

39  
NN02963  
71230

MAG

560

1997-11-27 96633

CA

# andbouw universiteit over melk gesproken

door prof. dr. J.T.M. Wouters

# OVER MELK GESPROKEN

door prof.dr. J.T.M. Wouters



Inaugurele rede gegeven op 9 oktober 1997 ter  
gelegenheid van zijn benoeming tot bijzonder  
hoogleraar in de Zuivelkunde aan de  
Landbouwniversiteit Wageningen.

948 742

## OVER MELK GESPROKEN

Meneer de Rector, Dames en Heren, zeer gewaardeerde  
toehoorders

### Inleiding

Melk is het afscheidingsproduct van de melkklier van een zoogdier en is bestemd om te dienen als voedsel voor het jong.

De mens is voornamelijk geïnteresseerd in melk als voedsel voor zichzelf en dit heeft lang geleden geleid tot domesticatie van dieren, die melk geven. Uit afbeeldingen van meer dan vierduizend jaar geleden zien we dat de inwoners van Mesopotanië al ijverige verwerkers van melk waren. Ook in het Oude Testament lezen we dat Abraham wrongel voorzette als voedsel voor zijn gasten. In Nederland is de koe sinds lang de leverancier van melk. Er is geen dier dat zo algemeen met ons land wordt vereenzelvigd als de koe, de Nederlandse leeuw ten spijt. De identificatie van de koe met Nederland werd reeds in 1585 dankbaar gebruikt in een politieke voorstelling. Een wat schonkige koe stelt Nederland voor ten tijde van de Spaanse overheersing. Het dier wordt bereden door koning Filips II en gevoerd door Elisabeth I van Engeland. De hertog van Anjou houdt de staart vast en vangt de uitwerpselen op. Willem van Oranje ligt als echte Hollander onder de koe en melkt haar uit om zijn beurs te vullen.

De trots van Nederland op zijn zuivelactiviteit was dus al vroeg aanwezig. Jacob Cats merkte hierover in 1656 op: "Veracht ons Hollandt niet, wij hebben schoone koeyen Daer uyt dat soete-melck, en room en boter vloeyen, Niet tweemaal op het jaer, maer tweemaal op den dach, Daer uyt men voor de mensch goet suyvel treeken mach".

Rond die tijd exporteerde Gouda al bijna drie miljoen kilo kaas per jaar. Dit is berekend op grond van oude scheepsdocumenten.

Kortom, melk en melkverwerking zijn al sinds lang een economisch voorname factor in ons land, zijn dat nog en zullen dat ook in de toekomst blijven.

### **Voedingswaarde van melk**

Het bijzondere van melk is dat het zo'n hoge nutritionele dichtheid heeft. Het bevat alle essentiële voedingscomponenten die voor een opgroeiend dier onontbeerlijk zijn. Het wordt door niemand in twijfel getrokken dat melk eveneens een uitstekend voedingsmiddel is voor opgroeiende kinderen. Het voorziet in tenminste acht van de tien meest essentiële voedingscomponenten, zoals eiwit, mineralen en vitamines. De diverse schoolmelkprojecten in alle delen van de wereld zijn op deze kennis gebaseerd. Sir Winston Churchill drukte het in 1943 als volgt uit: "There is no finer investment for any community than putting milk into children".

Een lunchmaal geserveerd met melk is duidelijk completer dan zonder. Met melk wordt voorzien in de behoefte aan calcium, riboflavine, energie en eiwit, terwijl dat zonder melk in het algemeen niet het geval is, aldus de uitkomst van een studie van de International Dairy Federation.

Het drinken van één glas melk per dag voorziet bij kinderen in een groot deel van de essentiële voedingsbehoeften.

Op twee van de belangrijkste melkbestanddelen voor het lichaam zal nader worden ingegaan; op eiwit dat nodig is om cellen te synthetiseren en calcium dat nodig is om het skelet en het gebit op te bouwen.

## **Eiwit**

Eiwit levert de aminozuren, die vitaal zijn voor de aanmaak en reparatie van de cellen in ons lichaam. Om die reden is het belangrijk om voldoende eiwit op te nemen, vooral tijdens de groeiperiode. Het gaat daarbij niet alleen om de hoeveelheid eiwit, maar ook om de kwaliteit.

De voedingswaarde van een eiwit wordt uitgedrukt in verschillende parameters. De Protein Efficiency Ratio (PER) bepaalt het vermogen van een eiwit om groei in proefdieren te bewerken. Een andere parameter is de Protein Digestibility (PD), die een maat is voor de fractie van voedingseiwit die uit het dieet wordt geabsorbeerd. De Biological Value is de hoeveelheid eiwit die wordt geïncorporeerd ten opzichte van de hoeveelheid geabsorbeerd eiwit.

