan na hydrolyse van inuline of synthetisch worden bereid door een enzymatische behandeling van sucrose.

Naast reeds genoemde fructo-oligosacchariden bevatten planten ook *oligosacchariden* met een polymerisatiegraad van 3-10 die zijn opgebouwd uit galactose of xylose, welke men respectievelijk galacto-oligosacchariden (GOS) en xylo-oligosacchariden (XOS) noemt. Deze oligosacchariden worden (samen met FOS) ook wel prebiotische vezels genoemd.

11 Delcour, J.A.; Courtin, C.M.; Broekaert, W.F. Arabinoxylan – The underestimated fibre, Lecture DF 2006, Helsinki, Finland.

Gommen en *slijmstoffen* (mucilagen) zijn beide veelvuldig voorkomende bestanddelen van planten die chemisch gezien niet veel van elkaar verschillen. Ze zijn beide opgebouwd uit uronzuur en verschillende derivaten van monosacchariden zoals galactose en mannose. De fysische eigenschappen van gommen en slijmstoffen zijn te beschrijven als respectievelijk kleverig en slijmerig. De stoffen hechten zich vaak aan oppervlakken waarmee ze in contact komen en hebben daarmee een beschermende werking.

Pectine is een polysaccharide dat is opgebouwd uit D-galacturonzuur eenheden die door middel van 1→4 koppelingen met elkaar verbonden zijn. De hoofdketen van het polymeer bevat meestal naast galacturonzuur ook 10% rhamnose-eenheden. In de zijketens van pectine kan men ook kleine hoeveelheden galactan en arabinan vinden. Pectine komt veelvuldig voor in planten en wordt geproduceerd uit schillen van citrusvruchten en appelpulp.

Onverteerbare dextrinen zijn zeer viskeuze verbindingen die ontstaan bij de thermische en enzymatische behandeling van gehydrolyseerd zetmeel. Dextrinen van dit type zijn opgebouwd uit glucose-eenheden en hebben een gemiddelde polymerisatiegraad van 10-15.

Polydextrose is een synthetisch polysaccharide dat gemaakt wordt door glucose-eenheden te laten polymeriseren onder lage druk en verhoogde temperatuur. De reactie wordt gekatalyseerd door sorbitol en een zuur. Dit proces zorgt voor verschillende koppelingen tussen de glucose-eenheden maar 1→6 verbindingen voeren de boventoon. De gemiddelde mate van polymerisatie is 12. Polydextrose wordt ook wel toegepast als zoetstof of vulmiddel.

Methylcellulose is ook een synthetisch polysaccharide dat gemaakt wordt door alkylering van cellulose met methylchloride in alkalisch milieu, waardoor de zweieigenschappen verbeteren en de oplosbaarheid verhoogd wordt. Naast methylcellulose wordt cellulose ook wel gesubstitueerd met ethyl-, hydroxymethyl-, hydroxypropyl- en carboxymethyl-groepen.

Onverteerbaar zetmeel is per definitie dat deel van zetmeel dat niet afgebroken wordt door menselijke enzymen in de dunne darm. Wanneer het de dikke darm bereikt, wordt het geheel of gedeeltelijk vergist. (Onverteerbaar) Zetmeel is opgebouwd uit twee glucanen, te weten amylose en amylopectine. Amylose is opgebouwd uit lineaire ketens van 1→4 gekoppelde glucose-eenheden met een polymerisatiegraad variërend van 1000-4500. Amylopectine daarentegen bestaat uit zeer vertakte ketens van glucose-eenheden.

Lignine komt voor in de celwand van planten en is na cellulose de meest voorkomende organische stof. Lignine vult de ruimte tussen cellulose, hemi-cellulose en pectine en zorgt voor de sterkte van hout. Het is een hydrofoob macromolecuul dat gevormd wordt door het verwijderen van water uit monosacchariden waardoor complexe aromatische structuren ontstaan.

Wassen zijn voornamelijk derivaten van hogere alcoholen, meestal veresterd met vetzuren. Ze komen hoofdzakelijk voor op bladeren of zaden van planten.

Fytaten zijn fosforverbindingen die een rol spelen bij het binden van mineralen als ijzer, calcium en zink. Door de chelerende eigenschappen zijn fytaten in staat om te functioneren als antioxidant en daarnaast kunnen zij een rol spelen bij het onderdrukken van de vorming van vrije radicalen. Fytaten komen vooral voor in granen, peulvruchten en noten.

Plantencellen beschikken over een beschermlaag die is opgebouwd uit *cutine*. Dit is een complex, hoog-moleculair polyester dat is opgebouwd uit hydroxyvetzuren.

Saponinen zijn zeepachtige verbindingen die planten beschermen tegen schimmelgroei. Het zijn glycosiden van steroiden, met andere woorden verbindingen die bestaan uit zowel suikereenheden als vetfracties.

Suberine is een sterk waterafstotende, wasachtige stof die voorkomt in celwanden van planten met als functie onderliggend weefsel droog te houden. Het is een polyaromatische of polyalifatische verbinding.

