

Instituut voor
Agrotechnologisch
Onderzoek
ATO-DLO
Bornsesteeg 59
Postbus 17
6700 AA Wageningen



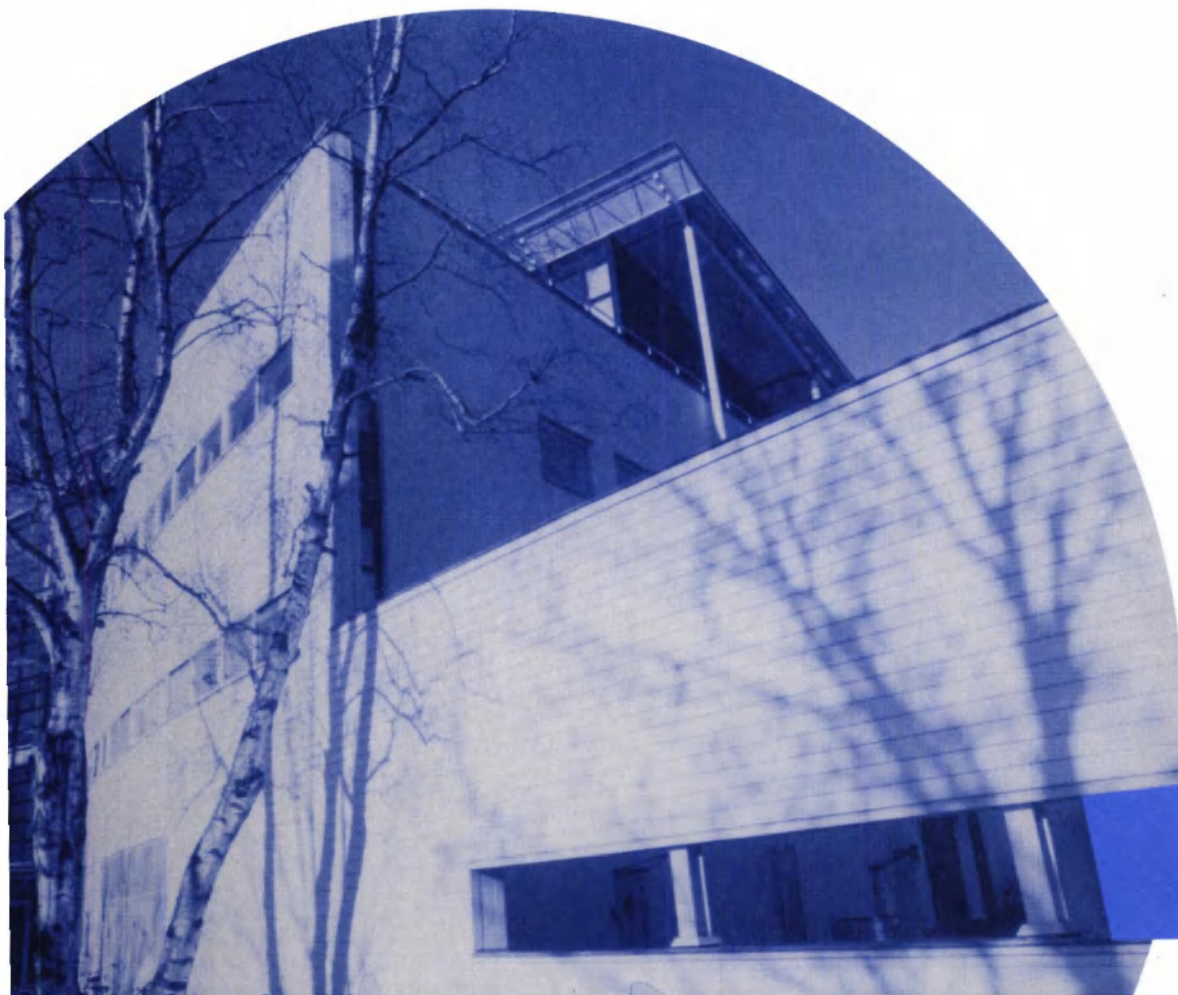
Rapport B329

**Ontwikkeling en selectie van
een meetmethoden waarmee
de grauwwerking van
voorgebakken frites kan
worden voorspeld**

J. Otten
H. de Gooijer
E. Slotboom
P.C.M. van Eijck
M.B.J. Meinders
F.B.T.F. Golbach
C.M.A. Schipper
E.S.A. Biekman
A. Braaksma

VERTROUWELIJK

1998-06-19



ato-dlo



ATO-DLO

**Ontwikkeling en selectie van een meetmethode
waarmee de grauwwerking van
voorgebakken frites kan worden voorspeld**

VERTROUWELIJK

J. Otten
H. de Gooijer
E. Slotboom
P.C.M. van Eijck
M.B.J. Meinders
F.B.T.F. Golbach
C.M.A. Schipper
E.S.A. Biekman
A. Braaksma

**Agrotechnologisch
Onderzoek Instituut
(ATO-DLO)**
Bornsesteeg 59
Postbus 17
6700 AA Wageningen
tel. 0317 - 475000
fax. 0317 - 475347

Rapport B329/mei 1998

Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit voorstel mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

2223077

Inhoudsopgave	Pagina
Samenvatting	3
1. Doel	5
2. Inleiding	6
3. Materiaal en methoden	8
3.1 Vaststelling grauwwaarde van voorgebakken frites	8
3.2 Opzet van het onderzoek	8
3.3 Uitgangsmateriaal	10
4. Resultaten en discussie	11
4.1 Monstervorm	11
4.2 Type behandeling	14
4.3 Grauwverdeling en monstergrootte	19
4.4 Verkorting ontwikkeltijd en verhoging grauwwaardeniveau	22
4.5 Belichting	27
4.6 Effect van verwerkingsprocedure op gevonden voorspelbaarheid ...	28
4.7 Effect van ras en bewaren	31
4.8 Selectie meetmethode	32
5. Conclusies	33
6. Literatuur	35
Bijlagen	36

Samenvatting

Grauwverkleuring is een ernstig kwaliteitsgebrek van voorgebakken frites. Grauwverkleuring van aardappelen kan worden worden toegeschreven aan een enzymatische en een niet-enzymatische grauwverkleuring. De enzymatische grauwverkleuring kan worden tegengegaan door de aardappel voldoende lang te verhitten bij een hoge temperatuur. De niet-enzymatische grauwverkleuring kan worden tegengegaan door toevoeging van pyrofosfaat. Het doel in dit onderzoek is een meetmethode te ontwikkelen waarmee de grauwverkleuring van voorgebakken frites kan worden voorspeld na verwerking. In overleg met de VAVI is bepaald dat het onderzoek zich richt op de niet-enzymatische grauwverkleuring.

Het onderzoek beschreven in dit verslag omvat de eerste fase van een project bestaande uit totaal 4 fasen om te komen tot een objectieve meetmethode om de grauwegevoeligheid van aardappels vast te stellen. Dit project maakt deel uit van een onderzoeksprogramma dat ATO-DLO uitvoert voor de Vereniging voor de Aardappelverwerkende Industrie (VAVI). Fase 1 is gesubsidieerd door NOVEM in het kader van het Besluit subsidies energieprogramma's en het programma Voedings- en genotmiddelenindustrie. Het te ontwikkelen meetsysteem stelt de aardappelverwerkende industrie in staat energie en grondstof te besparen en de lozing van (pyro)fosfaat te verminderen.

In dit onderzoek is een sensorische meetmethode ontwikkeld en een voorlopige meetmethode geschikt voor geautomatiseerde beeldverwerking, waarmee de gevoeligheid van aardappelen voor grauwverkleuring kan worden vastgesteld. Voor de sensorische methode wordt als monstervorm uitgegaan van een bord met fritesstaafjes verkregen uit hele knollen. Deze methode sluit nauw aan bij de huidige manier waarop frites op grauw wordt beoordeeld. De meetmethode gebaseerd op computerbeeldanalyse (CBA) gaat uit van schijven met een dikte van 10 mm afkomstig uit het centrum van een knol. Een schil geeft een goed representatieve beeld van een knol en heeft een constante hoek van lichtinval.

Bij de sensorische meetmethode wordt als temperatuurbehandeling 4 minuten frituren bij 140°C toegepast. Deze temperatuurbehandeling is voldoende om de enzymatische activiteit uit te schakelen. Een alternatief is 8 minuten stomen. Dit heeft als voordeel dat er geen bruinverkleuring (maillard reactie) optreedt. De lichte mate van bruinverkleuring die optrad in de experimenten is geen probleem voor de sensorische beoordeling. Bruinverkleuring maakt voor CBA een extra filtering noodzakelijk. Voor de CBA methode is het verstandiger de definitieve keuze uit te stellen tot fase 2 van het onderzoek. De ontwikkeltijd, de afkoeltijd na de temperatuurbehandeling alvorens de grauwverkleuring zichtbaar wordt, is verkort van 30 minuten naar 20 minuten door versnelde afkoeling middels ventilatie. De sensorische meetmethode vergt in zijn geheel circa 30 minuten.

Uit het validatie-experiment blijkt dat de grauwwaarden van de frites geproduceerd met de pilotlijn sterk afhangen van de procescondities en de conditie waarin de frites wordt beoordeeld. Stoomschillen geeft een aanmerkelijk hogere grauwwaarde dan messenschillen. Daarnaast blijken ingevroren frites een veel hogere grauwverkleuring op te leveren dan verse frites. De geteste meetmethoden geven een goede voorspelling met de gemiddelde grauwwaarden van de frites geproduceerd met de pilotlijn, indien de blancheerconditie

toegepast in de pilotlijn voldoende is om de enzymatische activiteit uit te schakelen. De inschatting is dat in de praktijk in veel gevallen niet aan deze conditie wordt voldaan.

Voor een brede inzet verdient het de voorkeur te komen tot een objectieve geautomatiseerde meetmethode op basis van beeldanalysetechniek. In dit onderzoek is hiervoor een goede basis gelegd.

1. Doel

Het doel is de ontwikkeling en selectie van een meetmethode voor de bepaling van de gevoeligheid van aardappelen voor grauwverkleuring. Op grond hiervan worden beslissingscriteria ontwikkeld voor al dan niet verwerken van de partij tot frites en de hoeveelheid toe te voegen pyrofosfaat. Het uiteindelijke doel is te komen tot:

- ▶ Energiebesparing: een efficiëntere benutting van energie door à priori karakterisering van de grondstof met betrekking tot grauwgevoeligheid. Partijen die nu nog worden verwerkt en vervolgens worden afgekeurd kunnen hierdoor worden vermeden;
 - ▶ Besparing van het waterverbruik;
 - ▶ Vermindering van het pyrofosfaatgebruik;
 - ▶ Verbetering van de kwaliteit van frites.
- Besparing van het gebruik van water en pyrofosfaat is mogelijk doordat het productieproces nauwkeuriger kan worden ingesteld.

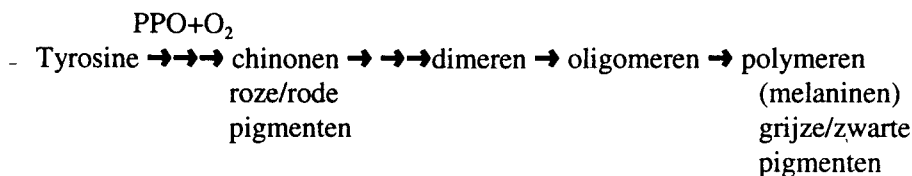
2. Inleiding

Grauwverkleuring is een ernstig kwaliteitsgebrek van voorgebakken frites. Grauwverkleuring van aardappelen kan worden worden toegeschreven aan een enzymatische en een niet-enzymatische grauwverkleuring.

Enzymatische grauwverkleuring

De enzymatische grauwverkleuring treedt op na celbeschadiging aan de rauwe aardappel veroorzaakt door kneuzing, schillen, snijden, verwarming of ziekte.

De enzymatische reactie betreft de omzetting door het enzym polyfenoloxidase (PPO) in aanwezigheid van zuurstof in een serie reacties van tyrosine tot het gekleurde melanine[1,2].



De eerste reacties in de keten worden gekatalyseerd door PPO, de daarop volgende reacties zijn niet-enzymatisch (chemisch). De enzymatische grauwverkleuring wordt in de praktijk tegengegaan door een temperatuurbehandeling (blancheren/frituren).

Niet-enzymatische grauwverkleuring

De niet-enzymatische grauwverkleuring treedt op na een zekere verhittingstijd. De niet-enzymatische grauwverkleuring wordt veroorzaakt door een reactie van tweewaardig ijzer met ortho-dihydroxyfenolen [2]. Het belangrijkste difenol in de aardappel is chlorogeenzuur. In lucht (zuurstof) wordt het tweewaardige ijzer complex geoxydeerd tot driewaardig ijzer, wat de grauwe kleur geeft. In de praktijk wordt deze vorm van grauwverkleuring tegengegaan door de geblancheerde frites te dippen in zuur natriumpyrofosfaat (SAPP). Pyrofosfaat vormt met vrij ijzer een kleurlooscomplex en voorkomt hierdoor gelering met chlorogeenzuur. In de praktijk wordt pyrofosfaat in overmaat gedoseerd om er zeker van te zijn dat er geen grauwverkleuring van de voorgebakken frites optreedt.

De enzymatische grauwverkleuring is goed te onderdrukken door voldoende heet en lang te blancheren. In overleg met de VAVI is besloten het onderzoek daarom toe te spitsen op de niet-enzymatische grauwverkleuring. Het beschreven onderzoek omvat de eerste fase van een groter project met als doel een objectieve meting van grauw met behulp van computerbeeldanalyse. De grauwmeting in deze eerste fase berust op de sensorische waarneming door twee productexperts. Kennis over de grauwpotentie van een partij aardappelen is een eerste stap op weg naar een beter afgestemde pyrofosfaaddosering. Dit leidt tot verlaging van het pyrofosfaatgebruik en daarmee tot een verminderde milieuheffing door het lozen van pyrofosfaat.

In dit onderzoek is onderzocht op welke wijze monsters van het ingangsmateriaal (aardappelen) bewerkt moeten worden zodat snel kan worden vastgesteld hoe de grauwwerking zich zal ontwikkelen tijdens standaardverwerking. Uitgangspunt is dat de sensorisch waargenomen grauwwaarde van de te ontwikkelen snelle methode een eenduidig verband moet hebben met de grauwwerking gemeten na volledige verwerking. Uit voorgaand onderzoek [3] blijkt dat de grauwwerking slecht voorspelbaar is op basis van chemische, biochemische en/of fysische grondstof-eigenschappen. Daarom wordt in dit onderzoek aardappelweefsel als uitgangsmateriaal genomen.

3. Materiaal en methoden

3.1 Vaststelling grauwwaarde van voorgebakken frites

Intern wordt door ATO-DLO op de volgende manier de grauwwaarde van voorgebakken frites vastgesteld.

- Als monster wordt 500 g fritesstaafjes genomen.
- Deze worden op een bord met een witte achtergrond (wit filtreerpapier) beoordeeld op grauw (methode 607[1] zie [4]). De beoordeling wordt visueel uitgevoerd door 1 of 2 productexperts. De schaal voor grauwverkleuring loopt van 0 tot 6.
 - 0: niet grauw
 - 2: iets grauw
 - 4: grauw
 - 6: zwaar grauw

De beoordeling vindt plaats op een half schaaldeel nauwkeurig aan een beoordelingstafel met op 1,1 m hoogte een standaardverlichting TL-buis nr. 95 (36 watt).

In bijlage 1 staat de methode weergegeven die tot dusver door ATO-DLO werd gebruikt om de grauwwaarde van de aardappel na verwerking te voorspellen (methode 120[1] zie [4]). Deze methode voldoet niet goed. De nadelen zijn:

- gering voorspellend vermogen. De grauwwaarde volgens methode 120[1] bleek beduidend lager te zijn dan de grauwwaarde volgens methode 607[1]. De determinatiecoëfficiënt R^2 bedroeg 0,66 [3].
- vele bewerkingsstappen
- lange tijdsduur
- slecht te objectiveren en te vertalen naar een geautomatiseerd systeem op basis van computerbeeldanalyse.

3.2 Opzet van het onderzoek

Een potentiële meetmethode om de grauwverkleuring van voorbakken frites te voorspellen omvat de volgende onderdelen:

- voorbereiding: In deze stap worden het benodigde aantal knollen genomen en verwerkt tot de geschikte monstervorm;
- temperatuurbehandeling: Deze behandeling is noodzakelijk om de enzymatische grauwverkleuring uit te schakelen en de niet-enzymatische grauwverkleuring te activeren;
- ontwikkeltijd: Dit is de tijd benodigd om het monster af te laten koelen en de grauwverkleuring te laten ontwikkelen;
- sensorische beoordeling: Eén of meer productexperts beoordelen de monsters visueel op grauw.

