

Landbouwwetenschappelijke
universiteit

van grondstof tot
levensmiddel:
de rol van de chemie

door prof.dr.ir. A.G.J. Voragen

ONTVANGEN

MAART 1991

CB-KARDEX

1883

71220

**VAN GRONDSTOF TOT LEVENSMIDDEL:
DE ROL VAN DE CHEMIE**

door prof.dr.ir. A.G.J. Voragen



Inaugurele rede uitgesproken op 27 september 1990
bij de aanvaarding van het ambt van hoogleraar in
de Levensmiddelenchemie aan de
Landbouwniversiteit te Wageningen

VAN GRONDSTOF TOT LEVENSMIDDEL: DE ROL VAN DE CHEMIE

*Mijnheer de rector magnificus,
geachte aanwezigen,*

Wat is levensmiddelenchemie? Wat doen levensmiddelenchemici? De meeste mensen denken hierbij aan chemici die werken bij de Keuringsdiensten van Waren en zich daar bezighouden met de controle van onze levensmiddelen en die toezien op een verantwoorde produktie van ons voedsel. Of men denkt aan chemici werkzaam in laboratoria van levensmiddelenfabrikanten die nieuwe produkten ontwikkelen of levensmiddelen aantrekkelijker maken. Daarbij gebruiken ze dan kleur-, geur- en smaakstoffen, conserveermiddelen, emulgatoren, stabilisatoren etc., ingrediënten die op de verpakkingen staan aangeduid met E nummers. Dit beeld klopt maar zeer ten dele met de werkelijkheid. Het werkerrein van de levensmiddelenchemie is veel breder.

Ik zal daarom eerst een beschrijving van dit vakgebied geven. Vervolgens wil ik ingaan op een aantal ontwikkelingen. Tot slot wil ik een karakteristiek geven van het onderzoekprogramma van de sectie levensmiddelenchemie.

Definities

De Richtings Onderwijs Commissie Levensmiddelen-technologie heeft levensmiddelenchemie omschreven als de leer van de samenstelling van grondstoffen, halfabrikaten en eindprodukten en de veranderingen die daarin optreden tijdens produktie, verwerking, opslag en toebereiding. Daartoe moet ook de kennis van relevante sensorische en analytische technieken voor het bepalen van kwaliteitskenmerken gerekend

worden¹. Het vakgebied levensmiddelenchemie is op zijn beurt een essentieel onderdeel van de levensmiddelentechnologie welke door Walstra² als volgt gedefinieerd is: Het met toepassing van wetenschappelijke methoden ontwikkelen of verbeteren van

- processen om levensmiddelen met gewenste kwaliteitskenmerken te bereiden, en
- methoden om de kwaliteit van levensmiddelen te onderzoeken en te bewaken.

Deze definities behoeven nadere toelichting. Ik zal dit doen aan de hand van een globale schets van het ontstaan en de ontwikkeling van de levensmiddelenchemie.

Ontstaansgeschiedenis

Het vakgebied is hoofdzakelijk ontstaan uit vier wetenschapsgebieden: de organische chemie, de analytische chemie, de biochemie en de voedingswetenschap. Daarnaast stonden ontwikkelingen in de ambachtelijke voedselproductie aan de wieg van de levensmiddelenchemie.

Het waren *organisch chemici* die zich begin negentiende eeuw als eersten op een wetenschappelijke manier met ons voedsel bezig hielden. Men was aanvankelijk de mening toegedaan dat alleen in biologisch materiaal organische verbindingen konden voorkomen. Door de eeuwen heen had men reeds vele stoffen uit de natuur geïsoleerd en gekarakteriseerd. Vele organische stoffen hadden toepassing gevonden in allerlei nijverheden. Over hun moleculaire structuur tastte men in het begin van de vorige eeuw nog vrijwel volledig in het duister.

In de begintijd van de organische chemie werden methoden ontwikkeld om stoffen zuiver te bereiden. Via kwalitatief en kwantitatief onderzoek werden vervolgens de elementen bepaald waaruit ze waren opgebouwd. Met name Justus von Liebig (ca 1840) leverde hier belangrijke bijdragen. Vele verbindingen werden in zijn laboratorium systematisch onderzocht. Von Liebig was ook een pionier op het gebied van stofwisselingsonderzoek. Hij stelde vast dat de met de voeding opgenomen verbindingen in het lichaam 'verbrand' werden en als bron dienden voor lichaamswarmte en energie. Von Liebig moet beslist tot de grondleggers van de levensmiddelenchemie worden gerekend. Van zijn hand verscheen dan ook het eerste boek over deze discipline. Ook commercialiseerde hij vindingen uit zijn laboratorium zoals methoden voor het maken van 'Liebig's vleesextract' en bakpoeder³.

Een tweede pijler van de levensmiddelenchemie is de *analytische chemie*. Het analytisch onderzoek van levensmiddelen kwam vooral op gang door de ernstige vervalsingspraktijken die in de achttiende en negentiende eeuw op grote schaal voorkwamen. Vervalsingen zijn zo oud als de mensheid en traden vooral daar op waar de produktie en consumptie van voedsel ver van elkaar plaatsvonden. Zo voegden de Romeinen soms gips aan meel toe of zand aan linzenmeel. Door de industrialisatie en verstedelijking verwijderde de voedselproduktie zich steeds verder van de consument waardoor vervalsingen in de hand gewerkt werden. Vervalsers maakten spoedig gebruik van nieuw verworven chemische kennis. Bij het bereiden van voedsel heeft de mens door de eeuwen heen stoffen gebruikt die het voedsel aantrekkelijker of langer houdbaar moesten maken,

