

A/55

## VAVI Onderzoekprogramma

Samenvattend voortgangsverslag december 1995

VERTROUWELIJK

**ato-dlo**





**ATO-DLO**

## VAVI onderzoekprogramma

Samenvattend voortgangsverslag december 1995

**VERTROUWELIJK**

**Agrotechnologisch  
Onderzoek Instituut  
(ATO-DLO)**  
Bornsesteeg 59  
Postbus 17  
6700 AA Wageningen  
tel. 0317 - 475000  
fax. 0317 - 412260

P.C.M. van Eijck  
J. Oosterhaven  
E.S.A. Biekman  
H.H.J. van Remmen  
E.C. Wilkinson  
J.M.J.G. Luyten  
F.I.N.G. Kreft  
A.J.M. Timmermans  
M.B.J. Meinders

Dit verslag is eigendom van VAVI en ATO-DLO. Niets uit dit verslag mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van VAVI of ATO-DLO.

2251587

## **Inhoudsopgave**

Inleiding .....	3
Project 1: Karakterisering grondstof aardappel en voorspelling eigenschappen bij verwerking .....	4
Project 2: De ontwikkeling van objectieve meetmethoden voor de textuur van frites .....	8
Project 3: Ontwikkeling van een snelle in-line analyse voor vocht- en vetgehalte voor de aardappelverwerkende industrie .....	9
Project 4: Een snel en robuust CBA-systeem voor objectieve karakterisering van de uiterlijke kwaliteit van aardappelen, chips en frites .....	10

## **Inleiding**

Dit verslag is een beknopte weergave van de stand van zaken eind december 1995 in het onderzoekprogramma dat ATO-DLO in opdracht van de Vereniging voor de Aardappelverwerkende Industrie uitvoert.

## Project 1: Karakterisering grondstof aardappel en voorspelling eigenschappen bij verwerking;

### Doel

Doel van dit project is het vaststellen van de waarde van bestaande meetmethoden en het ontwikkelen van nieuwe, objectieve handzame meetmethoden voor het karakteriseren van aardappelen ten behoeve van de verwerking

### Inleiding

Tot nu toe werden in het kader van dit project 70 partijen aardappelen verwerkt tot diepvriesfrites. De partijen varieerden wat betreft ras, oogstjaar, bewaartijd en herkomst (Tabel 1). De partijen werden gekarakteriseerd op een groot aantal eigenschappen. Daarnaast werden ze verwerkt op de ATO-DLO pilotlijn volgens, in hoofdzaak, drie recepten, die m.n. verschillen in frituurtijd. Tijdens de laatste verwerking werd ook de temperatuur van de eerste blancheerstap gevarieerd (5 min 80°C en 5 min 90°C). Zo werden tot dusver in totaal 210 partijen frites geproduceerd, die eveneens aan uitgebreide analyse werden onderworpen, waaronder beoordeling door produkt-experts en analytisch sensorisch panel. Ook tijdens het proces zijn een aantal metingen uitgevoerd.

Alle meetresultaten zijn ondergebracht in een daartoe opgezette database.

Tabel 1: Variatie in de geselecteerd aardappelpartijen.

rassen	aantal per tijdstip en totaal per ras	oogstjaren	bewaartijd
Agria	4+4+2+3=13	1993: 20	kort: 30
Arcade	0+0+0+1= 1	1994: 20+10	lang: 40
Asterix	2+2+1+3= 8	1995: 20	
Aziza	1+1+0+2= 4		
Bintje	5+5+2+3=15		
Disco	1+1+1+0= 3		
Felsina	0+0+1+1= 2		
Irene	1+1+0+0= 2		
Nicola	1+1+1+1= 4		
Santana	0+0+0+2= 2		
Saturna	2+2+1+2= 7		
Turbo	3+3+1+2= 9		

### Selectie

Na het derde verwerkingstijdstip is een eerste reductie in meetmethoden gerealiseerd. Dit betreft o.a. een halvering van de sensorische beoordelingen en het vervallen van diverse (tijdrovende) metingen van de mechanische stevigheid van het rauwe aardappelweefsel. Om die eigenschappen te selecteren die minimaal nodig zijn om de friteskwaliteit te kunnen voorspellen en daarmee dus de eigenschappen die gemeten moeten worden bij aankoop resp. binnenkomst in de fabriek, worden voorspellingsmodellen gemaakt voor de verschillende kwaliteitsaspecten.