Vorbewerking

Uit een partij worden een aantal gezonde knollen genomen en 3 minuten geschild met een messenschiller (Glastra). Alleen in de validatieproef werd uitgegaan van ongeschilde schijven. Na het schillen werden de knollen gewassen in koud stromend water van ca 12°C.

- Fritesstaafjes werden verkregen door de knollen te snijden met de snijder

(Slitmaster) met een mesblok voor staafjes van 10×10 mm.

- Helften werden verkregen door de knollen met een mes door midden te snijden.
- Schijven werden verkregen door van deze helften met een snijmachine een schijf van de gewenste dikte te snijden. In veel gevallen werd gebruik gemaakt van complementaire schijven. In dit geval werd van beide helften een schijf van gewenste dikte gesneden. Het oppervlak waarmee de schijven aan elkaar verbonden zaten werd gebruikt voor de beoordeling.

Temperatuurbehandeling

Als temperatuurbehandeling is onderzocht: blancheren, koken, snelkoken, stomen, frituren en magnetronverhitting. Blancheren en frituren werden ook in combinatie gebruikt.

Voor het blancheren werd een blancheur gebruikt, voor het koken pannen en voor het stomen pannen voorzien van een speciaal netje gelegen boven het waterniveau waarop het monster werd gelegd. Voor snelkoken werd een snelkookpan gebruikt; hierbij werd gekookt onder verhoogde druk tot een maximale waarde van 2 kp/cm^2 . Als water werd in alle gevallen kraanwater gebruikt.

Het frituren werd uitgevoerd in een bakoven met een olie-inhoud van 35 liter. In alle gevallen is 4 minuten gefrituurd bij 140°C . Als vet werd gedeeltelijk gehard palmfrituurvet gebruikt (Romi).

Voor de magnetronverhitting werd een magnetron zonder roterende schijf gebruikt (Sharp model R-1501).

Ontwikkeltijd

De schijven en fritesstaven werden gekoeld bij kamertemperatuur, in een koelcel bij 4°C of in een stoof bij 40°C . In zowel de koelcel als de stoof was luchtcirculatie aanwezig. De afkoeling bij kamertemperatuur is uitgevoerd met en zonder een ventilatie. De ventilatie werd verkregen door een ventilator die circa 30 cm boven het te beoordelen monster was opgehangen. De ventilator produceerde een luchtstroomsnelheid van circa 2,5 m/s. In de koelcel en de stoof was eveneens sprake van een actieve luchtcirculatie.

Om de ontwikkeltijd te verkorten is onderzocht:

- het effect van een droogstap. Het drogen werd uitgevoerd in een oven;
- UV-belichting. Als UV-bron werd een UV-bak gebruikt (UV Transilluminator, UVP inc. Model TM 20);
- het effect van een sterke oxidator. Als oxidator werd waterstofperoxide gebruikt (Perhydrol van Merck met 30 % H_2O_2) in geconcentreerde en verdunde vorm;
- een verhoogde zuurstofconcentratie. Hiervoor werd gebruik gemaakt van complementaire schijven. Eén schijf werd ontwikkeld in een stolp met 50% zuurstof terwijl de referentieschijf werd ontwikkeld in een stolp met 20% zuurstof. Het resterende gas bestond uit N_2 .

Beoordeling

De beoordeling op grauw werd uitgevoerd door twee productexperts. De vermelde grauwwaarden zijn gemiddelden van beide productexperts. Standaard werd de beoordeling uitgevoerd bij wit licht (TL buis nr. 95) In een speciaal opgezet experiment zijn acht andere type lampen onderzocht (zie tabel 5). Naast de sensorische beoordeling is ook met

computerbeeldanalyse de optimale belichtingsbron is voor grauwbeoordeling vastgesteld.

Validatie-experiment

Enkele potentiële meetmethoden zijn gevalideerd met praktijkproeven op de pilotlijn. Tevens is hierbij het effect van verschillende verwerkingsprocedures onderzocht. De opzet van het validatie-experiment is weergegeven in bijlage 7. Totaal zijn 4 meetmethoden onderzocht. In het experiment met de pilotlijn zijn gevarieerd de manier van schillen en de blancheerconditie. Zowel de verse frites als de ingevroren frites zijn beoordeeld op grauw.

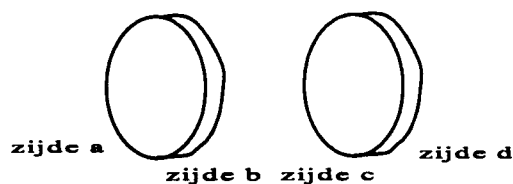
Vergelijking van monsters van hetzelfde uitgangsmateriaal

Om effecten als gevolg van variaties in grondstof tussen knollen te minimaliseren is in een aantal experimenten gebruik gemaakt van complementaire schijven. Hierbij worden twee schijven uit het centrum van een knol gesneden. De ene schijf wordt behandeld volgens de te onderzoeken methode en de andere schijf volgens de referentie methode. Beoordeeld worden de zijden b, c die in de knol tegen elkaar hebben aangezeten.

Op soortgelijke wijze werd, in de proef waarvan de resultaten staan vermeld in figuur 3, uit één helft van een knol een schijf gesneden en werd de andere helft verwerkt tot fritesstaven. Om het effect van een behandeling op een bord met frites te kunnen vaststellen werden de behandelingen uitgevoerd met fritesstaafjes afkomstig uit dezelfde knollen.

3.3 Uitgangsmateriaal

De eerste helft van het onderzoek is uitgevoerd met aardappelen van de rassen Agria, Asterix, Bintje en Saturna van het oogstjaar 1996. Het onderwatergewicht van de 4 partijen bedroeg respectievelijk 339, 400, 373 en 439 g. De tweede helft van het onderzoek is uitgevoerd met aardappelen van de rassen Ballade, Aziza, Asterix en Saturna van het oogstjaar 1997. Het onderwatergewicht van de 4 partijen bedroeg respectievelijk 427, 424, 441 en 455 g.



Complementaire schijven. Zijde b en c zijn elkaars spiegelbeeld.

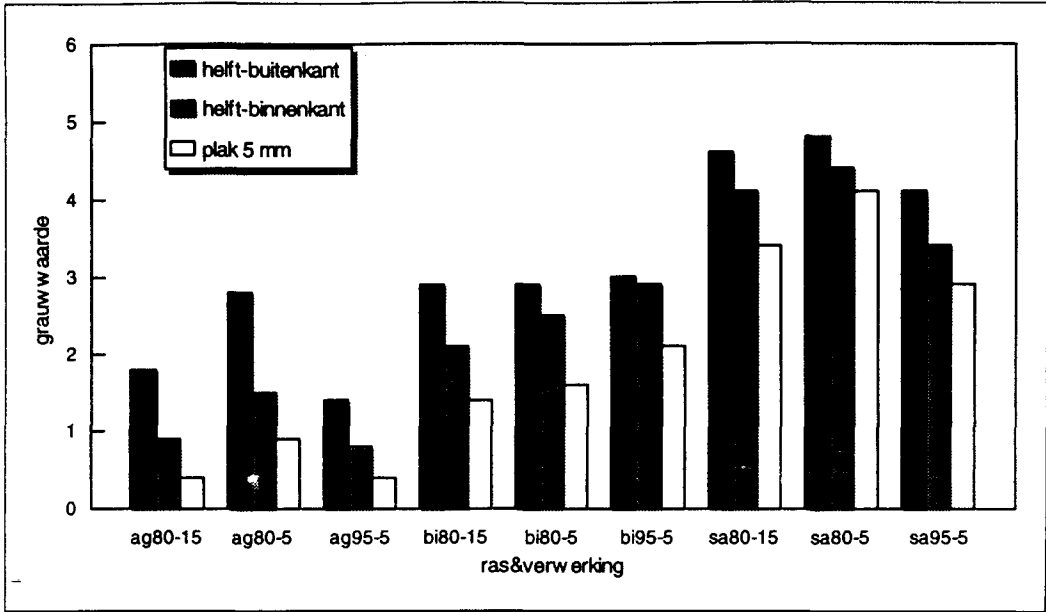
4. Resultaten en discussie

4.1 Monstervorm

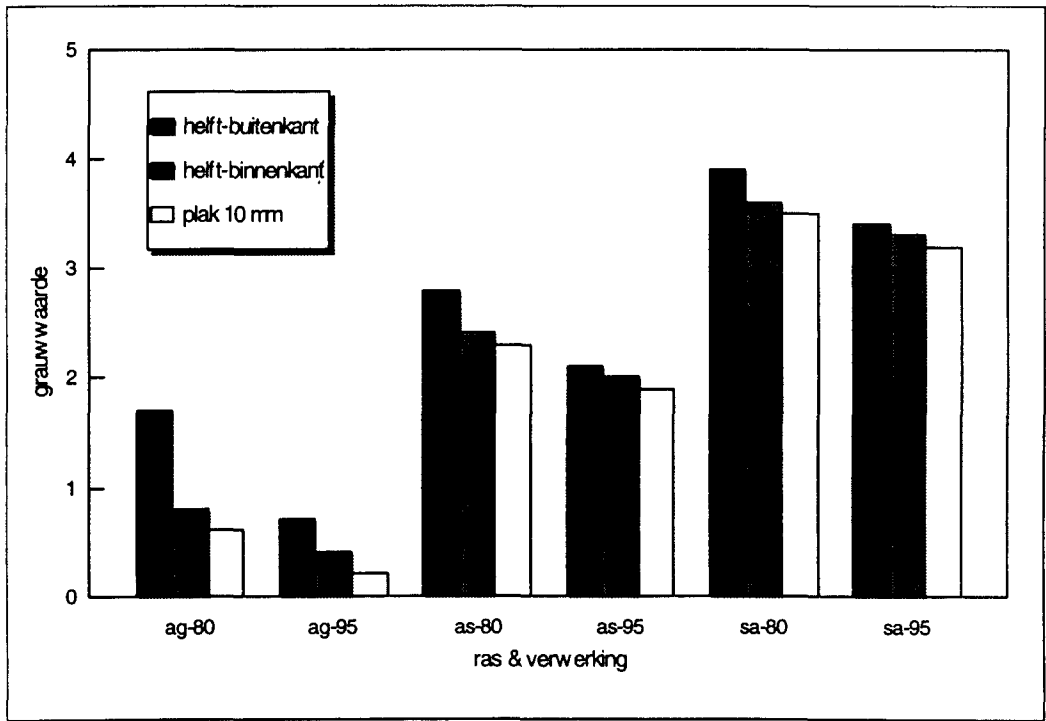
Het belangrijkste onderdeel van de voorbereiding is de keuze van de monstervorm. Mogelijke monstervormen zijn.

- Individuele fritesstaafjes. Waarbij uit het hart van elke knol een fritesstaafje wordt gesneden.
- Een bord met fritesstaafjes. Waarbij een aantal knollen in zijn geheel wordt verwerkt tot fritesstaafjes.
- Schijven. Uit elke knol wordt één schijf genomen.
- Een helft van een knol. Beoordeeld kunnen worden de binnenzijde en de buitenkant van een helft.

- Het meest voor de hand ligt een monstervorm te nemen die het meest direct aansluit bij de manier waarop momenteel bij ATO-DLO vorgebakken frites op grauw wordt beoordeeld, namelijk de beoordeling van een bord met frites. Deze methode leent zich niet goed voor computerbeeldanalyse (CBA). Schaduweffecten veroorzaakt door bovenop elkaar liggende en verschillend georiënteerde fritesstaven bemoeilijken geautomatiseerde beeldverwerking. Voor een visuele beoordeling door productexperts vormt dit geen probleem. Een ander voordeel van een bord met fritesstaafjes ten opzichte van de andere monstervormen is dat de grauwwaarde in een sensorische beoordeling in één oogopslag kan worden vastgesteld. Voor een computerbeeldanalyse systeem (CBA-systeem) is het beoordelen van groter aantallen monsters (staafjes, schijven of helften) geen probleem.



Figuur 1. Invloed van blancheren en de locatie op de grauwwerking. Onderzocht zijn de rassen Agria, Bintje en Saturna van het oogstjaar 1996. Behandeling: 5 en 15 min blancheren bij 80 en 95°C gevolgd door 4 min frituren bij 140°C. De schijven na 15 min blancheren bij 95°C waren te gaar om vervolgens te frituren.



Figuur 2. Invloed van blancheren en de locatie op de grauwwerking. Onderzocht zijn de rassen Agria, Asterix en Saturna van het oogstjaar 1996. Behandeling: 5 min blancheren bij 80 en 95°C gevolgd door 4 min frituren bij 140°C.

In eerste instantie zijn als monstervormen onderzocht:

- ▶ een schijf van 5 mm dikte uit het centrum van de knol
- ▶ en schijf van 10 mm dikte uit het centrum van de knol.
- ▶ één helft van een knol; beoordeeld zijn de binnen- en buitenkant.

Onderzocht zijn schijven en halve knollen van de rassen Agria, Bintje, Asterix en Saturna van het oogstjaar 1996. De resultaten van dit onderzoek zijn weergegeven in figuur 1 en 2.

In tabel 1 is een samenvatting van deze resultaten weergegeven toegespitst op de monstervorm.

Tabel 1. *Overzicht van het onderzoek naar de monstervorm*

monstervorm	intensiteit grauwverkleuring	Opmerkingen
schijf, 5 mm	+	te doorschijnend
schijf, 10 mm	++	constante hoek van lichtinval
binnenkant helft	+++	wisselende hoek van lichtinval
buitenkant helft	++++	niet representatief voor hele knol

De meest geschikte monstervorm van bovengenoemde monstervormen is een schijf met een dikte van 10 mm. Deze schijf is ondoorschijnend, heeft een constante hoek van lichtinval en geeft een representatief beeld van de gehele knol. Ondanks de iets lagere grauwwaarden ten opzichte van de binnenkant van een helft bleek het onderscheidingsvermogen tussen de verschillende rassen iets hoger.

Uit de metingen met de schijven blijkt dat grauwverkleuring lokaal optreedt. Een fritesstaafje uit het centrum van een knol geeft daarom geen goed representatief beeld van de gehele knol en is daarom minder geschikt dan een schijf. Een andere mogelijkheid is de gehele knol te verwerken tot fritesstaafjes. Uit figuur 3 blijkt dat er veel fritesstaafjes nodig zijn om een betrouwbaar beeld te verkrijgen van de grauwverkeuring. Het beoordelen van afzonderlijke fritesstaafjes door productexperts is moeizaam omdat het oppervlak van een fritesstaaf relatief klein is.

Voor een beoordeling met een CBA-systeem maakt het in principe niet uit of staafjes of schijven worden beoordeeld. Ingeval staafjes worden gebruikt zijn grotere aantallen benodigd om het zelfde representatieve beeld te verkrijgen. Daar staat tegenover dat een staafje minder oppervlak in beslag neemt dan een schijf. Ingeval gehele knollen worden verwerkt tot fritesstaafjes zou een nadeel kunnen zijn dat grotere kant stukjes niet goed gepositioneerd liggen. De voorkeur bij gebruik van een CBA-systeem gaat uit naar schijven. In de volgende fase van het project zal de keuze definitief moeten worden bepaald.

