

De rol van melkzuurbacteriën bij voeding en gezondheid*

Samenvatting. Als gezondheidsaspecten ter sprake komen, wordt, afhankelijk van de invalshoek, zeer verschillend gekeken naar de eigenschappen van bacteriën waarbij melkzuur het enige of belangrijkste fermentatie-eindproduct is. De metabolische activiteiten van verschillende van deze micro-organismen kunnen een zeer ongunstig effect hebben op het gebit, vooral in combinatie met suiker. Verderop in het spijsverteringskanaal kunnen dezelfde micro-organismen echter gunstige effecten ten aanzien van de gezondheid hebben.

Aangezien het glazuur van een volledig gevormd gebitselement uit 'dood weefsel' bestaat, geschiedt bescherming tegen tandbederf voornamelijk door 'externe' factoren als speeksel, dieet, mondhygiëne en fluoriden. Wanneer planten of dieren 'dood weefsel' worden en bijvoorbeeld als voedingsmiddel gaan dienen, verliezen zij hun endogene bescherming en worden ontvankelijk voor bederf. De houdbaarheid en stabiliteit kunnen ook verlengd worden door 'externe' factoren waaronder het toepassen van melkzuurbacteriën, die nu in dit geval een positief effect kunnen hebben. Dit kan geschieden door fermentaties of door productie van specifieke componenten (bacteriocinen), die andere, bederfveroorzakende, micro-organismen kunnen onderdrukken. Dit laatste mechanisme speelt ook in de mondholte een rol.

HUIS IN 'T VELD J.H.J. De rol van melkzuurbacteriën bij voeding en gezondheid. Ned Tijdschr Tandheelkd 1992; 99: 467-71.

J.H.J. Huis in 't Veld, microbioloog

*Naar een voordracht gehouden op de Voorjaarsvergadering van het Nederlandsch Tandheelkundig Genootschap op 26 maart 1992 te Zeist.

Uit de afdeling Microbiologie, TNO-Voeding te Zeist en de Faculteit Diergeneeskunde van de rijksuniversiteit te Utrecht.

Trefwoorden: Gezondheidszorg – Microbiologie – Voeding

Datum van acceptatie: 22 juni 1992.

Adres: Prof. Dr. J.H.J. Huis in 't Veld, postbus 360, 3700 AJ Zeist.

1 Inleiding

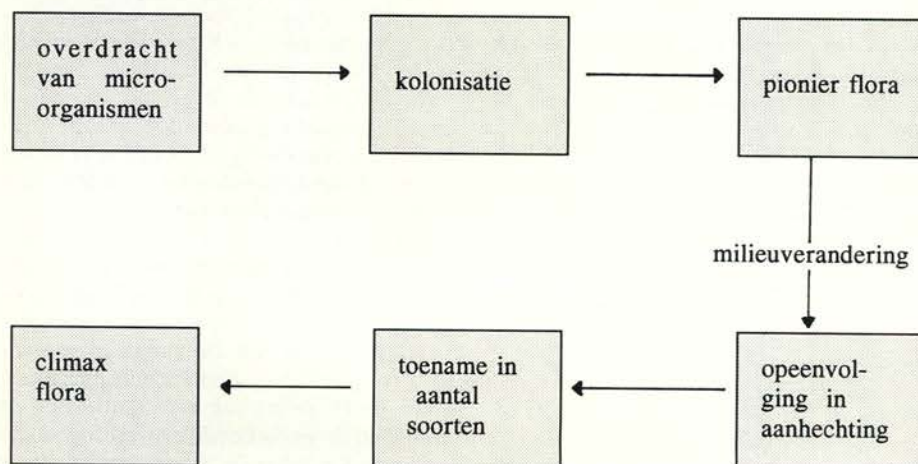
'Alles is overal, het milieu selecteert', met deze kernachtige uitspraak legde de Delftse microbioloog Prof. Martinus Beyerinck in het begin van deze eeuw de basis voor het centrale dogma van zowel de evolutie als de microbiële ecologie. De essentie hiervan is dat (micro-)organismen alleen in nieuwe omgevingen kunnen gedijen als de omstandigheden dat toelaten, dat wil zeggen, als deze gunstig zijn. Gezien de grote verscheidenheid aan micro-organismen laten de omstandigheden dit blijkbaar veelvuldig toe. Alle in onze omgeving aanwezige micro-organismen zijn dus aan een specifieke plek, de niche, aangepast. Het concept verklaart ook waarom bij verandering van omgevingsfactoren andere micro-organismen de boventoon kunnen gaan voeren. Met andere woorden, we kunnen bewust of onbewust veranderingen in een ecosysteem aanbrengen. Talloze voorbeelden zijn voorhanden. Overdudig gebruik van antibiotica in de gezondheidszorg en diergeneeskunde geeft aanleiding tot ongewenste antibioticaresistenties; het intensief dumpen van industriële afvalstromen leidt tot verstoringen in water, bodem en lucht. Veelvuldig gebruik van suikerhoudende voedings- en genotmiddelen kan de microbiële samenstelling van de tandplaque doen veranderen (meer melkzuurbacteriën zoals streptokokken en lactobacillen) hetgeen resulteert in een zogenaamde acidogene plaque. Hoewel de technische vooruitgang en nieuwe kennis enorm hebben bijgedragen aan de uitroeiing van vele infectieziekten, kan niet voorbij worden gegaan aan het feit dat vele ziekten, waaronder cariës en parodontopathieën, een direct gevolg zijn van veranderd (voedings)gedrag