Tanninen zijn polyfenolische verbindingen die eiwitten binden en precipiteren. Men onderscheidt twee soorten tanninen, gecondenseerde tanninen, die zijn opgebouwd uit flavoïden en niet hydrolyseerbaar zijn, en hydrolyseerbare tanninen, die een kern van glucose bezitten met daaraan gekoppeld verschillende fenolen.

Hoewel niet alle van bovenstaande verbindingen koolhydraten zijn, worden deze componenten op basis van de huidige definities tot de klasse voedingsvezel gerekend. Uit bovenstaande lijst verbindingen kan men afleiden dat voedingsvezel een groep verbindingen is met een grote diversiteit aan componenten, wat ervoor zorgt dat de analytisch-chemische benadering van het probleem om deze verzameling componenten accuraat te kwantificeren zeer complex is. In de hoofdstukken 0 en 6 wordt dieper ingegaan op de definitie van voedingsvezel en de analysemethodieken om de hoeveelheid voedingsvezel in levensmiddelen te bepalen.

4 Wetgeving

In de Verenigde Staten zijn gezondheidsclaims voor voedingsvezel sinds ongeveer 10 jaar toegestaan. De Amerikaanse Food and Drug Administration (FDA) laat bijvoorbeeld de volgende gezondheidsclaim toe: “Low fat diets rich in fiber-containing grain products, fruits, and vegetables may reduce the risk of some types of cancer, a disease associated with many factors.”¹² Naast gezondheidsclaims betreffende oplosbaar en onoplosbaar voedingsvezel, zijn gezondheidsclaims in de USA toegestaan waarin men beweert dat β -glucanen het risico van coronaire hartziekten verlagen.

In Japan heeft men de categorie Foods for Specified Health Uses (FOSHU) in het leven geroepen om producten met gezondheidsclaims te onderwerpen aan grondig wetenschappelijk onderzoek, alvorens men de gezondheidsclaims mag voeren. Er worden drie voorwaarden aangehouden: a) wetenschappelijk bewijs voor de effectiviteit van de component, inclusief klinische tests, b) veilige consumptie, c) analytische bepaling van de component. Er bestaan echter veel verschillende FOSHU classificaties, wat kan leiden tot verwarring bij de consument. Er gaan in Japan dan ook stemmen op om de nadruk te leggen op het informeren van consumenten in plaats van regulering van producten, zodat consumenten zelf kunnen bepalen welke levensmiddelen ze consumeren.

Op 20 december 2006 is in het Publicatieblad van de Europese Unie de eerste verordening inzake voedings- en gezondheidsclaims gepubliceerd.¹³ De verordening is op 19 januari 2007 in werking getreden en is van toepassing vanaf 1 juli 2007. De claimsverordening beoogt duidelijkheid te scheppen in de op dit moment gehanteerde claims in de etikettering en bij de aanprijzing van levensmiddelen. Het uitgangspunt is dat de consument niet mag worden misleid. Aan het gebruik van een voedings- of een gezondheidsclaim zijn voorwaarden verbonden. Allereerst geldt dat een claim altijd op een door de EU vastgestelde lijst moet staan. Daarnaast zijn algemene voorwaarden opgesteld, geldend voor beide soorten claims. Per soort claim gelden er ook specifieke voorwaarden. Als algemene voorwaarden zijn geformuleerd dat een claim begrijpelijk moet zijn voor de consument, het niet onjuist en niet misleidend mag zijn, geen twijfel mag veroorzaken over veiligheid of geschiktheid van andere levensmiddelen, geen aanzet mag geven tot overmatige consumptie, niet mag stellen dat ondanks evenwichtige voeding de consument niet voldoende nutriënten binnenkrijgt en het mag geen vrees inboezemen. De nutriënt of stof waarvoor de claim wordt gemaakt moet in zodanige vorm aanwezig zijn dat deze door het lichaam kan worden gebruikt en in de hoeveelheid in het levensmiddel aanwezig (of afwezig) zijn dat deze het beoogde effect voortbrengt. De werking van de nutriënt of stof waarvoor de claim wordt gemaakt is in voldoende mate wetenschappelijk onderbouwd. Indien het levensmiddel is voorverpakt moet bij gebruik van een claim de uitgebreide voedingswaarde op het etiket worden vermeld, inclusief de nutriënt waarvoor een claim wordt gebruikt.

Deze verordening stelt dat producten met de voedingsclaim “bron van vezels” minimaal 3 g voedingsvezel per 100 g of 1,5 g voedingsvezel per 100 kcal moeten bevatten en dat het vezelgehalte van producten met de claim “vezelrijk” minimaal 6 g per 100 g of 3 g per 100 kcal moet bedragen. Er wordt echter niet vermeld welke definitie van voedingsvezel gehanteerd dient te worden.

¹² <http://www.cfsan.fda.gov/~dms/flg-6c.html>.