Deze parameters zijn in tabel 1 weergegeven voor enkele belangrijke voedingseiwitten. Daarbij valt op dat koeemelkeiwit hoog scoort.

Ook wat betreft de aminozuursamenstelling bestaan er parameters die de nutritionele waarde van een eiwit uitdrukken. De AAS (Amino Acid Score) geeft een indicatie van het vermogen van een eiwit om de consument te voorzien van een onmisbaar aminozuur. Om een nog realistischer kijk op de nutritionele kwaliteit van een voedingseiwit te krijgen, moet naast de AAS ook de afbreekbaarheid van het eiwit worden meegenomen, dus de Protein Digestibility. Dit geeft de Protein Digestibility Corrected Amino Acid Score (PDCAAS). Tabel 2 laat zien dat melkeiwit hier het hoogst scoort, aanzienlijk hoger dan vlees en plantaardig eiwit.

Hoewel nog onduidelijkheid bestaat bij de FAO/WHO hoe deze score te interpreteren, zeker is dat melkeiwit

meer biedt dan de overige eiwitten.

TABEL 1  
BIOLOGISCHE DETERMINANTEN VAN  
EIWITKWALITEIT

EIWIT	PER	PD	BV
EI	3,8	98	100
KOEMELK	3,1	95	91
VLEES	2,9	98	80
SOJA	2,1	95	74
TARWE	1,5	91	54

PER: PROTEIN EFFICIENCY RATIO

PD: PROTEIN DIGESTIBILITY

BV: BIOLOGICAL VALUE

TABEL 2  
AMINOZUURSCORE VAN EIWIT

EIWIT	AAS	PDCAAS
EI	1,21	1,18
KOEMELK	1,27	1,21
VLEES	0,94	0,92
SOJA	0,96	0,91
TARWE	0,47	0,42

AAS: AMINO ACID SCORE

PDCAAS: PROTEIN DIGESTIBILITY CORRECTED  
AMINO ACID SCORE

Sommige voedingseiwitten bevatten bio-actieve peptiden opgeborgen binnen de aminozuurvolgorde van het eiwit. Melkeiwitten blinken hierin uit. Deze peptiden kunnen uit melkeiwit worden verkregen door afbraak met proteolytische enzymen.

In melk is caseïne in kwantiteit het belangrijkste eiwit. Het komt voor in de vorm van caseïnemicellen. Binnen de caseïnes onderscheiden we vervolgens meerdere typen waarvan de voornaamste  $\alpha$ -,  $\beta$ - en  $\kappa$ -caseïne worden genoemd.

Beschouwen we  $\beta$ -caseïne als voorbeeld nader. In de moleculaire structuur van  $\beta$ -caseïne, opgebouwd uit 209 aminozuren, kunnen we een aantal peptiden aanwijzen met een bijzondere bio-activiteit. De aminozuren 1 - 25 vormen het zogenaamde caseïne-fosfopeptide, waarin het voorkomen van vier serinefosfaat residuen opvalt. Dit fosfopeptide wordt een rol toebedacht in de binding van mineralen als calcium en zink, zodat hun intestinale oplosbaarheid en vervolgens transport over de darmwand wordt verhoogd. Ook zouden fosfopeptiden een anticariogene werking hebben. Het zogenaamde caso-morfine omvat de aminozuren 60 - 66. Dit peptide beïnvloedt de intestinale mobiliteit en stimuleert de synthese van anabole hormonen. De peptiden 63 - 68 en 191 - 193 hebben een stimulerend effect op het immuunsysteem, terwijl de peptiden 177 - 183 en 193 - 202 een rol schijnen te spelen bij de regulatie van de bloeddruk. De werking van de laatste peptiden verloopt via de regulatie van de activiteit van een angiotensine omzettend enzym. Een recent onderzoek van Meisel te Kiel heeft aangetoond dat deze regulerende werking tijdens de rijping van kaas zichtbaar wordt. Kennelijk wordt bij de proteolyse van de rijping het betrokken peptide vrijge-

maakt. De hoogste activiteit wordt gevonden in belegen Goudse, in Leerdammer en in Roquefort. Wij hebben hier dus te maken met natuurlijke functional foods! Ook in de andere caseïnes zijn dergelijke bio-actieve peptiden aangetroffen. Overigens ontbreekt het nog aan onderzoeksresultaten, waaruit onomstotelijk blijkt dat deze bio-actieve peptiden in de hoeveelheden waarmee ze in zuivelproducten voorkomen in een meetbaar effect resulteren bij de doorsnee consument.