zoals kleurstoffen, smaakstoffen en conserveermid-
delen. Uit ervaring had men geleerd welke planten-
extracten en chemicaliën daarvoor benut konden
worden zonder acute schade voor de gezondheid.
Het gebruik van deze stoffen maakte traditioneel
deel uit van de kookcultuur. Vele van deze stoffen
waren, zoals we nu weten, bij langdurig gebruik
echter wel degelijk schadelijk. Om een aantal
voorbeelden te noemen: koper werd toegevoegd om
een groene kleur te geven aan augurken, loodzouten
voor het neutraliseren van de zure smaak van wijn.
Nogal wat van de gebruikte kleurstoffen bevatten
lood, kwik, arseen of antimoon, terwijl boorzuur,
picrinezuur en formaldehyde als conserveermiddel
werden gebruikt*. Geen wonder dat artsen en
apothekers, die met de ernstige gevolgen hiervan
werden geconfronteerd, er bij de overheid op
aandrongen betere wetten en regels op te stellen
en controle-methoden te ontwikkelen. Dit markeert
in feite ook de ontwikkeling van de toxicologie.
Verordeningen met betrekking tot voedsel werden
vanouds door de lokale overheid uitgevaardigd. In de
negentiende eeuw zien we dan ook de opkomst van de
controlelaboratoria. In Nederland werd in 1919 de
Warenwet van kracht die de bescherming van de
volksgezondheid regelde en de eerlijkheid in de
handel moest bevorderen. Met het toezicht op de
naleving werden de Keuringsdiensten belast. Sinds
1989 is er een nieuwe warenwet die ook de produkt-
veiligheid en de informatie aan de consument regelt.

Belangrijke gevolgen voor de bereiding van levensmid-
delen had de ontdekking van Pasteur in 1857, dat
micro-organismen organisch materiaal kunnen omzetten,
zoals suiker in alcohol of alcohol in azijn. Hiermee

werd de grondslag gelegd voor het beheersen van fermentatieve omzettingen en het tegengaan van bederf. Rond de eeuwwisseling ontdekte Büchner dat organisch materiaal ook met celvrije extracten omgezet kon worden. Büchner wordt algemeen beschouwd als de grondlegger van de *biochemie*. Dit was het begin van de ontrafeling van talloze biochemische processen die optreden in grondstoffen en levensmiddelen van dierlijke en plantaardige oorsprong. We kunnen hierbij denken aan het stremmen van melk bij de kaasbereiding, het vermouten van granen bij de bereiding van alcoholische dranken en reacties waarbij enzymen betrokken zijn die van nature in de grondstof voorkomen en daarin kleur-, of aromavorming dan wel textuurveranderingen kunnen veroorzaken. Deze veranderingen kunnen gewenst zijn of ongewenst.

Bij de aanvang van deze eeuw hadden scheikundigen de hoofdcomponenten van onze voeding, namelijk koolhydraten, eiwitten, en vetten, onderkend. De *voedingswetenschap* had geconstateerd dat met deze componenten alleen de voeding niet compleet was. Bepaalde ziekteverschijnselen konden namelijk in verband worden gebracht met tekorten: voorbeelden hiervan zijn scheurbuik, beri-beri en krop. Het is dit jaar precies 100 jaar geleden dat Eijkman de oorzaak van beri-beri vaststelde. Dit leidde tot de ontdekking van de vitamines. Zo kwam men ook de essentiële rol van bepaalde mineralen en aminozuren op het spoor. De bijdrage van de chemicus bestond uit het isoleren van deze verbindingen, het ophelderen van hun structuur en het ontwikkelen van analysemethoden. Hetzelfde heeft hij sindsdien gedaan met talloze andere componenten uit onze voeding. Zonodig synthetiseerde hij verbindingen om het

definitieve bewijs van hun scheikundige structuur te leveren. Later werden dit soort synthetische verbindingen ook aan het voedsel toegevoegd. Voorbeelden hiervan zijn de vitamines A of C of de geurstof vanilline.

Tot ver in onze eeuw was de *ambachtelijke voedselproduktie* vooral gericht op het langer houdbaar maken van de primaire grondstoffen. Dit gebeurde via eeuwenoude, empirische methoden zoals drogen, roken, pekelen, confijten of spontane gistingen. In 1809 kwam daar een nieuwe conserveringsmethode bij, namelijk de hitteconservering; deze werd ontdekt door Nicolas Appert. Aanvankelijk gebruikte men daarvoor speciale glazen potten. Ten tijde van de Amerikaanse burgeroorlog zo'n vijftig jaar later, werd het glas vervangen door blik. In dezelfde periode begon Nestlé condensmelk en melkpoeder te maken door melk in te dikken door indamping. Tengevolge van de verstedelijking vond in de voedselproduktie een schaalvergroting plaats waardoor ze minder beheersbaar werd. Bij verhittingsprocessen ging dit vaak ten koste van kleur, geur en smaak, ook wel de sensorische kwaliteit genoemd.

Tot aan het begin van deze eeuw lag de bijdrage van de chemie dus vooral op het analytische vlak. Geleidelijk aan echter raken chemici ook geïnteresseerd in de veranderingen die optreden bij de verwerking van primaire grondstoffen tot levensmiddelen.

Strecker, uit de school van von Liebig, beschreef reeds de vorming van aromastoffen en koolzuurgas bij de verhitting van aminozuren. In 1912 publiceerde Maillard voor het eerst over bruinkleuringsreacties tussen suikers en aminozuren. Deze reacties treden bijvoorbeeld op bij het bakken van brood of het ongekoeld bewaren van vruchtesapconcentraat. Ook

kunnen genoemd worden bederfreacties van vetten die o.a. kunnen leiden tot ranzigheid, onderkend in de jaren twintig. Deze reacties zijn nog steeds belangrijke onderwerpen van onderzoek in de levensmiddelenchemie. Tevens begon men in te zien dat langdurig verhitten niet alleen leidde tot kleur-, smaak- en textuurveranderingen maar ook tot verlies van voedingsstoffen. Vermeldenswaard zijn ook de bereiding van suikerstropen uit zetmeel door afbraak met zuur en het harden van plantaardige oliën om ze geschikt te maken voor vervanging van rundvet bij de margarinebereiding.

