



HET MICROBIOOM SLEUTEL TOT GEZONDHEID

T. VAN DE WIELE

CMET - Centrum voor Microbiële
Ecologie en Technologie
Universiteit Gent

Het 'microbioom' is een hot-topic en de term zelf is trending. **Het onderzoek naar het verband tussen bepaalde bacteriën in onze darmmicrobiota en bepaalde gezondheidsparameters is de laatste jaren sterk toegenomen.** Ook de media spelen hier gretig op in. Er circuleert onder meer informatie over een link tussen bepaalde leden van het microbioom en depressies en het effect van voedingsvezels op het hart via de darmbacteriën. Wat is intussen bekend en wat vergt bijkomend onderzoek? Een stand van zaken.



BEKNOPT

- Het microbioom is onlosmakelijk met zijn gastheer verbonden. Naarmate het onderzoek vordert, blijkt dat het microbioom geassocieerd is met veel meer gezondheidsprocessen dan men vroeger vermoedde.
- Een hoge graad van hygiënisatie, een frequente blootstelling aan polluenten, een sedentaire leefstijl en een ongezond, vet- en suikerrijk en vezelarm voedingspatroon kunnen leiden tot een verstoord microbioom of microbiële dysbiose met mogelijk negatieve gezondheidseffecten.
- Het onderhoud van een gezond microbioom vergt een gezond en gevarieerd voedingspatroon. Dat garandeert de inname van voldoende voedingsvezels, de specifieke voedingsbron voor het microbioom. Daarnaast leveren zij ook specifieke bioactieve stoffen die eveneens rechtstreeks of onrechtstreeks via omzettingen door het microbioom de gezondheid kunnen beïnvloeden.
- In de strijd tegen pathogenen moet vooral worden gewerkt aan het in stand houden van een gezond, homeostatisch microbioom. Antimicrobiële strategieën treffen niet alleen de ziektekiemen maar ook het microbioom dat hierdoor aan veerkracht verliest.
- Pre- en probiotica hebben in klinische studies hun nut bewezen, maar hebben weinig effect los van gezonde voedingsgewoonten.

KLARE TAAL

De term 'micro-organisme' verwijst naar alle eencellige organismen in een bepaalde omgeving (hier ons menselijk lichaam): bacteriën, schimmels, gisten, protisten en protozoa. Het meeste onderzoek naar de relatie tussen micro-organismen en gezondheid spitst zich toe op bacteriën.

De term 'microbiota' is een verzamelnaam voor deze micro-organismen. De term darm-microbiota of darmbiota slaat op de bewoners van onze spijsvertering en vervangt de verouderde term 'darmflora' of 'flora'.

De term 'microbiom' verwees aanvankelijk naar alle genetische informatie die is opgeslagen in alle soorten micro-organismen die ons

lichaam bewonen. Dit naar analogie met het 'genoom' of de genetische informatie van een menselijke cel. Tegenwoordig omvat de term 'microbiom' echter veel verschillende zaken, zoals de micro-organismen, de genetische informatie en de interacties met de gastheer.

HET DARMMICROBIOM WINT AAN BELANGSTELLING

De toenemende interesse in het microbiom kadert in een veranderende gezondheidssituatie wereldwijd. Niettegenstaande ziekteverwekkende micro-organismen nog steeds een grote uitdaging vormen voor de gezondheidszorg – de pandemie door het SarsCoV2-virus is er een schoolvoorbeeld van –

zijn we steeds beter gewapend om microbiële overdraagbare ziektes tegen te gaan. Dankzij onder meer de implementatie van een strikte regelgeving rond voedselveiligheid en een ver gevorderd medisch beleid zijn we in staat om het risico op microbiële infecties te verlagen en ze efficiënter te behandelen. De grote uitdaging op gezondheidsvlak ligt vandaag bij de toenemende prevalentie van overgewicht en obesitas en niet-overdraagbare ziekten zoals cardiovasculaire aandoeningen, kanker, diabetes, astma en chronische ontstekingsziekten waaronder inflamma-

toir darmlijden en atopische dermatitis. Tal van factoren, zoals genetische aanleg, leeftijd, levensgebeurtenissen, stress, voeding en fysieke activiteit dragen vermoedelijk bij tot het ontstaan en/of de ernst van ziekte (1). In dat multifactoriële gegeven komt ook het microbioom bovendien. Met elk van de voornoemde factoren lijkt er wel een of andere wisselwerking met het microbioom te bestaan.