Caseïne, de gezamenlijke caseïnes dus, is overigens niet zonder meer een ideaal voedingseiwit. Het is weliswaar vanwege zijn open structuur gemakkelijk afbreekbaar door proteolytische enzymen, maar de aminozuursamenstelling is voedingskundig niet optimaal: het is rijk aan proline, glutamaat en glutamine en het ontbeert belangrijke aminozuren als methionine en lysine.

De combinatie van caseïne met wei-eiwitten is nodig om gezamenlijk melkeiwit een hoge voedingswaarde te geven (een hoge AAS score). Caseïne moet dus nog een specifieke eigen functie hebben. Bij vergelijking van de hoeveelheid caseïne in de melk van verschillende zoogdieren wordt een sterke correlatie gevonden met het calcium en fosfaatgehalte. Calciumfosfaat blijkt inderdaad een intensieve band met caseïne te hebben en het colloïdale calciumfosfaat, zoals dat gedeelte wordt genoemd, maakt in melk een zeer aanzienlijke fractie van het totaal van beide ionen uit.

Caseïne is dus bij uitstek een drager van calciumfosfaat. En calciumfosfaat moet gedragen worden, omdat het anders in de gegeven omstandigheden van concentratie en pH onoplosbaar zou zijn. Het colloïdale calciumfosfaat zit opgeborgen in het caseïnemicel als clusters in



een kluwe van eiwitten.

De fosfopeptiden in de caseïnes spelen een bepalende rol in de vorming van deze calciumfosfaatclusters. De gefosforyleerde aminozuren zijn bij uitstek geschikt om een heterogene nucleatie met calciumfosfaten aan te gaan en daarmee wordt de eventuele precipitering van onoplosbaar calciumfosfaat verhinderd. In de primaire structuur van bijv.  $\beta$ -caseïne fungeert het fosfopeptide met serinefosfaat-residuen als een locale ligand om een calciumfosfaat nanocluster te vormen. In nucleatie-vorming worden calcium en fosfaat gevangen tussen eiwitketens. Op deze manier wordt de melk in staat gesteld om grote hoeveelheden calcium te vervoeren en tegelijkertijd wordt de melkklier beschermd tegen overvloedige kristalvorming. Dit werkt bij een eiwit als  $\beta$ -caseïne alleen als het molecuul een flexibele en open structuur heeft. Daartoe beschikt  $\beta$ -caseïne over relatief veel proline en glutamine residuen die de opvouwing van het eiwit in  $\beta$ -sheets tegengaat. Verder is de N-terminal te sterk geladen om een compacte formatie aan te nemen. Bij  $\alpha$ -caseïne treffen we een soortgelijke situatie aan. Technologisch is dit alles zeer belangrijk omdat bij bewerking van melk (bijv. verhitten) calciumfosfaat niet snel een onoplosbare status bereikt.

## Calcium

Via het calciumbindend caseïne komen we op de rol van calcium zelf. Het menselijk skelet, dat veel calcium bevat, wordt opgebouwd in de groeiperiode van kind tot volwassene. Jongeren in de leeftijd van 12 tot 18 jaar moeten veel calcium opnemen om voldoende toename van de botmassa mogelijk te maken. De groei gaat door tot de leeftijd van 35. Dan moet een bepaalde dichtheid

zijn bereikt. Daarna is er een continue vernieuwing van het skelet. Gemiddeld in een tijdsbestek van 10 jaar wordt het hele skelet vernieuwd. Op oudere leeftijd kan de vernieuwing de afbraak niet meer bijhouden, hetgeen tot osteoporose leidt, vooral bij vrouwen in de postmenopausale periode.

Het is en blijft daarom nodig een zekere hoeveelheid calcium per dag op te nemen. De calciumbehoefte zoals die in het algemeen wordt geproclameerd, ligt tussen de 800 en 1000 mg per dag, waarbij aan zwangeren en zogenden een iets hogere dosering wordt aangeraden. Melk is een uitstekende calciumbron, vooral omdat de absorptie van de via melk aangeboden calcium optimaal is. De bijdrage van melk en melkproducten aan de inname van calcium in Europa is aanzienlijk. In Nederland komt meer dan 70% van de calcium uit zuivelproducten.

