

VAVI Onderzoekprogramma

Voortgangsverslag september 1994

Uitgebreid verslag project 1

VERTROUWELIJK

ato-dlo





ATO-DLO

VAVI onderzoekprogramma

Voortgangsverslag september 1994

UITGEBREID VERSLAG PROJECT 1

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
en vele anderen

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

2250213

Inhoudsopgave	pagina
Karakterisering grondstof (aardappel) en voorspelling eigenschappen bij verwerking	3
Ontwikkeling en vastleggen van de meetmethoden	3
Analyse belang onderwatergewicht	3
Eerste verwerking	4
Resultaten eerste verwerkingstijdstip.	5
Voorbehoud resultaten verwerkte partijen	6
Verbanden tussen grondstofeigenschappen	6
Uitwisselbare aardappeleigenschappen	11
Voorspelling kwaliteitsaspecten uit grondstofanalyses	12
Conclusies	16
Bijlage 1: verklaring van de gebruikte codes	18
Bijlage 2: overzicht van significante invloed grondstofanalyses op produkteigenschappen	20
Bijlage 3: "Top 5" verklarende variabelen per produkteigenschap	24

PROJECT 1: KARAKTERISERING GRONDSTOF (AARDAPPEL) EN VOORSPELLING EIGENSCHAPPEN BIJ VERWERKING

datum: 1 september 1994

Ontwikkeling en vastleggen van de meetmethoden

Om die aardappeleigenschappen te identificeren die een voorspellend karakter hebben voor de verwerkingseigenschappen of een alternatief kunnen vormen voor bestaande methoden werden de analyses zoals vermeld in het projectvoorstel uitgewerkt en waar nodig getest. Resulterende voorschriften werden 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.

De methoden zijn uitgevoerd zoals aangegeven in het projectvoorstel, met uitzondering van het volgende:

- * De bepalingen die gepland stonden voor uitvoering op een gedeelte van de partijen, zijn op alle partijen uitgevoerd.
- * Vervallen zijn 108 (niet quantificeerbaar, verschillen binnen de aardappel), 111 (nog geen methode beschikbaar), 200 (niet quantificeerbaar, verschillen binnen de aardappel), 201 (apparatuur nog niet beschikbaar), bepaling zetmeeleigenschappen met X-ray [214] (te weinig verschillen: zie bijlage 4)

In de statistische analyse zijn de volgende resultaten nog niet meegenomen: 107, 109, 110, 119 en 209. Deze worden wel in de statistische analyse meegenomen die in februari 1995 wordt uitgevoerd.

Analyse belang onderwatergewicht

Uit het teeltonderzoek van het "AM-rassenonderzoek" zijn onderwatergewicht en textuurbeoordeling door produktexperts van verschillende partijen van diverse rassen over de periode '89 - '91 beschikbaar. Deze zijn geanalyseerd om een schatting te maken welke variatie in textuur verklaard kan worden door het onderwatergewicht. Er werd een aparte analyse uitgevoerd voor de 4 textuurmetingen TXA (textuur binnenkant) en TXB (textuur buitenkant) in december en TXA en TXB in april. Er werd een algemeen (lineair) model bepaald voor alle gegevens [$TXx = a \cdot OWG + b$]. Hetzelfde werd gedaan voor diverse (gebalanceerde) subsets zoals ras en jaar. De resultaten worden in Tabel 1 weergegeven. Het blijkt dat de modellen van de subsets significant afwijken van het totaalmodel.

Geconcludeerd kan worden dat er een relatie is tussen onderwatergewicht en textuur (TXA, TXB) die ongeveer 50% van de optredende spreiding verklaart: een hoger onderwatergewicht levert hardere en drogere frites op. Het verband is echter per jaar en per ras anders. Het onderwatergewicht verklaart dus lang niet alle verschillen in textuur.

Tabel 1: Verklarende waarde van Onderwatergewicht (residual deviance). Als onderwatergewicht alle variantie verklaart is de Residual Deviance gelijk aan 1.0. Een residual deviance van 2.0 betekent zo ongeveer - twee keer zoveel spreiding als bij een perfect passend model.

	TXA december	TXB december	TXA april	TXB april
Algemeen	2.19	1.81	2.46	2.39
Jaar 1989	1.80	0.85	2.57	2.54
Jaar 1990	1.62	1.76	2.10	2.01
Jaar 1991	1.79	1.77	2.19	1.77
Ras 1	1.91	nvt	2.13	1.23
Ras 3	2.03	1.15	3.26	3.28
Ras 4	1.53	nvt	2.24	1.87
Ras 5	2.40	1.89	2.01	2.36
Ras 6	1.68	1.22	2.73	2.71
Ras 7	1.68	1.73	2.07	2.11
Ras 9	1.82	2.00	2.10	1.60
Ras 10	1.38	1.44	1.72	1.21
Ras 11	1.87	1.28	2.02	1.88

Eerste verwerking

In april en mei 1994 werden op de ATO-DLO pilotfaciliteiten twintig uit de praktijk afkomstige partijen aardappelen verwerkt tot diepvriesfrites. De partijen waren verdeeld over de rassen Agria, Asterix, Aziza, Bintje, Disco, Irene, Nicola, Satuma en Turbo. Een overzicht van de verwerkte partijen is te vinden in tabel 2. Alle partijen werden bij dezelfde drie procescondities verwerkt. Deze procescondities verschilden in de frituurtijden (30, 60 en 120 s bij 180°C). In totaal werden van deze partijen dus 60 monsters frites gemaakt. De 20 partijen aardappelen en de 60 partijen produkt werden beoordeeld op resp. meer dan 60 grondstofeigenschappen en meer dan 20 produkteigenschappen. Bijlage 1 geeft hiervan een overzicht.

