

Algemeenheden rond vezels

Michiel Van Damme

Algemene inleiding

Gedurende meerdere eeuwen bestond de basisvoeding uit brood en gekookte granen. Men kon ook verschil maken tussen verschillende broodsoorten, waarvan sommigen specifiek waren voor bepaalde sociale klassen.

De industriële revolutie en veranderingen op gebied van de landbouw, die in het begin van de 19e eeuw in Europa plaats vonden, hebben tot belangrijke wijzigingen in de voedingsgewoonten geleid. Zowel de kwantiteit als de kwaliteit van de verbruikte voedingsmiddelen evolueerde sterk.

Door een verbetering van de levensstandaard en door de verstedelijking daalde het verbruik van plantaardige voedingsmiddelen, zoals aardappelen, granen en peulvruchten sterk. Daarentegen nam het verbruik van dierlijke voedingsmiddelen (rijk aan vetten) en sterk geraffineerde producten steeds meer en meer toe. Parallel aan deze daling in het vezelverbruik, stelt men ook een verandering vast in het type gebruikte vezel, en dit te wijten aan een zeer groot aanbod van verschillende soorten groenten en fruit op de markt.

Halfweg de 19e eeuw zochten profeten, zoals Sylvester Graham of de gebroeders Kellogg's, naar positieve effecten van het gebruik van volle granen bij de behandeling van constipatie. Vervolgens, toonden voorlopers zoals Burkitt of Trowell via hun studies aan dat er een relatie bestaat tussen een laag vezelverbruik en bepaalde aandoeningen, die frequent voorkomen in het Westen.

1. Definitie

Voedingsvezels zijn voedingsbestanddelen die niet kunnen afgebroken worden door menselijke spijsverteringsenzymen tot absorbeerbare nutriënten. Tot deze groep wordt ook het lignine gerekend. Niettegenstaande voedingsvezels niet afgebroken worden ter hoogte van maag of dunne darm, dient men echter wel te vermelden dat ze gefermenteerd worden door colonbacteriën. Dit kan op verschillende manieren gebeuren, waardoor voedingsvezels in een meer of mindere mate aanwezig zijn in de stoelgang (5-95%).

Voedingsvezels zijn van plantaardige oorsprong; zij vormen ofwel bestanddelen van plantencelwanden (cellulose, hemicellulosen, pectines en lignines) ofwel vormen zij reservebestanddelen van de cel (gommen en mucilago's).

Naargelang de fysico-chemische eigenschappen kan men een onderscheid maken tussen 2 types vezels : de oplosbare en de niet-oplosbare vezels. Naargelang de oplosbaarheid, bezitten ze verschillende fysiologische en metabolische eigenschappen.

2. Klassificatie

Voedingsvezels zijn polysacchariden, met uitzondering van het lignine.

Schematisch gezien kunnen we voedingsvezels opsplitsen in 2 grote groepen:

- ♦ de niet-oplosbare vezels waarvan:
 - ✓ het cellulose
 - ✓ bepaalde hemicellulosen
 - ✓ de lignines
- ♦ de oplosbare vezels waarvan:
 - ✓ bepaalde hemicellulosen
 - ✓ de pectines
 - ✓ de gommen en mucilago's

2.1. De niet-oplosbare vezels

2.1.1. Het cellulose

Het cellulose is een lineair polymeer van glucosemoleculen met een hoog moleculair gewicht (50.000-2.500.000). De verschillende glucosemoleculen zijn met elkaar verbonden via β ,1-4 bindingen, die niet kunnen afgebroken worden door het α -amylase (dit in tegenstelling tot de α ,1-4 bindingen in zetmeel).

Door deze schikking van glucosemoleculen binnen de lineaire ketens van het cellulose kunnen er hydrogene bindingen gevormd worden tussen de ketens, waardoor er microfibrillen ontstaan. Deze typische schikking geeft aan het cellulose zijn "vezel"structuur. De afbraak van cellulose door de bacteriële flora van het colon bedraagt ongeveer 30 tot 40%, en levert geen energie op.

2.1.2. De hemicellulosen

De hemicellulosen vormen een zeer heterogene groep van moleculen, gevormd door verschillende sacchariden zoals hexosen (glucose, galactose, mannose) en pentosen (xylose, arabinose).

