Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente
Vestiging Naaldwijk
Postbus 8, 2670 AA Naaldwijk
Tel. 0174-636700, fax 0174-636835

# ONTWIKKELING VAN EEN INSTRUMENTEEL MODEL VOOR SMAAK PAPRIKA 1999

*vertrouwelijk onderzoek met rassen van Bruinsma Seeds*

Project 2526

W.Verkerke & M. Kersten

Naaldwijk, oktober 1999

Intern verslag 197

INHOUD


| | | |
|---|---|---|
| SAMENVATTING | | 2 |
| 1. | INLEIDING | 3 |
| 2. | MATERIAAL EN METHODEN | 4 |
| | 2.1 Materiaal | 4 |
| | 2.2 Smaakproeven | 5 |
| | 2.3 Fysische metingen | 5 |
| | 2.4 Chemische analyses | 6 |
| | 2.5 Verwerking | 6 |
| 3. | RESULTATEN | 7 |
| | 3.1 Mei | 7 |
| | 3.2 September | 12 |
| | 3.3 Vergelijking van de twee proeven uit 1999 | 17 |
| 4. | DISCUSSIE | 26 |
| 5. | CONCLUSIES | 27 |
| LITERATUUR | | 27 |

## SAMENVATTING

Vijftien geblokte rassen paprika aangeleverd door Bruinsma Seeds en enkele rassen van een andere herkomst werden op smaak onderzocht met het PBG consumentenpanel. Er werden fysische metingen uitgevoerd met de druk-trekbank en er werd chemische analyse uitgevoerd o.a. met HPLC. Door multivariate regressie werden enkele kandidaat-modellen opgesteld die de aangenaamheid goed voorspelden. Voor elke dataset afzonderlijk werd een model opgesteld dat op grond van een combinatie van textuurmeting en suikergehalte de aangenaamheid voorspelde met een percentage verklaard van 80, respectievelijk 85%. Deze modellen waren echter niet bruikbaar in de andere dataset. Door een combinatie van de data kon een kandidaat-model voor de twee datasets van 1999 worden opgesteld. Dit model voor de smaak van paprika gebruikt parameters voor de textuur van de vruchtwand en voor het suikergehalte. Het model was in beide datasets bruikbaar, maar moet nog worden gevalideerd aan een nieuwe dataset.

# 1. INLEIDING

Het PBG heeft voor tomaat een model ontwikkeld dat aan de hand van instrumentele bepalingen de smaak kan vaststellen (Verkerke *et al.*, 1998b). Tot nu toe kon de smaak van tomaat alleen door sensorisch onderzoek met smaakpanels worden bepaald. Doordat een panel per keer slechts een beperkt aantal monsters kan proeven is deze methode niet geschikt voor het vergelijken van grote aantallen. Met het model is dit wel mogelijk. Bovendien is de methode objectief, zodat de smaakwaardering van een individueel monster niet afhangt van het smaakniveau van de andere monsters. Het smaakmodel tomaat wordt momenteel verder ontwikkeld en al toegepast in veredelingsonderzoek en bij kwaliteitscontrole op bedrijven.
De afgelopen twee jaar is geprobeerd of ook voor paprika een smaakmodel kon worden opgesteld. Uit eerder sensorisch onderzoek aan 58 rassen was al gebleken dat een paprika zoet en niet grassig moet zijn (Janse & Kersten, 1996; Janse, 1997). Sappigheid en knapperigheid werden ook genoemd als positieve eigenschappen (Verkerke et al., 1998a; Verkerke & Janse, 1998). In 1998 werden nog zes rassen uit het reguliere gebruikswaarde-onderzoek op smaak onderzocht, maar in dit onderzoek was de range in smaakwaardering niet groot genoeg om de modellen goed op bruikbaarheid te testen (Verkerke & Kersten, 1998).
Voor deze proef werden in mei 1999 vijftien rassen paprika aangeboden door Bruinsma Seeds voor een smaakproef. Er was voldoende materiaal beschikbaar om ook een chemische analyse uit te voeren, maar voor fysische metingen was niet meer genoeg van het 15e ras. Daarom kon in mei van dit ras geen aangenaamheid worden berekend. De spreiding in smaak was in mei vrij klein; eigenlijk smaakten alle rassen in deze dataset wel goed. Omdat de eerste sessie goed verliep en bruikbare resultaten afleverde, is zo'n meetsessie op verzoek van het PBG nog een keer herhaald in september, waarbij de dataset werd uitgebreid met minder smakende rassen, om zo de variatie in smaak voor het panel wat te vergroten. Dat lukte, maar van de goed smakende midi paprika's was nu niet meer voldoende materiaal beschikbaar. Er is verder nog geprobeerd om de refractie aan vers materiaal te bepalen (De Jong, 1999) en de uitkomsten te vergelijken met de standaard methode van het chemisch lab, maar ook hiervoor was er niet genoeg materiaal beschikbaar voor een eerlijke vergelijking.
Het doel van dit onderzoek is het ontwikkelen van een snelle en goedkope instrumentele methode om de smaak van geblokte rode, gele en oranje paprika objectief te meten bij veredeling en kwaliteitscontrole.

# 2. MATERIAAL EN METHODEN (Tabel 1 - 3)

## 2.1 Materiaal

De vruchten werden drie dagen voor de smaakproeven geoogst en aangeleverd door H. van den Berg (Bruinsma Seeds). De vruchten van de drie extra herkomsten in september werden door W. Verkerke geoogst bij Maatschap Sonneveld, Anturiumweg, Bleiswijk. Op de dag van de smaakproeven werden ook de textuurmetingen met de Instron druktrekbank uitgevoerd en werd er materiaal ingevroren voor chemische analyse.

*Tabel 1* - Code, ras, kleur en type van 15 door Bruinsma aangeleverde rassen paprika (eerste inzet; smaakproef en instrumentele metingen op 31 mei en 1 juni 1999).

| code | ras | veredelaar | kleur | type | herkomst |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Pax | Bruinsma | rood | normaal, geblokt | BS |
| 2 | Esperanza | Bruinsma | rood | normaal, geblokt | BS |
| 3 | Spirit | Enza | rood | normaal, geblokt | BS |
| 4 | BS 716 | Bruinsma | rood | normaal, geblokt | BS |
| 5 | BS 753 | Bruinsma | rood | normaal, geblokt | BS |
| 6 | BS 759 | Bruinsma | rood | normaal, geblokt | BS |
| 7 | BS 586 | Bruinsma | geel | normaal, geblokt | BS |
| 8 | BS 595 | Bruinsma | geel | normaal, geblokt | BS |
| 9 | BS 636 | Bruinsma | geel | normaal, geblokt | BS |
| 10 | Fiësta | Enza | geel | normaal, geblokt | BS |
| 11 | BS 653 | Bruinsma | oranje | normaal, geblokt | BS |
| 12 | Emily | Rijk Zwaan | oranje | normaal, geblokt | BS |
| 13 | 28 | Bruinsma | rood | midi, (klein) | BS |
| 14 | 35 | Bruinsma | geel | midi, (klein) | BS |
| 15 | 36 | Bruinsma | oranje | midi, (klein) | BS |

*Tabel 2 -* Code, ras, kleur, type en herkomst van 15 rassen paprika. Smaakproef en instrumentele metingen op 15 en 16 september 1999. Van de nummers 13 - 15 uit de eerste proef was niet voldoende materiaal beschikbaar. De rassen ingezonden door Bruinsma werden aangevuld met drie rassen rode paprika (herkomst: Sonneveld, Bleiswijk).

| code | ras | veredelaar | kleur | type | herkomst |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Pax | Bruinsma | rood | normaal, geblokt | BS |
| 2 | Esperanza | Bruinsma | rood | normaal, geblokt | BS |
| 3 | Spirit | Enza | rood | normaal, geblokt | BS |
| 4 | BS 716 | Bruinsma | rood | normaal, geblokt | BS |
| 5 | BS 753 | Bruinsma | rood | normaal, geblokt | BS |
| 6 | BS 759 | Bruinsma | rood | normaal, geblokt | BS |
| 7 | BS 586 | Bruinsma | geel | normaal, geblokt | BS |
| 8 | BS 595 | Bruinsma | geel | normaal, geblokt | BS |
| 9 | BS 636 | Bruinsma | geel | normaal, geblokt | BS |
| 10 | Fiësta | Enza | geel | normaal, geblokt | BS |
| 11 | BS 653 | Bruinsma | oranje | normaal, geblokt | BS |
| 12 | Emily | Rijk Zwaan | oranje | normaal, geblokt | BS |
| 16 | Spirit | Enza | rood | normaal, geblokt | Sonneveld |
| 17 | Mazurka | Rijk Zwaan | rood | normaal, geblokt | Sonneveld |
| 18 | 35-20 RZ | Rijk Zwaan | rood | normaal, geblokt | Sonneveld |

## 2.2 Smaakproeven

Voor de sensorische beoordeling van de vruchten is er gebruik gemaakt van het PBG consumentenpanel dat bestond uit 35 personen (in mei extern; in september intern). Het panel beoordeelde op basis van 3 stukjes vruchtwand van ca. 1,5 x 1,5 cm de aangenaamheid op een schaal van 0 - 100. Voor een zo homogeen mogelijk monster werd alleen het middengedeelte van de vruchten gebruikt (Janse, 1992).

## 2.3 Fysische metingen

De fysische metingen werden uitgevoerd met een Instron 4301 druk-trekbank. Van elk ras werd van 9 vruchten een ponsje met een diameter van 10 mm genomen uit het midden van de vrucht. De ponsjes werden gewogen op een analytische balans (Sartorius RC 210 D). Per meting werden drie ponsjes tegelijk met de schil naar beneden tussen twee van tevoren gewogen filtreerpapiertjes (Schleicher & Schuell, 23 SL, doorsnede 90 mm) ingesloten en samengedrukt met een balksnelheid van 60 mm/minuut tot een tegenkracht van 900 N (Instron methode nr. 30). In vergelijking met de sapmeting van tomaat wordt er geen gaasje tussen het vruchtvlees en het filtreerpapier gelegd omdat was gebleken dat bij het samendrukken geen individuele cellen loskomen (Keijzer, 1997). Met de Instron en door weging werden de volgende parameters bepaald: Dikte ponsje vruchtwand Dp (mm), Helling Hp (N/mm), kracht bij breuk vruchtwand Fbp (N), compressie tot breuk vruchtwand Cbp (mm), energie bij breuk vruchtwand Ebp (mJ), percentage uitgeperst sap %Sap, versgewicht ponsje VG (g), hoeveelheid sap uitgeperst per ponsje HS (g) (Verkerke & Janse, 1997).