Tabel 2: Overzicht van de verwerkte partijen met enkele van de in de praktijk gangbare kwaliteitsparameters: OWG = onderwatergewicht, DS% = percentage droge-stof, GRW = grauwverkleuring na voorbakken (0-6), KLI = Kleurindex (0-6) M = Missing

RAS	HERKOMST	CODE	OWG	DS %	GRW	KLI
Agria		194AG01	379	19,63	0	3,2
Agria		194AG02	377	19,50	0,5	M
Agria		194AG03	357	18,91	0	3,25
Agria	löss	194AG04	387	22,73	0,5	2,3
Asterix	klei	194AS01	411	22,59	0,5	4,95
Asterix	zavel	194AS02	371	20,05	2,5	5,45
Aziza		194AZ01	435	24,09	4	4,2
Bintje	klei	194BI03	354	19,42	0,5	4,5
Bintje	klei	194BI04	392	21,60	0	4,65
Bintje	löss	194BI05	384	19,84	1	4,15
Bintje	löss	194BI06	367	19,13	0,5	5,25
Bintje	zwarte zavel	194BI07	394	20,46	0	3,8
Disco		194DI01	414	21,47	3,5	5,2
Irene	klei	194IR01	463	26,15	3	5,6
Nicola	lichte zavel	194NI01	316	16,60	4	6
Saturna	zwarte zavel	194SA01	456	25,09	4,5	2,7
Saturna	lichte klei	194SA02	484	26,53	6	1,7
Turbo	lichte zavel	194TU01	376	21,40	3	4,95
Turbo	lichte klei	194TU02	385	21,54	0,5	4,3
Turbo	klei	194TU03	374	20,11	3,5	4,1

Analyse van de resultaten

Gebruik makend van een aantal verschillende analysetechnieken worden de resultaten geïnterpreteerd. De gebruikte technieken:

- 1) correlatie-onderzoek
- 2) lineaire modellen met 1-3 variabelen (later meer variabelen)

3) principle component analyse

Deze drie technieken zullen in dit verslag aan de orde komen. In een later stadium zullen ook de volgende technieken gebruikt worden:

- 4) neurale netwerken
- 5) niet lineaire modellen (specifieke kentallen; veronderstelde samenhang)

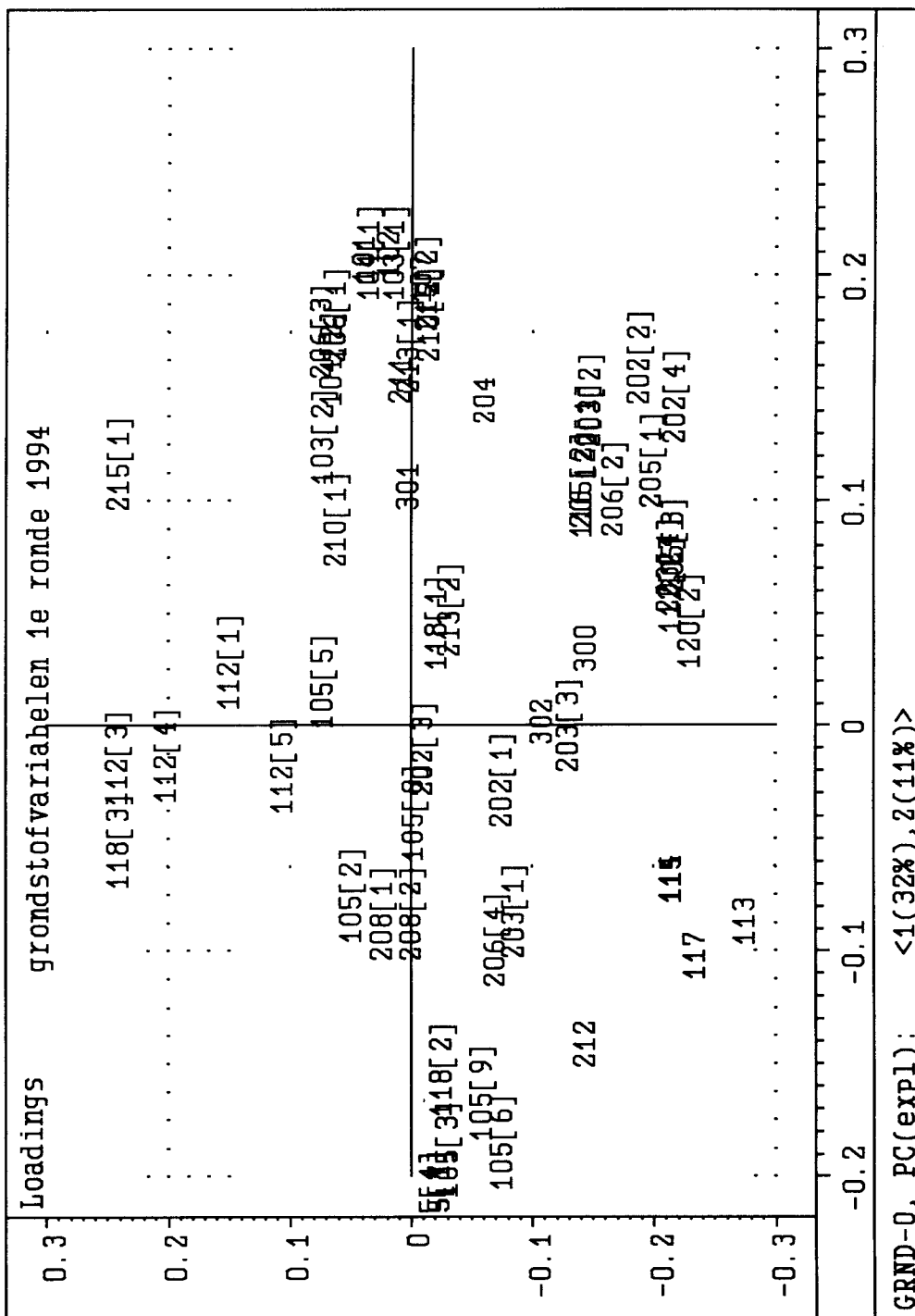
Voorbehoud resultaten eerste verwerkingstijdstip