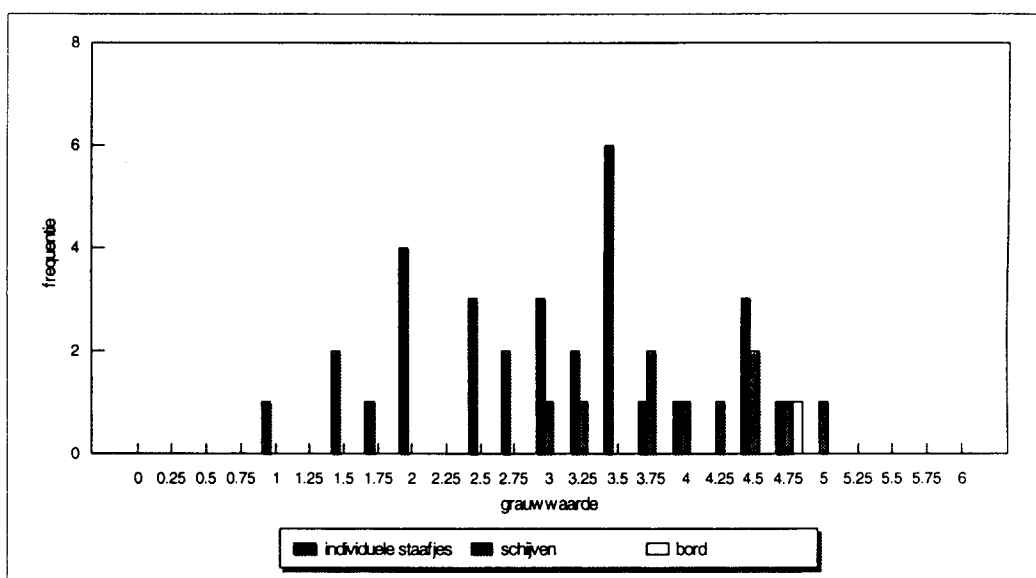
De grauwbeoordeling van een bord met frites blijkt zijn dan het gemiddelde van individuele frites of schijven. In figuur 3 is hiervan een voorbeeld gegeven. De resultaten in figuur 3 maken onderdeel uit van een proef waarvan de opzet en de resultaten zijn weergegeven in bijlage 6. De relatie tussen afzonderlijke fritesstaafjes en een bord met frites wordt het beste weergegeven door het gemiddelde van de 4 staafjes met de hoogste

grauwwaarde te nemen (van totaal 30 staafjes). De beste fit om de relatie tussen de grauwwaarde van een bord met frites en de gemiddelde grauwwaarde van schijven vast te stellen werd verkregen met de volgende lineaire relatie.

$$\text{gemiddelde grauwwaarde schijven} = 0,876 \times \text{grauwwaarde bord} + 0,16$$

R-kwadraat = 0,95

Standaard fout geschatte Y = 0,33



Figuur 3. De grauwbeoordeling van een bord met frites vergeleken met individuele staafjes en schijven afkomstig van dezelfde knollen. Ras Saturna.

4.2 Type behandeling

Noodzakelijk voor de ontwikkeling van de grauwverkleuring is een temperatuurbehandeling. Bij een verhoogde temperatuur raken cellen beschadigd en kunnen de componenten reageren die aanleiding geven tot de grauwverkleuring. De volgende temperatuurbehandelingen zijn onderzocht: blancheren, frituren, koken, stomen en de combinatie blancheren en frituren. Een temperatuurbehandeling activeert zowel de enzymatische als de niet-enzymatische grauwverkleuring. De hypothese is dat de enzymatische grauwverkleuring kan worden gedeactiveerd door voldoende lang bij een hoge temperatuur te verhitten. In een aantal proeven is onderzocht bij welke tijd/temperatuur condities de enzymatische grauwverkleuring wordt gedeactiveerd. Om de enzymatische bijdrage aan de grauwverkleuring vast te stellen zijn de volgende methoden toegepast:

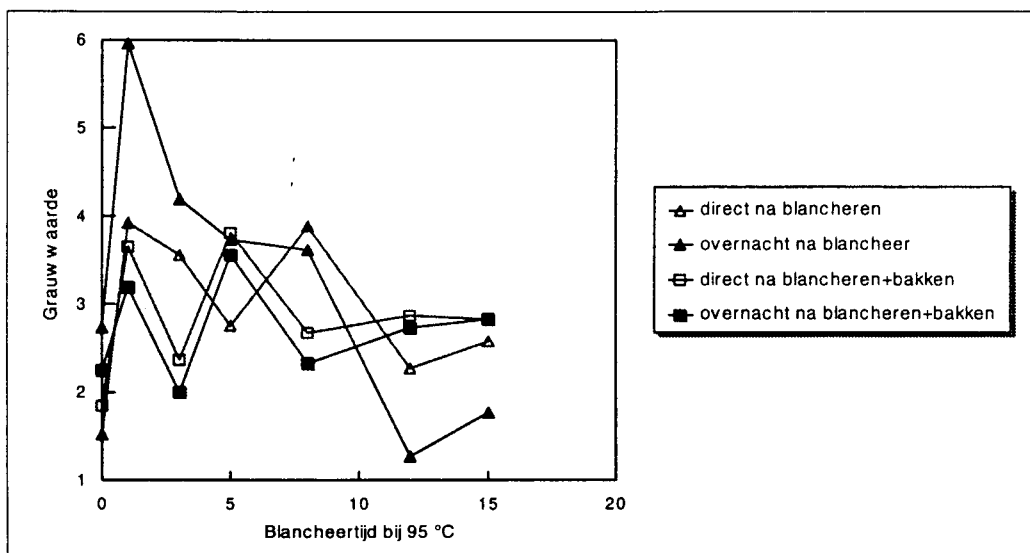
1. Kortstondig blancheren (tot enkele minuten) bij een relatief lage temperatuur (tot 80°C). Dit heeft tot gevolg dat de aardappel niet grauw maar rood verkleurt. Deze rode kleur wordt veroorzaakt door de chinonen, een tussenproduct in de enzymatische grauwreactie.

2. In dit onderzoek werd vastgesteld dat bij gematigde blancheercondities extra grauwwerking wordt verkregen door:
- het tijdstip van beoordeling na enkel blancheren uit te stellen (overnacht);
 - het invoegen van een tijdsperiode (15 minuten) tussen blancheren en frituren.

De hypothese is dat tijdens deze perioden extra gelegenheid wordt gegeven aan het enzym polyfenoloxidase (PPO) om tyrosine om te zetten.

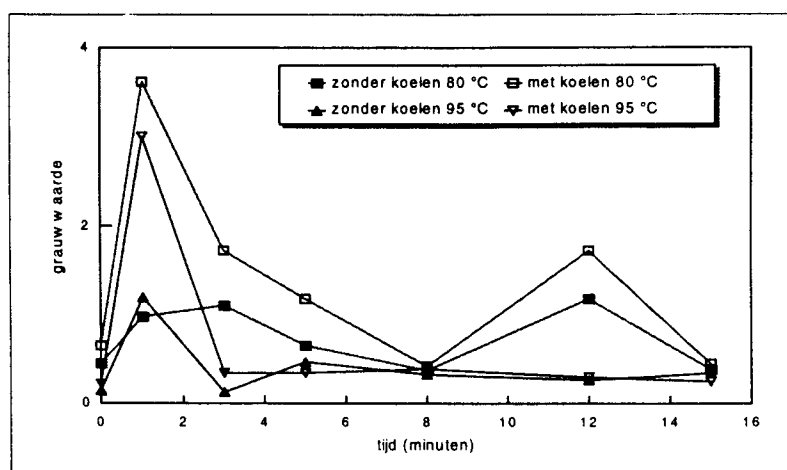
Blancheren + frituren

De methode die het meest direct aansluit bij de industriële praktijk is blancheren gevolgd door frituren. In alle proeven waarbij werd voorgebakken werd uitgegaan van 4 minuten frituren in vet van 140°C. Voorgaand onderzoek [5] heeft opgeleverd dat 4 minuten frituren bij 140°C een hogere grauwwaarde geeft dan 1 minuten frituren bij 180°C en minder bruinverkleuring geeft. In figuur 4 is de gemiddelde grauwwaarde van 5 schijven weergegeven als functie van de blancheertijd bij een blancheertemperatuur van 95°C. Overnacht bewaren na kort blancheren geeft beduidend hogere grauwwaarden dan direct beoordelen. Dit effect is niet waarneembaar indien direct na blancheren wordt gefrituurd. Schijven die 5 minuten of korter waren geblancheerd bezaten een rood/gauwe kleur. Na 8 minuten bleken nog 2 van de 5 schijven een iets rode kleur te bezitten. Na 12 en 15 minuten blancheren waren alle schijven grijs. Na blancheren gevolgd door 4 minuten frituren in vet van 140°C is de rode kleur in alle gevallen verdwenen.



Figuur 4. De gemiddelde grauwwaarde van 5 schijven versus de blancheertijd bij een temperatuur van 95°C. Onderzocht is de invloed van het beoordelingstijdstip; namelijk direct (na 30 minuten koelen) of na 1 nacht. Gebruikt zijn aardappelen van het ras Asterix van het oogstjaar 1996.

In figuur 5 is de gemiddelde grauwwaarde weergegeven van 5 aardappelschijven van het ras Bintje als functie van de blancheertijd bij 80°C en 95°C, met en zonder een koelstap van 15 minuten tussen blancheren en frituren. In deze proef is gebruik gemaakt van complementaire schijven. Een koelstap na kort blancheren (1 minuut) gevolgd door 4 minuten frituren bij 140°C leidt tot een verhoogde grauwwaarde. Op basis van deze grafiek is 8 minuten blancheren bij een temperatuur van 80°C en 5 min bij een temperatuur van 95°C voldoende om alle enzymatische activiteit uit te schakelen. De hoge grauwwaarden na 12 minuten blancheren bij een blancheertemperatuur van 80°C is het gevolg van natuurlijke variaties tussen de knollen. Een meetmethode die beoogd alleen de niet-enzymatische grauwwerking vast te stellen dient dus een blancheerintensiteit te bezitten voldoende om alle PPO te deactiveren. Dit betekent dat minimaal 5 minuten moet worden blancheerd bij 95°C of 8 minuten bij 80°C.



Figuur 5. *Grauwwaarde versus blancheertijd, met en zonder een koelstap tussen blancheren en frituren.*

In sommige gevallen gaf frituren aanleiding tot lichte bruinverkleuring (maillard reactie). Voor de visuele beoordeling door de product-experts leverde dit geen probleem op. Het bemoeilijkt wel de ontwikkeling van computerbeeldanalyse systeem omdat het een extra filtering noodzakelijk maakt. Hoewel frituren een witte doorzichtige huid van vet op de aardappelschijf geeft bemoeilijkt het niet de (sensorische) grauwbeoordeling. Enkel blancheren geeft geen aanleiding tot bruinverkleuring of een witte laag vet en is daarom een aantrekkelijk alternatief. De temperatuur tijdens blancheren moet echter voldoende hoog zijn en lang worden aangehouden om de enzymatische bijdrage aan de grauwwerking te voorkomen. Om de behandeltijd te verkorten gaat de voorkeur uit naar een zo hoog mogelijke blancheertemperatuur. Bij een hoge temperatuur wordt het enzym PPO immers het snelst gedeactiveerd.

Koken en stomen

In bijlage 2 in figuur I, II en III zijn de resultaten weergegeven van experimenten waarin koken en stomen zijn vergeleken met blancheren/frituren. In tabel 2 staan de resultaten weergegeven van een regressieanalyse uitgevoerd op deze data. Een hoge correlatie wordt gevonden tussen 8 min stomen en blancheren/frituren. De R^2 bij 8 minuten stomen en is zelfs hoger dan de R^2 bij schijven behandeld volgens eenzelfde methode. De correlatie bij koken is lager. Opvallend is dat na 5 minuten koken de grauwwaarden zelfs beduidend

lager liggen dan na blancheren en frituren ($\beta=0,54$). De reden hiervoor is onbekend. Een extra enzymatische bijdrage aan de grauwwerking zou juist een hogere waarde voor de regressiecoëfficiënt moeten opleveren. Uit tabel 2 blijkt dat koken ook bij de gelijk behandelde schijven de laagste reproduceerbaarheid heeft. Naast een betere reproduceerbaarheid heeft stomen in vergelijking met koken ook als voordeel dat de mechanische krachten die op de aardappelschijf worden uitgeoefend relatief laag zijn, hetgeen vooral bij minder kookvaste aardappelen een voordeel is. Een voordeel ten opzichte van blancheren/frituren is de kortere tijdsduur en de afwezigheid van bruinverkleuring.

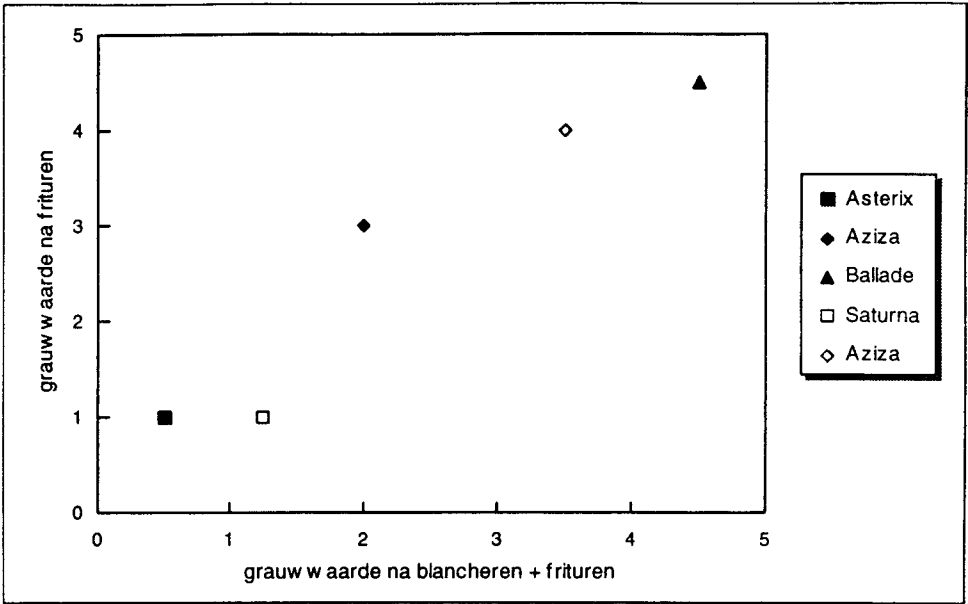
In een ander experiment werd vastgesteld dat fritesstaven van het ras Aziza tot en met 7 minuten stomen een rode kleur geven. Na 8 minuten stomen is de rode kleur geheel verdwenen en treedt enkel nog grauwwerking op. Ook deze proef bevestigt dat stomen minimaal 8 minuten dient te worden aangehouden om de enzymatische activiteit uit te schakelen. Stomen vormt hiermee een goed alternatief voor blancheren gevolgd door frituren.

Tabel 2. Resultaten van de regressie-analyse tussen verschillende verwerkingsmethoden ($Y=\beta X+\alpha$). Bl.+frit. staat voor 5 minuten blancheren bij 95°C gevolgd door 4 minuten frituren bij 140°C.

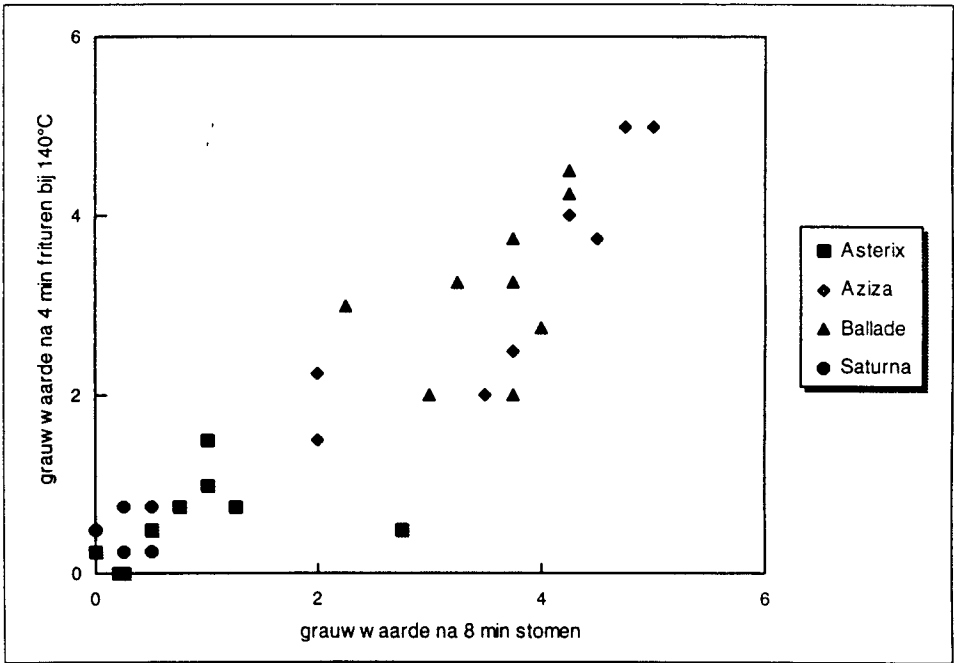
Relatie				
X	Y	Regressie-coëfficiënt β	Constante α	R-kwadraat
bl.+frit.	5 minuten stomen	0,934	0,23	0,77
bl.+frit.	8 minuten stomen	0,958	0,09	0,93
bl.+frit.	10 minuten stomen	0,935	-0,04	0,82
bl.+frit.	5 minuten koken	0,540	-0,09	0,76
bl.+frit.	8 minuten koken	0,974	0,20	0,83
bl.+frit.	10 minuten koken	0,934	1,35	0,77
bl.+frit.	bl.+frit.	0,944	0,23	0,91
10 minuten stomen	10 minuten stomen	0,988	0,17	0,91
10 minuten koken	10 minuten koken	0,856	0,34	0,76

Frituren

Figuur 5 laat zien dat enkel frituren (blancheertijd 0 min) een grauwwaarde geeft vergelijkbaar met grauwwaarden bij hogere blancheertijden. Bovendien werd er na frituren geen roodverkleuring waargenomen. In een speciaal opgezet experiment is de relatie tussen 4 minuten frituren bij 140°C versus 5 minuten blancheren bij 95°C gevolgd door 4 minuten frituren bij 140°C nader onderzocht. In figuur 6 zijn de resultaten van dit experiment weergegeven. Beide verwerkingsmethoden leveren vergelijkbare resultaten op. In figuur 7 zijn de resultaten weergegeven van een experiment waarbij enkel frituren is vergeleken met 8 minuten stomen. Ook hier blijkt een goede lineaire relatie te bestaan. Blijkbaar is 4 minuten frituren bij 140°C voldoende om de enzymatische activiteit uit te schakelen.



