

OP FUNCTIONELE WIJZE NAAR EEN GEZONDE TOEKOMST

door prof.dr. W.M.F. Jongen



Inaugurele rede uitgesproken op 27 april 1995 bij de
aanvaarding van het ambt van hoogleraar Levens-
middelentechnologie aan de Landbouwniversiteit te
Wageningen

100

710

OP FUNCTIONELE WIJZE NAAR EEN GEZONDE TOEKOMST

Inleiding

Mijnheer de rector magnificus, dames en heren,

De titel van mijn voordracht luidt:

"Op functionele wijze naar een gezonde toekomst"

Ik heb hiermee een aantal zaken tegelijkertijd willen verwoorden. Om te beginnen is de Geïntegreerde Levensmiddelentechnologie een vakgebied waarbinnen functionele benaderingswijzen en systemen ontwikkeld worden. Met functioneel bedoel ik in dit verband een oog gericht op wensen van de consument en het andere oog gericht op de technologische mogelijkheden. Door met beide ogen tegelijk te kijken en ook nog gecoördineerd ontstaat een samenhangend beeld. "Gezond" is een term die men dagelijks in de media kan tegenkomen. Het is een natuurlijke wens van ieder individu om zo lang mogelijk gezond door het leven te gaan.

Een duidelijk voorbeeld hiervan is het verhaal van de journalist Theo Richel. Deze zocht in 1987 voor een VPRO programma als "Het Proefkonijn" deskundigen op om hun hulp te vragen bij zijn streven om op een gezonde wijze 120 jaar oud te worden. De resultaten van zijn naspeuringen waren wekelijks via het radio-programma "Het Gebouw" te beluisteren. Een van de zaken waar hij zijn aandacht op richtte was de relatie tussen Voeding en Gezondheid. Al in die tijd besloot hij een "Total Diet" benadering te volgen en hij nodigde mij uit om met hem een maaltijd te gebruiken in een exclusief restaurant. Tijdens die maaltijd moest ik hem dan uitleggen welke factoren in de etenswaren die voor ons op het bord lagen van belang waren ter voorkoming van het krijgen van kanker. Later in mijn

verhaal zal ik U berichten over de uitkomsten van dit onderzoek.

Op dit moment kan gesteld worden dat de gezondheid en met name het gezond oud worden een van de belangrijke maatschappelijke thema's van de naaste toekomst zullen zijn. Daarbij speelt onze voeding een cruciale rol. Het betreft hier niet alleen de nutritieve factoren zoals de macro- en micro-nutriënten maar ook de non-nutritieve factoren. In de laatste decennia zijn er een groot aantal non-nutritieve factoren geïdentificeerd die de gezondheid van de consument op enige wijze beïnvloeden (Goldberg, 1994).

Ten derde is met het instellen van een nieuwe leerstoel het oog van de universiteit op de toekomst gericht. Dit is, zeker in deze voor de universitaire organisatie moeilijke tijden, zowel een prijzenswaardige als een noodzakelijke houding. Vanuit de historische ontwikkeling van het levensmiddelen-technologische onderzoek gezien is het instellen van de leerstoel ook een logische en natuurlijke ontwikkeling. Ik zal dit nader toelichten.

Historische Ontwikkeling Levensmiddelentechnologie

In de strijd voor overleving is door de mens van oudsher een belangrijk deel van het bestaan besteed aan het verkrijgen en veilig stellen van voedsel. Het ontstaan van de landbouw vormt misschien wel de belangrijkste stap vooruit in de menselijke geschiedenis. De volledige afhankelijkheid van de voortbrengselen van de natuur begon plaats te maken voor een zekere beheersing van die natuur. Door een voortdurende toename in de produktiviteit werd het

mogelijk voedsel te bewaren en ontstonden er allerlei verwerkingsprocédé's. Daarnaast werd voedsel gebruikt als middel voor ruilhandel. Hierdoor ontstond grootschalige bereiding en specialisatie en, in een latere fase, ook industrialisatie. Deze industrialisatie was grotendeels gebaseerd op specialisatie in een bepaalde produktgroep. Het vakgebied levensmiddelentechnologie heeft zich dan ook langs die lijnen ontwikkeld. De aanpak kenmerkte zich door twee dingen: een produktgerichte benadering en een grote mate van empirie. Men was wel in staat om middels een "trial and error" benadering problemen tot een oplossing te brengen. Door gebrek aan inzicht in de achterliggende processen was men echter niet in staat om bij proces- en produktontwikkeling het gedrag van levensmiddelen te voorspellen. Ik zou deze periode als de eerste fase van het levensmiddelentechnologisch onderzoek willen kenschetsen. Al vrij snel groeide het inzicht dat fundamentele kennis over de achterliggende processen nodig was voor een succesvolle verdere ontplooiing van het vakgebied. Dit heeft geleid tot de tweede fase in deze ontwikkeling, nl. de disciplinaire benadering. Vooral de levensmiddelenchemie, -natuurkunde en microbiologie en de kennis van de elementaire bewerkingen, later uitgegroeid tot de proceskunde, hebben hierin belangrijk bijgedragen. Deze periode is erg succesvol geweest en heeft een belangrijke rol gespeeld bij het voorzien van de consument van veilige levensmiddelen van goede kwaliteit voor een redelijke prijs.

Echter ook deze benaderingswijze kent haar beperkingen. De ontwikkeling van de diverse disciplines binnen het vakgebied verliep langs autonome lijnen d.w.z. dat ze goeddeels hun eigen weg gingen. De op het niveau van produktontwikkeling zo noodzakelijke

integratie van de disciplinaire benadering heeft gedurende deze periode te weinig aandacht gekregen. Door de continu toenemende complexiteit van het vraagstuk van produktkwaliteit ontstond echter nadrukkelijk de behoefte aan een terugkeer naar een produktgerichte benadering, de derde fase. Daarbij zijn voor het huidige bedrijfsleven twee zaken van eminent belang: (1) constante produktkwaliteit en (2) continue vernieuwing van produktaanbod. Dit heeft alles te maken met de snel veranderende situatie in de markt. In die veranderende markten springen een aantal zaken in het oog die ik hier kort wil noemen.

- Als gevolg van te hoge produktieniveau's treedt er marktverzadiging op van zowel grondstoffen als levensmiddelen. In de meeste westerse landen lijkt de calorische inname een verzadigingspunt te bereiken.
- We hebben te maken met belangrijke demografische veranderingen zoals de vergrijzing, de samenstelling van huishoudens en de daarmee samenhangende veranderingen in voedingspatronen.
- De kennisvermeerdering als gevolg van wetenschappelijke ontdekkingen en verbeterde analysemethoden zullen de eisen die aan de kwaliteit van levensmiddelen worden gesteld steeds aanscherpen.
- De rol van de consument wordt steeds belangrijker. In het algemeen is hij beter opgeleid en geïnformeerd en stelt hogere eisen ten aanzien van

produktkwaliteit en -aanbod. Daarnaast is de perceptie van kwaliteit door de consument sterk veranderd. Produktacceptatie hangt niet alleen meer af van de produktkwaliteit zelf maar wordt mede bepaald door de produktiewijze.