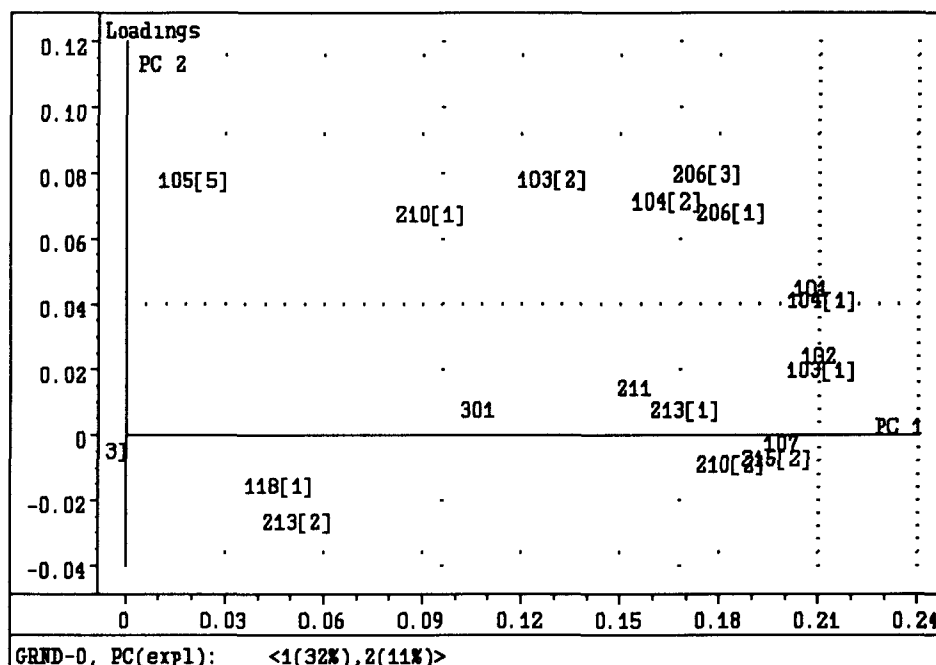
De relaties die tussen de resultaten van het eerste verwerkingstijdstip gevonden worden moeten zeer terughoudend worden geïnterpreteerd. Het betreft immers resultaten van slechts 20 partijen. Bovendien betreft het allemaal bewaarde partijen: er zijn geen pas geoogste partijen bij. Naarmate de dataset de komende jaren groter en gevarieerder wordt, zullen correlaties duidelijker en sterker worden.

Verbanden tussen grondstofeigenschappen

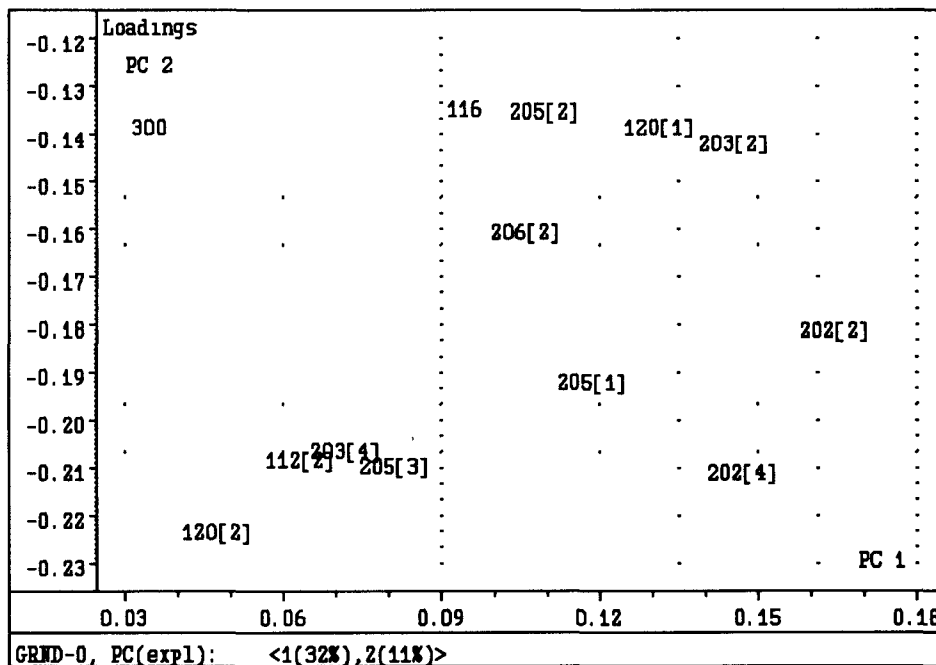
Om een beeld te krijgen van de correlaties tussen grondstofeigenschappen wordt een principle components analysis (PCA) uitgevoerd op de 20 x 60 matrix van grondstofeigenschappen. In deze analyse worden de 60 aparte grondstofvariabelen vervangen door een beperkt aantal Principle Components (PC's) die de belangrijkste variaties samenvatten. PC1 "verklaart" de meeste variatie, PC2 de op een na meeste variatie enz. De PC's zijn eigenlijk gewogen combinaties van de grondstofvariabelen.

In een PCA op de grondstofvariabelen wordt 32% van de variatie verklaard door de eerste PC, 11% door PC2 en nog eens 13% door PC3 en PC4. Grafieken van de gewichten voor de individuele grondstofvariabelen voor de belangrijkste PC's geven een overzicht van de verbanden tussen de eigenschappen. Eigenschappen die op de grafiek ver van de middelpunt en dicht bij elkaar staan, zijn eigenschappen die positief met elkaar gecorreleerd zijn. Eigenschappen die tegenover elkaar staan, zijn negatief met elkaar gecorreleerd en eigenschappen die dicht bij de middelpunt liggen, worden niet verklaard door die PC's. In figuur 1 staan de gewichten van de eigenschappen voor PC's 1 en 2. Hieruit kunnen we afleiden dat 118[3] (organische zuren) positief gecorreleerd is met 112[3] (appelzuur). 117 (Uronzuur) is negatief gecorreleerd met 215[1] (kleur productie chips). Over het verband tussen 118[1] (chloroogezuur) en 213[2] (DSC-onset) is niets te zeggen, want ze worden geen van beide door PC1 of 2 verklaard. Omdat op een drietal plaatsen de code's elkaar sterk overlappen is van deze plaatsen een uitvergroting gemaakt in figuur 2, 3 en 4. In figuur 5 staan de gewichten voor PC3 en PC4.