Hemicellulosen bestaan uit vertakte ketens, waarvan de elementen onderling met elkaar verbonden zijn via β ,1-4 bindingen. Zij hebben een lager moleculair gewicht (10.000-30.000) dan cellulose.

De oplosbaarheid van de hemicellulosen is afhankelijk van de aanwezige types sacchariden en van hun verdeling in de verschillende moleculen.

Hun moleculaire structuur is veel lossier en hun afbraak door de bacteriële flora van het colon is veel belangrijker dan bij het cellulose, maar varieert echter naargelang hun suikersamenstelling.

2.1.3. De lignines

De lignines zijn geen polysacchariden, doch polymeren van aromatische alcoholen. Ze komen voornamelijk voor in het steunweefsel van de plant. Lignines zijn polymeren van fenylpropaan en glycerol en vormen een amorf tridimensioneel netwerk.

Deze vezels geven aan de plantencellen een zekere stevigheid en bieden weerstand tegen mechanische en chemische acties.

Lignines hebben een hydrofoob karakter waardoor ze cholesterol en galzouten in hun tridimensioneel netwerk absorberen. Chemisch gezien zijn ze inert en worden ze niet afgebroken door de bacteriële darmflora.

2.2. De oplosbare vezels

2.2.1. De hemicellulosen (zie paragraaf 2.1.2.)

2.2.2. De pectines

Pectines bestaan uit ketens van galacturonzuurmoleculen en rhamnosemoleculen met een moleculair gewicht van 30.000-300.000. De verschillende ketens zijn met elkaar verbonden via α ,1-4 bindingen. De ketens kunnen volledig of gedeeltelijk gemethyleerd zijn. Pectines zijn zeer oplosbaar en beschikken over de eigenschap om gels te vormen. De bacteriële afbraak van pectines varieert naargelang hun methyleringsgraad. Pectines spelen een belangrijke rol in de intercellulaire binding en dragen bij tot de cohesie van het plantenweefsel.

2.2.3. Gommen en mucilago's

Gommen en mucilago's zijn reservebestanddelen, aanwezig in bepaalde planten (acacia, carobe, yspaghula,...) en hun structuur is in zekere zin vergelijkbaar met deze van de pectines. Zij vormen een zeer heterogene groep van polymeren met een complexe structuur en zijn dikwijls rijk aan galactose en mannose. In de voedingsindustrie worden ze dikwijls gebruikt als emulgator of als verdikkingsmiddel.

Gommen en mucilago's lossen zeer goed op in water en worden bijna volledig afgebroken door de intestinale flora van het colon.

3. Fysico-chemische eigenschappen

Het nutritioneel belang van de voedingsvezels wordt bepaald door hun verschillende fysico-chemische eigenschappen. Het is niet mogelijk bepaalde fysico-chemische eigenschappen en derhalve ook het belang in de voeding toe te schrijven aan één bepaald soort vezel. Deze eigenschappen zijn dikwijls bij de verschillende soorten vezels aanwezig, maar op een kwantitatief verschillende manier. Deze eigenschappen worden in het algemeen afzonderlijk beschreven, terwijl ze meestal afhankelijk zijn van elkaar.

De fysico-chemische eigenschappen van voedingsvezels die van belang zijn, zijn:

- ♦ de hydratatiecapaciteit
- ♦ de viscositeit
- ♦ de kationenuitwisselingscapaciteit
- ♦ adsorptie van galzouten en organische substanties
- ♦ fysische parameters

3.1. De hydratatiecapaciteit

In het algemeen worden 4 parameters bij de hydratatie nagegaan :

- ♦ het waterabsorptievermogen
- ♦ het waterretentievermogen
- ♦ het zwelvermogen
- ♦ de oplosbaarheid

Het waterabsorptievermogen is de totale hoeveelheid water die vastgehouden wordt zonder uitoefening van een uitwendige kracht of druk op de massa, die werd verkregen na weking (met uitzondering van de graviteitsdruk en de atmosferische druk). Het waterretentievermogen is de overgebleven hoeveelheid water die vastgehouden wordt na uitoefening van een druk van 10 kPascal op de massa.