¹³ EG Verordening 1924/2006 Inzake voedings- en gezondheidsclaims voor levensmiddelen.

De markt voor specifieke voedingsvezelcomponenten die als ingrediënt worden toegevoegd aan producten ontwikkelt zich in hoog tempo. Het overgrote deel van de nieuwe ingrediënten valt onder de categorie nieuwe voedingsmiddelen (novel foods). Hiermee doelt men op alle voedingsmiddelen en voedselingrediënten die voor 15 mei 1997 niet in significante mate in de Europese gemeenschap voor de menselijke voeding zijn gebruikt en die vallen onder de volgende categorieën:

- voedingsmiddelen en voedselingrediënten met een nieuwe of doelbewust gemodificeerde primaire molecuulstructuur
- voedingsmiddelen en voedselingrediënten bestaande of geïsoleerd uit micro-organismen, schimmels of algen
- voedingsmiddelen en voedselingrediënten bestaande of geïsoleerd uit planten alsmede voedselingrediënten die uit dieren zijn geïsoleerd, met uitzondering van voedingsmiddelen en voedselingrediënten die volgens traditionele vermeerderings- of teeltmethodes zijn verkregen en die sinds lang voor voedingsdoeleinden worden gebruikt
- voedingsmiddelen en voedselingrediënten waarop een weinig gebruikt productieprocédé is toegepast, voor zover dit procédé wijzigingen in de samenstelling of de structuur van de voedingsmiddelen en voedselingrediënten veroorzaakt die significant zijn voor hun voedingswaarde, hun metabolisme of hun gehalte aan ongewenste stoffen.

EU Verordening (EG) 258/97 betreffende nieuwe voedingsmiddelen en nieuwe voedselingrediënten stelt dat bedrijven die een nieuw voedingsmiddel op de markt willen brengen daarvoor een vergunning moeten aanvragen. De vergunningsaanvraag moet vergezeld gaan van een dossier waarin de ondernemer met behulp van wetenschappelijke gegevens moet aantonen dat het nieuwe voedingsmiddel veilig is voor de consument. De aanvraag moet worden ingediend bij de bevoegde autoriteit van één van de Europese lidstaten. In Nederland is de bevoegde autoriteit het Ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport (VWS).

5 Definities

Zoals beschreven in de inleiding is er sinds de introductie van de term voedingsvezel een discussie ontstaan over een sluitende definitie voor voedingsvezel. Na 1976 is er door verschillende organisaties een voorstel gedaan voor een omschrijving. In onderstaande paragrafen worden vier verschillende definities besproken.

5.1 AOAC

Sinds 1976 bestaat er een fysiologische definitie voor voedingsvezel die luidt: “Voedingsvezel bestaat uit de overblijfselen van eetbare delen van plantencellen, polysacchariden, lignine, en hiermee geassocieerde componenten die bestand zijn tegen afbraak door de spijsverteringsenzymen van de mens.” Deze definitie beschrijft een macronutriënt in voedingsmiddelen waaronder cellulose, hemicellulose, lignine, gommen, gemodificeerde cellulosen, mucilagen, oligosacchariden en pectines vallen. Deze fysiologische definitie is opnieuw bevestigd na een tweetal studies door Lee en Prosky in 1992 en 1993 alsmede na een internationale workshop in 1995 onder leiding van AOAC International.¹⁴

5.2 AACC

In 2001 werd de volgende definitie aangenomen door de American Association of Cereal Chemists: “Voedingsvezel is het eetbare gedeelte van planten of analoge koolhydraten die bestand zijn tegen vertering en absorptie in de dunne darm, met complete of gedeeltelijke fermentatie in de dikke darm. Voedingsvezel omvat polysaccharides, oligosaccharides, lignine en daarmee geassocieerde plantaardige stoffen. Voedingsvezels bevorderen nuttige fysiologische effecten zoals een laxerende werking, en/of verlaging van bloedcholesterolgehalte en/of gunstig effect op de bloedglucose concentratie.”¹⁵

5.3 FNB

In 2002 heeft de Amerikaanse Food and Nutrition Board van het Institute of Medicine of the National Academies de volgende definitie ontwikkeld: “Voedingsvezel bestaat uit onverteerbare koolhydraten en lignine voor zover deze intrinsiek en intact voorkomen in planten” en: “Functionele vezels bestaan uit geïsoleerde, onverteerbare koolhydraten en lignine die gunstige fysiologische effecten bij de mens bewerkstelligen” als onderverdeling van “Totaal voedingsvezel is de som van Voedingsvezel en Functioneel vezel”.¹⁶

¹⁴ Lee, S.C.; Prosky, L. J. AOAC Int. 1992, 78, 22-36.

¹⁵ Anoniem, Cereal Foods World, 2001, 46, 112-129.

¹⁶ Anoniem, Cereal Foods World, 2003, 48, 128-131.