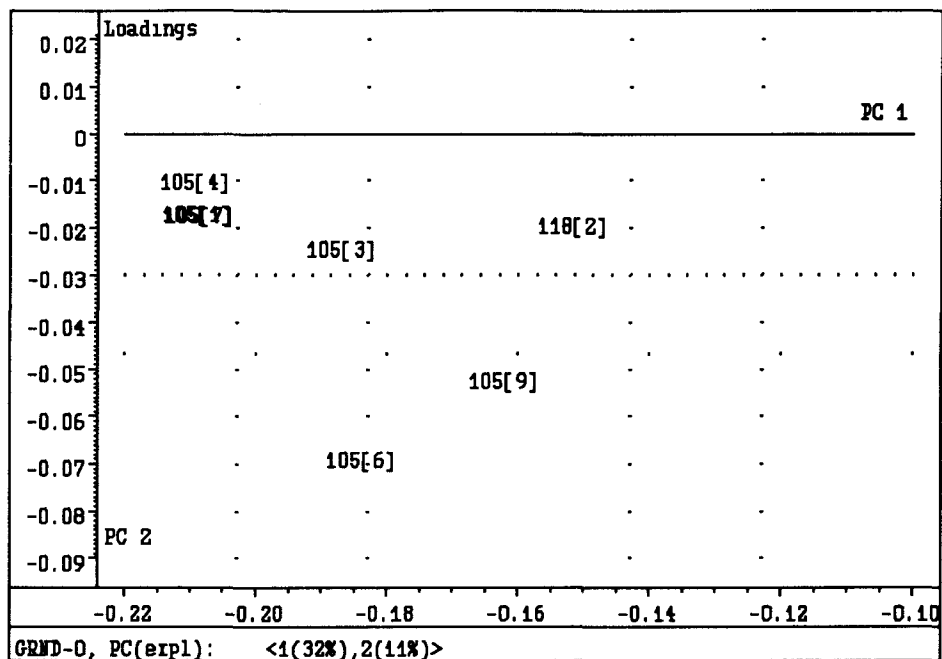




Figuur 2: Zoom-in fig.1 uiterst rechts



Figuur 3: Zoom-in fig.1 rechts onder



Figuur 4: Zoom-in fig.1 uiterst links

Uitwisselbare aardappeleigenschappen

Een aantal combinaties van grondstofeigenschappen vertoonden een correlatie hoger dan 99.5% (Tabel 3). Dit betreft deels logische of al bekende relaties, deels relaties die tot een meetmethode zouden kunnen leiden en een aantal correlaties met onduidelijke achtergrond. In een aantal gevallen is de indeling arbitrair.

Tabel 2

Logische/bekende relaties:

OWG (101) en gemiddelde verdeling soortelijk gewicht tussen aardappels (103[1])
 OWG (101) en gemiddelde verdeling soortelijk gewicht binnen aardappels (104[1])
 ds (102) en gemiddelde verdeling soortelijk gewicht binnen aardappels (104[1])
 gemiddelde verdeling soortelijk gewicht tussen (103[1]) en binnen aardappels (104[2])
 NMR r waarde vers materiaal (105[1]) en NMR r waarde geblancheerd materiaal (105[4])
 NMR b waarde vers materiaal (105[2]) en NMR r waarde gekookt materiaal (105[7])
 Glucose en fructose
 Doorlaatbaarheid a waarde vers materiaal en a waarde geblancheerd materiaal

Potentiële meetmethoden:

OWG (101) en NMR a waarde geblancheerd materiaal (105[6])
 ds (102) en NMR r waarde vers materiaal (105[1])
 ds (102) en NMR r waarde geblancheerd materiaal (105[4])
 gemiddelde verdeling soortelijk gewicht tussen aardappels (103[1]) en NMR a waarde geblancheerd materiaal (105[6])
 gemiddelde verdeling soortelijk gewicht binnen aardappels (104[1]) en NMR a waarde geblancheerd materiaal (105[6])
 variantie verdeling soortelijk gewicht binnen aardappels (104[2]) en NMR b waarde vers materiaal (105[2])
 variantie verdeling soortelijk gewicht binnen aardappels (104[2]) en NMR r waarde gekookt materiaal (105[7])

Samenhang met onbekende achtergrond:

OWG (101) en variantie verdeling soortelijk gewicht binnen aardappels (104[2])
 variantie verdeling soortelijk gewicht binnen aardappels en breukenergie Instron uniaxiale compressie
 NMR b waarde vers materiaal (105[2]) en breukenergie Instron uniaxiale compressie (203[4])
 NMR a waarde vers materiaal (105[3]) en grauwwerking (210[2])
 NMR b waarde geblancheerd materiaal (105[5]) en % knollen met maat >70 (208[2])
 NMR r waarde gekookt materiaal en breukenergie Instron uniaxiale compressie
 Dip pyrofosfaat snelheid afname (120[2]) en kleur productie chips (lab)
 Maximale kracht en breukenergie Instron shear (202[2] en 202[4])

Young's modulus E Instron uniaxiale compressie en pectine (methyl)esterase
 Breukenergie Instron uniaxiale compressie en doorlaatbaarheid a waarde vers materiaal
 Maximale kracht breukgedrag met wig en doorlaatbaarheid b waarde vers materiaal

Voorspelling kwaliteitsaspecten uit grondstofanalyses

Er is gekeken naar de voorspellende waarde van elk van de grondstofvariabelen voor de vier belangrijkste kwaliteitsaspecten van de frites, nl. de kleur, de grauwwerking, de textuur en het vetgehalte.