## 2.4 Chemische analyses

De vruchten werden ontdaan van onder-, bovenkant en zaadlijsten en ingevroren voor tenminste 24 uur bij -25 °C. De volgende chemische bepalingen werden uitgevoerd: refractie R ($^0$Brix), titreerbaar zuur TZ (mmol$H_3O^+$/100g), glucose Glu (g/l), fructose Fru (g/l), suikergehalte %Sui (Glu + Fru /10), sucrose Suc (g/l), citroenzuur Cit (mmol/l), appelzuur Mal (mmol/l), oxaalzuur Oxa (mmol/l) (Korpel-Arkesteijn & Van Elderen, 1994).

## 2.5 Verwerking

Multipele lineaire regressie modellen werden opgesteld met de GENSTAT Rselect and Fit procedures (Goedhart and Thissen, 1992). De data werden ook geanalyseerd met de modellen uit eerder smaakonderzoek (Verkerke *et al.*, 1998a; Tabel 3).

*Tabel 3* - Twee kandidaat-modellen uit 1997 voor de smaak van geblokte paprika rassen (BA97-1 en BA97-2; Verkerke *et al.*, 1998). C = constante; Predictoren: helling Hp (N/mm), breekkracht vruchtwand Fbp (N), afstand tot breuk vruchtwand Cbp (mm); refractie R ($^0$Brix), suikergehalte % Sui, gehalte appelzuur Mal (mmol/l); percentage verklaarde variantie $R^2_{adj}$, *Mallow's* $C_p$ en de standaarddeviatie SD.

| Model | C | Predictoren | | | | | | $R^2_{adj}$ | $C_p$ | SD |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Hp | Fbp | Cbp | R | %Sui | Mal | | | |
| BA97-1 | 144 | -0.82 | 0.36 | -40.4 | 2.81 | - | - | 66% | 2.42 | 3.7 |
| BA97-2 | 32 | - | - | - | - | 11.1 | 12.7 | 87% | 5.30 | 2.5 |

# 3. RESULTATEN (Tabel 4 - 14, Figuur 1 - 12)

## 3.1 Mei (Tabel 4 - 8; Figuur 1 - 3)

*Tabel 4 -* Sensorische aangenaamheid (SA) en chemische analyse van 15 rassen paprika (mei 1999). Refractie R ($^0$ Brix), hoeveelheid titreerbaar zuur TZ (mmol $H_3O^+$ / 100g), suikergehalte %Sui (=Glu + Fru / 10), glucose Glu (g/l), fructose Fru (g/l), sucrose Suc (g/l), citroenzuur Cit (mmol/l), appelzuur Mal (mmol/l), oxaalzuur Oxa (mmol/l).

| ras | kleur | SA | R | TZ | %Sui | Glu | Fru | Suc | Cit | Mal | Oxa |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Pax | rood | 61.5 | 7.3 | 2.9 | 5.2 | 25.2 | 26.5 | 0.7 | 11.0 | 2.48 | 0.17 |
| Esperanza | rood | 66.3 | 8.2 | 3.5 | 5.8 | 28.2 | 29.6 | 0.7 | 14.3 | 1.53 | 0.23 |
| Spirit | rood | 62.6 | 8.1 | 3.7 | 6.2 | 31.4 | 31.0 | <0.01 | 15.1 | 1.52 | 0.23 |
| BS 716 | rood | 56.2 | 7.2 | 3.9 | 4.9 | 24.1 | 25.1 | <0.01 | 11.0 | 1.93 | 0.25 |
| BS 753 | rood | 62.5 | 7.9 | 3.4 | 5.4 | 26.5 | 27.0 | 1.0 | 13.2 | 2.54 | 0.20 |
| BS 759 | rood | 56.0 | 7.5 | 3.2 | 5.2 | 25.7 | 26.7 | <0.01 | 11.4 | 1.86 | 0.17 |
| BS 586 | geel | 63.8 | 7.6 | 3.0 | 5.5 | 26.0 | 29.0 | 1.0 | 12.2 | 1.60 | 0.29 |
| BS 595 | geel | 61.5 | 7.2 | 2.5 | 5.1 | 23.8 | 27.6 | 2.5 | 11.0 | 1.99 | 0.10 |
| BS 636 | geel | 59.0 | 7.3 | 2.9 | 5.2 | 24.3 | 27.8 | 1.1 | 11.5 | 1.50 | 0.26 |
| Fiësta | geel | 59.7 | 7.1 | 2.7 | 5.1 | 24.5 | 26.2 | 1.1 | 11.5 | 1.97 | 0.21 |
| BS 653 | oranje | 64.1 | 7.9 | 3.1 | 5.7 | 27.6 | 29.6 | <0.01 | 12.0 | 1.66 | 0.16 |
| Emily | oranje | 59.0 | 7.3 | 3.1 | 5.0 | 23.8 | 26.4 | <0.01 | 10.2 | 1.58 | 0.29 |
| 28 | rood | 67.7 | 8.4 | 3.7 | 5.9 | 28.8 | 30.0 | <0.01 | 15.8 | 1.85 | 0.21 |
| 35 | geel | 66.6 | 9.1 | 3.3 | 6.7 | 33.0 | 34.4 | <0.01 | 12.7 | 3.85 | 0.14 |
| 36 | oranje | 67.2 | 9.4 | 3.1 | 7.1 | 35.7 | 35.4 | 1.1 | 13.1 | 3.65 | 0.19 |
| | p | *** | | | | | | | | | |
| | LSD 5% | 5.5 | | | | | | | | | |

- De aangenaamheid ligt gemiddeld hoog in deze dataset. Alle rassen zijn dus min of meer goed van smaak.
- De midi paprika's (28, 35 en 36) en Esperanza springen er positief uit; BS 716 en 759 zijn het minst aangenaam.
- De hoogste refractie hebben de midi paprika's, Esperanza en Spirit.
- Opvallend is het voorkomen van sucrose in de geblokte gele paprika's, waaronder Fiësta maar vooral in BS 595. Maar in ook in enkele andere rode en oranje rassen komt wat sucrose voor.

*Tabel 5 –* Opmerkingen gemaakt tijdens de smaakproef aan 15 rassen paprika in mei.

| ras | Opmerking |
|---|---|
| Pax | weinig zoet (3), niet lekker (2), weinig smaak (2), knapperig (2), sappig (2), gronderig, fruitig |
| Esperanza | zoet (4), lekker (2), fris (2), taaie schil (2), sappig (2), knapperig (2) |
| Spirit | weinig smaak (3), knapperig (3), taaie schil (3), stevig (2), vlezig (2) |
| BS 716 | weinig smaak (3), bitter (2), taaie schil (3) |
| BS 753 | taaie schil (4), knapperig (3), stug (2), fris (2) |
| BS 759 | bitter (3), zuur (2), niet lekker (2), notig, muf |
| BS 586 | weinig smaak (4), knapperig (4), taaie schil (2), zoet (2), notig, fruitig |
| BS 595 | weinig smaak (2), flauw (2), bitter (2) |
| BS 636 | taaie schil (4), weinig smaak (3), niet zoet (2) |
| Fiësta | weinig smaak (3), sappig (2), zoet (2), notig, fruitig |
| BS 653 | taaie schil (6), knapperig (3), sappig (2), zoet (2) |
| Emily | weinig smaak (5), taaie schil (3), kruidig |
| 28 | sterke smaak (3), bitter (3), zoet (2), lekker (2), niet lekker (2), fruitig |
| 35 | knapperig (4), zoet (3), weinig smaak (2), bijsmaak, peensmaak, notig, pittig |
| 36 | zoet (4), lekker (3), grondsmaak, peensmaak |

- Bij de minst smakende rassen (BS 716, BS 759) wordt bitterheid als negatieve eigenschap genoemd
- Bij de lekkerste rassen (28, 35, 36, Esperanza) worden zoetheid, knapperigheid en fris als positieve eigenschappen genoemd.

*Tabel 6 -* Fysische metingen van 14 rassen paprika (mei 1999). Percentage uitgeperst sap %Sap, hoeveelheid sap uitgeperst per ponsje HS (g), versgewicht ponsje VG (g), dikte vruchtwand Dp (mm), helling Hp (N/mm), breekkracht vruchtwand Fbp (N), compressie tot breuk vruchtwand Cbp (mm), energie tot breuk vruchtwand Ebp (mJ).

| ras | kleur | %Sap | HS | VG | Dp | Hp | Fbp | Cbp | Ebp |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Pax | rood | 68.9 | 0.27 | 0.39 | 8.62 | 65.8 | 133.3 | 2.51 | 231.4 |
| Esperanza | rood | 63.6 | 0.25 | 0.39 | 8.45 | 92.8 | 152.6 | 2.08 | 247.9 |
| Spirit | rood | 61.8 | 0.26 | 0.41 | 8.99 | 78.8 | 151.0 | 2.18 | 255.0 |
| BS 716 | rood | 61.3 | 0.24 | 0.39 | 8.48 | 65.9 | 156.3 | 2.78 | 281.5 |
| BS 753 | rood | 59.9 | 0.26 | 0.43 | 9.82 | 61.9 | 147.4 | 2.49 | 264.8 |
| BS 759 | rood | 58.6 | 0.23 | 0.39 | 8.50 | 103.8 | 166.5 | 1.93 | 264.6 |
| BS 586 | geel | 57.9 | 0.22 | 0.38 | 8.26 | 103.5 | 179.2 | 2.16 | 274.3 |
| BS 595 | geel | 59.9 | 0.22 | 0.36 | 7.91 | 121.9 | 175.1 | 1.63 | 236.7 |
| BS 636 | geel | 53.5 | 0.22 | 0.42 | 8.79 | 101.6 | 185.6 | 2.15 | 299.4 |
| Fiësta | geel | 60.3 | 0.25 | 0.41 | 8.98 | 87.2 | 167.4 | 2.16 | 273.6 |
| BS 653 | oranje | 60.9 | 0.23 | 0.37 | 8.04 | 75.3 | 171.0 | 2.54 | 277.4 |
| Emily | oranje | 60.3 | 0.23 | 0.38 | 8.38 | 77.7 | 163.0 | 2.64 | 299.4 |
| 28 | rood | 61.4 | 0.21 | 0.34 | 7.90 | 74.3 | 177.6 | 2.71 | 296.0 |
| 35 | geel | 59.4 | 0.20 | 0.33 | 7.38 | 91.2 | 173.7 | 2.22 | 251.3 |

- Het percentage sap is het laagst in BS 636 en het hoogst in Pax en Esperanza; over het algemeen verschilt het percentage sap weinig.
- De verschillen in % Sap tussen de rassen zijn veel minder groot dan bij tomaat, maar het niveau ligt hoger dan bij tomaat.
- De dunste vruchtwand heeft ras 35; de dikste BS 753.
- De hoogste breekkracht Fbp treedt op bij de gele rassen BS 586, 595, 636 en bij ras 28.
- De hoogste afstand bij breuk Cbp treedt op bij ras Pax, ras 28, BS 716, BS 653 en Emily, de laagste bij BS 595.
- Cbp is hoog in ras 28, maar de Dp is klein. Dit ras wordt als knapperig omschreven.

