

# De chemie van een klevend netwerk

Ontwerpen  
van  
glutenarm voedsel

Een module voor de bovenbouw chemie onderwijs



Universiteit Utrecht  
Freudenthal Institute for Science and Mathematics Education

Freudenthal Institute for Science and Mathematics Education  
Universiteit Utrecht  
Postbus 80000  
3508 TA Utrecht

De chemie van een klevend netwerk  
Marijn Meijer, Astrid Bulte & Albert Pilot  
**Versie Vlissingen 2<sup>e</sup> ronde**  
© 2007. Centrum voor Didactiek van Wiskunde en Natuurwetenschappen.  
Document nummer: #07-12

Deze publicatie mag niet worden verveelvoudigd en verspreid. Voor alle vormen van openbaarmaking is schriftelijke toestemming van de Universiteit Utrecht vereist.

## Inhoudsopgave

|  |    |
|--|----|
| Activiteit 1. De eerste werkbepreking.....                                 | 7  |
| Activiteit 2. Een eerste ontwerp .....                                     | 8  |
| Activiteit 3. De tweede werkbepreking.....                                 | 9  |
| Activiteit 4. Het kiezen van de glutenvervanger .....                      | 10 |
| Activiteit 5. De eerste testronde .....                                    | 10 |
| Activiteit 6. Meer weten ... maar waarover en hoe?.....                    | 11 |
| Activiteit 7. Bestuderen en verwerken van de informatie .....              | 12 |
| Activiteit 8. Terugkijken om vooruit te kijken .....                       | 13 |
| Activiteit 9. Testen om beter te begrijpen.....                            | 14 |
| Activiteit 10. Een verklaring opstellen .....                              | 16 |
| Activiteit 11. Ideeën afstemmen! .....                                     | 17 |
| Activiteit 12. De tweede ontwerpronde .....                                | 17 |
| Activiteit 13. Feedback.....   | 17 |
| Activiteit 14. Hoe nu verder met toekomstige projecten van de groep? ..... | 18 |
| Activiteit 15. Verzamelen!.....  | 19 |
| Activiteit 16. Toepasbaar bij andere ontwerpen?.....                       | 21 |
| Activiteit 17. De eindpresentaties.....                                    | 23 |



30 juni 2007

Beste leerling,

Geweldig dat jullie mee doen aan een wetenschappelijk project over het ontwerpen van voedselproducten. Dit project is opgezet om vwo leerlingen kennis te laten maken met wetenschap en technologie. Het idee is om opgedane ervaringen & kennis uit elk project dat succesvol is afgerond te gebruiken in vervolgprojecten. Dus jullie bijdrage leidt weer tot nieuwe projecten, waarbij de ontwikkeling van kennis steeds verder gaat.

In dit project is het de bedoeling om te onderzoeken of het haalbaar is gluten-arm voedsel te ontwerpen. Uit onderzoek dat alleen in Ierland is uitgevoerd blijkt dat 10-15% van de bevolking intolerant is voor gluten. Men vermoedt dat dit ook geldt voor de gehele West Europese bevolking. Als deze mensen gluten (een soort eiwitten) eten, krijgen ze enorm last van hun darmen met soms blijvende beschadiging als gevolg.

Gluten zitten in tarwe. Omdat tarwe veel als grondstof wordt gebruikt of als additief, zitten bijna overal gluten in. Gluten haal je niet zomaar uit tarwe. Daarom is men gaan zoeken naar een glutenvrije vervanger voor tarwe. Huidige goedkope vervangers zijn boekweit of rijst, maar die geven andere eigenschappen aan het product. Er is een duurdere graansoort dat geen gluten bevat, maar die kan niet overal verbouwd worden. Een goedkoop alternatief dat overal verbouwd kan worden is maïs. Het doel van jullie project is een nieuwe serie voedselproducten (zie hierboven waar we tot nu toe aan hebben gewerkt) te ontwerpen die geen gluten bevatten. Als vervanger van tarwe nemen we maïs. Jullie beginnen met een product dat veel wordt gegeten: brood.

De bedoeling is dat jullie gedurende dit project bestuderen of het mogelijk is om op een systematische manier glutenarme voedselproducten te ontwerpen met als exemplarisch voorbeeld een glutenarm maïsbrood. Hierover wordt gerapporteerd d.m.v. een rapport en een presentatie (powerpoint) die direct na deze week aan de projectleiding wordt voorgelegd. De bedoeling dat vervolgprojecten, zoals het ontwerpen van glutenarme pasta, door andere groepen onderzoekers worden uitgevoerd.

Het ontwerpen van een gluten-arm brood op basis van maïs is nog niemand gelukt. Op dit ogenblik zijn er enkele onderzoeken gaande om broden te ontwikkelen op basis van maïs of rijst. Deze broden hebben nog niet de gewenste eigenschappen. Alleen het onderzoek van het gluten-arm rijstbrood kent enige systematiek.

Tijdens dit project werken jullie in teams van drie of vier personen. Binnen jullie projectgroep zijn er dus meerdere teams die aan hetzelfde project werken. Dat doen we in verband met een verbeterde efficiëntie, een hoger rendement en betere kwaliteit van het ontwerpproces, door de mogelijkheid om commentaar op elkaars werk te leveren. Daarom zijn er enkele momenten gepland waarop de projectgroep overlegt over de resultaten en de volgende stappen die genomen moeten worden.

Uiteraard zullen jullie bijgestaan worden door één van onze senior projectleiders. De projectleider zal jullie voorzien van genoeg informatie en jullie op tijd bijsturen als hij/zij denkt dat het niet de goede kant opgaat. Uiteindelijk beslist de projectleider over de kwaliteit van jullie product.

Met vriendelijke groeten,

Atze Jan van der Goot.

Senior projectleider

**Nummer projectvoorstel: 2007-09-2-Vliss**

**Titel:** 'Ontwerpen van eiwitarm voedsel voor mensen met glutenintolerantie'

**Doelstelling van het project:** Een haalbaarheidsstudie uitvoeren naar het ontwerpen van nieuwe voedselproducten. In deze studie wordt vooral gestreefd naar een toenemende 'know-how' over de eigenschappen van deze producten en de oorzaak van deze eigenschappen.

**Beschrijving:**

Tegenwoordig komen er steeds meer voedselallergieën voor. Daarbij moeten ingrediënten vervangen worden, zodat die allergie niet wordt opgeroepen. Daarom zou het gewenst zijn om nieuwe glutenarme voedselproducten te ontwerpen op basis van een andere graansoort die geen gluten bevat (bv. maïs). Als mogelijk product uit een reeks van productontwerpen wordt brood genomen vanwege het feit dat dit product veel gegeten wordt.

Naast het ontwerpen van een glutenarm maïsbrood in deze eerste haalbaarheidsstudie worden er nog andere doelen geformuleerd:

- het ontwerpen van glutenarme deegproducten
- een manier van aanpak voor het ontwerpen van glutenarme deegproducten
- een beter begrip met betrekking tot de structuren en eigenschappen van gluten en hun vervangers.

