

graaneiwitten en

kwaliteit:

het specificatie-

probleem

prof. dr. Rob J. Hamer

**GRAANEIWITTEN EN KWALITEIT:
HET *SPECIFICATIE*PROBLEEM**

Door prof. dr. Rob J. Hamer



Inaugurele rede uitgesproken op 29 april 1999 bij de
aanvaarding van het ambt van bijzonder hoogleraar in de
Technologie van Graaneiwitten, vanwege de Stichting
Lorentz-Van Itersonfonds TNO.

GRAANEIWITTEN EN KWALITEIT: HET SPECIFICATIEPROBLEEM

Mijnheer de Rector, dames en heren,

Ik kwam recentelijk in het Tijdschrift voor Orthopedagogiek een boeiend artikel tegen. Niet zozeer omdat ik een kans zag als biochemicus en jong ambitieus hoogleraar mijn pedagogische kennis wat uit te breiden. Nee, wat mijn oog trok was het feit dat in dat tijdschrift een commentaar was opgenomen op een oratie. Ik sloeg het desbetreffende artikel op en las: "Een oratie is een unieke gebeurtenis in het leven van een hoogleraar en deze weet dat. Het komt nooit weer, dat je geheel op eigen gezag en zonder terughoudendheid mag vertellen wat je bezighoudt in een gezelschap dat apart voor jou is gekomen....." U begrijpt dat dit me zeer aansprak. Aan de andere kant betrof het artikel een *commentaar* op de oratie, waarin geargumenteed werd dat de betreffende hoogleraar zich met zijn rede wel even flink buiten zijn eigen vakgebied had geplaatst. Wel, een gewaarschuwd mens telt voor twee. Een gewaarschuwd wetenschapper telt natuurlijk voor nog veel meer, maar is eigenwijs en kan er toch voor kiezen dat risico aan te gaan. Zeker, als hij daardoor de maatschappelijke relevantie en betekenis van zijn onderzoek kan duidelijk maken.

Dames en heren, ik wil deze rede gebruiken om U uit te leggen waarom er een bijzondere leerstoel 'Technologie van Graaneiwitten' bestaat en welke betekenis deze leerstoel kan hebben. En dat wil ik graag op eigen gezag en zonder terughoudendheid doen.

Granen zijn van wereldbelang

Het zal U niet moeilijk vallen te begrijpen dat deze

leerstoel zich bezig houdt met granen. Al duizenden jaren vormen granen een belangrijke bron van voedsel voor de mens. Ook vandaag de dag spelen granen wereldwijd een zeer belangrijke rol. Producten uit granen moeten tot onze eerste levensbehoefte worden gerekend. Circa 53 % van de dagelijkse calorieën die de wereldburger consumeert en zo'n 50 % van het dagelijks eiwit dat die persoon binnenkrijgt, is afkomstig van granen. Er zijn veel verschillende granen, waarvan tarwe, rijst en maïs het meeste bijdragen aan onze voedselvoorziening. Tarwe neemt daarbinnen een prominente rol in: 31 % van alle geproduceerde granen is tarwe. Hiervan eten we 72 % direct op, 15 % voeren we eerst aan dieren en 6,5 % gebruiken we om weer nieuwe tarwe te telen¹. En dat telen doen we al zo'n 7000 jaar.

In deze rede wil ik me dan ook voornamelijk beperken tot tarwe.

De tarwe centraal

Zo'n vierduizend jaar geleden beschreef men al dat je van tarwe een brood kon maken. Brood is dan ook een belangrijk bestanddeel van ons dagelijks voedsel. Op wereldniveau neemt het belang van brood zelfs toe. Je hoeft alleen maar de recente beelden te zien om weer te beseffen hoe belangrijk brood is voor de mens. Alleen in onze welvarende en overvoede Westerse samenleving worden tarweproducten gestaag uit ons dieet verdrongen door allerlei duurdere alternatieven. Ik wil hier later nog op terugkomen.

Nu is de ene tarwe de andere niet. Er zijn vele rassen, die meer of minder geschikt zijn voor verschillende klimaten en bodemsoorten. Verder kunnen weersomstandigheden, tal van ziektes en de wijze van telen de opbrengst en de eigenschappen van granen in sterke mate bepalen. In W-Europa is dit vaak verbonden met de soms zeer natte zomers, waardoor oogsten kunnen mislukken. In andere regio's van de wereld zijn koude of droogte weer van meer belang. Daarbij komt dat elk ras een eindige levensduur heeft. Vandaar ook dat de productie van granen een continue inspanning vereist van veredelingsbedrijven en telers. Daarbij concentreerde men zich aanvankelijk alleen op opbrengst en opbrengstzekerheid. Veredeling en ontwikkeling van betere teeltmethoden hebben veel opgeleverd: sinds het begin van deze eeuw is bijvoorbeeld in Nederland de opbrengst van tarwe toegenomen van zo'n 1900 kg/ha tot ca 8700 kg/ha in 1995². Deze ontwikkeling en de productieoverschotten die mede daardoor ontstaan zijn, hebben eraan bijgedragen dat er in de afgelopen jaren een ontwikkeling is gestart om meer te letten op de verschillende gebruikskwaliteiten van granen.

Maar, moeten we nog granen telen in Europa?

Op dit moment kraakt en zucht het Europese stelsel van steunregels en garantieprijzen. De agrosector staat onder zeer grote druk omdat de prijzen op de wereldmarkt onder de productiekostprijzen in Europa zijn komen te liggen. Daarbij komt dat de landbouwsubsidies de Europese Gemeenschap erg veel geld kosten. Het lijkt onafwendbaar dat deze steun voor de telers zal gaan verdwijnen. De Europese gemeenschap drukt telers

daardoor steeds meer in de richting van 'meer produceren tegen lagere kosten'. De telers zullen weer meer gaan kiezen voor hoog opbrengende gewassen in plaats van rassen met een hogere gebruikskwaliteit bij een misschien wat lagere opbrengst. Niet de kwaliteit, maar de economie regeert. In dat licht zijn uitspraken van economen om in Europa maar helemaal met de teelt van graan te stoppen niet verwonderlijk.

Ik ben het ermee eens dat op prijs concurreren met Europees graan op de huidige wereldmarkt geen toekomst heeft. De hectare opbrengsten zijn in Europa al erg hoog zodat verdere rendementsverbetering niet onmogelijk, maar wel moeilijk is. Verder leidt werken binnen meer stringente milieu eisen in de regel niet tot lagere kosten.