De studierichting levensmiddelentechnologie

Beoefenaars van diverse disciplines zoals de organische chemie, fysische chemie, analytische chemie, biochemie, biologie, fysiologie, microbiologie en zelfs ook de werktuigbouwkunde waren vanuit hun afzonderlijke disciplines gescheiden bezig met de studie van de levensmiddelenproductie. De benadering was sterk produktgericht. De zuivel- en brouwindustrie liepen hierin voorop. Rond de eeuwwisseling ontstonden aan Duitse universiteiten leerstoelen voor 'Nahrungsmittelchemie', veelal sterk gericht op analyse en stofwisselingsonderzoek. In Nederland ging in 1918 aan de toenmalige Landbouwhogeschool te Wageningen een academische opleiding voor de zuivelbereiding van start. Een studierichting levensmiddelentechnologie ontstond formeel pas in 1962 maar was eigenlijk al begonnen in 1956 onder de naam 'landbouwtechnologie'. Professor Leniger, hoogleraar in de technologie van 1950 tot 1978 was de drijvende kracht⁵. De studierichting levensmiddelentechnologie is

voortgekomen uit de ingrijpende veranderingen die de voedingsmiddelenindustrie vooral na de Tweede Wereldoorlog doormaakte. De noodzaak diende zich aan om diverse basisdisciplines te integreren met specifieke kennis van grondstofeigenschappen en verwerkingsprocessen, alsmede van voedings- en kwaliteitsaspecten van levensmiddelen. Aan het onderwijs en onderzoek van chemische, biologische en kwaliteits aspecten van de levensmiddelenfabricage heeft professor Pilnik vanaf zijn aanvaarding van de leerstoel Levensmiddelenleer in 1963 op een bezielende wijze gestalte gegeven. Hij heeft daarmee in belangrijke mate bijgedragen aan de internationale reputatie die de Wageningse levensmiddelentechnologie opleiding zich heeft verworven.

Veranderingen

Vanaf de eeuwwisseling zien we bovengenoemde ingrijpende veranderingen in drie gebieden namelijk, de procestechiek, de analyse en kwaliteitsmeting en in de produktontwikkeling. Wat hielden deze veranderingen in de industrie in? Allereerst de geleidelijke *vervanging van ambachtelijke processen* door processen gebaseerd op natuurwetenschappelijke grondslagen. Deze vernieuwing vergde een gedegen kennis van de chemische verbindingen in de grondstoffen en van de chemische en biochemische reacties die daarin optreden bij de bewerking. Conservering door hitte is een van de eerste processen die een theoretische basis kreeg. Hetzelfde gebeurde met nieuwe processen zoals vriesdrogen, vriesconcentreren, sproeidrogen, hoge-temperatuur korte-tijd-, infrarood- en diëlektrisch verhitten, scheidingsprocessen enzovoort. De informatietechnologie maakte

vervolgens procesbeheersing en automatisering mogelijk. Ook de moderne biotechnologie deed zijn intrede in de levensmiddelentechnologie met de bereiding van fructoserijke suikerstropen door middel van het geïmmobiliseerde enzym glucose-isomerase.

Consumenten gaan hogere eisen stellen aan de *kwaliteit* van levensmiddelen. Naast houdbaarheid, microbiologische veiligheid en afwezigheid van schadelijke stoffen spelen voedingswaarde en sensorische eigenschappen een steeds prominentere rol. Deze worden in belangrijke mate behaald door de kwaliteit van de grondstof en door de beheersing van de procesvoering. Het meten van de kwaliteit werd zo een vooraanstaand aandachtsgebied. Mede door de geweldige vooruitgang in de analytische chemie en de instrumentele analyse kon en kan hieraan meer en meer worden voldaan.

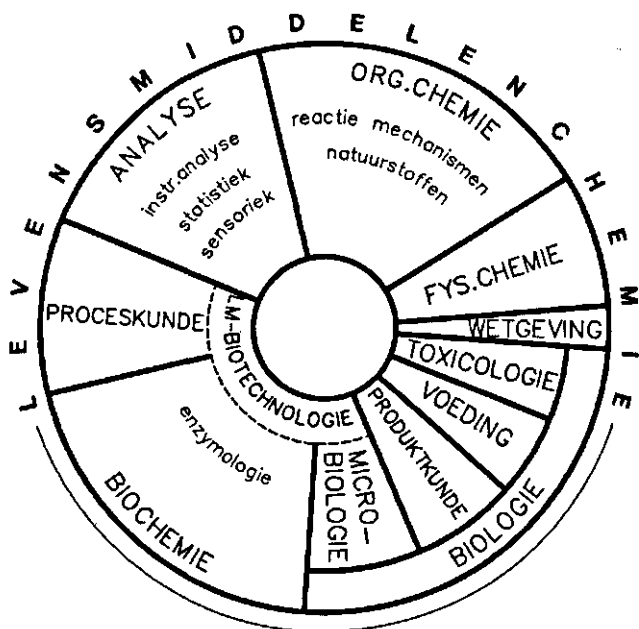
De gaschromatografie en de hogedrukvlloeistof-chromatografie dragen hier in belangrijke mate aan bij. De combinatie gaschromatografie-massaspectroscopie heeft vooral het onderzoek aan aromastoffen op gang gebracht. De selectieve fragmentatietechnieken maken het meer en meer mogelijk ook niet vluchtige componenten te bepalen. Ook technieken zoals NMR voor structuuropheldering en NIR welke mogelijkheden biedt voor *on-line* metingen moeten hier genoemd worden. Vele nat-chemische methoden zijn geautomatiseerd tot en met dataverwerking toe. Voor het meten van geur, smaak en textuur is de ontwikkeling van het sensorisch onderzoek vanaf de jaren vijftig van grote betekenis geworden. Vanzelfsprekend moeten hier ook de methoden worden genoemd voor het meten van reologische en fysische eigenschappen. Belangrijker nog dan het meten van de kwaliteit is

het leren kennen en kwantificeren van de relatie tussen grondstoffen, procesvoering en produkt-eigenschappen. Deze kennis moet de basis vormen voor de rationele produktie van levensmiddelen. Dit blijft de uitdaging voor de toekomst. Het spreekt vanzelf dat de inbreng van de basisdisciplines hierbij essentieel is.