5.4 CODEX

In 2004 behandelde het Codex committee on nutrition and foods for special dietary uses van de World Health Organisation (WHO) en de Food and Agriculture Organisation (FAO) het volgende voorstel voor een definitie: "Voedingsvezel bestaat uit polysacchariden met een polymerisatiegraad van niet minder dan 3 (polysacchariden dienen uit minimaal 3 monosacchariden te bestaan) die niet verteerd noch geabsorbeerd worden in de dunne darm. Voedingsvezel bestaat uit één of meerdere:

- Eetbare van nature in voedingsmiddelen voorkomende polysacchariden
- Polysacchariden die verkregen zijn uit ingrediënten van voedingsmiddelen door middel van fysische, chemische of enzymatisch bewerkingen
- Synthetische polysacchariden.

Voedingsvezel heeft over het algemeen eigenschappen zoals:

- Verlagen van de doorlooptijd en verhogen van de bulk van de stoelgang
- Stimuleren van het vergistingsproces in de dikke darm
- Reduceren van totaal en/of LDL cholesterolgehalte
- Reduceren van het bloedglucose en/of insulineniveau na de maaltijd.

Bestanddelen die als voedingsvezel bestempeld worden moeten minimaal één van bovenstaande eigenschappen bezitten."¹⁷

Sinds 2004 heeft de Codex commissie getracht consensus te bereiken betreffende de definitie voor voedingsvezel. In 2006 is er door een expertcommissie van de WHO een aantal vraagtekens gezet bij het huidige bovenstaande voorstel voor de definitie.¹⁸ Deze commissie geeft aan dat voedingsvezel bij voorkeur gekoppeld zal moeten worden aan fruit, groenten en volkoren producten, daar de epidemiologisch gevonden verbanden tussen voedingsvezel en diverse ziekten gebaseerd zijn op voedingsvezel afkomstig van deze levensmiddelen. Om dit te bereiken stellen zij voor om voedingsvezel eenvoudig te definiëren als "voedingsvezel bestaat uit polysacchariden die intrinsiek afkomstig zijn van de celwand van planten".¹⁹

¹⁷ Codex alimentarius ALINORM 05/28/26.

¹⁸ Codex alimentarius ALINORM 07/30/26.

¹⁹ CRD 19 (FAO/WHO Scientific update on carbohydrates in human nutrition).

Het cruciale verschil met het huidige voorstel voor de definitie is dat de onverteerbare oligosacchariden en alle fysisch, enzymatisch of chemisch bewerkte voedingsvezelcomponenten buiten de definitie vallen. De Codex heeft hierna besloten de definitie opnieuw te gaan behandelen en de betrokken wetenschappers verzocht nieuwe input te leveren en op- en aanmerkingen aan te dragen. Waartoe deze discussie uiteindelijk zal leiden en hoe de definitie luidt die aangenomen zal gaan worden is tot op dit moment nog onduidelijk, maar de meest reële optie is een definitie die goed aansluit bij het huidige Codex-voorstel voor de definitie. De Nederlandse stakeholders hebben reeds aangegeven dat zich kunnen vinden in het huidige voorstel voor de Codex definitie.²⁰

5.5 Visie op de definitie voor voedingsvezel

Bovenstaande definities hebben een stevige discussie teweeggebracht binnen de internationale wetenschappelijke gemeenschap. In de discussie kan onderscheid gemaakt worden tussen de definities van de AOAC, AACC en de Codex enerzijds en de definitie van de FNB anderzijds. De laatste definitie splitst totaal voedingsvezel in twee min of meer arbitraire componenten, te weten voedingsvezel, wat intrinsiek en intact aanwezig is, en functioneel vezel.

Er zijn een aantal argumenten die aantonen dat deze laatste definitie minder handig gekozen is, vanuit zowel voedingskundig als analytisch-chemisch oogpunt. Ten eerste zijn intrinsiek en intact geen voedingskundige begrippen en is het voor het lichaam, fysiologisch gezien, niet mogelijk om intrinsiek en intact te onderscheiden. Bovendien zijn intrinsiek en intact geen meetbare begrippen, wat tot gevolg heeft dat er geen analytische methode bestaat of ontwikkeld kan worden die functioneel vezel onderscheidt van voedingsvezel. Illusterend voorbeeld hierbij is pectine. In een plantaardig product kan van nature pectine aanwezig zijn. Op dat moment is het analytisch niet mogelijk om onderscheid te maken tussen pectine als voedingsvezel en pectine als functionele vezel. Ten derde is het voor zowel de voedselindustrie als de consumenten verwarrend wanneer voedingsvezel in twee arbitraire categorieën ingedeeld zal worden, wat bovendien de productetikettering nodeloos ingewikkeld zal maken. Daarnaast zal een tweedeling van voedingsvezel resulteren in wetenschappelijke verwarring en derhalve leiden tot een substantiële vertraging in het onderzoek naar voedingsvezel. Ook kan men stellen dat met de toevoeging van functioneel vezel, alle voedingsvezeldata uit het verleden moeilijk bruikbaar zal worden. Een consequentie hiervan is tevens dat het vaststellen van een aanbevolen vezelinname op historische basis moeilijk wordt. In voorgaande discussies zijn de bewuste termen ook reeds besproken en verworpen op basis van bovenstaande redenen.²¹

De vier genoemde definities komen echter wel grotendeels met elkaar overeen wanneer het gaat om welke componenten tot voedingsvezel behoren en welke niet. Zo worden onverteerbare fructo- en galacto-oligosacchariden, onverteerbaar zetmeel en lignine als voedingsvezel erkend door zowel AOAC, AACC, FNB als het huidige voorstel voor de Codex definitie.

