



ATO-DLO

## VAVI onderzoekprogramma

Voortgangverslag september 1994

Samenvatting

--versie voor intern gebruik--

**VERTROUWELIJK**

**Agrotechnologisch  
Onderzoek Instituut  
(ATO-DLO)**  
Bornsesteeg 59  
Postbus 17  
6700 AA Wageningen  
tel. 08370 - 75000  
fax. 08370 - 12260

P.C.M. van Eijck  
E.C. Wilkinson  
J.M.J.G. Luyten  
F.I.N.G. Kreft  
C. Boeriu  
T. Timmermans

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

1120522

---

## 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 .....	7
Project 3: Ontwikkeling van een snelle (in-line) analyse voor vocht- en vetgehalte voor de aardappelverwerkende industrie .....	8
Project 4: Een snel en robuust CBA-systeem voor de objectieve karakterisering van de uiterlijke kwaliteit van aardappelen, chips en frites .....	10
Project 5: Vervanging van sulfiet bij de verwerking van aardappelen .....	12

## **Inleiding**

Dit verslag is de beknopte weergave van de stand van zaken begin september 1994 in het onderzoekprogramma dat ATO-DLO in opdracht van de Vereniging voor de Aardappelverwerkende industrie uitvoert.

Aanvullend op dit verslag bestaan twee documenten die op verzoek toegezonden zullen worden. Het betreft:

- 1) Voortgangsverslag september; uitgebreide versie
- 2) Methoden voor de karakterisering van de grondstof aardappel;  
Eerste verwerkingstijdstip

In oktober zal een bijeenkomst georganiseerd worden om de stand van zaken in dit onderzoek mondeling toe te lichten aan vertegenwoordigers van de aardappelverwerkende industrie.

## **Project 1: Karakterisering grondstof (aardappel) en voorspelling eigenschappen bij verwerking**

datum: 1 september 1994

### **Inleiding**

Om die aardappeleigenschappen te identificeren die een voorspellend karakter hebben voor de verwerkingseigenschappen of een alternatief kunnen vormen voor bestaande methoden werden de methoden zoals vermeld in het projectvoorstel uitgewerkt en waar nodig uitgetest aan de hand van een aantal analyses. Resulterende voorschriften werden vervolgens vastgelegd in het rapport "Methoden voor de karakterisering van de grondstof aardappel; Eerste verwerkingstijdstip" Dit betreft gedeeltelijk bestaande methodieken en daarnaast een aantal speciaal binnen dit project ontwikkelde methoden.

### **Analyse belang onderwatergewicht**

Uit het teeltonderzoek van het "AM-rassenonderzoek" zijn onderwatergewicht en textuur (produktexpertoordeel) van verschillende partijen van diverse rassen over de periode '89 - '91 beschikbaar. Op basis van deze gegevens is een schatting gemaakt van het deel van de variatie in textuur die verklaard kan worden door het onderwatergewicht.

Geconcludeerd kan worden dat er -zoals bekend- een relatie is tussen onderwatergewicht en textuur: een hoger onderwatergewicht levert hardere en drogere frites op. Deze relatie verklaart ongeveer 50% van de optredende spreiding. **Het verband blijkt echter per jaar en per ras anders.** Het onderwatergewicht verklaart dus lang niet alle verschillen in textuur.

### **Eerste verwerking.**

In april en mei 1994 werden op de ATO-DLO pilotfaciliteiten twintig uit de praktijk afkomstige partijen verdeeld over de rassen Agria, Asterix, Aziza, Bintje, Disco, Irene, Nicola, Saturna en Turbo, verwerkt tot diepvriesfrites. Er werden 3 verschillende frituurtijden gebruikt, zodat in totaal 60 partijen produkt geproduceerd werden. De 20 partijen aardappelen en de 60 partijen produkt werden beoordeeld op resp. meer dan 60 grondstofeigenschappen en meer dan 20 produkteigenschappen.

### **Resultaten eerste verwerking**

Van de gemeten grondstofeigenschappen werd onderzocht in hoeverre deze aan elkaar gerelateerd waren. Voor een aantal produkteigenschappen werd onderzocht welke individuele grondstofparameter en welke combinatie van twee grondstofparameters het best in staat was deze produkteigenschap te voorspellen (Tabel 1). Alle correlaties die gevonden worden moeten met veel voorzichtigheid geïnterpreteerd worden. Het betreft immers resultaten van slechts 20 partijen, bovendien allemaal laat in het seizoen verwerkt. Naarmate de dataset de komende jaren groter en gevarieerder wordt zullen correlaties harder worden.