mede als gevolg van een toenemende welvaart. Voorkomen van deze ziekten is moeilijk omdat het gedragsverandering betreft (gezonde voeding, niet roken, meer bewegen, milieubewuste produktiemethoden etc.) en dat wordt over het algemeen als moeilijk en economisch minder aantrekkelijk ervaren. Door gerichte manipulatie van de ecologische omstandigheden kunnen micro-organismen ook 'aangestuurd' worden om specifieke functies uit te voeren. Dit geschiedt onder andere bij biotechnologische processen zoals de bereiding van kaas, bier, worst, zuurkool en dergelijke, waarbij door vorming van zuren, alcohol en specifieke smaakstoffen, sensorisch hoogwaardige producten ontstaan. Tot de verantwoordelijke micro-organismen behoren gisten en, wederom, melkzuurbacteriën (o.a. streptokokken, lactokokken, lactobacillen). In sommige gevallen worden zelfs heilzame werkingen aan deze 'bioprodukten' toegeschreven.

In dit artikel wil ik ingaan op de positieve en negatieve aspecten van melkzuurbacteriën speciaal in relatie tot de oecofysiologie van het spijsverteringskanaal en voedsel.

2 De ontwikkeling van een microflora

Tijdens en direct na de geboorte komen interne en externe lichaamsoppervlakken, zoals huid, de bovenste luchtwegen, de urogenitaalwegen, de mond en het maag-darmkanaal in contact met een verscheidenheid aan micro-organismen, afkomstig van de directe omgeving. Een eerste vereiste voor kolonisatie is aanhechting, een specifieke interactie tussen aanhechtingsfactoren op het (epitheel) oppervlak van de gastheer en het micro-organisme. Sommige van deze micro-organismen koloniseren deze oppervlakken tijdelijk en initiëren de vestiging van andere soorten. Zij worden de pionierflora genoemd (afb. 1). In de tijd



Afb. 1. Opeenvolgende fasen in de vorming van een microbiële ecosysteem.

vindt er een opeenvolging van kolonisaties plaats totdat er een stabiel evenwicht, de climaxflora, wordt bereikt. Een bekend voorbeeld is de initiële kolonisatie van oppervlakken door aërobe en facultatief anaërobe micro-organismen, waardoor de zuurstofspanning ter plekke afneemt en kolonisatie van strikt anaërobe micro-organismen mogelijk wordt. Ook door (lokale) pH-veranderingen, productie van metabolieten en reacties van de gastheer (specifieke en niet-specifieke afweer) op deze initiële kolonisatie vinden verschuivingen in de microflora plaats. Deze factoren worden autogeen genoemd omdat ze het gevolg zijn van endogene interacties tussen gast en gastheer. Daarnaast zijn allogene factoren zoals voeding, antibioticumgebruik en stress, van belang. De uiteindelijke samenstelling van de microflora van het maag-darmkanaal wordt dus bepaald door multifactoriële, interactieve processen tussen gastheer, micro-organismen en de omgeving. Het zal duidelijk zijn dat kolonisatie niet uniform plaatsvindt. In de mondholte worden *S. sanguis* en *S. mutans* vooral aangetroffen op de tanden en kiezen.¹ Andere streptokokken voornamelijk op tong of wangslimvlies (*S. salivarius*).