De laatste jaren heeft nog een andere rol van calcium veel aandacht gekregen. Er zijn aanwijzingen gevonden dat calciumhoudende voedingsmiddelen bescherming tegen colonkanker bieden. Het begon met epidemiologische aanwijzingen dat er een verband zou kunnen zijn tussen de inname van bepaalde voedingsstoffen en het risico van colonkanker. In bevolkingsgroepen met een hoge calciumconsumptie bleek de mortaliteit ten gevolge van colonkanker laag. Daarnaast waren er epidemiologische studies die tot de hypothese hebben geleid dat er een verband zou bestaan tussen vetconsumptie en het risico van colonkanker.

Uit onderzoek van Roelof van der Meer en zijn medewerkers van NIZO in de afgelopen jaren, is een hypothese naar voren gekomen die de bescherming van een hoge calciumconsumptie tegen de ontwikkeling van

colonkanker verklaart. Door de inname van voedingsvet worden de concentraties van vrije vetzuren en galzouten in de darm verhoogd. Deze verbindingen zijn oppervlakte-actief en kunnen de mucosacellen in de darm beschadigen. De beschadiging leidt tot een stimulatie van de celdeling, hetgeen kan resulteren in hyperproliferatie en uiteindelijk in het ontstaan van een tumor. Uiteraard wordt de voortgang van dit proces mede door genetische factoren bepaald. Bij een voldoende consumptie van calciumrijke voedingsmiddelen zullen de galzouten en vetzuren in het lumen van de darm onoplosbaar worden, zodat ze hun schadelijke werking op de mucosacellen van de darm niet meer kunnen uitoefenen.

Deze hypothese is door Van der Meer via vele dierexperimenten aannemelijk gemaakt. Vervolgens hebben interventiestudies bevestigd dat de hypothese ook geldt bij mensen.

Nog recenter is onderzoek van een medewerker uit de groep van Van der Meer, Ingeborg Bovee, dat heeft geleid tot de hypothese dat calciumconsumptie negatief gecorreleerd is met de groei van pathogene bacteriën in de darm. Met andere woorden: calcium kan de consument beschermen tegen darminfecties. Bij infectie van ratten met *Salmonella typhimurium* bleken de dieren die een dieet genoten met een relatief hoog calciumgehalte kolonisatie-resistentie te vertonen, met andere woorden de infectieuze indringer kreeg weinig kans om zich te handhaven. In dieren met een laag calciumgehalte in de voeding kon de salmonella zich veel langer staande houden en ook beter binnendringen tot in de organen. De hypothese is nu nader gespecificeerd: het effect van Ca is te beschouwen als een prebiotisch effect op de endo-

gene flora in de dikke darm die in zijn competitie tegen pathogenen wordt gesteund.

Ik heb de verschillende positieve aspecten van melk, in het bijzonder die van eiwit en calcium, hier gemeld, omdat ik vermoed dat ze niet alom bekend zijn.

Bovendien zal ik over deze aspecten nader uitweiden in de colleges in samenhang met de verwerking van melk en de bereiding van melkproducten. Hoewel er ook anti-nutritionele factoren in melk voorkomen (denk aan lactose-malabsorptie en eiwitallergie), overheersen de positieve gezondheidseffecten dermate uitbundig dat aandacht ervoor meer dan verantwoord is.

Dat mag en moet worden uitgedragen opdat aan de vroegere, terecht gelanceerde slogan "Melk is goed voor elk" recht wordt gedaan.

### **Fermentatie**

De waarde van de grondstof melk is nu voldoende toegelicht. Hoe kan hieraan nog een toegevoegde waarde worden gegeven? Het antwoord op deze vraag is: via fermentatie met microorganismen, die de oudste vorm van biologische intelligentie op aarde zijn.

De fermentatie is door selectie van de juiste microorganismen (of biologische agentia) en toepassing van adequate technologie geworden tot een voorspelbaar en strikt controleerbaar proces, waarmee de grondstof wordt omgezet in een goed verkoopbaar product met gewenste eigenschappen betreffende smaak, textuur, gezondheid en veiligheid.