*Tabel 7 -* Vier kandidaat-modellen voor de smaak van 14 rassen paprika (mei 1999). C = constante; predictoren: dikte vruchtwand Dp (mm), percentage sap %Sap, breekkracht vruchtwand Fbp (N), compressie tot breuk van de vruchtwand Cbp (mm), refractie R (°Brix), sucrosegehalte Suc (g/l); percentage verklaarde variantie $R^2_{adj}$, *Mallow's* $C_p$ en de standaarddeviatie SD.

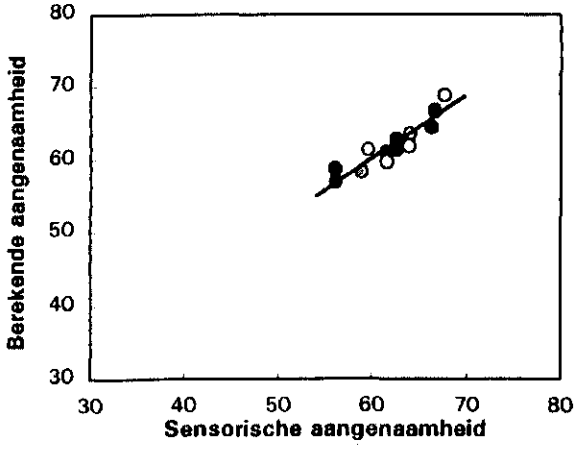
| model | C | Predictoren | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Dp | %Sap | Fbp | Cbp | R | Suc | $R^2_{adj}$ | $C_p$ | SD |
| BA99-1 | 23.4 | - | - | - | - | 4.99 | - | 60% | 0.66 | 2.31 |
| BA99-2 | -35.9 | - | 0.671 | 0.135 | - | 4.53 | - | 69% | 0.86 | 2.03 |
| BA99-3 | -147.4 | 3.72 | 1.349 | 0.333 | - | 5.38 | - | 80% | 4.51 | 1.64 |
| BA99-4 | - | - | - | - | 4.23 | 6.53 | 3.07 | 74% | 2.43 | 1.85 |

*Tabel 8 -* Sensorische aangenaamheid (SA) van 14 rassen paprika (mei 1999), berekende aangenaamheid door het beste model van mei 1999 (BA99-3, Tabel 7) en door 2 oudere modellen uit 1997 (BA97-1, BA97-2, Tabel 3). Per model staan weergegeven de parameters en de correlatie met de SA in de huidige dataset.

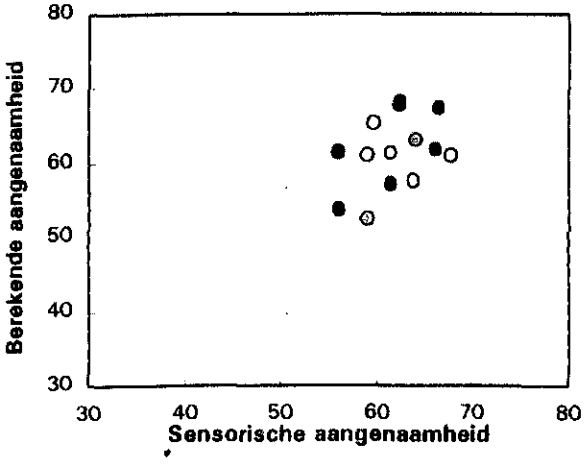
| | | | BA99-3 | BA97-1 | BA97-2 |
|---|---|---|---|---|---|
| ras | kleur | SA | R %Sap Dp Fbp | Hp Cbp Fbp R | %Sui Mal |
| Pax | rood | 61.5 | 61.3 | 57.4 | 57.9 |
| Esperanza | rood | 66.3 | 64.6 | 61.9 | 76.7 |
| Spirit | rood | 62.6 | 63.0 | 68.3 | 82.0 |
| BS 716 | rood | 56.2 | 57.4 | 53.9 | 62.1 |
| BS 753 | rood | 62.5 | 61.7 | 67.8 | 59.1 |
| BS 759 | rood | 56.0 | 58.8 | 61.7 | 66.5 |
| BS 586 | geel | 63.8 | 62.1 | 57.8 | 72.7 |
| BS 595 | geel | 61.5 | 60.0 | 61.5 | 63.8 |
| BS 636 | geel | 59.0 | 58.5 | 61.2 | 70.8 |
| Fiësta | geel | 59.7 | 61.4 | 65.5 | 63.3 |
| BS 653 | oranje | 64.1 | 63.8 | 63.2 | 74.4 |
| Emily | oranje | 59.0 | 58.4 | 52.6 | 67.7 |
| 28 | rood | 67.7 | 69.0 | 61.1 | 73.8 |
| 35 | geel | 66.6 | 67.1 | 67.6 | 57.9 |
| | *$r^2$ met SA mei* | | 0.86 | 0.16 | 0.08 |

- Het beste model voor deze dataset (BA99-3, Tabel 7) bevat parameters voor zoetheid, sappigheid, dikte vruchtwand en stevigheid vruchtwand (Figuur 1; in de figuren van dit verslag corresponderen de kleuren van de symbolen met de kleur van de vrucht: rood, geel, oranje).

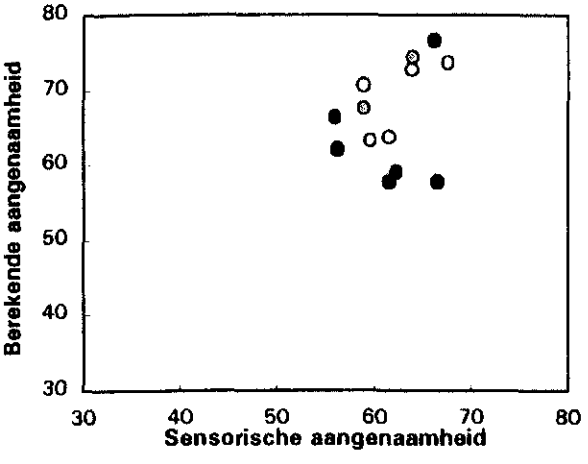
- De oude modellen uit 1997 (Tabel 3) presteren slecht bij deze dataset (Figuur 2, 3).




*Figuur 1* - Sensorische en berekende aangenaamheid van 14 rassen paprika, beste model van mei 1999 (BA99-3, Tabel 7; $r^2 = 0.86$).




*Figuur 2* - Sensorische en berekende aangenaamheid van 14 rassen geblokte paprika, model BA97-1, Tabel 3; $r^2 = 0.16$.




*Figuur 3* - Sensorische en berekende aangenaamheid van 14 rassen geblokte paprika, model BA97-2, Tabel 3; $r^2 = 0.08$.

## 3.2 **September** (Tabel 9 - 13; Figuur 4 - 6)

*Tabel 9 -* Sensorische aangenaamheid SA en chemische analyse van 15 rassen paprika (september 1999). Refractie R ($^0$ Brix), gehalte titreerbaar zuur TZ (mmol $H_3O^+$ / 100g), suikergehalte %Sui (=Glu + Fru / 10), glucose Glu (g/l), fructose Fru (g/l), sucrose Suc (g/l), citroenzuur Cit (mmol/l), appelzuur Mal (mmol/l), oxaalzuur Oxa (mmol/l).

| ras | kleur | SA | R | TZ | %Sui | Glu | Fru | Suc | Cit | Mal | Oxa |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Pax | rood | 58.7 | 8.0 | 3.2 | 5.1 | 26.5 | 24.9 | <0.01 | 13.0 | 2.55 | 0.14 |
| Esperanza | rood | 53.6 | 8.2 | 3.4 | 5.3 | 27.0 | 25.5 | <0.01 | 14.5 | 2.81 | 0.01 |
| Spirit | rood | 53.9 | 8.2 | 3.2 | 5.2 | 27.2 | 25.2 | <0.01 | 13.8 | 2.79 | 0.15 |
| BS 716 | rood | 53.2 | 7.2 | 2.8 | 4.8 | 24.3 | 23.2 | <0.01 | 12.2 | 1.92 | 0.10 |
| BS 753 | rood | 54.8 | 7.7 | 3.1 | 4.9 | 24.6 | 23.9 | <0.01 | 13.3 | 2.80 | 0.11 |
| BS 759 | rood | 56.2 | 7.5 | 2.9 | 4.7 | 24.1 | 23.3 | <0.01 | 12.6 | 2.57 | 0.13 |
| BS 586 | geel | 63.3 | 8.0 | 2.9 | 5.1 | 25.5 | 25.4 | 0.89 | 13.2 | 1.97 | 0.12 |
| BS 595 | geel | 59.2 | 7.6 | 2.7 | 4.9 | 24.9 | 24.4 | 1.20 | 13.1 | 2.48 | 0.11 |
| BS 636 | geel | 66.3 | 7.8 | 2.9 | 5.0 | 25.1 | 24.5 | 0.94 | 12.7 | 1.81 | 0.12 |
| Fiësta | geel | 60.9 | 7.6 | 2.7 | 4.9 | 24.8 | 24.0 | 1.12 | 12.8 | 2.03 | 0.06 |
| BS 653 | oranje | 60.3 | 8.1 | 3.2 | 5.1 | 25.7 | 25.1 | <0.01 | 13.7 | 2.16 | 0.22 |
| Emily | oranje | 50.5 | 8.0 | 3.1 | 5.0 | 25.2 | 24.9 | <0.01 | 13.3 | 1.71 | 0.32 |
| Spirit | rood | 50.5 | 7.3 | 2.9 | 4.5 | 23.4 | 21.7 | <0.01 | 12.2 | 2.09 | 0.20 |
| Mazurka | rood | 42.2 | 6.8 | 2.8 | 4.3 | 21.8 | 20.7 | <0.01 | 12.2 | 2.18 | 0.12 |
| 35-20 RZ | rood | 43.8 | 7.1 | 2.9 | 4.8 | 24.1 | 23.5 | <0.01 | 12.1 | 1.47 | 0.10 |
| | p | *** | | | | | | | | | |
| | LSD 5% | 5.5 | | | | | | | | | |

- Deze dataset vertoont meer spreiding in aangenaamheid. In principe is dit dus een iets betere dataset voor het bouwen van modellen.