Overzicht van de best verklarende grondstofvariabelen voor de verschillende produkteigenschappen. (Eerste verwerkingstijdstip: april 1994; 20 partijen)

Te voorspellen produkteigenschap		Verklarende grondstofeigenschap <sup>1)</sup>			combinatie van twee grondstofeigenschappen <sup>2)</sup>		
categorie	specificatie	bepaald door:	eigenschap	verklarende waarde (R <sup>2</sup> )	eigenschap 1	eigenschap 2	verklarende waarde (R <sup>2</sup> )
Kleur	grauw-verkleuring voorgebakken produkt	produkt-experts	dip pyrofosfaat; grauwwaarde bij concentratie 0	62,3	dip pyrofosfaat; grauwwaarde bij concentratie 0	onderwatergewicht	70,9
			(polyfenoloxidaseactiviteit)	(50,2)	glucose	glucose	kleurindex
Textuur kern	nagebakken produkt	produkt-experts	glucose (kleurindex)	77,6 (69,55)	droge-stofgehalte	sucrose	77,8
			droge-stofgehalte	75,4	Instron shear helling	droge-stofgehalte	produktie chips - textuur
Textuur korst	melig	analytisch panel <sup>3)</sup>	onderwatergewicht	65,4	droge-stofgehalte	NMR-meting gekookte aardappel parameter a	81,5
			droge-stofgehalte	79,0	droge-stofgehalte	maximale indrukking bij wig	36,6
			Instron uniaxiale compressie breukspanning	9,9	NMR-meting gekook materiaal parameter r	variantie verdeling soortelijk gewicht tussen aardappels	79,5
	taai	produkt-experts	kleurindex	70,9			
	krokaant	analytisch panel <sup>3)</sup>					

Te voorspellen producteigenschap		Verklarende grondstofeigenschap <sup>(1)</sup>					
categorie	specificatie	bepaald door:	één grondstofeigenschap <sup>(2)</sup>		combinatie van twee grondstofeigenschappen <sup>(2)</sup>		
			eigenschap	verklarende waarde (R <sup>2</sup> )	eigenschap 1	eigenschap 2	verklarende waarde (R <sup>2</sup> )
Vet-gehalte	voorgebakken produkt	Fosslet	drogestofgehalte	40.4	droge-stofgehalte	hardheidsmeting	61.2
	nagebakken produkt	Fosslet	fumaarzuur	46.1	droge-stofgehalte	breukvervorming bij uniaxiale compressie	82.7

NOTE:N:

- (1) Volgende grondstofbepalingen zijn (nog) niet opgenomen in deze statistische analyse: Infraroodtechnieken (worden apart geanalyseerd), anionen en kationen, celgrootte, eiwit, pH (niet tijdig beschikbaar);  
Van de produktbepalingen zijn de instrumentele textuurmetingen nog niet opgenomen. Overeenkomstig de planning zullen deze in de volgende verslaggeving aan de orde komen.
- (2) Voor de analyse van de textuurparameters, de grauwwerking en het vetgehalte is de waterverdamping tijdens de verwerking als tweede resp. derde parameter gebruikt.
- (3) De voor deze analyse gebruikte analytisch sensorische beoordeling is gebaseerd op één herhaling.

---

## **Project 2: De ontwikkeling van objectieve meetmethoden voor de textuur van frites**

datum: 1 juni 1994

### **Doel**

Het doel van dit project is het ontwikkelen van een instrumentele meting om de textuur van frites te beschrijven. De te ontwikkelen methode moet goed aansluiten bij de beoordeling in de praktijk. Afgelopen maanden zijn hiervoor de volgende methoden op hun mogelijkheden onderzocht:

- compressiemetingen
- shear-press-metingen
- snijmetingen
- puntcompressiemetingen

### **Compressiemetingen en shear-press-metingen**

Met behulp van de twee eerst genoemde methoden worden textuurwaarden toegekend aan hele frites. Het nadeel hiervan is dat de afzonderlijke kwaliteit van de korst en het middenmateriaal niet beoordeeld worden. Hierdoor zal het moeilijk zijn om de oorzaken van de textuur en de eventuele textuurgebreken te vernoemen. In een eerste poging hebben we geprobeerd dit nadeel met behulp van snijmetingen en puntcompressiemetingen te ondervangen.