- De produktaansprakelijkheid van de fabrikant van levensmiddelen houdt niet op bij de fabriekspoort maar strekt zich heden tendage uit tot de consument.

De Geïntegreerde Levensmiddelentechnologie Aan De Landbouwniversiteit Wageningen

Aan de LUW zijn deze ontwikkelingen al een aantal jaren geleden onderkend hetgeen heeft geresulteerd in het instellen van buitengewone leerstoelen op het gebied van de kwaliteitskunde, de produktontwikkeling en verpakking van levensmiddelen. Dit zijn vakgebieden die vanuit hun aard interdisciplinair zijn en vragen om een geïntegreerde benadering. Met de instelling van de leerstoel Geïntegreerde Levensmiddelentechnologie heeft deze benadering een nieuwe impuls gekregen.

Een wezenlijk verschil met de eerste fase in de ontwikkeling van het levensmiddelentechnologisch onderzoek is echter dat de produktgerichte benadering nu in belangrijke mate kan, en ook moet, steunen op disciplinaire kennis. Daardoor is het perspectief op het ontwikkelen van geïntegreerde systemen met een voorspellende waarde veel beter geworden. Binnen de vakgroep Levensmiddelentechnologie heeft van oudsher een structuur bestaan waarin naast de aanwezigheid van disciplinair gerichte leerstoelen zoals de Chemie, de Microbiologie en de Natuurkunde de

produktgerichte benadering invulling heeft gekregen via de leerstoel Zuivelkunde. Met het invullen van de nieuwe leerstoel zal de produktgerichte benadering uitgebreid worden naar andere grondstoffen en eindprodukten. Voor een goede invulling van het vakgebied is het van groot belang dat, naast de bestaande infrastructuur binnen de vakgroep, de leerstoel is ingebed in een werkomgeving waar aan de ene kant kennis aanwezig is over grondstofeigenschappen en -kwaliteit en anderzijds kennis over voedingskundige aspecten, de werking van de markt en de rol van de consument. De Landbouwuniversiteit beschikt over een, in dit opzicht, unieke infrastructuur. Ook de onderzoekschool VLAG vormt, via de daarin samenwerkende onderzoeksgroepen en instellingen, een uitstekend forum voor het ontwikkelen van geïntegreerde onderzoeksprogramma's.

Ik hoop dan ook op een goede samenwerking met de belendende vakgroepen, een samenwerking die met de vakgroep Bedrijfskunde binnen het werkgebied van de Kwaliteitskunde al uitstekend gestalte heeft gekregen.

Als ik probeer het werkgebied van de Geïntegreerde Levensmiddelentechnologie te omschrijven moet ik beginnen met onderscheid te maken tussen een drietal werkniveau's. Ze zijn in de tabel samengevat.

NIVEAU VAN INTEGRATIE

Werkveld

BEDRIJF

Proces-systeemanalyse

Kwaliteitskunde

Produktontwikkeling

PRODUKT

Verpakken

Objectiveren van Kwaliteit

Kwaliteitsmodellering

PRODUKTASPECT

Veiligheid

Gezondheid

Houdbaarheid

Versheid

Smaak

Textuur

Voedingswaarde

Uiterlijk

Op het bedrijfsniveau hebben we te maken met werkvelden zoals de systeemanalyse van productieprocessen, de kwaliteitskunde en de produktontwikkeling. Op het produktniveau hebben we te maken met het verpakken van levensmiddelen, het objectiveren van kwaliteit en het ontwikkelen van systemen voor kwaliteitsmodellering. In deze werkvelden zal integratie van relevante aspecten plaatsvinden door de produktiekolom heen. Ik zal dit aanduiden met **verticale integratie**. Op het niveau van produktaspecten zijn er belangrijke kwaliteitsdeterminanten zoals smaak, textuur, houdbaarheid, versheid, veiligheid en

gezondheid. Integratie op produktaspectniveau betreft dan de **horizontale integratie** d.w.z. integratie tussen disciplines. In het vervolg van mijn verhaal zullen enkele van de genoemde werkvelden nader onder de loep genomen worden.

Kwaliteitskunde

Het denken over kwaliteit heeft in de loop van deze eeuw nogal wat veranderingen ondergaan. Oorspronkelijk was kwaliteitsbeheersing gebaseerd op controle door afnemers en het vakmanschap van de producent. Later werd dit uitgangspunt vervangen door controle binnen het bedrijf. Het oprichten van kwaliteitsdiensten binnen de bedrijven was er dan ook voornamelijk op gericht om het risico van leveranties van slechte materialen te verminderen. Na de tweede wereldoorlog namen de Japanners de leiding in het kwaliteitsdenken over en plaatsten het in het kader van preventie. Hierbij zijn de bijdragen van onderzoekers zoals Juran (8) en Deming (3) van onschatbare betekenis geweest. In de hedendaagse situatie is in het bedrijfsleven het denken over kwaliteit een onmisbare schakel geworden in het productieproces. Een goed voorbeeld hiervan is de ontwikkeling van het concept voor HACCP voor microbiële kwaliteit van levensmiddelen. Dit type benadering leent zich uitstekend voor toepassing op andere kwaliteitsdeterminanten van levensmiddelen uitmondend in systemen van Total Quality Management. Hier ligt een uitdaging voor de kwaliteitskundigen. Het is dan ook van groot belang dat bij een opleiding tot levensmiddelentechnoloog in ruime mate aandacht wordt besteed aan de Kwaliteitskunde. Daarbij denk ik ook aan implementatie en toepassing van ISO-systemen. Natuurlijk is het zo dat

de levensmiddelentechnoloog in staat moet zijn tot het implementeren en toepassen van nauw omschreven protocollen. Veel belangrijker is echter dat diezelfde levensmiddelentechnoloog in staat is om vanuit een gedegen produkt- en proceskennis de zich voordoende vragen en problemen op een creatieve wijze aan te pakken en op te lossen. In het onderwijs dient met name aan laatstgenoemd aspect blijvend aandacht besteed te worden.

Produktontwikkeling

Bij de ontwikkeling van een nieuw produkt worden de wensen van de potentiële consument in eerste instantie in kwalitatieve termen weergegeven. De daaruit voortvloeiende produktkenmerken dienen in kwantitatieve termen te worden beschreven. Kwantitatieve termen die meetbaar zijn en waar specificaties en toleranties aan kunnen worden opgehangen. Het kunnen vertalen van kwalitatieve eisen in meetbare grootheden is dus een onmisbare eigenschap van de produktontwikkelaar. Produktontwikkeling omvat echter veel meer zaken dan alleen bovengenoemd aspect. Ik noem hier slechts enkele zoals het identificeren van technologische barrières, voedingskundige kennis, materiaal-kennis, kennis van regelgeving, kennis van consumentenpreferenties en marketing en bedrijfseconomische aspecten. De kracht van de produktontwikkelaar zit in het vermogen tot combineren en integreren.