Figuur 6. De grauwwaarde van een bord fritesstaafjes na 4 min frituren bij 140°C vergeleken met een bord fritesstaafjes bereid uit de zelfde knollen na 5 min blancheren bij 95°C en 4 min frituren bij 140°C.



Figuur 7. De grauwwaarde van schijven na 4 min frituren bij 140°C versus de grauwwaarde na 8 min stomen.

Snelkoken

In een snelkookpan worden hogere temperaturen bereikt dan bij koken of stomen bij atmosferische druk. Hogere temperaturen zouden in principe versneld het enzym PPO kunnen deactiveren. De benodigde tijd is afhankelijk van:

- de tijdsduur tot aan het kookpunt; deze tijd kan worden verkort door warm water te gebruiken of te zorgen dat water tegen de kook aan is.
- de tijdsduur om op druk te komen; deze tijd is sterk afhankelijk van de belading. Voor een lege snelkookpan is 2 minuten en 40 seconden nodig. Gevuld met 500 g frites bedroeg de tijdsduur 5 minuten. Tevens is het sterk afhankelijk van andere factoren als capaciteit van de brander en de afsluiting van de pan.
- de tijdsduur om de druk af te laten. Deze tijd varieerde van 1 tot 1½ minuut.

Schijven gestoomd bij maximale druk (2 kp/cm²) bleken na 30 seconden reeds gaar. Schijven waarbij de druk werd afgelaten direct nadat de maximale druk werd bereikt bleken eenzelfde grauwwaarde te vertonen als schijven verkregen na 8 minuten stomen bij 100°C.

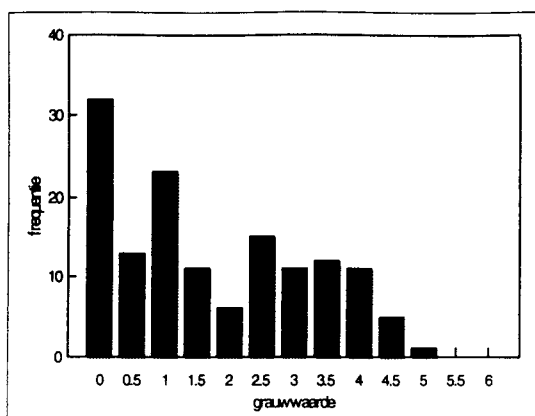
De tijdswinst in vergelijking met 8 minuten stomen is beperkt. Snelkoken heeft daarentegen als nadeel dat de reproduceerbaarheid slechter is en meer handelingen vergt.

Magnetron

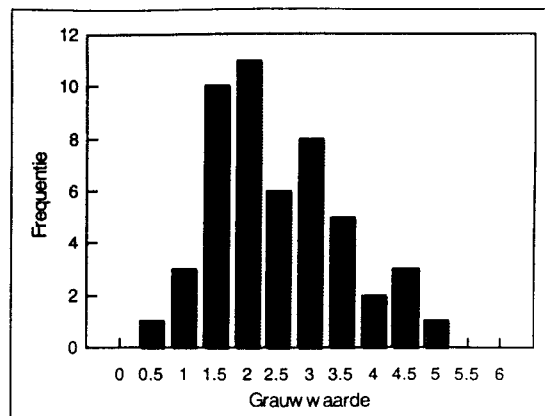
Eveneens is de mogelijkheid onderzocht om door middel van een magnetron de aardappelschijven te verhitten. Het probleem bij magnetronverhitting is de beheersing van de temperatuur. Bij verhitting tot het kookpunt spatte het oppervlak van de aardappelschijf uiteen. In de gebruikte magnetron werd de warmte bovendien niet homogeen verdeeld waardoor sommige delen veel eerder gaar waren dan andere. Dit maakt verhitting met een eenvoudige magnetron ongeschikt. Wellicht dat met een meer geavanceerde magnetron wel een betere warmteverdeling kan worden bereikt.

4.3 Grauwwerdeling en monstergrootte

Het aantal benodigde knollen moet voldoende groot zijn om een representatief beeld te krijgen van de partij. Het benodigde aantal knollen is afhankelijk van de spreiding in de grauwwaarde binnen een partij. In figuur 8 en 9 is de grauwwerdeling weergegeven van respectievelijk een partij Aziza's en Ballade. In figuur 10 is de grauwwerdeling van dezelfde twee partijen met aanvulling van een partij van de rassen Saturna en Asterix weergegeven gemeten op een later tijdstip (validatieproef zie paragraaf 4.7). Opvallend is dat de grauwwerdeling per ras/partij verschilt. Met name Aziza en Ballade bezitten een brede spreiding. Asterix daarentegen vertoont weinig spreiding. De frequentieverdelingen in figuur 9 en figuur 10 benaderen een normaalverdeling. Een uitzondering is de verdeling van Aziza in figuur 8.

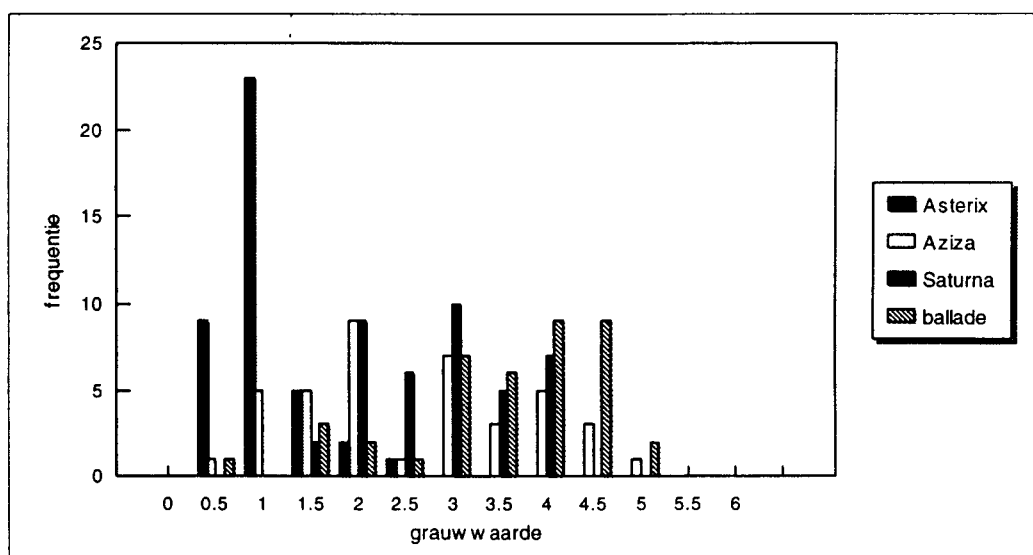


Figuur 8. Grauwverdeling in een partij Aziza op basis van de beoordeling van schijven. Verwerkingsmethode: 5 minuten blancheren 95°C+4 minuten frituren 140°C.



Figuur 9. Grauwverdeling in een partij Ballade op basis van de beoordeling van schijven. Verwerkingsmethode: 8 minuten stomen.

De monstergrootte kan ingeval van een normaalverdeling worden berekend uit de spreiding (variantie) in de grauwwaarden. Bij monsters die eenzelfde behandeling hebben ondergaan kan dit rechtstreeks worden berekend uit de variantie. In geval de verwerkingscondities verschillen kan met een statistische test (ANOVA) de restvariantie worden gebruikt. Een toelichting op de ANOVA-test is gegeven in bijlage 3. Tevens is in deze bijlage de proefopzet weergegeven van het experiment waaruit de restvariantie is berekend. De berekeningswijze om de monstergrootte te berekenen uit de (rest)variantie is weergegeven in bijlage 4.



Figuur 10. De grauwwerdeling van partijen van verschillen ras. Meetmethode: 8 minuten stomen van schijven met een dikte van 10 mm.

In tabel 3 is de minimale monstergrootte weergegeven berekend uit de (rest)variantie uitgaande dat de vastgestelde grauwwaarde met een zekerheid van 95% niet meer verschilt dan een 0,5 eenheid op de grauwwaarde schaal. Daarnaast is de betrouwbaarheid weergegeven voor een monstergrootte van 20 knollen ingeval de gemiddelde grauwwaarde niet meer verschilt dan een 0,5 eenheid op grauwwaardeschaal van de werkelijke waarde. Aangenomen is dat de grauwwaarden in alle gevallen een normaalverdeling aannemen.

Tabel 3. De benodigde monstergrootte en de betrouwbaarheid voor een steekproef ter grootte van 20 knollen voor het interval ter lengte van 1 (= 2 × 0,5 eenheid) berekend uit de variantie

Bron	variantie (σ^2)	minimale monstergrootte (n)	betrouwbaarheid (b) bij interval van 1
ANOVA-analyse Aziza/Ballade	1,060	17	97,0 %
Aziza, figuur 8	2,085	32	82,4 %
Ballade, figuur 9	1,084	17	96,8 %
Ballade, figuur 10	1,131	17,4	96,5 %
Saturna, figuur 10	0,601	9,2	99,6%
Aziza, figuur 10	1,498	23,01	93,2%
Asterix, figuur 10	0,187	2,9	99,99%

In het merendeel van de gevallen zal een monstergrootte van 20 volstaan. De meetmethode dient echter ook voor partijen die een bredere spreiding in de grauwwaarde bezitten een betrouwbare voorspelling op te leveren. Vandaar dat de uiteindelijk gekozen monstergrootte is gebaseerd op de partij Aziza's. Voor de berekening van de monstergrootte is gebruik gemaakt van een statistische simulatiemethode genaamd bootstrapping. Deze methode staat uitgelegd in bijlage 5. De resultaten van de statische simulatiemethode staan weergegeven in tabel 4. Om aan de eigen gestelde eis te voldoen dient de benodigde monstergrootte ongeveer 30 knollen te bedragen.

Tabel 4. Resultaten van statische simulatie volgens de bootstrapping methode ter bepaling van de steekproef uitgaande van de partij Aziza's Als data zijn gebruikt de metingen met grauwwaarden waarbij 5 min is blancheerd bij 95°C gevolgd door 4 min frituren 140°C

monstergrootte n	30	31	32	33	34	35
lengte 95% betrouwbaarheids-interval	1,012	0,986	0,951	0,964	0,942	0,931

Uit de ANOVA blijkt dat alleen het effect van ras en blancheertijd significant zijn. Over het algemeen wordt voor de bovenliggende zijde, hoewel niet significant, toch een iets hogere waarde gevonden. Het verdient daarom de voorkeur de binnenzijde van een schijf naar boven te richten. Bovendien is het voor de beoordeling gemakkelijker dat de te

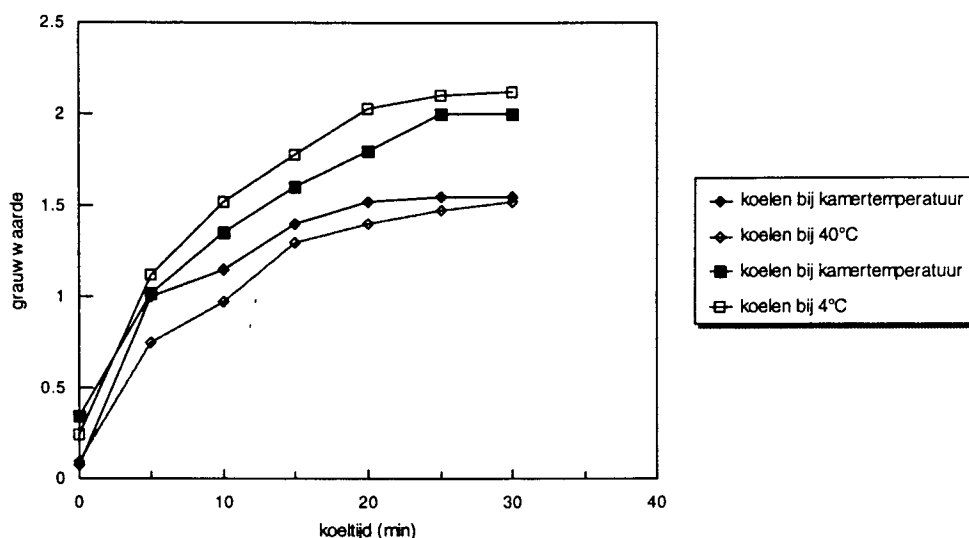
beoordelen zijde boven ligt.

4.4 Verkorting ontwikkeltijd en verhoging grauwwaardeniveau

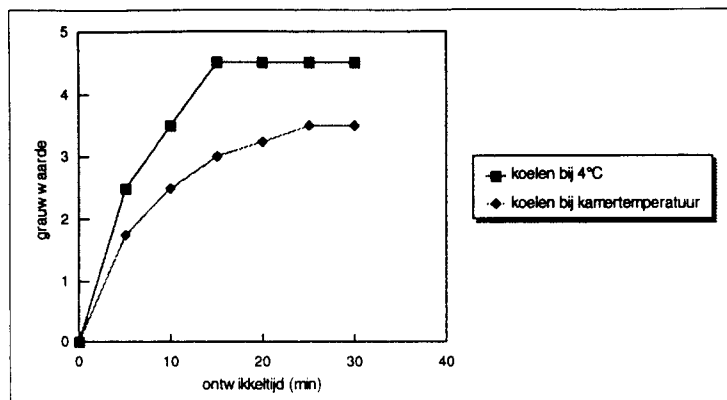
De tijdsduur van een meetmethode ter bepaling van de grauwpotentie dient zo kort mogelijk te zijn. De meeste tijd wordt ingenomen door de ontwikkeltijd. Dit is de tijd tussen de temperatuurbehandeling en de beoordeling. Tot dusver werd een ontwikkeltijd van 30 minuten gehanteerd. In een aantal oriënterende metingen is onderzocht hoe het grauwwaarde niveau zou kunnen worden verhoogd en de ontwikkeltijd zou kunnen worden verkort. Een hoger grauwwaardeniveau vergemakkelijkt de grauwbeoordeling.

Temperatuur omgevingslucht

Tien schijven zijn afgekoeld bij een omgevingstemperatuur van respectievelijk 4°C en 40°C. De complementaire referentieschijven werden afgekoeld bij kamertemperatuur (circa 20°C, zonder ventilatie). In figuur 11 zijn de resultaten van deze proef weergegeven. Tegen de verwachting in blijken hoge temperaturen de grauwwverkleuring niet te versnellen maar juist te vertragen. Mogelijk dat de verhoogde zuurstofoplosbaarheid in water van lage temperatuur de oorzaak is dat juist bij lage temperatuur de grauwwverkleuring sneller en beter verloopt.



Figuur 11. Grauwwontwikkeling bij verschillende koeltemperaturen. Weergegeven is de gemiddelde waarde van 10 schijven. Ras Aziza. Om het temperatuureffect te meten zijn twee complementaire schijven uit een knol gebruikt. Gemiddelde standaardfout in de verschilmetingen bedroeg 0,2 eenheden.