In het algemeen geven deze 2 parameters de hoeveelheid water weer die vastgehouden wordt in de poriën van de fribeuze matrix door oppervlaktetenspanningen en de hoeveelheid water die gebonden is via hydrogene bruggen en ionische bindingen.

Het belang van deze verschillende waterfracties hangt af van de chemische structuur, het type vezel en andere parameters zoals granulositeit, porositeit, toegepaste temperatuur,... Het zwelvermogen en de oplosbaarheid zijn 2 parameters die nauw met elkaar verbonden zijn en de tussenkomst van de één tegenover de andere hangt ook af van de chemische en de ruimtelijke structuur van de moleculen. Het cellulose bijvoorbeeld is een homogeen lineair polymeer met een regelmatige structuur zodanig dat het cellulose enkel zal zwellen en niet zal oplossen.

Andere parameters zoals de temperatuur, de pH, ionenuitwisselingen,... beïnvloeden de oplosbaarheid van de vezels in waterig milieu. De hydratatiecapaciteit heeft een invloed op de maagontleding, het gewicht van de faeces en de mate van fermentatie.

3.2. De viscositeit

De viscositeit van de massa stijgt met een toenemende oplosbaarheid van de vezel. Deze eigenschap varieert dus naargelang het type vezel maar is ook afhankelijk van parameters zoals temperatuur, pH, ionische interacties en de grootte van de moleculen.

De pectines vormen een viskeuze gel die een invloed heeft op de transitijd van de intestinale bolus en op de resorptietijd van organische substanties en nutriënten, ingesloten in de viskeuze massa (zoals suikers en vetten).

3.3. Kationenuitwisselingscapaciteit

Voedingsvezels beschikken over het vermogen om kationen uit te wisselen door de aanwezigheid van galacturonzuur (pectines) en fytinezuur (tarwezemelen). Zoals voor de andere eigenschappen, hangt deze capaciteit af van het type vezel en van zijn rijpheid. Thermische behandelingen en stockage kunnen deze capaciteit beïnvloeden.

Dankzij deze eigenschap zijn vezels in staat om zware toxische metalen te binden zoals kwik en cadmium. Ze hebben dus op dit niveau een detoxificerende werking. Door de aanwezigheid van fytinezuur in vezels worden bepaalde divalente metalen zoals calcium, magnesium, zink en koper gebonden.

3.4. Adsorptie van galzouten en organische substanties

Deze eigenschap is van groot belang. Voedingsvezels kunnen namelijk organische substanties zoals galzouten, verschillende steroïden, toxines en bacteriën, maar ook carcinogene stoffen zoals bv. het dimethylhydrazine adsorberen. Het zijn voornamelijk de pectines die hierbij een belangrijke rol spelen; met name pectines vormen gels die zo organische substanties binden via divalente en trivalente kationische bruggen.

Het feit dat men inspeelt op de pH van het milieu laat toe het fenomeen van adsorptie te verhogen of om substanties, gecapteerd door deze polymerische structuren, te bevrijden. Lignines spelen ook een niet-verwaarloosbare rol in de adsorptie van galzouten; het optredende mechanisme zou uit een vorming van hydrofobe, pH-afhankelijke bruggen bestaan.

3.5. Fysische parameters

Naast deze fysico-chemische eigenschappen bestaan er nog een ganse reeks fysische parameters zoals de korrelgrootte, densiteit en porositeit. Over het algemeen houdt men niet genoeg rekening met deze eigenschappen, nochtans zijn ze zeker van belang aangezien ze tussenkomen in alle technologische toepassingen van de vezels en in de organoleptische kwaliteit van produkten waaraan vezels werden toegevoegd.

4. Fysiologische eigenschappen

Uit talrijke epidemiologische studies blijkt dat er een oorzakelijk verband bestaat tussen een laag vezelverbruik en het optreden van bepaalde maag-darmziekten en metabole aandoeningen. Bovendien blijkt dit fenomeen sterk geografisch gebonden te zijn. Het geheel van aandoeningen die in verband staan met een onvoldoend vezelgebruik, zijn de zogenaamde “beschavingsziekten”, die men voornamelijk terugvindt in de geïndustrialiseerde en sterk ontwikkelde landen, waar het gebruik van geraffineerde produkten hoog is.