Eigenschappen als flexibiliteit en communicatief vermogen zijn dan ook onmisbaar.

De ontwikkeling van nieuwe voedingsmiddelen betekent voor bedrijven vaak kostbare investeringen in geld en mankracht. De cijfers wijzen uit dat de succesratio tamelijk klein is. Keuning (11) becijfert

dat de tijdschaal van idee tot produkt gemiddeld zo'n 7-10 jaar beloopt waarbij van het beginaantal ideeën maar een fractie overblijft. De helft van de produkten overleeft de testmarkt niet. Meer dan 20% van nieuw gelanceerde produkten sneuvelt binnen drie jaar en na vijf jaar is minder dan 20% van de produkten nog op de markt. Produktontwikkeling in de levensmiddelen-industrie is op dit moment nog veel "trial and error". De historie van de produktontwikkeling laat zien dat er sprake is van een aantal generaties van produkten waarbij de kwaliteitseisen in de tijd in complexiteit zijn toegenomen. Voor de eerste generatie produkten was het belangrijkste criterium het verlengen van de houdbaarheid en het voorkomen van bederf. De tweede generatie had als kenmerk dat nu ook aan voedingskundige aspecten en smaak eisen gesteld werden. Aan de huidige, derde, generatie is "gezondheidsbevorderend" als kwaliteitscriterium toegevoegd. Toekomstige ontwikkelingen zullen een grote invloed hebben op de richting van de produktontwikkeling in de levensmiddelenindustrie. Vanzelfsprekend is het niet mogelijk exact aan te geven welke nieuwe produkten succesvol zullen zijn in de markt van de toekomst. Het is echter wel mogelijk een aantal trends aan te geven die mede richtinggevend zullen zijn. Fuller (4) maakt hier een onderscheid in drie categorieën.

1. Sociale aspecten.
2. De wetenschappelijke en technologische ontwikkelingen.
3. Veranderingen in de markt.

ad 1.

- De veranderingen in produktacceptatie door de consumenten zullen leiden tot een grotere invloed van milieufactoren. Duurzaamheid zal als factor moeten worden geïntegreerd in toekomstige concepten van produktontwikkeling.
- De vraag naar natuurlijke en verse produkten zal nog verder toenemen.
- De demografische veranderingen zoals de samenstelling van de bevolking en de gezinsgrootte en -samenstelling zullen hun invloed hebben op zaken als gebruiksgemak en portiegroottes.

ad 2.

- De nieuwe biotechnologie zal in de toekomst een steeds belangrijker rol gaan spelen bij de produktie van levensmiddelen met nauw omschreven eigenschappen. Ofschoon de biotechnologie al van oudsher een belangrijke rol speelt bij de bereiding van levensmiddelen zoals bij fermentatieprocessen is het van groot belang te bedenken dat consumentenacceptatie van nieuwe biotechnologie niet vanzelfsprekend is. Ze hangt sterk af van het voordeel dat de consument hierin ziet voor zichzelf.

ad 3.

- Ongetwijfeld is het voorspellen van de veranderingen in de markt een hachelijke zaak. Niettemin zijn er nu reeds een aantal trends waarneembaar die in de toekomst gevolgen zullen hebben voor die markt. Ik wil hier slechts een paar noemen.
- Een belangwekkende ontwikkeling is het zgn. "Grazen" waarbij het nuttigen van een hoofdmaaltijd wordt vervangen door het eten van tussen-doortjes.

- Het belang dat de consument stelt in zijn gezondheid zal het belang van gezondheid als kwaliteits-determinant van levensmiddelen verder doen toenemen en de marktperspectieven voor levensmiddelen met een gezondheidsclaim doen groeien.
- De invloed van etnische minderheden zal toenemen met als gevolg het ontstaan van markten voor exotische produkten.

Binnen dit kader is het niet vreemd te konstateren dat een belangrijk deel van de afgestudeerde levensmiddelentechnologen een bestaan als produktontwikkelaar in het bedrijfsleven heeft opgebouwd. Tevens dringt zich de vraag op wat de rol van een universitaire opleiding levensmiddelentechnologie zou moeten zijn. Op grond van het voorgaande kom ik tot de conclusie dat het vakgebied van de produktontwikkeling in de toekomst meer aandacht verdient in onderwijs en onderzoek.

Verpakken

Op het niveau van het produkt komen we het vakgebied van het verpakken tegen. De verpakking van een levensmiddel is een essentieel onderdeel van het totale produkt. De verpakking vervult een groot aantal functies zoals het omvatten, informatiedrager, doseringsmiddel en het verduurzamen van het produkt. Met name op het gebied van verduurzaming door het gebruik van semi-doorlaatbare verpakkingsmaterialen gaan de ontwikkelingen op dit moment erg snel. Daar komt bij dat de verminderde acceptatie van specifieke verpakkingsmaterialen zoals PVC door de consument zal leiden tot de ontwikkeling van andere verpakkingsmaterialen zoals de bio-afbreekbare

plastics die zijn gebaseerd op plantaardige grondstoffen. Om deze ontwikkeling in een aantal trefwoorden samen te vatten: Milieubelasting, hergebruik en uitputting van grondstoffen. Het model dat Kooijman (12) heeft opgesteld voor analyse van de levenscyclus van verpakkingsmaterialen is een uitstekend voorbeeld van een integratie van functionele eigenschappen en milieu eisen.

Daarnaast zullen zowel consumenten als detailhandel nieuwe eisen stellen aan de verpakking zoals, kleinere portiegroottes, minder ruimte in schap, sterk en gemakkelijk te openen, welke in tegenspraak kunnen zijn met bovengenoemde aspecten. Om deze uitdagingen adequaat tegemoet te treden dient de levensmiddelen-technoloog getraind te zijn in het integreren van de rol van de verpakking als essentieel deel van de productkwaliteit.