De diversiteit aan micro-organismen is enorm. Met behulp van zeer geavanceerde anaërobe kweek- en identificatietechnieken is men in staat relatief kleine verschuivingen in de microbiële samenstelling waar te nemen. De opkomst van de moleculair-biologische technieken zoals plasmidepatroon- en restrictiepatroonanalyses ('DNA-fingerprinting') bieden mogelijkheden subtiel verschillen tussen micro-organismen op DNA-niveau te onderscheiden. Dit is zowel voor de bestudering van ecosystemen als voor de epidemiologie van infectieziekten, waaronder tand- en mondziekten, van uitermate groot belang.

Een van de belangrijkste functies van een natuurlijke stabiele microflora is het voorkomen van infecties. Dit fenomeen werd door Van der Waay aangeduid met de term 'kolonisatieresistentie'.² Het mechanisme achter deze kolonisatieresistentie moet vooral gezocht worden in het voorkomen van kolonisatie van pathogene micro-organismen. Daarnaast speelt competitie om voedingscomponenten een rol. Tevens dragen regulerende factoren zoals de synthese van primaire en secundaire metabolieten (zuren, waterstofperoxyde/lactoperoxydase, ferrodioxinen, bacteriocinen) bij tot stabiliteit. Een andere mogelijk belangrijke factor die de laatste jaren steeds meer aandacht krijgt, is de stimulering van het immuunsysteem door de 'gezonde' endogene microflora.³

3 De mondholte

Gedurende de eerste levensdagen worden

Tabel I. Gemiddeld percentage van totaal aantal kweekbare bacteriën dat *in vivo* aanwezig is op mondoppervlakken.

Micro-organisme	Speeksel	Subgingivale plaque	Supragingivale plaque	Tongrug	Mucosa
<i>S. salivarius</i>	20	<0,5	<0,5	20	11
<i>S. mitis</i>	20	8	15	8	60
<i>S. sanguis</i>	8	8	15	4	11
<i>S. mutans</i>	<1	<1	0-50*	<1	<1
<i>Veillonella</i>	10	10	2-20	12	1
<i>Bacteroides gingivalis</i>	<1	6	<1	<1	<1

* Percentage van totaal aantal kweekbare bacteriën.

** Variëert met het dagelijks suikergebruik.

Tabel II. Aanwezigheid van *S. mutans* op interproximale tandoppervlakken met en zonder cariësprogressie.

	N	<i>Streptococcus mutans</i>		
		0%	0,5%	≥ 5%
Cariësprogressie	14	1	3	10
Geen cariësprogressie	41	21	17	3

N = aantal tandoppervlakken.

relatief kleine aantallen van verschillende bacteriesoorten in de mond aangetroffen. Deze zijn over het algemeen een afspiegeling van toevallige, wisselende contacten tussen kind en omgeving. Alleen *S. salivarius* wordt regelmatig in grotere aantallen gevonden. Het feit dat dit micro-organisme zich goed kan hechten aan tong en wangslimvlies is hiervoor de meest aannemelijke verklaring. Na het doorbreken van de gebitselementen verandert het milieu in de mond ingrijpend. Er is nu naast het epitheeloppervlak ook glazuur aanwezig waaraan zich andere bacteriën kunnen hechten.¹ Bovendien is de sulcus gingivalis ontstaan, met zijn zeer eigen milieufactoren, zoals een lage zuurstofconcentratie en een hoog eiwitgehalte afkomstig uit de sulcusvloeistof. Bovendien komen veranderingen gaan gepaard met de vestiging van nieuwe soorten zoals *S. sanguis*, *Actinomyces*, *Bacteroides* en *Veillonella*. Op volwassen leeftijd is de mondflora vrij stabiel van samenstelling en worden de zojuist genoemde micro-organismen, afhankelijk van de lokatie voortdurend in grote aantallen aangetroffen (tab. I).

Meestal heeft men de neiging de tandplaque uitsluitend vanuit de pathologie te benaderen. De fysiologische betekenis van de native tandplaque moet echter evenzeer onderkend worden. De plaque is, evenals het speeksel, in de eerste plaats de natuurlijke bescherming van het slijmvlies en de tand en is onontbeerlijk voor een ongestoorde kauwfunctie. Daarnaast speelt de plaque een belangrijke rol bij de posterup-

tieve maturatie en remineralisatie. Deze fysiologische functies variëren sterk met de dikte en samenstelling van de plaque en worden beïnvloed door milieuomstandigheden zoals voeding en mondhygiëne. De percentages lactobacillen en *S. mutans/sobrinus* blijken bijvoorbeeld sterk afhankelijk te zijn van suikergebruik en cariësactiviteit. Aan lactobacillen wordt geen grote rol toegekend bij de initiatie van het cariësproces maar meer bij de progressie van de carieuze laesie.⁴