OPBOUW MICROBIOOM

Tijdens een mensenleven is er een opeenvolging van microbioomopbouw, -stabilisatie en -degradatie. Vroeger ging men ervan uit dat een microbioom pas vanaf de geboorte vorm krijgt. Intussen is duidelijk geworden dat de voeding van de moeder, haar eventuele blootstelling aan antibiotica, levensstijl en -hygiëne al een impact hebben op de allereerste microbiële kolonisatie van het kind. Vanaf de geboorte spelen ook andere factoren mee, zoals de zwangerschapsduur, de geboorteweg, de zuigelingen-voeding (borstvoeding of flesvoeding), de ziekenhuisomgeving en de eventuele blootstelling aan antibiotica. Naarmate een kind ouder wordt, komt het met meer omgevingsfactoren in contact. Samen met de overgang naar een meer gevarieerd voedingspatroon komt er zo een vrij stabiele en diverse microbiële gemeenschap tot stand. Deze persoonlijke microbiële evolutie gaat tevens gepaard met de opbouw van het afweersysteem dat enerzijds het eigen microbioom tolereert en anderzijds reageert tegen mogelijke ziekteverwekkers.

DYNAMISCHE STABILITEIT VAN HET MICROBIOOM

Gelet op het feit dat de mens al miljoenen jaren een gigantische microbiële populatie in zich tolereert, moet er een soort van verstandhouding zijn ontstaan die voordelen biedt voor zowel het menselijk lichaam als het microbioom. Het microbioom moet met zijn gastheer in balans zijn. Algemeen wordt verwezen naar een toestand van stabiele mens-microbe-interacties of 'homeostase'. Die stabiliteit is echter eerder een 'dynamische stabiliteit'. Dagelijks vinden er altijd wel kleine verschuivingen plaats door variatie in de voeding en andere processen. Pas bij drastische veranderingen in eet- en leefgewoontes, door de

HET MICROBIOOM VAN DE VLAMING

De onderzoeksgroep van Jeroen Raes (VIB – KU Leuven) heeft in het kader van het 'Vlaamse Darmflora Project' het microbioom (via stoelgangstalen) van duizenden Vlamingen geanalyseerd. Wat bleek: het microbioom geeft niet zo gemakkelijk haar geheimen prijs.

Het microbioom blijkt zeer variabel tussen mensen onderling en een uitgebreide bevraging naar meer dan 500 gezondheids-, voedings- en leefstijlgerelateerde parameters leverde slechts 69 parameters op die samen slechts 7% van alle variatie in het microbioom konden verklaren. Over 93% van de microbioomvariatie tussen individuen tast men nog in het duister.

Wanneer groepen van parameters samen werden bekeken, verklaarde medicatie het best de variatie in microbioomsamenstelling. Belangrijke gebeurtenissen op jonge leeftijd (geboorteweg, borstvoeding) lieten op volwassen leeftijd geen residueel effect meer na. De woonplaats als kind (platteland, dorp, stedelijk of geïndustrialiseerd gebied) bleek wel een impact te hebben op het microbioom. Wanneer parameters afzonderlijk werden bekeken, verklaarde de consistentie van de stoelgang het meest de variatie in het microbioom. Stoelgangconsistentie is indirect gekoppeld aan darmtransit dat op zijn beurt effect heeft op microbiële populaties. Bijvoorbeeld, mensen die vezelrijk eten vertoonden een snellere darmtransit en neigden qua darmmicrobiom eerder naar een *Prevotella* enterotype. Naast stoelgangconsistentie speelden ook leeftijd, geslacht, medicatie-

gebruik en de voeding een rol en in mindere mate ook de BMI (body mass index). Bij mensen met een hogere BMI en hogere triglyceridewaarden in het bloed, beide risicofactoren voor insulineresistentie en diabetes type 2, was er minder *Akkermansia* (zie verder) aanwezig. Het genus *Faecalibacterium* vertoonde een positieve correlatie met het aantal rode bloedcellen en kwam minder voor bij personen met ulceratieve colitis. Op basis van de volledige dataset tekenden zich twee stabiele clusters af die overeenkomsten vertoonden met bepaalde enterotypes. Een eerste cluster omvatte verschillende *Clostridia* (het *Ruminococcus* enterotype) en werd voornamelijk vertegenwoordigd door vrouwen, individuen met een lager lichaamsgewicht en een tragere darmtransit. Een tweede cluster vertoonde minder microbiële diversiteit met meer *Bacteroides* (*Bacteroides* enterotype) en *Parabacteroides*. Tot deze cluster behoorden veel mensen met een voorkeur voor wit brood (laag vezelgehalte) en mensen die recent een antibioticumbehandeling hadden ondergaan (2).