In eerste instantie is steeds een regressie toegepast met slechts één van de grondstofvariabelen. Dit geeft een overzicht van welke variabelen belangrijk zijn voor de produkteigenschappen, maar theoretisch gezien is het mogelijk dat een variabele alléén een slechte verklaring geeft, maar in combinatie met een andere variabele veel verklaart. Daarom wordt ook regressie toegepast met steeds een combinatie van twee grondstofvariabelen. Behalve voor de eigenschap Kleur worden de gegevens voor alle drie de voortijdten gebruikt. Het totale vochtverlies wordt dan als extra verklarende variabele meegenomen. Het totale vochtverlies moet de verschillen vanwege verschillende frituurtijden (verwerkingsprocessen) verklaren. Omdat het totale vochtverlies ook gecorreleerd is aan een aantal grondstofvariabelen (vooral drogestof en alles wat daarmee te maken heeft), heeft het meenemen van het vochtverlies een effect op de verklarende waarde van de grondstofvariabele(n).

Het totale vochtverlies wordt als volgt berekend:

$$\text{vochtverlies} = \frac{100 - \text{drogestofgehalte aardappel}(102)}{\text{drogestofgehalte aardappel}(102)} \cdot \frac{100 - \text{drogestofgehalte frites}(600)}{\text{drogestofgehalte frites}(600) - \text{vetgehalte frites}(609)}$$

In Bijlage 2 wordt aangegeven welke grondstofvariabelen een significant verband hebben met een produkteigenschap. Een X betekent dat die variabele alleen een goede voorspelling geeft ($t > 2$). Een C betekent dat die variabele in combinatie met een andere grondstofvariabele een voorspelling geeft die significant beter is dan de voorspelling met elk van die variabelen afzonderlijk (volgens de F-toets). Hoe hoger de t-waarde, hoe signifikanter de bijdrage:

Tabel 3 laat de best voorspellende grondstofeigenschappen zien voor de verschillende produkteigenschappen. Een uitgebreider overzicht is te vinden in bijlage 3. Daar worden de 5 beste enkelvoudige en de 5 beste (lineaire) combinaties van twee eigenschappen gegeven.

In deze eerste ronde is daarvoor uit de produkteigenschappen een selectie gemaakt:

KLEUR NAGEBAKKEN PRODUKT

Als parameter voor de kleur van het nagebakken produkt wordt de USDA kleur zoals bepaald door de produktexperts (KLA) gebruikt. Omdat er een hoge correlatie is tussen de resultaten voor de drie frituurtijden, wordt alleen frituurtijd 2 (60 sec) gebruikt (Bijlage 3: tabel 1).

GRAUWVERKLEURING

Als parameter voor de grauwwerking van het voorgebakken produkt wordt de beoordeling door de produktexperts (GRW) gebruikt. De gegevens voor alle drie de frituurtijden worden in de analyse betrokken en het totale vochtverlies gedurende het verwerkingsproces wordt meegenomen als extra verklarende variabele (Bijlage 3: Tabel 2). Het vochtverlies is negatief gecorreleerd met de grauwwaarde, met een t-waarde van ongeveer 3.

TEXTUUR

In deze eerste ronde worden de belangrijkste eigenschap van de korst - krokant - en de belangrijkste eigenschap van de kern - melig - meegenomen zoals bepaald door het analytisch sensorisch panel. Het betreft hier gegevens van één herhaling (gegevens van de herhaling waren nog niet uitgewerkt op het moment van analyse). Het analytisch sensorisch panel heeft alleen de frites geproefd van frituurtijden 2 (60 s 180°C) en 3 (120 s 180°C). Beide frituurtijden worden in de analyse meegenomen, samen met het vochtverlies tijdens het proces als tweede/derde verklarende variabele. (Bijlage 3: Tabel 6 en 7) Het vochtverlies heeft een negatief verband met de sensorische aspecten, met een t-waarde van ongeveer 7.

Tevens worden de textuurbeoordelingen van de produktexperts TXA (nat/droog), TXB (slap/hard) en TXC (taai) meegenomen. Alle 3 frituurtijden worden meegenomen met het totale vochtverlies als extra verklarende variabele (Bijlage 3: Tabel 3 t/m 5). Het vochtverlies blijkt negatief gecorreleerd te zijn met TXA en TXB (t-waarde = 7), maar er werd geen significant verband gevonden tussen vochtverlies en TXC.

VETGEHALTE

Er wordt gekeken naar het vetgehalte van zowel het voorgebakken als het nagebakken produkt. Alle drie frituurtijden zijn meegenomen met het vochtverlies als extra verklarende variabele (bijlage 3: tabel 8 en 9).

Het vochtverlies is positief gecorreleerd met het vetgehalte van zowel het voorgebakken produkt (t-waarde = 3) als van het nagebakken produkt (t-waarde = 6)

Tabel 4: Overzicht van de best verklarende grondstofvariabelen voor de verschillende produkteigenschappen. (Eerste verwerkingsstap: april 1994; 20 partijen)