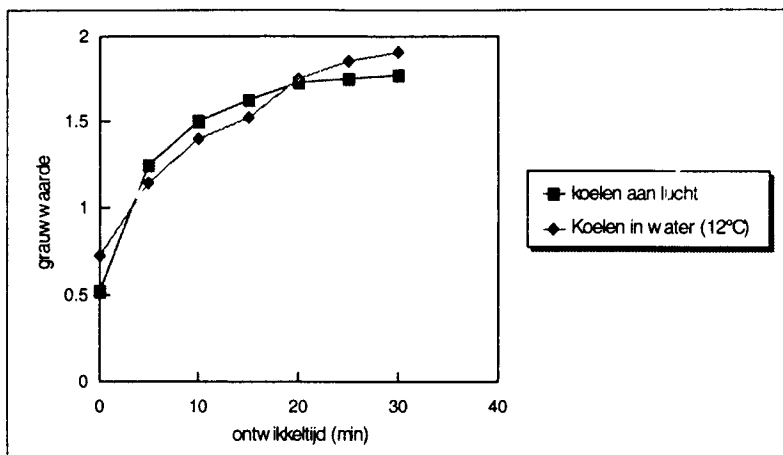


Figuur 12. De grauwwaarde van een bord met frites als functie van de ontwikkeltijd (afkoeltijd) bij een omgevingstemperatuur van 4° en circa 20°C. De frites op beide borden zijn afkomstig van dezelfde 20 knollen. Ras Balade.

Deze resultaten werden nogmaals bevestigd door een bord met fritesstaafjes te koelen bij kamertemperatuur en bij 4°C. De frites op beide borden waren afkomstig van dezelfde 20 knollen. Deze resultaten staan weergegeven in figuur 12. Ook uit deze figuur blijkt nogmaals dat afkoelen bij 4°C een hogere grauwwaarde geeft dan afkoelen bij kamertemperatuur. Bovendien wordt de maximale waarde sneller bereikt.

Versneld afkoelen in koud water

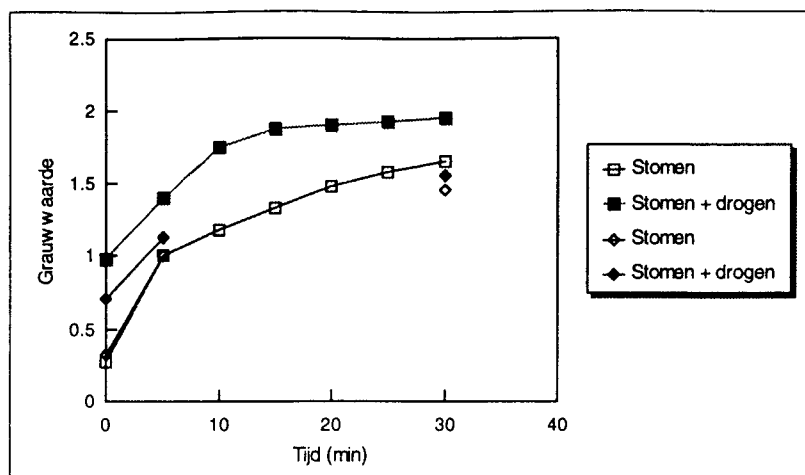
Indien lagere temperaturen de grauwwerking versnellen is het wellicht verstandig de aardappelschijven zo snel mogelijk de lage temperatuur te laten aannemen. In figuur 13 is het effect van 1 minuut koelen in stromend koud water (circa 12°C) op de grauwwerking weergegeven. Versneld koelen met water levert geen duidelijk verbetering op.



Figuur 13. Het effect van direct afkoelen in koud water na 8 minuten stomen. De grauwwaarde is het gemiddelde van 10 schijven van het ras Ballade. Het ontwikkelen is in beide gevallen uitgevoerd bij kamertemperatuur.

Effect van een droogstap

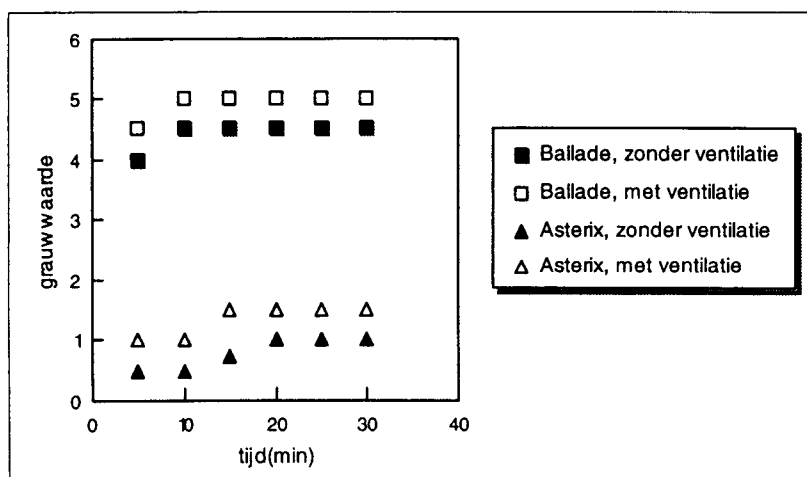
Door droging treedt concentrering van componenten in de aardappel op. Dit zou aanleiding kunnen geven tot een verbeterde grauwwerking. In figuur 14 zijn de resultaten van een proef met een droogstap na 8 minuten stomen weergegeven. In de serie waarbij om de 5 minuten de grauwwaarde werd gemeten geeft drogen een hogere grauwwerking te zien. In een tweede serie waarbij alleen op tijdstip 0, 5 en 30 minuten de grauwwaarde werd gemeten is het effect minder duidelijk. Zeker als in ogenschouw moet worden genomen dat het drogen 5 minuten extra tijd vergt. Gezien de extra handelingen en de extra tijd levert het onvoldoende voordeel op.



Figuur 14. Het effect van een droogstap (5 minuten 180°C) na 8 minuten stoven op de grauwwontwikkeling. De grauwwaarde is het gemiddelde van 10 schijven van het ras Ballade.

Effect van ventilatie

Twee borden met fritesstaven afkomstig van dezelfde knollen zijn gekoeld en beoordeeld bij kamertemperatuur met en zonder ventilatie. In figuur 15 is het effect van ventilatie weergegeven voor frites van het ras Ballade en Asterix. De ventilator werd op een hoogte van 30 cm boven het bord bevestigd. De ventilator produceerde een luchtstroomsnelheid van circa 2,5 m/s. Ventilatie heeft een positief effect op zowel de hoogte van de grauwwaarde als de snelheid waarmee de maximumwaarde wordt bereikt. Bij beide rassen wordt een grauwwaarde gevonden die bij ventilatie ongeveer een halve eenheid hoger ligt dan zonder ventilatie. Mogelijk wordt dit veroorzaakt door extra indroging als gevolg van de ventilatie. Het gewichtsverlies na een ontwikkeltijd van 30 min bedroeg voor Ballade en Asterix zonder ventilatie respectievelijk 7,5% en 7,2 % en met ventilatie 16,3% en 15,8% . De maximum grauwwaarde wordt bij ventilatie in dit experiment voor Ballade

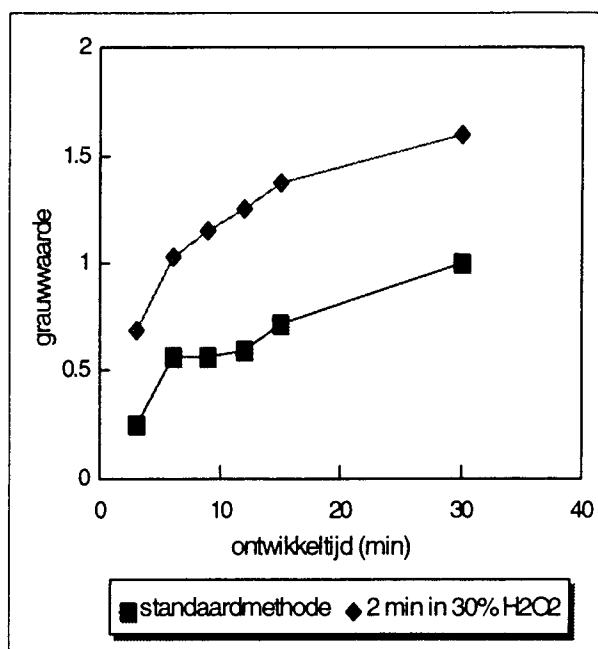


Figuur 15. Het effect van ventilatie op de grauwwaarde ontwikkeling van een bord met frites bij kamertemperatuur.

bereikt na 10 minuten en voor Asterix na 15 minuten.

Effect van UV-belichting

De gedachte achter UV-belichting is dat onder invloed van UV-licht gevormde radicalen mogelijk de oxydatie van Fe^{2+} naar Fe^{3+} kunnen versnellen. Een aantal schijven zijn beschenen met UV-licht. Als UV-bron werd een UV-bak (UV Transilluminator, UVP inc. model TM 20) gebruikt. Deze UV-belichting bleek geen verbetering in te houden. De beoordeling op grijs werd juist bemoeilijkt doordat de aardappelschijven lichtbruin verkleurden.



Figuur 16. Effect van een behandeling met 30% H₂O₂ in vergelijking met de standaardmethode: grijsontwikkeling bij kamertemperatuur na 8 minuten stomen. Elk datapunt is de gemiddelde waarde van 10 schijven.

Waterstofperoxide

Indien de oxydatie van Fe^{2+} naar Fe^{3+} de snelheidslimiterende stap is in de grijsverkleuring zou het gebruik van een krachtige oxidator als waterstofperoxide de grijsverkleuring mogelijk kunnen versnellen. Waterstofperoxide in concentraties tot 5% H_2O_2 leverde geen versnelling of verbetering van de grijsverkleuring op. Vervolgens zijn de schijven gedompeld in geconcentreerde waterstofperoxide (Perhydrol van Merck met 30% H_2O_2). Deze behandeling bleek wel een duidelijke versnelling van de grijsverkleuring op te leveren (zie figuur 16). De grijswaarden van de met H_2O_2 behandelde schijven liggen hoger. Na 6 minuten wordt reeds het grijswaardeniveau bereikt welke na standaardontwikkeling aan de lucht na 30 minuten wordt bereikt. De grijswaarde neemt na 6 minuten echter nog sterk toe. Dit betekent dat, ingeval het zou worden gebruikt als onderdeel van de meetmethode, het tijdstip van beoordeling heel precies komt. Andere nadelen van deze methode zijn: veiligheid, kostprijs (fl 6,40 per liter voor de goedkoopste

vorm), reproduceerbaarheid en het uiteenvallen van schijven die gaar zijn.

Verhoogde zuurstofconcentratie

Bij grauwwontwikkeling in omgevingslucht is zuurstof de oxidator voor de omzetting van Fe²⁺ naar Fe³⁺. Onderzocht is, of verhoogde zuurstofconcentraties deze reactie kunnen versnellen. Uit tabel 5 blijkt dat een hogere zuurstofconcentratie niet leidt tot een duidelijke versnelling van de grauwwontwikkeling of een verhoogd grauwwaardeniveau.

Tabel 5. *Effect van de zuurstofconcentratie op de grauwwontwikkeling bij gebruik van complementaire schijven. Ras Ballade.*

schijf nr.	50 % zuurstof		20 % zuurstof	
	10 min	30 min	10 min	30min
1	1	1,25	0,75	1,25
2	0	0,5	0	0,5
3	0,5	0,75	0,5	2
4	1,75	3	0,75	1
5	0,25	1,25	0,25	1,5
6	1	2,5	1,75	3
gemid.	0,75	1,54	0,67	1,54

4.5 Belichting

Sensorisch

Geblancheerde (5 min, 95°C) en gestoomde (8 minuten) aardappelschijven van de rassen Ballade, Aziza, Asterix en Saturna zijn beoordeeld bij verschillende belichting (zie tabel 6).

Conclusie: Rood licht werd als iets meer contrasterend ervaren dan wit licht. Rood licht geeft echter aanleiding tot het zien van groen vlekken en is dus ongeschikt als belichting. Voor de sensorische beoordeling is de huidig gehanteerde kleur van belichting (wit kleur 95) de beste belichting om de grauwwerfkleuring waar te nemen.

Tabel 6. *Overzicht van de grauwoordeelings bij verschillende soorten belichting*

Lamp	Opmerkingen
Wit kleur 95 (koud wit)	Deze wordt normaal gebruikt bij sensorische beoordelingen en werd in de proef gebruikt als referentie
Wit kleur 95 (warm wit)	Sensorisch grijs heeft minder contrast Kleine verschillen in bruin-geel worden beter zichtbaar
Groen kleur 17	Sensorisch grijs contrast sterk vermindert
Geel	Sensorisch grijs contrast is minder Blaasjes op de gefrituurde schijf zien er geel uit. Het verschil tussen gefrituurde en gestoomde schijven wordt hierdoor vermindert
Rood	Sensorisch grijs contrast lijkt iets groter. De lamp irriteert echter aan de ogen
Blauw kleur 18	Sensorisch grijs contrast is minder Kleine verschillen in bruin-geel worden beter zichtbaar
Gro-lux	Sensorisch grijs contrast is minder
Black-light	Sensorisch grijsverschillen niet meer waarneembaar Gefrituurde schijven zijn veel lichter dan de gestoomde
UV-A kleur 03T	Sensorisch grijs contrast is minder Kleine verschillen bruin-geel worden beter zichtbaar

Computerbeeldanalyse

Uit de experimenten met verschillende belichtingskleuren ten behoeve van grijsherkenning is het volgende gebleken: de optimale belichting voor grijsdetectie met een kleurencamera is een lichtbron waarvan de aandelen rood, groen en blauw licht zo dicht mogelijk bij elkaar liggen, met andere woorden wit licht. De reden hiervoor is dat er bij elke lichtkleur een bepaald contrast ontstaat voor grijs. Bij wit licht kunnen de contrasten voor verschillende kleuren gesommeerd worden waardoor een groter scheidend vermogen ontstaat dan bij gebruik van licht van een bepaalde golflengte.

4.6 Effect van verwerkingsprocedure op gevonden voorspelbaarheid

Een overzicht met alle belangrijke resultaten van het validatie-experiment is grafisch weergegeven in bijlage 8 in figuur I en II.

Effect van de verwerkingsprocedure

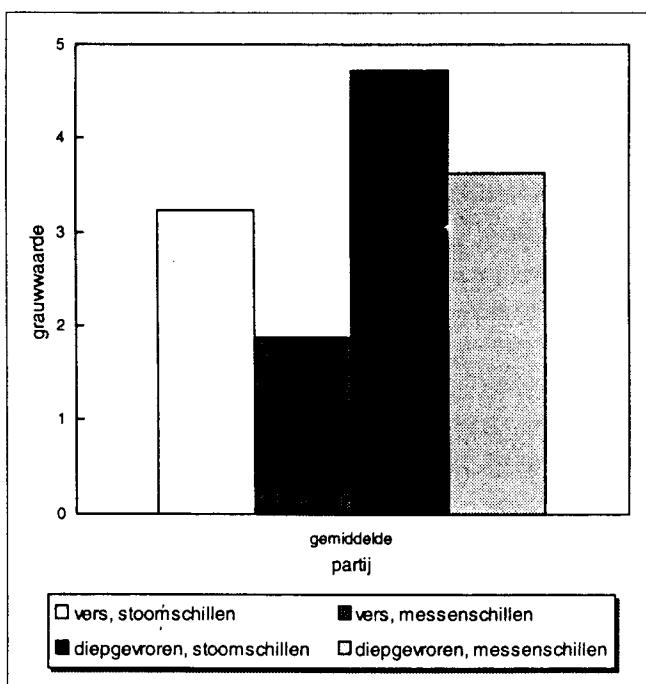
In figuur 17 zijn de grijswaarden van de 4 rassen gemiddeld (blancheerconditie: 5 minuten 95°C).

Twee belangrijke effecten kunnen worden onderscheiden:

- Stoomschillen verhoogt de grijsverkleuring.
- Invriezen verhoogt de grijsverkleuring.

De verhoogde grauwwerking bij stoomschillen sluit aan bij eerdere bevindingen [5]. De hypothese is dat stoomschillen een grotere destructie van cellulairmembraan tot gevolg heeft dan messenschillen, waardoor de componenten die bij de grauwwerking een rol spelen beter met elkaar in contact kunnen komen. Met name bij stoomschillen is het dus belangrijk dat de tijdsduur tussen schillen en blancheren minimaal is.

In paragraaf 4.5 werd reeds vastgesteld dat lage koeltemperaturen (4°C) de grauwwerking bevorderen. Als verklaring is gegeven de verhoogde oplosbaarheid van zuurstof in water bij lage temperatuur. De verhoogde grauwwaarde van diepgevroren frites suggereert echter ook een mogelijke andere onbekende oorzaak.