Voor de eerste drie verwerkingstijdstippen zijn alle combinaties van één en twee

aardappeleigenschappen, zoals droge-stof, -verdeling, gehalten aan ionen, zuren, mechanische eigenschappen, enzymactiviteiten etc. (volledige opsomming in “Methoden voor karakterisering van de grondstof aardappel”), plus de (totale) waterverdamping voor een aantal kleur- en textuuraspekten geëvalueerd. De best verklarende aardappeleigenschappen zijn in tabel 2 weergegeven. Om combinaties van méér dan twee variabelen te evalueren is expertkennis nodig: in dit onderzoek bestaan meer dan 170.000 mogelijke combinaties van 3 variabelen (!). Dit soort modellen zal verder aangeduid worden als kennismodellen. Een alternatief is het gebruik van neurale netwerken.

Beide benaderingen worden in de selectie van de minimaal noodzakelijke grondstofeigenschappen toegepast. Per produkteigenschap zal de stand van zaken worden aangegeven.

Tabel 2: Best verklarende aardappeleigenschappen

Te voorspellen produkteigenschap		verklarende grondstofeigenschappen
categorie	specificatie	dominant in rangordes
kleur	grauw-verkleuring voorgebakken produkt (GRW)	onderwatergewicht ongeschild; fractie knollen met soortelijk gewicht > 1.11; fractie weefsel met soortelijk gewicht > 1.115; NMR metingen: 105[11], 105[12]; <sup>1</sup> grauwverkleuring standaardtest; afkookcijfer; PPO-activiteit; PPO*totaal fenolen;
	kleur nagebakken produkt (KLA)	kleurindex; glucose; fructose; T100; chipskleur;
	heterogeniteit kleur nagebakken produkt (KLB)	variantie soortelijk gewicht in weefsel; kleurindex; glucose; T100; chipskleur;

Te voorspellen produkteigenschap		verklarende grondstofeigenschappen
categorie	specificatie	dominant in rangordes
textuur	nat-droog (TXA)	onderwatergewicht geschild; onderwatergewicht ongeschild; droge-stofgehalte rauw; droge-stofgehalte geblancheerd; drogestofgehalte gekookt; gemiddeld soortelijk gewicht knollen; gemiddeld soortelijk gewicht weefsel; NMR meting 105[12]; <sup>1</sup>
	taai (TXC)	droge-stofgehalte rauw; droge-stofgehalte gekookt;

<sup>1</sup> Zie voetnoot pagina 7

### Kleur van het nagebakken produkt

Voor de voorspelling van kleur zijn een aantal kennismodellen gemaakt. Per seizoen/jaar zijn deze duidelijk beter dan voor alle seizoenen tegelijk. Alhoewel van alle aardappeleigenschappen de kleurindex de kleur van het nagebakken produkt het best voorspeld, treedt bij verschillende partijen met dezelfde kleurindex toch een duidelijk uiteenlopende kleur van het nagebakken produkt op.

Bij de voorspelling van kleur blijkt het seizoen en ook het ras als extra verklarende variabele een duidelijke toegevoegde waarde te hebben. Dit is ook voor een aantal andere kwaliteitsaspecten het geval. Gebruik hiervan doet echter afbreuk aan de algemene bruikbaarheid. Primaire doelstelling is nu het achterhalen van de achtergrond van deze seizoens- resp. rasverschillen. Voor kleur worden naast kennismodellen hiervoor ook neurale netwerken gebruikt. Niet uitgesloten word echter dat in een later stadium voor gebruik in de praktijk wel zekere beperkingen (bijv. ras) worden aangebracht.