Te voorspellen produkteigenschap			Verklarende grondstofeigenschap ⁽¹⁾				
categorie	specificatie	bepaald door:	één grondstofeigenschap ⁽²⁾		combinatie van twee grondstofeigenschappen ⁽²⁾		
			eigenschap	verklarende waarde (R ²)	eigenschap 1	eigenschap 2	verklarende waarde (R ²)
Kleur	grauw-verkleuring voorgebakken produkt	produkt-experts	dip, pyrofosfaat: grauwwaarde bij concentratie 0 (polyfenoloxidaseaktiviteit)	62,2 (50,2)	dip pyrofosfaat: grauwwaarde bij concentratie 0	gemiddelde verdeling soortelijk gewicht tussen aardappelen	72,6
			glucose (kleurindex)	77,6 (69,55)	glucose	produktie chips-kleur	88,4
	nat-droog produkt	produkt-experts	droge-stofgehalte	75,4	droge-stofgehalte	NMR-meting verse aardappel parameter b	77,3
Textuur kern	melig	analytisch panel ⁽³⁾	gemiddelde verdeling soortelijk gewicht tussen aardappelen	65,6	gemiddelde verdeling soortelijk gewicht tussen aardappelen	chloorvrijgezuur	63,3
	slap-hard	produkt-experts	droge-stofgehalte	79,0	droge-stofgehalte	NMR-meting gekookte aardappel parameter a	81,5
Textuur korst	taai	produkt-experts	gemiddelde verdeling soortelijk gewicht tussen aardappelen	29,2	droge-stofgehalte	Instron minimaal compressie-breukenergie	46,4
	krokan	analytisch panel ⁽³⁾	kleurindex	70,9	kleurindex	variantie verdeling soortelijk gewicht tussen aardappelen	79,5

Te voorspellen produkteigenschap		Verklarende grondstofeigenschap ⁽¹⁾				
categorie	specificatie	bepaald door:	combinatie van twee grondstofeigenschappen ⁽²⁾			
Veetgehalte		eigenschap		eigenschap 1	eigenschap 2	verklarende waarde (R ²)
	voorgebakken produkt	Fossilet	drogestofgehalte	droge-stofgehalte	NMR-meting gebiaccordeerde aardappel parameter r	49,9
	nagebakken produkt	Fossilet	variatie verdeling toornelijk gewicht binnen aardappelen	droge-stofgehalte	NMR-meting gebiaccordeerde aardappel parameter r	51,3

- NOTEN:** (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 grauwverkleuring 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.

Conclusies

De relatie tussen onderwatergewicht en textuur van nagebakken frites is afhankelijk van ras en jaar.

Er is een eerste indruk van welke parameters met elkaar samenhangen en de mate waarin. Datzelfde geldt voor de grondstofparameters die voorspellend werken op het eindprodukt. Aangezien het nog slechts bewaarde aardappelen betreft is de waarde hiervan voorlopig. Het toevoegen van de gegevens van de tweede verwerking (snel na de oogst) zal naar verwachting forse verschuivingen veroorzaken. Desalniettemin zijn er een aantal sterke correlaties gevonden, die zich potentieel lenen voor meetmethoden aan de grondstof. Met name NMR-metingen zouden interessant kunnen zijn.

BIJLAGEN

BIJLAGE 1: VERKLARING VAN DE GEBRUIKTE CODES

Deze codes komen overeen met de codes zoals gebruikt in de projectbeschrijving

<u>code</u>	<u>beschrijving</u>
GRONDSTOF	
101	OWG
102	ds
103[1]	gemiddelde verdeling soortelijk gewicht tussen aardappels
103[2]	variantie verdeling soortelijk gewicht tussen aardappels
104[1]	gemiddelde verdeling soortelijk gewicht binnen aardappels
104[2]	variantie verdeling soortelijk gewicht binnen aardappels
105[1]	NMR r waarde vers materiaal
105[2]	NMR b waarde vers materiaal
105[3]	NMR a waarde vers materiaal
105[4]	NMR r waarde geblancheerd materiaal
105[5]	NMR b waarde geblancheerd materiaal
105[6]	NMR a waarde geblancheerd materiaal
105[7]	NMR r waarde gekookt materiaal
105[8]	NMR b waarde gekookt materiaal
105[9]	NMR a waarde gekookt materiaal
112[1]	organische zuur oxaalzuur
112[2]	organische zuur citroenzuur
112[3]	organische zuur appelzuur
112[4]	organische zuur fumaarzuur
112[5]	organische zuur pyroglutaminezuur
113	bakkleurindex
114	glucose
115	fructose
116	sucrose
117	samenstelling celwand - uronzuurgehalte
118[1]	HPLC chlorogeenzuur
118[2]	HPLC ascorbinezuur
118[3]	organische zuren
120[1]	dip pyrofosfaat - grauwwaarde bij concentratie 0
120[2]	dip pyrofosfaat - snelheid afname grauwwaarde
202[1]	Instron shear - helling
202[2]	Instron shear - maximale kracht
202[3]	Instron shear - vervorming bij maximale kracht
202[4]	Instron shear - breukenergie
203[1]	Instron uniaxiale compressie - Young's modulus E
203[2]	Instron uniaxiale compressie - breukspanning
203[3]	Instron uniaxiale compressie - breukvervorming
203[4]	Instron uniaxiale compressie - breukenergie
204	hardheidsmeter
205[1]	breukgedrag met wig - maximale kracht
205[2]	breukgedrag met wig - maximale indruk
205[3]	breukgedrag met wig - breukenergie
206[1]	doorlaatbaarheid voor water/zout - a waarde vers materiaal
206[2]	doorlaatbaarheid voor water/zout - b waarde vers materiaal
206[3]	doorlaatbaarheid voor water/zout - a waarde geblancheerd materiaal

206[4]	doorlaatbaarheid voor water/zout - b waarde geblancheerd materiaal
208[1]	maatsortering - gemiddelde voor maat < 70
208[2]	maatsortering - %knollen met maat > 70
→ 210[1]	afkookcijfer
→ 210[2]	grauwverkleuring .
211	NTU
212	T100
213[1]	DSC - dH(J/g)
213[2]	DSC - onset(C)
215[1]	produktie chips - kleur
215[2]	produktie chips - textuur
300	peroxidaseactiviteit
301	polyfenoloxidaseactiviteit
302	pectine (methyl)esterase