In de rapportage over de ontwikkeling van het glutenarme maïsbrood moet de inhoud bruikbaar zijn voor vervolgprojecten waarin andere deegproducten worden ontworpen. In het groepsoverleg wordt besproken of de drie doelen gehaald zijn. Vervolgens wordt er gerapporteerd met betrekking tot de verslaglegging en de presentatie.

## Activiteit 1. De eerste werkbepreking

De eerste bijeenkomst is bedoeld om de doelstelling van het project te verhelderen. De volgende agendapunten zijn van belang:

1. Welkom door de projectleider
2. Wat is de bedoeling? (zie verder hieronder)
3. Hoe gaan we dat doen?
  - a. Wie doet wat?
    - i. Uitvoering → jullie
    - ii. Sturing en verantwoording → wij (projectleider en senior projectleider)
    - iii. Vormen van groepen
  - b. Communicatiemiddel (ELO)
    - i. Doel & functie
    - ii. Inloggen
4. Bespreken projectvoorstel en vervolgactiviteiten (plan van aanpak)
  - a. Accepteren of aanpassen van het projectvoorstel
  - b. Opstellen projectplan: werkwijze & ontwerpstappen
  - c. Vaststellen ontbrekende kennis
5. Afspraken voor de volgende keer.

→ bron 1

→ bron 1

*Probleem: we gaan een maïsbrood bakken. Hoe moet dat? We weten hoe een echt brood eruit ziet dus dan kunnen we wel concluderen of het lukt.*

*Ontwerpen: we gaan een maïsbrood moeten bakken en bestuderen het resultaat. De kans is groot dat het brood nog niet gelijk de juiste kwaliteit heeft. Dus we gaan het brood verbeteren door:*

- 1) *de juiste verhoudingen waarin de ingrediënten bij elkaar worden gevoegd te bepalen.*
- 2) *misschien moet er nog iets toegevoegd worden.*

*Het nieuwe product gaan we weer bakken (testen). Dus we moeten het recept optimaliseren.*

*Er moet gerapporteerd worden in de vorm van een presentatie en een rapport met daarin doel, wat hebben we gedaan, resultaten en conclusie.*

De verwachtingen m.b.t. punt 5c:

*We moeten meer kennis hebben over het brood bakken.*

*De bron met informatie over het broodbakken is nu nodig om verder te komen. Deze bron bevat informatie over alle stappen die nodig zijn om van de ingrediënten een brood te maken. De stappen (knedem, fermenteren en bakken) worden globaal beschreven op macro niveau. Er wordt niet ingegaan op de onderliggende structuur van het deeg of brood.*

De verwachtingen m.b.t. punt 6:

- 1) *We gaan informatie verzamelen over het brood bakken.*
- 2) *We gaan een brood bakken en kijken naar het resultaat*


## Activiteit 2. Een eerste ontwerp

De afspraak is om tenminste een drietal broden te gaan bakken, met dezelfde verhouding water en meel, en hetzelfde gist- en zoutgehalte:

- op basis van tarwemeel
- op basis van half tarwe- en half maïsmeel
- op basis van maïsmeel

De broden worden gebakken in broodbakmachines met steeds dezelfde instelling van de broodbakmachine, ingrediënten en in dezelfde samenstelling en hoeveelheden.

Het is gebruikelijk dat elk experiment op een standaard manier wordt vastgelegd. Daarmee kan iedereen inzage krijgen in het ontwerpproces. Hiervoor is een standaard rapportage formulier dat hiervoor speciaal ontwikkeld is. Aangezien elke groep een ander soort brood bakt worden bij de volgende werkbespreking alle broden in de groep besproken. Om de bijeenkomst gestructureerd te laten verlopen, moet er binnen het team eerst een verklaring over je gebakken brood opgesteld worden, waarna door middel van een discussie in de groep die verklaringen over alle gebakken broden worden uitgewisseld.

|  |                                      |                             |
|--|--------------------------------------|-----------------------------|
| <b>Onderzoekers:</b><br><i>Jip &amp; Janneke</i>   | <b>Titel:</b><br><i>Activiteit 2</i> | <b>Datum:</b> 15 maart 2007 |
|  |                                      | <b>Projectnummer:</b>       |
| <b>Fase:</b><br><i>1. probleem verhelderen / 2. testen / 3. verklaren</i>  |                                      |                             |
| Gebruikte technieken/experimentele opstelling:<br>broodbakmachines   |                                      |                             |
| <b>Beschrijving van de waarnemingen voorzien van enkele tekeningen.</b><br><br><i>Tarwebrood ziet eruit als brood, luchtig (holtes zijn regelmatig verdeelt over het brood), goede kleur(bruin, donkere korst), smaak is oke,</i><br><br><i>Hal maïs half tarwe ziet er nog redelijk goed uit en is nog te eten. Ziet er geel uit. gasholtes zijn kleiner, maar zijn er wel.</i><br><i>Dit brood is wel lager dan het tarwe brood.</i><br><br><i>Het maïsbrood droger is dan het tarwebrood, hard, geel, geen echte korst bovenop, is ongeveer de helft kleiner dan het tarwebrood.</i><br><i>Bevat geen gasholtes.</i><br> |                                      |                             |
| <b>Is er een verklaring op te stellen?</b><br><i>Het brood met een hoog glutengehalte ziet er uit als brood en met een laag glutengehalte is geen brood.</i><br><br><i>niet al het water is opgenomen door gluten of het zetmeel. Tijdens het bakken is dit verdampt. Het is echter wel vastgehouden door het deeg (brood) in tegenstelling tot maïs. Gluten houden dus het gas vast.</i><br><br><i>Het probleem is hiermee nog niet opgelost. We hebben nog geen goed glutenarm maïsbrood ontworpen.</i>  |                                      |                             |



## Activiteit 3. De tweede werkbepreking

Om alle resultaten, verkregen in de verschillende teams goed te ordenen, hebben we een werkbepreking georganiseerd. De agenda voor deze bespreking is als volgt:

1. Resultaten en conclusie met betrekking tot activiteit 2
2. hoe nu verder?
  - a. Wat is feitelijk het probleem?
  - b. Moeten we het projectvoorstel bijstellen?
  - c. Welke stappen moeten we verder ondernemen om het probleem op te lossen?
3. Afspraken maken en vastleggen.

