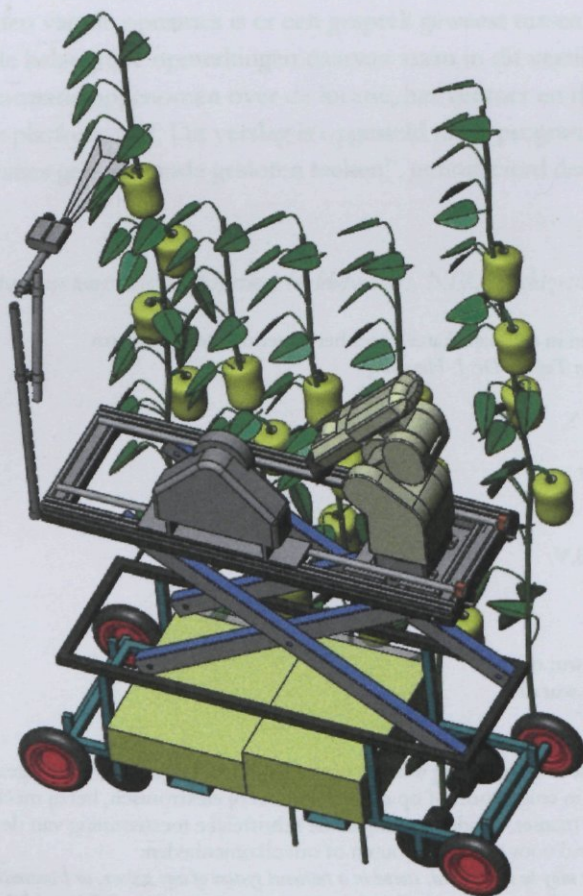


Abstract

Colofon

Experimenten in een paprikateelt met het experimenteer platform



Ing. B.A.J. van Tuijl
Dr. J. Hemming

Rapport 306

LSN 1749801

Colofon

Titel	Experimenten in een paprikateelt met het experimenteer platform
Auteur(s)	Ing. B.A.J. van Tuijlen Dr. J. Hemming
A&F nummer	306
ISBN nummer	90-6754-860 X
Publicatiedatum	12-2004
Project code.	630.54102.03

Agrotechnology & Food Innovations B.V.
P.O. Box 17
NL-6700 AA Wageningen
Tel: +31 (0)317 475 024
E-mail: info.agrotechnologyandfood@wur.nl
Internet: www.agrotechnologyandfood.wur.nl

© Agrotechnology & Food Innovations B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veelevoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, hetzij mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever. De uitgever aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele fouten of onvolkomenheden.

All right reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system of any nature, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior permission of the publisher. The publisher does not accept any liability for the inaccuracies in this report.

Dit rapport is goedgekeurd door: J.C. Bakker



Het kwaliteitsmanagementsysteem van Agrotechnology & Food Innovations B.V. is gecertificeerd door SGS International Certification Services EESV op basis van ISO 9001:2000.

Abstract

Dit verslag geeft weer hoe met het experimenteer platform van A&F, Greenhouse Technology beeldopnames zijn genomen bij Van Ruijven Paprika te Steenbergen. Opnames van het gewas zijn verkregen door gebruik van zowel kleurencamera's (VIS) als ook een Nabij Infrarood (NIR) camerasysteem. Met het NIR systeem is het mogelijk, gebaseerd op de spectrale reflectieeigenschappen, vruchten van bladeren te onderscheiden en in het gewas te lokaliseren. Het systeem kan geen onderscheid maken tussen stengels en bladeren. Camerabeelden gemaakt vanaf de zijkant van het gewas zijn niet of nauwelijks inzetbaar om de vruchtzetting te bepalen. Naast het nemen van de opnames is er een gesprek geweest tussen Michiel van Ruyven en de auteurs. Enkele belangrijke opmerkingen daarvan staan in dit verslag weergegeven. Daarnaast is praktische informatie opgenomen over de locatie, het vervoer en de eerste ervaringen met het experimenteer platform zelf. Dit verslag is opgesteld t.b.v. programma "400-IV Systeminnovaties geïntegreerde gesloten teelten", gefinancierd door LNV in opdracht van PPO glastuinbouw.

Keywords: *experimenteerplatform, paprika, beeldopnames, NIR, vruchtzetting*

Content

Abstract	3
1 Inleiding	5
2 Methoden	6
2.1 Opname van gewas delen met verschillende camera's	7
2.1.1 Opname plan in het NIR gebied.	7
2.1.2 Opname plan in het VIS gebied met verschillende lenzen.	7
2.2 Het NIR camera systeem	8
2.3 Vruchten detecteren in het gewas met NIR (Serie 1)	8
2.4 Vruchtzetting detecteren met NIR (Serie 2)	9
2.5 Vruchten en stengels detecteren in het gewas met NIR (Serie 3,4 en 5)	9
2.6 Vruchtzetting detecteren met VIS (Serie 6)	11
3 Resultaten	12
3.1 Opname in het NIR gebied	12
3.1.1 Vruchten en vruchtzetting detecteren in het gewas met NIR	12
3.1.2 Stengels detecteren met NIR	14
3.2 Opnames met kleurencamera (VIS gebied)	16
4 Discussie	19
4.1 Discussie experimenteer platform	19
4.2 Discussie vision	20
5 Conclusies	21
5.1 Conclusie experimenteer platform	21
5.2 Conclusie vision technieken	21
Literatuur	22
Dankbetuiging	23
Bijlagen	24

1 Inleiding

Naar aanleiding van een brainstorm sessie gehouden in het voorjaar van 2004 gehouden bij PPO Aalsmeer is de aanzet tot deze korte proef gegeven. Uit de sessie kwam naar voren dat bij automatisering in de paprika teelt het bedekt zijn van de vruchten door blad een probleem vormt. Ook zag men kansen voor beeldverwerkingstechnieken als daarmee geautomatiseerd vruchtzetting gedetecteerd kon worden. A&E greenhouse technology heeft hierop gereageerd door voor te stellen met het experimenteer platform bij een paprikateiler opnames te gaan maken van het gewas. Met de opnames van paprika planten zou daarna de mogelijkheid onderzocht worden om een vrucht te detecteren achter blad en getest worden of het tellen van vruchten na de vruchtzetting in de top van de plant mogelijk is.

Voor de eerste keer zou het platform gebruikt gaan worden dus wordt het experiment niet alleen betrokken op het maken en verwerken van opnames maar ook op de praktische inzetbaarheid van het hele platform.