VERWERKING

400	%schilverlies
401	%sorteverlies aan kantstukjes
403[1..4]	%gewichtsverlies in droger - 4 frituurtijden
404[1..4]	%gewichtsverlies in koeler - 4 frituurtijden
405[1..4]	%gewichtsverlies in vriezer - 4 frituurtijden

 $(\nabla X/A)^2$ **VOORGEBAKKEN PRODUKT**

500[1..3]	%drogestof - 3 frituurtijden
502[1..5]	%porositeit - 5 frituurtijden
505[1..3]	%vet - 3 frituurtijden

NAGEBAKKEN PRODUKT

600[1..3]	%drogestof - 3 frituurtijden
603[1..3][1]	beoordeling textuur door produktexperts: Blaasjes (BLA) - 3 tijden 0-1
→ 603[1..3][2]	beoordeling textuur door produktexperts: nat/droog (TXA) - 3 tijden -2, +2?
→ 603[1..3][3]	beoordeling textuur door produktexperts: slap/hard (TXB) - 3 tijden -3, +3?
603[1..3][4]	beoordeling textuur door produktexperts: hol (TXB2) - 3 tijden 0-1
→ 603[1..3][5]	beoordeling textuur door produktexperts: taai (TXC) - 3 tijden 0-2?
→ 603[1..3][6]	beoordeling textuur door produktexperts: gaar (TXD) - 3 tijden 0-2
→ 603[1..3][7]	beoordeling textuur door produktexperts: smaak (SMK) - 3 tijden 0-6
604[2,3][11]	sensory analytical panel: krokante korst - 2 tijden
604[2,3][12]	sensory analytical panel: taaie korst - 2 tijden
604[2,3][13]	sensory analytical panel: stevige korst - 2 tijden
604[2,3][14]	sensory analytical panel: vette korst - 2 tijden
604[2,3][21]	sensory analytical panel: melige kern - 2 tijden
604[2,3][22]	sensory analytical panel: droge kern - 2 tijden
604[2,3][23]	sensory analytical panel: korrelige kern - 2 tijden
607[1..3][1]	beoordeling kleur door produktexperts: grauwwaarde (GRW) - 3 tijden
→ 607[1..3][2]	beoordeling kleur door produktexperts: USDA kleur (KLA) - 3 tijden
607[1..3][3]	beoordeling kleur door produktexperts: heterogeniteit (KLB) - 3 tijden
607[1..3][4]	beoordeling kleur door produktexperts: grauwwaarde nagebakken produkt (GRW) - 3 tijden
607[1..3][5]	beoordeling kleur door produktexperts: kookranden (KLD) - 3 tijden
609[1..3]	%vet

$\frac{4b}{\text{gen}}$ $\frac{1}{\text{diff/kor}}$

BIJLAGE 2: Verklarende waarde grondstofanalyses voor voorspelling produktkwaliteit

code	verwacht	Kleur	Grauw	TXA	TXB	TXC	krokant	melig
101	T(G)(K)	C	X C	X C	X C	X C	C	X
102	T(G)(K)	C	X C	X C	X C	X C	C	X
103[1]	T(G)(K)	C	X C	X C	X C	X C	C	X
103[2]	T(G)(K)	C	X C				X C	
104[1]	T(G)(K)	C	X C	X C	X C	X C	C	X C
104[2]	T(G)(K)	C	C	C	C			C
105[1]	T(G)(K)	C	X C	X C	X C	X C	C	X
105[2]	T(G)(K)	C	C	C	C			
105[3]	T(G)(K)	C	X C	X C	X C	C	C	X
105[4]	T(G)(K)	C	X C	X C	X C	X C	C	X
105[5]	T(G)(K)	C	X C			C		
105[6]	T(G)(K)	C	X C	X C	X C	C	C	
105[7]	T(G)(K)	C	X C	X C	X C	X C	C	X
105[8]	T(G)(K)		X C	C	C			
105[9]	T(G)(K)	C	C	X C	X C	C	X C	
107	T(G)(K)	C	X C	X C	X C	X C	C	
112[1]	TG(K)		C		C	C	C	
112[2]	TG(K)		C	C	C	X C	C	
112[3]	TG(K)		C			C	C	
112[4]	TG(K)		C				C	
112[5]	TG(K)		C					
113	K	X C	C	C	C	C	X C	
114	K	X C	C		C		X C	
115	K	X C	C		C		X C	
116	K	C	X C	C	C		C	
117	T(G)(K)	X C	C	C	C	C	X C	C
118[1]	G		X C	C	C		C	X C
118[2]	G	C	X C	C	C			
118[3]	G	X C	C	C	C	X C	C	
120[1]	G		X C	C	C	X C	C	C

X - significante invloed als enige grondstofvariabel

C - significante extra invloed in combinatie met een tweede grondstofvariabel

BIJLAGE 2: Vervolg

code	verwacht	kleur	grauw	TXA	TXB	TXC	krokant	melig
120[2]	G		X C	C	C	X C	C	
202[1]	T	C					C	C
202[2]	T	C	C	C	C	X C	X C	
202[3]	T						C	C
202[4]	T	C	C	C	C	X C	X C	
203[1]	T		C	C			C	
203[2]	T	C	X C		C	X C	X C	
203[3]	T		C				C	
203[4]	T	C	C	C		X C	C	
204	T		X C			X C	X C	
205[1]	T	C	C			X C	C	C
205[2]	T	C		C		C		
205[3]	T	C	C	X C	C	X C		
206[1]	TGK	C	X C	X C	X C	C		
206[2]	TGK		X C	C		X C	C	
206[3]	TGK	C	C	C	X C	C		
206[4]	TGK		C	C	C	C	C	
208[1]	T	C	X C	X C	X C			
208[2]	T		X C	X C	X C			
210[1]	T		C	C	C	C		
210[2]	T	C	X C	C	C	C		
211	T	C	C	X C	X C			
212	T	X C	C		C		X C	
213[1]	T		C	X C	X C	X C		
213[2]	T		C					
215[1]	T	X C	C	C	C	C	X C	
215[2]	T	C	X C	X C	C	X C	C	X C
300	G	C	X C				C	
301	G	C	X C	X C	X C	C	C	
302	T		C		C		C	