→ bron 3

De leerlingen zien in dat het niet zo eenvoudig is om een maïsbrood te bakken. *Het maïsbrood heeft niet hetzelfde uiterlijk, smaak en luchtigheid als een tarwebrood.*

Als verklaring wordt verwacht dat *het glutengehalte belangrijk is voor de kwaliteit van het brood. Als er gluten in het brood zitten wordt het brood hoger. Gluten mogen er niet inzitten, dus is niet verstandig om een optimum zoeken in een laag glutengehalte en toch een redelijke broodkwaliteit.*

Dus gluten zijn belangrijk voor de kwaliteit, mogen er echter niet in. Verwacht wordt dat dit een motief oproept bij de leerlingen: *We moeten iets vinden dat gluten kan vervangen, dat toegevoegd kan worden tijdens het kneden van maïsdeeg.*

Een andere waarneming is mogelijk: *Het maïsbrood is droger dan het tarwebrood. Het vochtgehalte kan daarom ook gerelateerd worden aan de hoogte van het brood. Hoe hoger het vochtgehalte des te hoger het brood.*

Als verklaring wordt verwacht: *niet al het water is opgenomen door gluten of het zetmeel. Tijdens het bakken is dit verdampt. Het is echter wel vastgehouden door het deeg (brood) in tegenstelling tot maïs. Gluten houden dus het gas (waterdamp) vast.*

Hoe nu verder?

- a. Wat is feitelijk het probleem?  
*Maïsbrood dat geen gluten bevat rijst niet. Een brood rijst, als het gluten bevat. We moeten een vervanger (niet eiwitrijk) vinden voor gluten. Gluten zorgen dus voor het vasthouden van de gassen.*
- b. Moeten we het projectvoorstel aanpassen?  
*Probleem verkenning hebben we gedaan zie hierboven  
We moeten toch kijken welke functies gluten hebben opdat we een vervanger kunnen vinden.*
- c. Welke stappen moeten we nu nemen om het probleem op te lossen?
  1. *We moeten een vervanger voor gluten zoeken. We moeten opschrijven wat de vervanger moet kunnen (gas vasthouden, mee groeien tijdens gasontwikkeling, water absorberen, niet giftig, goede smaak). We moeten informatie hebben over mogelijke vervangers.*
  2. *Vervanger selecteren.*
  3. *werkplan opstellen met beargumenteerde keuze van vervanger en de exacte hoeveelheden voor nieuwe test.*  
*Er is nu een behoefte aan meer informatie over hydrocolloïden (in de vorm van een artikel). Uitreiken en beschikbaar stellen via ELO direct na deze bespreking*
  4. *Maïsbrood bakken met gluten vervanger.*
  5. *verslaglegging*

Afspraken maken en vastleggen.

Werkplan wordt per groep vastgelegd (inclusief keuze vervanger en recept) opsturen naar externe expert en cc de projectleider. *In het werkplan moet ook een hypothese opgenomen worden. Er moet dus wel uitgelegd worden wat een hypothese is.*

Als het werkplan goed gekeurd is gaan we een nieuw maïsbrood bakken.

Rapportage aan elkaar

## Activiteit 4. Het kiezen van de glutenvervanger

Uit de voorgaande activiteiten blijkt dat het lastiger is dan gedacht om een glutenarm maïsbrood te ontwerpen. Daarom is het verstandig om een vervanger van gluten te vinden. Maar waar moet deze vervanger aan voldoen? Is het nu mogelijk om de verschillende vervangers te kiezen? En in welke hoeveelheden moeten we die straks gebruiken? Het artikel van Ballings et al. uit 2005 over 'hydrocolloïden als broodverbeteraars' kan daarbij nuttig zijn.

Aan de hand van de literatuur en de gemaakte afspraken kan je verwachtingen formuleren. Onderstaande vragen kunnen jullie helpen om een werkplan te maken.

1. Waarom worden er hydrocolloïden gebruikt en geen andere groep van stoffen waaruit ons voedsel is opgebouwd?
2. Welke glutenvervanger of combinatie van glutenvervangers moeten we kiezen? Wat zijn de argumenten daarvoor?
3. In welke hoeveelheden voegen jullie deze stof(fen) toe aan het deegmengsel?
4. Wat zijn de verwachtingen die jullie willen testen?
5. Wat is het bijbehorende werkplan?

Leg het werkplan ter controle voor aan de senior projectleider en je eigen projectleider. Als het werkplan niet aangepast hoeft te worden kan je beginnen met de eerste testronde in het ontwerp van een glutenarm maïsbrood.

De verwachting is dat de keuze valt op: *CMC, HPMC, Xanthan, alginaat*

De verwachting is dat de leerlingen met de volgende hypothesen komen:

*Een verhoging van het m% (gram hydrocolloïd t.o.v. totale massa meel) hydrocolloïd leidt tot een goede kwaliteit van het brood.*

*Een verhouding van ?? van deze en die hydrocolloïd (en in totaal 5 m%) leidt tot een goede kwaliteit van het brood.*

Een werkplan zou er als volgt uit kunnen zien:

- *Verwachting wordt omgezet in een onderzoeksvraag.*
- *Er wordt een brood gemaakt met maïs, water en maximaal 5 m% (op basis van maïsmeel), zout en gist.*
- *Dit mengsel wordt in een broodbakmachine (hetzelfde bakprogramma) gebakken.*
- *Er wordt gekeken naar de kwaliteit, eigenschappen van het gebakken brood*
- *Conclusies trekken*

## Activiteit 5. De eerste testronde

Het is tijd om het eerste ontwerp uit te voeren volgens je goedgekeurde werkplan. Geadviseerd wordt om het rapportage formulier te gebruiken om de resultaten vast te leggen.

## Activiteit 6. Meer weten ... maar waarover en hoe?

We houden een korte werkbepreking. Op de agenda staan de volgende punten:

- Rapportage na aanleiding van het eerste ontwerp
- Wat is een mogelijke verklaring voor de gevonden resultaten?

→bron 6

let op mail van senior projectleider!! ELO

Waar denken jullie aan nadat je de artikelen gelezen hebt?

*Verklaring ligt in het brood, de ingrediënten en hoe die samen het brood vormen tijdens het gehele proces van broodbakken.*

Welke eigenschappen zijn belangrijk om tot een kwalitatief goed glutenarm maïsbrood te komen? *gashoudend vermogen en elasticiteit*

Welke stoffen zijn in verband te brengen met de gewenste kwaliteit?

*Gluten en zetmeelgranules want ze vormen samen de wanden die het gas moeten vasthouden.*

Wat moet je nog meer weten?

*Wat die hydrocolloiden nu doen als vervanger? Ze moeten samen met de granules de wanden vormen.*

*Wat kunnen ze wel en niet en waarom?*

*Dus als we precies weten wat gluten doen dan kunnen we de goede hydrocolloid (of combinatie van) selecteren en daarom hebben we antwoord nodig op de vraag wat die hydrocolloiden wel kunnen en waarom.*

Wat weten we wel en wat niet?