- Van de lekkerste vruchten van de eerste inzet (de midi's) was nu geen materiaal meer beschikbaar.

- De in de praktijk opgehaalde vruchten, vooral Mazurka en 35-20 RZ, smaken het minst. De beste smaak hebben de rassen BS 586 en BS 636.

- De refractie is het hoogst in Pax, Esperanza en Spirit van herkomst Bruinsma (Code 3), BS 586, BS 653 en Emily; het laagst in BS 716, Spirit (Herkomst Sonneveld) 35-20 RZ en vooral Mazurka.

- Het suikergehalte is het hoogst in Pax, BS 886, BS 653, Esperanza en Spirit van herkomst Bruinsma (Code 3); het is het laagst in Spirit (Herkomst Sonneveld) en Mazurka.

- Opvallend is weer het gehalte sucrose in de gele rassen, maar in de andere rassen komt het niet meer voor.

*Tabel 10 –* Opmerkingen gemaakt tijdens de tweede smaakproef (september 1999).

| ras | Opmerking |
|---|---|
| Pax | knapperig (3), weinig smaak / flauw (2), rauwe smaak (1) |
| Esperanza | taai / stug (2), grassig (2), rauwe bonensmaak (1) |
| Spirit | taaie schil (3), taai / stug (2), grassig (2), rauw (1), pepersmaak (1) |
| BS 716 | weinig smaak / flauw (2), grassig (2), rauwe snijbonen (1), scherpe smaak (1) |
| BS 753 | zuur (2), grassig (2), groensmaak (1) |
| BS 759 | weinig smaak / flauw (2), grassig (2), vieze smaak (1) |
| BS 586 | zoet (4) |
| BS 595 | zacht (2), weinig smaak / flauw (4), aromatisch (1), petrochemisch (1) |
| BS 636 | knapperig (2), weinig smaak / flauw (2), zoet (5) |
| Fiësta | knapperig (2), zoet (4), aromatisch (1), onrijp (1), grassig (1) |
| BS 653 | droog (2), zoet (5), positieve smaak (1) |
| Emily | zoet (3), zuur (2), chemische smaak (1), parfumsmaak (1) |
| Spirit | taai / stug (2), weinig smaak / flauw (2), grassig (3) |
| Mazurka | taai / stug (4), bitter (3), grassig (3), vreemde bijsmaak (1), positieve smaak (1) |
| 35-20 RZ | taaie schil (2), taai / stug (7), rauwe smaak (1), aromatisch (1), vieze bijsmaak (1) |

- De minst smakende rassen worden omschreven als taai en stug.
- De lekkerste rassen worden omschreven als knapperig en zoet.
- Er zijn regelmatig opmerkingen over vieze bijsmaken.

*Tabel 11 -* Fysische metingen van 15 rassen paprika (september 1999). Percentage uitgeperst sap %Sap, hoeveelheid sap uitgeperst per ponsje HS (g), versgewicht van een ponsje VG (g), dikte vruchtwand Dp (mm), helling Hp (N/mm), breekkracht vruchtwand Fbp (N), compressie tot breuk vruchtwand Cbp (mm), energie tot breuk vruchtwand Ebp (mJ).

| ras | kleur | %Sap | HS | VG | Dp | Hp | Fbp | Cbp | Ebp |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Pax | rood | 62.1 | 0.35 | 0.57 | 7.57 | 104.4 | 181.1 | 1.91 | 253.7 |
| Esperanza | rood | 59.0 | 0.31 | 0.53 | 7.03 | 127.6 | 205.8 | 1.94 | 291.9 |
| Spirit | rood | 58.8 | 0.29 | 0.50 | 6.72 | 151.4 | 229.4 | 1.83 | 291.6 |
| BS 716 | rood | 59.9 | 0.34 | 0.56 | 7.53 | 113.9 | 183.1 | 1.86 | 263.0 |
| BS 753 | rood | 58.8 | 0.33 | 0.55 | 7.40 | 131.7 | 220.5 | 2.02 | 326.7 |
| BS 759 | rood | 57.5 | 0.34 | 0.59 | 7.74 | 111.8 | 190.0 | 2.09 | 297.8 |
| BS 586 | geel | 59.7 | 0.30 | 0.51 | 6.94 | 136.3 | 179.1 | 1.51 | 217.5 |
| BS 595 | geel | 62.1 | 0.28 | 0.46 | 6.00 | 192.8 | 247.2 | 1.51 | 276.0 |
| BS 636 | geel | 62.0 | 0.35 | 0.56 | 7.53 | 99.7 | 179.4 | 2.16 | 266.5 |
| Fiësta | geel | 62.6 | 0.33 | 0.53 | 6.95 | 140.7 | 206.9 | 1.86 | 306.9 |
| BS 653 | oranje | 62.6 | 0.31 | 0.50 | 6.69 | 131.7 | 220.3 | 1.89 | 297.1 |
| Emily | oranje | 65.8 | 0.34 | 0.51 | 6.76 | 117.6 | 195.8 | 1.96 | 261.0 |
| Spirit | rood | 60.9 | 0.30 | 0.50 | 6.82 | 116.7 | 188.6 | 1.80 | 230.4 |
| Mazurka | rood | 57.8 | 0.29 | 0.49 | 6.66 | 148.1 | 227.9 | 1.74 | 279.2 |
| 35-20 RZ | rood | 58.5 | 0.27 | 0.47 | 6.23 | 166.9 | 249.5 | 1.76 | 309.4 |

- Het percentage sap verschilde in deze dataset nauwelijks.
- De dikste vruchtwand hebben Pax, BS 753, BS 759, BS 716 en BS 636; de dunste heeft BS 595.
- De breekkracht is het hoogst in Mazurka, 35-20 RZ, BS 595 en Spirit (herkomst Bruinsma); de breekkracht is het laagst in Pax, BS 716, BS 586 en BS 636.

*Tabel 12 -* Twee kandidaat-modellen voor de smaak van 15 lijnen paprika (september 1999). C = constante; predictoren: dikte vruchtwand Dp (mm), Helling van de curve Hp (N/mm), refractie R (° Brix) en gehalte sucrose Suc (g/l); percentage verklaarde variantie $R^2_{adj}$, *Mallow's* $C_p$ en de standaarddeviatie SD.

| Model | C | Predictoren | | | | $R^2_{adj}$ | $C_p$ | SD |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Dp | Hp | R | Suc | | | |
| BA99-5 | -46.7 | 5.75 | - | 7.70 | 9.59 | 85% | 0.65 | 2.59 |
| BA99-6 | - | - | -0.098 | 8.52 | 9.92 | 81% | 2.13 | 2.90 |

*Tabel 13 -* Sensorische aangenaamheid (SA) van 15 rassen paprika (september 1999), berekende aangenaamheid door het beste model van september 1999 (BA99-5, Tabel 12) en door 2 oudere modellen uit 1997 (BA97-1 en BA97-2; Tabel 3). Per model staan weergegeven de parameters en de correlatie met de SA in de huidige dataset.

| | | | BA99-5 | BA97-1 | BA97-2 |
|---|---|---|---|---|---|
| Ras | kleur | SA | Dp R Suc | Hp Cbp Fbp R | %Sui Mal |
| Pax | rood | 58.7 | 58.3 | 68.9 | 56.7 |
| Esperanza | rood | 53.6 | 56.6 | 58.1 | 54.6 |
| Spirit | rood | 53.9 | 55.0 | 51.4 | 54.7 |
| BS 716 | rood | 53.2 | 52.0 | 61.6 | 60.3 |
| BS 753 | rood | 54.8 | 55.4 | 55.6 | 50.3 |
| BS 759 | rood | 56.2 | 55.4 | 57.5 | 52.0 |
| BS 586 | geel | 63.3 | 63.2 | 58.2 | 63.5 |
| BS 595 | geel | 59.2 | 58.2 | 35.5 | 55.2 |
| BS 636 | geel | 66.3 | 65.5 | 61.4 | 64.1 |
| Fiësta | geel | 60.9 | 62.7 | 49.5 | 60.4 |
| BS 653 | oranje | 60.3 | 54.1 | 61.6 | 61.0 |
| Emily | oranje | 50.5 | 53.9 | 61.3 | 65.9 |
| Spirit | rood | 50.5 | 49.0 | 63.9 | 55.5 |
| Mazurka | rood | 42.2 | 44.2 | 53.4 | 51.5 |
| 35-20 RZ | rood | 43.8 | 43.6 | 45.8 | 66.2 |
| | *$r^2$ deze data* | | 0.88 | 0.02 | 0.03 |

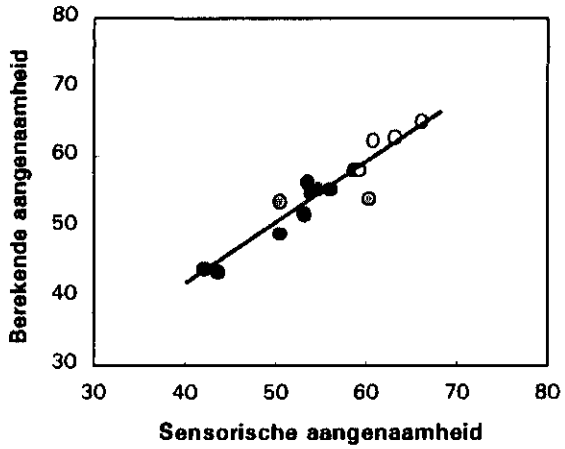
- In deze paragraaf worden de verkregen modellen vergeleken met de oude modellen (Tabel 3); de modellen uit de twee datasets van 1999 worden onderling vergeleken in paragraaf 3.3.

- Model BA99-5, met parameters voor zoetheid en dikte vruchtwand, lijkt het beste kandidaat-model voor de dataset van september 1999 (Tabel 12, Figuur 4).

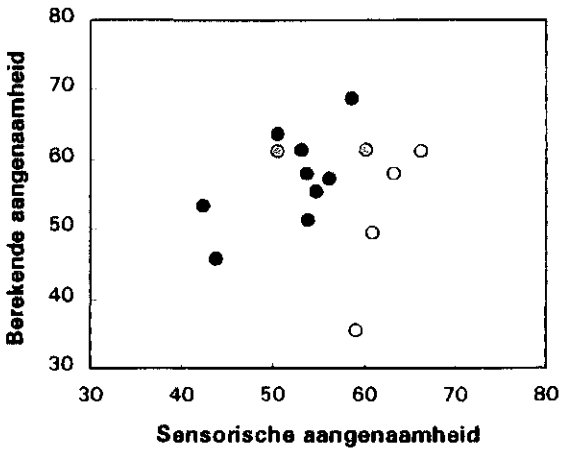
- In september blijkt de Cbp geen belangrijke bijdrage te leveren in de kandidaat-modellen. Dit komt waarschijnlijk omdat de rassen met dunne vruchtwanden ontbraken.