blootstelling aan antibiotica of door ziekte kunnen er betekenisvolle verschuivingen in het microbiom optreden. Wat exact aan de grondslag ligt van dergelijke verschuivingen in het microbiom is nog onduidelijk. Wordt de homeostase rechtstreeks verstoord door een bepaald gebeuren waardoor schade ontstaat aan de darmwand, een ontsteking wordt opgestart of het immuunsysteem verzwakt of net overprikkeld wordt? Het kan ook onrechtstreeks gebeuren, namelijk dat het microbiom pas verschuift nadat een bepaald gebeuren de darmwand heeft beschadigd, een ontsteking heeft opgestart of het immuunsysteem heeft gewijzigd. Een kip-of-het-eiverhaal dus. Een verstoord microbiom wordt algemeen omschreven als een microbiom in 'dysbiose'. Er is nog veel twijfel en verwarring rond de oorzaken en de gevolgen van een microbiële dysbiose. Het onderzoek hiernaar is nog volop aan de gang.

OVERDRACHT VAN ZIEKTE EN GEZONDHEID

De grote doorbraak in het inzicht dat het microbiom meer doet dan enkel wat voedingsvezels afbreken, kwam in 2004 toen de groep van Jeffrey Gordon in Washington University in St. Louis (Missouri, VS) aantoonde dat kiemvrije muizen (die geen darmmicrobiota bevatten) een lager gewicht en minder vetopslag hadden dan muizen die wel darmmicrobiota bevatten (3). Meer nog, de overdracht van de microbiota van een obese muis naar een kiemvrije muis leidde tot een snellere gewichtstoename dan de overdracht van de microbiota van een slanke muis. Darmmicrobiota blijken dus een ziektebeeld te kunnen overdragen. Een uitgebreide studie bij tweelingen in het Verenigd Koninkrijk stelde vast dat de bacterie *Christensenella minuta* vooral bij mensen met een lage BMI voorkomt (4). In een experi-

ment kregen kiemvrije muizen de microbiota van een persoon met overgewicht. Deze muizen bleken, zoals in het eerder genoemde onderzoek, aan lichaamsgewicht te winnen. Nadat er echter wat *Christensenella minuta* aan was toegevoegd bleef de toename in lichaamsgewicht evenwel beperkt. Darmmicrobiota kunnen dus blijkbaar ook 'gezondheid' overdragen.

MICROBIOOM-VERWAARLOZING

Naast een hoge graad van hygiënisatie, een frequente blootstelling aan pollutanten en een sedentaire leefstijl blijkt een geïndustrialiseerde samenleving gekenmerkt door een ongezond, vet- en suikerrijk en vezelarm voedingspatroon: dit heeft weinig te bieden voor het microbiom. We kunnen dan spreken van microbiomverwaarlozing. Wanneer het microbiom minder divers wordt en er niet voldoende cruciale soorten aanwezig zijn, kunnen bepaalde functies niet langer worden ingevuld en verliest het aan veerkracht. Zo'n evolutie speelt in de kaart van reeds aanwezige opportunistische pathogenen (ziektekiemen) of pathogenen van buitenaf.