20 Response of the Ministry of Health, Welfare and Sports (The Netherlands) on the Directive 90/496/EEC on Nutrition Labelling: Discussion paper on Revision of Technical Issues.

21 DeVries, J. J. AOAC Int. 2004, 87, 682-706.

De Voedsel en Waren Autoriteit onderschrijft de definities van de AOAC, AACC en het huidige voorstel van de Codex, daar deze definities onverteerbaarheid door de menselijke dunne darm als essentiële eigenschap van voedingsvezel hanteren en zich wat betreft de tot voedingsvezel behorende componenten en analysemethodieken op één lijn bevinden. De exacte bewoording van de definitie zal op een later tijdstip vastgesteld moeten worden binnen de internationale wetenschappelijke gemeenschap.

6 Analysemethoden

Parallel aan de ontwikkelingen in de definitie voor voedingsvezel is een groot aantal verschillende analysemethodieken ontwikkeld, zowel voor voedingsvezel in de meest brede zin van de definitie als voor de diverse specifieke componenten die met de huidige inzichten tot voedingsvezel gerekend worden. In onderstaande paragrafen worden de diverse analysemethoden besproken en vergeleken.

6.1 Analysemethoden voor totaal, oplosbaar en onoplosbaar voedingsvezel

Sinds eind jaren '70 tot het begin van deze eeuw zijn wetenschappers verspreid over de wereld bezig geweest met het vertalen van de definitie van voedingsvezel naar één analysemethode. Vanuit chemisch oogpunt is dit een zeer lastig vraagstuk, daar men zoekt naar een methode die een scala aan verbindingen met soms zeer verschillende eigenschappen moet kunnen kwantificeren. Er bestaan op dit moment grofweg drie verschillende methoden voor de analyse van voedingsvezel, namelijk de AOAC of Prosky methode, de Englyst methode en de Uppsala methode.

6.1.1 AOAC/Prosky Methode

Sinds begin jaren '80 tot is de AOAC definitie voor voedingsvezel de leidende definitie geweest. Aan de hand van deze definitie hebben wetenschappers onder leiding van Prosky de definitie vertaald in een werkbare analysemethode. Tijdens de 1981 AOAC Workshop in Canada heeft men besloten een enzymatische gravimetrische methode te ontwikkelen en valideren. Deze inspanningen hebben geleid tot het ontstaan van AOAC Methode 985.29 Total Dietary Fiber in Foods, de zogenaamde "Gouden Standaard" of de Prosky-methode. De analyse is gebaseerd op een enzymatische behandeling van een monster met α -amylase, protease en amyloglucosidase. Vervolgens worden de componenten die tot voedingsvezel behoren neergeslagen met ethanol en gewogen (Total Dietary Fiber, TDF). Aangezien de verkregen massa zowel als eiwit bevat worden deze twee gehalten bepaald en wordt hiervoor gecorrigeerd.

De eerste aanpassingen volgden begin jaren '90. Men stapte over naar het gebruik van een organisch MES-TRIS buffer in plaats van een fosfaatbuffer en men introduceerde het onderscheid tussen oplosbaar (Soluble Dietary Fiber, SDF) en onoplosbaar voedingsvezel (Insoluble Dietary Fiber, IDF). Deze aanpassingen zijn beschreven in de AOAC Methode 991.43 Total, Soluble and Insoluble Dietary Fiber in Foods. Deze methode wordt tot op heden veelvuldig gebruikt als standaard methode voor de analyse van voedingsvezel in o.a. de Verenigde Staten, Canada, delen van de Europese Unie en een aantal landen in Azië.

Een aantal componenten, die met de huidige inzichten tot voedingsvezel behoren, worden niet of gedeeltelijk door de AOAC Methoden 985.29 en 991.43 gekwantificeerd. Het gaat hierbij voornamelijk om onverteerbare oligosacchariden, inuline en fructo-oligosacchariden, die gedeeltelijk verwijderd worden tijdens de precipitatie met ethanol, en onverteerbaar zetmeel dat gedeeltelijk afgebroken en dus ook onvolledig geanalyseerd wordt. Wanneer een component niet bepaald wordt door de standaardmethode kan men dit hiaat ondervangen door een additionele methode in te zetten voor deze specifieke component. Wanneer een component echter gedeeltelijk bepaald wordt zal dit leiden tot een onderschatting van de hoeveelheid vezel of tot een overschatting wanneer een additionele methode ingezet wordt omdat in het laatste geval componenten dubbel worden meegerekend.