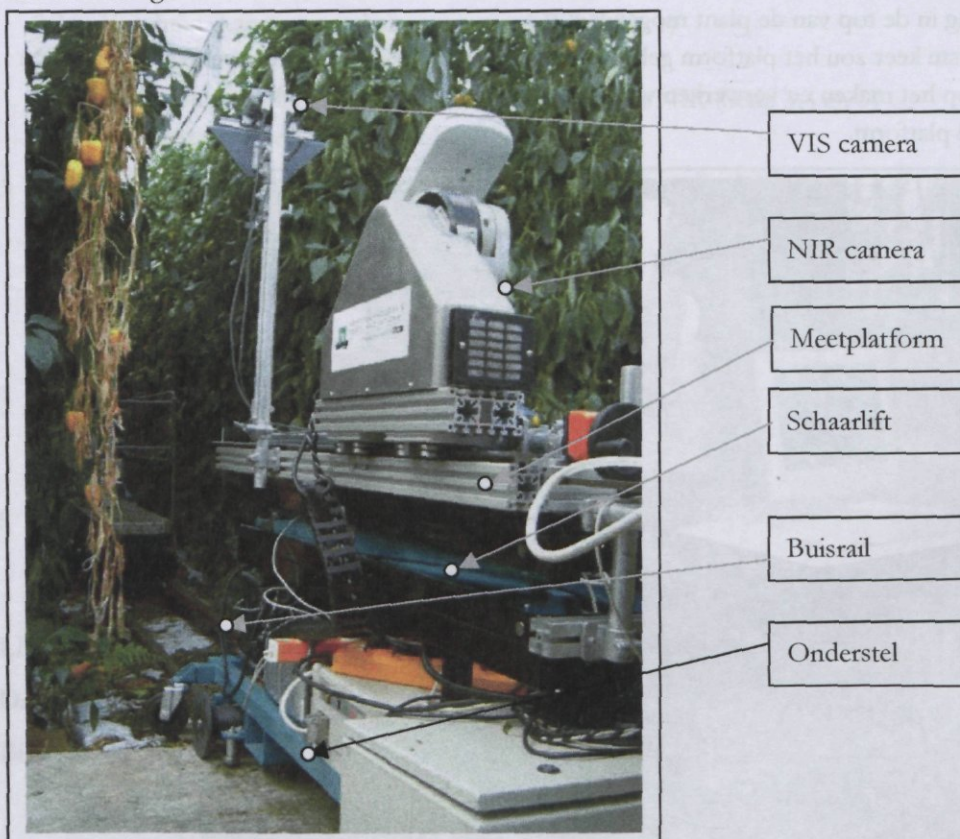


Figuur 1: experimenteer platform.

In de Bijlage 1, Bijlage 2 en Bijlage 3 zijn enkele stukken opgenomen die aanleiding hebben gegeven tot dit stukje onderzoek zoals enkele adressen, de route naar Van Ruyven Paprika met contact informatie, de achtergrond van het probleem vruchtzetting en andere kenmerken van de paprika teelt zoals verteld door Leonie van Hogendonk van PPO glastuinbouw tijdens een telefonisch interview.

2 Methoden

De paprika teler M. van Ruyven te Steenberghe heeft 6 ha. gele paprika's staan in een hoogopgaande teelt. Het verwarmingsnet tussen de plantrijen is gebruikt om het experimenteerplatform langs de planten te verplaatsen. Het experimenteerplatform bestaat uit een onderstel wat geschikt is gemaakt voor het vervoer op verschillende buisrail maten en op vlakke ondergronden. Een stijf meetplatform is met dit onderstel verbonden door een schaarlift. Het stijve meetplatform is de basis voor enkele camera's die in deze proef zijn ingezet. Hieronder is weergegeven hoe het experimenteerplatform in de kas op de buisrail wordt gereden bij aanvang van de meting.



Figuur 2: experimenteerplatform bijna op de buisrail met de verschillende camera's en de belangrijkste onderdelen van het platform zijn uitgelicht.

2.1 Opname van gewas delen met verschillende camera's

Met het experimenteerplatform worden in een aantal series opnames gemaakt. Serie 1 tot en met 5 zijn gemaakt met een nabij infra rood (NIR) camera ontwikkeld voor de oogstrobot (Meuleman et al. 2000). Deze camera levert beelden met een resolutie van 768 x 512 pixels. Serie 6 tot en met 8 zijn gemaakt met een progressive scan 1 CCD chip kleuren camera (Sony DFW-X700). Deze camera maakt beelden met een resolutie van 1024 x 768 pixels in het zichtbaar gebied, visible light (VIS).

2.1.1 Opname plan in het NIR gebied.

Serie 1: NIR verplaatsing platform in de rij om de 30cm

- Om de 30 cm opnames
- Flits intensiteit 8.0
- Max. lifthoogte: 200 cm + camera hoogte.

Serie 2: NIR met gezakte planten.

- 2 planten gezakt om top met vruchtzetting in beeld te zien
- Flits intensiteit 8.0

Serie 3: NIR Langs stengel 1

- serie opnames (om de 20 cm) langs een plantenstengel
- Flits intensiteit 8.0

Serie 4: NIR Langs stengel 2

- serie opnames (om de 20 cm) langs een plantenstengel
- Flits intensiteit 8.0

Serie 5: NIR Langs stengel 2 met lagere flitsintensiteit

- serie opnames (om de 20 cm) langs een plantenstengel
- Flits intensiteit 7.5

2.1.2 Opname plan in het VIS gebied met verschillende lenzen.

Serie 6: VIS verplaatsing platform in de rij om de 30 cm (8mm en 4.8 mm lens)

- Om de 30 cm opnames

Serie 7: VIS Plant 7

- Opnames van de top van plant 7 met en zonder achtergrond

Serie 8: VIS Plant 7 Telelens en 8mm lens

- Opnames van de top van plant 7 met verschillende lens typen

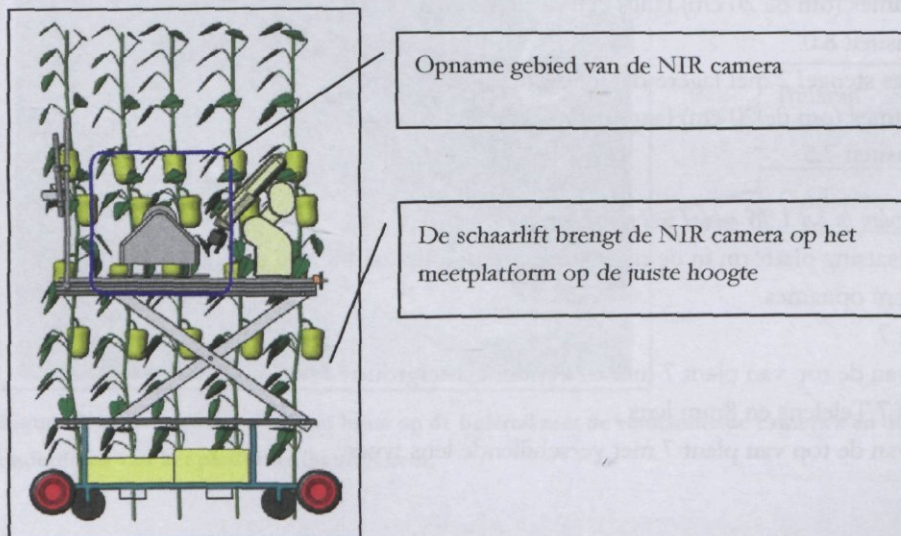
- Het NIR camera systeem

Het gebruikte NIR camera systeem is ontwikkeld voor de komkommer oogstrobot. Het bestaat uit twee gesynchroniseerde charge coupled device (CCD) camera's, die aan één optisch systeem met een 4.8 mm groothoeklens gekoppeld zijn. Elke van de twee grijswaarde camera's is voorzien van een filter, de ene bij 850 nm en de andere bij 970 nm. Rond de cameralens is een ringvormige flits lamp geplaatst. Deze maakt het mogelijk opnames te genereren die nagenoeg niet beïnvloed worden door het omgevingslicht (zonlicht).