Over de rol van *S. mutans* bij het cariësproces zijn talrijke studies verricht.⁵ Algemeen wordt aangenomen dat dit micro-organisme betrokken is bij de initiatie van fissuur- en gladde-vlakkencariës. Eigen werk heeft laten zien dat *S. sobrinus* (vroeger *S. mutans* serotype d) positief geassocieerd is met de cariësactiviteit in jonge volwassenen (tab. II).⁶ Opmerkelijk was dat *S. mutans* voornamelijk in fissuren werd aangetroffen terwijl de combinatie *S. mutans* en *S. sobrinus* meer interproximaal aanwezig was. Deze waarneming is later door inoculatie van mengculturen dierexperimenteel bevestigd.⁷ Voorwaarde daarbij is echter dat saccharose in het dieet aanwezig moet zijn. Bij verstrekking van een glucoserijk dieet aan de ratten kon na enige tijd alleen nog *S. mutans* worden aangetoond. Deze interessante ecologische waarneming kan verklaard worden doordat vastgesteld werd dat *S. mutans* naast zuur en polysaccharide (mutaan) een specifieke antimicrobiële stof (bacteriocine) produceert waarvoor *S. sobrinus* gevoelig is. On-

Tabel III. Industriële toepassingen van melkzuurbacteriën.

Produkt	Micro-organisme
Yoghurt	<i>Lactobacillus delbrückii ssp bulgaricus</i> <i>Streptococcus salivarius ssp thermophilus</i>
Kaas	<i>Lactococcus lactis ssp. cremoris</i> <i>Lactococcus lactis ssp. lactis</i>
Soyasaus	<i>L. delbrückii</i>
Zuurdeeg	<i>L. sanfrancisco</i> , <i>L. brevis</i> , <i>L. fermentum</i> , <i>L. plantarum</i>
Roggebrood	<i>L. brevis</i> , <i>L. plantarum</i>
Zuurkool	<i>L. plantarum</i> , <i>L. brevis</i>
Augurken, zilveruien	<i>L. plantarum</i>
Olijven	<i>L. plantarum</i>
Ham	<i>L. casei</i> , <i>L. plantarum</i>
Worst	<i>L. plantarum</i> , <i>L. sake</i> , <i>L. curvatus</i> , <i>Pediococcus</i>
Silage	<i>L. plantarum</i>
Wijn	<i>Leuconostoc oenos</i> , <i>Pediococcus</i> , <i>L. delbrückii</i>
Probiotica	<i>L. acidophilus</i> , <i>L. casei</i>

Tabel IV. Gunstige eigenschappen van door lactobacillen gefermenteerde producten.

<i>Technologisch:</i>	<ul style="list-style-type: none"> - beïnvloeding smaak, consistentie en voorkomen/uiterlijk - vertraging van bederf en voorkomen van besmetting door natuurlijke conservering
<i>Nutritioneel:</i>	<ul style="list-style-type: none"> - splitsing eiwitten en lactose - vitaminesynthese (verrijking) - afbraak antinutritionele factoren
<i>Therapeutisch:</i>	<ul style="list-style-type: none"> - bescherming tegen ziekten (probiotica) - productie antimicrobiële componenten (bacteriocinen) - anti-tumorwerking - cholesterolverlaging

derdrukking van *S. sobrinus* door dit bacteriocine vindt echter alleen plaats onder omstandigheden dat mutaanvorming niet mogelijk is (glucose dieet).

Onlangs is aangetoond dat door bepaalde melkzuurbacteriën (*S. faecium*, *L. fermentum*) stoffen gevormd worden die een sterk remmend effect hebben op de groei van orale streptokokken waaronder *S. mutans*.⁸ Deze melkzuurbacteriën die afkomstig zijn uit de darm worden algemeen als veilig beschouwd en komen in sommige gefermenteerde voedingsmiddelen voor. Het idee om melkzuurbacteriën te gebruiken bij de bestrijding van pathogene micro-organismen heeft tot dusver voornamelijk verderop in het spijsverteringskanaal toepassing gevonden, waarover later meer. De literatuur over *S. mutans/sobrinus* in relatie tot cariës overziende, kan gesteld worden dat hiertussen een duidelijk, hoewel niet perfect, verband is. Hoewel een positieve correlatie op zichzelf geen oorzakelijk verband aantoont, zijn er voldoende fysiologische eigenschappen van *S. mutans/sobrinus* bekend die deze verdachtmakingen rechtvaardigen. In het begin van het spijsverteringskanaal hebben melkzuurbacteriën dus een aantoonbare negatieve invloed op de gezondheid van het gebit.