Inderdaad, de aanwezigheid van voedingsvezels in het dagelijks voedingspatroon induceert een ganse reeks van fysiologische effecten op elk niveau van het spijsverteringskanaal met belangrijke metabolische effecten (zie figuur 1).

Figuur 1 : Effecten van vezels op verschillende niveaus van het spijsverteringskanaal

Mond:

- ♦ bevordering van het kauwproces
- ♦ vertraging van de voedselopname
- ♦ verhoging van de speekselsecretie
- ♦ bevordering van de zetmeel-hydolyse
- ♦ verkleining van de voedselpartikels
- ♦ eerste regeling van de verzadiging

Maag:

- ♦ vertraging van de maagontleding
- ♦ verhoging van het verzadigingsgevoel
- ♦ verhoging van de inwerking van de maagsappen

Dunne darm:

- ♦ stabilisering van de glycemische index van een maaltijd
- ♦ verbetering van de glucosetolerantie
- ♦ verbetering van de gevoeligheid van de insulinerespons
- ♦ wijziging van de produktie van intestinale hormonen
- ♦ vermindering van absorptie van cholesterol en galzouten
- ♦ verbetering van het lipidenprofiel

Colon:

- ♦ volume- en gewichtsverhoging van de faeces
- ♦ verkorting van de transitijd
- ♦ produktie van vluchtige vetzuren, die een inhiberende werking hebben op de cholesterolsynthese
- ♦ ontwikkeling van de bacteriële flora

4.1. Effecten van vezels ter hoogte van de mond

Voedingsvezels bevorderen het kauwproces wat leidt tot:

- ♦ een vertraagde voedselopname
- ♦ een verhoogde speekselsecretie
- ♦ een betere doordrenking van het voedsel met speeksel waardoor de hydrolyse van zetmeel door het α -amylase wordt bevorderd en waardoor men dus een betere vertering krijgt
- ♦ verkleining van de in de maag toekomende voedselpartikels en homogenisering van de maagbolus

De aanwezigheid van voedsel in de mond beïnvloedt ook de tussenkomst van het complexe hormoonstelsel, welke zal inwerken op het verzadigingscentrum, zodat men al op dit niveau een regulering krijgt van het hongerfenomeen.

Een langere aanwezigheid van het voedsel in de mond kan dit fenomeen versterken. Langs de andere kant zullen voedingsvezels, voor eenzelfde ingenomen hoeveelheid, de calorische waarde van de voedingsbolus verminderen en dit via een dilutie-effect.

4.2. Effecten van vezels ter hoogte van de maag

Een volumeverhoging en een viscositeitsverhoging van de voedingsbolus, vertragen de maagontleding en verhogen het verzadigingsgevoel, waardoor de globale calorische aanbreng ook beperkt wordt.

Een langere aanwezigheid van de voedingsbolus in de maag (chymus) laat een meer intense inwerking van de maagsappen toe op de voedselpartikels en verbetert de voorbereiding voor de verdere stappen in de vertering en bevordert dus ook de daarop volgende opname in de darm.

Bovendien laat een vertraging van de maagontleding een regelmatige en progressieve opname ter hoogte van de dunne darm toe.

In dit stadium zijn het vooral de oplosbare vezels, zoals het pectine, die een belangrijke rol spelen. Niet-oplosbare vezels hebben geen invloed op de viscositeit.

De oplosbare vezels spelen ook een rol als buffer in de zuurtegraad van de maag, alhoewel dit niet gepaard gaat met een belangrijke wijziging van de maagsappen.

4.3. Effecten van vezels ter hoogte van de dunne darm

In dit stadium, omdat hier de opnamemechanismen beginnen, beschouwen we tegelijkertijd de fysiologische effecten van vezels op de vertering en de geïnduceerde metabolische effecten.

Voedingsvezels beïnvloeden de transittijd in de dunne darm op een verschillende manier, afhankelijk van het type vezel. Namelijk de oplosbare vezels vertragen de transittijd van de mond tot het caecum, terwijl de niet-oplosbare vezels deze versnellen.