### Grauwverkleuring van het vorgebakken produkt en effectiviteit pyrofosfaat

Er zijn een aantal kennismodellen gemaakt om de grauwverkleuring en de effectiviteit van pyrofosfaat te voorspellen, aangezien het er op lijkt dat hierbij een groot aantal grondstofeigenschappen in het spel zijn. De volgende conclusies werden hieruit getrokken:

- Resterende polyfenoloxydase (PPO) -activiteit resp. een hoge initiële PPO-activiteit dragen duidelijk bij aan de grauwverkleuring.
  - Veel belang moet worden gehecht aan een volledige inactivatie door intensief blancheren;
  - Hoge PPO-activiteit gaat samen met een *verminderde effectiviteit van pyrofosfaat*;
  - Onderzocht zou moeten worden of PPO niet al vóór het blancheren (bijvoorbeeld tijdens het snijden) significant bijdraagt aan de grauwverkleuring
- Betere beheersing en kennis van de rol van PPO zal leiden tot betere beheersing van de dosering van pyrofosfaat.

### **Textuur**

Voor de textuur is waterverdamping een zeer belangrijke factor. Voor de textuur is bestudeerd welke waterverdamping (steeds in combinatie met al de gemeten aardappeleigenschappen) het belangrijkste is: waterverdamping tijdens het productieproces in de fabriek, waterverdamping alleen tijdens het frituren, of de waterverdamping in de fabriek + de waterverdamping bij het nabakken.

Voor textuur van de binnenkant en de hardheid van de buitenkant blijkt de waterverdamping in fabriek plus de waterverdamping bij nabakken het belangrijkste. Voor de taaiheid is echter de waterverdamping tijdens het proces het belangrijkste. Gezien het belang van de waterverdamping bij nabakken zullen de monsters van het vierde tijdstip niet alleen drie minuten maar ook vier minuten worden nagebakken voor beoordeling door de produktexperts.

Er is een kennismodel gemaakt voor de korstdikte, rekening houdend met droge-stof (102[1])<sup>1</sup> voorbaktijd en krimp als potentieel beter alternatief voor totale waterverdamping. De verbetering bleek echter marginaal. Bekeken wordt of opnemen van de porositeit ("luchtholtes") die tijdens het proces ontstaat de voorspelling kan verbeteren.

Gezien het belang van waterverdamping bij de voorspelling van kwaliteitsaspecten, moet deze bekend zijn vóór processing om in een voorspelling te kunnen gebruiken. Daarom werd (statistisch) onderzocht hoe waterverdamping voorspeld kan worden uit grondstofparameters en de gevarieerde frituurtijd. Met name voor de (belangrijkste) totale waterverdamping was de voorspelling extreem goed: de standarderror bedraagt 0.09340 op waarden in een range van 1.797-4.367 kg water/kg drogestof.

In het algemeen is de verklaring die gegeven wordt door droge-stofgehalte van de rauwe aardappel beter dan bijvoorbeeld onderwatergewicht. Dit heeft mogelijk te maken met de nauwkeurigheid van de meting. De nauwkeurigheid van de verschillende meetmethoden zal worden geïnventariseerd en bestudeerd zal worden hoe deze voor de praktijk verbeterd kan worden.

### **Perspectief**

De voorspellingsmodellen die gebruikt worden om de relevante aardappeleigenschappen te selecteren kunnen in de praktijk gebruikt worden om de produktkwaliteit te voorspellen, bijvoorbeeld als ondersteuning van beslissingen van een operator. Het project levert dus naast nieuwe meetmethoden ook voor de praktijk bruikbare voorspellingsmodellen op. Voor een maximale bruikbaarheid van deze modellen moet overwogen moeten worden de variatie in procescondities te vergroten.