HET MICROBIËLE EVENWICHT BEWAKEN

De logische reflex om pathogenen uit te schakelen via antimicrobiële strategieën is nog omnipresent. Het gebruik van antibiotica heeft echter nadelige neveneffecten. Het treft niet alleen de ziektekiemen maar evenzeer de diverse groep micro-organismen van het microbiom. Hoewel het microbiom een zekere veerkracht vertoont, kunnen zich uiteindelijk toch permanente wijzigingen installeren. Sommige zijn onschuldig, zoals de opkomst van *Borkfalki ceftriaxensis*. Andere zijn veel kwalijker, zoals wanneer potentieel schadelijke bacteriën die resistent zijn aan antibiotica of via de vorming van sporen makkelijker

BEVINDINGEN UIT WETENSCHAPPELIJK ONDERZOEK

Onderzoeken zoals het 'Vlaams Darmflora Project' vormen een drijvende kracht achter de zoektocht naar nieuwe strategieën om het microbiom bij te sturen bij enerzijds gezonde personen (preventief) en anderzijds bepaalde patiëntenpopulaties (bv. mensen met overgewicht of diabetes type 2) (therapeutisch).

Interessante bevindingen over mogelijke verbanden laten echter nog niet toe om uitspraken te doen over oorzakelijke verbanden tussen het microbiom en de gezondheid. Dat vergt verdere labo-experimenten en meer grootschalig onderzoek.

HET NEONATALE VENSTER

De dynamische ontwikkeling van het microbiom en van het aangeboren en adaptieve immuunsysteem bij pasgeborenen hangt af van verschillende factoren (zie 'Opbouw microbiom'). Een verstoorde ontwikkeling van het microbiom is geassocieerd met een hogere gevoeligheid voor astma, allergieën en ontstekingsziekten op latere leeftijd (5).

DE KRACHT VAN MOEDERMELK

Moedermelk bevat naast lactose, vetten en eiwitten ook diverse humane melkoligosacchariden (HMO). Deze HMO's zijn kleine geglycosileerde eiwitten. Zij beïnvloeden het microbiom omdat ze selectief worden gemetaboliseerd door *Bifidobacterium infantis*. Een aantal van deze HMO's hebben bovendien een chemische structuur die lijkt op die van de darmwand. Mogelijke ziektekiemen aanzien deze HMO's verkeerdelijk als de darmwand van het kind en hechten er zich aan vast. Dat kan het risico op bacteriële infecties verlagen. Ten slotte leveren HMO's een directe bijdrage tot de juiste balans tussen de verschillende soorten afweerrespons die ons lichaam eigen is (6).

HET MICROBIOOM BIJ OUDEREN

Uit twee Europese projecten, ElderMET en NU-Age, blijkt dat ouderen die zelfstandig wonen een gevarieerder eetpatroon en een

diverser darmmicrobioom vertonen dan ouderen die in woonzorgcentra (WZC) verblijven. Dit lijkt ook rechtstreeks verband te houden met de brozere gezondheid van de groep ouderen in WZC waarbij meer ontstekingsmarkers (inflammaging) en een algemene achteruitgang van het afweersysteem (immunosenescentie) zijn vastgesteld. Aanpassingen in de voeding conform een mediterrane voeding, gingen in beide onderzoeken gepaard met minder ziekte, ontstekingen en sterfte. De link bleek te liggen bij een gewijzigd microbioom, met meer bacteriën die instaan voor de degradatie van voedingsvezels en de productie van korteketenvezuren (bv. boterzuur en propionzuur) en die ontstekingsreacties kunnen helpen tegengaan. *Faecalibacterium prausnitzii* was bijvoorbeeld proportioneel meer aanwezig en vertoonde in het algemeen een omgekeerd verband met een broze gezondheid bij ouderen (7,8).

BEWERKTE EN ULTRA-BEWERKTE VOEDING

Typisch aan een ongezond voedingspatroon met veel vet en suiker en weinig vezels is vaak een hoge graad van bewerking en het gebruik van veel additieven. Ultra-bewerkte voeding is ook in verband gebracht met een verhoogd risico op obesitas en andere chronische aandoeningen (9). Darmbacteriën die in het labo met bepaalde synthetische emulgatoren werden behandeld en vervolgens in steriele muisjes werden ingebracht, bleken het risico op een darmontsteking te verhogen (10). Dit is een voorbeeld van een overdracht van negatieve gezondheidseffecten via de microbiota.

DE MEERWAARDE VAN VRUCHTEN

In onderzoek werd een link vastgesteld tussen risicofactoren van cardio-metabole aandoeningen en specifieke microbiële metaboliëten van ellagitannines uit granaatappel en noten. Ellagitannines zitten onder meer ook in frambozen en aardbeien. Mensen met een microbioom dat uit ellagitannines urolithine-A aanmaakt, blijken lagere

bloedcholesterolwaarden te hebben dan mensen met een microbioom dat uit ellagitannines urolithine-B aanmaakt. Verschillen in microbioom leiden dus tot verschillende interacties met voedingscomponenten die ook rechtstreeks van invloed kunnen zijn op bepaalde gezondheidsparameters (11).