*Artikelen lezen, experimenten doen om iets uit te zoeken. Want we weten wel veel over de situatie:*

- *dat er structuren zijn in brood dat van tarwe wordt gemaakt,*
- *ook als er hydrocolloiden worden toegevoegd aan tarwemeel om brood te maken*
- *we weten ongeveer wat gluten doen: namelijk zorgen voor een deeg dat gas vasthoudt.*

*Maar niets over de situatie:*

- *als er hydrocolloiden aan maïsmeel wordt toegevoegd*
- *Welke hydrocolloid geschikt is om gluten te vervangen*
- *Welke structuren nu bijdragen aan elasticiteit en gashoudend vermogen.*

## Activiteit 7. Bestuderen en verwerken van de informatie

Uit eerdere ervaringen van de senior projectleider blijkt dat mensen het lastig vinden om een omschrijving te geven van een 'structuur' en een 'eigenschap'. Omdat deze woorden vaak genoemd worden in het artikel (verstopt in de term mesostructuur), heeft de senior projectleider enkele geschikte foto's via [www.flickr.com](http://www.flickr.com) gevonden door te zoeken op 'bread' en/of 'structure'.

Daarbij vroeg de senior projectleider zich het volgende af:

- Waarom hebben mensen (de fotografen) aan deze foto's het trefwoord 'structuur' meegegeven?
- Kan ik dan in de gevonden foto's over brood ook structuren herkennen (vinden)?
- Waarom zijn dat wel structuren?
- Wat is nu een geschikte omschrijving van 'structuur'?
- Zou ik hetzelfde kunnen doen maar nu voor 'eigenschap' i.p.v. 'structuur'?

Bespreek deze vragen in je team. Jullie zijn dan beter voorbereid voor een werkbespreking.

Het is dus niet simpel om gluten te vervangen. Om toch een glutenarm maïsbrood te ontwerpen moeten we weten wat gluten precies doen, zodat we sneller en efficiënter tot een oplossing komen. Met deze recent verworven kennis wordt aangeraden om nu opnieuw de artikelen te lezen en te proberen m.b.v. het aangeboden schema meer ordening in de informatie aan te brengen ter voorbereiding op de komende werkbespreking.

→ bron 7

→ bron 7

In de foto's 7 t/m 12 wordt het volgende verwacht van de leerlingen m.b.t. structuur en eigenschap:

| Foto | Structuur   | eigenschap  |
|------|---|---|
| 7    | Een regelmatige stapeling van plakken                                       | Groen als kleur   |
| 8    | Een geordende en chaotische rangschikking van brood                         | Bruin in vele gradaties<br>ziet er uit als brood  |
| 9    | Een regelmatige stapeling of constructie van stokbroden                     | Ondanks de vorm (geen eigenschap) is dit herkenbaar als brood (associatie) bruin                            |
| 10   | Een serie van gasholtes die zichtbaar worden als een brood wordt opgesneden | Bruin, korst is donkerder, heeft holtes   |
| 11   | Een regelmatige structuur van holtes en kruim                               | Herkenbaar als brood door het hebben van luchtholtes  |
| 12   | Een gladde wand dat als een soort omhulsel functioneert van een holte       | Stevig genoeg om het bovenliggende gewicht te dragen, kneedbaar, wordt zacht als er water wordt toegevoegd. |

## Activiteit 8. Terugkijken om vooruit te kijken

Agenda voor de werkbepreking:

1. Gemeenschappelijke formulering van de termen: 'structuur' en 'eigenschap'.
2. Hoe moeten we nu het schema interpreteren dat de senior projectleider heeft gestuurd?
3. Waarom heeft de senior projectleider ons dit schema gegeven?
4. Welke stappen moeten we nu nemen? Moet ik nu broodbakken of kunnen we iets slimmers bedenken?
5. Afspraken maken en vastleggen.

De verwachte antwoorden zijn m.b.t. structuur:

- Waarom hebben mensen (de fotografen) aan deze foto's het trefwoord 'structuur' meegegeven? *Er is steeds sprake van een constructie. Er is iets gebouwd of neer gezet en dat is opgebouwd uit regelmatige patronen (dezelfde dingen keren terug).*
- Kunnen we dan in de gevonden foto's over brood ook structuren herkennen (vinden)? Waarom zijn dat wel of geen structuren, volgens jullie? *er zit een bepaalde regelmaat in, een patroon. Maar soms zijn er meerdere patronen zichtbaar (foto linksonder).*
- Wat is nu een geschikte omschrijving van 'structuur' volgens jullie? *Een regelmatig terugkerend patroon waarmee iets gebouwd is.*

De verwachte antwoorden zijn m.b.t. eigenschap:

- Waarop maak je onderscheid tussen de broden? *kleur, beleving (associaties), vorm*
- Is dit onderscheid een eigenschap? *alleen de kleur*
- Wat maakt nu dat een brood herkend wordt als een brood? *Niet de kleur, maar het zijn de associaties die we maken tussen datgene dat we zien en wat we weten. Dus herkenning aan vorm, aanwezigheid van holtes in het brood.*
- Wat is nu een geschikte omschrijving van 'eigenschap' volgens jullie? *Een uniek kenmerk van een materiaal of product.*

3. *waarom heeft de senior projectleider ons dit schema gegeven? Hij verwacht dat door het veranderen van de structuur in het brood door een glutenvervanger toe te voegen dat de gewenste eigenschap verkregen wordt. Dit geeft een manier aan hoe we dit probleem kunnen aanpakken.*
4. *welke stappen moeten we nu nemen? Moet ik nu broodbakken of kunnen we iets slimmers bedenken? We moeten op zoek naar structuren, kijken hoe die opgebouwd zijn uit gluten. Daarna kijken of we deze structuren kunnen vervangen of opbouwen met behulp van hydrocolloïden. Om dit te doen gaan we niet gelijk broden bakken, maar proberen we eerst goed deeg te maken.*
5. *afspraken. We moeten eerst weten wat die gluten doen ter referentie en daarna aan maïsmeel de hydrocolloïden toevoegen. Kijken of we dezelfde gewenste deegeigenschappen kunnen verkrijgen.*

## Activiteit 9. Testen om beter te begrijpen

In het artikel van Bax et al. (2003) staan enkele experimenten. Er zijn tot nu toe verschillende broden met een of meerdere hydrocolloïden in verschillende verhoudingen ontworpen door de verschillende teams. Het is daarom verstandig als elke team van zijn eigen ontwerp het deeg onderwerpt aan de door Bax gebruikte experimenten. De projectleider stelt het volgende voor:

- De deegbaltest wordt uitgevoerd met deegballen op basis van tarwe, maïs, maïs met hydrocolloïden in verschillende samenstelling, zoals uitgevoerd is in de eerste testronde.
- Het trek-rek experiment wordt met dezelfde deegsoorten uitgevoerd als de deegbaltest.
- Er worden rapportage formulieren gebruikt om het mogelijk te maken data uit te wisselen.
- Zijn de conclusies / verklaringen op basis van de verkregen resultaten voldoende om de stappen 3 en 4 van het schema uit te voeren?

