



mei 2008



nutriënten management instituut nmi bv



rapport 1135.N.07

Verhoging van het slagingspercentage en de uniformiteit in stekkwaliteit



Romke Postma (NMI)
Kees Eigenraam (Rhizopon)
Hendrik-Jan van Telgen (WUR Glastuinbouw)
Peter Verhoogt (Nolina)
Herman Vedder (Blgg)
Mary Warmenhoven (WUR Glastuinbouw)



nutriënten management instituut nmi bv
postbus 250
6700 ag wageningen
mariëndaal 8
6700 wn oosterbeek
tel. (0317) 46 77 00
fax (0317) 46 77 01
e-mail nmi@nmi-agro.nl
internet www.nmi-agro.nl

© 2008 Oosterbeek, Nutriënten Management Instituut NMI B.V.

Disclaimer

Nutriënten Management Instituut NMI stelt zich niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen voortvloeiend uit het gebruik van door of namens NMI verstrekte onderzoeksresultaten en/of adviezen.

Verspreiding

De heer D. Kraaijeveld, Productschap Tuinbouw

2 x

Inhoud

	pagina
Samenvatting en conclusies	3
1 Inleiding	5
2 Knelpunten voor stek kwaliteit en oplossingsrichtingen	6
2.1 Algemeen	6
2.2 Knelpunten op de praktijkbedrijven	6
2.3 Bestaande kennis	7
2.4 Workshop najaar 2006	9
3 Opzet en uitvoering van het onderzoek in fase 2	11
3.1 Algemeen	11
3.2 Doel	12
3.3 Opzet en uitvoering	12
3.4 Verwerking gegevens: statistische bewerking	15
3.5 Bijeenkomsten begeleidingsgroep	15
3.6 Workshop januari 2008	15
4 Resultaten en discussie (fase 2)	16
4.1 Resultaten beworteling, uitgroei en versgewicht	16
4.2 Resultaten van CF- en NIRS-metingen	17
4.3 Relatie tussen CF- en NIRS-metingen en beworteling, uitgroei en versgewicht	20
4.4 Resultaten destructieve metingen	21
4.5 Discussie	22
4.6 Aanbevelingen voor vervolgonderzoek	23
Literatuur	24
Bijlage 1. Globale beschrijving van het principe van CF en NIRS	25
Bijlage 2. Verslag van de eerste workshop stek kwaliteit op 8 november 2006.	27
Bijlage 3. Voorbeeld van onbewerkte en bewerkte NIRS-spectra uit proef 6.	30
Bijlage 4. Verslag van de tweede workshop stek kwaliteit op 30 januari 2008.	31

Samenvatting en conclusies

Het in dit rapport beschreven onderzoek was gericht op het verhogen van het slagingspercentage en de uniformiteit van stekken waarmee siergewassen worden vermeerderd, aangezien dit tot een aanzienlijke rendementsverbetering bij de vermeerdering kan leiden. Het betrof een samenwerkingsproject van een aantal onderzoeksinstellingen en bedrijven en het onderzoek is uitgevoerd in opdracht van het Productschap Tuinbouw. Daartoe is in het najaar van 2006 een bureaustudie uitgevoerd, die in 2007 is gevolgd door een onderzoek op het potrozenbedrijf van Nolina. Geconcludeerd werd dat het mogelijk lijkt om de sortering van stekken, die nu nog handmatig gebeurt, te vervangen door een meting met nabij infrarood reflectie spectrometrie (NIRS). Verder was het opvallend dat het koolhydraatgehalte in voorjaarsstekken sterk afweek van die in najaarsstekken, wat mogelijk een verklaring is voor het kwaliteitsverschil van voor- en najaarsstekken. Er werd geen relatie vastgesteld tussen de CF- en NIRS-metingen enerzijds en de stek kwaliteit (=beworteling en uitloop van de stekken) anderzijds.

Uit de chlorofylfluorescentie (CF)-metingen bleek dat de fotosynthesecapaciteit van de stekken vrijwel steeds hoog was, waaruit kan worden geconcludeerd dat het fotosyntheseapparaat goed in tact was en dat dit waarschijnlijk niet beperkend is geweest voor het stekproces. Er kon dan ook geen relatie worden vastgesteld tussen de waarde van de CF-yield en de beworteling en uitloop van het stek.