Stoppen of toch proberen de prijzenslag aan te gaan? Ik vind het allebei even onverstandig. Beide opties staan volgens mij haaks op ontwikkelingen vanuit de gebruiker, die juist een kwaliteitsbeleid voorstaat. Dat wordt duidelijk als je zijn grote inspiratiebron, de consument, wat nader beschouwt.

Het belang van de consument

Er kan terecht gezegd worden, dat het voor de consument nogal lastig is voor te stellen, waarom we zoveel waarde hechten aan de teelt van granen in Europa. De consument ziet geen tekorten bij de bakker of de supermarkt. Integendeel, de consument wordt bij voortduring een keur aan producten gepresenteerd. Wat is dan het belang van de consument?

"Je hoort" dat de welvarende Europese consument steeds meer voor goede en gezonde voedingsmiddelen kiest,

passend bij een verantwoorde voeding. Daar heeft die consument geld voor over. 'Steeds meer en goed', dat klopt wel, maar met betrekking tot 'gezond' ligt de waarheid beduidend anders. Als je bijvoorbeeld kijkt naar de ontwikkeling in de voeding van de Europeaan over de afgelopen jaren, kun je constateren dat hij meer is gaan kiezen voor duurdere eiwitbronnen zoals vlees en zuivel. Je mag je afvragen of die toename wel zo gezond is. En dan niet alleen voor de mens, maar ook voor het milieu. Al dat vlees moet namelijk ook geproduceerd worden en dat trekt een aanzienlijk zwaarder beslag op het milieu dan de productie van granen. Als we consument kunnen overhalen minder vlees te eten ten gunste van graanproducten, zal dat in meer dan één opzicht 'functional' zijn.

Ik ben er dan ook van overtuigd dat de ontwikkeling van gezonde en lekkere producten op basis van granen goede kansen heeft. De voedingsmiddelenindustrie wil deze ontwikkeling natuurlijk ondersteunen, maar heeft daarvoor wel goede en verantwoord geproduceerde grondstoffen nodig van bekende en gecontroleerde herkomst. De Europese agro-infrastructuur is bij uitstek in staat daaraan te voldoen. Maar dan moeten we die infrastructuur niet eerst verloren laten gaan.

Ik wil er niet voor pleiten de agrosector tot in eeuwige dage te blijven subsidiëren. Dat is in een prijs-voor-kwaliteit systeem volgens mij namelijk geen echt probleem. Het is een ervaringsfeit dat gebruik van betere en meer toegesneden grondstoffen geld oplevert. Productieverliezen worden kleiner en er kan vaak bespaard worden op de kosten van allerlei proces-hulpstoffen.

We moeten dezelfde heldere taal kunnen gaan spreken

als de econoom. We moeten bij de boeren glashelder en even zwart-wit als de econoom opgeven wat er geleverd moeten worden en welke prijs daarvoor vergoed wordt. Maar kunnen we dat nu wel?

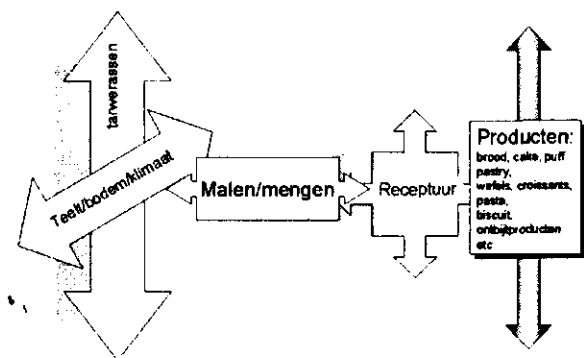
Het probleem ligt in het communiceren van kwaliteit. In de hele keten van veredelaar, teler, handelaar en verwerkers dient over hetzelfde gesproken te worden. Het probleem is dat iedereen zijn eigen taal geleerd heeft. Iedereen weet dat het over kwaliteit moet gaan, maar er is niemand die éénduidig die kwaliteit kan specificeren.

Dat noem ik het *specificatie*probleem.

Hoe lossen we het specificatieprobleem op?

Makkelijker gezegd dan gedaan, wellicht te ambitieus voor woorden, zondermeer al vaak geprobeerd en steeds gefaald. Nieuwe kreet, oud probleem. Allerlei termen, waarmee je jong geboren kuikens weer het ei injaagt. Ik stel voor tot een duidelijk andere aanpak te komen, waarin we anders dan in het verleden ons nu eens niet toeleggen op het organiseren van de hele keten tegelijk, maar starten vanuit de gebruiker. Deze gebruiker is toch de klant? De klant is toch koning? Nu nog duidelijk formuleren wat de klant wil. Op zich is dat niet gemakkelijk want die gebruiker heeft natuurlijk leren werken met de huidige situatie, waarin hij weliswaar niet de allerhoogste kwaliteit, maar wel steeds een zo constant mogelijk product aangeleverd krijgt door de maalindustrie.

Ik wil dit aan de hand van een ketenmodel illustreren. Met dit model wil ik de aandacht vestigen op de vele en zeer complexe relaties, die bestaan tussen de groei en het oogsten van zeer verschillende tarwerassen onder uiteenlopende en niet te voorspellen omstandigheden. De maalindustrie, die haar tarwe op de wereldmarkt inkoop, pakt dit probleem aan door meer voor constantheid te gaan dan voor de hoogste kwaliteit. Door rassen en partijen te mengen, worden oogstvariaties geminimaliseerd en kan een beperkt aantal maalproducten worden geleverd van redelijk constante kwaliteit. Zijn klanten maken hieruit een schier oneindig scala van producten via tal van recepturen en verschillende processen. Voor verdere aanpassingen en optimalisatie moet de bakker het van zijn eigen vakmanschap hebben of moet hij steun zoeken bij producenten van ingrediënten of proces-apparatuur. Want hoe dan ook, er zal aan de consument een kwaliteitsproduct geleverd worden.



Figuur 1: keten model

Aan de huidige situatie kan en moet nog heel wat verbeterd worden. Het is een moeten omdat de toekomst van onze hele graansector ermee gemoeid is. Het is ook een moeten omdat deze situatie remmend werkt voor de industrie. Want die moet juist flexibel in kunnen spelen op de snel veranderende omstandigheden en wensen uit de markt en heeft daarvoor grondstoffen op maat nodig.