De Produktieketens

Verticale integratie

De traditionele benadering van de produktiekolom werd gekenmerkt door twee zaken. Het eenrichtingsverkeer van grondstof tot eindprodukt en de definitie van kwaliteit. Het uitgangspunt van denken was en is in een aantal situaties nog steeds gebaseerd op produktiviteit en produktiekosten. Door de diverse schakels in de keten werden en worden vaak verschillende definities van kwaliteit gehanteerd die soms conflicteerden met een goede kwaliteit van het eindprodukt. Met het optreden van marktverzadiging en de snelle veranderingen in consumentenpreferenties wordt de rol van de consument veel belangrijker. De nadruk bij de produktie verschuift dan ook nadrukkelijk van produktiviteit naar kwaliteit. Deze ontwikkelingen

maken het noodzakelijk te komen tot kwaliteitsbeheersing in de gehele produktieketen. Om dit te realiseren is een andere benadering van de produktieketen een noodzaak. Kennis van de markt en consumentenpreferenties is hierbij uitgangspunt. Als eerste stap in deze benadering dient dan ook definiëring van de gewenste produktkwaliteit plaats te vinden. Met dit gegeven als uitgangspunt kan dan worden nagegaan hoe de procesvoering bij de produktbereiding geoptimaliseerd kan worden en wat de bandbreedtes zijn voor specifieke kwaliteitsdeterminanten. Op grond van deze kennis zijn we dan in staat om de eisen die we aan de grondstof willen stellen te definiëren. Op deze wijze worden grondstofsamenstelling en -eigenschappen rechtstreeks gekoppeld aan de kwaliteit van het eindprodukt. Ook kan via deze benadering onderscheid gemaakt worden tussen de mogelijkheden om via adequate procesvoering de gewenste produktkwaliteit te bereiken en de opties voor optimalisatie van grondstofeigenschappen b.v. via de biotechnologie.

Ik wil met name nog even de grondstof nader onder de loep nemen. Voor alle plantaardige produkten geldt dat tijdens de teelt de kwaliteitsopbouw plaatsvindt en in de na-oogst fase beperking van kwaliteitsverlies de belangrijkste doelstelling is. Kennis van de kwaliteitsopbouw tijdens de teelt b.v. in relatie tot teeltomstandigheden, oogsttijdstip en rasverschillen is van groot belang voor de produktie van levensmiddelen met een constante kwaliteit.

Kwaliteitsverlies wordt veroorzaakt doordat het oogsten van produkten in feite al een vorm is van opgelegde stress. De omstandigheden tijdens de na-oogst fase zijn dan ook essentieel voor de houdbaarheid en kwaliteit, ook van de verwerkte produkten. We hebben het hier eigenlijk steeds over levende

produkten die ademen en die metabool actief zijn. De samenstelling van plantaardige grondstoffen en de daarmee samenhangende verwerkingskwaliteit is dan ook sterk afhankelijk van die metabole processen. Onderzoek in deze richting dient gericht te zijn op het verkrijgen van meer kennis over genoemde processen van kwaliteitsverlies.

Voor het opzetten en implementeren van een keten-gerichte benadering is dus nodig dat we over methoden beschikken die kwaliteit kunnen meten en houdbaarheid voorspellen. Daarnaast dienen er methoden te komen waarmee grondstofsamenstelling en -eigenschappen en de kwaliteit van het eindprodukt bepaald kunnen worden in relatie tot het verwerkings-procedé.

Optimale Produktkwaliteit

Wat is een optimale produktkwaliteit nu eigenlijk?

Aan het begrip kwaliteit van een produkt wordt vaak nogal een uiteenlopende inhoud gegeven. Ik wil beginnen met het laatste gedeelte van de term d.w.z. de vraag wat produktkwaliteit nu eigenlijk is.

Oorspronkelijk werd de term kwaliteit alleen in verband gebracht met de hoedanigheid en eigenschappen van waren. Een belangrijke stap vooruit in het kwaliteitsdenken is gegeven door Juran (8) die kwaliteit definieerde als "Quality is fitness for use". Dit betekende een uitbreiding van het begrip kwaliteit naar de kwaliteit van de voortbrengende arbeid.

Tevens wordt het kwaliteitsdenken hier niet meer alleen bepaald door controle maar wordt ook het begrip preventie geïntroduceerd. Door van de Berg (2) is deze definitie uitgebreid en vertaald in "Kwaliteit is voldoen aan de verwachtingen van de

gebruiker". Deze omschrijving geeft twee belangrijke zaken aan. Ten eerste is de consument hier uitgangspunt van het denken over kwaliteit en ten tweede geeft de term verwachtingen uitstekend aan dat de consument niet met vast omschreven specificaties werkt. Uitgangspunt van mijn benadering is dan ook die consument. Die heeft vanzelfsprekend zijn eigen opvattingen over produktkwaliteit. Bovendien bestaat *dé* consument niet. Er is ook geen gemiddelde consument. Er is wel een specifieke consument die in een specifieke situatie en op een bepaald tijdstip een specifieke behoefte heeft waarop de producent kan reageren.

Ik wil hier nog even terugkomen op "Het Proefkonijn". Tijdens genoemd gesprek over voeding en kanker bleek na een tijd dat aan een belendend tafeltje een dame zich zichtbaar zat te ergeren aan ons gesprek. Op een gegeven moment kon ze zich niet meer inhouden, stond op en kwam naar onze tafel: "Kanker, kanker, kunnen jullie over niks anders meer praten? Jullie hebben mijn eetlust volledig bedorven." Onze uitleg dat het hier een wetenschappelijk experiment betrof ten behoeve van een radio-programma vermocht niet haar te kalmeren. Eten heeft ook veel met emoties te maken en de wetenschapper dient zich te realiseren dat zijn belevingswereld en die van de consument soms mijlen ver uit elkaar liggen. Overigens heeft die maaltijd mij uitstekend gesmaakt.

De consument koopt en consumeert een produkt om een aantal redenen. Voor een belangrijk deel hebben die betrekking op de eigenschappen van het produkt.

Voor een ander deel hebben die ook betrekking op de produktiewijze.

Ik wil hiervoor de termen intrinsiek en extrinsiek gebruiken. Intrinsieke factoren hebben betrekking op fysieke produkt-eigenschappen zoals smaak, textuur en houdbaarheid, factoren die als zodanig direct en/of indirect meetbaar zijn.

Een levensmiddel heeft als zodanig geen kwaliteit.