Voornoemde epidemiologische studies zijn voornamelijk uitgevoerd in een periode (1950-1970) dat cariës in de westerse wereld prominent aanwezig was. In de jaren tachtig werd dat anders. Bij 15-jarigen in Culemborg nam de cariës met ongeveer 70% af. In 1986 heeft in Tiel en Culemborg een identieke herhaling van de microbiologische studie uit de jaren zestig plaatsgevonden. Opmerkelijk was dat in 1986 zowel in Tiel als Culemborg, ondanks de reductie in cariës, ten minste zoveel *S. mutans* voorkwam als in 1967. Opvallend was dat op gezonde vlakken relatief hoge percentages *S. mutans* werden aangetroffen (De Stoppeelaar, persoonlijke mededeling). Niet *S. mutans* maar andere milieuomstandigheden (fluoride bevattende tandpasta?, mondhygiëne?, veranderde voedingsgewoonten?) zijn dus blijkbaar verantwoordelijk voor de afname in cariës. De gewijzigde milieuomstandigheden laten blijkbaar een 'vreedzame' coëxistentie van *S. mutans* en het gebit toe.

4 Het maag-darmkanaal

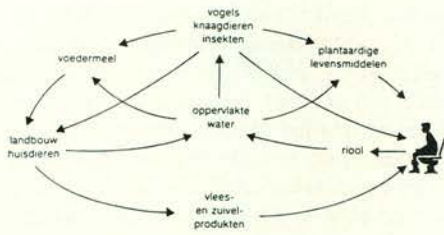
In het maag-darmkanaal, de plaats waar de vertering en absorptie van voedsel plaats-

vinden, kunnen globaal drie afzonderlijke 'units' onderscheiden worden namelijk maag, dunne en dikke darm. De pH van de maag is ongeveer 2 en kan daarom beschouwd worden als een microbiologische barrière aangezien de meeste allochtone micro-organismen deze omstandigheden niet overleven. Ofschoon in de maaginhoud slechts lage aantallen micro-organismen voorkomen, is de maagwand sterk gekoloniseerd met zeer zuurtolerante lactobacillen en streptokokken. Onder abnormale omstandigheden, zoals bij maagtumoren, ontstaan hogere pH-waarden met als gevolg een karakteristieke microflora bestaande uit gisten, Sarcina en lactobacillen. Van het duodenum naar het ileum neemt de zuurgraad geleidelijk af met gelijktijdige toename van het aantal micro-organismen ($10^5 - 10^7$ /gram). In het colon komen zeer hoge aantallen micro-organismen voor ($10^{11} - 10^{12}$ /gram) zodat dit deel van het maag-darmkanaal beschouwd kan worden als een gespecialiseerde fermentor aangedreven door overgebleven voedselresten en endogene producten.

De microbiële samenstelling van pasgeborenen met borstvoeding wijkt aanzienlijk af van baby's met flesvoeding. Borstvoeding stimuleert een relatief eenvoudige flora hoofdzakelijk bestaande uit slechts één type melkzuurbacterie namelijk *Bifidobacterium ssp.* Flesvoeding daarentegen bewerkstelligt een veel complexere flora. De oorzaak voor dit verschil is niet geheel duidelijk. Aangenomen wordt dat moedermelk een speciaal disaccharide-aminosuiker bevat dat de groei van *Bifidobacterium* stimuleert en zodoende een belangrijke basis vormt voor de opbouw van een gezonde darmflora van het jonge kind. Bij het ouder worden en het veranderende dieet rijpt de intestinale flora naar volwassenheid. Voor het optimaal uitoefenen van deze functies wordt in dit deel van het spijsverteringskanaal aan melkzuurbacteriën een voorname positieve rol toebedacht.

5 Verstoring van de endogene microflora

Bij de mens zijn er verscheidene potentiële oorzaken aan te wijzen voor verstoring c.q. suboptimale ontwikkeling van de microflora. Medicijngebruik, bestraling, een veranderd voedingspatroon en stress door toeneemende verantwoordelijkheden of werkdruk zijn hier meestal voor verantwoordelijk. Duidelijke voorbeelden van verstoring van de microflora kunnen ontleend worden aan de intensieve veehouderij. Door het kunstmatig uitbroeden van eieren komen kuikens niet meer in contact met de microflora van ouderdieren of van hun normale omgeving. Ook door het vroegtijdig spenen van kalveren, biggen en konijnen kan de