Ik kan ook de gewenste situatie schetsen. Deze situatie wordt gekenmerkt door duidelijke ketens en verregaande differentiatie op basis van éénduidige kwaliteitskenmerken. Granen worden geteeld als specialties met het gebruiksdoel voor ogen. Duidelijk daarbij is dat de gebruiker de drijvende kracht moet zijn om tot de definitie van die gebruikseisen te komen. De start voor de oplossing van het specificatieprobleem ligt naar mijn mening dan ook niet bij een overheid, maar bij de voedingsmiddelenindustrie, de verwerkers van tarwe. De overheid heeft tot taak de vorming een duurzame agro-infrastructuur te bevorderen. De voedingsmiddelen industrie heeft tot taak te komen tot éénduidige gebruikseisen. Hier ligt ook met name een Nederlands belang.

De rol van Nederland

Nederland telt niet echt mee op het gebied van de productie van granen. In 1994 namen we een stoere 0,2 % van de wereld tarweproductie voor onze rekening. We zijn daar te klein voor en ons klimaat is nu ook niet je dat. Er zijn zelfs al stemmen opgegaan om de teelt van tarwe in Nederland maar helemaal te staken. Gelukkig is het daar nog niet van gekomen.

Nederland is een *verwerker* van granen. In het jaar 97/98 was meer dan 90 % van de in Nederland vermalen tarwe afkomstig uit het buitenland. Nederland is ook een exporteur van bloem, tarwezetmeel producten en gluten. Wat dat laatste betreft, hoort Nederland tot de grootste in Europa. In 1991 bedroeg de hoeveelheid tarwe, die tot zetmeel en gluten verwerkt werd al zo'n 680.000 ton, vergelijkbaar met zo'n 70 % van de totale Nederlandse tarweoogst. Op dit moment verwerken de Nederlandse gluten/zetmeel bedrijven al veel meer tarwe dan in Nederland geproduceerd wordt.

Nederland is ook sterk in het vervolgtraject. Nederland kent grote, internationaal opererende bedrijven die met gist, enzymen, vetten en emulgatoren belangrijke toeleveranciers zijn van de voedingsmiddelenindustrie. Daarnaast zijn de grote voedingsmiddelenconcerns in Nederland ook verwerkers van granen.

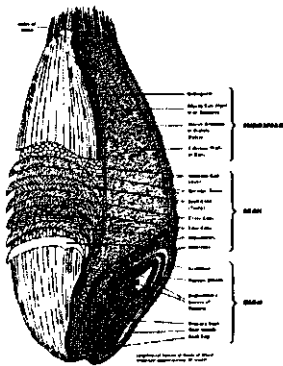
Nederland heeft dan ook nog steeds een krachtige kennisinfrastructuur op dit gebied met o.a. DLO en TNO, die van oudsher een belangrijke rol hebben gespeeld als leverancier van (toegepaste) kennis. Kortom, genoeg reden om juist in Nederland een leerstoel te vestigen en daarbinnen fundamentele kennis op te bouwen ter ondersteuning van deze industrie.

Deze kennis hebben we hard nodig om de oplossing van het specificatieprobleem dichterbij te brengen.

We hebben daarvoor al duidelijke aanknopingspunten, zoals ik zal kunnen laten zien door U mee te nemen naar de tarwe zelf.

Licht op tarwe

De tarwe zoals wij die kennen, behoort tot de familie van de grassen. Kenmerkend daarbij is de vorming van zaadjes in de aar, die na de bloei over een periode van zo'n 40 dagen uitgroeien en rijpen en daarna verdrogen. Tijdens die ontwikkeling vindt in elke korrel een geweldig proces plaats waarbij suikers worden opgeslagen in de vorm van zetmeelkorrels. Deze korrels liggen netjes opgepakt in een omgeving van zogenaamde opslageiwitten. Dit noemen we het endosperm. Dit endosperm is omringd door een vetlaagje en de zemel. Schematisch ziet dit er zo uit:



Figuur 2: doorsnede tarwekorrel

In de walsen van de molenaar ontstaat hieruit de bloem, de verschillende donkere maalfracties en de zemelen.

De eiwitten van het endosperm hebben hele bijzondere eigenschappen. Dat kun je mooi zien als je wat

bloemkorreltjes strooit op een druppel water en die wat in beweging brengt. Onder het microscoop kun je dan onmiddellijk eiwitdraden zien vormen, die als het ware het water inschieten.

Beccari ontdekte al in 1728 dat deeg met water kon worden uitgewassen in een plantaardige en een dierlijke fractie. De dierlijke fractie werd door De Saussure in 1833 'Glutin' genoemd en kreeg langs wetenschaps-avontuurlijke wegen uiteindelijk de naam 'Gluten'.

Het belang dat de eiwitten van dat gluten spelen, werd door de beroemde chemicus Osborne in 1902 als volgt verwoord:

"Of the protein substances used as food none is of more importance than those contained in the seeds of wheat"

U kunt zich voorstellen dat een dergelijke inschatting van graaneiwwitten mij bijzonder aanspreekt. Temeer omdat deze eiwitten wel eens een belangrijke rol zouden kunnen spelen bij het oplossen van dit specificatieprobleem.

De graaneiwwitten centraal

Osborne is met name zo bekend geworden omdat hij zich bezig hield met de systematische scheiding van eiwitten op basis van verschillen in oplosbaarheid in water, water met zout of verdunningen van alcohol. Dankzij Osborne en talrijke anderen is het onomstotelijk vast komen te staan dat tarwe-eiwitten de dragers zijn van unieke eigenschappen die het mogelijk maken om

allerlei verschillende producten te maken. Tegelijkertijd is gebleken dat onderzoek aan granen buitengewoon lonend is geweest en niet alleen geleid heeft tot een enorme verbetering van de kwaliteit van granen en de daaruit bereide producten. Het graanonderzoek draagt ook nog steeds bij aan een relevante verbetering van de wereld voedselsituatie.

Inmiddels weten we ongelooflijk veel meer van deze eiwitten. Ik zal daar een kort overzicht van geven.

Gliadinen en gluteninen

Gluten werd door de reeds genoemde Osborne verder onderscheiden in een albumine, een globuline en een gliadine/glutenine fractie. Het is deze laatste fractie, die de eigenschappen draagt, die tarwe zo geschikt maakt voor verwerking tot tal van gebakken producten.

Gluteninen en gliadinen zijn twee groepen eiwitten, die onderscheiden worden op basis van hun vermogen zogenaamde netwerken te vormen. De gluteninen kunnen dat bij uitstek, zowel door het vormen van vaste, chemische verbindingen, de zogeheten disulfidebruggen, maar ook door het vormen van verstrengelingen. Ze zitten dan niet echt vast, maar zijn in de knoop geraakt. De gliadinen kunnen dat niet, maar 'plakken' als losse moleculen aan het glutenine.