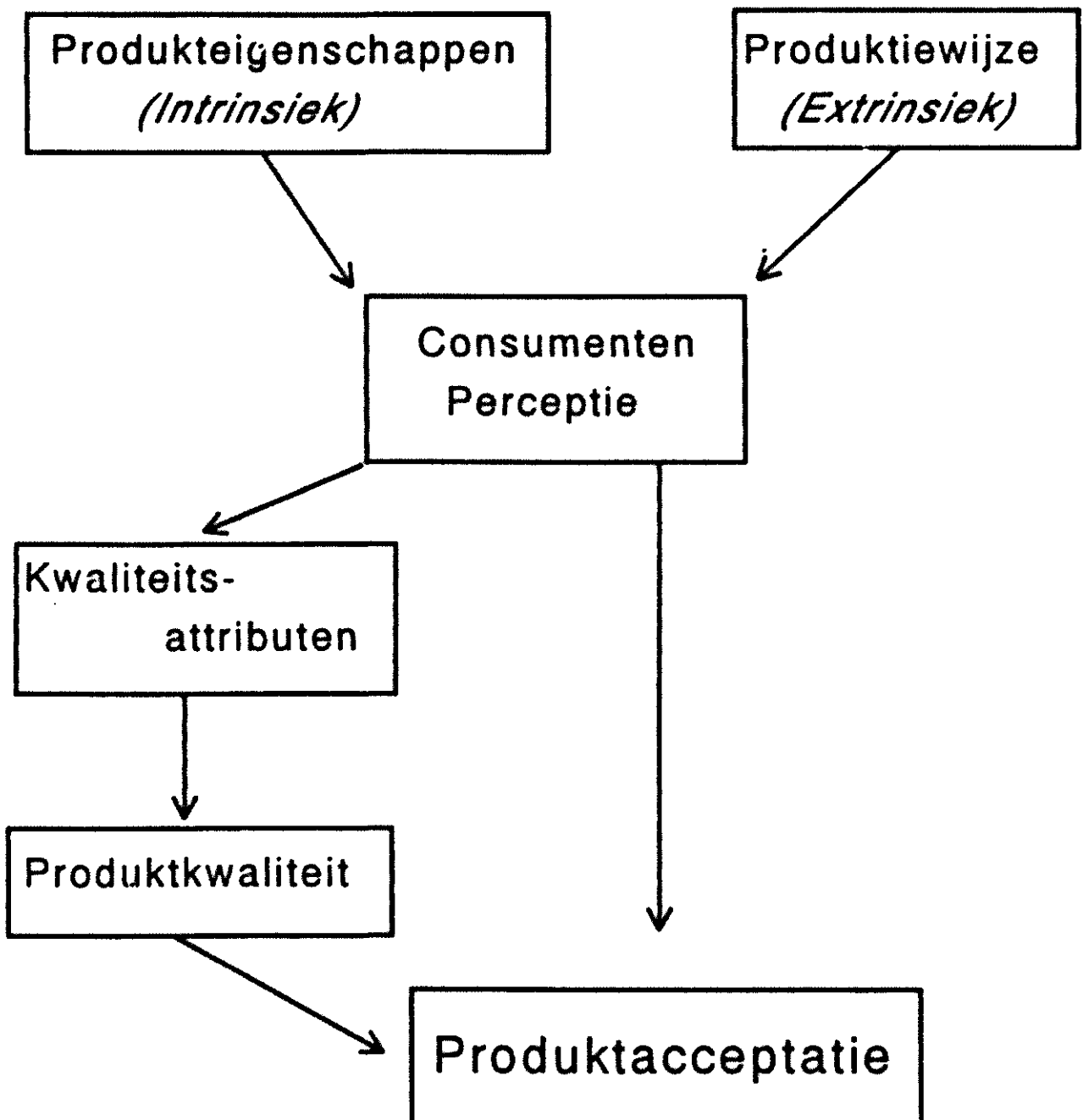
Een levensmiddel heeft wel fysieke eigenschappen, anders gezegd intrinsieke factoren. Deze factoren worden door de consument vertaald in kwaliteits-attributen. Een voorbeeld hiervan is de textuur van een produkt. Fysisch-chemisch gezien kan de textuur worden gedefinieerd in termen van celwandsamenstelling en structuur. De consument heeft het over zaken als knapperig, melig en taai. Zo zijn er een aantal andere attributen zoals smaak, voedingswaarde, houdbaarheid, versheid, veiligheid, uiterlijk en gezondheid. Deze attributen gezamenlijk bepalen de uiteindelijke produktkwaliteit.

Extrinsieke factoren hebben betrekking op de manier waarop het levensmiddel is voortgebracht zoals het gebruik van bestrijdingsmiddelen, het type verpakkingsmateriaal, een specifieke verwerkingstechnologie of het gebruik van genetisch gemodificeerde organismen bij de produktie van ingrediënten. Ze hebben geen directe invloed op de produkteigenschappen maar kunnen van doorslaggevend belang zijn bij de keuze van de consument.

Het totaal aan intrinsieke en extrinsieke factoren bepaalt uiteindelijk de produktacceptatie door de consument.

De Geïntegreerde Levensmiddelentechnologie richt zich hierbij op de bijdrage van de intrinsieke factoren.

DEFINIERING PRODUKTKWALITEIT



Dit brengt mij tot het eerste gedeelte van de vraag nl. wat is optimaal?

Wanneer we produktkwaliteit gaan optimaliseren voor een van deze factoren, laten we voor mijn gemak kiezen voor gezondheid dan betekent dit automatisch dat we ook andere produktkarakteristieken beïnvloeden. Indien hiermee niet voldoende rekening wordt gehouden kan het gebeuren dat we een uitermate gezond produkt krijgen dat echter alleen onder dwang geconsumeerd zal worden. Ik wil het voorbeeld van de levertraan noemen. In mijn jonge jaren was het goed gebruik om in de wintertijd iedere dag na het avondeten een lepel levertraan te gebruiken. Het toedienen van deze eetlepel lukte mijn vader pas na een gepast ritueel protest van de zijde van de kinderen. Pas toen er een sinassmaak aan werd toegevoegd werd het een acceptabel produkt. Het ophalen van jeugdherinneringen met vrienden heeft mij geleerd dat deze ervaring door velen is gedeeld. Ik wil hiermee aangeven dat wanneer we streven naar een optimale produktkwaliteit er inzicht zal moeten zijn in de eigenschappen die specifieke produktkarakteristieken bepalen en dat er dus ook inzicht zal moeten zijn in de onderlinge samenhang tussen de verschillende karakteristieken. Kwaliteitsmodellering is hiervoor een goed hulpmiddel.

Het in verband brengen van de onderlinge samenhang tussen bovengenoemde aspecten en hun afhankelijkheid van de voortbrengingsketen is wat ik de geïntegreerde benadering zou willen noemen. Dit brengt mij tot het formuleren van de taak van de leerstoel Geïntegreerde Levensmiddelentechnologie. Die zou als volgt kunnen luiden:

"Het ontwikkelen en beschikbaar maken van functionele benaderingswijzen en kennissystemen voor de ontwikkeling van levensmiddelen met een optimale kwaliteit"