Een andere belangrijke verandering in het recente verleden is de toenemende betekenis van *produkt-ontwikkeling*. Deze heeft, ondersteund door markt-onderzoek, bijgedragen aan de grote toename in de diversiteit van het produktenpakket, van tweehonderd produkten aan het begin van deze eeuw tot meer dan tienduizend nu. Hiertoe behoren ook gemaksvodsels, zoals kant-en-klaar produkten en diepvriesmaaltijden, en samengestelde produkten die zijn gemaakt uit componenten van grondstoffen. Voorbeelden hiervan zijn *snacks, candy bars, vissticks, toppings* enz. Momenteel is er een toenemende vraag naar produkten die ten eerste uit voedingsoogpunt gewenst worden geacht; minder vet maar meer onverzadigd, minder kaloriën, minder cholesterol, meer vezel, meer samengestelde koolhydraten, alcoholvrij en ten tweede minder bewerkt (vers) en meer natuurlijk zijn (minder additieven).

Het taakveld van de levensmiddelenchemie

Het is de taak van de levensmiddelen-technoloog om uit grondstoffen levensmiddelen te maken die voldoen aan door andere gestelde kwaliteitseisen. Hij of zij moet dit op een efficiënte en economische manier doen. Van de levensmiddelen-chemicus wordt hierbij inbreng verwacht bij het



Grondstoffen

Voor de bereiding van hoogwaardige levensmiddelen moeten hoge eisen gesteld worden aan de grondstof. Daartoe worden grondstofspectificaties gehanteerd die vooral betrekking hebben op chemische samenstelling, fysische eigenschappen, microbiologische gesteldheid en toxische factoren. Hierover is uit ervaring reeds veel bekend. Momenteel is er een toenemende belangstelling voor het verbeteren van grondstoffen en voor een betere benutting van de grondstof. Hiervoor is het gewenst meer kennis te vergaren van de samenstellende componenten, hun chemische fijnstructuur en fysisch-chemische eigenschappen. Mogelijkheden voor grondstofverbetering en -benutting

ontstaan in de vorm van genetische transformatie en enzymatische modificatie. Zo is men er recent in geslaagd tomaten te ontwikkelen die minder snel zacht worden bij rijping. Dit heeft men bereikt door de aanmaak van het enzym endopolygalacturonase dat het structuurverlies zou veroorzaken, via de zgn. 'antisense' RNA-technologie te onderdrukken⁸. Deze techniek kan in principe ook ingezet worden voor het onderdrukken van de synthese van secundaire metabolieten als de sleutelenzymen in hun biosynthese bekend zijn. Op deze wijze probeert men ook amylose-vrij aardappelzetmeel te verkrijgen. Verder zouden we het gehalte aan gewenste, kwaliteitsbepalende componenten natuurlijk graag verhoogd zien. Voorbeelden zijn: gluteneiwitten in tarwe die primair de bakkwaliteit bepalen of celwandpolysacchariden in tomaten die consistentie geven aan tomatenprodukten. Ook kunnen technische enzympreparaten worden verbeterd mits de voor de toepassing relevante enzymen geïdentificeerd zijn. Hierbij is het de taak van de levensmiddelenchemicus de doelen te formuleren voor de geneticus.

Daar waar de ontwikkeling van nieuwe rassen op zich laat wachten kan enzymatische modificatie een oplossing zijn. Deze methode biedt mogelijkheden voor hydrolyse en interesterificatie van vetten of voor het verlenen van emulgerende of schuimstabiliserende werking aan eiwitten, eveneens door hydrolyse. Het modificeren van polysacchariden is een belangrijk onderzoekthema van de sectie levensmiddelenchemie waarop ik zo dadelijk wil terugkomen.

Om in te spelen op de eerder genoemde trend naar meer gemaksvodsel, meer 'natuurlijk' voedsel en 'gezondheidsvoedsel' worden voortdurend nieuwe ingrediënten ontwikkeld. Voorbeelden hiervan zijn vetvervangers, vezelpreparaten, functionele eiwitten, zoetstoffen en vulstoffen. Ook moeten we hier noemen de zogenaamde 'natuurlijke' additieven zoals kleur-, geur-, en smaakstoffen, antimicrobiële stoffen en

biopolymeren geproduceerd in plantecelcultures of door middel van microbiële fermentaties. De toepassing van deze stoffen vraagt kennis van hun chemische stabiliteit, functioneel gedrag en methoden om ze te analyseren.

Ik wil hier een kanttekening plaatsen bij de term 'natuurlijke additieven'. 'Natuurlijk' betekent niet zonder meer veilig. Niet de oorsprong van een bepaalde stof bepaalt zijn biologisch effect maar zijn chemische structuur. De procedures en normen die de overheid hanteert bij de toelating van additieven blijken goed te voldoen. Wetenschappelijk onderzoek heeft aangetoond dat de risico's die uitgaan van additieven gering zijn in vergelijking met andere risico's verbonden aan ons voedsel. Zo wordt het risico voor het oplopen van schade aan de gezondheid door natuurlijke toxinen in ons voedsel honderd maal hoger geschat dan dat van additieven. Het risico van microbiologische voedselvergiftigingen zelfs honderdduizend maal.