Zowel gluteninen als gliadinen staan voor ingewikkelde groepen van eiwitten. De gluteninen worden onderscheiden in twee hoofdgroepen, de Hoog Moleculaire Gluteninen (HMW-gluteninen) en de Laag Moleculaire

Gluteninen (LMW-gluteninen). Elk van deze groepen bestaat weer uit verschillende eiwitten.

De gliadinen zijn ook in een grote diversiteit aanwezig. Biochemische methoden hebben het in de afgelopen jaren mogelijk gemaakt deze eiwitten zichtbaar te maken en te karakteriseren. Van de meeste van de genoemde eiwitten is inmiddels bekend op welke plaats van het genoom ze gelocaliseerd zijn. Dat heeft geleid tot een geweldig toegenomen inzicht in de veredeling van tarwe. Kwekers hebben, op het spoor gezet door de Engelse wetenschapper Payne(1), daar gretig van gebruik gemaakt en zijn bewust gaan selecteren op specifieke eiwitten die zij in verband brachten met kwaliteit. Ik zal daar later verder op in gaan.

Aan de andere kant hebben geavanceerde analytische methoden ons kennis opgeleverd over de precieze opbouw van verschillende eiwitten (2). We zien nu ook veel meer overeenkomsten tussen de verschillende eiwitten en beginnen verschillen te interpreteren. We zijn zelfs in staat met zeer geavanceerde microscopische technieken individuele moleculen zichtbaar te maken (3).

Toch zullen we met al deze biochemische kennis het probleem niet oplossen. We hebben daarvoor ook de discipline van de levensmiddelen natuurkunde nodig, de fysica.

Fysica: het deeg als tussenstap

Al van oudsher wordt de graanttechnologie gekenmerkt door een grote inbreng van de fysica via het zogeheten reologisch onderzoek. De bestudering van de viskeuze

en elastische eigenschappen van degen heeft veel bijgedragen tot standaardisatie en kwaliteitsverbetering in de bakkerij-industrie. Met name deze 'tussenstap' heeft veel resultaat opgeleverd. De deegbereiding bleek namelijk in een groot aantal productieprocessen de meest belangrijke, kwaliteitsbepalende stap te zijn. Hier komen in het productieproces namelijk de eerste afwijkingen aan het licht en hier is de beste plaats voor de deegmaker om te corrigeren en te compenseren voor variaties in de grondstof.

Tal van apparaten zijn ontwikkeld om enerzijds productieprocessen te kunnen standaardiseren en anderzijds te proberen via deeeigenschappen relaties te leggen tussen grondstof en eindproduct. Dankzij de reologie kunnen we ook inzicht verkrijgen in de totaal verschillende eigenschappen die we een deeg meegeven in het ene of in het andere proces. Neem bijvoorbeeld een biscuitdeeg of een brooddeeg.

Een biscuitdeeg mag niet elastisch zijn omdat de biscuitjes dan hun regelmatige vorm niet behouden, teveel gas vasthouden en blaasjes vormen. Een brooddeeg moet juist wel elastisch zijn, maar mag weer niet te stug zijn omdat anders de vereiste fijne structuur en volume niet gehaald worden. Maar hoe krijg je dat steeds weer voor elkaar?

Er zijn in principe twee soorten oplossingen:

- De korte termijn oplossing: draai aan knoppen, kneed wat langer of korter, voeg wat proceshulpmiddelen toe tot het vereiste resultaat bereikt is;
- De langere termijn oplossing: identificeer de kwaliteitssturende stappen in het proces, leg deze

onder optimale condities vast, kies de grondstof die het beste bij je proces past en karakteriseer deze.

In het eerste geval bouwen we nauwelijks kennis op en is het elke keer zweten totdat het probleem is opgelost. Dit kan bijvoorbeeld leiden tot tot aanzienlijke wijzigingen in de receptuur, waarvan men later niet meer weet wat de reden was. Het proces blijft een 'black box', de grondstof blijft een onvoorspelbare kwelgeest.

In het laatste geval zijn we bezig voor dit proces de specificaties op te stellen. We maken het proces doorzichtig en we vertalen onze inzichten zo goed mogelijk in eisen die we aan de grondstof stellen. En dan zijn we bezig het specificatieprobleem op te lossen.

Ik had beloofd terug te komen op het werk van Payne. Deze Engelse onderzoeker ontdekte dat in goed bakkende tarwerassen bepaalde HMW gluteninen, genoemd '5+10' vaker voorkwamen terwijl de aanwezigheid van de HMW gluteninen '2+12' gecorreleerd was aan een mindere bakkwaliteit (1). Met behulp van een zogeheten electroforesemethode kan de aanwezigheid van deze specifieke glutenine 'banden' éénduidig worden aangetoond, een harde specificatie leek verkregen: de Payne kwaliteitsscore. Je analyseert de bandjes, kent voor elk 'goed' glutenine bandje extra punten toe en telt de score op. Het gevolg bleef niet uit: overal ter wereld begonnen kwekers te veredelen op die '5+10' tarwes. Hieruit blijkt -zeer positief- dat een éénduidige specificatie onmiddellijk navolging krijgt. Vandaar ook de teleurstelling toen bleek dat de zo veredelde rassen door de Engelse bakkers 'overstrong'

gevonden werden omdat ze problemen gaven tijdens de deegbereiding. De specificatie was blijkbaar nog niet compleet. Ook konden op basis van uitgebreide studies vraagtekens worden gezet bij de juistheid van Payne's kwaliteitsscores (4). Dit kwaliteitsscore systeem is dan ook niet de grootste verdienste van Payne's werk. Veel meer is zijn verdienste dat hij relaties is gaan leggen tussen éénduidige parameters waarop je kunt veredelen en gebruikskwaliteit. De navolging die dit kreeg heeft de wetenschap de afgelopen jaren veel verder gebracht.

Eerste stappen om het specificatieprobleem op te lossen.

Het voorbeeld van het kwaliteitsscore systeem onderstreept geeft aan dat er een aantal voorwaarden zijn waaraan je moet voldoen om het probleem echt op te lossen. Kortweg moet de specificatie:

- onafhankelijk zijn van ras of oogstfactoren;
- gerelateerd zijn aan proces/receptuur aspecten;
- éénduidig meetbaar zijn;
- compleet zijn.

Elk jaar opnieuw wordt tarwe over de hele wereld geteeld en geoogst, onder zeer uiteenlopende omstandigheden. De specificaties waar we naar op zoek zijn moeten ons in staat stellen, ongeacht ras, partij of oogstjaar, de juiste partij te selecteren.