|   |  |                             |
|---|--|-----------------------------|
| <b>Onderzoekers:</b><br><br><i>Jip &amp; Janneke</i>  | <b>Titel:</b> <i>deegbaltest activiteit 9</i>                | <b>Datum:</b> 15 maart 2007 |
| <b>Fase:</b><br>1. <del>probleem verhelderen</del> / 2. <del>testen</del> / 3. <u>verklaren</u>   |  | <b>Projectnummer:</b>       |
| <b>Gebruikte technieken/experimentele opstelling:</b><br><br><i>Ogen Deegbaltest</i>  |  |                             |
| <b>Beschrijving van de waarnemingen voorzien van enkele tekeningen.</b><br><u>Deegbaltest</u><br><i>Tarwemeel: er ontstaat een plakkerige deegbal. na 6 min drijft de bal, In het water blijft heel en krijgt een vochtig oppervlak. Bal begint te zwellen. Er ontstaan kleine belletjes waardoor. Een fijn verdeeld schuim ontstaat waar de bal in het water ligt. Na 39 min wordt het plat Na 50 min ligt er een elastisch vlies op het water. Maïsmeeel: Maïsmeeel: een brokkelige bal die veel meer water absorbeert voordat deze een bol vormt. valt direct uit elkaar (3,5 min) zelfs voordat het drijft. Bij 6 min ligt het volledig uit elkaar op de bodem. Maïsmeeel met hydrocolloïden: Xanthan gum: gaat drijven na 10minuten, ontstaan wel gasbelletjes, barst na 12 minuten open Heeft spikkelig oppervlak HPMC: gaat drijven, ontstaan belletjes, valt uit elkaar</i> | <b>Stap 1: wat is een gewenste of ongewenste eigenschap?</b> |                             |
| <b>Stap 2: Kan de (on)gewenste eigenschap verklaard worden d.m.v. mesostructuren?</b><br><br><i>In maïs zijn geen/nauwelijks gluten aanwezig in tegenstelling tot tarwe. Tarwe deeg is elastisch, anders kan het niet zwellen. Er moet iets van gasproductie of een klem zijn om een gasbel te laten ontstaan. Plakkerig deeg ontstaat door wateropname. Zwellen vindt pas later plaats. Zwellen wordt waarschijnlijk niet veroorzaakt door waterabsorptie maar door gasproductie. Er is een huidje (dat bevat gluten) dat gas opvangt. Huidje mag niet kapot gaan, moet dus sterk en elastisch zijn. Gluten zorgen voor de eigenschap dat deeg elastisch is. Het deeg moet sterk genoeg zijn en gas opvangen.</i>  |  |                             |
| <b>Is de opgestelde verklaring acceptabel als antwoord op mijn onderzoeksvraag? Wat weet ik nog niet?</b><br><b>Stap 3: kan de mesostructuur veranderd worden?</b><br><i>Nee ik weet nog niet genoeg, omdat ik niet weet welke hydrocolloïd (of combinatie ervan) heel goed gas kan vasthouden en hoe dit is tijdens het broodbakken.</i>   |  |                             |

|   |  |  |
|---|--|--|
| <b>Onderzoekers:</b><br><br><i>Jip &amp; Janneke</i>  | <b>Titel:</b> trek rek experiment <i>activiteit 9</i>  | <b>Datum:</b> 15 maart 2007<br><br><b>Projectnummer:</b> |
| <b>Fase:</b><br>1. <del>probleem verhelderen</del> / 2. <del>testen</del> / 3. <u>verklaren</u>   |  |  |
| <b>Gebruikte technieken/experimentele opstelling:</b><br><br><i>Trekrek exp</i>   |  |  |
| <b>Beschrijving van de waarnemingen voorzien van enkele tekeningen.</b><br><i>Heeft een glad oppervlak.</i><br><i>Trek-rek-experiment:</i><br><i>Tarwedeeg</i> snoert eerst in.<br><i>Er ontstaat hiernaast</i><br><i>geschetste structuur.</i><br><i>Structuur: holtes, gericht in de trekrichting, omringt door draden of een film. Oppervlak</i><br><i>bij breuk wordt rafelig</i><br><i>Deeg is plakkerig, uit te rekken tot ongeveer een hoogte van 17 cm</i><br><i>Elastisch materiaal</i><br><br><i>Maïsdeeg: niet elastisch, breekt vrijwel direct bij 5 cm. Geen draad, snoert gelijk in</i><br><br><i>Maïsdeeg met hydrocolloïden, doet er iets langer over om te breken. Rek tot ongeveer 12 cm.</i>   | <b>Stap 1: wat is een gewenste of ongewenste eigenschap?</b><br><i>Gewenst:</i><br><i>Draden kunnen vormen elastisch</i><br><i>Ongewenst:</i><br><i>Te snel breken van het maïsdeeg</i><br><i>Elasticiteit van het maïsdeeg met hydrocolloïden is laag</i> |  |
| <b>Stap 2: Kan de (on)gewenste eigenschap verklaard worden d.m.v. mesostructuren?</b><br><i>Het niet kunnen vormen van draden van het maïsbrood zorgt ervoor dat het deeg niet elastisch is.</i><br><i>Tarwe dat gluten bevat kan wel draden vormen. Maïs dat geen gluten bevat doet dat niet.</i><br><i>Gluten zorgen dus voor de elasticiteit van het deeg.</i><br><i>De hydrocolloïden kunnen wel iet nabootsen van de elastische eigenschap van de gluten, maar nog niet voldoende.</i>   |  |  |
| <b>Is de opgestelde verklaring acceptabel als antwoord op mijn onderzoeksvraag? Wat weet ik nog niet?</b><br><b>Stap 3: kan de mesostructuur veranderd worden?</b><br><b>Stap 4: wat zijn de aanbevelingen voor die verandering?</b><br><br><i>De elasticiteit wordt veroorzaakt door de aanwezigheid van draden die in het deeg zitten. De draden 'ontrollen' zich als het deeg wordt uitgerekt. Gerezen brood is verder uit te rekken. Er zijn meer stevige draden met een gladder oppervlak.</i><br><i>Draden zijn net als elastieken. Ze zitten als een kluwen bij elkaar, hier en daar verbonden en kunnen net zo lang uitgerekt worden (ze bereiken eerst hun eigen lengte) totdat ze knappen.</i><br><i>We moeten dus een zodanig hydrocolloïd vinden dat het glutennetwerk nagebootst kan worden.</i> |  |  |

Uit de experimenten en de literatuur kan wel geconcludeerd worden dat er een behoefte is aan meer informatie om een goede glutenvervanger te kiezen. Er is kort geleden een artikel van Klok et al. (2007) gepubliceerd dat wellicht de hiaten in onze kennis kan aanvullen.

## Activiteit 10. Een verklaring opstellen

Omdat het artikel van Klok et al. (2006) zeer complex is, wordt het aangeraden om dit artikel in het team te bespreken.