Recentelijk heeft McCleary een aantal aanpassingen voorgesteld om AOAC Methode 991.43 te verbeteren.²² Het gaat hierbij om het gebruik van azijnzuur in plaats van zoutzuur om de zuurgraad te reguleren (zoutzuur heeft geen buffercapaciteit en is dus minder geschikt voor regulering van de zuurgraad), om de inzet van het enzym fructanase om hoog-moleculaire fructanen te verwijderen en het gebruik van dimethylsulfoxide (DMSO) om onverteerbaar zetmeel te verwijderen uit de oplossing. Deze aanpassingen zorgen ervoor dat de hoeveelheid voedingsvezel niet meer onderschat wordt en fructanen en onverteerbaar zetmeel bepaald kunnen worden met afzonderlijke methoden.

6.1.2 Englyst methode ^{23,24}

Naast de AOAC methode wordt de Englyst methode gebruikt als standaard analysemethode voor voedingsvezel in o.a. Groot-Brittannië, Finland en Nieuw-Zeeland. De Englyst methode bepaalt oplosbare, onoplosbare en de totale hoeveelheid niet-zetmeel polysacchariden (Non-Starch Polysaccharides, NSP). Allereerst wordt een monster enzymatisch behandeld om zetmeel af te breken, waarna de NSP's worden neergeslagen met ethanol. Na hydrolyse met zwavelzuur kunnen de suikers gekwantificeerd worden door middel van gas-vloeistof chromatografie (GLC) met vlamionisatie detectie (FID), hogedruk-vloeistofchromatografie (HPLC) met pulserende ampèrometrische detectie (PAD) of spectrofotometrisch. De Englyst methode geeft over het algemeen lagere vezelgehalten dan de AOAC methode; dit wordt hoofdzakelijk veroorzaakt door het verschil in het bepalen van onverteerbaar zetmeel en lignine. Deze laatste twee componenten worden door de AOAC methode wel (of gedeeltelijk in het geval van onverteerbaar zetmeel) als voedingsvezel meegerekend en door de Englyst methode niet.

6.1.3 Uppsala methode ²⁵

In 1979 definieerden onderzoekers van de universiteit van Uppsala voedingsvezel als niet-zetmeel polysacchariden en Klason lignine. In navolging van deze chemische definitie ontwikkelden zij een methode die in staat was deze componenten van vezel te kwantificeren. De methode is gebaseerd op een enzymatische behandeling met α -amylase en amyloglucosidase waarna voedingsvezels worden neergeslagen met ethanol. Na hydrolyse worden neutrale polysacchariden geanalyseerd door middel van GLC, uronzuren met behulp van colorimetrie en het asvrije onoplosbare residu (Klason lignine) gravimetrisch bepaald. De methode is ook door de AOAC aangenomen als AOAC Official Method 994.13. De Uppsala methode geeft resultaten die lager zijn dan de resultaten gemeten met behulp van de AOAC methode maar hoger dan resultaten die verkregen zijn door middel van de Englyst methode.

6.2 Analysemethoden voor specifieke componenten

Naast de basismethoden voor totaal, oplosbaar en onoplosbaar voedingsvezel, zijn er verschillende methoden ontwikkeld die specifieke componenten bepalen die ook tot voedingsvezel behoren maar niet of gedeeltelijk door AOAC 985.29/991.43 gekwantificeerd worden.