Gezondheid als Kwaliteitsdeterminant

Horizontale integratie

Ik wil nu iets meer in detail ingaan op de benaderingswijze die ik voorsta. Daarbij zal ik gebruik maken van gezondheid als voorbeeld van een belangrijke kwaliteitsdeterminant van levensmiddelen. De gezondheid van een produkt kan niet in absolute termen van goed of slecht gezien worden. Vrijwel ieder voedingsmiddel bestaat uit een ingewikkeld complex van factoren welke ieder individueel en in onderlinge samenhang invloed uitoefenen op het welbevinden van de consument. Sommige van die factoren zijn voornamelijk van belang vanwege hun calorische bijdrage en andere, zoals vitamines en mineralen, leveren een essentiële bijdrage aan het in stand houden van vitale lichaamsprocessen. Natuurlijk zijn er ook componenten waarvan de aanwezigheid minder of zelfs in het geheel niet gewenst is omdat ze de gezondheid op een negatieve manier beïnvloeden. De "wholesomeness" van een voedingsmiddel wordt dus bepaald door het samenspel van gewenste en ongewenste factoren in een complexe matrix. Produktkwaliteit moet dan ook gezien worden als een balans tussen gezondheidsbedreigende en gezondheidsbevorderende factoren. In het onderzoek naar de gezondheid van voedingsmiddelen heeft de aanwezigheid van ongewenste factoren het beeld lange tijd sterk gedomineerd. De hieruit voortvloeiende kennis is veelal gebaseerd op isolatie en identificatie van

specifieke componenten die vervolgens uitgebreid zijn onderzocht in de diverse test-systemen. Op basis van deze benadering is een methode ontwikkeld om de potentiële risico's van de aanwezigheid van ongewenste toevoegingen te schatten. Echter, wanneer diezelfde benadering strikt zou worden toegepast op van nature voorkomende verbindingen zou dit leiden tot het verbieden van de consumptie van een groot aantal voedingsmiddelen. Stelt U zich voor dat de consumptie van aardappelen en afgeleide producten verboden zou worden op grond van hun actuele gehaltes aan glycoalkaloïden, of dat, naar analogie met tabak, de populaire tekenfilmheld Popeye zijn heldendaden niet meer op het TV-scherf zou mogen vertonen op grond van het feit dat spinazie, evenals veel andere bladgroenten, te veel nitraat bevat.

Dit is geen erg logische benadering. Gelukkig worden er op dit moment zowel op nationaal als internationaal niveau allerlei initiatieven ontwikkeld waarbij men bezig is zich te bezinnen op het ontwikkelen van alternatieve methoden voor risicoschatting. Daarnaast is het zo dat de rol van de voedselmatrix een jarenlang onderschat fenomeen is geweest. Dit blijkt uit de spaarzame studies die er zijn gedaan naar de invloed die de voedselmatrix heeft op gewenste of ongewenste biologische activiteit van voedingscomponenten.

Hierbij kwam, zoals je zou verwachten, naar voren dat er talloze interacties plaats kunnen vinden die het voorspellen van de effecten van een voedingsmiddel op basis van effecten van de zuivere verbindingen tot een hachelijke zaak maken (13).

Gelukkig wordt het beeld van het streven naar absolute veiligheid van het voedingsmiddelenpakket de laatste jaren iets genuanceerder. Langzaam maar zeker is duidelijk geworden dat we de gezondheid van ons

voedingsmiddelenpakket moeten beschouwen in het licht van genoemde balansbenadering.

De toegenomen aandacht voor een fysiologische rol van de zgn. non-nutritieve factoren heeft geleid tot een explosie aan gegevens betreffende beïnvloeding van de menselijke gezondheid door deze factoren.

Hautvast (6) spreekt in dit verband van een renaissance in de voedingswetenschappen. Ik zou deze gedachte willen uitbreiden. Niet alleen voor de voedingswetenschappen maar ook voor de levensmiddelentechnologie ligt hier een enorme uitdaging.

Naast de wetenschappelijke uitdaging zijn er ook een aantal maatschappelijke aspecten die verdienen vermeld te worden. We leven in een maatschappij waarin vergrijzing van de bevolking en de daarmee samenhangende toename in de kosten van de gezondheidszorg onvermijdelijk lijkt. Zou het niet mooi zijn als we door verbetering van de kwaliteit van het voedingsmiddelenpakket de kwaliteit van het ouder wordende leven navenant verbeteren. Ik ben ervan overtuigd dat we hier pas aan het begin van een nieuwe serie ontwikkelingen staan en ik voel me hierin gesteund door een recente Japanse publikatie (1). Daarin is een schatting gemaakt van wat, op basis van de huidige inzichten, de potentie is van verbetering van ons voedingsmiddelenpakket en hoe dat de incidenties van een groot aantal ziektes zou kunnen beïnvloeden. De schattingen lopen uiteen van ruim 30% voor ziekten van het maag-darm stelsel tot zo'n 10% voor verbetering van de werking van het immuunsysteem. Ik durf niet eens uit te rekenen wat dit in geld uitgedrukt voor besparingen zou kunnen opleveren. Natuurlijk bergt dit soort benaderingen het gevaar in zich van een te optimistische kijk op de gang van zaken. De praktijk is altijd weerbarstiger

dan we kunnen vermoeden maar hier wenkt desondanks een duidelijk perspectief.

De voedingsmiddelenindustrie heeft de mogelijkheden van dit nieuwe werkveld al lang onderkend. In het licht van de toenemende consumentenbelangstelling voor alles wat met gezondheid te maken heeft is het niet geheel onverwacht dat we op dit moment te maken hebben met zich snel ontwikkelende markten voor voedselprodukten met specifieke gezondheidsclaims zoals de zgn. 'functional foods' and 'nutraceuticals'. Beide categorieën produkten worden gerangschikt onder de "Gezondheidsvoedsels" maar een wezenlijk verschil tussen beide is dat men er bij functional foods van uit gaat dat het in de vorm van een voedingsmiddel wordt geconsumeerd terwijl bij nutraceuticals de matrix een ondergeschikte rol speelt. Men mag het ook aanbieden in de vorm van een extract of een pil. Mijns inziens is deze laatste benadering minder gewenst. Het aanbieden in de vorm van een voedingsmiddel voorkomt tot op zekere hoogte dat sterk gemotiveerde consumenten hun voedingsmiddelenpakket te eenzijdig op de Gezondheidsbevorderende factoren richten. De inname van deze factoren wordt dan feitelijk gelimiteerd door de verzadiging die optreedt na het consumeren van een hoeveelheid voedingsmiddel. Een ander belangrijk aspect is dat het ontwikkelen van dit type voedselprodukten gebaseerd moet zijn op claims die voldoen aan een aantal randvoorwaarden:

- Ze moeten gebaseerd zijn op solide onderbouwing door humane en dier-experimentele studies.
- Het werkingsmechanisme van het gezondheidsbevorderende effect in de mens moet bekend zijn.

- De effectiviteit van de component moet meetbaar zijn.
- Consumptie van (combinaties van) gezondheidsbevorderende componenten mag niet tot ongewenste neveneffecten leiden.

Ik zie hier twee belangrijke taken voor de geïntegreerde levensmiddelentechnologie: (1) het ontwikkelen van meetmethoden waarmee de gezondheidsclaims van produkten gekwantificeerd kunnen worden en (2) het optimaliseren van de produktkwaliteit met betrekking tot de gezondheidsaspecten.

Het Ontwikkelen van Meetmethoden

Als ik U vraag om mij te vertellen wanneer U een produkt gezond vindt en wat het verschil is tussen een gezond produkt en een gezonder produkt dan zult U mij ongetwijfeld wijzen op de taalkundige verschillen tussen deze woorden. Het zal U echter moeilijker vallen om het inhoudelijk gedeelte van de vraag goed te beantwoorden.