De aanwezigheid van voedingsvezels in de voedingsbolus beïnvloeden doorheen de ganse dunne darm de opname en vertering van macronutriënten (gluciden, lipiden en proteïnen).

4.3.1 Invloed op de vertering en het metabolisme van gluciden

Voedingsvezels hebben een invloed op de hydrolyse van zetmeel en op de absorptie van koolhydraten. Ze verlagen en stabiliseren de glycemische index van een maaltijd en wijzigen daardoor de insulinemie.

Voedingsvezels verbeteren op die manier de glucosetolerantie en de gevoeligheid van de insulinerespons. Deze effecten vindt men vooral terug bij de oplosbare vezels die over de eigenschap beschikken gels te vormen (immers, gelvorming verhoogt de viscositeit van de voedingsbolus en verandert de diffusiesnelheid van glucose).

Deze effecten zijn goed gekend voor guargom en voor de suikerbietvezel (rijk aan pectines). De gunstige therapeutische effecten van deze vezels bij diabeten zijn reeds meerdere malen aangetoond.

Mechanisme

- ♦ De viscositeitsstijging vertraagt de maagontleding, welke zorgt voor een stapsgewijs toekomen van de verschillende gluciden in de darm
- ♦ Gelvorming aan de oppervlakte van de enterocyten vermindert de diffusiesnelheid van glucose (deze eigenschap is zeer belangrijk om het dumping-syndroom te vermijden bij patiënten met een maagresectie).
- ♦ De aanwezigheid van oplosbare vezels veranderen de productie van een reeks hormonen van de gastro-intestinale mucosa en brengen een reductie van het GIP (Gastric Inhibitory Polypeptide : enterohormoon dat de insulineproductie bevordert) met zich mee, dat verantwoordelijk is voor een daling van de postprandiale insulinerespons.

4.3.2. Invloed op de vertering en het metabolisme van lipiden

Verhoogde cholesterolwaarden in het serum worden algemeen aanvaard als zijnde een belangrijk risicofactor voor coronaire aandoeningen bij de mens. Reeds meerdere malen werd aangetoond dat verschillende oplosbare vezels kunnen leiden tot een daling van de cholesterolgehalten in het bloed.

Vooraf de cholesterolverlagende effecten van guargom en van de suikerbietvezel, die ongeveer 40% oplosbare vezels bevatten, werden beschreven en dit zowel tijdens menselijk als dierlijk onderzoek. Verschillende studies tonen aan dat vooral het LDL-cholesterol en het totale cholesterol beïnvloed worden door het gebruik van voedingsvezels.

Mechanisme

- ♦ Vanuit nutritioneel standpunt gaat een verhoogd vezelgebruik meestal gepaard met een verlaagd vetgebruik. Zo kan een vezelrijke voeding op een indirecte manier bijdragen tot een verbetering van het lipidenprofiel.
- ♦ De maagontleding wordt vertraagd, de absorptie van nutrinten wordt gewijzigd en de hormonale respons op een maaltijd is minder belangrijk. Vezels vertragen de absorptie van vetten door ze te omgeven met een viskeuze massa.
- ♦ Het zijn vooral de pectines die galzouten en cholesterol binden en ze zo onttrekken aan de absorptie in het ileum en aan de enterohepatische cyclus. Deze galzouten worden verwijderd in het colon op een niveau waar andere cholesterol-beïnvloedende mechanismen tussenkomen.
- ♦ De aanwezigheid van oplosbare vezels zoals het pectine wijzigen de pH van in het colon, waardoor de binding van galzouten aan vezels verhoogd wordt, met een verhoogde excretie van deze via de faeces als gevolg.
- ♦ Deze pectines worden langs de andere kant gefermenteerd door colonbacteriën, waardoor er vluchtige vetzuren worden gevormd, zoals het propionzuur, welke bij resorptie de hepatische cholesterol synthese beïnvloedt.

4.4.3. Invloed op de vertering en het metabolisme van proteïnen

De vertering van proteïnen wordt slechts gering beïnvloed door de aanwezigheid van vezels, maar blijft nog steeds zeer hoog (80-85%). De mechanismen zijn identiek als deze verantwoordelijk voor de absorptie van lipiden en gluciden.