Onderzoek heeft uitgewezen, dat er verschillen bestaan in de spectrale reflectie van waterrijke vruchten of plantdelen zoals komkommers, tomaten of bladeren. De analyse van de gecombineerde beelden van de boven beschreven camera's maakt het mogelijk vruchten van bladeren in het beeld te onderscheiden. Deze procedure is gedetailleerd beschreven in Meuleman et. al (2000) en Henten et. al (2002). Het is te verwachten, dat met het zelfde principe ook paprika's van bladeren kunnen worden onderscheiden.

2.2 Vruchten detecteren in het gewas met NIR (Serie 1)

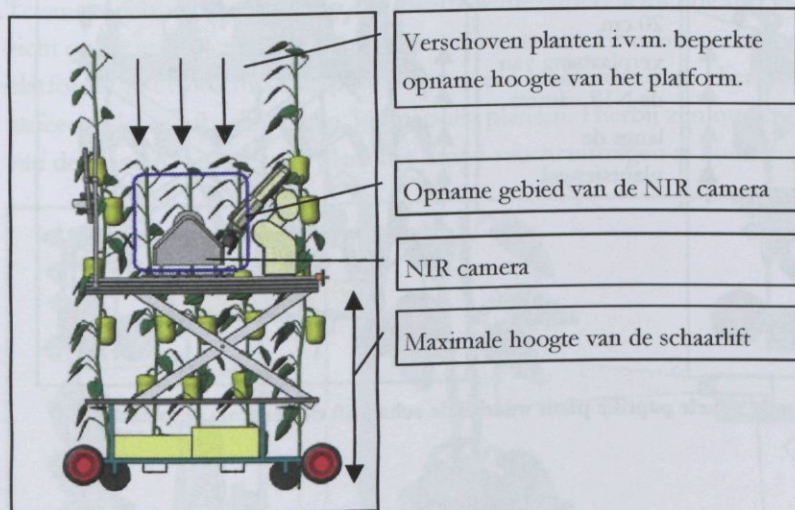
Met deze proef wordt onderzocht of het mogelijk is om vruchten in het gewas te herkennen of te detecteren. Ten eerste is met gebruik van de schaarlift van het experimenteer platform de NIR camera op gelijke hoogte gebracht van enkele paprika's. Daarna zijn parallel aan de gewasrij om de 30 cm. opnames gemaakt door het platform over de buisrail te verplaatsen. Het resultaat is een strook van 3 meter beeld overlappende opnames in NIR.



Figuur 3: NIR opnames van het gewas ten hoogte van de paprika vruchten.

2.3 Vruchtzetting detecteren met NIR (Serie 2)

Met de NIR camera is van enkele toppen van planten een opname gemaakt. Het doel van deze NIR opname is om de kleine vruchten van 1,5 cm. te detecteren die gebruikt kunnen worden om de mate van vruchtzetting te bepalen. Bij deze meting zijn enkele planten een meter naar beneden geschoven omdat de schaarlift van het experimenteer platform de NIR camera niet op voldoende hoogte kon brengen. Het verplaatsen van de planten is een tijdrovende klus, er is gekozen om niet een rij van 3 meter planten op te nemen maar 2 toppen van paprika planten.

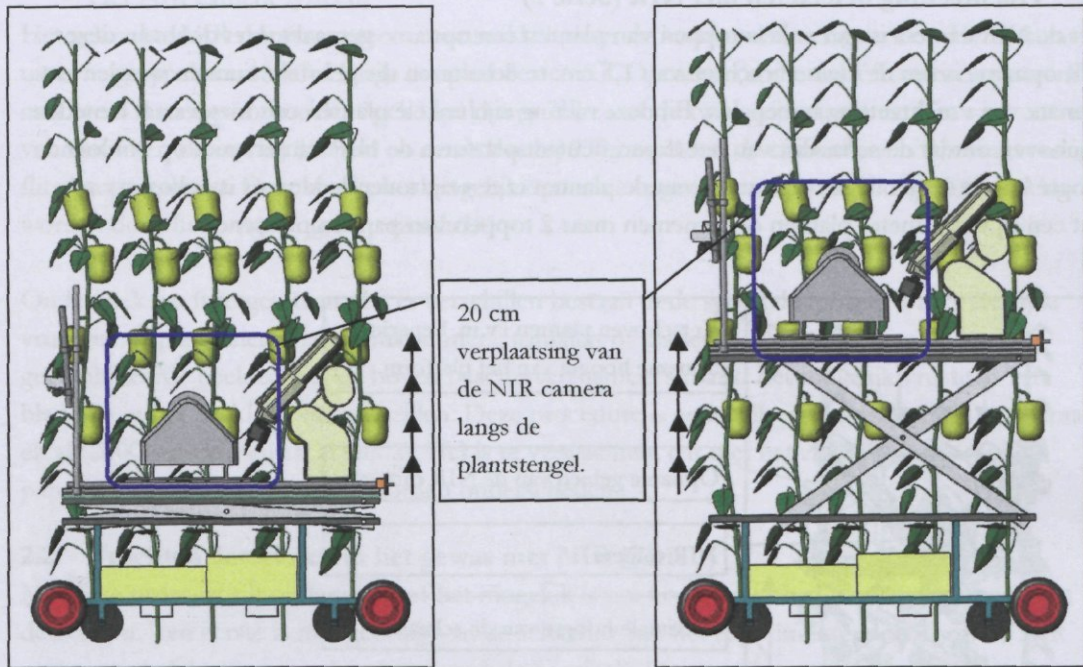


Figuur 4: NIR opname van de top van de paprika plant voor het bepalen van de mate van vruchtzetting.

2.4 Vruchten en stengels detecteren in het gewas met NIR (Serie 3,4 en 5)

Het doel van deze opnames is om de mogelijkheid te onderzoeken of de plantstengel van de paprikaplant te detecteren is. In verschillende automatiseringstrajecten is gebleken dat de plantstengel een goed uitgangspunt is om blad of vruchten te bereiken (b.v. Henten et al. 2004). De schaarlift is in deze serie van opnames gebruikt om de NIR camera langs plantstengels te bewegen. In stapjes van 20 cm. is de NIR camera omhoog verplaatst en zijn daarbij opnames gemaakt van het gewas. Het resultaat zijn overlappende NIR opnames van een aantal paprikaplanten waarin de stengel, vruchten en bladeren opgenomen zijn. Na de verwerking van deze beelden wordt later geprobeerd om de vruchten te herkennen en eventueel de plantstengel te vinden.