Zoals in het ketenoverzicht aangegeven, wordt tarwe vermalen in fracties die op hun beurt verwerkt worden in tal van recepturen en processen. Dit legt al direct een extra druk op het onderzoek. Het onderzoek moet

inzicht geven in hoe veranderingen in processen uitwerken tot verschillende specificaties. Verder moet de specificatie de basis kunnen vormen voor selectie- en kwaliteitsbeoordelings-systemen. Immers, wat hebben we aan specificaties als we ze niet kunnen toepassen om de beste tarwe voor ons productieproces in te kopen? Wat moet een teler met een eisende klant als hij niet weet hoe hij het gewenste product moet telen en oogsten? Evenzeer geldt dit natuurlijk voor de kweker, die ook niets liever wil dan de specificaties toepassen in zijn beoordeling van duizenden zaailingen om daaruit de meest geschikte te kiezen.

Bovenal geldt dat specificaties éénduidig toepasbaar en compleet moeten zijn. Er mag geen ruimte overblijven voor miscommunicatie.

De eerlijkheid gebied te zeggen dat we op dit moment nog ver van dit soort specificaties verwijderd zijn. Dat is in wezen een verdrietige constatering omdat we over ongelofelijk geavanceerde techniek beschikken. Ik liet al zien dat we de graaneiwitten 'tot op de graat' kunnen karakteriseren. We beschikken over zeer snelle screeningsmethoden voor de kweker, over zeer snelle optische analysemethoden, die in principe ingezet kunnen worden bij teeltbewaking en on-line kwaliteitsbeoordelingssystemen. Het is eigenlijk nog steeds wachten op de sluitende specificatie. Waar moet je op meten, waar moet je op selecteren?

De specificatie is de kern, de sleutel.

Het is juist de combinatie van reologisch- en levensmiddelen-chemisch onderzoek, die ons in staat zal stellen voldoende inzicht in de basis van kwaliteit te verkrijgen en sluitende specificaties op te stellen. Ik zal hier een voorbeeld van geven, dat ook zicht geeft op de uiteindelijke oplossing van het specificatieprobleem.

Eerste stappen

In de korte historie van de graanchemie, kun je een aantal belangrijke stappen ontdekken. Dat begon natuurlijk met de ontdekking dat de eiwitten van granen de eigenlijke dragers van kwaliteit zijn. Dat betekent niet dat andere graancomponenten zoals zetmeel en vezels geen invloed hebben. Dat hebben ze wel degelijk, maar de variatie in kwaliteit wordt bepaald door de component die het meest veranderlijk is, en dat is het eiwit, zowel qua hoeveelheid als samenstelling. Eiwitgehalte bleek een aardige maat om kwaliteit te voorspellen, maar gluten gehalte is een betere. Moonen (5) liet zien dat de zogenaamde geleiwitfractie, die Graveland en zijn collega's bij TNO hadden geïdentificeerd (6), een nog betere voorspellende waarde droeg. Het werk aan deze fractie vormt sinds die tijd de rode draad van het basisonderzoek aan granen dat bij TNO is uitgevoerd. Dit onderzoek heeft een aantal belangrijke resultaten opgeleverd.

Het geleiwit, dat later door Hamer en Weegels het Glutenine Macro Polymeer of GMP werd genoemd (7) teneinde het belang van de gluteninen te onderstrepen, is in wezen een netwerk van aan elkaar verbonden en met

elkaar verstrengelde glutenine polymeren. Dit GMP netwerk is slecht oplosbaar en kan als zodanig geïsoleerd en bestudeerd worden. De hoeveelheid GMP wordt beïnvloed door kneden en rusten van het deeg. Tijdens het kneden lijkt de fractie te verdwijnen, afhankelijk van het gebruikte tarwe ras en de tijd en intensiteit van kneden. Tijdens het rusten neemt de fractie weer in hoeveelheid toe, waarbij weer effecten van het proces kunnen worden waargenomen. Ook bleken er allerlei ras- en oogstverschillen op te treden. Het lag dus voor de hand om deze fractie nader te onderzoeken. Een belangrijke vondst werd gedaan door Weegels (8). Hij constateerde dat er prima verbanden gevonden konden worden tussen de hoeveelheid van de fractie in bloem en bepaalde deegeigenschappen. Dit verband was echter afhankelijk van oogstjaar en tarwe ras. Als hij echter de hoeveelheid van het GMP in deeg nam, vielen alle eerder gevonden verbanden samen. Voor het eerst werd er een relatie gevonden, die niet ras- of oogstafhankelijk leek. Ook werd geconstateerd dat GMP in deeg het beste in verband gebracht kon worden met deegeigenschappen, terwijl GMP in bloem nog steeds de beste voorspeller was van het uiteindelijke broodvolume (9). Als gevolg van deze bevindingen werd het onderzoek nader gericht op de veranderingen, die tijdens het deegbereidingsproces kunnen optreden (8). Waar het onderzoek tot dan toe steeds gericht was geweest op het meten van hoeveelheid, werd nu ook gekeken naar de fysische eigenschappen van de fractie. Door aan het netwerk te meten kon een kwalitatieve indruk worden verkregen van de grootte van het netwerk en de mate van verknoping.

Op grond van al deze metingen werd meer en meer duidelijk dat we met de GMP fractie wellicht de sleutel tot het oplossen van het specificatieprobleem in handen hebben. Als we precies kunnen vaststellen hoe de fractie in elkaar steekt en hoe ze verandert onder invloed van procesomstandigheden, kunnen we wellicht de reologie begrijpen en een éénduidig verband aanbrengen tussen product, proces en grondstofeigenschappen. We moeten dan wel een aantal vragen kunnen beantwoorden.

- Hoe is het GMP opgebouwd?
- Wat bepaalt nu de hoeveelheid GMP in bloem?
- Wat bepaalt de snelheid van afbraak en opbouw als je een deeg maakt?
- Wat voor netwerk moet je hebben voor verschillende processen en producten?

Allemaal vragen, die natuurlijk samenhangen met de voorwaarden, die ik eerder stelde aan het oplossen van het specificatieprobleem. Het zijn echter wel -hoe moeilijk ook- oplosbare vragen.

De meest efficiënte manier om dit aan te pakken is via een model. Een model, dat je enerzijds kunt blijven verbeteren en aanscherpen, maar anderzijds al direct kunt proberen toe te passen in allerlei praktische situaties.