### **Snijmetingen**

Met snijmetingen kan de breukenergie van een materiaal bepaald worden. Deze geeft het gemak aan waarmee een materiaal kapot gemaakt kan worden. Eerste experimenten laten zien dat deze methoden aardig reproduceerbare waarden voor het middenmateriaal. De reproduceerbaarheid van deze methode om gegevens over de korst te verkrijgen, wordt momenteel onderzocht. De kracht en energie die nodig is om frites te bijten wordt voor meer dan 80%, en waarschijnlijk zelfs meer dan 90%, gebruikt om de korst te breken. We verwachten dat dit minder is voor zeer knapperige korsten. Of dit zo is, en of er überhaupt verschillen tussen partijen frites op deze wijze te bepalen zijn, moet komende maanden uit verder onderzoek nog blijken.

### **Puntcompressiemetingen**

Met puntcompressiemetingen kan een goede indruk verkregen worden over de plaatselijke knapperigheid van een frites-korst. De spreiding in de gevonden waarden voor één frites-staafje is echter zo groot, dat we niet verwachten dat deze methode geschikt zal zijn om de textuur van verschillende partijen frites te kunnen onderscheiden.

---

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

datum: 15 september 1994

### **Doel**

Het doel van dit project is het ontwikkelen van een methode die gebruikt kan worden om snel en precies het vocht en vetgehalte van frites te meten, zo mogelijk in-line. Drie daarvoor kansrijk geachte principes worden momenteel onderzocht:

- Nuclear Magnetic Resonance (NMR)
- Near Infra-red Transmittance (NIT)
- een methode gebaseerd op electromagnetische energie (EME)

### **Werkwijze**

Een groot aantal monsters (261) werd bereid door partijen Agria en Bintje volgens diverse procescondities te verwerken. Van deze monsters werd vocht en vetgehalte bepaald op de conventionele manier en met behulp van NMR en NIT. Vervolgens werd bestudeerd of op basis van de NMR data resp. de NIT data het vocht en vetgehalte voorspeld kan worden.

### **NMR**

NMR-metingen werden uitgevoerd in twee stappen: allereerst werd het monster gemeten bij kamertemperatuur. Vervolgens werd het monster verhit (87°C) en weer afgekoeld tot 45°C om het vet te smelten en werd nogmaals gemeten. Bij kamertemperatuur is het vet gestold en draagt dan niet bij aan het gemeten signaal. Na verhitting is het gesmolten en draagt wel bij aan het gemeten signaal. Uit de grafiek blijkt dat de geschatte initiële signalen (Sa + Sb) gebruikt kunnen worden voor het voorspellen van de hoeveelheid aanwezig vet plus water. Geanalyseerd wordt momenteel hoe en in hoeverre onderscheid gemaakt kan worden tussen vet en water. Tevens is een versnelde opwarmmethode met behulp van microwave ontwikkeld. Deze is vervolgens getest op de 60 monsters met bekend vet- en vochtgehalte van project 1.

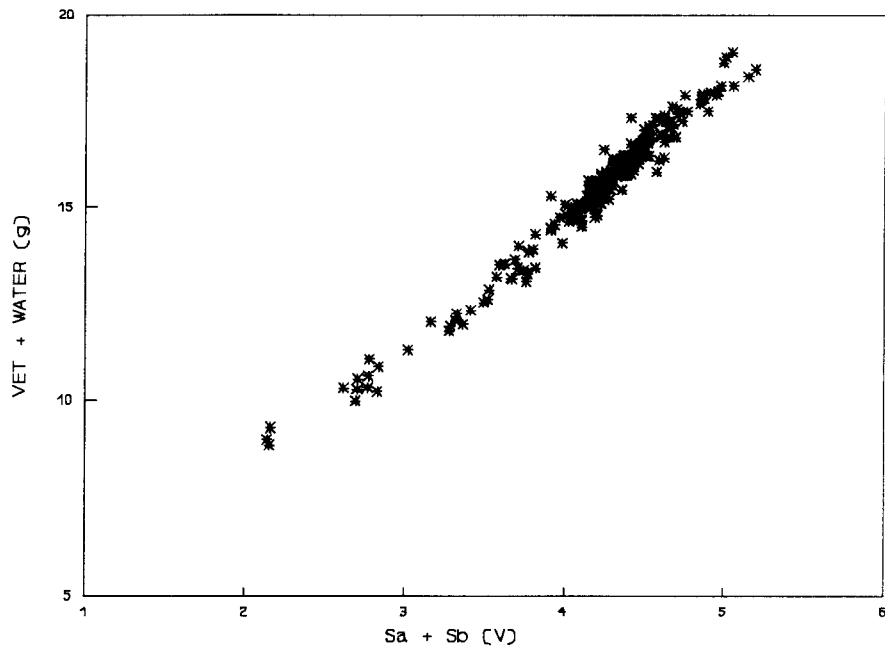
### **NIT**

Voor de NIT werden dezelfde gemalen monsters gemeten als voor de NMR. De resultaten worden momenteel geanalyseerd.