DE DARM-HERSENAS

De onderzoeksgroep van Jeroen Raes vond een negatief verband tussen gevoeligheid voor depressie en *Dialister*, een bacterie die ontstekingsremmend werkt. Gezien depressies vaak gekoppeld worden aan ontstekingen van het zenuwstelsel lijkt dit een interessante piste om het ontstaan van depressies beter te begrijpen en er eventueel op in te grijpen (12). Ook bij neurodegeneratieve aandoeningen zoals de ziekte van Alzheimer en de ziekte van Parkinson heeft men een wijziging in het microbioom teruggevonden. Vermeedelijk speelt onder meer *Porphyromonas gingivalis* - veroorzaakt tandvleesontstekingen - hierin een rol. Het juiste oorzakelijke verband wordt nog verder onderzocht, maar dat het *gut-brain-axis* onderzoek nu reeds in de lift zit, is zeker.

AKKERMANSIA MUCINIPHILA, DE RIJZENDE STER

Akkermansia muciniphila lijkt vooral bij gezonde mensen voor te komen. Patiënten met inflammatoir darmlijden, kinderen met obesitas en mensen met diabetes type 2 bevatten in verhouding minder *Akkermansia* en atleten met een lage BMI meer (13). Maar het gaat nog verder. Onderzoek van Belgische bodem (Prof. Patrice Cani van UC Louvain) toonde aan dat obese muisjes die behandeld werden met *Akkermansia* of met een specifiek *Akkermansia*-eiwit minder ontstekingsprocessen vertoonden en minder insulineresistentie hadden, beide nefast voor diabetes type 2. *Akkermansia* staat daarmee met stip genoteerd op de shortlist van probiotica van de toekomst (14).

een antibioticumbehandeling kunnen overleven, de overhand nemen. Dit leidt tot antibioticumgeassocieerde darminfecties. De best gekende pathogeen die hiertoe in staat is, is *Clostridium difficile*. Herhaalde antibioticumbehandelingen slagen er telkens in om deze ziektekiem te onderdrukken, maar de schade aan het microbioom wordt steeds groter waardoor de clostridium-infectie steeds terugkomt (recurrent) en ernstiger wordt, met een verhoogd risico op een fatale afloop voor de patiënt. Antibioticumresistentie is nog altijd een onderschat fenomeen.

DE DUURZAME AANPAK

In de strijd tegen pathogenen moet vooral worden gewerkt aan het in stand houden van een gezond, homeostatisch microbioom. De meest voor de hand liggende oplossing is eenvoudig: een gezonde en gevarieerde voeding met meer volle granen, peulvruchten, groenten en fruit voor meer voedingsvezels. De algemene aanbeveling is om zo'n 30 gram vezels per dag in te nemen via de voeding. In het gemiddelde westerse voedingspatroon ligt die hoeveelheid vaak 50% lager. Voedingsvezels kunnen niet door menselijke spijsverteringsenzymen worden afgebroken waardoor ze bij de darmbacteriën terecht komen. Vele darmbacteriën kunnen deze vezels wel afbreken. Dat resulteert in een netwerk van bacteriën die stoffen afbreken en omzetten tot nieuwe producten die vervolgens weer door andere bacteriën worden verwerkt. Dit systeem is vergelijkbaar met een menselijke maatschappij: iedere bacterie vervult een taak – in de ecologie wordt gesproken van een functionele niche – en levert een bijdrage tot een complex ecosysteem. Het is bovendien net deze complexiteit die het

indringers, zoals pathogenen, moeilijk maakt om zich te vestigen. Dit principe heet kolonisatieresistentie en is de belangrijkste reden om te streven naar en het onderhoud van een divers en complex georganiseerd microbiom. Een gezond microbiom zorgt overigens ook voor een complex metabolisch netwerk dat garant staat voor de productie van bepaalde stoffen die ook rechtstreeks voor de mens nuttig zijn. De belangrijkste microbiële producten zijn korteketenvezuren. Zij leveren extra energie en helpen een stevige darmwand in stand te houden. Sommige vetzuren helpen zelfs het immuunsysteem te reguleren.