Met verschillende flitsintensiteiten van de flitslamp zijn verschillende belichtingen geprobeerd.

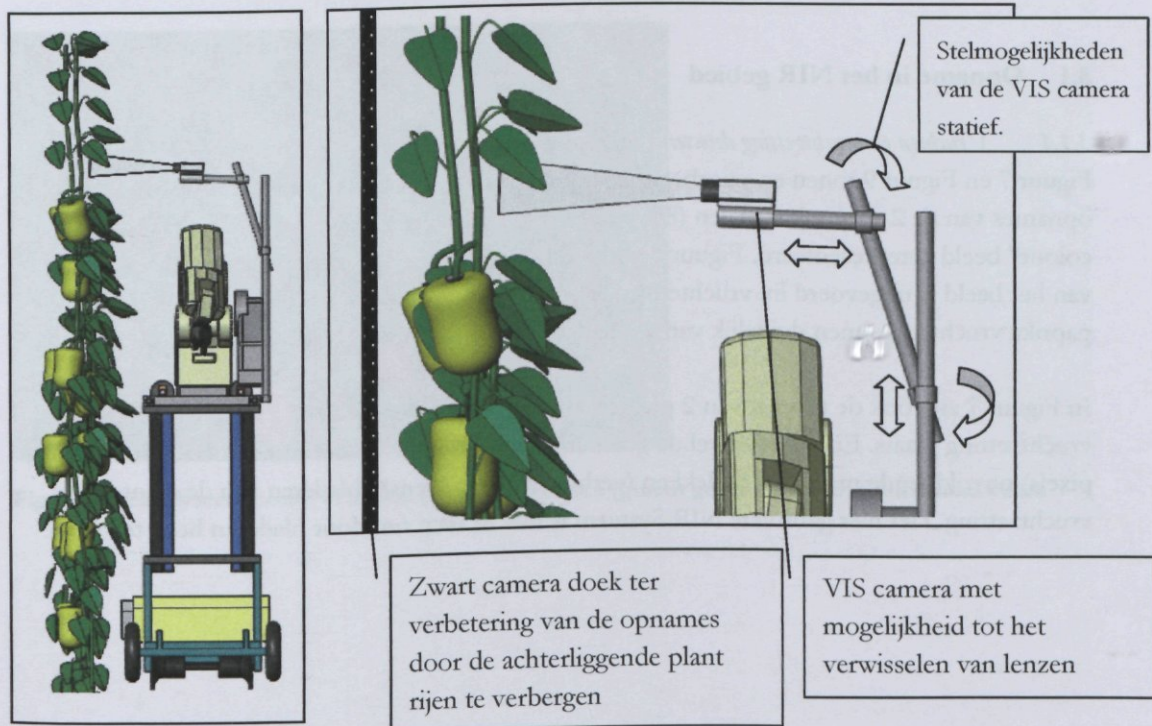


Figuur 5: opnames in NIR van de gehele paprika plant waarbij de schaarlift de verticale verplaatsing mogelijk maakt.

2.5 Vruchtzetting detecteren met VIS (Serie 6, 7 en 8)

Met de VIS camera zijn in de top van gewas opnames gemaakt. De camera is door een camera statief op de juiste hoogte en afstand tot het gewas gebracht. De kwaliteit van de opnames is tijdens dit proces gecontroleerd via de monitor van de pc waarop het camerabeeld werd afgebeeld. Van de VIS camera is het diafragma en de scherptediepte instelling afgesteld zodat een scherp beeld is verkregen.

Er zijn verschillende lenstypen gebruikt om het benodigde beeldoppervlak te onderzoeken. Tevens is gebruik gemaakt van een zwarte achtergrond achter de top van enkele planten om het zicht op de achterliggende plantrijen te "eliminieren". Er is een serie opnames gemaakt door het platform om de 30 cm. te verplaatsen over een lengte van 3 m. Hierdoor ontstaat een aaneengesloten afbeelding van 3m. paprika planten. Hierbij zijn nummers aangebracht in de top van de planten om later per plant het aantal vruchtzettingen te kunnen weergeven.



Figuur 6: opnames met de VIS camera van de top van een rij paprika planten.

3 Resultaten

Door het interview met Leonie Hogendonk is er meer duidelijkheid verkregen over enkele definities en heersende opvattingen binnen de paprikateelt (zie Bijlage 3). Er is meer duidelijkheid over wat een vlucht is, wat er bedoeld wordt met vruchtzetting en hoe door te meten aan enkele parameters van het gewas er uitspraken gedaan kunnen worden over opbrengst en de fysieke gesteldheid van het gewas. Mogelijkerwijs brengen deze inzichten in de toekomst nieuwe projecten met zich mee die de mate van automatisering in de paprikateelt op een hoger plan kunnen trekken. Deze meting met het platform is in ieder geval een eerste aanzet daarvoor. Het interview met M. van Ruyven heeft veel informatie opgeleverd over de dagelijkse gang van zaken in een paprika teelt en de bevoegenheid waarmee deze tuinder zijn bedrijf runt en zich in de sector sterk maakt voor de innovatieve inzet van techniek (Bijlage 5). Tijdens de uitvoering van de metingen zijn een aantal gebreken van het platform aan het licht gekomen. Deze worden in het volgende hoofdstuk nader besproken.

3.1 Opname in het NIR gebied

3.1.1 *Vruchten en vruchtzetting detecteren in het gewas met NIR*

Figuur 7 en Figuur 9 tonen een voorbeeld van opnames van het gewas met het NIR Systeem. De opnames van de 2 spectrale kanalen (850 nm en 970 nm) worden hier in een zogenaamd “false-colour” beeld gerepresenteerd. Figuur 8 en Figuur 10 geven het resultaat weer nadat segmentatie van het beeld is uitgevoerd in: vruchten (rood), bladeren (groen) en achtergrond (zwart). De paprika vruchten kunnen duidelijk van de bladeren worden onderscheiden.

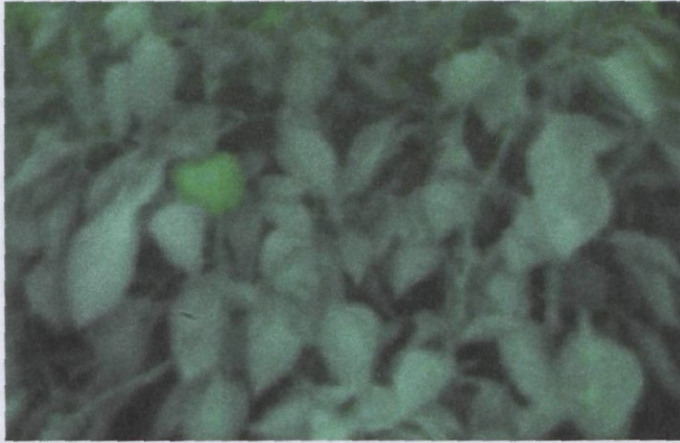
In Figuur 7 zijn ook de toppen van 2 planten in beeld (opnames uit Serie 2). Hier vindt de vruchtzetting plaats. Echter is zowel de geometrische resolutie van het camerabeeld (768 x 512 pixels) onvoldoende maar ook bedekken (verbergen) de bovenste bladeren van de plant de vruchtzetting. Het hier gebruikte NIR Systeem is niet in staat om door bladeren heen te kijken.