Bij melk is het meest bekende gefermenteerde product kaas. Yoghurt, kwark, karnemelk en boter behoren ook

tot de gefermenteerde producten. In Nederland wordt tenminste de helft van de geproduceerde melk gebruikt voor de fabricage van gefermenteerde producten. Bij de zuivelfermentaties zijn de belangrijkste biologische agentia de melkzuurbacteriën. We onderscheiden de mesofiele lactococci die worden ingezet bij vooral de kaas- en boterbereiding en de thermofiele lactobacillen, die samen met streptococci de entculturen voor de yoghurtbereiding zijn. Aan de groep van melkzuurbacteriën is in de loop der jaren veel onderzoek gedaan, veelal gedragen door onderzoeksgroepen uit zuivelinstituten en universitaire laboratoria. Binnen Europa is en wordt deze ontwikkeling sterk gestimuleerd via onderzoeksprogramma's als BRIDGE, BIOTECH en STARLAB. Nederland heeft daarbij steeds een leidende rol gespeeld via de groepen bij NIZO en de Universiteit van Groningen.

De kennis over de genetica, fysiologie, metabolisme en applicatie van de verschillende typen melkzuurbacteriën is door deze onderzoeksinspanningen zeer uitgebreid. De processen die bij de bereiding van zuivelproducten essentieel zijn, worden goed gekend. Bij de bereiding van kaas gaat het om de omzetting van eiwit, lactose en vet die moet leiden tot een smakelijk en goed getextureerd product.

Tijdens de rijping van kaas wordt caseïne via proteolyse omgezet tot peptiden en vervolgens met behulp van peptidases tot aminozuren. Chymosine, het actieve bestanddeel van stremsel, en het proteolytische systeem van de melkzuurbacteriën spelen hierbij de sleutelrol. Het metabolisme van lactose, waarbij voornamelijk melkzuur wordt gevormd, vindt vooral in de beginfase van de rijping plaats. Het vetmetabolisme speelt bij de

semi-harde kaassoorten niet zo'n gewichtige rol, hoewel die niet moet worden onderschat. De eigenlijke smaak- en aromavorming vindt in de laatste fase plaats, waarbij de producten van proteolyse, lipolyse en afbraak van lactose en citraat afzonderlijk of met elkaar verdere reacties aangaan. Recent onderzoek, o.a. bij NIZO, heeft aan het licht gebracht dat ook in deze fase de melkzuurbacteriën een belangrijke rol spelen.

In het algemeen kan gezegd worden dat de uitgebreide kennis over melkzuurbacteriën veel mogelijkheden verschaft voor hun gerichte applicatie in de zuivelindustrie. De precisie waarmee keuzes kunnen worden gemaakt om het rijpingsproces te sturen, is aanzienlijk vergroot. Bovendien is het aantal bruikbare starterorganismen sterk toegenomen. Continuering van het onderzoek met gebruikmaking van alle moderne technologieën zal nieuwe uitdagingen ten behoeve van product-differentiaties bieden.

### **Gefermenteerde melkproducten**

Al eeuwen hebben gefermenteerde melkproducten (yoghurt-achtige producten) het imago van goed voor de gezondheid, van verbetering van het welzijn tot verlenging van levensduur toe. Er is het bekende verhaal uit de 16e eeuw van koning Frans I van Frankrijk die leed aan een aanhoudend malfunctioneren van zijn darmstelsel. Na een aantal mislukte behandelingen liet hij een Turkse geneesheer ontbieden. Deze bracht schapen en een geheim recept voor een gefermenteerd melkproduct mee. De koning genoot van dit product en genas spoedig van zijn darm-ongerief.

De wetenschappelijke interesse voor dit fenomeen begon

veel later en wel in het begin van deze eeuw toen Elie Metchnikoff, een Nobelprijswinnaar en bioloog aan het Institute Pasteur te Parijs, als eerste suggereerde dat lactobacillen malfuncties in het gastro-intestinale metabolisme zouden kunnen tegengaan.

Traditioneel, en voor sommige Europese landen is het een wettelijk vereiste, wordt yoghurt, in kwantiteit het voornaamste gefermenteerde melkproduct, bereid met behulp van de bacteriën *Lactobacillus bulgaricus* en *Streptococcus thermophilus*. Ik gebruik hier de traditionele naamgeving. Vele van de producten op de schappen in de supermarkt bevatten alleen deze bacteriën. Deze organismen zijn bij uitstek toegerust voor groei in melk. Zij beschikken over een complementair arsenaal aan enzymen voor de afbraakroute van lactose als energiebron en voor de proteolyse ter generatie van de bouwstenen ten behoeve van celgroei. Erg belangrijk is daarbij dat deze starter-microorganismen voor de juiste sensorische kwaliteit van het product zorgen: een goede yoghurt met stevige structuur, gewenste zuurtegraad en aangenaam aroma.

De consumptie van yoghurt is in Nederland en Europa tijdens de periode tussen 1982 en 1992 geweldig gestegen. Na deze periode heeft die stijging zich voortgezet. Getallen in de Verenigde Staten en in Japan laten een soortgelijke toename zien.