4.4. Effecten van vezels ter hoogte van het colon

4.4.1. Balasteffect (bulkeffect)

Eén van de best gedocumenteerde fysiologische effecten is de verhoging van de faecale massa. Deze volume- en gewichtsverhoging van de faeces is te wijten aan een toegenomen excretie van droog materiaal en van water. Meestal gaat dit fenomeen gepaard met een kortere transitijd.

Van zodra vezels worden ingeschakeld in het dieet, volgen verschillende aanpassingen van de flora van het colon elkaar progressief op:

- ♦ verhoging van de bacteriële massa
- ♦ specifieke ontwikkeling van de verschillende stammen, die beter aangepast zijn aan de beschikbare substraten

Mechanisme

- ♦ Vezels, die bestand zijn tegen de bacteriële flora, houden water vast ter hoogte van het colon en dragen op die manier bij tot een vermeerdering van het droog materiaal.
- ♦ Vezels, die afgebroken worden door de bacteriële flora, dragen bij tot de groei van deze bacteriën en een verhoogde excretie van de microbiële massa vergroot de faecale massa.

De toename van de bacteriële colonflora bevordert ook de darmtransit, waardoor de resorptiemogelijkheden van water verminderen zodat het water ook terecht komt in de faeces.

4.4.2. Fermentaties in het colon

In de dikke darm is er een zeer complexe bacteriële flora aanwezig, die voornamelijk samengesteld is uit anaërobe stammen. Deze flora beschikt over het vermogen om polysacchariden te hydrolyseren. De eindprodukten van de colonfermentatie zijn vluchtige vetzuren zoals het acetaat, het propionaat, het butyraat en andere moleculen zoals het methaan en het CO₂. Deze vluchtige vetzuren worden geabsorbeerd door het mucosa van het colon en worden getransporteerd naar de lever via de veneuze poortader. Zij hebben een inhiberende werking op de hepatische cholesterolsynthese en accentueren het LDL-katabolisme.

5. Behoeften aan vezels

De gemiddelde aanbreng van voedingsvezels bedraagt in België 20-25g per dag. Er wordt aanbevolen van ongeveer 15g vezels per dag te gebruiken voor een energie-aanbreng van 1000 kcaloriën. Dit betekent dat een dagelijkse voeding van gemiddeld 2000-2500 kcaloriën een hoeveelheid van 30 tot 40g vezels zou moeten bevatten.

Hoe hoger de energieinname is, hoe meer vezels er zouden moeten gebruikt worden!

Aanbevolen hoeveelheid voedingsvezels = 30-40g/dag

6. Aandoeningen geassocieerd met een onvoldoend vezelgebruik

Wanneer men de fysiologische en metabolische effecten van de vezels analyseert, kan men verklaren dat vezels een belangrijke nutritionele rol hebben. Uit talrijke epidemiologische studies blijkt dat er een oorzakelijk verband bestaat tussen het gebruik van een vezelarme voeding en het optreden van bepaalde gastro-intestinale en metabole aandoeningen. Vezels spelen namelijk een beschermende rol bij de zogenaamde “beschavingsziekten” (zie tabel 1). Deze ziekten komen voornamelijk voor in de Westerse landen, waar het gebruik van geraffineerde produkten (wit brood, witte rijst, witte suiker,...) hoog is. Voedingsvezels hebben dus een preventief effect door de werking van de maag-darmtractus te verbeteren en te regulariseren.

TABEL 1: Overzicht van ziekten geassocieerd met een laag vezelgebruik

- | | |
|--------------------------------|-----------------------------|
| ♦ Constipatie | ♦ Maagbreuk (Hiatus hernia) |
| ♦ Diverticulosis | ♦ Obesitas |
| ♦ Colonkanker | ♦ Diabetes type 2 |
| ♦ Appendicitis | ♦ Gal- en nierstenen |
| ♦ Enteritis regionalis (Crohn) | ♦ Hartkwalen |
| ♦ Colitis ulcerosa | ♦ Spataders |
| ♦ Colonirritatie | ♦ Hemorroïden |
| ♦ Duodenaal ulcus | ♦ Veneuze thrombose |