---

<sup>1</sup> Nummer verwijst naar methode zoals beschreven in "Methoden voor de karakterisering van de grondstof aardappel"



---

## Project 2: De ontwikkeling van een objectieve meetmethode voor de textuur van frites

### Inleiding

Dit rapport is het tweede verslag van het project aangaande de ontwikkeling van een objectieve meetmethode voor de textuur van frites (project 2) van het VAVI onderzoekprogramma bij ATO-DLO. Het doel van dit deelproject is het ontwikkelen van een instrumentele, objectieve meetmethode die informatie geeft over de textuur van frites, zoals die door produkt experts beoordeeld wordt.

Onder de textuur van frites verstaan we die eigenschappen van frites die invloed uitoefenen op het gedrag bij het vervormen en breken of kapot maken zoals dat gebeurt bij bijvoorbeeld het snijden en eten.

Om een goede objectieve methode te kunnen ontwikkelen die aansluit bij de huidige praktijkbeoordeling, is dit project in twee delen gesplitst:

1. Het vergelijken van de verschillende beoordelingen aan dezelfde partijen door produkt experts (bedrijven, ATO-DLO) ten aanzien van waarop er beoordeeld wordt, wat dit inhoudt en of er consensus is.
2. Het ontwikkelen van een snelle, gemakkelijke, goedkope en betrouwbare objectieve testmethode.

### Vergelijk beoordelingen textuur

Ten aanzien van de wijze van beoordelen van de textuur kan geconcludeerd worden dat hierin grote overeenstemming is: de textuur van frites wordt beoordeeld door afgebakken frites te breken (eten, buigen ed). De consensus in de beoordeling is echter zeer slecht. Dit wordt voor een groot deel veroorzaakt doordat de betekenis van de verschillende termen die voor de beschrijving van de textuur gebruikt worden onduidelijk is: eigen definities van deze termen verschillen van persoon tot persoon. Daarom zijn we, in samenwerking met de produktexperts van de frites producerende bedrijven, een lijst aan het samenstellen van belangrijke textuurtermen en hun definities. Hoofd- of sleuteltermen worden hierbij onderscheiden van afgeleide termen, verbanden tussen de verschillende textuurkenmerken zullen aangegeven worden.

### Objectieve meetmethode

Buigen en puntindrukking lijken beide goede methoden om verschillende textuureigenschappen van frites objectief vast te stellen. Qua uitvoerbaarheid is een buigmeting minder aantrekkelijk vanwege problemen met kromme en/of korte staafjes. Puntindrukking is ook zeer geschikt om de invloed van afbakomstandigheden en de holding-time van frites te bepalen. Deze methode zal verder uitgewerkt worden.

Vooraf eigenschappen van de korst van de fritesstaafjes kunnen goed bepaald worden. Opvallend hierbij is dat de sensorisch bij het breken/eten bepaalde textuurkenmerken goed correleren met objectief bepaalde parameters waarbij de frites niet gebroken wordt. Er zal onderzocht worden of dit een algemene eigenschap van frites is, of veroorzaakt wordt doordat het vochtverlies tijdens het verwerkingsproces maar op een enkele wijze gevarieerd werd. Indien dit een algemene eigenschap is, zal de bepaling van de doorbuiging van fritesstaafjes weer nieuwe aandacht krijgen. Dan zal geprobeerd worden de nadelen van deze methode (relatief grote invloed van kleine variaties in lengte, dikte en vorm) door middel van aanpassingen in de uitvoering te ondervangen.

---

## **Project 3: De ontwikkeling van een snelle (in-line) analyse voor vocht- en vetgehalte voor de aardappelverwerkende industrie**

### **Inleiding**

Dit verslag geeft de stand van zaken in project 3 t/m november 1995. Aangezien het project in februari zal eindigen, is dit het laatste voortgangsverslag van dit project. In februari zal het eindverslag geschreven worden.