Afb. 2. De besmettingskringloop van Salmonella.

microflora zich onvoldoende ontwikkelen waardoor een niet stabiele microflora ontstaat. Deze suboptimale climaxflora raakt gemakkelijk uit balans door allochtone micro-organismen met alle gevolgen van dien voor de gezondheid van het individu. Daarbij komt dat ten gevolge van het vroegspenen abrupte veranderingen in de allogen omstandigheden optreden (voedselwisselingen, gebruik van antibiotica, groeibevorderaars en koper), die ieder op hun beurt stress opwekken. Dit complex van storende invloeden kan bij jonge dieren aanleiding zijn tot subklinische stoornissen, die produktieverliezen veroorzaken.

Een stabiele en goede microflora is een noodzakelijke voorwaarde bij het doorbreken van de besmettingskringloop van door voedingsmiddelen van dierlijke oorsprong overgebrachte infectieziekten (zoönosen, afb. 2). In sommige situaties wordt getracht de samenstelling van de microflora op verschillende lichaamsoppervlakken te verbeteren door toepassing van specifieke melkzuurbacteriën ('probiotica', afb. 3).

6 Melkzuurbacteriën en ons voedsel

6.1 Probiotica

Verschillende melkzuurbacteriën spelen een essentiële rol bij de productie van gefermenteerde voedingsmiddelen. Fermentatie is één van de oudste methoden van voedselconservering. Melk, witte kool en vlees bijvoorbeeld zijn zeer beperkt houdbaar, maar door de werking van melkzuurbacteriën in combinatie met specifieke mi-



Afb. 3. Overzicht van een aantal met behulp van melkzuurbacteriën gefermenteerde voedingsmiddelen.

lieuomstandigheden ontstaan producten met een lange houdbaarheid en sensorisch zeer aangename eigenschappen (tab. III). Sommige gefermenteerde producten, vooral in de zuivel, hebben enorme technologische ontwikkelingen doorgemaakt terwijl in andere sectoren de fermentatie (soms) nog op traditionele en primitieve wijze geschiedt (o.a. zuurkool, olijven).

Het was Metchnikoff die aan het begin van deze eeuw postuleerde dat aan bepaalde zure gefermenteerde producten gezondheidsclaims konden worden toegeschreven. Het viel hem op dat bepaalde volkstammen in Oost-Europa zeer oud werden. Voedingsonderzoek toonde aan dat deze bevolkingsgroepen grote hoeveelheden yoghurt consumeerden. Later toonde Metchnikoff aan dat gelijktijdige besmetting van proefdieren met cholera bacteriën en bepaalde melkzuurbacteriën geen aanleiding gaf tot ziekte. Dit alles leidde uiteindelijk tot de hypothese dat een optimale darmflora een garantie is voor resistentie tegen infecties. Deze resistente darmflora zou door consumptie van bepaalde gefermenteerde producten bevorderd worden of op peil kunnen worden gehouden. Dit was het begin voor een lange discussie over de mogelijke therapeutische rol van bepaalde melkzuurbacteriën, die later probiotica zijn genoemd. Een discussie die vooral de laatste jaren weer zeer actueel is geworden.^{9 10} Tabel IV vat de belangrijkste aan lactobacillen toegekende technologische, nutritionele en therapeutische eigenschappen samen.

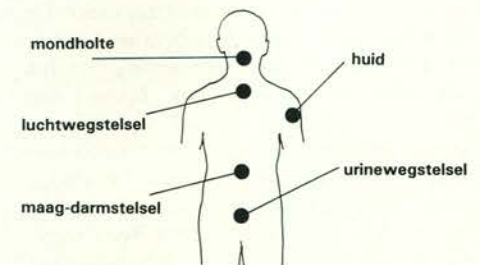
Een probioticum kan omschreven worden als een mono- of mengcultuur van levende micro-organismen die, toegediend aan mens of dier in de vorm van een poeder of een gefermenteerd voedingsmiddel, de gastheer gunstig beïnvloeden door verbetering van de eigenschappen van de natuurlijke microflora. Een probioticum voor de mens zal vooral gericht zijn op bevordering van de gezondheid. Naast voornoemde kolonisatieresistentie wordt daarbij tevens gedacht aan verlaging van de cholesterolspiegel in het bloed, anti-colontumoractiviteit en stimulering van de immunologische afweer. Voorlopig worden de wetenschappelijk zwak beargumenteerde gezondheidsclaims alleen nog toebedacht aan gefermenteerde zuivelproducten. Daarentegen is yoghurt ook weleens in verband gebracht met de vorming van cariës.¹¹