### **EME**

De eerste resultaten van de EME-methode gaven geen goed resultaat: gemeten signaal versus gemeten vochtgehalte voor gemalen monster gaf een lineaire correlatie





Afbeelding 1 - De som van de parameters Sa en Sb kan gebruikt worden om de som van het vet- en vochtgehalte te meten.

met een  $R^2$  van slechts 32%. Dit wordt o.a. toegeschreven aan de uitvoeringsvorm van het (experimentele) meetapparaat. Alleen wanneer de uitvoeringsvorm duidelijk verbeterd kan worden, zal nog een nieuwe test worden uitgevoerd.

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

Datum: 1 augustus 1994

### **Project 4A Friteskleurindex en chipskleur**

#### **Doelstelling**

De ontwikkeling van een snel en robuust optisch systeem voor objectieve karakterisering van de uiterlijke kwaliteit van frites en chips. Zowel kleurindex, kleur van afgebakken produkt, beoordeling van grootte, vorm en defecten zullen met behulp van computer beeld analyse (CBA) gemeten worden.

#### **Verslag van de werkzaamheden**

Om opnamen te maken van een bepaalde hoeveelheid produkt is het nodig een belichtingsopstelling te ontwerpen, die voldoet aan de eisen van de toepassing. Voor het meten van kleur en -afwijkingen worden zware eisen gesteld aan de belichting. Het is van belang dat de belichting uniform is over het beeldvlak, het juiste golflengtekaracteristiek heeft en stabiel is onder invloed van wisselende omgevingsomstandigheden. Een belichtingskast met hoog-frequent TL-verlichting en automatische terugkoppeling van de lichtsterkte met een meetcel is gebouwd voor het belichten van een oppervlak van ca. 0,5\*0,5 m.

Een matrix kleuren CCD-camera wordt toegepast voor het maken van de opnamen van het produkt. Voor het ijken van de camera is een speciaal calibratieprotocol opgezet. Door meting van twee standaard kleurenplaatjes wordt de kleurruimte vastgelegd, zodat kleurwaarden altijd herleid kunnen worden tot de oorspronkelijke instellingen.

Voor het ontwikkelen van de methode voor het bepalen van de kleurindex van frites zijn enkele honderden beelden opgenomen. In deze beelden liggen een aantal fysiek gescheiden fritesstaafjes. Per staafje is de kleurindexwaarde van de menselijke beoordelaar genoteerd. De sensorische beoordeling is gebaseerd op de USDA colour-card. Vervolgens zijn een aantal methoden gedefinieerd om de kleurindex van frites te kunnen afleiden uit de beelden. Per fritesstaafje wordt een histogram opgebouwd voor de kleurbeelden (rood, groen en blauw). Een histogram geeft per frietje het aantal pixels (beeldelementen) voor de verschillende kleurwaarden (0-255). Uit een dergelijk histogram kunnen verschillende kentallen worden afgeleid (bijvoorbeeld gemiddelde, mediaan, maximum waarde, etc.). Het doel is om die kentallen te selecteren die, individueel of in combinatie, een goede correlatie hebben met de kleurindex. In de eerste fase van het onderzoek wordt een grote set van kentallen gemeten per fritesstaafje. In experimenteel en statistisch onderzoek wordt vastgesteld of geschikte kentallen in de set aanwezig zijn en welke uiteindelijk de kleurindex beschrijven.

In deze periode zijn een tiental kentallen gedefinieerd. Een gedeelte van de beelden is verwerkt. Via een eerste statistische analyse is duidelijk geworden dat bepaalde combinaties van kentallen een goede correlatie laat zien met de kleurindex. In de derde kwartaal van 1994 zullen de overige beelden gemeten worden en statistisch onderzocht. Ook zijn opnamen gemaakt van afgebakken frites voor het meten van de friteskleur.