BIJLAGE 2: Vervolg

code	verwacht	vetgehalte voorgebakken	vetgehalte nagebakken
101	T(G)(K)	X C	
102	T(G)(K)	X C	X C
103[1]	T(G)(K)	X C	C
103[2]	T(G)(K)		C
104[1]	T(G)(K)	X C	C
104[2]	T(G)(K)	X C	X
105[1]	T(G)(K)	X C	C
105[2]	T(G)(K)		
105[3]	T(G)(K)	C	C
105[4]	T(G)(K)	X C	C
105[5]	T(G)(K)		
105[6]	T(G)(K)	C	
105[7]	T(G)(K)	X C	C
105[8]	T(G)(K)		
105[9]	T(G)(K)		
107	T(G)(K)	X C	
112[1]	TG(K)	C	X C
112[2]	TG(K)		
112[3]	TG(K)		
112[4]	TG(K)		X C
112[5]	TG(K)		
113	K		C
114	K		C
115	K		C
116	K		C
117	T(G)(K)		
118[1]	G		
118[2]	G		
118[3]	G		
120[1]	G		

BIJLAGE 2: Vervolg

code	verwacht	vetgehalte voorgebakken	vetgehalte nagebakken
120[2]	G	C	
202[1]	T		
202[2]	T	C	
202[3]	T		
202[4]	T	C	
203[1]	T		
203[2]	T		
203[3]	T		X C
203[4]	T	C	
204	T	X C	C
205[1]	T		
205[2]	T		
205[3]	T		
206[1]	TGK	C	
206[2]	TGK		
206[3]	TGK	C	
206[4]	TGK	C	C
208[1]	T	C	C
208[2]	T	C	C
210[1]	T		
210[2]	T	X C	C
211	T	C	
212	T		
213[1]	T	X C	
213[2]	T		
215[1]	T	C	X C
215[2]	T	X C	C
300	G		
301	G		
302	T		

BIJLAGE 3: TOP 5 voorspellende methoden

Tabel 1: Kleur top-5

1 grondstofvariabel		2 grondstofvariabelen		
code	R2adj	code var 1	code var 2	R2adj
114	77.6	114	215[1]	88.4
115	74.4	113	114	86.5
113	69.6	115	215[1]	86.3
215[1]	68.4	114	301	84.5
117	52.7	103[2]	114	83.7

Tabel 2: grauwwaarde top-5

1 grondstofvariabel		2 grondstofvariabelen		
code	R2adj	code var 1	code var 2	R2adj
120[1]	62.2	104[1]	120[1]	72.6
105[4]	52.9	101	120[1]	70.9
301	50.2	105[1]	120[1]	70.4
105[7]	47.7	120[1]	206[1]	70.3
210[2]	46.8	102	120[1]	70.2

Tabel 3: TXA (nat/droog) top-5

1 grondstofvariabel		2 grondstofvariabelen		
code	R2adj	code var 1	code var 2	R2adj
102	75.4	102	105[2]	77.9
103[1]	71.5	102	116	77.8
105[4]	69.0	102	118[3]	77.1
105[1]	68.0	103[1]	105[9]	74.5
104[1]	67.2	103[1]	105[8]	74.2

BIJLAGE 3: Vervolg

Tabel 4: TXB (slap/hard) top-5

1 grondstofvariabel		2 grondstofvariabelen		
code	R2adj	code var 1	code var 2	R2adj
102	79.0	102	105[8]	81.5
103[1]	75.4	102	105[2]	81.3
104[1]	72.8	103[1]	105[9]	80.8
105[4]	71.8	102	118[3]	80.8
105[1]	71.0	102	203[2]	80.6

Tabel 5: TXC (taai) top-5

1 grondstofvariabel		2 grondstofvariabelen		
code	R2adj	code var 1	code var 2	R2adj
103[1]	28.2	102	203[4]	48.4
102	26.0	103[1]	203[4]	47.5
107	16.3	101	203[4]	41.2
104[1]	14.8	104[1]	203[4]	40.1
202[2]	13.8	107	203[4]	39.0

Tabel 6: krokant top-5

1 grondstofvariabel		2 grondstofvariabelen		
code	R2adj	code var 1	code var 2	R2adj
113	70.9	103[2]	113	79.5
215[1]	65.6	113	204	77.8
115	65.5	113	302	77.2
204	64.3	113	203[1]	77.0
114	64.0	103[2]	215[1]	76.7

BIJLAGE 3: Vervolg

Tabel 7: melig top-5

1 grondstofvariabel		2 grondstofvariabelen		
code	R2adj	code var 1	code var 2	R2adj
103[1]	65.6	104[1]	118[1]	68.8
104[1]	65.5	202[1]	215[2]	64.7
101	65.4	202[3]	215[2]	64.6
102	64.6	117	120[1]	61.0
105[7]	64.0	120[1]	205[1]	60.8

Tabel 8: vetgehalte voorgebakken produkt top-5

1 grondstofvariabel		2 grondstofvariabelen		
code	R2adj	code var 1	code var 2	R2adj
102	40.4	102	105[4]	49.9
103[1]	30.2	102	208[1]	47.8
105[1]	25.9	102	105[3]	47.8
104[1]	24.1	102	208[2]	47.0
101	23.0	102	204	46.2

Tabel 9: vetgehalte nagebakken produkt top-5

1 grondstofvariabel		2 grondstofvariabelen		
code	R2adj	code var 1	code var 2	R2adj
104[2]	46.3	102	105[4]	51.3
112[4]	46.1	102	208[2]	51.2
215[1]	46.0	112[4]	210[2]	50.9
102	45.5	102	112[4]	50.8
203[3]	45.2	116	215[1]	49.7