22 McCleary, B.V.; Rossiter, P. J. AOAC Int. 2004, 87, 707-717.

23 Englyst, H.N.; Quigley, M.E.; Hudson, G.J.; Cummings, J.H. Analyst, 1992, 117, 1707-1717.

24 Englyst, H.N.; Quigley, M.E.; Hudson, G.J. Analyst, 1994, 119, 1497-11509.

25 Theander, O.; Åman, P.; Westerlund, E.; Andersson, R.; Petterson, D. J. AOAC Int. 1995, 78, 1030-1044.

- *AOAC Methode 992.28/995.16* bepaalt β -D-glucanen in haver en gerst met behulp van een enzymatische spectrofotometrische werkwijze. De β -glucanen worden door het enzym lichenase omgezet in oligosacchariden die op hun beurt gehydrolyseerd worden tot glucose door β -glucosidase. Glucose wordt vervolgens omgezet naar een gekleurd complex, dat fotometrisch wordt gekwantificeerd.
- *AOAC Methode 997.08* meet fructanen in voedselproducten door middel van ionenwisselingschromatografie (HPAEC-PAD). Hierbij worden de fructanen afgebroken tot glucose en fructose, welke chromatografisch gekwantificeerd worden en waaruit de concentratie fructanen wordt berekend. Fructanen kunnen ook bepaald worden op een enzymatische, spectrofotometrische manier, zoals beschreven in *AOAC Methode 999.03*. Daarbij worden fructanen gehydrolyseerd tot fructose en glucose met behulp van exo- en endo-inulinase, waarna deze suikers fotometrisch bepaald worden als gekleurd complex na reactie met *p*-hydroxybenzoezuurhydrazide (PAHBAH).
- *AOAC Methode 2000.11* kwantificeert polydextrose in voedsel met behulp van ionenwisselingschromatografie (HPAEC-ED). Polydextrose wordt geëxtraheerd met heet water, het filtraat wordt bewerkt met een enzymmengsel om interferentie van oligosacchariden te voorkomen en tenslotte wordt polydextrose chromatografisch geanalyseerd.
- *AOAC Methode 2001.02* bepaalt *trans*-galacto-oligosacchariden (TGOS) in een aantal levensmiddelen met behulp van ionenwisselingschromatografie (HPAEC-PAD). *Trans*-galacto-oligosacchariden en lactose worden geëxtraheerd met een fosfaatbuffer waarna de TGOS gehydrolyseerd worden met β -galactosidase. Zowel de initiële oplossing als het extract worden chromatografisch geanalyseerd waaruit het TGOS gehalte kan worden berekend.
- *AOAC Methode 2001.03* analyseert de totale hoeveelheid voedingsvezel in voedsel dat onverteerbaar maltodextrine bevat. Voedselmonsters worden behandeld met enzymen en ethanol zoals bij *AOAC methode 985.29*, waarna met behulp van vloeistofchromatografie de laagmoleculaire fractie van onverteerbaar maltodextrine wordt bepaald (Size exclusion chromatography (SEC) met brekingsindexdetectie (RI)). Onverteerbare koolhydraten worden bij deze methode tot voedingsvezel gerekend wanneer de polymerisatiegraad (DP) na enzymatische hydrolyse minimaal 3 bedraagt.
- *AOAC Methode 2002.02* bepaalt onverteerbaar zetmeel in zetmeel en plantaardig materiaal. Verteerbaar zetmeel wordt omgezet naar glucose door behandeling met α -amylase en amyloglucosidase. Onverteerbaar zetmeel wordt gescheiden door centrifugeren, waarna het wordt omgezet tot glucose, dat kwantitatief bepaald wordt met behulp van een glucose oxidase-peroxidase reagens (GOPOD).

Paragraaf 6.3 bevat een Tabel waarin een overzicht staat van welke componenten door welke methoden worden bepaald.

6.3 Visie op een toekomstige analysemethode

Uit de voorgaande paragrafen kan men concluderen dat er bijzonder veel verschillende methoden voor voedingsvezel en specifieke componenten beschikbaar zijn. Tabel 3 geeft een beknopt overzicht van de verschillende methoden en een aantal belangrijke voedingsvezelcomponenten die met de betreffende methode geanalyseerd worden.

Tabel 3 Overzicht analysemethoden voor voedingsvezel

Methode	RMD	FOS/GOS	Fructanen	β -D-Glucanen	Polydextrose	RS
AOAC 985.29	Nee	Enkele	Nee	Nee	Nee	Nee
AOAC 991.43	Nee	Enkele	Enkele	Nee	Nee	Enkele
Englyst	Nee	Enkele	Nee	Nee	Nee	Nee
Uppsala	Nee	Enkele	Nee	Nee	Nee	Nee
McCleary	Nee	Enkele	Nee	Nee	Nee	Nee
AOAC 992.28/ 995.16	Nee	Nee	Nee	Ja	Nee	Nee
AOAC 997.08	Nee	Nee	Ja	Nee	Nee	Nee
AOAC 999.03	Nee	Nee	Ja	Nee	Nee	Nee
AOAC 2000.11	Nee	Nee	Nee	Nee	Ja	Nee
AOAC 2001.02	Nee	TGOS	Nee	Nee	Nee	Nee
AOAC 2001.03	Ja	Enkele	Enkele	Nee	Nee	Enkele
AOAC 2002.02	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Ja

RMD: Onverteerbaar Maltodextrine, FOS: Fructo-oligosacchariden, GOS: Galacto-oligosacchariden, RS: Onverteerbaar zetmeel.

De analysemethode voor totaal voedingsvezel blijft voortdurend in beweging omdat door nieuwe inzichten vanuit fysiologische hoek een toenemend aantal componenten onder de naam voedingsvezel geschaard moeten worden. AOAC methode 991.43 is een breed geaccepteerde basismethode voor het bepalen van totaal, oplosbaar en onoplosbaar voedingsvezel. Echter, om een overschatting van verschillende componenten zoals onverteerbaar zetmeel en onverteerbare oligosacchariden te voorkomen, moet de methode op enkele punten worden aangepast. Men onderzoekt momenteel bijvoorbeeld of de behandeling van het monster met enzymen op een mildere manier (lagere temperatuur en een aangepaste mix van enzymen) plaats kan vinden zodat zetmeel afgebroken wordt en het onverteerbaar zetmeel intact blijft en de laatste dus accuraat bepaald kan worden met behulp van de basismethode AOAC methode 991.43. Het probleem van de onverteerbare oligosacchariden kan opgelost worden door de basismethode uit te breiden met een HPLC methode voor de oplosbare vezelfractie. Wanneer scheiding op basis van deeltjesgrootte plaats vindt (Size Exclusion Chromatography, SEC), is het mogelijk om oligosacchariden met verschillende polymerisatiegraden van elkaar te scheiden. Detectie geschiedt dan op basis van de brekingsindex (Refractive Index, RI).