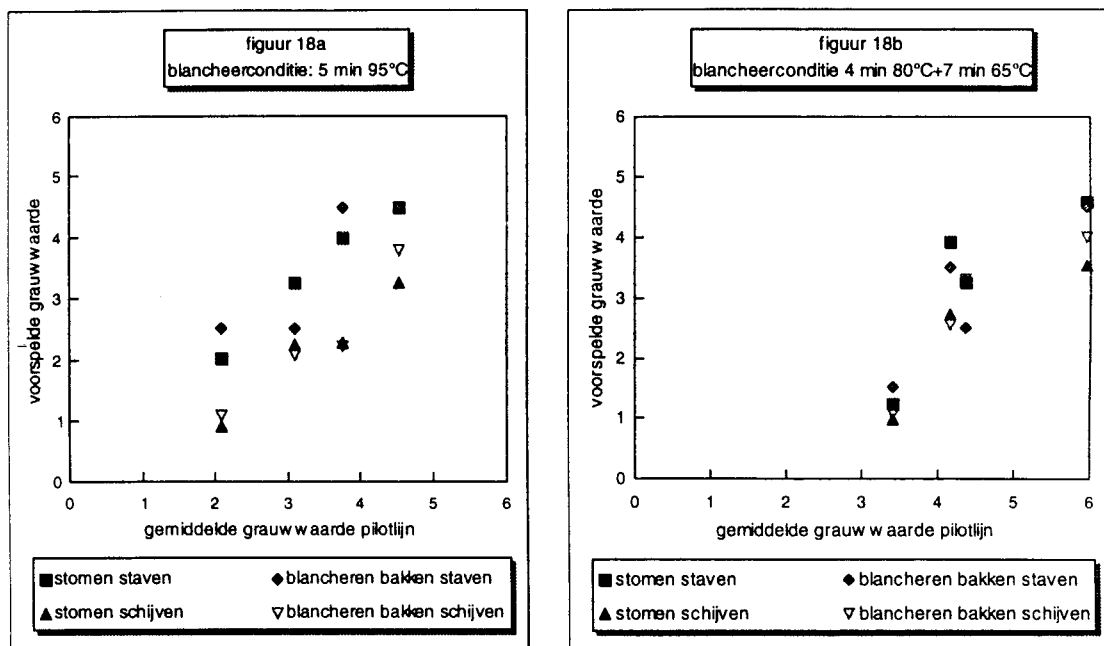


Figuur 17. De grauwwaarde van de frites geproduceerd met de pilotlijn gemiddeld over de 4 rassen. Blancheerconditie: 5 minuten 95°C.

Validatie meetmethoden

In figuur 18a en 18b zijn de 4 potentiële meetmethoden vergeleken met het gemiddelde van messenschillen en stoomschillen voor het vers en diepgevroren product voor beide blancheercondities. Elk datapunt in figuur 18a en 18b geeft de gemiddelde grauwwaarden van 20 schijven weer.

Er bestaat een goede lineaire relatie tussen de 4 meetmethoden en de gemiddelde grauwwaarde van de frites geproduceerd met de pilotlijn bij 5 minuten blancheren bij 95°C. Dit kan niet worden gezegd van de metingen bij de blancheerconditie 4 minuten 80°C+7 minuten 65°C.



Figuur 18a en 18b. Validatie van 4 potentiële meetmethoden versus de gemiddelde grauwwaarde van vers en diepgevroren frites bij stoomschillen en messenschillen. Als grauwwaarde is uitgegaan van de grauwwaarde na 30 minuten afkoelen bij 4°C.

In dit geval zijn de frites geproduceerd met de pilotlijn beduidend grauwer dan de meetmethoden voorspellen (de datapunten in figuur 18b liggen meer naar rechts). Blijkbaar is, zoals werd vermoed, 4 minuten blancheren bij 80°C gevolgd door 7 minuten blancheren bij 65°C niet voldoende om de enzymatische activiteit te laten verdwijnen waardoor er een extra bijdrage in de grauwverkleuring is als gevolg van de enzymatische activiteit. De geteste meetmethoden zijn ontworpen om de niet-enzymatisch grauwpotentie te voorspellen.

In tabel 7 is door middel van lineaire regressie de beste fit door de datapunten in figuur 18a bepaald. De meetmethoden gebaseerd op het beoordelen van een bord met fritesstaafjes geven de fit met de hoogste R^2 waarde. Dit is niet verwonderlijk omdat deze methoden het nauwst aansluiten bij de wijze waarop momenteel monsters op grauw worden beoordeeld.

Tabel 7. De beste fits door de datapunten in figuur 18a verkregen met behulp van lineaire regressie

Meetmethode	Regressiecoëfficiënt	Constante	R-kwadraat
stomen staafjes	1.04	-0.1	0.98
blanch. frituren staafjes	0.97	0.25	0.97
stomen schijven	0.92	-0.9	0.94
blanch. frituren schijven	1.03	-1.2	0.91

4.7 Effect van ras en bewaren

Om een relevante grauwschaal te kunnen maken zijn partijen gebruikt van rassen variërend in grauwwaarde. In het onderzoeksjaar 1997 zijn partijen aardappelen onderzocht van de rassen Agria, Bintje, Asterix en Saturna (in volgorde van toenemende grauwegevoeligheid) van het oogstjaar '96. Grauwegevoeligheid blijkt sterk seizoensafhankelijk te zijn. Van het oogstjaar 97 bleken er geen partijen Saturna en Asterix te vinden die een grauwwaarde bezaten vergelijkbaar met de partijen van het oogstjaar 1996. Om deze reden zijn de rassen Aziza en Ballade gebruikt welke een hogere grauwpotentie bezitten. In tabel 8 zijn de grauwwaarden, gemeten volgens eenzelfde methode, over een periode van 4 maanden weergegeven. De metingen geven geen duidelijk beeld van bewaring op de grauwwontwikkeling. Er is geen duidelijke trend waarneembaar, wel een schommeling. In voorgaand onderzoek [5] werd vastgesteld dat er tot aan 83 dagen bewaren een toename plaats vindt en na langer bewaren weer een afname.

De dip in de grauwwaarde in week 6 en 8 en het beperkte aantal gemeten schijven in week 49 maakt het twijfelachtig of er tijdens bewaren een toename plaats vindt in de grauwpotentie. Gezien het grote aantal monsters kan de schommeling moeilijk worden verklaard als gevolg van variaties binnen een partij. De dip in week 6 en 8 treedt bovendien over de gehele linie op.

Mogelijk dat de cijfers enigszins geflatteerd zijn omdat week 12/'98 de schijven zijn gekoeld bij 4°C. In paragraaf 4.4 werd geconstateerd dat lage koeltemperaturen aanleiding geven tot hogere grauwwaarden.

Tabel 8. De grauwwaarde gemeten volgens eenzelfde methode op verschillende tijdstippen. Methode: blancheren 5 minuten 95°C, 4 minuten frituren 140°C, beoordeling na 30 minuten koelen bij kamertemperatuur. Uitzondering: monster 12/'98 werden gekoeld bij 4°C

week/jaar aantal schijven	Periode grauwmeting				
	49/'97 10	4/'98 40	6/'98 140	8/'98 40	12/'98 40
Ballade	2,5	4,1		2,7	3,9
Aziza	1,9	2,8	1,7		2,4
Saturna	1,5	2,0		0,7	2,7
Asterix	0,6	1,8		0,4	1,1

4.8 Selectie meetmethode

De te ontwikkelen meetmethode dient een eenvoudige snelle en betrouwbare voorspelling op te leveren over de niet-enzymatische grauwwerking na verwerking. Bij de selectie is onderscheid gemaakt tussen een sensorische meetmethode en meetmethode gebaseerd op computerbeeldanalyse (CBA). Beide beoordelingswijzen hebben elk hun specifieke sterke kanten. Productexperts hebben bijvoorbeeld geen probleem met over elkaar liggende staafjes terwijl een CBA-systeem objectief meet en in staat is een groot aantal beoordelingen uit te voeren in korte tijd. Vandaar dat voor elk een protocol is ontworpen dat optimaal aansluit bij de betreffende meetwijze.

Protocol voor de sensorische meetmethode

Het protocol voor de sensorische meetmethode is weergegeven in bijlage 9. Het protocol gaat uit van de beoordeling van fritesstaafjes op een bord. Deze beoordelingswijze sluit het meest direct aan bij de manier waarop momenteel de grauwwerking van frites wordt vastgesteld. Een ander voordeel is de tijdswinst. In één oogopslag kan de grauwwaarde worden vastgesteld. De beoordeling van 30 afzonderlijke schijven kost aanzienlijk meer tijd. Gekozen is voor de meest eenvoudige wijze van koeling, namelijk bij kamertemperatuur (circa 20°C). Bij gebruik van een ventilator kan de grauwwaarde reeds 20 minuten na de temperatuurbehandeling worden vastgesteld. Als temperatuurbehandeling volstaat 4 minuten frituren bij 140°C. Bruinverkeuring als gevolg van frituren speelde nauwelijks een rol. Voor een productexpert is een lichte mate van bruinverkeuring bovendien geen probleem om de grauwwaarde van het monster vast te stellen.

Protocol voor de CBA-methode

Het protocol voor de CBA methode is weergegeven in bijlage 10. Als monstervorm is gekozen voor schijven. Schijven hebben een lichte voorkeur boven fritesstaafjes omdat het een beter representatief beeld geeft van een knol dan een staafje en de hoek van lichtinval altijd constant is. Om met fritesstaafjes eenzelfde representatief beeld te bereiken zijn veel meer fritesstaafjes nodig (zie figuur 3). Een definitieve keus voor de monstervorm dient te worden gemaakt in de volgende fase van het project. Mogelijk dat in de toekomst meerdere analyses in één CBA-systeem kunnen worden gecombineerd. In dit geval ligt het wellicht meer voor de hand te kiezen voor de meer gebruikte fritesstaafjes.

De temperatuurbehandeling kan eveneens beter definitief worden bepaald in de volgende fase van het project. In aanmerking komen 4 min frituren bij 140°C en 8 minuten stomen. Frituren vergt de minste tijd. Stomen heeft echter het voordeel dat er geen bruinverkeuring optreedt. Op zich hoeft bruinverkeuring voor het CBA-systeem geen probleem te zijn. Het vraagt echter wel een extra inspanning doordat er een extra softwarematige filtering moet worden uitgevoerd.

Om een representatief beeld te krijgen van de grauwgevoeligheid van een partij aardappelen zijn voor beide meetmethoden minimaal 30 knollen benodigd.

5. Conclusies

Er is een meetmethode ontwikkeld op basis van sensoriek (visueel) en een voorlopige meetmethode op basis van computerbeeldanalyse (CBA). Beide methoden zijn ontwikkeld om de niet-enzymatische grauwwerking te voorspellen van voorgebakken frites.

Sensorische meetmethode

- De methode is gebaseerd op de beoordeling van gefrituurde fritesstaafjes op een bord. Dit sluit het meest direct aan bij de huidige wijze van grauwoordeling van het eindproduct.
- De temperatuurbehandeling bestaat uit 4 minuten frituren in vet van 140°C. Deze temperatuurbehandeling is voldoende om de enzymatische grauwwerking te deactiveren.
- De tijd tussen de temperatuurbehandeling en de beoordeling is verkort van 30 minuten naar 20 minuten door toepassing van ventilatie bij kamertemperatuur (circa 20°C).

De totale tijdsduur van de sensorische meetmethode bedraagt circa 30 minuten.

CBA-meetmethode

- Als monstervorm gaat de voorkeur uit naar schijven met een dikte van 10 mm vanwege de hoge representativiteit voor een knol en een constante hoek van lichtinval. Een alternatief zijn fritesstaven.
- Als temperatuurbehandeling komen in aanmerking frituren (4 minuten 140°C) en stomen (8 minuten). Stomen vergt meer tijd doch heeft als voordeel dat het geen bruinverkleuring (Maillard reactie) geeft. Op zich hoeft dit geen belemmering te zijn voor CBA; het vraagt wel een extra filtering.

De ontwikkelde CBA-meetmethode is voorlopig. In de volgende fase van het project dient een definitieve keus te worden gemaakt betreffende de monstervorm en temperatuurbehandeling.

Naast ventilatie bevordert ook een lage temperatuur (4°C) de ontwikkeling van de grauwwerking.

De benodigde monstergrootte is afhankelijk van de grauwwerking binnen een partij. De benodigde monstergrootte is berekend uitgaande van de partij met de grootste spreiding in de grauwwaarde. Om met 95% betrouwbaarheid te kunnen vaststellen dat de gemeten waarde niet meer dan 0,5 eenheid op de grauwwaarde schaal afwijkt van de werkelijke waarde is een monstergrootte van 30 knollen benodigd.

Voor zowel de sensorische beoordeling als voor CBA is witlicht de optimale belichting.

Uit de validatieproeven met de pilotlijn bleek dat:

- De ontwikkelde meetmethoden een goede voorspelling van de grauwwerking geven indien de blancheerintensiteit tijdens verwerking voldoende is om de enzymatische grauwwerking te deactiveren.
- Stoomschillen een aanmerkelijk hogere grauwwaarde op levert dan messenschillen.
- Ingevroren frites een hogere grauwwerking vertonen dan verse frites.
- De inschatting is dat in het gangbare productieproces in veel gevallen de

blancheercondities onvoldoende zijn om de enzymatische grauwwerking uit te schakelen.

De ontwikkelde sensorische meetmethode vereist de opleiding van personen tot productexperts die de grauwwaarde sensorisch kunnen vaststellen. Om tot een eenduidige beoordeling te komen is het nodig dat periodiek de beoordelingswijze wordt gecontroleerd middels ringtesten. Beter is het te komen tot een objectieve geautomatiseerde meetmethode. In dit onderzoek is een goede basis gelegd om te komen tot objectieve methode gebaseerd op computerbeeldanalyse.

De ontwikkeling van een objectieve meetmethode om de gevoeligheid van aardappelen voor grauwwerking vast te stellen zal de aardappelverwerkende industrie naast een verbeterde friteskwaliteit in staat stellen tot een meer optimale benutting van grondstof en energie door:

- vooraf vast te stellen welke partijen wel en niet verwerkt worden
- de energie input voor grauw-ongevoelige rassen te beperken
- vermindering van het pyrofosfaatgebruik

6. Literatuur

1. Pilnik, W., Inleiding in de levensmiddelenchemie en -analyse, Polyfenolen, (collegediktaat), Landbouwniversiteit Wageningen (1978).
2. Burton W.G., Potato, Third edition, Longman Scientific & Technical (1989).
3. Braaksma, A., Wilkinson, E.C., Oosterhaven J., van Eijck, P.C.M., Biekman, E.S.A., Bossers, F.A. J., Voorspelling van de productkwaliteit in relatie tot grondstofkarakteristieken. Vertrouwelijk ATO-DLO/VAVI rapport nr B301. Januari 1998.
4. Van Eijck P.C.M, Oosterhaven, J., Biekman, E.S.A. Biekman, Braaksma, A., Timmermans, T., e.a . Methoden voor de karakterisering van de grondstof Aardappel. Vertrouwelijk ATO-DLO/VAVI rapport nr. B302. Januari 1998.
5. Braaksma, A., Biekman, E, Bossers, F., van Eijck P.C.M., Karakterisering grondstof aardappel en voorspelling eigenschappen bij verwerking. Vertrouwelijk ATO-DLO/VAVI rapport. Juni 1997.

Bijlage 1



Sectie Aardappelverwerking

ATO-DLO

ANALYSEVOORSCHRIFT**Bepaling van de grauwegevoeligheid van aardappelen****1. Onderwerp**

Deze methode beschrijft de bepaling van de grauwwaarde van fritesstaafjes.

2. Toepassingsgebied

Deze methode kan gebruikt worden als kwaliteitsparameter voor de karakterisering van het ingangsmateriaal m.b.t. grauwverkleuring.

3. Definitie

n.v.t.

4. Beginsel

Gefrituurde fritesstaafjes worden beoordeeld op grauwverkleuring in een schaal van 0-6.

5. Reagentia, grond- en hulpstoffen

- Frituurvet (100% plantaardig).
- Aardappelen.

6. Toestellen en hulpmiddelen

- Messenschiller (Glastra).
- Snijder met mesblok voor staafjes van 10 x 10 mm (Slitmaster).
- Balans (1 gram nauwkeurig).
- Blancheur ingesteld op temperatuur van 80°C.
- Blancheernetje.
- Bakoven met aanhoudende temperatuur van 140 °C (toegestane afwijking ± 5 °C).
- Thermometer (voor controle bakoven).
- Thermostaat (b.v. Pt 100) met een capaciteit van 380 V á 10 kW.
- Beoordelingstafel met daarboven standaardverlichting TL-buis nr. 95. Deze mag maximaal 1.5 meter boven de beoordelingstafel opgehangen zijn.