Processen en reacties

Tijdens verwerking en opslag van produkten kunnen vele chemische en biochemische reacties optreden die de kwaliteit van het levensmiddel beïnvloeden. Welke reacties en in welke mate ze optreden is afhankelijk van de produktsamenstelling, de concentraties waarin de actieve componenten voorkomen en van de omstandigheden waaraan ze worden blootgesteld.

Deze omstandigheden worden bepaald door intrinsieke factoren zoals de zuurgraad en de wateractiviteit en door aspecten van de procesvoering zoals temperatuur, tijd en aanwezigheid van zuurstof. Vele omzettingen die kunnen optreden zijn bekend. Vaak echter kennen we alleen maar de globale reactieschema's zoals bij chemische en enzymatische bruinkleuringsreacties. Een meer gedetailleerde kennis van het verloop en de kinetiek van deze reacties maakt het mogelijk een voorspelling te doen over het effect van een bepaalde processtap op de kwaliteit. Dit wordt gestimuleerd door ontwikkelingen op het gebied van de informatica. Het stelt ons ook meer en meer in staat de verandering van de kwaliteit te voorspellen zelfs voor complexe levensmiddelen die worden geproduceerd in een hele reeks van processtappen. Hierdoor wordt een geïntegreerde ketenbeschouwing mogelijk en kunnen de proceskeuzes verbeterd worden.

Nieuwe, geavanceerde analysetechnieken bieden mogelijkheden de reactiewegen van chemische en biochemische reacties beter in kaart te brengen en tussenprodukten te identificeren. Deze kunnen dienst doen als indicatoren voor het meten van de voortgang van de reacties. Daardoor wordt het mogelijk de reactiekinetiek te bepalen en houdbaarheidsvoorspellingen te verbeteren. In de vakgroep levensmiddelentechnologie hebben proceskundigen samen met microbiologen reeds enige ervaring opgebouwd met deze benadering om de microbiologische kwaliteit van levensmiddelen te voorspellen. Ook de chemiegroep wil hier graag bij aansluiten.

Een andere belangrijke ontwikkeling is het vervangen van chemische reacties door biochemische reacties. Deze laatste reacties zijn specifiek en kunnen

· onder mildere omstandigheden worden uitgevoerd. Enerzijds kan men hierbij gebruik maken van enzymen die van nature in de grondstof aanwezig zijn, zoals in mout, anderzijds kunnen ze als hulpstof worden toegevoegd. Enzympreparaten, veelal van microbiële oorsprong, worden op grote schaal toegepast in diverse sectoren van de levensmiddelenindustrie. Een aantal recente ontwikkelingen in dit verband wil ik noemen:

- de introductie van chymosine in de kaasbereiding; chymosine is het werkzame enzym uit kalvermaagstremsel, geproduceerd door genetisch getransformeerde gisten.
- het potentieel gebruik van enzymen in de bakkerij- en brouwerijsector voor betere grondstofbenutting en kwaliteitsverbetering,
- het gebruik van enzymen voor de modificatie van ingrediënten,
- het gebruik van enzymen voor het elimineren van antinutritionele factoren,
- het gebruik van enzymen voor de winning van intracellulaire stoffen.

Deze ontwikkelingen zullen worden gestimuleerd door het beschikbaar komen van meer specifieke, technologisch relevante enzymen met betere eigenschappen door de recombinant DNA technologie. Kennis van structuur-functie relaties en kennis van het mechanisme van de verwerkingsprocessen en de identificatie van de werkzame enzymen is hiervoor noodzakelijk. Ook hier ligt een duidelijke taak voor de levensmiddelenchemicus.

Produktkwaliteit

Levensmiddelen moeten veilig zijn uit het oogpunt van volksgezondheid en voldoen aan bepaalde wettelijke eisen en regels. Ook moeten ze bij kunnen dragen aan een goede, evenwichtige voeding en voldoen aan de verwachting van de consument. Sensorisch waarneembare eigenschappen vormen de eerste graadmeter voor de kwaliteit van het produkt. Vanwege de evaluatie van de kwaliteit van een levensmiddel wordt veel aandacht besteed aan de correlatie tussen instrumentele en sensorische methoden. Verfijningen van instrumentele methoden en de juiste inzet van sensorische panels dragen bij tot het verbeteren van de correlaties.

Bij warenwettelijke analyses en produktcontrole vindt een toenemende automatisering plaats. Ook kunnen steeds meer componenten specifiek bepaald worden. Daardoor is het mogelijk geworden vele analyses aan vele monsters uit te voeren. Statistische verwerking van deze meetgegevens maakt echtheidsbepalingen en vaststelling van de identiteit van produkten mogelijk. Dit is ook van belang om claims ten aanzien van de wijze van produktie van een levensmiddel te kunnen verifiëren. Zo kunnen we antwoord krijgen op vragen als: Werd het produkt doorstraald? Hebben we te doen met een scharrelei? Werden additieven toegevoegd?

Intussen gaat de ontwikkeling van analysetechnieken door en kunnen stoffen tot in picogramhoeveelheden worden bepaald. Het gevolg is dat ook schadelijke stoffen in deze uiterst minieme hoeveelheden kunnen worden aangetoond. Deze waarnemingen dreigen echter soms op een onjuiste manier te worden geïnterpreteerd. In de Verenigde Staten kan hierdoor de multolerantie voor kankerverwekkende stoffen zoals

opgelegd in de Delaney clause onmogelijk nagekomen worden. Men spreekt in dit verband van 'paralysis by analysis'⁷.