Het Hyper Aggregatie Model

Nogmaals, je poneert een model. Je doet dat op basis van de beste inzichten, die je hebt, maar zonder zeker te weten of het ook klopt. Het enige dat je zeker weet, is

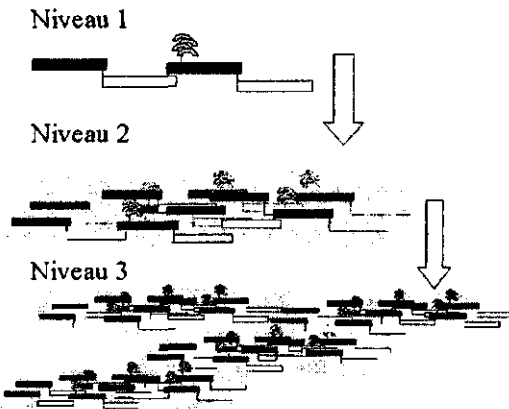
dat met een model vragen ontstaan die je in staat stellen meer gericht oplossingen te zoeken en verbeteringen aan te brengen. Of, en dat moet natuurlijk ook kunnen, dat er antwoorden komen die ervoor zorgen dat je het model verworpt en een ander ontwerpt. Pure wetenschap dus.

In het model, dat ik hier schets, kun je het biochemische werk van TNO terugvinden, maar ook meer algemene polymeer fysische theorie, zoals binnen de graanchemie voor het eerst toegepast door Ewart (10). Daarnaast heb ik al jaren met voorlopermodellen mogen stoeien en dit model zo proberen te maken dat ik er een aantal belangrijke fenomenen mee kan verklaren. Dit laat onverlet dat er -uiteraard- ook andere modellen zijn. Maar ook dat is een kenmerk van een volwassen wetenschap.

Het Hyper-aggregatie model bestaat uit drie organisatieniveaus. Op het eerste niveau zijn, conform het Graveland model(11), HMW glutenine eenheden gekoppeld en vormen een vertakt polymeer met daaraan zijketens van LMW glutenine eenheden. Dit eerste organisatieniveau is per definitie alleen uit chemische (S-S) koppelingen opgebouwd.

Op het tweede organisatieniveau zijn verschillende stukjes van het netwerk verstrengeld geraakt en is een zogenaamde 'schol' gevormd.

Het tweede niveau komt dus voornamelijk tot stand door zogenaamde fysische koppelingen, hoewel daarna ook verder chemische bindingen kunnen ontstaan, die dit organisatieniveau kunnen stabiliseren.



Figuur 3: Hyper Aggregatie model

Het derde niveau bestaat uit onderling in elkaar verstrengelde schollen, die samen een dunne film kunnen vormen. Zo'n dunne film kun je bijvoorbeeld goed waarnemen als je een microscopische opname van de doorsnede van een gascel in deeg bekijkt.

De grootte en dichtheid van chemische bindingen op niveau 1 wordt direct beïnvloed door samenstelling en hoeveelheid van het HMW glutenine. Het is denkbaar dat specifieke HMW gluteninen meer mogelijkheden voor vertakkingen geven dan andere. We weten al dat dit soort verschillen er zijn tussen HMW glutenine eenheden (resp. X- en Y- type). We weten ook dat het ontbreken van één soort HMW glutenine in een mengsel leidt tot slechte aggregaatvorming en zeer zwakke netwerken. Organisatieniveau 2 wordt voor een belangrijk deel beïnvloed door de grootte en hoeveelheid van de chemische aggregaten (niveau 1). Wellicht is hier ook al

een sterk effect van gliadinen, LMW gluteninen e.d. die via associatie met het HMW glutenine de vorming van schollen (niveau 2 aggregaten) kunnen beïnvloeden. Niveau 3 leidt tot de grootste aggregaten. De vorming daarvan wordt bijvoorbeeld vertraagd door arabinoxylanen, een polymeer polysaccharide uit de tarwe. We denken dat dit een proces is van sterische hindering. Bij enzymatische splitsing van arabinoxylanen verdwijnt het effect meteen. Dit fenomeen vormt waarschijnlijk de verklaring voor het feit dat bij gerst en rogge geen gluten wordt gevormd tenzij je tevoren de xylanen en glucanen enzymatisch verwijdert.

De eigenschappen van het Hyper Aggregaat en daarmee de kwaliteit van deeg worden uiteindelijk bepaald door de grootte, samenstelling en verdichting van het netwerk.

Eerste toepassingen

Met dit model kunnen we nu proberen het kneedproces en de verschillende eigenschappen van deeg, zoals elasticiteit, weerstand tegen uitrekken, gashoudend vermogen en thermosetting (het fixeren van de structuur bij een bepaalde temperatuur) te verklaren. Uiteraard in eerste instantie alleen met het doel het model te toetsen en verder te verbeteren. Het model is natuurlijk geen Haarlemmer olie, waarmee alle problemen genezen kunnen worden. Op dit moment kan het model slechts kwalitatief worden toegepast zoals ik hieronder zal toelichten.

Ik wil dit doen aan de twee voorbeelden, die ik eerder noemde, de biscuit en het brood.

Bij een biscuitdeeg moeten elasticiteit en gashoudend vermogen minimaal zijn. Als we ons model volgen, zou je dan een tarwe moeten kiezen met laag eiwit en een samenstelling, die geen sterk netwerk op levert. Dat is correct, ook in de receptuur en in het proces wordt er alles aan gedaan netwerkvorming tegen te gaan. In de receptuur, door middelen te gebruiken die de vorming van chemische bindingen tegengaan en door een bijhoorlijke hoeveelheid hard vet te gebruiken dat de vorming van type 2 en 3 aggregaten tegengaat. In het proces, door via de wijze van kneden en rusten de ontwikkeling van het deeg, in mijn model de vorming van type 2 en 3 aggregaten zoveel mogelijk tegen te gaan.

Bij brood zijn we juist uit op een goede elasticiteit en een goed gashoudend vermogen. De luchtbelletjes, die we tijdens het kneden inbrengen, dienen zoveel mogelijk onder invloed van de gist uit te kunnen rijzen tot een fijn verdeeld schuim, dat in de oven verder expandeert en zich zet zonder in te zakken. Hier geeft ons model aan dat we juist meer type 2 en 3 aggregaten moeten hebben. We kiezen hier een eiwitrijke bloem met goede netwerkvormende eigenschappen. Enzymen, die de vorming van type 3 stimuleren, bevorderen een goede gascelstructuur. Het proces passen we zodanig aan dat het gluten goed ontwikkeld wordt en dat er een prima netwerk gevormd wordt.

Kunnen we nu het specificatieprobleem oplossen?

In kwalitatieve zin klopt het model aardig en dat is al heel wat. We kunnen er de werking van eiwitten, vezels,

vetten, enzymen en ga zo maar door mee verklaren. Om tot echte specificaties te kunnen komen en het model echt robuust te kunnen maken, is echter een *kwantitatieve* benadering nodig.