Figuur 7: Beeld van NIR camera systeem



Figuur 8: Geanalyseerd beeld. Vruchten (rood) en bladeren (groen) gesegmenteerd, achtergrond zwart.



Figuur 9: Beeld van NIR camera systeem



Figuur 10: Geanalyseerd beeld. Vruchten (rood) en bladeren (groen) gesegmenteerd, achtergrond zwart.

3.1.2 Stengels detecteren met NIR

In Figuur 11 wordt een beeld weer gegeven, dat ontstaan is uit het samenvoegen van 6 individuele opnames uit Serie 3 (verticale verplaatsing van de schaarlift in stapjes van 20 cm). Op deze manier is het mogelijk, de hele plant in beeld te brengen. Het niet exact aansluiten van de individuele opnames is te wijten aan de radiale beeldvervorming door de gebruikte groothoeklens en het verschil in kijkhoek per opname. Dit heeft vooral effect op objecten dicht bij de camera.

Het was niet mogelijk met behulp van het camera systeem een op spectrale reflectie gebaseerd onderscheid te maken tussen bladeren en stengels. In dit opzicht onderscheid het paprika gewas zich van tomaat en komkommer, waar de scheiding tussen blad en stengel wel mogelijk is (Henten et al. 2004).



Figuur 11: NIR (Serie 3) Multi-image gecompileerd uit 6 individuele opnames

3.2 Opnames met kleurencamera (VIS gebied)

De opnames die gemaakt zijn met de kleurencamera in de top van het gewas (Figuur 12 t/m Figuur 15) laten zien hoe complex de scène hier is. Figuur 12 laat een opname van de top van plant 7 zien. Naast de eerste plantrij die voor de camera staat, zijn in de achtergrond planten van de volgende plantrijen te herkennen. Dit bemoeilijkt de identificatie en/of analyse van individuele planten of maakt deze zelfs onmogelijk.



Figuur 12: Plant 7, opname gemaakt met een telelens



Figuur 13: Plant 7 met zwart doek in achtergrond

Van de verschillende geteste lens types (brandpunt 4.8 mm, 8 mm, 12.5-70 mm telelens) kan worden gezegd, dat alleen lenzen met een groot brandpunt beelden met voldoende detailinformatie opleverden – dit met oog op het bepalen van de vruchtzetting aan de plant. In Figuur 13 zijn in de top van de plant 2 bloemen zichtbaar. De resultaten van de handmatige

analyse van deze plant geven echter aan, dat in de top zich 4 bloemen bevinden. Dit simpel voorbeeld geeft aan, dat het bepalen van de aantal bloemen als ook het tellen van knoppen of kleine vruchten op deze manier niet betrouwbaar mogelijk zal zijn. Het “close-up” plaatje in Figuur 14 belicht deze problematiek, grote onderdelen van de plant zijn door de plant zelf afgeschermd. De geometrie en het fenotype van een paprikaplant is zo, dat de bladeren en grootdeel van de gezette vruchten af schermen.

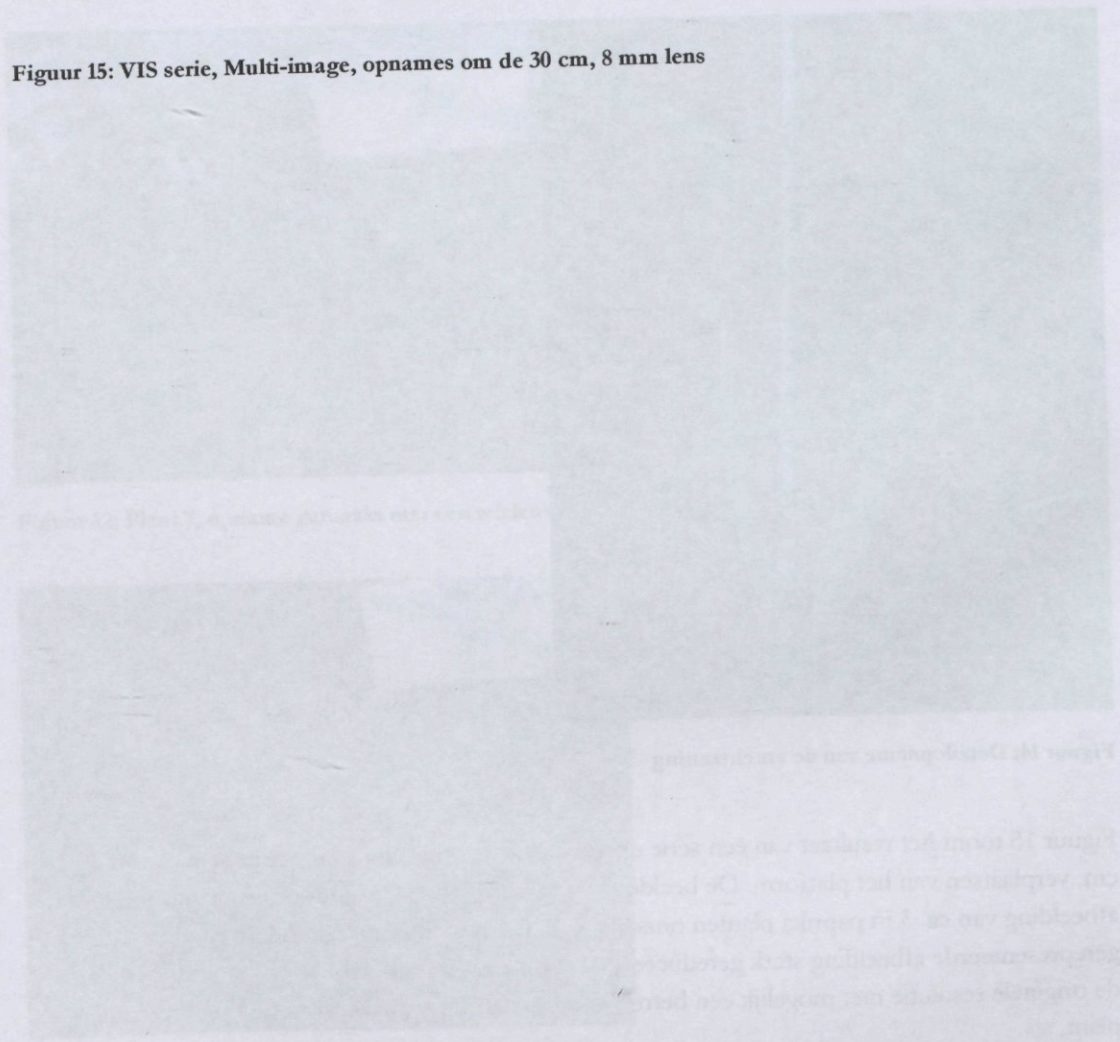


Figuur 14: Detailopname van de vruchtzetting

Figuur 15 toont het resultaat van een serie opnames, die is ontstaan door het in stapjes van 30 cm. verplaatsen van het platform. De beelden zijn samengevoegd, waardoor een aaneengesloten afbeelding van ca. 3 m paprika planten ontstaat. Om het principe aan te tonen is de hier gerepresenteerde afbeelding sterk gereduceerd in resolutie. Echter lijkt het ook met de beelden in de originele resolutie niet mogelijk een betrouwbare schatting te maken van de vruchtzetting per plant.