Ook de moderne verpakkingstechnologie kan de kwaliteit van levensmiddelen beïnvloeden. Ik wil hier kort noemen het ontwikkelen van biodegradeerbaar of te recycelen verpakkingsmateriaal, de integratie van het verpakken in het totale productieproces, het ontwikkelen van produkten die in de verpakking worden behandeld of toeberaid bijvoorbeeld door magnetronverhitting, het streven naar grotere verscheidenheid in verpakkingsvormen. Deze technologie vereist meer kennis van de interactie tussen levensmiddel en verpakking.

Het onderzoeksprogramma

Ik zou deze rede willen afsluiten met een globaal overzicht van het chemisch onderzoek dat momenteel binnen de sectie Levensmiddelenchemie en -microbiologie plaatsvindt. Ik heb reeds vermeld dat in het kader van kwaliteitsonderzoek veel aandacht wordt besteed aan *sensorisch onderzoek*, met name aan het met elkaar in verband brengen van sensorische en instrumentele methoden. Deze correlatie is zeer complex. Mondgevoel, geur en smaak van een produkt staan niet op zichzelf en zijn opgebouwd uit vele factoren. De verschillende instrumentele metingen geven elk slechts uitsluitel over een klein aspect terwijl de menselijke zintuigen alle karakteristieken tegelijk waarnemen en integreren. In samenwerking met een bedrijf hebben wij de sensorisch waarneembare eigenschappen van chocoladeprodukten geanalyseerd. Momenteel wordt nagegaan in welke mate en met welke snelheid geur- en smaakstoffen van een produkt worden

vrijgemaakt in kunstspeeksel. Door het nabootsen van de situatie in de mond hopen we een beeld te krijgen van de stoffen die een bijdrage leveren aan de sensorisch waarneembare kwaliteit. Het instrumenteel meten van dergelijke componenten zou dan de betrouwbaarheid van de waarneming kunnen verhogen.

Een ander project betreft de *interactie tussen verpakking en de kwaliteit* van het verpakte levensmiddel. Ons onderzoek is gericht op de migratie van componenten uit kunststofverpakkingen naar het levensmiddel; bijvoorbeeld monomeerresiduen of hulpstoffen naar chocoladebevattende produkten. Anderzijds gaat het om de absorptie van vooral aroma-componenten van het levensmiddel door de verpakking zoals terpenen in vruchtesappen. Deze effecten worden uiteraard bestudeerd voor migratie-niveaus die liggen beneden de gestelde normen voor produktveiligheid. We proberen hierbij een verband te leggen tussen de instrumenteel gemeten migratie en de sensorisch gemeten kwaliteitsverandering. Dit willen we in verband brengen met de fabrikage-omstandigheden van het verpakkingsmateriaal, de matrix van het te verpakken levensmiddel, en de behandeling van de verpakking voor en na afvullen.

Een derde thema in ons onderzoekprogramma betreft het bepalen en elimineren van *antinutritionele* factoren in grondstoffen. In het kader van de ontwikkelingssamenwerking vindt, in samenwerking met de vakgroepen humane voeding, toxicologie en de microbiologen in onze sectie een onderzoek plaats naar de ontgiftiging van cassavewortels. Onvoldoende voorbewerkte cassave bevat toxische cyanogenen waaruit blauwzuur kan ontstaan. Consumptie daarvan veroorzaakt in Afrika nog steeds schade aan de

gezondheid. Ons onderzoek richt zich vooral op de afbraakroutes van de cyanogene verbindingen en het verloop van dit proces onder de omstandigheden van de huishoudelijke verwerking op het Afrikaanse platteland. Getracht wordt door optimale benutting van de van nature in de plant aanwezige enzymen het cyanidegehalte snel en effectief te reduceren. Tevens worden de effectiviteit en veiligheid van lokaal toegepaste ontgiftingsprocessen zoals beschimmeling op hun waarde beoordeeld en mogelijk verbeterd. Dit alles uiteraard in het kader van de sociaal-economische omstandigheden en culturele gewoonten van de doelgroep.

Voorts wordt de bepaling van antinutritionele factoren in peulvruchten bestudeerd. Deze worden vaak toegevoegd aan levensmiddelen om de voedingswaarde te verbeteren. Om deze verbetering goed tot zijn recht te laten komen, moeten de antinutritionele factoren van de peulvruchten, zoals trypsine-inhibitoren, lectinen en tanninen, zoveel mogelijk verwijderd worden. Hierbij doen zich analytische problemen voor zowel in kwalitatieve als kwantitatieve zin. In ons laboratorium wordt gewerkt aan een gecombineerde methode voor de analyse van de inhibitoren en lectinen met behulp van affiniteitschromatografie. Deze methode is zowel specifiek – alleen moleculen met bepaalde eigenschappen worden gebonden en geïsoleerd – als gevoelig omdat grote hoeveelheden extract op de scheidingskolom kunnen worden gebracht. Deze methode maakt het mogelijk de procesvoering van levensmiddelen af te stemmen op de eliminatie van specifieke antinutritionele factoren.

Tenslotte wil ik het thema *polysacchariden* en hun enzymatische modificatie even aansnijden. Dit onderzoek kan bogen op een lange traditie binnen