Gezondheid is in wezen een abstract begrip dat, met uitzondering van specifieke ziektes, niet in kwantitatieve termen is te vangen. Wanneer we nu naar het levensmiddel kijken en zeggen dit levensmiddel is gezond dan bedoelen we daarmee dus eigenlijk, dit levensmiddel bevat een of meerdere componenten die mijn gezondheidstoestand in stand houden of zelfs bevorderen. Dit soort uitspraken kan men alleen doen als bekend is op welke wijze een specifieke component op de humane fysiologie inwerkt. Ik wil dit aan de hand van een beperkt aantal voorbeelden illustreren. Als eerste wil ik de indolylglucosinolaten

noemen (10). Dit zijn secundaire plantestoffen die voorkomen in cruciferen, voedingsgewassen waarvan koolsoorten zoals spruitjes en broccoli bekende vertegenwoordigers zijn. Hun fysiologische werking berust op hun vermogen om de effectiviteit van de enzymsystemen te doen toenemen die verantwoordelijk zijn voor de eliminatie van toxische stoffen. Met name de inductie van conjugerende enzymsystemen zoals de glutathion-S-transferases is in dit verband van belang. Een tweede voorbeeld komt ook uit de categorie van de secundaire plantestoffen. Sommige flavonoïden zoals het glycoside rutine, komen wijdverbreid voor in plantaardige voedingsmiddelen. Voor deze groep van verbindingen geldt volgens o.a. Hertog (7) dat er duidelijke aanwijzingen zijn dat ze beschermend werken tegen het optreden van hart- en vaatziekten. Het onderliggende mechanisme is hun vermogen om als anti-oxydant te werken. Op deze manier functioneren ze naast de al aanwezige fysiologische mechanismen als radicaal scavenger en bieden op die manier additioneel bescherming. Er wordt, ook op de vakgroepen Levensmiddelentechnologie en Humane Voeding, uitgebreid onderzoek gedaan naar de mogelijke gezondheidsbevorderende eigenschappen van oligosachariden. Dit zijn suikermoleculen die in vele plantaardige voedingsmiddelen zoals uien, tomaten, appels etc. voorkomen. Hun veronderstelde werking berust op modificatie van de samenstelling van de darmflora hetzij door stimulatie van de groei van gunstig geachte micro-organismen zoals de melkzuurbacteriën, hetzij door preventie van aanhechting van pathogene micro-organismen aan cellulaire receptoren en de daarop volgende toxische interactie.

Ook sommige eiwitten en peptiden worden in verband gebracht met gezondheidsbevorderende eigenschappen. Lactoferrine is een veelbesproken voorbeeld. Het werkt ontstekingsremmend en wordt vanwege die eigenschap al toegepast in babyvoeding. Zo is van het melkeiwit caseïne vastgesteld dat ze op een heel effectieve manier mutagene stoffen kan binden en onschadelijk maken (9). Het mechanisme waarop deze eigenschap berust is op dit moment onderwerp van studie in een gemeenschappelijk project van de leerstoel Geïntegreerde Levensmiddelentechnologie en de vakgroep Toxicologie. Ik kan deze lijst nog aanzienlijk uitbreiden maar dat was niet het doel van deze exercitie. Wat ik hiermee duidelijk wil maken is dat zo gauw men de gezondheidsbevorderende eigenschappen van een voedingsmiddel ophangt aan de aanwezigheid van een specifieke component iets gezegd kan over het mechanisme en de daarbij horende biologische activiteit. Voor al de genoemde voorbeelden zijn er systemen te ontwikkelen waarmee die biologische activiteit kwantitatief is vast te stellen. Ik zou willen voorstellen om dit getal in goed Nederlands "Gezondheids Bevorderend Vermogen" te noemen. Het Engelse equivalent wordt dan "Health Promoting Capacity" oftewel HPC.

Een belangrijke les die we hierbij moeten meenemen is dat niet gekeken moet worden naar de effecten van enkelvoudige, geïsoleerde verbindingen maar dat de meetsystemen geënt moeten zijn op metingen in de complexe matrix van het voedingsmiddel.

Met een dergelijke benadering worden twee vliegen in een klap gevangen. Enerzijds kan men op deze wijze de gewenste eigenschappen in een voedingsmiddel kwantificeren. Dit maakt dan ook een onderlinge

vergelijking tussen voedingsmiddelen mogelijk en daarmee een indeling in categorieën. Gezondheidsclaims kunnen dan gesubstantiveerd en waar nodig ook gecontroleerd worden.

Hiervoor is wel nodig dat we vanuit een drietal kennisfactoren de relevante informatie ter beschikking hebben.

1. Aanwezigheid in grondstof en produkt

Rol in grondstof

Verwerkingsgedrag

2. Biologische beschikbaarheid

In produkt

In Consument

3. Effectiviteit

Anderzijds kan men bij produktontwikkeling rekening houden met de gewenste activiteit van een specifieke component door het gebruik van het meetsysteem als een geïntegreerde kwaliteitsparameter.

Ook de overheid zou met deze benadering haar voordeel kunnen doen. Op dit moment is het in ons land en in vele andere landen niet toegestaan gezondheidsclaims aan een voedingsmiddel te koppelen. De feitelijke gang van zaken is echter dat in diezelfde landen reeds produkten op de markt gebracht worden die we onder de categorie gezondheidsvoedsels kunnen rangschikken. Ze zijn er wel maar we mogen ze niet zo noemen. Voor de consument is dit een uiterst verwarrende aangelegenheid.

Dames en heren toehoorders,

In het voorgaande heb ik getracht een omschrijving te geven van het vakgebied van de Geïntegreerde Levensmiddelentechnologie. Ik heb gesproken over snelle veranderingen in de markt en een toenemend belang van de rol van de consument. Om op deze ontwikkelingen adequaat te kunnen reageren is het ontwikkelen van geïntegreerde systemen met een voorspellende waarde tot een noodzaak geworden. Hiervoor is een goede samenwerking onontbeerlijk niet alleen binnen de cluster LMT en HV maar ook binnen de onderzoekschool VLAG met het NIZO en DLO-instituten zoals ATO en RIKILT. Ik heb er alle vertrouwen in dat de hoopvolle ontwikkelingen die de afgelopen jaren in gang zijn gezet in de toekomst verder uitgebouwd kunnen worden.

Mijnheer de rector magnificus, leden van het College van Bestuur, leden van de Benoemingsadviescommissie,

Met de instelling van deze leerstoel wordt een nieuw hoofdstuk toegevoegd aan de historie van de vakgroep Levensmiddelentechnologie. Ik hoop te hebben aangetoond dat er voldoende argumenten zijn voor het versterken en uitdiepen van de geïntegreerde benadering in de levensmiddelentechnologie. Een bijzonder woord van dank is hier op zijn plaats voor Jan de Bont die als voorzitter van de benoemingsadviescommissie de procedure op een elegante wijze heeft laten verlopen.