Figuur 15: VIS serie, Multi-image, opnames om de 30 cm, 8 mm lens



4 Discussie

4.1 Discussie experimenteer platform

- De maximale hoogte van de schaarlift onvoldoende was om de NIR camera naar de top van het gewas te sturen. Dit is opgelost door 2 planten te verhangen en de kop van de plant voor de camera te hangen. Dit is moeilijk uit te voeren in een hoogopgaand gewas. Het is wenselijk om het experimenteer platform zo uit te rusten dat de NIR camera los van het meetframe verplaatst kan worden in verticale richting.
- Het platform is moeilijk de bus in te krijgen. De buisrail waarover het platform de bus wordt ingereden is te kort waardoor de helling te steil wordt. Ook is de bodemvrijheid te gering waardoor het onderstel blijft haken. Waarschijnlijk kan dit opgelost worden door de buisrail te vervangen door lange oprijplaten, grotere wiel diameters te monteren of een bus met laadklep te gebruiken.
- De luchtwielen moeten makkelijker afneembaar worden. Nu moet het hele platform op een heftruck geplaatst worden om de wielen te monteren. Door gebruik van stempels zou het platform na een kleine verplaatsing al uitgerust moeten kunnen worden met luchtwielen.
- Het werken in een smalle rij is moeilijk. Dit is de praktijk en het blijkt dat er te weinig ruimte is naast het platform om er langs te komen of apparatuur te bedienen. Dit is tijdens de proef opgelost door een tweede buisrail wagen voor het platform op de buisrail te rijden. Het platform kon op die manier bedient worden door 2 personen waarbij 1 de p.c. bedient en de tweede op de extra buisrailwagen de apparatuur op het platform zoals de camera's en robotarm.
- Er is een rem op het platform nodig omdat door het doorhangen van de buisrail het platform gaat rollen en daardoor moeilijk op een gewenste plaats is te houden. Ook is het voor de kwaliteit van de (stereo-) opnames van belang dat het platform stilstaat. Dit zou gerealiseerd kunnen worden door een stempel of een klem op de as van het platform.
- Tijdens de proef is gebleken dat het afmeten van afgelegde cm op de buisrail wenselijk is. Vaak met het maken van opnames moet het platform in zijn geheel over een aantal cm verplaatst worden. Tijdens de proef is dit opgelost door een meetlint uit te leggen op de vloer van de kas maar hierbij vervuuld het lint snel en is dit alleen te doen voor een vlakke ondergrond.
- Voor het werken achter de pc is het beter in hoogte stellen van de bureau tafel gewenst. De huidige constructie is moeilijk te verplaatsen doordat deze snel schrankt. Waarschijnlijk kan dit opgelost worden door de verbindingen na te lopen op eventuele bramen in de geleidingen van de aluminium buizen.
- Het zwenkwiel moet stijver aan het frame verbonden worden; dit is eenvoudig op te lossen door een stijve montage beugel te plaatsen tussen het zwenkwiel en het frame.
- De NIR camera kan in de paprika teelt niet op voldoende hoogte worden gebracht om op 3,5 meter hoogte de top van de plant op te nemen.
- Kabels van de NIR camera moeten beter langs het frame van het platform geleid worden om beschadiging daarvan te voorkomen.

4.2 Discussie vision

- Vanwege de onvoldoende maximale hoogte van de schaarlift zijn er maar van 2 plant toppen opnames gemaakt met de NIR camera. Dit is eigenlijk een te kleine dataset om uit de resultaten van de analyse daarvan conclusies te trekken. Echter is nu al duidelijk dat de resolutie van het camera systeem en/of het gebruikte lens systeem ontoereikend is om kleine objecten zoals bloemen en knoppen te identificeren.
- NIR techniek geeft nog geen oplossing om door blad heen te kijken. Andere beeldvormende technieken zoals b.v. röntgen imaging zouden hier meer mogelijkheden kunnen bieden. Hiervoor moet weliswaar een afweging plaatsvinden tussen veiligheid (gevaarlijke straling), omvang van het systeem en de kostprijs van de apparatuur in relatie tot het beoogde effect.
- De lokalisatie van stengels in het beeld, gebaseerd op de spectrale eigenschappen, is niet mogelijk. Het is onduidelijk of andere beeldanalyse technieken, zoals b.v. edge-detectie algoritmes en morfologische methodes, hier meer in kunnen betekenen. Dit vraagt meer onderzoek.
- Door het plaatsen van een zwart doek achter de plantrij is het probleem van een storende achtergrond te verhelpen (Figuur 13). Een vergelijkbaar effect zou kunnen worden verkregen door gebruik te maken van flitslicht in combinatie met een korte sluitertijd van de camera. Hierdoor zal de achtergrond relatief gezien veel minder belicht worden en minder aan het beeld bijdragen.

5 Conclusies

5.1 Conclusie experimenteer platform

Het experimenteer platform is te gebruiken voor het maken van opnames in een hoogopgaande teelt waarbij een buisrail systeem gebruikt kan worden om het platform te verplaatsen langs de planten. In vergelijking met de oogstrobot voor komkommers is het platform eenvoudiger te verplaatsen, te vervoeren, robuuster en eenvoudiger te bedienen. Het platform is zwaarder dan beoogt, moeilijker in een bus te laden en heeft de schaarlift een te beperkte slag om de NIR camera tot in de top van een paprika gewas te krijgen. Enkele van deze tekortkomingen zullen in de loop van 2004 worden verbeterd.

5.2 Conclusie vision technieken

Met behulp van de op het meetplatform geïnstalleerde techniek (PC met framegrabber, diverse camera's, belichtingsmogelijkheden, software voor beeldacquisitie en dataopslag) is het mogelijk snel opnames onder praktijk omstandigheden te maken.

Met het NIR camerasysteem is het mogelijk de positie van vrij zichtbare vruchten in het gewas te bepalen. Door blad of andere plant delen bedekte vruchten zijn niet of maar gedeeltelijk zichtbaar. Met hetzelfde systeem is het niet mogelijk stengels van bladeren te onderscheiden. Uit de opnames van het NIR camerasysteem recht voor het gewas is de vruchtzetting van paprika's niet te bepalen.