de sectie. Onder de leiding van professor Pilnik heeft Wageningen hiermee een internationale reputatie opgebouwd. Oorspronkelijk begonnen met pectines en pectineafbrekende enzymen is het onderzoek geëvolueerd tot de studie van alle plantecelwandpolysacchariden. Dit thema is vrijwel geheel ondergebracht in het voorwaardelijk onderzoekprogramma Levensmiddelenbiotechnologie. Onderzoek aan koolhydraten, waaronder polysacchariden wordt van groot belang geacht voor de Nederlandse industrie. Dat moge blijken uit het feit dat de overheid in 1986 een speciaal Innovatiegericht Onderzoeksprogramma Koolhydraten in het leven riep. Recentelijk werden nog extra middelen toegekend door de ministeries van Economische Zaken en Landbouw, Natuurbeheer en Visserij. Een aantal projecten van onze sectie op dit gebied worden medegefinancierd uit dit programma. Het polysaccharide-onderzoek wordt verder ondersteund door EG-fondsen, de Programma Commissie Landbouwbiotechnologie, de Stichting Technische Wetenschappen, TNO en bedrijven uit de brouwerij-, veevoer- en enzymsector. Het onderzoek is gericht op het verkrijgen van gedetailleerde kennis van de moleculaire structuur en fysisch-chemische eigenschappen van celwandpolysacchariden en de opbouw van de celwand. Met deze kennis kan de invloed op de verwerkings eigenschappen van plantaardige grondstoffen en op de kwaliteit van daaruit bereide produkten beter worden verklaard. Ook kan ze bijdragen aan het verklaren van nutritionele en fysiologische functies daarvan. Bij deze studies zijn gezuiverde, goed gekarakteriseerde enzymen, die hier dus benut zijn als analytisch hulpmiddel, van grote waarde gebleken. Het opsporen, zuiveren en karakteriseren van

polysaccharide afbrekende enzymen is dan ook een essentieel onderdeel van het onderzoek.

Een heel spectrum van enzymen, waaronder nieuwe, niet eerder beschreven enzymen, staat nu tot onze beschikking voor structuuronderzoek, voor de studie van de celwandopbouw en voor het vaststellen van hun specifieke rol bij enzymatische verwerkingsprocessen. Technologisch belangrijke enzymen kunnen zo geïdentificeerd worden en na karakterisering van de eigenschappen kan hun selectieve productie door middel van recombinant-DNA technologie ter hand worden genomen. Binnen de Landbouwniversiteit werken we hier samen met Dr. Visser die er reeds in geslaagd is de productie van een aantal specifieke enzymen door schimmels op te voeren.

Uiteindelijk hopen we uit deze verbeterde enzymbronnen enzymcocktails met de gewenste activiteiten voor bepaalde toepassingen te kunnen samenstellen. Met deze benadering hebben we reeds vele bijdragen kunnen leveren aan de vruchtesaptechnologie. De sectie heeft een pioniersrol gespeeld bij het ontwikkelen van het enzymatisch vervloeingsproces. Dit proces vindt meer en meer industriële toepassing bij de groente- en fruitverwerking, bij het ontsluiten van oliehoudende zaden voor de extractie van olie en bij het ontsluiten van plantaardige grondstoffen voor de winning van belangrijke inhoudstoffen zoals bijvoorbeeld kleurstoffen of smaakstoffen.

Momenteel wordt veel aandacht besteed aan de celwandpolysacchariden in granen. Hiervan is bekend dat ze verwerkingseigenschappen zoals bakkwaliteit en zetmeel/glutenscheiding van tarwebloem en brouweigenschappen van gerst en sorgum beïnvloeden.

In diverse laboratoria in de wereld wordt naarstig gezocht naar enzymen die deze eigenschappen kunnen verbeteren. Onze aandacht richt zich vooral op de fijnstructuur en enzymatische afbreekbaarheid van arabinoxylanen die in grote verscheidenheid in granen voorkomen. Voor het ophelderen van de fijnstructuur werken we samen met de Vakgroep Bio-organische Chemie van de Rijksuniversiteit Utrecht. Diverse enzymen zijn inmiddels geïdentificeerd en er zijn interessante synergismen tussen deze enzymen vastgesteld. Deze resultaten zullen zeker bijdragen bovengenoemde toepassingen te begrijpen.

Polysaccharide-splitsende enzymen kunnen ook gebruikt worden om de structuur van polysacchariden afkomstig van of aanwezig in vezelrijke grondstoffen gericht te modifieren en daarmee hun fysisch-chemische eigenschappen te beïnvloeden. Wij willen nagaan of we deze produkten op deze wijze nieuwe funktionele eigenschappen kunnen geven.

Het onderzoek aan *eiwitten* willen we verder uitbouwen. Hierbij staat ons eenzelfde benadering voor ogen als bij het polysaccharide-onderzoek. Door enzymatische modificatie willen we de eigenschappen van industriële eiwitten verbeteren. Daardoor kan hun toepassingsgebied verbreed worden. Naast hydrolytische enzymen denken we hierbij ook aan andere enzymen die modificaties kunnen aanbrengen.

Dames en heren,

Ik heb getracht u een beeld te schetsen van het ruime werkterrein van de levensmiddelenchemie en hoe de sectie met haar onderzoeksprogramma daar invulling aan wil geven. In dit onderzoeksprogramma spelen we niet in op trends van voorbijgaande aard maar hebben

we het onderzoek gecentreerd rond een aantal thema's die hun belang voor de lange termijn behouden. Deze pogen we uit te diepen tot moleculair niveau om met deze kennis bij te kunnen dragen aan nieuwe ontwikkelingen. Deze benadering is naar mijn mening ook de beste met het oog op het onderwijsprogramma.

Geachte leden van het College van Bestuur, van de Universiteitsraad en van de Benoemingsadviescommissie Levensmiddelenchemie,

Aan het eind van mijn rede gekomen wil ik allereerst mijn erkentelijkheid uitspreken voor het vertrouwen dat u in mij gesteld hebt. Verder wil ik graag iedereen bedanken die op enigerlei wijze aan de tot standkoming van mijn benoeming heeft bijgedragen. Ik zal naar mijn beste vermogen proberen dit vertrouwen te rechtvaardigen. Ook wil ik dank zeggen aan de medewerkers van het bureau van de Universiteit en van de Sector Produkt- en Biotechnologie voor de ondervonden steun bij de afwikkeling van personele en materiële zaken voortvloeiend uit mijn benoeming.