Ik dank U voor het vertrouwen dat U in mij hebt gesteld.

*Dames en heren medewerkers van de vakgroep
Levensmiddelentechnologie, de cluster Levens-
middelentechnologie en Voeding en de
onderzoekschool VLAG,*

In de korte periode die ik op mijn nieuwe werkplek heb doorgebracht heb ik tot mijn vreugde kunnen constateren dat er een grote collegialiteit en bereidheid tot samenwerking bestaat. Het werken in teamverband is voor een geïntegreerde benadering van de levensmiddelentechnologie een randvoorwaarde. Ik heb er daarom alle vertrouwen in dat zowel integratie van de levensmiddelentechnologische aspecten als ook de integratie met het vakgebied van de Humane Voeding op een goede wijze gestalte zal krijgen. Een bijzonder woord van dank is op zijn plaats voor mijn afscheidnemende collega's Marcus van de Berg, Roel Keuning en Jan Kooijman die als wegbereiders voor de leerstoel zo'n belangrijke rol hebben gespeeld en die mij de afgelopen periode zo genereus hebben laten delen in hun ervaringen.

Mijn collega's van ATO-DLO wil ik hartelijk danken voor een uiterst inspirerende en leerzame periode.

Zeergeleerde Eenink, beste Albert,

Onder jouw bezielende leiding heeft mijn wetenschappelijke horizon zich aanzienlijk verbreed.

Hooggeleerde Koeman, beste Jan,

Op een moment als dit is het goed om ook even stil te staan bij de vraag hoe het allemaal zo is gekomen. Jij bent degene geweest die mijn carrière in een stroom-

versnelling heeft gebracht toen ik nog op jouw vakgroep werkte. Je hebt eigenschappen in mij vermoed die toendertijd nog nauwelijks zichtbaar konden zijn en je hebt je nek uitgestoken om mij op het juiste wetenschappelijke spoor te krijgen. Ik ben je daar nog steeds dankbaar voor.

Dames en heren studenten,

Zoals U heeft kunnen horen heb ik op een aantal punten tijdens mijn lezing gewezen op het belang van het betreffende onderwerp voor de opleiding. De Landbouwwuniversiteit ontleent haar bestaansrecht in belangrijke mate aan het feit dat U ervoor gekozen hebt in Wageningen te studeren. De studierichting levensmiddelentechnologie heeft na een aanvankelijke daling van het aantal studenten de weg omhoog weer teruggevonden. Het toekennen van de vijfjarige studieduur zal een positief effect hebben op de kwaliteit van de afgestudeerde levensmiddelen-technoloog. Ik zie de levensmiddelentechnoloog als iemand met het vermogen tot een kritische, onafhankelijke en creatieve benadering van zich continu voordoende problemen.

Beste familie en vrienden,

Ik ben blij dat jullie de moeite hebben genomen om vandaag hierheen te komen om iets over mijn werk te horen. Mijn vader heeft tijdens zijn leven altijd benadrukt dat je het beste uit jezelf moet halen. Mijn ouders gaven daarbij zelf het voorbeeld. Ik ben erg blij dat mijn moeder vanmiddag hier aanwezig is.

Tenslotte,

Ine, een woord tot jou is hier op zijn plaats. Je bent voor mij veel meer als alleen maar een zorgzame partner. Met name jouw sociologische benadering van problemen tijdens onze talloze discussies over zaken die met het werk samenhangen heeft zijn sporen nagelaten. Freek en Joost, dankzij jullie ben ik me ervan bewust dat een groot aantal aspecten van het begrip kwaliteit niet in een model te vatten is. Ik wil besluiten met een beeldspraak. Die is gebaseerd op een prachtig lied dat de zanger Francis Cabrel heeft geschreven over het stierenvechten. Op een dag als vandaag voel ik me een beetje als de stier in het lied wanneer Cabrel het volgende zingt:

Quelqu'un a touché le verrou et j'ai plongé vers le grand jour.

J'ai vu les fanfares, les barrières et les gens autour.

In deze tekst weerklinkt de opwinding, het feestelijke en de uitdaging van het onbekende.

Ik dank U voor uw aandacht.

Literatuur

- 1) Anonymous, 1991. Trends in Industry towards the introduction of foods for specified health use, *Shokuhin to Kaihatsu*, 26, vol. 4, 6-9.
- 2) Berg, van den M.G., 1993. Kwaliteit van levensmiddelen, Kluwer Quality handboeken, Deventer, Nederland, 360 pp.
- 3) Deming, W.E., 1994. De Crisis overwonnen, Kluwer Quality Handboeken, Deventer, Nederland, 421 pp.
- 4) Fuller, G.W., 1994. New Food Product Development: From Concept to Marketplace, CRC series in Contemporary Food Science, CRC press, Boca Raton, USA 275 pp.
- 5) Goldberg, I., ed., 1994. Functional Foods: Designer Foods, Pharmafoods, Nutraceuticals, Chapman and Hall, New York, USA, 570 pp.
- 6) Hautvast, J.G.A.J., 1994. Renaissance in de Voedingswetenschap, Dies-rede, LUW.
- 7) Hertog, M.G.L., 1994. Flavonols and Flavones in Foods and Their Relationship with Cancer and Coronary Heart Disease Risk, Ph.D. Thesis Agricultural University, Wageningen, 151 pp.
- 8) Juran, J.M., 1992. Kwaliteitsmanagement, Kluwer Quality handboeken, Deventer, Nederland, 368 pp.

- ⁹⁾ Jongen, W.M.F., van Boekel, M.A.J.S. and van Broekhoven, L.W., 1987. Inhibitory effect of cheese and some food constituents on mutagenicity generated in *Vicia faba* after treatment with nitrite, *Fd Chem. Toxicol.*, 25, 142-146.
- ¹⁰⁾ Jongen, W.M.F., 1993. Toxicological methods to study mechanisms of naturally occurring anticarcinogens. In: *Food and Cancer Prevention: Chemical and biological aspects*, (Waldron, K., Johnson, I.T. and Fenwick, G.R., Eds.) Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK, 383-396.
- ¹¹⁾ Keuning, R., 1994. *Produktontwikkeling in de levensmiddelenindustrie*, Collegedictaat, LUW, 150 pp.
- ¹²⁾ Kooijman, J.M., 1993. Environmental Assessment of Packaging: Sense and Sensibility, *Environmental management*, 17, 575-586.
- ¹³⁾ Tiedink, H.G.M., Hissink, A.M., Lodema, S.M., van Broekhoven, L.W. and Jongen, W.M.F., 1990. Several known indole compounds are not important precursors of direct mutagenic N-nitrosocompounds in green cabbage, *Mutation Res.*, 232, 199-205.