Een gezonde voeding komt niet alleen de vezelinname ten goede, maar ook de blootstelling aan heel wat andere bioactieve stoffen, die rechtstreeks gezondheidsbevorderend zijn of verder door het microbiom worden omgezet tot gunstige metabolieten.

Er zijn ten slotte bepaalde omstandigheden waarbij de werking van het microbiom voor gezondheidsklachten kan zorgen. Bij het prikkelbaardarmsyndroom bijvoorbeeld kunnen FODMAPs (fermenteerbare oligo-, di- en monosacchariden en polyolen) door een slecht werkende spijsvertering en ongecontroleerde bacteriële fermentatie aanleiding geven tot ernstige darmklachten. Een laag FODMAP-dieet kan dan aangevoelen zijn (meer lezen: www.nice-info.be/nutrinfo/voedingsvezels-fodmaps-controverse).

PREBIOTICA

Prebiotica zijn niet-verteerbare voedingsingrediënten of -supplementen die de groei van lichaamseigen gezondheidsbevorderende micro-organismen bevorderen. Ze weerstaan de afbraak door maagzuur en spijsverteringsenzymen en fungeren als de voeding van het microbiom in de dikke darm. Voedingsvezel is het natuurlijke prebioticum van de voeding. Voedingsbedrijven van prebioticasupplementen verknippen complexe vezels tot kleinere structuren die nog steeds enkel door specifieke bacteriën kunnen worden afgebroken, maar voedingstechnisch makkelijker verwerkbaar zijn. De best gekende prebioticaproducten zijn fructaan- en inulintypecomponenten die van nature ook aanwezig zijn in fruit en groenten zoals chicorei, asperge, bananen en tarwe. Tarwezemelen bevatten onder meer arabinoxylanen, voedingsvezels die bestaan uit lange ketens van xylosesuikers met arabinosezijketens. De verknipte kortere fragmenten zijn respectievelijk oligofruuctose en arabinoxylanoligosaccharides waarvan de prebiotische effecten uitvoerig zijn bestudeerd via stimulatie van bifidobacteria in diermodellen in de strijd tegen obesitas en diabetes (15). De eerder vernoemde oligosacchariden in humane melk kunnen eveneens als prebiotica worden beschouwd voor het kind. Zij worden toegevoegd aan bepaalde soorten flesvoeding om het microbiom van kinderen die geen borstvoeding krijgen gunstig te beïnvloeden.

PROBIOTICA

Probiotica zijn levende micro-organismen die in voldoende hoge concentraties een gezondheidsvoordeel voor de gastheer kunnen opleveren. Deze micro-organismen zijn in het algemeen melkzuurbacteriën zoals Lactobacilli en andere micro-organismen zoals Bifidobacteria en zelfs bepaalde gisten. Ze worden vaak verwerkt in yoghurt en gefermenteerde drinks maar ook in andere voedingsmiddelen zoals chocolade en vruchtensap. Een belangrijke uitdaging voor probiotische stammen is niet alleen de maag- en dunne darm-passage overleven. Ze moeten er ook in slagen om een functionele niche in te nemen in het complexe microbiële ecosysteem van het terminaal ileum en vooral van de dikke darm. Daarom moet men probiotica gedurende minstens een aantal weken innemen voor een mogelijk positief effect en moet men ze blijven nemen voor een continu effect. Opvolgstudies tonen aan dat de probiotische werking langzaam verdwijnt zodra de inname van het probioticum stopt. Het voornaamste werkingsmechanisme van probiotica is een verlaging van de intestinale zuurtegraad door de aanmaak van azijnzuur en/of melkzuur. Opportunistische pathogenen krijgen het hierdoor moeilijker om zich te ontwikkelen. Daarnaast produceren sommige probiotische stammen bacteriocines, natuurlijke antibiotica, die specifiek de proliferatie van mogelijke pathogenen bemoeilijken. Andere beschreven gunstige effecten zijn een verbetering van de lactosevertering bij mensen met een lactose-intolerantie, verkorte buikloopperiodes en een verminderd voorkomen van andere gastro-intestinale aandoeningen. Sommige probiotica zouden bovendien een specifieke immuunregulerende werking hebben of ontstekingsreacties moduleren.