In de proeven 1-5 zijn de NIRS-metingen verricht aan het blad en in proef 6 aan het onderste deel van de stengel. Op basis van de stengelmetingen uit proef 6 kon een duidelijk onderscheid worden gemaakt tussen "goede" en "slechte" stekken, die op het bedrijf van Nolina handmatig worden gesorteerd. Voor dit onderscheid is vooral gebruik gemaakt van informatie uit het zichtbare gebied. Hierdoor lijkt een praktijktoepassing relatief goed realiseerbaar, aangezien de daarvoor benodigde sensoren relatief goedkoop zijn. Met behulp van de metingen die in proef 1-5 aan het blad zijn verricht was het onderscheid tussen "goede" en "slechte" stekken minder duidelijk. Evenals bij CF kon er geen relatie tussen het resultaat van de NIRS-meting en de beworteling en uitloop van het stek worden afgeleid.

Op het bedrijf van Nolina zijn in de periode van maart tot oktober 2007 zeven achtereenvolgende proeven uitgevoerd, waarbij de periode tussen het aanvangstijdstip van de proeven steeds ongeveer een maand bedroeg. Er werden steeds twee batches stek onderscheiden: één batch die op basis van ervaring en uitwendige kenmerken gesorteerd is op verwachte uniformiteit (van beworteling en uitloop) en één batch uit het daarbij afgevallen deel (sterker verhout, grote variatie in stekgrootte, grote spreiding in beworteling en uitloop verwacht). In het onderzoek zijn de non-invasieve technieken chlorofylfluorescentie (CF) en nabij infrarood reflectie spectrometrie (NIRS) ingezet om respectievelijk de fotosynthesecapaciteit en de inhoudsstoffen, zoals koolhydraten, in individuele stekken te kunnen meten. Ook zijn de gehalten aan koolhydraten en nutriënten in de stekken met conventionele methoden gemeten. Nagegaan werd of metingen aan uitwendige en inwendige parameters vlak na het stekken konden worden gecorreleerd aan beworteling en uitloop na enige weken, maar er is ook nagegaan of de twee batches van elkaar konden worden onderscheiden.

Aanleiding voor het onderzoek waren knelpunten bij het slagingspercentage van moeilijk te vermeerderen rassen van snijroos en een suboptimale uniformiteit bij potroos, chrysant en stekperkgoed. Daartoe hebben een aantal onderzoeksinstellingen (WUR glastuinbouw en NMI), vermeerdereaars van bloemisterijgewassen (Nolina met potroos, Olij met snijroos, Dekker met chrysanten en Syngenta met stekperkgoed), een aantal toeleverende bedrijven (Rhizopon en Blgg) en Plantum NL het initiatief genomen voor dit samenwerkingsproject.

1 Inleiding

Bij de vermeerdering van bloemisterij- en boomkwekerijgewassen via stek, is in sommige gevallen sprake van uitval (bijv. bij moeilijk te vermeerderen rassen van snijroos) en in vrijwel alle gevallen van een aanzienlijke variatie in beworteling, opgroeisnelheid en plantkwaliteit (van belang bij potroos, stekperkgoed en chrysant). Dit leidt tot een enorme economische schade door de optredende teeltvertraging, uitval en variatie in plantkwaliteit.

De afgelopen jaren is onderzoek gedaan naar de mogelijke oorzaken van uitval en variatie in uitloop en beworteling. Bij sommige gewassen, zoals chrysant, zijn hierdoor enorme verbeteringen gerealiseerd. Bij andere gewassen, zoals roos en stekperkgoed, zijn de ontwikkelingen nog veel minder ver en is de heterogeniteit en/of uitval aanmerkelijk hoger. Deels wordt dit ook bepaald door verschillen in genetische eigenschappen, waardoor een uniform gewas bij chrysant gemakkelijker is te realiseren dan bij de andere gewassen. In alle genoemde gevallen lijken verbeteringen van het stekproces mogelijk en gewenst. Om verbetering van uniformiteit en kwaliteit op praktijkbedrijven te realiseren is het nodig een aantal handvatten/instrumenten beschikbaar te maken, waarmee de uitval en/of variatie in beworteling en uitloop kan worden voorspeld. Daarnaast is een verhoogd inzicht nodig in de optimalisatie van omstandigheden waardoor de uitval kan worden verlaagd (snijroos) en/of de variatie in beworteling en uitloop kan worden verminderd (potroos, chrysant, stekperkgoed). Daartoe hebben NMI, Wageningen UR Glastuinbouw, Blgg en een aantal bedrijven die zijn betrokken bij de vermeerdering van siergewassen via stek (Nolina, Olijrozen, Dekker Chrysanten, Syngenta, Rhizopon) een projectvoorstel geformuleerd. Dit voorstel is voorgelegd en gehonoreerd door het Productschap Tuinbouw.