En daarmee heb ik dan gespecificeerd wat ik beoog te gaan doen met deze leerstoel 'Technologie van Graaneiwwitten'. Het is mijn doelstelling dit netwerkmodel te toetsen door de verschillende aggregatieniveaus te onderscheiden, te kwantificeren en te relateren aan hun moleculaire opbouw en fysische functionaliteit.

Die kennis kan dan ingezet worden om veredeling en teelt te sturen, snelle (moleculaire of optische) monitoring methoden te ontwikkelen en teelt, gericht op specifieke gebruikskwaliteiten echt mogelijk te maken.

Hier ligt niet alleen de sleutel voor het specificatieprobleem, waarmee we veredeling en teelt verder kunnen helpen. Het model is ook voor de verwerkende industrie van groot belang omdat zij inzicht kan krijgen in de werking van enzymen en ingrediënten. Bij dat laatste kun je bijvoorbeeld denken aan de werking van vetten. Een benadering die wellicht echt nieuwe mogelijkheden opent om bijvoorbeeld vetarme producten te ontwikkelen.

Het wetenschappelijke belang van dit onderzoek overstijgt mijns inziens dat van de graaneiwwitten. In het algemeen ontbreekt er met name op het niveau van deze biopolymere aggregaten nog veel kennis met betrekking tot netwerkvorming in relatie tot fysische netwerkeigenschappen. Ik verwacht dat voortgang op het gebied van het Hyper Aggregatie Model positief zal bijdragen aan het brede begrip dat we ook bij andere eiwwitten hard nodig hebben. Het maatschappelijke belang van dit onderzoek heb ik al

aangegeven. De oplossingsrichting die ik voorstel is naar mijn mening voorwaarde voor de implementatie van een prijs-voor-kwaliteit beleid waarmee Europa haar positie als tarweproducent –en verwerker strategisch en duurzaam kan versterken. Een beleid dat letterlijk broodnodig is.

Een beleid waar ook de consument wat van gaat merken. Uitstekende, gezonde en veilige producten uit granen, waarmee de consument overgehaald wordt graanproducten een belangrijke plaats in zijn dieet te geven.

Even achterom kijken en dan weer vooruit

Als ik achterom kijk, zie ik een beeld waarbij uitdagend wetenschappelijk onderzoek en fundamentele wetenschappelijke vragen gekoppeld zijn aan maatschappelijke vragen. Daarmee wil ik aangeven dat zoiets niet minder uitdagend hoeft te zijn dan de 'vrije wetenschap'. Daarbij komt dat het oplossen van deze vragen de inzet van allerlei disciplines vereist. In die zin is het gebied van de leerstoel ook daadwerkelijk een integrerende factor, die tal van disciplines aan zich zal willen binden.

Ik zie er dan ook naar uit om met mijn collega's van het Departement Levensmiddelen-technologie en Voedingswetenschappen en in het bijzonder de leerstoelgroep Levensmiddelenchemie samen te werken. Ik zal dat doen onder de VLAG van het Centrum voor Eiwittechnologie TNO-WUR. In het bijzonder denk ik daar voor een brug te kunnen zorgen met het voortreffelijke werk dat binnen TNO Voeding op het gebied van het graanonderzoek plaatsvindt.

Voor het welslagen van mijn wetenschappelijke missie is het nodig met andere disciplines samen te werken. Ik zie hoe dat als een echte succesfactor werkt binnen mijn werk voor WCFS. Ik verwacht dat het ook zo zal werken binnen de Landbouwniversiteit of de krachtig op koers gaande 'Wageningen Universiteit'. Wellicht kan ik vanuit mijn positie zelfs een beetje aan die koers meesturen door aan te geven welke kennis het meest kan bijdragen aan de prominente positie van deze universiteit in zowel de wetenschappelijke wereld als in de maatschappij.

Als ik achterom kijk, zie ik ook dat de laatste jaren veel verloren is gegaan van de oorspronkelijk zo krachtige en effectieve structuren om het graanonderzoek in Nederland te bevorderen en de resultaten daarvan bij het bedrijfsleven bekend te maken. Er is veel gereorganiseerd, de Europese gemeenschap heeft een zeer belangrijke rol gekregen in het organiseren van onderzoek, maar naar mijn mening zijn we daar in wetenschappelijk opzicht in Nederland nog niet voldoende beter van geworden. Eén positief punt moet ik noemen, het IOP-Industriële Eiwitten, dat in de afgelopen jaren veel belangrijk onderzoek op het gebied van graaneiwwitten heeft kunnen stimuleren. Maar ook een IOP programma is eindig en pogingen de goede zaak internationaal voort te zetten zijn niet bij voorbaat succesvol. Natuurlijk, we leven in Europa, we moeten denken als Europeanen, we gaan in ieder geval betalen als Europeanen. Maar uiteindelijk gaat het er nog steeds om dat de gebruikers en de leveranciers van kennis elkaar vinden. En dat kan alleen als ook internationale initiatieven en onderzoeksprojecten kunnen steunen op

een goed netwerk in Nederland. Een netwerk, dat haar eigen beleidslijnen uitzet en daar inspringt waar de EU gaten laat vallen.

Ik wil graag met deze leerstoel en mijn internationale netwerk van de Europese Sectie van de AACC³ bijdragen aan dit nationale netwerk en daaraan proberen nieuwe impulsen te geven. Ik hoop dat deze leerstoel in dat opzicht een hoeksteen kan vormen en bijdraagt de kennisinfrastructuur op het gebied van de verwerking van granen in Nederland weer te verbeteren.

Tot slot

Mijnheer de Rector, geachte leden van het bestuur van het LIFT fonds, geachte leden van het College van Curatoren. Graag wil ik U mijn erkentelijkheid tonen voor Uw vertrouwen dat heeft geleid tot mijn benoeming.

Hooggeleerde Sixma, beste Jan, jij bent zonder twijfel de persoon die mijn bloed sneller heeft doen laten stromen voor de wetenschap. Je 'drive' om vooraan te blijven in de wetenschap en daar altijd alle registers (lees ook: disciplines) voor open te trekken zullen me altijd blijven inspireren.

Ik stel het bijzonder op prijs dat je bereid bent zitting te nemen in het College van Curatoren voor de leerstoel.

De organisatie TNO voert een beleid uit dat erop gericht is haar relatie en samenwerking met universiteiten te bevorderen. Het vervult mij met veel voldoening dat dit beleid, dat ik al jaren van harte ondersteun en uitdraag, mij nu persoonlijk de mogelijkheden geeft daar invulling

aan te geven.