- Fitten van een suikergehalte waarin sucrose, al of niet gewogen, was opgenomen (Shallenberger, 1993; Verkerke *et al.*, 1998) leverde minder bruikbare modellen dan afgebeeld in Tabel 12.

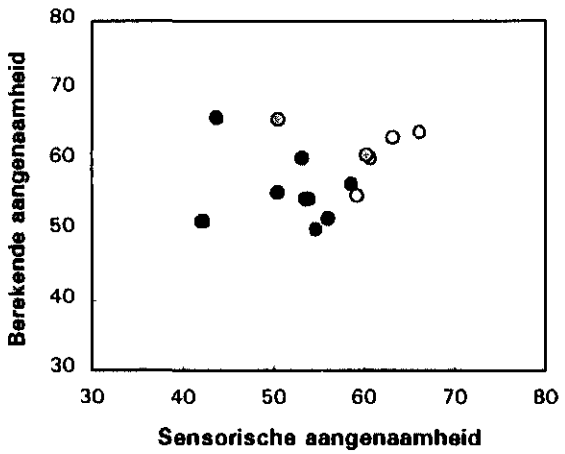
- De oude modellen uit 1997 (Tabel 3) presteren ook bij deze dataset slecht (Tabel 13, Figuur 5 - 6).




*Figuur 4 -* Sensorische en berekende aangenaamheid van 15 rassen paprika (september 1999; beste model van september 1999 (BA99-5; Tabel 12; $r^2 = 0.88$)




*Figuur 5 -* Sensorische en berekende aangenaamheid van 15 rassen paprika (september 1999; model BA97-1, Tabel 3; $r^2 = 0.02$)




*Figuur 6 -* Sensorische en berekende aangenaamheid van 15 rassen paprika (september 1999); model BA97-2, Tabel 3; $r^2 = 0.03$)

## 3.3 Vergelijking van de twee proeven uit 1999 (Tabel 14 - 18; Figuur 7 - 12)

*Tabel 14 -* Rasgemiddelde fysische metingen van de twaalf tweemaal onderzochte rassen en gemiddelde per maand van inzet. Percentage sap, dikte vruchtwand Dp (mm), helling vruchtwand Hp (N/mm), breekkracht vruchtwand Fbp (N), afstand tot breuk Cbp (mm) en energie tot breuk Ebp (mJ).

| ras | %Sap | Dp | Hp | Fbp | Cbp | Ebp |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Pax | 65.5 | 8.1 | 85.1 | 157.2 | 2.21 | 242.5 |
| Esperanza | 61.3 | 7.7 | 110.2 | 179.2 | 2.01 | 269.9 |
| Spirit | 60.3 | 7.9 | 115.1 | 190.2 | 2.01 | 273.3 |
| BS 716 | 60.6 | 8.0 | 89.9 | 169.7 | 2.32 | 272.3 |
| BS 753 | 59.4 | 8.6 | 96.8 | 184.0 | 2.26 | 295.8 |
| BS 759 | 58.1 | 8.1 | 107.8 | 178.3 | 2.01 | 281.2 |
| BS 586 | 58.8 | 7.6 | 119.9 | 179.1 | 1.84 | 245.9 |
| BS 595 | 61.0 | 7.0 | 157.4 | 211.1 | 1.57 | 256.3 |
| BS 636 | 57.8 | 8.2 | 100.6 | 182.5 | 2.16 | 283.0 |
| Fiësta | 61.5 | 8.0 | 113.9 | 187.2 | 2.01 | 290.3 |
| BS 653 | 61.8 | 7.4 | 103.5 | 195.7 | 2.22 | 287.3 |
| Emily | 63.1 | 7.6 | 97.6 | 179.4 | 2.30 | 280.2 |
| p | NS | ** | NS | NS | NS | NS |
| LSD 5% | | 0.8 | | | | |
| mei | 60.6 | 8.6 | 86.3 | 162.4 | 2.27 | 267.2 |
| september | 60.9 | 7.1 | 130.0 | 203.2 | 1.88 | 279.1 |
| p | NS | *** | *** | *** | ** | NS |
| LSD 5% | | 0.3 | 15.0 | 17.3 | 0.21 | |

- Een vergelijking van de resultaten van mei en september was alleen mogelijk tussen de eerste 12 rassen, omdat die in alle twee de sessies zijn geproefd.

- Vergelijking van sensorische aangenaamheid tussen mei en september is achterwege gelaten. Door het ontbreken van de lekkerste rassen in de tweede sessie en de minst lekkere in de eerste sessie zouden de uitslagen van sensorische aangenaamheid van andere rassen beïnvloed kunnen zijn.

- Tussen deze twaalf rassen zijn duidelijke verschillen in dikte vruchtwand Dp; BS 595 heeft de dunste en BS 753 heeft de dikste vruchtwand.

- In september is de vruchtwand gemiddeld dunner (Dp is kleiner) en steviger (Hp en Ebp zijn groter); de vruchtwand breekt eerder (Cbp is kleiner).

*Tabel 15 -* Rasgemiddelde chemische analyses van de twaalf tweemaal onderzochte rassen en gemiddelde per maand van inzet. Refractie R (° Brix), gehalte titreerbaar zuur TZ (mmol $H_3O^+$ / 100g), suikergehalte %Sui (=Glu + Fru / 10), glucose Glu (g/l), fructose Fru (g/l), sucrose Suc (g/l), citroenzuur Cit (mmol/l), appelzuur Mal (mmol/l), oxaalzuur Oxa (mmol/l).

| ras | R | TZ | %Sui | Glu | Fru | Suc | Cit | Mal | Oxa |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Pax | 7.6 | 3.1 | 5.2 | 25.9 | 25.7 | 0.36 | 12.0 | 2.52 | 0.16 |
| Esperanza | 8.2 | 3.4 | 5.5 | 27.6 | 27.6 | 0.36 | 14.4 | 2.17 | 0.12 |
| Spirit | 8.1 | 3.5 | 5.7 | 29.3 | 28.1 | 0.01 | 14.5 | 2.16 | 0.19 |
| BS 716 | 7.2 | 3.4 | 4.8 | 24.2 | 24.2 | 0.01 | 11.6 | 1.93 | 0.18 |
| BS 753 | 7.8 | 3.3 | 5.1 | 25.6 | 25.5 | 0.51 | 13.3 | 2.67 | 0.16 |
| BS 759 | 7.5 | 3.0 | 5.0 | 24.9 | 25.0 | 0.01 | 12.0 | 2.22 | 0.15 |
| BS 586 | 7.8 | 2.9 | 5.3 | 25.8 | 27.2 | 0.93 | 12.7 | 1.79 | 0.21 |
| BS 595 | 7.4 | 2.6 | 5.0 | 24.4 | 26.0 | 1.85 | 12.1 | 2.24 | 0.11 |
| BS 636 | 7.5 | 2.9 | 5.1 | 24.7 | 26.2 | 1.02 | 12.1 | 1.66 | 0.19 |
| Fiësta | 7.4 | 2.7 | 5.0 | 24.7 | 25.1 | 1.10 | 12.2 | 2.00 | 0.14 |
| BS 653 | 8.0 | 3.1 | 5.4 | 26.7 | 27.4 | 0.01 | 12.9 | 1.91 | 0.19 |
| Emily | 7.6 | 3.1 | 5.0 | 24.5 | 25.7 | 0.01 | 11.8 | 1.65 | 0.31 |
| p | * | NS | * | * | * | ** | * | NS | NS |
| LSD 5% | 0.5 | | 0.4 | 2.6 | 2.0 | 0.73 | 1.7 | | |
| mei | 7.5 | 3.1 | 5.4 | 25.9 | 27.7 | 0.68 | 12.0 | 1.85 | 0.21 |
| september | 7.8 | 3.0 | 5.0 | 25.4 | 24.5 | 0.35 | 13.2 | 2.30 | 0.13 |
| p | * | NS | *** | NS | *** | * | ** | ** | ** |
| LSD 5% | 0.2 | | 0.2 | | 0.8 | 0.30 | 0.7 | 0.28 | 0.06 |

- Er zijn tussen deze 12 rassen duidelijke verschillen in refractie, afzonderlijke suikers en citroenzuur.
- De refractie en het suikergehalte zijn het hoogst in Esperanza, Spirit en BS 653 en het laagst in BS 716.
- De gele rassen BS 586, 595, 636 en Fiësta bevatten zowel in mei als september sucrose, maar in de andere rassen komt geen sucrose meer voor (Tabel 9).
- De refractie is in september hoger, maar de gehaltes fructose en sucrose zijn lager. In september komt er meer citroenzuur en appelzuur, maar minder oxaalzuur voor. Ook zijn er meer opmerkingen over bijsmaken (zie Tabel 5 en 10).

*Tabel 16 -* Prestaties van de beste kandidaat-modellen uit 1999 (BA99-3, BA99-5) op de twee datasets van 1999. Sensorische aangenaamheid SA en de door twee modellen berekende aangenaamheid BA van 14 rassen in mei en van 15 rassen in september 1999; voor elk staat de correlatie met de sensorische aangenaamheid weergegeven.

| Ras | kleur | SA mei | BA99-3 | BA99-5 | SA sept | BA99-3 | BA99-5 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Pax | rood | 61.5 | 61.3 | 65.9 | 58.7 | 67.8 | 58.3 |
| Esperanza | rood | 66.3 | 64.6 | 71.8 | 53.6 | 70.8 | 56.6 |
| Spirit | rood | 62.6 | 63.0 | 67.2 | 53.9 | 77.3 | 55.0 |
| BS 716 | rood | 56.2 | 57.4 | 57.4 | 53.2 | 61.0 | 52.0 |
| BS 753 | rood | 62.5 | 61.7 | 80.5 | 54.8 | 74.4 | 55.4 |
| BS 759 | rood | 56.0 | 58.8 | 59.8 | 56.2 | 62.4 | 55.4 |
| BS 586 | geel | 63.8 | 62.1 | 68.8 | 63.3 | 61.6 | 63.2 |
| BS 595 | geel | 61.5 | 60.0 | 78.3 | 59.2 | 82.1 | 58.2 |
| BS 636 | geel | 59.0 | 58.5 | 70.5 | 66.3 | 65.9 | 65.5 |
| Fiësta | geel | 59.7 | 61.4 | 70.3 | 60.9 | 72.8 | 62.7 |
| BS 653 | oranje | 64.1 | 63.8 | 60.1 | 60.3 | 78.7 | 54.1 |
| Emily | oranje | 59.0 | 58.4 | 57.5 | 50.5 | 74.7 | 53.9 |
| 28 | rood | 67.7 | 69.0 | 63.4 | - | - | - |
| 35 | geel | 66.6 | 67.1 | 66.2 | - | - | - |
| Spirit | rood | - | - | - | 50.5 | 62.3 | 49.0 |
| Mazurka | rood | - | - | - | 42.2 | 68.0 | 44.2 |
| 35-20 RZ | rood | - | - | - | 43.8 | 75.7 | 43.6 |
| | | $R^2$ SA | 0.80 | 0.08 | $r^2$ SA | 0.01 | 0.85 |

- Het is duidelijk dat met de beste modellen van de afzonderlijke datasets in een andere dataset zeer weinig wordt verklaard.