Zeer gewaardeerde collega's uit de Sector Produkt- en Biotechnologie en in het bijzonder uit de Cluster Levensmiddelentechnologie en Voeding,

In mijn betoog heb ik willen benadrukken dat Levensmiddelenchemie een interdisciplinair vakgebied is dat zich alleen in wisselwerking met de basisdisciplines en de andere disciplines van onze Cluster zinvol verder kan ontwikkelen. Er is reeds intensieve samenwerking op het gebied van onderwijs en onderzoek, waar dat nuttig is willen wij deze verder versterken en uitbouwen. Dit geldt ook voor

de vele vormen van samenwerking die bestaan met vakgroepen van andere universiteiten, TNO- en DLO-instituten en met het bedrijfsleven. Deze interacties zijn voor ons onontbeerlijk voor het verder ontwikkelen van het vakgebied.

Hooggeleerde Ruiter, beste Ad,

Graag wil ik meewerken aan het uitbouwen van de goede samenwerking die bestaat tussen de Wageningse en Utrechtse leerstoelen Levensmiddelenchemie. Aangezien jouw werkkerrein in hoofdzaak de chemie van voedingsmiddelen van dierlijke oorsprong betreft en zich vooral ook bezighoudt met de chemische hygiëne vullen deze leerstoelen elkaar goed aan. Dit biedt studenten meer keuzemogelijkheden.

Hooggeleerde Pilnik, beste Walter,

Ik ben jouw veel dank verschuldigd. Het enthousiasme waarmee jij de colleges levensmiddelenchemie en levensmiddelenmicrobiologie gaf hebben mij over de streep gehaald levensmiddelentechnologie te gaan studeren. Verder had ik het geluk dat een promotieplaats beschikbaar kwam rond de tijd van mijn afstuderen. Uit het promotieonderzoek is niet alleen een proefschrift voortgekomen maar ook een wetenschappelijk zeer vruchtbare samenwerking tot de dag van vandaag toe. We hebben jou graag een ruimte beschikbaar gesteld in het laboratorium zodat je ongestoord je niet ophoudende stroom van ideeën kunt uitwerken. Dit maakt het makkelijk voor mij nu en dan jouw visie te vragen. Ook ben ik je dankbaar voor jouw inspanningen om twee keer een buitenlands

studieverblijf voor mij mogelijk te maken. Deze zijn van onschatbare waarde geweest voor mijn vorming.

Hooggeleerde Rombouts, beste Frans,

Onze jarenlange samenwerking is altijd zeer goed geweest en gebaseerd op een groot wederzijds vertrouwen. Jouw luisterend oor en jouw visie op velerlei zaken, zowel binnen als buiten het werk zijn mij vaak tot steun geweest. Deze ervaringen geven mij alle vertrouwen voor de toekomst.

Dames en heren van de Sectie Levensmiddelenchemie en -microbiologie,

Jullie *allen* wil ik danken voor de ondervonden steun en het vertrouwen dat jullie in mij gesteld hebben. Jullie inzet tijdens mijn eerste jaar in deze nieuwe functie was een grote steun. Nu ons personeelsbestand enigszins is versterkt en de taken in goed overleg verdeeld zijn ben ik ervan overtuigd dat we met nieuw elan en in een goede sfeer onze gezamenlijke taak naar beste kunnen zullen aanpakken.

Dames en heren studenten,

Velen van jullie slagen erin via het Erasmusprogramma of via internationale contacten van de sectie een stage in het buitenland door te brengen. Uit de beoordelingen die wij over jullie krijgen uit onder andere de Verenigde Staten, Engeland en Frankrijk kunnen wij concluderen dat jullie de goede naam van Wageningen uitdragen en dat de Wageningse opleiding levensmiddelen-technologie een goede reputatie heeft. Dit blijkt ook uit het toenemend aantal verzoeken van

buitenlandse studenten een stage bij ons door te mogen brengen. Met Europa '92 voor de deur is dit een goede uitgangspositie. Samen met jullie willen wij eraan werken dat zo te houden.

Mijn ouders dank ik dat ze me aangemoedigd hebben te gaan studeren.

Mijn speciale dank gaat uit naar Lea, mijn vrouw, voor de vele manieren waarop zij mij steeds tot steun is.

Ik dank u voor uw aandacht.

Verwijzingen

- 1 **Levensmiddelentechnologie studeren aan de Landbouwhogeschool. 1984. ROC Levensmiddelen-technologie.**
- 2 **Walstra, P. en A. Prins, 1978. Naar onze smaak. Inaugurele rede, Landbouwhogeschool Wageningen.**
- 3 **Hanssen, E. en W. Wendt, 1965. Geschichte der Lebensmittelwissenschaft. In: (Ed. J. Schor-müller) Handbuch der Lebensmittelchemie I, Die Bestandteile der Lebensmittel, Springer Verlag, Heidelberg.**
- 4 **Accum, F., 1822. Treatise on adulterations of food and culinary poisons. Longman, Hurst, Rees, Orme and Brown, Paternoster Row, London.**
- 5 **Ontwikkelingen van onderwijs en onderzoek op het gebied van de Technologie. Levensmiddelen-technologie aan de Landbouwhogeschool Wageningen, Miscellaneous Papers 15 (1978).**
- 6 **Smith, C.J.S., Watson, C.F., Ray, J., Bird, C.R., Morris, P.C., Schuck, W. and D. Grierson, 1988. Antisense RNA inhibition of polygalacturonase gene expression in transgenic tomatoes. Nature 334: 724.**
- 7 **Hall, R.L. and S.L. Taylor, 1989. Food toxicology and safety evaluation: changing perspectives and a challenge for the future. Food Technology 43(9), 270.**

Legende

Figuur 1: Het taakgebied van de levensmiddelenchemie

Figuur 2: Het vakgebied levensmiddelenchemie