Yoghurt is een door een stabiele mengcultuur van twee melkzuurbacteriën (*S. thermophilus* en *Lactobacillus delbrückii* ssp. *bulgaricus*) een gefermenteerd zuivelproduct. Tijdens de groei vindt omzetting van een deel van de lactose (melksuiker) in melkzuur plaats, waardoor de melk zuurt. De karakteristieke yoghurtsmaak wordt veroorzaakt door acetaldehyde, een specifieke aromacomponent die door de lactobacil aangemaakt wordt. De strepto-

kok daarentegen is verantwoordelijk voor de frisse, zure smaak. Daarnaast vormen beide bacteriën extracellulaire polysacchariden die aan yoghurt zijn karakteristieke viscositeit en structuur geven. Afzonderlijk groeien deze micro-organismen zeer traag in melk. Bij gezamenlijke bebroeding van melk treedt een wederzijdse stimulering op, protocöoperatie, een vorm van symbiose. De lactobacil splitst het melkeiwit caseïne in kleinere peptiden en aminozuren die essentieel zijn voor de groei van de streptokok. Anderzijds vormt de streptokok het voor de groei van de lactobacil benodigde CO₂ en mierzuur. De laatste jaren verschijnen er nieuwe variëteiten op de markt waaraan voornoemde 'probiotische' micro-organismen zoals *Lactobacillus acidophilus* en/of *Bifidobacterium*-soorten zijn toegevoegd. Deze producten zijn bekend onder handelsnamen als Biogarde, Bionatuur, Garde en Bifidus activ. Alhoewel het wetenschappelijk bewijs dat deze producten inderdaad een heilzame werking bezitten gezinszins geleverd is, worden incidenteel opmerkelijke resultaten verkregen bij de bestrijding van chronische diarree en urogenitale infecties.¹² Een aanwijzing voor deze gezondheidsbevorderende werking is wellicht ook een retrospectief onderzoek dat door TNO-voeding is uitgevoerd, waaruit bleek dat bij vrouwen die regelmatig gefermenteerde zuivelproducten consumeerden, minder borsttumoren voorkwamen.¹³ Het is niet verwonderlijk dat de industrie hierop wenst in te spelen (bevat 'rechtsdraaiend melkzuur'; verbetert de eigenschappen van de natuurlijke microflora). In Japan hebben deze door speciale melkzuurbacteriën gefermenteerde zuivelproducten reeds een aanzienlijk marktaandeel.

6.2 Bederf

De aanwezigheid van micro-organismen op of in een voedingsmiddel leidt bij bewaren meestal tot bederf. Voedsel is over het algemeen een goede voedingsbodem voor micro-organismen. Vaak wordt de term 'bederfflora' gebruikt voor die combinatie van micro-organismen die bij bederf dominant wordt. Deze bederfflora is karakteris-



Afb. 4. Belangrijkste endogene microbiële ecosystemen die met behulp van Probiotica zijn te beïnvloeden.

tiek voor elk voedingsmiddel maar hangt tevens af van de bewaarcondities. Groei van micro-organismen op voedingsmiddelen is primair afhankelijk van de intrinsieke factoren van dat voedingsmiddel. Hieronder vallen parameters zoals pH, wateractiviteit, redox-potentiaal, nutriëntensamenstelling, de aanwezigheid van anti-microbiële componenten en de biologisch structuur.

Sommige intrinsieke factoren kunnen wezenlijk beïnvloed worden door de bewerking die het voedingsmiddel ondergaat: de procesfactoren. Daarnaast hebben de extrinsieke factoren zoals temperatuur, vochtigheid, gasatmosfeer binnen de verpakking en transport invloed op de uiteindelijke groei. Wanneer bijvoorbeeld vlees in de koelkast aëroob bewaard wordt, zullen er na een paar dagen afwijkingen in uiterlijk en geur ontstaan. De daarvoor verantwoordelijke flora bestaat uit Gram-negatieve bacteriën. Wanneer vlees echter vacuümverpakt, dus anaëroob, op identieke wijze bewaard wordt, bestaat de bederfflora uit melkzuurbacteriën waardoor de pH daalt. In producten met een lage pH, zoals sauzen en salades, zijn melkzuurbacteriën door hun resistentie tegen zuur een belangrijke bron van bederf, omdat zij zich onder die specifieke omstandigheden kunnen vermeerderen. Hier dringt zich de vergelijking met de mondholte op: door regelmatig snoepen bezit de tandplaque van cariës actieve personen over het algemeen een lage pH. Melkzuurbacteriën zoals streptokokken en lactobacillen kunnen onder die omstandigheden goed gedijen en zijn dientengevolge in hoge aantallen aanwezig, waardoor (tand)bederf optreedt.