- In het beste model per dataset is waarschijnlijk sprake van overfitting. Er moet daarom worden gezocht naar modellen die per dataset minder verklaren, maar voor andere datasets meer doen.

- Dit is uitgevoerd door de data van de twee proeven samen te voegen, de Rselect procedure uit te voeren en de resultaten van de kandidaat-modellen te plotten (Figuur 7 - 10, Tabel 17, 18).

- Voor validatie van deze modellen moeten weer smaakproeven worden uitgevoerd.

*Tabel 17* - Kandidaat-modellen smaak paprika van alle onderzochte rassen in mei en september (29 waarnemingen). C = constante; predictoren: Helling van de curve Hp (N/mm), breekkracht Fbp (N), compressie tot breuk Cbp (mm), refractie R (°Brix) en gehalte sucrose Suc (g/l); percentage verklaarde variantie $R^2_{adj}$, *Mallow's* $C_p$ en de standaarddeviatie SD.

| model | C | Predictoren | | | | | $R^2_{adj}$ | $C_p$ | SD |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Hp | Fbp | Cbp | R | Suc | | | |
| BA99-7 | - | - | - | - | 7.32 | 5.10 | 53% | 23.93 | 4.35 |
| BA99-8 | - | -0.091 | - | - | 8.57 | 5.75 | 76% | 2.14 | 3.13 |
| BA99-9 | -24.5 | - | - | 9.02 | 8.00 | 6.43 | 75% | 2.72 | 3.19 |
| BA99-10 | - | - | -0.062 | 5.15 | 7.41 | 5.40 | 78% | 1.34 | 2.96 |

- De prestaties van deze modellen op de afzonderlijke datasets staan afgebeeld in Tabel 18 en Figuur 7 - 10;

- De prestaties van model BA99-10 staan afgebeeld voor de samengevoegde dataset in Figuur 11.

- De residuplots van alle bruikbare modellen staan afgebeeld in Figuur 12.

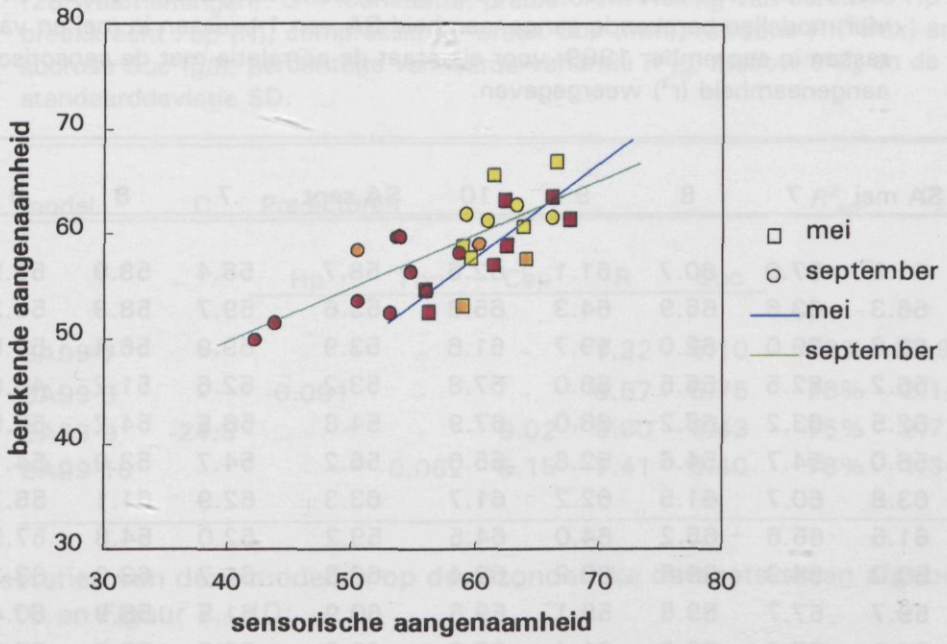
- Een model met dezelfde parameters als BA99-9 kon in mei ook gefit worden (BA99-4, Tabel 7), maar de coëfficiënten verschillen uiteraard. Een model met dezelfde parameters als BA99-8 kon in september worden gefit (BA99-6, Tabel 12), maar de coëfficiënten verschillen ook.

- Bij fitten van de parameters uit model BA99-8 op de afzonderlijke data van mei blijkt de t-waarde voor Hp net niet significant te zijn. Ook bij fitten van de parameters uit model BA99-10 op de afzonderlijke data van mei blijkt de t-waarde voor Fbp net niet significant te zijn. Bij fitten van de parameters uit model BA99-9 en 10 op de afzonderlijke data van september blijkt de t-waarde voor Cbp net niet significant te zijn (resultaten niet afgebeeld).

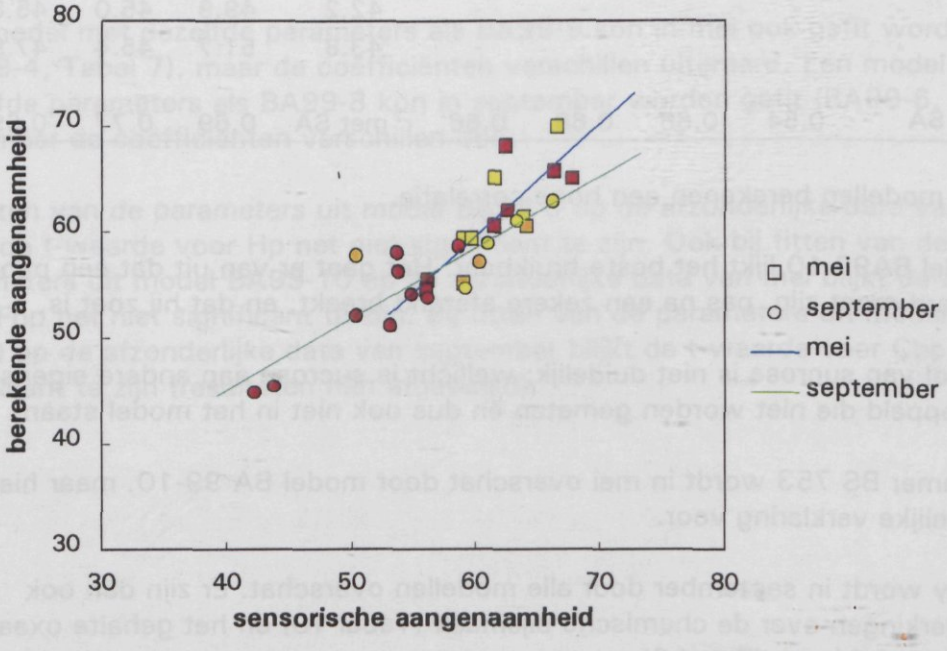
*Tabel 18 -* Prestaties van de kandidaat-modellen over alle data van 1999 (BA99-7, 8, 9 en 10) op de twee datasets van 1999. Sensorische aangenaamheid SA en de door vier modellen berekende aangenaamheid BA van 14 rassen in mei en van 15 rassen in september 1999; voor elk staat de correlatie met de sensorische aangenaamheid ($r^2$) weergegeven.

| Ras | SA mei | 7 | 8 | 9 | 10 | SA sept | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Pax | 61.5 | 57.0 | 60.7 | 61.1 | 62.6 | 58.7 | 58.4 | 58.9 | 56.5 | 57.7 |
| Esperanza | 66.3 | 63.6 | 65.9 | 64.3 | 65.8 | 53.6 | 59.7 | 58.3 | 58.2 | 57.7 |
| Spirit | 62.6 | 59.0 | 62.0 | 59.7 | 61.6 | 53.9 | 59.9 | 56.4 | 57.5 | 55.9 |
| BS 716 | 56.2 | 52.5 | 55.5 | 58.0 | 57.8 | 53.2 | 52.6 | 51.2 | 49.8 | 51.5 |
| BS 753 | 62.5 | 63.2 | 68.2 | 68.0 | 67.9 | 54.8 | 56.5 | 54.2 | 55.5 | 54.0 |
| BS 759 | 56.0 | 54.7 | 54.6 | 52.8 | 55.0 | 56.2 | 54.7 | 53.9 | 54.1 | 54.4 |
| BS 586 | 63.8 | 60.7 | 61.5 | 62.2 | 61.7 | 63.3 | 62.9 | 61.1 | 58.7 | 60.6 |
| BS 595 | 61.5 | 65.6 | 65.2 | 64.0 | 64.5 | 59.2 | 62.0 | 54.8 | 57.9 | 55.5 |
| BS 636 | 59.0 | 58.9 | 59.5 | 60.2 | 59.4 | 66.3 | 61.7 | 63.0 | 63.3 | 62.7 |
| Fiësta | 59.7 | 57.7 | 59.5 | 59.1 | 59.5 | 60.9 | 61.5 | 58.9 | 60.4 | 59.2 |
| BS 653 | 64.1 | 57.6 | 60.6 | 61.4 | 60.8 | 60.3 | 59.2 | 57.3 | 57.3 | 56.0 |
| Emily | 59.0 | 53.2 | 55.2 | 57.5 | 57.3 | 50.5 | 58.6 | 57.9 | 57.2 | 57.3 |
| 28 | 67.7 | 61.4 | 65.1 | 67.0 | 65.1 | - | - | - | - | - |
| 35 | 66.6 | 66.9 | 70.1 | 68.7 | 68.5 | - | - | - | - | - |
| Spirit | - | - | - | - | - | 50.5 | 53.6 | 52.2 | 50.4 | 51.9 |
| Mazurka | - | - | - | - | - | 42.2 | 49.9 | 45.0 | 45.8 | 45.4 |
| 35-20 RZ | - | - | - | - | - | 43.8 | 51.7 | 45.4 | 47.9 | 45.9 |
| $r^2$ met SA | | 0.54 | 0.66 | 0.68 | 0.66 | $r^2$ met SA | 0.69 | 0.77 | 0.69 | 0.80 |