Met de juiste mix van enzymen en de HPLC uitbreiding is het mogelijk om totaal voedingsvezel inclusief onverteerbaar zetmeel, onverteerbare maltodextrinen, fructo-oligosacchariden, galacto-oligosacchariden en β -glucanen te kwantificeren. Deze methode voldoet aan de wensen en eisen die verschillende experts op het gebied van de analyse van voedingsvezel recent hebben besproken.²⁶

Naast discussie over de analysemethodieken vindt er ook een discussie plaats over de voorbereiding van de te analyseren levensmiddelen. Het analyseren van producten zoals ze worden gegeten ("as eaten") wordt gedragen door het merendeel van de internationale wetenschappelijke gemeenschap.

De Voedsel en Waren Autoriteit zal zich inzetten om bovenstaande methode in internationaal verband verder te ontwikkelen. Zo zal deelgenomen worden aan internationale ringonderzoeken in samenwerking met de internationale analytische gemeenschap om de nieuwe methode uitgebreid te toetsen. Een aandachtspunt voor de VWA hierbij is het stroomlijnen van de methode zodat de efficiëntie verhoogd kan worden. De AOAC-methode is reeds redelijk arbeidsintensief en genoemde uitbreiding zal deze intensiviteit alleen maar verhogen.

26 Informeel overleg met J. DeVries, B. McCleary, D. Gordon e.a., Congres Dietary Fibre 2006, Helsinki, Finland.

7 Conclusie

Voedingsvezel is een groep van componenten die door de jaren heen op diverse manieren gedefinieerd is. Het zijn voornamelijk koolhydraten die afkomstig zijn uit cellen van planten die niet verteerd worden in de dunne darm en geheel of gedeeltelijk gefermenteerd worden in de dikke darm.

De Voedsel en Waren Autoriteit onderschrijft de definitie van voedingsvezel zoals die gehanteerd wordt door de AOAC, AACC en de voorlopige definitie van de Codex, daar deze definities onverteerbaarheid door de menselijke dunne darm als essentiële eigenschap van voedingsvezel beschrijven en zich wat betreft de tot voedingsvezel behorende componenten en analytische methodieken op één lijn bevinden. De belangrijkste componenten van voedingsvezel zijn cellulose, hemicellulose, lignine, fructanen, onverteerbaar zetmeel, oligosacchariden, pectine en diverse overige met planten geassocieerde verbindingen.

Op basis van hoofdzakelijk fysiologische definities zijn verschillende algemene analysemethodieken ontwikkeld. De meest gebruikte analysemethode is de AOAC methode (985.29, later uitgebreid naar 991.43), waarvan echter bekend is dat een aantal componenten, die volgens de huidige definitie tot voedingsvezel behoren, niet of gedeeltelijk worden meegenomen in de bepaling. Het gaat voornamelijk over onverteerbaar zetmeel en onverteerbare oligosacchariden. Naast de standaardmethoden zijn er diverse andere methoden ontwikkeld die specifiek een bepaalde component kwantificeren.

De Voedsel en Waren Autoriteit werkt mee aan de ontwikkeling van een aangepaste AOAC methode 991.43 als basismethode, uitgebreid met een HPLC methode voor analyse van de laagmoleculaire voedingsvezelfracties. Met de juiste aanpassingen en uitbreidingen is het mogelijk om totaal voedingsvezel inclusief onverteerbaar zetmeel, onverteerbare maltodextrinen, fructo-oligosacchariden, galacto-oligosacchariden en β -glucanen te kwantificeren. Hierbij zal het stroomlijnen van de methode ook een belangrijk aandachtspunt zijn. Een accurate en volledige analysemethode is immers een vereiste bij het handhaven van wetgeving over voedingswaarde-informatie en de Europese wetgeving betreffende voedings- en gezondheidsclaims.

Resultaten van epidemiologisch onderzoek naar de relatie tussen de inname van voedingsvezel en ziekterisico's zijn tot op heden voornamelijk gebaseerd op voedingsvezel uit groenten, fruit en graanproducten. Hypotheses over deze relatie zullen met de komst van nieuwe definities voor voedingsvezel en daarop volgende analysemethoden (opnieuw) onderzocht (moeten) worden. Daarnaast kan opgemerkt worden dat de hoogte van de vezelconsumptie per persoon per dag alsmede een schatting van de aanbevolen vezelinname, zoals bijvoorbeeld door de Gezondheidsraad, direct gerelateerd is aan de keuze van de analysemethode.