7. Monstername

- Neem uit een partij een representatief monster van 20 knollen.



ATO-DLO

Sectie Aardappelverwerking

ANALYSEVOORSCHRIFT**8. Voorbehandeling monster**

- Schil de aardappelen 3 min. in de schilmachine.
- Snijd de aardappelen m.b.v. een snijmachine in staafjes van 10 x 10 mm.
- Meng de gesneden staafjes goed en verwijder hierbij de dunne en kleine stukjes.
- Weeg $\pm$ 500 gram staafjes af en doe ze in een blancheernetje.
- Spoel de staafjes gedurende 2 min. om het vrije zetmeel te verwijderen.

9. Werkwijze

- Hang het blancheernetje met fritesstaafjes in de blancheur en blancheer 5 min.
- Laat het monster uitlekken (10 x schudden).
- Bak het monster gedurende 4 min. in vet van 140 °C.
- Verwijder na het bakken het vet van de staafjes door schudden of uitlekken op filtreerpapier.
- Koel de staafjes gedurende 30 min. bij 4 °C.
- Beoordeel de grauwwaarde in de schaal 0 t/m 6.
waarbij: 0 = niet grauw
2 = iets grauw
4 = grauw
6 = zwaar grauw

10. Berekeningen

n.v.t.

11. Precisie

n.v.t.

12. Opmerkingen

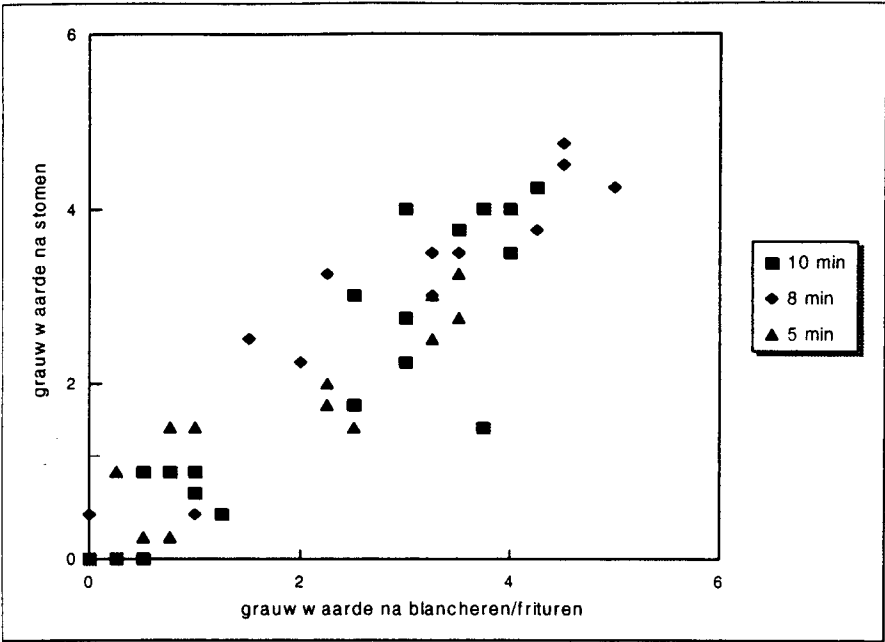
Niet vergeten ! bakoven en blancheur vullen, aanzetten en op temperatuur brengen voor je met de monsterbehandeling begint.

13. Bijbehorende documentatie

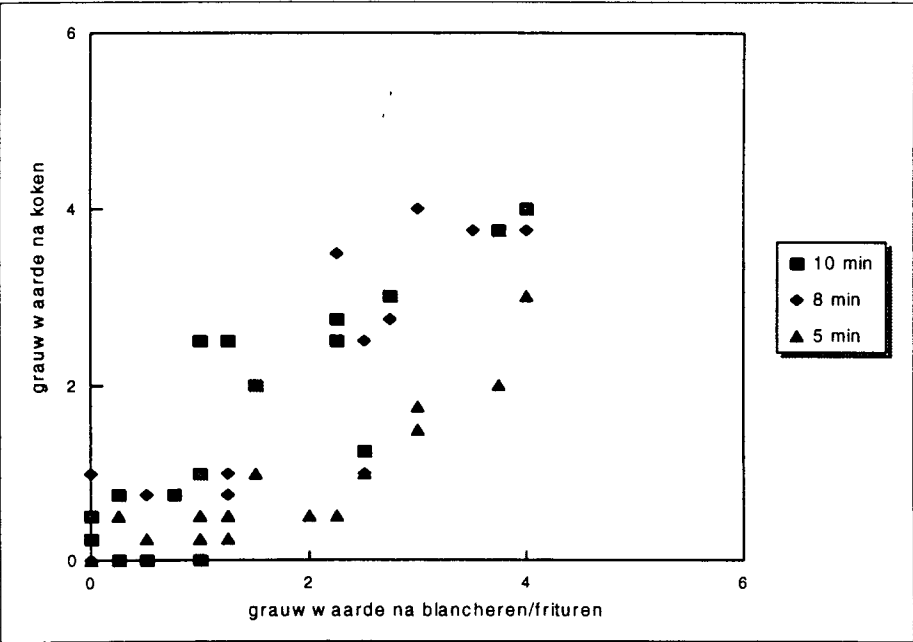
n.v.t.

Bijlage 2.

Relatie tussen stomen, koken en blancheren/frituren

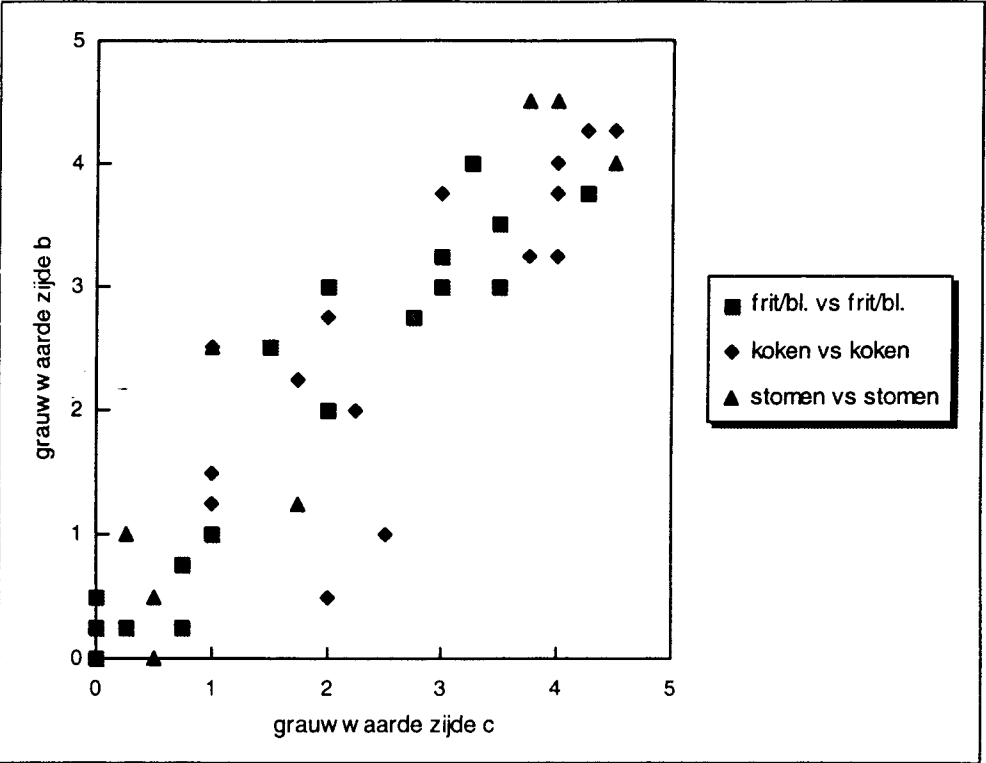


Figuur I. Relatie tussen schijven 5, 8 en 10 minuten gestoomd versus complementaire schijven 5 minuten geblancheerd bij 95°C gevolgd door 4 minuten frituren bij 140°C. Ras Aziza



Figuur II. Relatie tussen schijven 5, 8 en 10 min gekookt versus complementaire schijven 5 min geblancheerd bij 95°C gevolgd door 4 minuten frituren bij 140°C

vervolg bijlage 2



Figuur III. Relatie tussen complementaire schijven op eenzelfde wijze behandeld. frit/bl = 5 minuten blancheren bij 95°C gevolgd door 4 min frituren bij 140°C, koken = 10 minuten koken, stomen = 10 minuten stomen. Ras is Aziza.

Bijlage 3

ANOVA-test

ANOVA staat voor analysis of variance. De nederlandse term is variantie analyse. ANOVA is een toets die bestaat uit het vergelijken van de variantie tussen steekproeven met de variantie binnen de steekproeven.

De hieronder beschreven proef is opgezet om te onderzoeken wat de effecten zijn van

- Ras
- Blancheertijd
- Schijf
- Zijde schijf
- De kant van de schijf op tafel ligt

Daarnaast is de ANOVA-test gebruikt om de restvariantie te berekenen. In de eerste ANOVA is bepaald welke effecten significant zijn. Vervolgens is een nieuwe ANOVA-test uitgevoerd waarbij alleen de significante effecten zijn meegenomen. De resultaten van beide ANOVA's staan weergegeven op de volgende pagina.

Opzet experiment

In deze proef zijn aardappelschijven van de rassen Aziza en Balade respectievelijk 1, 3 en 5 minuten geblancheerd gevolgd door 4 minuten voorbakken bij 140°C. Uit een knol werden 2 schijven gesneden met een dikte van 10 mm. Onderzocht zijn alle 4 zijden. Normaal wordt de buitenzijde van een schijf op de tafel gelegd. Om het effect van de ligging te onderzoeken werd in de helft van de gevallen 1 van de 2 schijven met de binnenzijde op de tafel gelegd. Totaal zijn in dit experiment 480 grauwwaarden gemeten.

20 aardappelen × 3 blancheertijden × 2 schijven × 2 zijden × 2 partijen = 480 grauwwaarden

Op de volgende pagina zijn de resultaten van de ANOVA-test weergegeven.

Vervolg bijlage 3

***** Analysis of variance *****

Variate: gemgrauw

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.	
ras	1	90.9586	90.9586	91.99	<.001	*
tijd	2	23.9646	11.9823	12.12	<.001	*
schijf	1	0.9690	0.9690	0.98	0.323	
zijde	1	0.2190	0.2190	0.22	0.638	
kant	1	0.3961	0.3961	0.40	0.527	
ras.tijd	2	10.5250	5.2625	5.32	0.006	*
ras.schijf	1	0.1378	0.1378	0.14	0.709	
tijd.schijf	2	0.3271	0.1635	0.17	0.848	
ras.zijde	1	0.0586	0.0586	0.06	0.808	
tijd.zijde	2	0.0396	0.0198	0.02	0.980	
ras.kant	1	0.1898	0.1898	0.19	0.662	
tijd.kant	2	0.9250	0.4625	0.47	0.627	
Residual	222	219.5083	0.9888			
Total	239	348.2185				

* = significant

Variate: gemgrauw

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
ras	1	213.000	213.000	200.95	<.001
tijd	2	8.457	4.228	3.99	0.019
Residual	476	504.540	1.060		
Total	479	725.997			

Bijlage 4

Bepaling van de steekproefgrootte uit de variantie

Indien de grauwwaarde een normale verdeling heeft binnen een partij aardappelen, dan geldt voor de standaardafwijking van de schatting van het gemiddelde van een partij:

$$sd = \sqrt{\frac{\sigma^2}{n}}$$

- sd = standaard afwijking van de gemiddelde schatting van een partij
 n = steekproefgrootte
 σ^2 = populatievariantie (spreiding in waarden voor individuele schijven)

Een 95%-betrouwbaarheidsinterval voor het echte partij gemiddelde is gelijk aan:

geschatte gemiddelde $\pm 1,96 * sd$

Als maat voor de variantie kan de steekproefvariantie s^2 worden gebruikt. Deze kan rechtstreeks worden berekend uit een steekproef van een op gelijke wijze behandeld aantal monsters of uit de restvariantie berekend in de ANOVA ingeval meerdere partijen en/of behandelingswijzen worden toegepast.

Voor een 95%-betrouwbaarheidsinterval ter lengte van 1 kan nu de steekproefgrootte n worden bepaald met de vergelijking:

$$n \geq (2 \times 1.96)^2 \times \sigma^2$$

Andersom kan bij een steekproefgrootte (n) ook de betrouwbaarheid (b) van een interval ter lengte 1 worden berekend uit de variantie.

$$b = \left[2 \times \Phi \left(\frac{1}{2} \times \sqrt{\frac{n}{\sigma^2}} \right) - 1 \right] \times 100$$

Hierbij is $\Phi(x)$ de waarde van de standaardnormale verdeling in het punt x

Bijlage 5

Statistische simulatiemethode bekend als bootstrapping

Het gemiddelde van waarden getrokken uit een populatie is normaal verdeeld, ook als ze uit een populatie komen die zelf niet normaal verdeeld is.

De steekproefgrootte kan nu worden berekend met behulp van simulaties. Dit wordt als volgt uitgevoerd:

1. Er wordt een steekproef ter grootte n met teruglegging uit de populatie genomen.
2. Het gemiddelde van deze gesimuleerde steekproef wordt berekend.
3. Stap 1 en 2 worden duizend keer herhaald.
4. Op basis van de verdeling van de 1000 schattingen van het gemiddelde wordt de grootte van het 95%-betrouwbaarheidsinterval berekend. Het 95%-betrouwbaarheidsinterval wordt gedefinieerd door de 2,5 en 97,5 kwantielen van de cumulatieve verdelingsfunctie. Dit blijken nu precies de 25e en 975 waarde te zijn van de uitgerekenen gemiddelden, nadat ze op grootte zijn gesorteerd.
5. Bepaal nu n waarvoor de lengte van het 95% betrouwbaarheidsinterval gelijk is aan 1. ($= 2 \times 0,5$ eenheid op de grauwwaardeschaal).

Bijlage 6

Relatie tussen de grauwwaarden van individuele staafjes en een bord met frites.

Opzet van de proef

Een partij Bintjes en Saturna werden onder 4 verschillende condities verwerkt. De condities zijn dusdanig gekozen dat er een redelijke spreiding in de grauwwaarden mocht worden verwacht. Één helft van de knollen werd gebruikt om fritesstaafjes van te maken terwijl uit de andere helft een schijf werd gesneden. Beide monstervormen werden vervolgens op gelijke wijze behandeld. Na beoordeling van een schaal met frites op grauw zijn vervolgens aselekt 30 fritesstaafjes van de schaal gepakt en afzonderlijk beoordeeld op grauw. Het experiment is in duplo uitgevoerd zodat er totaal 16 verschillende relaties beschikbaar zijn. Verschillende statistisch methoden zijn onderzocht om de beste relatie tussen de verschillende monstervormen vast te stellen. Voor de relatie tussen afzonderlijke fritesstaafjes en borden met frites is het meest succesvol gebleken de methode waarbij X procent van de hoogste waarden werd vergeleken met de grauwwaarde van een bord met frites.

Resultaten van de statistische analyse om de relatie tussen afzonderlijke fritesstaafjes en een bord met frites vast te stellen.

aantal fritesstaven	percentage hoogste grauwwaarden	gemiddelde kwadratische fout
1	3,33	0,3750
2	6,67	0,2148
3	10	0,1619
4	13,33	0,1338
5	16,67	0,1350
6	20	0,1543
7	23,33	0,1853
8	26,67	0,2128
9	30	0,2405
10	33,33	0,2705
11	36,67	0,3121
12	40	0,3548

Bijlage 7

Opzet van het validatie-experiment

Voor het validatie-experiment werd gebruik gemaakt bij de ATO-DLO aanwezige pilotlijn voor de produktie van frites. Een schema van de pilotlijn voor de fritesproductie staat weergegeven op de volgende pagina.