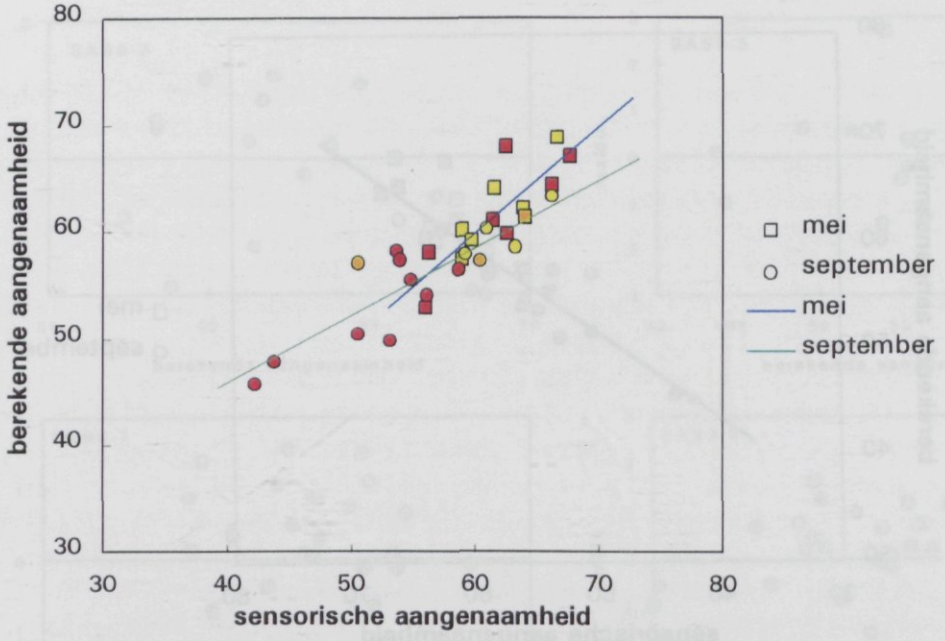
- Alle modellen berekenen een hoge correlatie.
- Model BA99-10 lijkt het beste bruikbaar. Het gaat er van uit dat een paprika niet te hard moet zijn, pas na een zekere afstand breekt, en dat hij zoet is.
- De rol van sucrose is niet duidelijk; wellicht is sucrose aan andere eigenschappen gekoppeld die niet worden gemeten en dus ook niet in het model staan.
- Nummer BS 753 wordt in mei overschat door model BA 99-10, maar hier is geen duidelijke verklaring voor.
- Emily wordt in september door alle modellen overschat. Er zijn dan ook opmerkingen over de chemische bijsmaak (Tabel 10) en het gehalte oxaalzuur is dan relatief hoog (Tabel 9).



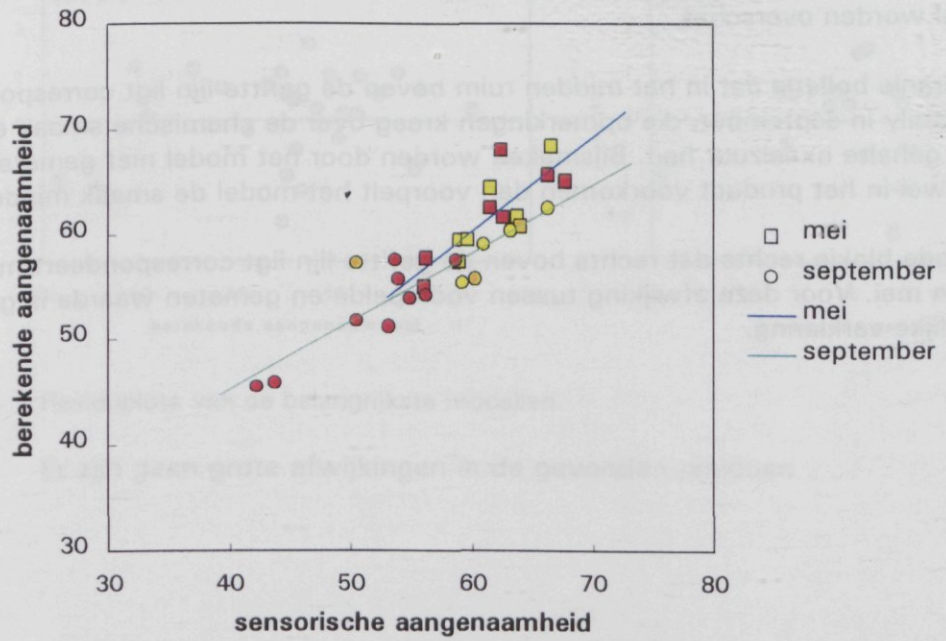

*Figuur 7 -* Sensorische en berekende aangenaamheid van 29 waarnemingen smaak paprika, mei en september apart gefit. BA is berekend met model BA99-7 aan de hand van R en Suc (Tabel 17); $r^2$ *mei* = 0.54, $r^2$ *september* = 0.69.



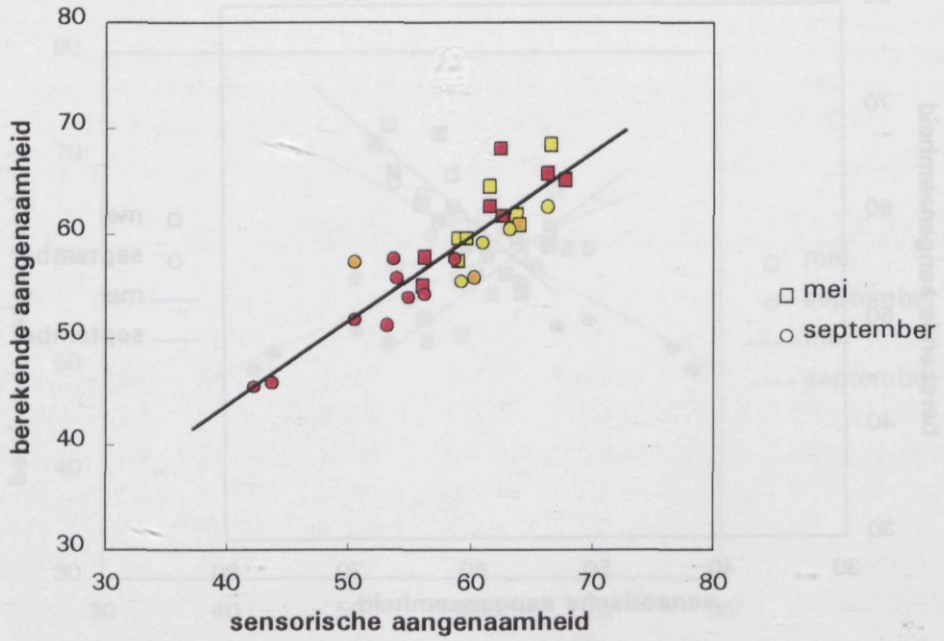

*Figuur 8 -* Sensorische en berekende aangenaamheid van 29 waarnemingen smaak paprika, mei en september apart gefit. BA is berekend met model BA99-8 aan de hand van Hp, R en Suc (Tabel 17); $r^2$ mei = 0.66, $r^2$ september = 0.77.




*Figuur 9 -* Sensorische en berekende aangenaamheid van 29 waarnemingen smaak paprika, mei en september apart gefit. BA is berekend met model BA99-9 aan de hand van Cbp, R en Suc (Tabel 17); $r^2$ mei = 0.68, $r^2$ september = 0.69.




*Figuur 10 -* Sensorische en berekende aangenaamheid van 29 waarnemingen smaak paprika, mei en september apart gefit. BA is berekend met model BA99-10 aan de hand van Fbp, Cbp, R en Suc (Tabel 17); $r^2$ mei = 0.66, $r^2$ september = 0.80.