'Alles is overal, het milieu selecteert'.

Summary

THE ROLE OF LACTIC ACID BACTERIA IN NUTRITION AND HEALTH

Key words: Health care – Bacteria – Nutrition

Lactic acid bacteria possess both, positive as well as negative aspects in relation to health. On the one side metabolic activities such as the production of extracellular polysaccharides or lactic acid from carbohydrates, are responsible for plaque formation and demineralisation of enamel. On the other hand, further down in the digestive tract, these groups of micro-organisms can have a beneficial effect by locally influencing the microbial composition, specific metabolic activities or stimulation of the immune response.

Lactic acid bacteria also play a major role in food preservation. When plants or animals become food after harvesting or slaughter, endogenous resistance mechanisms such as the immune systems are lost and consequently foods become susceptible to spoilage. Food spoilage can be retarded or prevented by application of certain external factors for example storage at low temperatures of fermentation by lactic acid bacteria. Similarly, the mature dentition also consist of non-living tissue and is therefore also subject to 'spoilage' (decay). Lactic acid bacteria now play a negative role. However, the metabolism of lactic acid bacteria in plaque and consequently de- and remineralisation may also be influenced by application of external factors as diet, oral hygiene and fluorides. This paper will discuss the functional similarities and differences of lactic acid bacteria in different areas of the digestive tract.

Literatuur

- ¹HUIS IN 'T VELD JHJ, VAN PALENSTEIN HELDERMAN WH, BACKER DIRKS O. Tandplaque. In: Houwink B, ed. Preventieve Tandheelkunde. Alphen aan den Rijn: Samsom Stafleu, 1984.
- ²VAN DER WAAY D, BERGHUIS-DEVRIES JM, LEKKERKERK-VAN DER WEES JEC. Colonisation resistance of the digestive tract in conventional and antibiotic-treated mice. *J Hyg* 1971; 69: 405-11.
- ³DE SIMONE C, ROSATTI E, MORETTI S, BIANCHI SALVADORI B, VESELY R, et al. Probiotics and stimulation of the immuneresponse. *Eur J Clin Nutr* 1991; 45: suppl. 2, 32-4.
- ⁴LOESCHE WJ. Role of *Streptococcus mutans* in human dental decay. *Microbiol Rev* 1986; 50: 353-80.
- ⁵DE STOPPELAAR JD, VAN HOUTE J, BACKER DIRKS O. The relationship between extracellular polysaccharide-producing streptococci and smooth surface caries in 13-year old children. *Caries Res* 1969; 3: 190-200.
- ⁶HUIS IN 'T VELD JHJ, VAN PALENSTEIN HELDERMAN WH, BACKER DIRKS O. *Streptococcus mutans* and dental caries in humans: a bacteriological and immunological study. *Antonie van Leeuwenhoek* 1979; 45: 25-33.
- ⁷HUIS IN 'T VELD JHJ, DROST JS, HAVENAAR R. Establishment and localisation of mixtures of *Streptococcus mutans* serotypes in the oral cavity of the rat. *J Dent Res* 1982; 71: 1199-1205.
- ⁸ISHIHARA K, MIYAKAWA H, HASEGAWA A, TAKAZOE I, KAWAI I. Growth inhibition of *Streptococcus mutans* by cellular extracts of human intestinal Lactic acid bacteria. *Infect Immun* 1985; 49: 692-4.
- ⁹FULLER R. Probiotics in man and animals. *J Appl Bacteriol* 1989; 66: 365-78.
- ¹⁰RENNER E. Cultured dairy products in human nutrition. *Bulletin of the Int. Dairy Federation* 1991; 225: 2-24.
- ¹¹FICK JM. Yoghurt en tandcariës. Utrecht: rijksuniversiteit, 1966. Academisch proefschrift.
- ¹²REID G, BRUCE AW, Mc GROARTY JA, CHENG KJ, COSTERTON JW. Is there a role for lactobacilli in prevention of urogenital and intestinal infections? *Clin Microbiol Rev* 1990; 3: 335-44.
- ¹³VAN 'T VEERP P, KOK FJ, BRANTS HAM, OCKHUIZEN Th, STURMANS F, HERMUS RJJ. Dietary fat and the risk of breast cancer. *Int J Epidemiol* 1990; 19: 12-8.