Dit komt niet alleen door de diversificatie in productaanbod, zoals halfvolle yoghurt, dieetyoghurt en toevoeging van verschillende vruchtenaroma's. De toepassing van de zogenaamde biocultures heeft minstens een even grote bijdrage in de geschetste toename geleverd. De laatste twintig jaar zijn de vroegere ideeën van Metchnikoff

door wetenschappelijk onderzoek uitgediept. Dit heeft geleid tot een wetenschappelijke basis voor het gebruik van probiotica, microorganismen die gezondheidsbevorderende eigenschappen worden toebedacht. Het gaat om bacteriën van de geslachten *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Enterococcus* en *Lactococcus*. Deze worden veelal tezamen met de traditionele yoghurtcultures in melk gekweekt. Er ontstaan dan yoghurts die worden aangeboden als functional foods, die een effect zouden hebben op de fysiologie van de darm ten faveure van het humane welbevinden. De voorbeelden kent u.

Er is een aantal basale vereisten die aan probiotica moeten worden gesteld. Veel waardevol onderzoek in dierexperimenten en in vitro modellen hebben deze vereisten getoetst. Hiermee zijn ook de mechanismen bestudeerd waarop de werking van de probiotica berust. De probiotica moeten bij voorkeur van humane origine zijn. Zij moeten kunnen gedijen in de menselijke darm. Om daar te komen moeten ze resistent zijn tegen maagzuur en de galzouten weerstaan. Om zich te handhaven moeten ze zich kunnen hechten aan de darmwand en zich daar kunnen vestigen. Daarmee verdringen ze de schadelijke bacteriën, mede omdat ze anti-microbiële componenten uitscheiden. Tenslotte moeten de stammen veilig zijn.

Terwijl de probiotica die thans wordt toegepast, veelal aan de hier genoemde vereisten voldoen, ligt het met de validatie van gezondheidseffecten aanzienlijk moeilijker. Wat betreft bijv. het onderdrukken van diarree zijn enkele op zichzelf staande cases bekend, maar klinische proeven met dubbel-blind en placebo controles zijn nog nauwelijks voorhanden. Hetzelfde geldt voor stimulering van het immuunsysteem en verlaging van het cholesterolniveau in het bloed. Om nog maar niet te spreken van



verlaging van het kankerrisico in darm en andere organen. De yoghurt-fabrikant is zich hiervan bewust en zal vooralsnog terughoudend zijn in het hanteren van gezondheidsclaims bij de aanprijzing van zijn producten, hoewel hij het graag anders zou doen.

Een andere nieuwe ontwikkeling is de toepassing van de prebiotica. Dit zijn veelal moeilijk afbreekbare oligosacchariden, die ongeschonden de maag en de dunne darm passeren om in de dikke darm als fermenteerbaar voedsel voor de daar aanwezige nuttige flora te dienen. Prebiotica kunnen naast probiotica in gefermenteerde melk zoals yoghurt aan de consument worden aangeboden.

In de darmflora kunnen we de bifidobacteriën tot de nuttige bacteriën rekenen. Door nu via voedsel bepaalde fructo-oligosacchariden te doseren, verschuift de flora in de richting van bifidobacteriën. Bij voeding van proefpersonen met sucrose ligt het percentage bifido's op 17%, terwijl na toediening van fructo-oligosaccharide dit percentage verschuift naar 82%. Helaas zijn de resultaten van humane experimenten lang niet altijd zo duidelijk als hier weergegeven. Bovendien bestaat er bij de onderzoekers nog geen consensus over de wijze waarop de bacterie-tellingen moeten worden uitgevoerd en geïnterpreteerd. Mijn advies aan de onderzoekers zal zijn om dieper te duiken in achterliggende mechanismen die in de darm tot fysiologische veranderingen leiden die nuttig voor de gezondheid van de consument zijn. Wellicht dat er naast de moeilijk constateerbare populatieverschuivingen in bacteriële flora er andere gemakkelijk meetbare parameters zijn, goed bruikbaar als indicator voor de gezondheidstoestand van de gastheer.

Op het gebied van pro- en prebiotica bestaan veel kansen voor de zuivelindustrie en het is een must dat hier een onderzoeksinvestering plaatsvindt.

De zuivelindustrie maakt producten die bekend staan als zuiver en natuurlijk. Het aureool van zuiverheid vraagt om verantwoord experimenteren in relatie tot gezondheidsclaims. We moeten kunnen blijven zeggen: "Melk en zuivel staan voor basisvoeding, voor zuiverheid en veiligheid, alsmede gezondheid".