### **Near Infrared Transmittance (NIT)**

Het laatste deel van de ontwikkeling van de snelle methode om vocht- en vetgehalte te bepalen is de test en validatie van de methode. De voorgebakken fritesmonsters uit het derde verwerkingstijdstip zijn gebruikt als testset om de validatie uit te voeren. Deze monsters zijn op kamertemperatuur en op  $\pm 0^\circ\text{C}$  gemeten om de nauwkeurigheid van de voorspellingen op deze temperaturen te kwantificeren (de ijklijn is bruikbaar in de temperatuur range  $0^\circ\text{C}$  tot  $30^\circ\text{C}$ ). Verder zal de reproduceerbaarheid van de methode onderzocht worden. De eerste resultaten laten zien dat de nauwkeurigheid bij  $0^\circ\text{C}$  wel minder is dan bij kamertemperatuur.

Om een ijklijn voor bevroren toestand te maken zijn de voorgebakken fritesmonsters van het eerste en het tweede verwerkingstijdstip ook in bevroren toestand gemeten.

Op basis van deze metingen is een tweede ijklijn gemaakt om bevroren voorgebakken frites te meten ( $-28^\circ\text{C}$  tot  $0^\circ\text{C}$ ) en gevalideerd met monsters van het derde verwerkingstijdstip. De nauwkeurigheid is voor bevroren monsters zelfs groter dan voor monsters op kamertemperatuur. Ook instrumentconstanten en temperatuurstabilisatie zijn in deze ijklijn opgenomen.

### **Nuclear Magnetic Resonance (NMR)**

Een aantal metingen is uitgevoerd op een Maran 5 MHz instrument, dat tijdelijk door de fabrikant beschikbaar werd gesteld om te evalueren wat de verbeterde technologie van dit apparaat t.o.v. de Minispec voor invloed heeft op de vocht- en vetbepaling. Daarnaast is een andere benadering voor de NMR methode geprobeerd (FID pulssequentie naast CPMG pulssequentieprogramma).

Er is een monsterset gekozen, die bestond uit voorgebakken fritesmonsters uit het tweede verwerkingstijdstip (20 monsters). De monsters zijn geselecteerd zodat een brede range vocht- en vetgehaltes gedekt werd.

De eerste resultaten geven betere resultaten te zien voor vocht dan op de Minispec. NMR blijft ongeschikt voor het meten van vet. Hele frites geven aanzienlijk slechtere resultaten dan gemalen frites. Daarmee vervalt één van de voordelen van de NMR, namelijk de eenvoudiger voorbehandeling. NMR werkt niet voor bevroren frites. De beste resultaten worden verkregen door de frites op te warmen tot de magneettemperatuur ( $40^\circ\text{C}$ ) of daarboven.

### **On-line meting met NIT**

Om de mogelijkheden van een on-line metingen met de NIT te evalueren, is er een apparaat getest dat on-line gebruikt zou kunnen worden om de frites te malen na de bakoven en na de vriezer. Het resultaat was onvoldoende. Op basis van de ervaringen konden de eisen vastgesteld worden waar een maalapparaat aan moet voldoen.

## **Project 4    Ontwikkeling van een snel en robuust CBA-systeem voor objectieve karakterisering van de uiterlijke kwaliteit van aardappelen, chips en frites**

### **Project 4a    Friteskleurindex**

#### **Inleiding**

De doelstelling van het project is de ontwikkeling van een snel en robuust automatisch optisch systeem voor een objectieve bepaling van de kleurindex van frites. Het belangrijkste onderdeel betreft de ontwikkeling van een standaard voor de friteskleurindex.

#### **Meetmethode en berekeningswijze friteskleurindex frites**

Het project bevindt zich nu in de verfijningsfase. Beeldopnamen van fritesstaafjes worden onder gecalibreerde omstandigheden gemaakt. Een robuust regressiemodel is ontwikkeld dat de relatie aangeeft tussen de kleurinformatie van de fritesstaafjes verkregen uit de beelden en de kleurindex. Aan de hand van verschillende meetsessies, die worden uitgevoerd met ervaren produktexperts, wordt de hoeveelheid gegevens en daarmee de betrouwbaarheid verbeterd. Door dit onderzoek, wat nu lopende is, wordt een beter inzicht verkregen in de eventuele invloeden van verschillende aardappelrassen, seizoenstijden, verschillende productexperts etc., op het uiteindelijke resultaat.