Een opname in het zichtbaar gebied zonder gebruik van een donkere achtergrond (in de top) van de plant is zeer moeilijk te analyseren doordat het onderwerp wegvalt in de groene achtergrond.

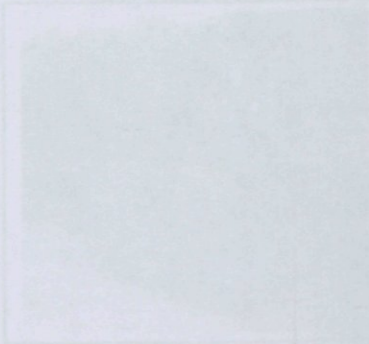
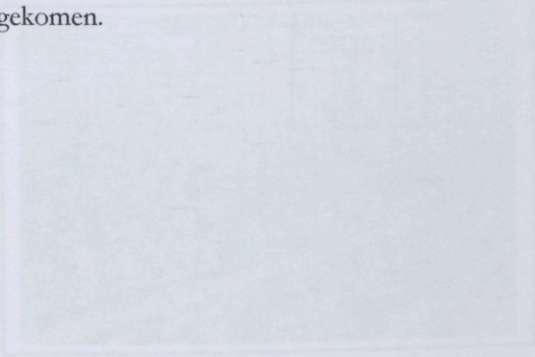
Camera beelden gemaakt vanaf de zijkant van het gewas (uit het pad) zijn niet of nauwelijks geschikt om de vruchtzetting te tellen. Dit komt overeen met de door PPO aangegeven problematiek, dat bij automatisering in de paprikateelt het bedekt zijn van de vruchten door blad een probleem vormt. Nader onderzoek kan bepalen of het genereren en combineren van meerdere opnames van één plant vanuit verschillende kijkhoeken wel een optie is voor het geautomatiseerd bepalen van de vruchtzetting.

Literatuur

- Henten, EJ van., Tuijl BAJ van, G.-J. Hoogakker, M. J. Van Der Weerd, J. Hemming, J.G.
Kornet and J. Bontsema (2204): An Autonomous Robot for De-leafing Cucumber Plants Grown in a High-wire Cultivation System. Proceedings of the Greensys2004 Conference, Leuven, Belgium.
- Henten EJ van, Hemming J, Tuijl BAJ van, Kornet JG, Meuleman J, Bontsema J, Os EA van (2002): An autonomous robot for harvesting cucumbers in greenhouses. *Autonomous Robots* 13:241-258
- Meuleman, J., S.F.v. Heulen, J.G. Kornet, and D.G. Peters (2000): Image Analysis for Robot Harvesting of Cucumbers. AgEng2000 Conference, Warwick, UK. p. Paper No. 00-AE-003.

Dankbetuiging

De auteurs en uitvoerders van de proef willen hierbij Michiel van Ruyven van Van Ruyven Paprika bedanken voor zijn medewerking en het ter beschikking stellen van zijn bedrijf. Zonder de hartelijke medewerking was dit verslag en de uitvoering van de meetdag niet tot stand gekomen.



Bijlagen

Bijlage 1 Adressen

Postadres

Van Ruijven Paprika
Westlandse Langeweg 16
4651 PD Steenbergen NB
Tel: 0167 540707
Fax: 0167 540676

Internetadres

<http://www.vanruijven-paprika.nl/>

Contact persoon

Michiel van Ruyven

Van Ruijven Paprika is een kwekerij in Steenbergen te Noord-Brabant met 6 hectare gele Paprika's (ras Derby van De Ruiter Seeds)

Route kaart

Locatie van bedrijf.



Bijlage 2 Foto's van het bedrijf

Deze foto's zijn overgenomen van de internet pagina: <http://www.vanruijven-paprika.nl/>



Figuur 16: <http://www.vanruijven-paprika.nl/in%20de%20kas/gepoot.jpg>



Figuur 17: <http://www.vanruijven-paprika.nl/teelt/containerkar.jpg>



Figuur 18: <http://www.vanruijven-paprika.nl/in%20de%20kas/plantljuni.jpg>

Bijlage 3 Telefonisch interview Leonie Hogendonk

Vragen:

Wat is de definitie van een gezette vrucht?

Dat is de overgang van bloem naar vrucht waarbij met een grote zekerheid gesteld kan worden dat er geen abortus van de jonge vrucht meer plaats vindt. Bij een betere tuinder kan aangenomen worden dat een vrucht van 8 mm niet meer geaborteerd wordt; tuinders die het klimaat en het bedrijfsproces slechter in de vingers hebben worden vruchten boven de 15 mm nog geaborteerd. Een veilige maat is 15 mm. Er zijn ook verschillen gemeten in een oud en jong gewas, een oud gewas heeft minder draagvermogen. Ook door de seizoenen zijn er verschillen gemeten waarbij vooral de hoeveelheid daglicht een maat is voor het draagvermogen (meer is beter).

Waarom vindt abortus plaats?

De plant kan onder bepaalde klimatologische en plantfysiologische omstandigheden een aantal nieuwe vruchten dragen daar is een maximum aan verbonden wat nog niet goed wordt begrepen.

Is abortus te sturen?

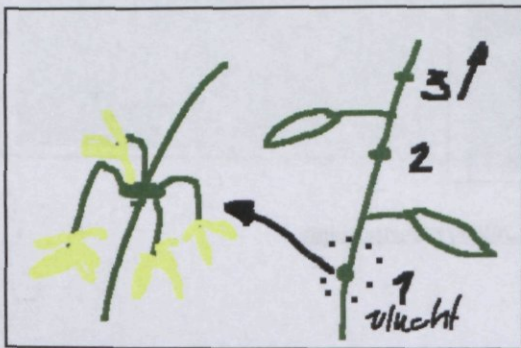
Er zijn tuinders die het klimaat zo kunnen sturen dat er nauwelijks abortus plaats vindt. Daarvoor moet er wel een gelijkmatig gewas in de kas aanwezig zijn wat binnen een bepaalde periode vrucht aan het zetten is. Als er een mening van stadia aanwezig is kan het klimaat daarop niet gestuurd worden. De strategie die dan wordt gebruikt is dat de tuinder ervoor zorgt dat de plant zoveel mogelijk vruchten/bloemen laat opkomen waarvan dan wordt verwacht dat er een aantal daarvan het wel zullen overleven. Deze strategie wordt ook aangehouden bij oudere planten het houden van een gelijkmatig gewas kan bijna niet het hele jaar door worden volgehouden.

Waar in de plant komen bloemen/vruchtbeginsels op?

In 95% van de gevallen in de top van de plant maar het komt regelmatig voor dat onder of waar dan ook vruchtbeginsels ontstaan. De vruchten die hieruit ontstaan worden tijdens het oogsten vaak genegeerd omdat het te veel tijd kost ook deze te oogsten als de werknemers te hoog op de oogstwagen staan.