De grote ontwikkeling – zelfs doorbraak – op het vlak van

probiotica is echter dat de onderzoeksweld niet langer alleen maar kijkt naar klassieke melkzuurbacteriën of gisten om nieuwe probiotische producten te maken. Ook bepaalde leden van het humane microbiom worden momenteel onderzocht. De achterliggende redenering is dat het verlies van specifieke bacteriën bij sommigen kan worden gecompenseerd met die van anderen (bv. *Akkermansia muciniphila* en *Faecalibacterium prausnitzii*). Samen met andere kandidaat-probiotische stammen worden zij meegenomen in het onderzoek naar de volgende generatie probiotica. Voor alle duidelijkheid: de kwalijke effecten van een vetrijke, suikerrijke en vezelarme voeding op het microbiom en onze gezondheid kunnen niet zomaar worden gecompenseerd door pre- of probiotica. Het gaat om het totaalpakket. Pre- en probiotica kunnen de homeostase helpen te bewaren en soms ook een duwtje in de juiste richting te geven maar gezond eten blijft de basis.

 **MEER INFO**
WWW.NICE-INFO.BE

- **Gezond eten**
- **Voedingsstoffen**
 - > Voedingsvezels
- **Nutrinfo 2017 nr. 4**
 - > Voedingsvezels-FODMAPs controverse

Referenties

1. G.G. Kaplan, S.C. Ng. Understanding and Preventing the Global Increase of Inflammatory Bowel Disease. *Gastroenterology* 2017; 152 (2): 313-321
2. G. Falony et al. Population-level analysis of gut microbiome variation. *Science* 2016; 352 (6285): 560-564
3. F. Bäckhed et al. Mechanisms underlying the resistance to diet-induced obesity in germ-free mice. *Proc Natl Acad Sci USA* 2007; 104 (3): 979-984
4. J.K. Goodrich et al. Human genetics shape the gut microbiome. *Cell* 2014; 159 (4): 789-799
5. N. Torow, B.J. Marsland, M.W. Hornef and E.S. Gollwitzer. Neonatal mucosal immunology. *Mucosal Immunology* 2017; 10: 5-17
6. L. Bode. Human milk oligosaccharides: every baby needs a sugar mama. *Glycobiology* 2012; 22 (9): 1147-1162
7. I.B. Jeffery, D.B. Lynch and P.W. O'Toole. Composition and temporal stability of the gut microbiota in older persons. *The ISME Journa* 2016; 10: 170-182
8. T.S. Ghosh et al. Mediterranean diet intervention alters the gut microbiome in older people reducing frailty and improving health status: the NU-AGE 1-year dietary intervention across five European countries. *Gut* 2020; 69: 1218-1228
9. L. Miclotte, T. Van de Wiele. Food processing, gut microbiota and the globesity problem. *Crit Rev Food Sci Nutr* 2020; 60 (11): 1769-178
10. B. Chassaing et al. Dietary emulsifiers directly alter human microbiota composition and gene expression ex vivo potentiating intestinal inflammation. *Gut* 2017; 66 (8): 1414-1427
11. M.V. Selma et al. The gut microbiota metabolism of pomegranate or walnut ellagitannins yields two urolithin-metabotypes that correlate with cardiometabolic risk biomarkers: Comparison between normoweight, overweight-obesity and metabolic syndrome. *Clin Nutr* 2018; 37 (3): 897-905
12. M. Valles-Colome et al. The neuroactive potential of the human gut microbiota in quality of life and depression. *Nat Microbiol* 2019; 4 (4): 623-632
13. S.Y. Geerlings et al; Akkermansia muciniphila in the Human Gastrointestinal Tract: When, Where, and How? *Microorganisms* 2018; 6 (3): 75.
14. H. Plovier et al. A purified membrane protein from Akkermansia muciniphila or the pasteurized bacterium improves metabolism in obese and diabetic mice. *Nat Med* 2017; 23 (1): 107-113.
15. A.M. Neyrinck et al Wheat-derived arabinoxylan oligosaccharides with bifidogenic properties abolishes metabolic disorders induced by western diet in mice. *Nutrition and Diabetes* 2018; 8 (1): 15