Met de tot nu toe verzamelde gegevens is een robuust regressiemodel ontwikkeld die voor individuele fritesstaafjes een percentage verklaarde variantie geeft van 88.5% en een standaardfout van de schatting van 0.4 terwijl voor een batch de resultaten uitkomen op 97% en 0.17 respectievelijk.

Op basis van het verrichte onderzoek en de ontwikkelde software wordt in de derde week van 1996 een praktijkproef uitgevoerd. Aanbieders van optische meetapparatuur in de aardappelverwerkende industrie worden betrokken bij de uitvoering van de praktijkproef.

### **Project 4B    Uitwendige    en    inwendige    kwaliteit    van    het    ingangsmateriaal**

#### **Inleiding**

De doelstelling van het project is een robuust en snel geautomatiseerd systeem voor een objectieve bepaling van de kwaliteitskenmerken, zoals grootte, vorm en uit- en inwendige gebreken, van het ingangsmateriaal. Uitgangspunt van het onderzoek is de in de praktijk veel gebruikte CKA-II keuring van aardappelen voor de verwerkende industrie.

Het onderzoek in deze verslagperiode heeft zich vooral gericht op de ontwikkeling van verschillende experimentele technieken en opstellingen om routinematige metingen te realiseren en gegevens te verzamelen met als doel de herkenbaarheid van de aardappelafwijken te vergroten. Verder streven we ernaar zoveel mogelijk gebreken te herkennen aan het ongeschilde product.

## **Opnametechnieken en meetresultaten**

### **Doorlichtingsmethode (transmissiemetingen)**

Er is een meetopstelling gebouwd bestaande uit intense tungsten-halogen lichtbronnen, die de aardappel doorschijnen, en een kleurencamera. Deze techniek stelt ons in staat om gebreken vlak onder de schil (zoals blauw) zichtbaar te maken en gebreken op de knol contrastrijk weer te geven. Inwendige gebreken die zich dieper (enkele millimeters) onder de schil bevinden blijken niet zo goed zichtbaar te zijn. De detectie van dergelijk kleine intensiteitsverschillen wordt bemoeilijkt door het feit dat als gevolg van de grote verschillen in schildiktes, groottes en vormen van de aardappelen er sterke variaties optreden in de intensiteiten van het uitredende licht.

### **Scanmethode (transmissiemetingen)**

Om de intensiteitvariaties bij het doorlichten te minimaliseren is een zogenaamde scanopstelling ontwikkeld waarbij opnamen van de aardappel gemaakt kunnen worden aan dezelfde kant waar op ook het licht intreedt. Met deze methode zijn gebreken op de schil contrastrijk zichtbaar en gebreken tot op enkele millimeters onder de schil worden zichtbaar. De dikte van de knol heeft geen invloed op de helderheid van het beeld.

### **Kleurencamera (reflectiemetingen)**

Met behulp van spiegels zijn opnamen gemaakt van geschilde en ongeschilde aardappelen van verschillende kanten. Aan de hand van deze beelden kunnen kwaliteitskenmerken als vorm en grootte bepaald worden als ook uitwendige gebreken tarra, rot, kieming, groeischeuren, schurft, beschadiging, groen, zoals genoemd in de CKAI.

### **Fotospectrometrie (reflectie- en transmissiemetingen)**

Met een fotospectrometer zijn een grote hoeveelheid reflectie- en transmissiespectra opgenomen, zowel in het zichtbare gebied van het electromagnetische spectrum als in het nabije infrarood gebied (tot 1000 nm), welke geanalyseerd dienen te worden. Hiervoor worden in eerste instantie statistische methoden worden gebruikt zoals de PCA en SIMCA analyses. De allereerste en voorlopige resultaten geven weer dat deze methodiek (nog) geen extra toegevoerde waarde heeft voor de bepaling van de kwaliteitskenmerken ten opzichte van de kleurencamera.