Klopt het dat er bepaalde zones in het gewas zijn waarin relatief meer vruchten voorkomen?

Ja, paprika's groeien in "vluchten", de plant zet een groot aantal nieuwe vruchtbeginsels aan die

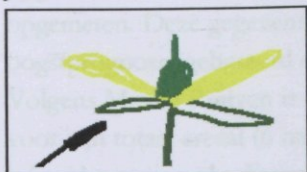


afhankelijk van de mate van abortus uitgroeien tot vruchten. (Generatieve fase). Dit kost de plant veel energie waarop het klimaat en het nutriënten recept tijdelijk op worden aangepast. Daarna strekt de plant weer en maakt nieuw blad materiaal aan. (Vegetatieve fase). Hierdoor

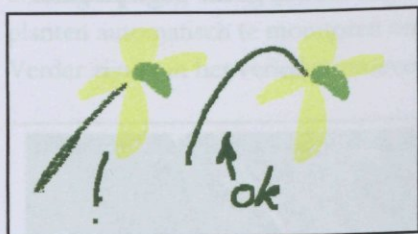
ontstaan clusters van vruchten. Dit is ook buiten de bedrijven om te zien doordat het aanbod over het gehele Nederlandse areaal toe en afneemt, net zoals de prijs van de paprika. Een aantal telers telen dan ook in tegen fase.

Zijn de uiterlijke kenmerken van een bloem een maat voor de gezondheid van de plant?

Ja, de kleur en de dikte van de kelkbladeren en de grofheid van de bloem. (Al is hierbij niet



bekend wat positief of negatief is). Ook de kromheid van een bloemsteel geeft de kans aan of deze geaborteerd gaat worden. Een rechte bloemsteel geeft een kans aan van 95% dat de vrucht zal worden geaborteerd.



Zijn de uiterlijke kenmerken van een vrucht een maat voor de gezondheid van de plant?

Niet bekend, maar een vrucht met een dof oppervlak (zwel/kopscheuren) zegt iets over het verloop van het klimaat tijdens de vruchtgroei. Microscheuren maken het oppervlak dof waardoor de vrucht snel in kwaliteit achteruitgaat na de oogst en minder lang houdbaar is. Dit betekent dat de plant te veel is opgejaagd en de vrucht te snel is opgezwollen tot aan het moment van oogsten, temperatuur, lichtintensiteit en de aangeboden nutriënten spelen een rol.

Is de relatie bekend tussen de vruchtzetting en het uiteindelijk geoogste kilogrammen?

Ja, het aantal gezette vruchten wordt in een software pakket weggezet. Dit pakket verder zou het wenselijk zijn om door kleurmetingen een vrucht te volgen. Het normale kleurverloop is van groen/bruin naar rood. Het vermoeden bestaat dat de tijd die hiervoor benodigd is een bepaalde constante is afhankelijk van de lichtintensiteit en temperatuur. Als deze constante bekend zou zijn is een oogstprognose op de dag nauwkeurig te maken en kan door klimaat sturing de productie in kg gestuurd worden.

Bijlage 4 Vragen voor de tuinder M. van Ruijven.

Wat verwacht u van een technologische partner?

Hoe ziet een technologische partner er in uw ogen uit?

Hoe zou een technologische partner u het beste kunnen bedienen?

Wat zijn kenmerkende handelingen in de paprika teelt?

Wat zijn de meest arbeidsintensieve handelingen?

Zijn er lichamelijk belastende handelingen die veel voorkomen?

Hoe wordt de oogstprognose gebruikt/bepaald en wat is de winst van een goede oogstprognose?

Hoe bepaald u de vruchtzetting?

Wat is de winst van een goede oogstprognose?

Hoe bepaald een oogster of een vrucht oogstrijp is, wat zijn de belangrijke uiterlijke kenmerken?

Wat is het probleem met het handmatig opbinden van de planten?

Wat maakt een goed opgebonden plant?

Wat zijn de handelingen die daarbij verricht worden en in hoeveel tijd worden die verricht?

Is een voorselectie/sortering op de oogstkar wenselijk?

Is directe feedback op de oogstkar van een aantal maten van de vrucht een voordeel?

Wat denkt u van directe hulp bij het oogsten zoals het vooraf scannen van het gewas op vrucht kwaliteit en aantallen etc?

Wat zijn de gebruikte methodes voor het ziek zoeken?

Hoe vaak gebeurt dit en waar?

Wat zijn veel voorkomende ziekten en plagen?

Kunt u zien of een gewas in een vegetatief of generatief fase is?

Oogstprognose

Voor de oogstprognose is er volgende werkwijze: Van 64 paprikastengels (8 planten links 8 planten rechts á 4 stengel) wordt de vruchtzetting (de vruchten) gelabeld en 1x per week de grote opgemeten. Verder wordt de lengte van de internodiën en de totale plantlengte (de bijgroei) opgemeten. Deze gegevens worden in een Excel-sheet ingevoerd. Excel berekend een oogstprognose, gebaseerd op deze parameters (ontwikkeld door landelijke commissie HAS?). Volgens M. van Ruijven is de prognose voldoende, het aantal gemeten planten (ruim) voldoende voor zijn totaal areaal (6 ha!). Het opnemen van de parameters duurt maar “één uurtje”. De kostenbesparing om dit proces te automatiseren is dus minimaal. Wel zal het interessant zijn alle planten automatisch te monitoren om zo het prognosemodel verder te kunnen ontwikkelen. Verder zijn er in het verleden proeven geweest met stengeldiktemetingen voor oogstprognose(?).



Figuur 19: <http://www.vanruijven-paprika.nl/teelt/stengeldikte.jpg>

Arbeid

In de zomermaanden wordt er 1x per 5 dagen geoogst (300-500 uur per week per 6 ha)

In de voor- en naseizoen 1x per 7 dagen.

2x indraaien per week vraagt 180 uur per 6 ha.

Bij M. Van Ruyven leeft sterk het idee van een mobiele teeltsysteem, d.w.z. veel ideeën en contacten richting Walking Plant System (WPS). Grootste voordelen:

Geen personeel meer in kas (slecht klimaat, ruimtegebrek, gebruik van bestrijdingsmiddelen)

Sorteren van het gewas op grote/groei stadium

Uithalen van zieke planten

Het grootste probleem: Een betrouwbaar watergeefstelsel.

Sorteren

Er wordt een sorteermachine van Greefa gebruikt. Deze sorteert op kleur. Er worden alleen gele Paprika's geteeld. Deze mogen (afhankelijk van de maand) een bepaalde percentage groen bevatten (5-10%). Misvormde Paprika's (lengte < breedte) worden niet goed gesorteerd, omdat de groene kroon als groene vlek wordt herkend). Sorteren op inwendige kwaliteit, zoals vruchtrot, is zeer wenselijk, Greefa biedt deze technologie op dit moment niet aan.