De volgende stappen vinden plaats bij een dergelijke literatuurbespreking:

- Van tevoren wordt vaak afgesproken om deze belangrijkste punten te ordenen, zodat iedereen vanuit hetzelfde gezichtspunt naar een artikel kijkt. Een mogelijk uitgangspunt zou het ontwikkelde schema (voornamelijk de stappen 2, 3 en 4) van de senior projectleider kunnen zijn.
- Door de deelnemers wordt individueel het artikel doorgelezen om de belangrijkste punten, relaties of bevindingen samen te vatten.
- Vervolgens vertelt elke teamlid aan de andere teamleden zijn of haar samenvatting. Daarna wordt deze aangevuld met de punten waar iedereen het over eens is. Er is nu een netwerk van begrippen en relaties (eventueel aangevuld met grafieken, plaatjes) gemaakt waarover in de groep consensus is bereikt. Dit netwerk van begrippen en relaties kan beschouwd worden als een eerste aanzet tot een verklaring.
- Waarschijnlijk is het nu mogelijk om stap 5 uit te voeren van het aangereikte schema.

→ bron 10

als er gehydrateerde gluten aanwezig zijn in het deeg dan is het deeg elastisch

als een polymeer lang is dan heeft het een hoog molecuulgewicht

als er weinig geladen zijgroepen zijn dan lost gluten niet op in water door het hoge molecuulgewicht en de te geringe interactie tussen iongroepen en watermoleculen

als kleinere eenheden onderling S-bruggen vormen dan ontstaan er grote en lange gluteninen

als er gluteninen aanwezig zijn dan is het deeg elastisch

als er het aminozuur cysteine aanwezig is in beide ketens dan kan er een S-brug gevormd worden tussen beide ketens (of: als het mogelijk is dat twee groepen een (chemische) binding vormen dan doen ze dat ook)

als er interacties plaatsvinden tussen ketens (in de vorm van ...) dan ontstaat er een netwerk

als een onderdeel van het netwerk elastische eigenschappen heeft dan is het netwerk elastisch

als er water wordt toegevoegd dan ontstaan er nieuwe interacties tussen de ketens (t.g.v. wegdraaien van hydrofobe delen van het water)

als een molecuul een hoog molecuulgewicht heeft dan zijn er veel verstrengelingen mogelijk

als het glutennetwerk wordt uitgerekt dan worden er bindingen verbroken (in de volgorde: vdW, H-verstrengeling, S, cov)

als het glutennetwerk een hoge fractie aan hoog moleculair gewicht (HMG) bevat dan moet er veel energie ingestopt worden om dit netwerk te breken

als er meer dwarsverbindingen mogelijk zijn dan ontstaat er een sterker netwerk (dat een grotere rek vertoont)

De verwachting is dat leerlingen met de volgende keuze voor de broodverbeteraars komen

- de keuzen moet bestaan uit een combinatie van hydrocolloïden die gliadine vervangt en gluteninen nabootst
- voor gliadine: lange ketens, geen zijgroepen, weinig geladen groepen; Mw rond 40000
- voor glutenine: lange vertakte ketens, wel geladen zijgroepen gewenst, mogelijkheden om dwarsverbindingen te maken; Mw > 10<sup>6</sup>



## Activiteit 11. Ideeën afstemmen!

Wellicht zijn er nu binnen de groep allerlei ideeën of redenen (op basis van de verkregen resultaten van deegbaltest en trek-rek experiment) om een hydrocolloïd of een combinatie ervan te selecteren en toe te voegen aan maïsmeel om het glutenarme brood te bakken.

Voordat er getest wordt, moet er binnen de groep een afstemmingsoverleg plaatsvinden. Daardoor kunnen we een duidelijke lijn in de verschillende ontwerpen krijgen. Het is aan te bevelen om per team een nieuwe verwachting op te stellen. Stel dan een werkplan op om deze verwachting te toetsen. Daarna worden de verwachtingen en werkplannen besproken in de groep.

Agendapunten voor de werkbepreking:

- 1) bespreken verwachtingen en de argumenten waarom deze opgesteld is (stap 5 van het schema).
- 2) afstemmen en voorkomen van doublures binnen de groep
- 3) afspraken m.b.t. de verwerking resultaten en rapportage.

## Activiteit 12. De tweede ontwerpronde

Een beter doordacht ontwerp kan nu gerealiseerd worden. Opnieuw kan het rapportage formulier gebruikt worden om de resultaten te ordenen en te presenteren.

Uiteraard is het mogelijk dat het ontwerp nog niet perfect is. De reden hiervoor kan heel eenvoudig zijn: de verhouding hydrocolloïden moet anders, de hoeveelheid hydrocolloïden moet hoger of lager. Een groter probleem kan zijn dat de verkeerde hydrocolloïden zijn toegepast in het ontwerp.

De vraag is dan of het mogelijk is om een verbetering te vinden of te verklaren waarom dit zo is. Daarbij kunnen de stappen 1 t/m 5 van het schema bij de activiteit helpen.

Probeer de verbetering met de benodigde argumenten op te stellen of formuleer een verklaring van de resultaten. Formuleer zodanig dat dit te begrijpen is voor de andere teams.

## Activiteit 13. Feedback

Het is goed mogelijk dat je blind bent voor de details van je eigen oplossing, verklaring of geschreven tekst. Daarmee wordt bedoeld dat je soms belangrijke redeneringen of denkstappen over het hoofd ziet of impliciet gebruikt hebt. Je opgestelde verklaring is daarom niet navolgbaar en daarom onbegrijpelijk. Daarom wordt nu aangeraden om de verbetering of verklaring voor te leggen aan een ander team.

Feedback kan gaan over:

- Zijn alle stappen navolgbaar opgeschreven?
- Stemmen alle resultaten en bevindingen overeen met de voorgestelde verbetering of opgestelde verklaring?

Wil je de feedback geven vanuit het perspectief dat vervolprojecten op basis van jullie ontwerpproces er mee aan de slag moeten kunnen.

Verwerk de feedback ter voorbereiding op de werkbepreking waarin we alle facetten van de haalbaarheidsstudie nader gaan bekijken.

## Activiteit 14. Hoe nu verder met toekomstige projecten?

De eerste ontwikkelingsstap voor het ontwerp van een glutenarm brood is gezet. Voordat een tweede stap met een volgend product wordt gezet, is het verstandig om terug te kijken. Heeft de ingeslagen weg tot de gewenste resultaten geleid?

Het project dat tot nu toe is uitgevoerd binnen deze groep is van groot belang voor de toekomstige richting van vervolprojecten (en voor mensen met glutenintolerantie). Naast het ontwerpen van een glutenarm maïsbrood in deze eerste haalbaarheidsstudie waren er nog andere doelen geformuleerd:

- het ontwerpen van glutenarme deegproducten
- een manier van aanpak voor het ontwerpen van glutenarme deegproducten
- een beter begrip met betrekking tot de structuren en eigenschappen van gluten en hun vervangers.