Dames en heren,

De zojuist aangehaalde voorbeelden van productgroepen bieden voor de zuivelindustrie veel mogelijkheden om waarde toe te voegen aan de grondstof melk. Ik ben zelf geïnteresseerd om actief onderzoek te entameren, dat basiskennis ontwikkelt van waaruit de vertaalslag naar producten mogelijk is. De ontwikkeling van deze basiskennis zal van zodanig generieke en fundamentele aard moeten zijn, dat deze aan promovendi en studenten kansen en ruimte biedt om hun creativiteit in wetenschappelijk en technologisch onderzoek vorm te geven. Bovendien zou dit onderzoek kunnen aansluiten bij, of passen binnen de kaders van het Topinstituut Voedselwetenschappen.

U begrijpt dat ik het niet kan nalaten over dit instituut iets te zeggen. Het Food Institute, of hoe de naam ook mag worden, past geheel in het tijdperk van de kenniseconomie, waarin we inmiddels zijn beland. De Kennismarkt zal in toenemende mate worden beheerst door hechte multidisciplinaire samenwerkingsverbanden

en netwerken (waaronder “virtuele researchcentra”), gefinancierd door Overheid, de Kennis Infra Structuur en het bedrijfsleven. In “Technologie voor de Maatschappij van Morgen”, samengesteld door de Overlegcommissie Verkenningen onder leiding van Prof. Berkhout, lees ik dat het voor het organiseren van een programma-gestuurd onderzoeksconsortium niet primair gaat om de juiste organisatie, maar vooral om de juiste personen. Zij, de onderzoekers, zijn binnen een organisatie het intellectuele kapitaal, dat garant staat voor de technologische innovatie en creativiteit. In de wereld van het management, wordt hier wel eens de term kennismanagement gehanteerd. Ik ben het met Joseph Kessels eens dat dit op een misconceptie duidt. Processen van kennisverwerving laten zich moeilijk van bovenaf beheersen. Je kunt wel zeggen “werk eens harder”, maar opdragen om een tikje slimmer of creatiever te zijn kan niet goed. Het gaat erom omstandigheden te scheppen, waardoor de creatie en overdracht van kennis geoptimaliseerd worden. We moeten ons sterk maken voor een omgeving waarin mensen nieuwsgierig zijn, waarin zij de sleutelrol kunnen vervullen in het uitwerken van ideeën en verwachtingen binnen het kader van de vage lange-termijn doelstellingen van het hoger management. Deze gedachten van collega Kessels wil ik graag als leidraad nemen bij het concretiseren van een wetenschappelijk programma binnen het Food Institute.

Over het onderwijs in de Zuivelkunde wil ik het volgende opmerken. Van jongs af is melk mij met de papepel ingegeven. Toch ben ik de waarde ervan pas gaan inzien toen ik als student het vak microbiologie trachtte te doorgronden. Bestudering van melk en zuivelproducten

onder leiding van mijn leermeester Kingma Boltjes maakten mij veel duidelijk over de gedragingen van bacterie- en schimmelsoorten. Daarbij ging het zowel om bederf en ziekte-veroorzakende microorganismen als om de nuttige melkzuurbacteriën. Tegelijkertijd ontdekte ik dat in melk eveneens vele biochemische lessen zitten. Later zag ik in dat zuivel ook een uitbundig terrein is voor de fysicus en de procestechnoloog. In mijn huidige positie als hoogleraar in de zuivelkunde zie ik het als een van mijn taken om verbanden te leggen tussen genoemde disciplines via het onderwijs. Omdat mijn tijd aan de universiteit beperkt zal zijn, nodig ik mijn collega's uit de voor hun vakgebied karakteristieke aspecten van melk en zuivelproducten aandacht te schenken. Daarbij doel ik ook op onderwijs in de kwaliteitskunde en producttechnologie. Dat biedt mij de mogelijkheid om het zuivelonderwijs op een voldoende wetenschappelijk en technologisch niveau te handhaven. Ik zie uit naar de inspirerende contacten met de studenten van deze universiteit.

Meneer de Rector, leden van de benoemingscommissie, Ik ben erkentelijk voor het door u getoonde vertrouwen in mij dat heeft geleid tot mijn benoeming. Ik aanvaard de verantwoordelijkheid om mijn bijdrage te leveren in de educatie van de toekomstige technologen voor de bedrijfstak levensmiddelen en zuivel.