Verwerkingsprocedures

Gevarieerd zijn de schilwijze en de blancheerconditie :

1. Stoomschillen (26 seconden) en blancheren 5 minuten 95°C
2. Messenschillen (3 min) en blancheren 5 minuten 95°C
3. Stoomschillen (26 seconden) en blancheren 4 minuten 80°C + 7 minuten 65°C
2. Messenschillen (3 min) en blancheren 4 minuten 80°C + 7 minuten 65°C

De overige condities werden tijdens het experiment constant gehouden:

Snijden: fritesstaven van 10×10 mm

Drogen: 5 minuten 90°C (circa 7% indroging)

Frituren: 1 minuten 180°C

Koelen: standaard, 10 min

Invriezen: standaard, 8 minuten -35°C

Standaard wordt als blancheerconditie voor de pilotlijn meestal 4 minuten 80°C + 7 minuten 65°C toegepast. Het vermoeden op basis van voorgaande metingen (zie paragraaf 4.2) was dat dit niet voldoende zou zijn om de enzymatische grauwwerking uit te schakelen. Vandaar dat naast deze blancheerconditie ook gekozen is voor een hogere blancheerintensiteit namelijk 5 minuten 95°C.

Zowel het luchtgekoelde produkt als het ingevroren product zijn beoordeeld op grauwwerking.

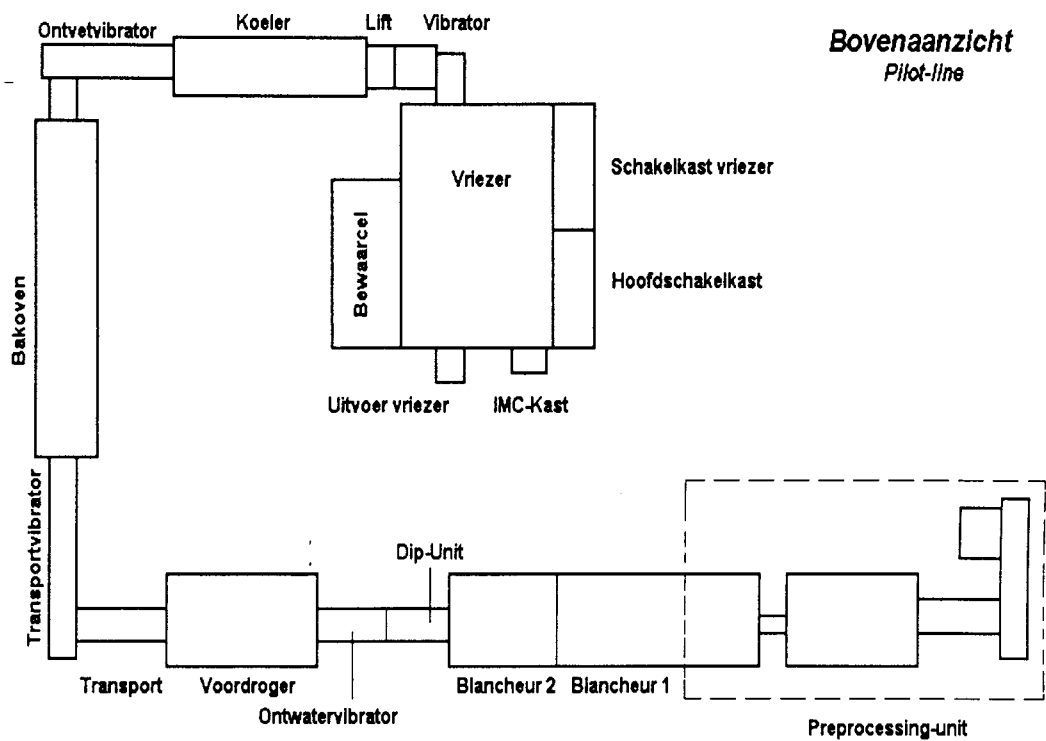
Totaal zijn 4 partijen onderzocht, namelijk een partij van het ras: Ballade, Aziza, Saturna en Asterix (oogstjaar '97).

Meetmethoden

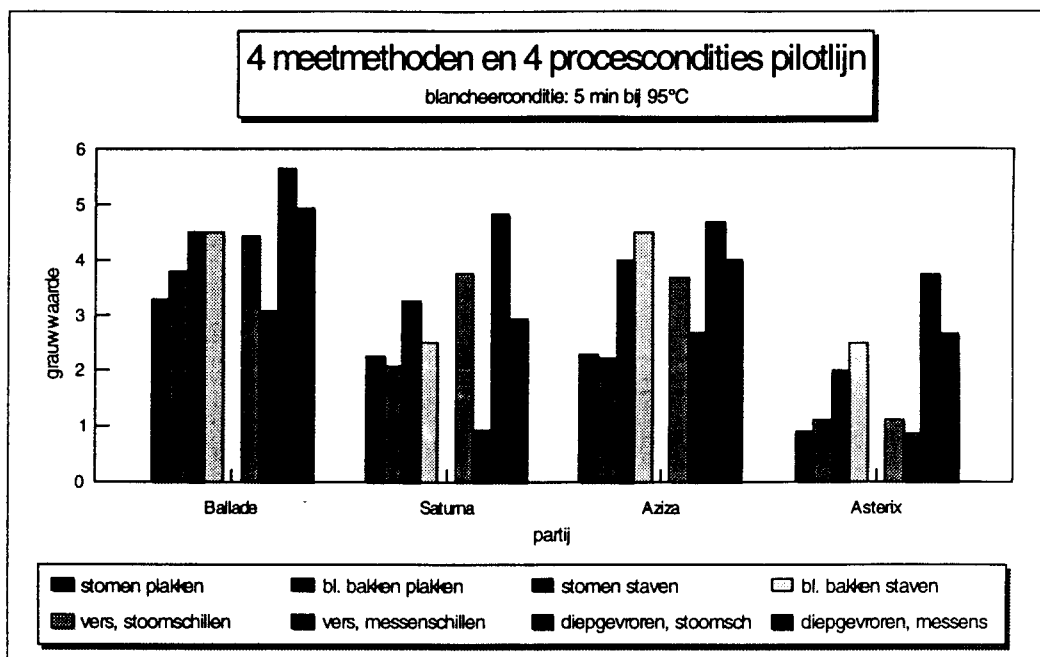
meetmethode nr.	monstervorm	temperatuurbehandeling
1	20 schijven	8 min stomen
2	20 schijven	5 minuten blancheren bij 95°C gevolgd door 4 min frituren bij 140°C
3	500 g fritesstaafjes	8 min stomen
4	500 g fritesstaafjes	5 minuten blancheren bij 95°C gevolgd door 4 min frituren bij 140°C

Vervolg bijlage 7

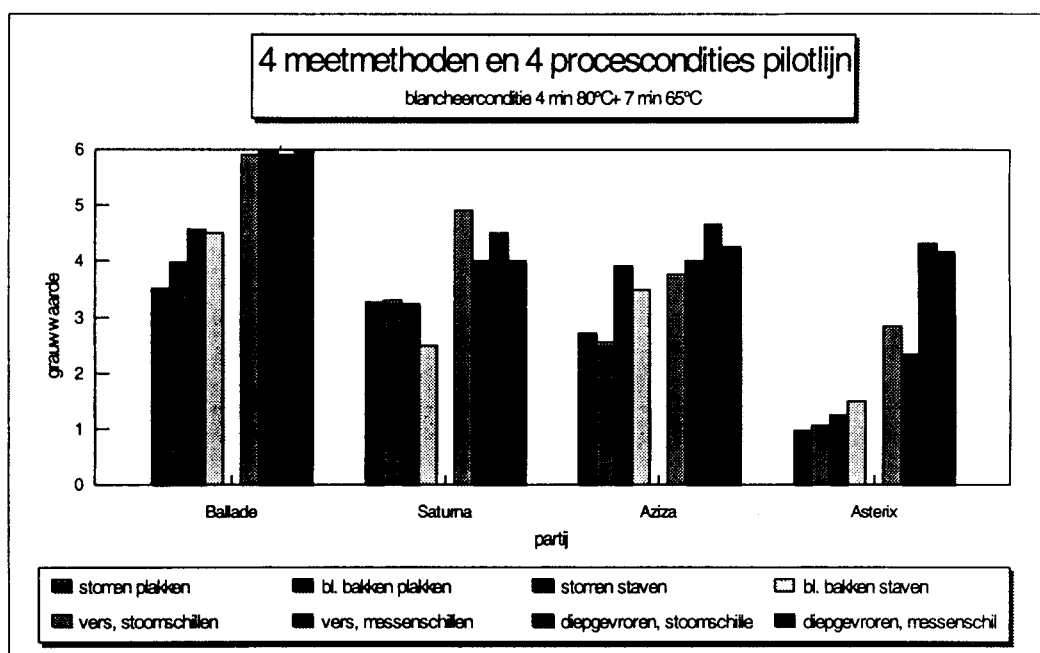
De schijven en borden met frites werden gekoeld in een koelcel bij een temperatuur van 4°C. In meetmethode 1 en 2 werd gebruik gemaakt van schijven uit dezelfde knollen (complementaire schijven). Voor meetmethode 3 en 4 werd eveneens gebruik gemaakt van dezelfde knollen. Bovengenoemde meetmethoden zijn in duplo uitgevoerd met een interval van één dag.



Bijlage 8. Figuren met de resultaten van het validatie-experiment



Figuur I. De grauwwaarde van 4 potentiële meetmethoden vergeleken met verse en diepgevroren frites geproduceerd met de pilotlijn. Blancheerconditie pilotlijn: 5 min 95°C. Procesvariatie: stoomschillen en messenschillen



Figuur II. De grauwwaarde van 4 potentiële meetmethoden vergeleken met verse en diepgevroren frites geproduceerd met de pilotlijn. Blancheerconditie: 4 min 80°C gevolgd door 7 min 65°C. Procesvariatie: stoomschillen en messenschillen

Bijlage 9



Sectie Aardappelverwerking

ATO-DLO

ANALYSEVOORSCHRIFT**Sensorische methode ter bepaling van de
grauwgevoeligheid van aardappelen****1. Onderwerp**

Deze meetmethode gebaseerd op een sensorische bepaling geeft een voorspelling van de niet-enzymatische grauwwerking van voorgebakken frites na verwerking.

2. Toepassingsgebied

Deze methode kan gebruikt worden als kwaliteitsparameter voor de karakterisering van het ingangsmateriaal met betrekking tot de niet-enzymatische grauwwerking.

3. Definitie

n.v.t.

4. Beginsel

Gefrituurde fritesstaafjes worden beoordeeld door één of meer produktexperts op grauwwerking in een schaal van 0 - 6.

5. Reagentia, grond- en hulpstoffen

- Frituurvet (gedeeltelijk gehard palm frituurvet van Romi).
- Aardappelen.

6. Toestellen en hulpmiddelen

- Messenschiller (Glastra).
- Snijder met mesblok voor staafjes van 10 x 10 mm (Slitmaster).
- Balans (1 gram nauwkeurig).
- Blancheernetje.
- Bakoven met aanhoudende temperatuur van 140°C (toegestane afwijking ± 5 °C).
- Thermometer (voor controle bakoven).
- Thermostaat (b.v. Pt 100) met een capaciteit van 380 V á 10 kW.
- Beoordelingstafel met daarboven standaardverlichting TL-buis nr. 95. Deze mag maximaal 1.5 meter boven de beoordelingstafel opgehangen zijn.
- Ventilator met een minimaal vermogen van circa 40 W opgehangen aan een statief plusminus 30 cm boven de beoordelingstafel. De luchtstroomsnelheid boven het bord dient ongeveer 2,5 m/s te bedragen.



ATO-DLO

Sectie Aardappelverwerking

ANALYSEVOORSCHRIFT

7. Monstername

- Neem uit een partij een representatief monster van 30 knollen.

8. Voorbehandeling monster

- Schil de aardappelen 3 minuten in de schilmachine.
- Snijd de aardappelen m.b.v. een snijmachine in staafjes van 10 x 10 mm.
- Meng de gesneden staafjes goed en verwijder hierbij de dunne en kleine stukjes.
- Weeg ± 500 gram staafjes af en doe ze in een blancheernetje.
- Spoel de staafjes gedurende 2 minuten onder koud stromend water om het vrije zetmeel te verwijderen.

9. Werkwijze

- Laat het monster uitlekken (10 x schudden).
- Bak het monster gedurende 4 min. in vet van 140 °C.
- Verwijder na het bakken het vet van de staafjes door schudden of uitlekken op filtreerppier.
- Koel de staafjes gedurende 20 min. bij kamertemperatuur onder de ventilator.
- Beoordeel de grauwwaarde in de schaal 0 t/m 6.
waarbij: 0 = niet grauw
2 = iets grauw
4 = grauw
6 = zwaar grauw

10. Berekeningen

De gemeten grauwwaarde geeft een directe indicatie van de grauwwerking van de voorgebakken frites na verwerking.

11. Precisie

De grauwwaarde wordt beoordeeld op een 0,5 schaaldeel nauwkeurig.

12. Opmerkingen

Niet vergeten ! bakoven aanzetten en op temperatuur brengen voor je met de monsterbehandeling begint.



ATO-DLO

Sectie Aardappelverwerking

ANALYSEVOORSCHIFT

- 13. Bijbehorende documentatie**
n.v.t.

Bijlage 10



Sectie Aardappelverwerking

ATO-DLO

ANALYSEVOORSCHRIFT (voorlopig)**CBA-methode ter bepaling van de
grauwgevoeligheid van aardappelen****1. Onderwerp**

Deze meetmethode geeft een voorspelling van de niet-enzymatische grauwwerking van vorgebakken frites na verwerking. Deze meetmethode is gericht op de bepaling van de grauwwaarde van aardappelschijven met behulp van computerbeeld-analyse (CBA)

2. Toepassingsgebied

Deze methode kan gebruikt worden als kwaliteitsparameter voor de karakterisering van het ingangsmateriaal met betrekking tot de niet-enzymatische grauwwerking.

3. Definitie

n.v.t.

4. Beginsel

Gefrituurde of gestoomde aardappelschijven worden door een CBA-systeem beoordeeld op grauwwerking in een schaal van 0 - 6. (Het type behandeling dient in een latere fase van het onderzoek definitief te worden vastgesteld).

5. Reagentia, grond- en hulpstoffen

- Frituurvet (gedeeltelijk gehard palm frituurvet van Romi).
- Aardappelen.

6. Toestellen en hulpmiddelen

- Messenschiller (Glastra).
 - Snijder om schijven met een dikte van 10 mm dikte uit een knol te snijden.
 - Balans (1 gram nauwkeurig).
 - Blancheernetje.
 - Bakoven met aanhoudende temperatuur van 140°C (toegestane afwijking $\pm 5^\circ\text{C}$).
- of
- Een voorziening om te stomen.
 - Thermometer (voor controle bakoven).



Sectie Aardappelverwerking

ATO-DLO

ANALYSEVOORSCHRIFT (voorlopig)

- Thermostaat (b.v. Pt 100) met een capaciteit van 380 V á 10 kW.
- Beoordelingstafel met daarboven standaardverlichting TL-buis nr. 95. Deze mag maximaal 1.5 meter boven de beoordelingstafel opgehangen zijn.
- Ventilator met een minimaal vermogen van circa 40 W opgehangen aan een statief plusminus 30 cm boven de beoordelingstafel. De luchtstroomsnelheid boven het bord dient ongeveer 2,5 m/s te bedragen.
- CBA-systeem.

7. Monstername

- Neem uit een partij een representatief monster van 30 knollen.

8. Voorbehandeling monster

- Snij uit het centrum van elke knol een schijf met een dikte van 10 mm.
- Spoel de schijven gedurende 2 minuten in een blanchenetje onder koud stromend water om het vrije zetmeel te verwijderen.

9. Werkwijze

- Laat het monster uitlekken (10 x schudden).
- Bak het monster gedurende 4 min. in vet van 140 °C
of
Stoom gedurende 8 minuten bij atmosferische druk.
- Verwijder door schudden of uitlekken op filtreerpapier het vet of respectievelijk het water van de schijfjes.
- Koel de schijven gedurende 20 min. bij kamertemperatuur onder de ventilator.
- Een te ontwikkelen CBA-systeem meet de grauwwaarde die aansluit bij de beoordelingschaal die wordt gehanteerd bij de sensorische meetmethode.

10. Berekeningen

De definitieve relatie met de sensorische bepaling dient nader te worden vastgesteld.

11. Precisie

Nader te bepalen.

12. Opmerkingen

Niet vergeten ! bakoven of stoomvoorziening aanzetten en op temperatuur brengen voor je met de monsterbehandeling begint.



Sectie Aardappelverwerking

ATO-DLO

ANALYSEVOORSCHRIFT (voorlopig)

- 13. Bijbehorende documentatie**
n.v.t.