In de rapportage over de ontwikkeling van het glutenarme maïsbrood moet de inhoud bruikbaar zijn voor vervolprojecten waarin andere voedselproducten worden ontworpen. In het groepsoverleg wordt besproken of de drie doelen gehaald zijn. Vervolgens wordt besproken wat er nog moet gebeuren voor de verslaglegging en presentatie.

Agenda groepsoverleg:

1. Zijn de gestelde doelen gehaald?
  - a. Wat hebben we nu gedaan bij het ontwerpen van een glutenarm maïsbrood?
  - b. Welke manier van aanpak ligt hieraan ten grondslag?
  - c. Waarom begrijpen we de structuren en eigenschappen van gluten nu beter dan voorheen?
2. Afspraken om verder te komen om de presentatie te realiseren
  - a. gegevens verzamelen
  - b. gegevens ordenen (welk principe van ordening wordt er gebruikt?)

De verwachtingen zijn dat de leerlingen inzien dat het ontwerpen van een glutenarm maïsbrood met hydrocolloïden potentie heeft, maar nog verder geoptimaliseerd moet worden. Dit is bereikt door gluten te vervangen door een stof die uiteindelijk tot de gewenste eigenschappen leidt.

Om dit te bereiken zijn we steeds dieper m.b.v. mesostructuren (waaruit het deeg is opgebouwd) in de stof gedoken totdat we een bruikbare verklaring konden opstellen. Op basis van deze verklaring waren we in staat om een goede selectie te maken voor de combinatie van hydrocolloïden.

We zijn nu instaat om op te schrijven hoe we het hebben aangepakt.

## Activiteit 15. Verzamelen!

Omdat de opbrengst meer moet zijn dan alleen het ontworpen glutenarme maïsbrood is het aan te raden om eens te kijken waarom en hoe dat glutenarme maïsbrood is ontworpen.

Het lijkt daarom verstandig om alle gebruikte relaties die nodig waren om tot een goede oplossing te komen, te verzamelen en te bestuderen. Onderstaand stukje kan daarbij helpen. Het is afkomstig uit een memo van de senior projectleider, verstuurd tijdens een vorig project.

Dit vindt eerst plaats binnen het team, waarna via een kleine posterpresentatie de andere teams door middel van post-it plaatjes opmerkingen bij elk zelf opgesteld schema kunnen maken.

Memo van de senior projectleider:

Uit eerdere onderzoeken (o.a. kogelvrij vest en de chocolade) is gebleken dat de mesostructuren een soort van systeem vormen. Het zijn steeds delen van een groter geheel. Of andersom, het grotere geheel is steeds op te vatten als het totaal van kleine delen. De vraag is of dit ook geldt voor het ontwerpen van een glutenarm maïsbrood.

- Kunnen jullie dit voor mij uitzoeken? Wat ik altijd zelf deed was alle mesostructuren ordenen naar de bijbehorende afmeting, maar ik heb geen overzicht of dat nu ook mogelijk is.
- Elke gebruikte mesostructuur kan een onderdeel zijn van een verklaring voor het voorkomen van een bepaalde eigenschap. Kan dit gekoppeld worden aan de geordende mesostructuren (stap 2 en 3)?
- Kun je ook de eigenschappen koppelen aan een bijbehorende afmeting?
- Kun je vervolgens in dit zelf opgesteld verklaringsschema weergeven wat er is gebeurd bij stap 3, 4 en 5? Welke mesostructuren zijn veranderd en waarom?

| schaal $10^x$ | structuur  | eigenschap   |
|---------------|--|--|
| x=0           |  | energie om te verbreken (23)<br>molecuulgewicht (13,21)  |
| x=-1          |  | viscositeit (3)<br>water binden (4)<br>verdikking (5)<br>uitrekken (22)<br>elasticiteit(7, 8, 11, 12, 16,19)<br>rijzen (6) |
| x=-3          |  | gas vasthouden (6,7,9)   |
| x=-4          |  |  |
| x=-5          | glutennetwerk (8,9,11,18)  | stevig, dichter netwerk (10,24)  |
| x=-6          |  |  |
| x=-7          | gehalte HMG in glutennetwerk (23)  |  |
| x=-8          | gehydrateerde gluten (12)<br>verstrengelingen (1,21)<br><br>gluteninen (16, 19)<br>lang polymeer (13,15)<br>ketenlengte (3)  |  |
| x=-9          | regelmatige structuur hydrocolloiden (1)<br>OH-groepen hydrocolloiden (4)<br>geladen zijgroepen hydrocolloiden (5)<br>interacties gluten/zetmeel (10,15)<br>S-bruggen(17)/dwarsverbindingen (24)<br>bindingen (22) |  |
| x=-10         | aminozuur cysteine (17)  |  |

## Activiteit 16. Toepasbaar bij andere ontwerpen?

In de rapportage en presentatie voor de projectleiding moet worden aangegeven of de werkwijze en opgedane kennis bruikbaar is voor het ontwerpen van soortgelijke voedselproducten. In dit geval het project om een glutenarme pasta te ontwerpen, want dat is het volgende project dat we willen uitvoeren. Om zonder argumenten hierover een mening te geven is niet echt verstandig. Daarom krijgen jullie een soortgelijke ontwerpopdracht, waarna je wel argumenten kunt aandragen.

- Vanwege de toenemende voedselallergie van de West-Europese bevolking moeten er in de nabije toekomst nieuwe voedselproducten 'aangepast' worden aan de hedendaagse eisen van de consument. Stel dat de projectgroep een volgend project: ontwerp glutenarme pasta<sup>1</sup> (spaghetti, ravioli, lasagnebladen) voorgeschoteld krijgt, hoe zou dat aangepakt kunnen worden? Wat is hetzelfde en wat verschillend bij het ontwerpen van een glutenarm brood en glutenarme pasta?
- Welke kennis en wijze van aanpak kun je in beide gevallen gebruiken om het 'gluten-arme-pasta-probleem' op te lossen?
- Kunnen jullie aangeven waarom jullie de gebruikte denkwijze en kennis wel of niet bruikbaar vinden om soortgelijke problemen op te lossen? Kan het allemaal klakkeloos overgenomen worden of moet je aanpassingen verrichten?
- Formuleer een projectvoorstel voor het ontwerpen van een glutenarme pasta in je team waarin je vermeldt in welke stappen je tot een goed ontwerp denkt te komen.