Het Bestuur en de directie van de Stichting Zuivel, Voeding en Gezondheid heeft destijds het initiatief genomen tot instelling van de bijzondere leerstoel Zuivelkunde aan deze universiteit. Bovendien stellen zij middelen beschikbaar om de uitvoering van de werk-

zaamheden, waaronder het verrichten van onderzoek, mogelijk te maken. Mag ik u mijn waardering tonen en mijn dank uitspreken.

Geacht Bestuur van NIZO en waarde collega directeur  
Juriaanse, beste Ad,

Mede, het is wellicht beter te zeggen vooral, door uw en  
jouw toedoen is het mogelijk geworden dat ik als inter-  
mediair mag functioneren tussen NIZO, ons weten-  
schappelijk en technologisch bolwerk op het terrein van  
zuivelonderzoek, en de Landbouwniversiteit. Ik denk  
dat daarmee de band die al sinds vijftig jaar tussen beide  
bestaat, nog concreter wordt bevestigd.

Waarde collega's van NIZO,

Ik vertrouw erop dat ik straks een beroep op u mag doen  
om een steentje bij te dragen bij de opleiding van de stu-  
denten. In feite vinden al vele studenten en afgestudeer-  
den een geschikte plaats bij u in het kader van hun afstu-  
deervak of promotie. Uw inzichten in vele aspecten van  
melk en haar verwerking zou ik bij hun opleiding  
ongarne missen.

Waarde collega's van de Landbouwniversiteit,

Of u nu bij faculteit, departement, divisie, sectie, vak-  
groep, leerstoelgroep, onderzoekschool of welke eenheid  
danook bent in te delen, hier op het podium of daar in  
de zaal, ik hoop op een vruchtbare samenwerking in  
genoemd onderwijs en onderzoek.

Waarde Walstra, beste Pieter,

Het is voor mij een eer om stappen te zetten in het voet-  
spoor dat jij al sinds lange tijd op de

Landbouwniversiteit hebt uitgezet. Jouw zorg en inzet voor het zuivelonderwijs is groot en jouw enthousiasme voor het zuivelonderzoek is bijkans ontembaar. Hartelijk dank voor de wijze waarop jij vele van je ervaringen op mij hebt overgedragen.

Lieve Els, samen hebben we een redelijk evenwicht gevonden tussen mijn wetenschappelijk werk en andere belangrijke zaken in het leven. Ik weet dat ik ook bij deze nieuwe taak op je mag rekenen om samen dit evenwicht te handhaven. Dank voor jouw steun.

Beste zonen en schoondochters, onze wederzijdse belangstelling is voor mij bijzonder waardevol. De wegen die jullie gaan door het leven, over de wereld en in de wetenschap verbreden steeds weer mijn horizon.

Ik heb gesproken.

## **Referenties**

A.J. Berkhout, P.F. Wouters & H. Schaffers. 1997. Technologie voor de Maatschappij van Morgen. Overlegcommissie Verkenningen. Min. OC&W, Den Haag.

C. Boschma, J.M. de Groot, G. Jansen, J.W.M. de Jong & F. Grijzenhout. 1998. Meesterlijk vee. Uitgeverij Waanders, Zwolle.

G.J. Hiddink & W. van Koningsbruggen. 1997. Zuivel, Voeding en Gezondheid. Stichting Zuivel Voeding & Gezondheid, Maarssen.

- C. Holt. 1994. The biological function of casein? Yearbook Hannah Research Institute. 60-68.
- J. Kessels. 1997. Het gevaar van kennismanagement. Consence, juni 10-11.
- B.M. Mackey & G.R. Gibson. 1997. Beyond the fork. S G M Quaterly 24, 56-57.
- V.M. Marshall & A.Y. Tamime. 1997. Starter cultures employed in the manufacture of biofermented milks. International Journal of Dairy Technology. 50, 35-41.
- H. Meisel, A. Goepfert & S. Günther. 1997. ACE-inhibitory activities in milk products. Milchwissenschaft 52, 307 -311.
- C.J. Saloff-Coste. 1997. Health benefits of fermented milks and probiotics: An overview. Danone World Newsletter 15, 2-8.
- B. Schannong. 1997. School milk. Tetra Pak Marketing Services AB. Lund.
- E. Schlimme & W. Buchheim. 1995. Milch und ihre Inhaltstoffe. Verlag Th. Mann. Gelsenkirchen.
- Stichting Zuivel Voeding & Gezondheid. 1997. Nutritional quality of proteins. European Dairy Association, Brussel.