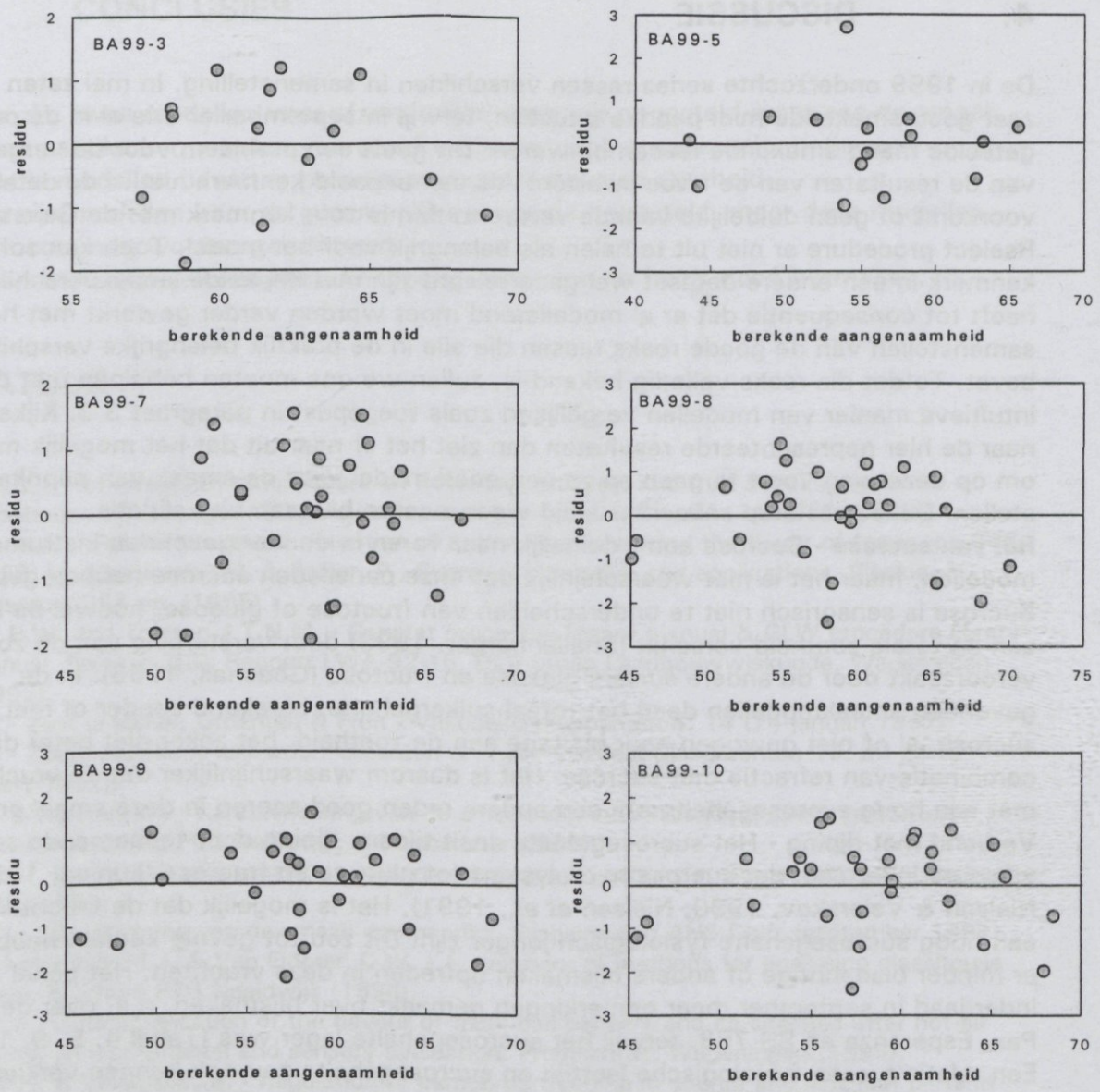



*Figuur 11* - Sensorische en berekende aangenaamheid van 29 waarnemingen smaak paprika, mei en september samengevoegd. BA is berekend met model BA99-10 aan de hand van Fbp, Cbp, R en Suc (Tabel 17); $r^2$ mei en september = 0.81.

- Uit deze figuur blijkt nog eens dat sommige rassen in mei of september door het model worden overschat.

- Het oranje bolletje dat in het midden ruim boven de gefitte lijn ligt correspondeert met Emily in september, die opmerkingen kreeg over de chemische smaak en een hoog gehalte oxaalzuur had. Bijsmaken worden door het model niet gemeten; als deze wel in het product voorkomen dan voorpelt het model de smaak minder goed.

- Het rode blokje rechts dat rechts boven de gefitte lijn ligt correspondeert met BS 753 in mei. Voor deze afwijking tussen voorspelde en gemeten waarde is geen duidelijke verklaring.




*Figuur 12 -* Residuplots van de belangrijkste modellen.

- Er zijn geen grote afwijkingen in de gevonden residuen

# 4. DISCUSSIE

De in 1999 onderzochte series rassen verschilden in samenstelling. In mei zaten er drie zeer goed smakende midi paprika's tussen, terwijl in september er drie al in de praktijk geteelde matig smakende rassen bij waren. Dit geeft een probleem voor de vergelijking van de resultaten van de twee inzetten. Als een bepaald kenmerk niet in de dataset voorkomt of geen duidelijke variatie vertoont, dan is zo'n kenmerk met de Genstat Rselect procedure er niet uit te halen als belangrijk voor het model. Toch kan zo'n kenmerk in een andere dataset wel gecorreleerd zijn met bepaalde smaakverschillen. Dit heeft tot consequentie dat er al modellerend moet worden verder gewerkt met het samenstellen van de goede reeks rassen die alle in de praktijk belangrijke verschillen bevat. Totdat die reeks volledig bekend is, zullen we ons moeten behelpen met de intuïtieve manier van modellen vergelijken zoals toegepast in paragraaf 3.3. Kijken we naar de hier gepresenteerde resultaten dan ziet het er naar uit dat het mogelijk moet zijn om op deze weg voort te gaan en zo een goed model voor de smaak van paprika op te stellen. De laatste stap zal echter altijd weer moeten bestaan uit validatie.

**Rol van sucrose** - Sucrose komt duidelijk naar voren in de hier gevonden instrumentele modellen, maar het is niet waarschijnlijk dat onze panelleden sucrose hebben geproefd. Sucrose is sensorisch niet te onderscheiden van fructose of glucose, hoewel de bijdrage aan de totale zoetheid verschilt (Shallenberger, 1993) door versterking van de zoetheid veroorzaakt door de andere suikers glucose en fructose (Godshall, 1959). In de gevonden smaakmodellen deed het totaal suikergehalte, berekend zonder of met sucrose, al of niet gewogen naar bijdrage aan de zoetheid, het zeker niet beter dan de combinatie van refractie met sucrose. Het is daarom waarschijnlijker dat de vruchten met een hoog sucrosegehalte om een andere reden goed scoren in deze smaakproeven.

**Verband met rijping** - Het sucrosegehalte daalt tijdens rijping door toenemende activiteit van zure invertase, dat sucrose hydrolyseert tot glucose en fructose (Luning, 1995; Nielsen & Veierskov, 1990; Nielsen *et al.*, 1991). Het is mogelijk dat de vruchten met een hoog sucrosegehalte fysiologisch jonger zijn. Dit zou tot gevolg kunnen hebben dat er minder bladachtige of andere bijsmaken optreden in deze vruchten. Het panel heeft inderdaad in september meer opmerkingen gemaakt over bijsmaken, o.a. over de rassen Pax, Esperanza en BS 753, terwijl het sucrosegehalte lager was (Tabel 4, 5, 9, 10, 15). Een relatie tussen fysiologische leeftijd en sucrosegehalte zou ook kunnen verklaren waarom het sucrosegehalte in mei lager is dan in september (Tabel 15). Bij een hogere teelttemperatuur is de uitgroeiduur korter (Bakker, 1989). Wellicht was de uitgroeiduur van de vruchten in mei korter, zodat de hydrolyse van sucrose nog niet volledig was. Het is mogelijk dat de gele rassen die sucrose bevatten ook een kortere uitgroeiduur hebben dan andere rassen. De betere smaak is echter waarschijnlijk niet te danken aan sucrose, maar aan andere factoren.

**Verder onderzoek** - De karakterisering van knapperigheid moet worden verbeterd. Hiervoor is aanvullend onderzoek nodig met het PBG expertpanel, metingen met de druk-trekbank en analyse van de gegevens met PCA. Het optreden van bijsmaken als grassigheid en petrochemische smaak is een gegeven in paprika. Grassigheid wordt onder andere veroorzaakt door de aanwezigheid van de aromatische verbindingen als (Z)-3-hexanal en (Z)-2-hexanal (Luning 1995; Visai & Vanoli, 1997). Bepaling van deze stoffen is alleen mogelijk met GCMS. Als er dus veel bijsmaken aanwezig zijn wordt het moeilijk om met de in dit onderzoek opgestelde methoden de smaak van paprika's te verklaren. Zijn er weinig bijsmaken, dan zijn er wel kansen voor dit soort modellen. Het lijkt dus mogelijk om met de hier gevonden modellen door instrumentele metingen een garantie op smaak van paprika's te geven.

# 5. CONCLUSIES

- Er zijn twee modellen voor afzonderlijke datasets opgesteld waarmee de smaak van paprika kan worden voorspeld op basis van instrumentele metingen.
- Deze modellen bevatten parameters voor textuur en zoetheid.
- Er zijn modellen voor de gezamenlijke datasets opgesteld, maar deze modellen moeten nog worden gevalideerd.
- Een lekkere paprika is zoet, knapperig, niet stug en heeft geen bijsmaken.

# LITERATUUR


Bakker, J.C. - The effects of temperature on flowering, fruit set and fruit development of glasshouse sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). J. Hort. Sci. **64:** 313-320 (1989).

Godshall, M.A. - Role of sucrose in retention of aroma and enhancing the flavor of foods, pp 248 - 263. In: Mathlouthi, M. & Reiser, P., Sucrose, properties and applications. Blackie, Glasgow, 294 pp. (1995).

Goedhart P.W. and Thissen J.T.N.M. - Genstat procedure library manual & GLW procedure library manual. Release 2[3]. Rapport LWA-92-15, DLO-groep Landbouwwiskunde, Wageningen (1992).

Janse, J. - Zoet is lekker. Groenten & Fruit / Vakdeel Glasgroenten **4:** 14 (24 januari 1997).

Janse, J. - Zoete paprika is lekkerder. Groenten & Fruit / Vakdeel Glasgroenten **10:** 20-21 (6 maart 1992).

Janse, J. & Kersten, M. - Karakterisering van de smaak van verschillende paprikatypen. Kort Onderzoekverslag PBG Naaldwijk (19 december 1996).

Jong, J. de - Onderzoek naar smaak en suikerpercentages bij paprika's. Stageverslag Hogeschool Delft (1999).

Keijzer, C. - Objectivering van de smaak van paprika. Stageverslag AHS Delft (september 1997).

Korpel-Arkesteijn V.M.J. & Van Elderen C.W. - A summary of methods for analysing glasshouse crops. Brochure PTG Naaldwijk (1994).

Luning, P.A. - Characterisation of the flavour of fresh bell peppers and its changes after hot-air drying; an instrumental and sensory evaluation. Proefschrift, Wageningen (1995).

Nielsen, T.H. & Veierskov, B. - Regulation of carbon partitioning in source and sink leaf parts in sweet pepper (Capsicum annuum L.) plants. Role of fructose 2,6-bisphosphate. Plant Physiol. **93:** 637-641 (1990).

Nielsen, T.H., Skjaerbaek, H.C., Karlsen, P. - Carbohydrate metabolism during fruit development in sweet pepper (Capsicum annuum) plants. Physiol. Plant. **82:** 311-319 (1991).

Shallenberger R.S. - Taste Chemistry. Blackie, London, 613 pp (1993).

Verkerke W. & Janse J. - Measuring sweetness and mealiness of tomato fruit. In: Jeronimidis G. and Vincent J.F.V. (Eds.). Plant Biomechanics 1997: Conference Proceedings I. Centre for Biomimetics, The University of Reading, pp. 289 - 294 (1997).

Verkerke, W. & J. Janse - Lekkere paprika is zoet zonder bijsmaak. Groenten & Fruit / Vakdeel Glasgroenten **8:** 6 - 7 (1998).

Verkerke, W, M. Kersten & J. Janse - Instrumentele parameters voor smaak bij paprika. Intern verslag PBG **128** (1998a).

Verkerke W., Janse J. & Kersten M. - Instrumental measurement and modelling of tomato fruit taste. Acta Horticulturae **456:** 199 - 205 (1998b).

Verkerke, W, M. Kersten - Instrumentele parameters voor smaak bij paprika 1998. Intern verslag PBG **173** (1998).

Visai C. & M. Vanoli (1997) - Volatile compound production during growth and ripening of peaches and nectarines. Sci. Hort. **70:** 15-24 (1997).