De verwachting is dat de leerlingen de volgende overeenkomsten en verschillen herkennen bij stap 1:

| overeenkomsten  | Verschillen   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Ander voedselproduct dat tarwe bevat</i></li> <li>- <i>Mag niet op basis van tarwe</i></li> <li>- <i>Moet coherent homogeen geheel vormen</i></li> <li>- <i>Glutennetwerk zorgt voor dezelfde gewenste eigenschappen</i></li> <li>- <i>Bevatten ook mesostructuren</i></li> <li>- <i>Ontwerpprocedure is hetzelfde.</i></li> <li>- <i>Maïs als basis; hydrocolloid als glutenvervanger</i></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Geen gist nodig</i></li> <li>- <i>Eieren nodig</i></li> <li>- <i>'Plakken' komt van gluten en eieren i.p.v. alleen gluten</i></li> <li>- <i>Pasta moet gekookt worden i.p.v. in de oven</i></li> <li>- <i>Koken is warm worden in een omgeving met veel water. H-bridgen worden verbroken, glutennetwerk wordt verbroken. Eiwitten in eieren vertonen niet dit gedrag. Je kan een ei pocheren. (leerlingen weten dit niet)</i></li> <li>- <i>Is er interactie mogelijk tussen hydrocolloïden en eier-eiwit</i></li> </ul> |

<sup>1</sup> Pasta is een tarweproduct dat gemaakt wordt door bloem, eieren, een beetje olie en zout te mengen met water. Op basis van dit mengsel worden vervolgens verschillende soorten pasta gemaakt variërend in dikte en vorm. De eieren zorgen ervoor dat het glutennetwerk beter bestand is tegen het koken. Bij het koken blijkt namelijk dat de kleverige en elastische eigenschap van het glutennetwerk verloren gaat als er geen extra eieren worden toegevoegd. Een ei kun je immers pocheren. Daarbij voeg je een ei zonder de schaal aan kokend water toe. Het ei blijft een geheel en wordt wit. Zo krijg je altijd de eieren die in de bami en nasi van 'de Chinees' zitten.

De verwachting is dat de leerlingen bij stap 2 en 3 de volgende wijze van aanpak met bijbehorende concepten gebruiken:

| Opgedane kennis bij ontwerpen van glutenarm brood |   |   |                                     |                                 |
|---|---|---|-------------------------------------|---------------------------------|
| <u>Procedure</u>                                  | <u>Bruikbaar bij pasta probleem</u>   | <u>Concepten</u>  | <u>Bruikbaar bij pasta probleem</u> | <u>Aanpassing t.b.v. stap 3</u> |
| Probleem verkennen                                | <i>n.v.t. is hetzelfde dus is al gedaan</i>   | <i>Gluten/bepaalde structuren en eigenschappen Maïs als vervanger voor tarwe</i>  | <i>ja</i>                           | <i>Ja</i>                       |
| Probleem oplossen met een vervanger               | <i>n.v.t. is hetzelfde dus is al gedaan</i>   | <i>Hydrocolloid samen met ei als glutenvervanger<br/>Keuze van de hydrocolloid zou hetzelfde kunnen zijn als in het 'broodontwerp'.</i> | <i>ja</i>                           | <i>Ja</i>                       |
| Testen  | <i>Ja</i>   | <i>-</i>  | <i>Ja</i>                           | <i>Nee niet nodig is gelijk</i> |
| Herontwerp door eerst beter te begrijpen          | <i>Ja. Kan, indien de eerste test niet het gewenste effect oplevert.</i>  | <i>interacties bestuderen tussen eiwitten en hydrocolloiden,<br/>Welke structuren zijn er in de pasta en kunnen aangepast worden?</i>   | <i>Ja</i>                           | <i>Ja</i>                       |
| Experimenten om beter te begrijpen                | <i>ja Afhankelijk van het ontwerp, De verwachting is dat het niet nodig is Er moeten wel dan wel een ander experiment uitgevoerd worden dan een deegbaltest. Er zit namelijk geen gist in de pasta.</i> | <i>Meer kennis over de mogelijke interacties.</i>   | <i>Ja</i>                           | <i>Ja</i>                       |
| Testen  | <i>Ja. Kan indien de eerste test niet het gewenste effect oplevert.</i>   | <i>-</i>  | <i>Ja</i>                           | <i>Nee niet nodig is gelijk</i> |
| rapporteren                                       | <i>Ja.</i>  | <i>Uitbreiden manier van denken; geldt in een nieuw geval.</i>  | <i>Ja</i>                           | <i>Nee niet nodig is gelijk</i> |

**Titel:** 'ontwerpen van glutenarme pasta voor mensen met glutenintolerantie'

**Doelstelling van het project:** het ontwerpen van een glutenarme pasta. In deze studie wordt naast het ontwerp ook gestreefd naar een toenemende 'know-how' over de eigenschappen van pasta (en deegproducten in het algemeen) en de oorzaak van deze eigenschappen.

**Beschrijving:** Tegenwoordig komen er steeds meer voedselallergieën voor. Daarbij moeten ingrediënten vervangen worden, zodat die allergie niet wordt opgeroepen. Voorbeelden zijn glutenintolerantie waarbij producten ontworpen moeten worden zonder gluten (een bepaald soort eiwit), waarvan veel in tarwe zit. Daarom is het gewenst om nieuwe glutenarme voedselproducten te ontwerpen op basis van een ander graansoort dat geen gluten bevat (bv. maïs) in tegenstelling tot tarwe, rogge en gerst. Naast brood wordt pasta gekozen vanwege het feit dat dit product veel gegeten wordt.

Opgedane kennis:

Begrip over hydrocolloiden en gluten: door koppeling van mesostructuren met (on)gewenste eigenschappen

Plan van aanpak:

- Probleem verkennen
- Vervanger voor gluten selecteren
- Testen
- Interacties bestuderen (indien nodig)
- Herontwerp en testen (anders optimalisatie van het recept)

Resultierend in: toenemende know-how over glutenarme voedselproducten. Het verkrijgen van de gewenste eigenschappen door middel van het manipuleren van mesostructuren.

Mogelijke opbrengst is ene meer algemeen toepasbare manier van ontwerpen van voedselproducten.

De totstandkoming van het ontwerp van een glutenarm voedselproduct wordt nauwkeurig vastgelegd in een rapportage.

## Activiteit 17. De eindproducten

Er zijn nu twee belangrijke producten die nog gemaakt moeten worden:

- De powerpointpresentatie die maandag aan de projectleiding mondeling door de projectleider moet worden toegelicht. De projectleider oefent nog een keer voor jullie, dus het moet snel klaar.
- Een schriftelijke rapportage, bedoeld voor andere vervolgprojecten, om beargumenteerd tot een positief besluit te komen m.b.t. de voortgang van jullie project.

Voor beide kun je gebruik maken van een raamwerk, een standaard voor presentaties en rapportages.

Schrijf nu de rapportage, bruikbaar voor vervolgprojecten, in de vorm van een werkverslag waarin de volgende punten besproken worden:

- De reden om glutenarm voedsel te ontwerpen
- De werkwijze, plan van aanpak, uitkomst en verbeterpunten
- De reden om een verklaringsschema op te stellen, het resultaat en de verbeteringen
- Aanbevelingen voor het vervolg m.b.t. het plan van aanpak en het opstellen van een verklaringsschema
- Het ontwerp van een glutenarm maïsbrood, de resultaten van een eerste ontwerpronde en aanbevelingen voor een vervolg.