Hooggeleerde Van Bladeren, zeer geleerde Folstar, ik stel het zeer op prijs dat jullie mij in staat hebben gesteld mijn TNO taken voor die van WCFS te verruilen en deze benoeming enthousiast hebben gesteund.

Leden van het bestuur van WCFS, partners en collega's van WCFS,

ons nog jonge instituut is inmiddels het ontwerpstadium voorbij en begint duidelijk haar karakter te tonen.

Wetenschappelijke kwaliteit en maatschappelijke relevantie staan hoog in het vaandel van WCFS. Ik waardeer het bijzonder samen met jullie hieraan te mogen werken. In dat licht waardeer ik ook zeer jullie steun voor deze nieuwe taak.

Collega's van de Leerstoelgroep Levensmiddelenchemie en Voeding, andere collega's van de Landbouw Universiteit,

ik stel het buitengewoon op prijs met U te kunnen werken aan een krachtige en excellente universiteit. Ik hoop aan Uw onderzoek en succes te kunnen bijdragen. Ik weet zeker dat Uw inbreng in mijn werk mij verder zal stimuleren en inspireren.

Hooggeleerde Voragen, beste Fons, in de afgelopen jaren hebben we een band ontwikkeld van openheid, vertrouwen en wederzijds respect, die ik zeer op prijs stel. Na onze eerste succesvolle samenwerking in het kader van de ontwikkeling van het Centrum voor Eiwittechnologie is het mij een genoegen nu ook echt deel te mogen uitmaken van je team.

Collega's van TNO-Voeding, in het bijzonder mijn vrienden van de 'tarweclub', het product van een instelling voor toegepast onderzoek als TNO is 'oplossingen voor problemen', de grondstof daarvoor is 'kennis'. Ook hier kunnen specificatieproblemen optreden. TNO's partnerschap in WCFS, haar universitaire centra en in het bijzonder deze leerstoel zullen helpen die aanvoer van kennis te optimaliseren. Ik zie ernaar uit hieraan bij te kunnen dragen op het gebied van de granen. Het lijkt me buitengewoon plezierig om daarbinnen met jullie te mogen samenwerken.

Dames en heren studenten,
U heeft inmiddels begrepen dat mijn vak een bijzonder vak is, ik wil het graag een zingevend vak noemen. Tenslotte, bij mij kunt U ervaren waarom alle moeite die U zich tevoren in de chemie en fysica heeft moeten getroosten, zinvol is. Als U dat wenst, zal ik U met veel plezier introduceren in dit fantastisch leuke en relevante vakgebied.

Lieve familie en vrienden, zeer gewaardeerde toehoorders,

Ik vind het fantastisch dat jullie allemaal deze feestelijke plechtigheid wilden bijwonen en willens en wetens het risico hebben genomen geen brood meer te kunnen eten zonder aan mij te denken. Mijn dank daarvoor...en tot nadere uitleg ben ik altijd bereid.

Ook ik ben natuurlijk een product van veel toewijding, steun en goede zorgen. Lieve Ma, je hebt mij je beste

zorgen en steun gegeven, veel meer dan een mens mag verwachten, bedankt daarvoor.

Lieve Monique, jij bent zonder twijfel mijn beste ontdekking. Leven met jou geeft mijn leven waarde en inhoud. Jouw liefde, inzichten en kameraadschap zijn voor mij van onschatbare waarde.

Casper, Jurriën en Thijmen, jullie hebben waarschijnlijk net besloten een ander beroep te kiezen. Toch vind ik het cool, gaaf, fantastisch om met jullie te mogen leven en te proberen jullie te steunen en te inspireren.

Mijnheer de Rector Magnificus, dames en heren, ik ben tot het slot gekomen van mijn rede en

Ik dank U voor Uw aandacht.

Referenties

1. Payne, P. I. 1987. Genetics of Wheat Storage Proteins and the effect of allelic variation on bread-making quality. *Ann.Rev.Plant Physiol.* 38, 141-153.
2. Keck, B., Kohler, H. P. E., and Wieser, H. 1995. Disulfide bonds in wheat gluten. Peptic and Thermolytic cystine peptides from gluten proteins. *Zeitschrift Fuer Lebensmittel Untersuchung Und Forschung* 200, 432-439.
3. Miles, M. J., Carr, H. J., McMaster, T. J., l'Anson, K. J., Belton, P. S., Morris, V. J., Field, J. M., Shewry, P. R., and Tatham, A. S. 1991. Scanning tunneling microscopy of wheat seed storage protein reveals details of an unusual supersecondary structure. *Proc.Natl.Acad.Sci.USA* 88, 68-71.
4. Hamer, R. J., Weegels, P. L., and Marseille, J. P. 1992. Prediction of the breadmaking quality of wheat: the use of HMW glutenin-A subunit-based quality scoring systems. *Journal of Cereal Science.* 15, 91-102.
5. Moonen, J.H.E., A. Scheepstra, and A. Graveland. 1986. Use of the SDS-sedimentation test and SDS-polyacrylamide gel electrophoresis for screening breeder's samples of wheat for bread-making quality. *Euphytica* 31:677-690.
6. Graveland, A. 1980. Extraction of wheat proteins with sodium dodecyl sulphate. *Annales de Technologie Agricole* 29:113-123.

7. Weegels, P.L., R.J. Hamer, and J.D. Schofield. 1996. Functional properties of wheat glutenin. *Journal of Cereal Science* 23:1-18.
8. Weegels, P.L., R.J. Hamer, and J.D. Schofield. 1997. Depolymerisation and re-polymerisation of wheat glutenin during dough processing. II. Changes in composition. *Journal of Cereal Science* 25:155-163.
9. Weegels, P.L., v.d. Pijpekamp-AM, A. Graveland, R.J. Hamer, and J.D. Schofield. 1997. Depolymerisation and re-polymerisation of wheat glutenin during dough processing. I. Relationships between glutenin macropolymer content and quality parameters. *Journal of Cereal Science* 23:103-111.
10. Ewart, J. A. D. 1977 *Journal of the Science of Food and Agriculture* 28, 191-199.
11. Graveland, A., P. Bosveld, W.J. Lichtendonk, J.P. Marseille, J.H.E. Moonen, and A. Scheepstra. 1985. A model for the molecular structure of the glutenins from wheat flour. *Journal of Cereal Science* 3:1-16.

Bronnen

- 1 FAO (gegevens 1996)
- 2 CBS
- 3 AACC: American Association of Cereal Chemints, de organisatie voor graanchemici en graantechnologen met leden over de hele wereld.