Voor het meten van chips zijn kleurgebieden en kleurruimte in kaart gebracht door het maken van opnamen van porties chips van verschillende kleur. Dezelfde belichting- en calibratiemethoden zijn gebruikt als bij het beoordelen van frites. In het derde kwartaal van 1994 worden kentallen gedefinieerd voor het vaststellen van de kleur van chips. Omdat chips niet individueel gemeten worden is de analyse hiervan meer complex.

#### **Project 4B      Uitwendige kwaliteit van ingangsmateriaal**

##### **Doelstelling**

De ontwikkeling van een snel en robuust optisch systeem voor objectieve karakterisering van ingangsmateriaal. Grootte, vorm en defecten van gewassen hele aardappelen zullen met behulp van computer beeld analyse (CBA) gemeten worden. De meetmethode wordt uitgezet in een praktijkstelsel.

##### **Verslag van de werkzaamheden**

Volgens de planning start dit gedeelte van het CBA-project in het 3<sup>e</sup> kwartaal van 1994. Bij het maken van dit verslag is begonnen bij het inventariseren van de produktafwijkingen en de beschikbare technieken om kwaliteit te kunnen meten. In project 1 zijn CBA-metingen uitgevoerd aan 20 partijen hele aardappelen. Meetmethoden voor meten van kleur, vorm en grootte (lengte en breedte) zijn hiervoor ontwikkeld en toegepast op ca. 150 aardappelen per monster.

---

## **Project 5: Vervanging van sulfiet bij de verwerking van aardappelen**

datum: 1 juli 1994

### **Doel van het project**

Het doel van dit project is om te komen tot vervanging van sulfiet als inhibitor van niet enzymatische bruinverkleuring in de aardappeldroogindustrie.

### **Werkwijze**

In diverse literatuurbestanden (o.a. FSTA) werd de periode van 1950 tot heden gescreend. Ca. 50 literatuurverwijzingen (Tijdschriften, boeken, patenten) werden geselecteerd. De geselecteerde literatuur bevat voldoende informatie over het hoofdthema van het onderzoek.

### **Resultaten**

De volgende informatie is verzameld:

- 1) Algemene informatie over aardappel samenstelling, aardappelverwerking in relatie tot niet-enzymatische bruinverkleuring.
- 2) De kleur van verhitte aardappelprodukten (chips, gedroogde produkten): standaards en factoren van invloed daarop.
- 3) Niet enzymatische bruinverkleuring.

### **Niet enzymatische bruinverkleuringreacties**

Informatie is verzameld over de reacties die leiden tot niet-enzymatische bruinverkleuring. N.l.:

- 1) Caramelisatie reacties van suikers
- 2) Reacties tussen suikers en aminozuren: de 'Maillard reactie'.
- 3) Reacties van ascorbinezuur (vitamine C)
- 4) Reacties van vetten

Alle genoemde verbindingen zijn aanwezig in aardappelen en kunnen dus in principe bijdragen aan bruinkleurvorming.

### **De Maillardreactie**

De Maillardreactie is de belangrijkste reactie in aardappelen. Er is informatie verzameld over:

- 1) de reactie en het mechanisme van de Maillardreactie
- 2) factoren van invloed op de reactie; o.a. pH, temperatuur, tijd, concentratie van de reactanten.
- 3) type Maillardreacties van aminozuren, peptides en eiwitten
- 4) aromastoffen gevormd tijdens de Maillardreactie

### **Inhibitie van niet-enzymatische bruinverkleuring**

Inhibitoren zijn onder te verdelen in:

#### **a. Zwavelverbindingen (S<sup>4+</sup>)**

In deze groep zijn de volgende verbindingen vertegenwoordigd: zwaveldioxide (SO<sub>2</sub>), sulfiet (H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>) bi sulfiet (....SO<sub>2</sub>) etc. Informatie is beschikbaar over i) het mechanisme, kinetiek en de factoren van invloed op de reactie.

#### **b. Overige verbindingen**

Overige verbindingen zijn onder te verdelen in:

- thiols: thiophenol, mercaptoacetic acid
- sulphur aminacids: L-cysteine, N-acetyl-L-cysteine, gereduceerd glutathione
- stikstofverbindingen: aminoguanidine, semicarbazide

Data zijn beschikbaar over het mechanisme van de inhibitie.

### **Voortzetting**

Analyse van de informatie, waarna aanbevelingen gedaan zullen worden m.b.t. alternatieven voor sulfiet. Tevens zal na bevestiging door VAVI de werking van sulfiet als anti-oxydant in het onderzoek worden betrokken.