De doelstelling(en) en afbakening van het project zijn:

- Het verhogen van de slagingskans bij de vermeerdering van moeilijk te vermeerderen rassen van snijroos.
- Het verhogen van de uniformiteit bij de vermeerdering van potroos, chrysant en perkgoed.

Ten behoeve van de uitvoering van het project zijn twee fasen geformuleerd. De eerste fase was gericht op een selectie van perspectievolle oplossingsrichtingen voor voorkomende knelpunten bij de vermeerdering via stek op praktijkbedrijven met uiteenlopende gewassen/rassen/teeltwijzen. Daartoe is een inventarisatie gemaakt van factoren die van invloed zijn op variaties in beworteling en uitgroei en er is een afbakening gemaakt van de 3 belangrijkste factoren. Dit is beschreven in hoofdstuk 2.

Op basis van de resultaten van de eerste fase is een plan gemaakt voor de invulling van de tweede fase. Daarin is een onderzoek uitgevoerd, waarin is nagegaan of de variaties in beworteling en uitgroei van het gewas potroos konden worden verklaard door uitwendige en/of inwendige eigenschappen van het gewas. Als dit het geval is, biedt dat aanknopingspunten voor het verminderen van de variatie en het vergroten van de uniformiteit. De opzet en uitvoering en de resultaten van het onderzoek uit de tweede fase is beschreven in de hoofdstukken 3 en 4.

2 Knelpunten voor stek kwaliteit en oplossingsrichtingen

2.1 Algemeen

In het kader van de eerste fase van het project is een inventarisatie uitgevoerd naar voorkomende knelpunten ten aanzien van stek kwaliteit op praktijkbedrijven met uiteenlopende gewassen/rassen/teeltwijzen. Op basis van bestaande kennis uit de internationale, wetenschappelijke literatuur, is een aantal oplossingsrichtingen geformuleerd voor deze knelpunten. Deze oplossingsrichtingen zijn in een workshop in het najaar van 2006 voorgelegd aan en besproken met een groot aantal praktijkbedrijven. Op basis van de uitkomsten van dit traject is een voorstel gedaan voor de opzet en uitvoering van experimenteel onderzoek in fase 2, wat is beschreven in de volgende hoofdstukken. In de volgende paragrafen wordt achtereenvolgens ingegaan op voorkomende knelpunten op de praktijkbedrijven, op de bestaande kennis en mogelijke oplossingsrichtingen voor de knelpunten en tenslotte op de uitkomsten van de workshop.

2.2 Knelpunten op de praktijkbedrijven

Hierna wordt puntsgewijs aangegeven welke knelpunten er voorkomen op de deelnemende bedrijven.

- **Olij** produceert 2 typen stekken van snijrozen: stekken en stenten (70%).
- De verbetering van het slagingspercentage voor moeilijk te vermeerderen rassen is voor hen de belangrijkste reden om mee te doen aan het project.
- Olij streeft niet naar een absolute uniformiteit van stek, maar tolereert een zekere heterogeniteit, omdat dit goed in te passen is in het bedrijfsproces.
- Ze denken vooral aan de mogelijkheid om het stek voor het wegsteken te selecteren op basis van chlorofylfluorescentie van het blad.

- **Nolina** heeft miniatuurpotrozen en steekt ca. 25 miljoen stekken (stek van stek) per jaar.
- Er worden meerdere stekken in een pot gestoken.
- De uniformiteit van stek is voor hun de belangrijkste reden om mee te doen aan het project.
- Het slagingspercentage is zeer hoog (ca. 98%).
- Het knippen en steken is geautomatiseerd.
- Er is een vision-techniek ingebouwd in de robot, waarbij kan worden gesorteerd op basis van uitwendige parameters.
- Ze hebben al vastgesteld dat de voorspellende waarde van uitwendige kenmerken niet goed genoeg is, omdat er sprake is van een grote bandbreedte binnen stekken die op het oog vergelijkbaar zijn. Ze verwachten dat dit beter kan door inwendige kenmerken mee te nemen.
- In het verleden is uitgezocht dat bepaalde informatie in theorie te gebruiken is om stekken te sorteren (bv. stekpositie), maar dat in de praktijk niet altijd haalbaar is.

- **Dekker Chrysanten** is een van de grootste chrysantenbedrijven van Nederland.
- De stekproductie heeft volledig in het buitenland plaats.
- Bij chrysanten is het stekproces zeer ver ontwikkeld. Dit heeft o.a. te maken met de eigenschappen van het gewas, die een hoog slagingspercentage en relatief grote uniformiteit mogelijk maakt.
- Een verdere verbetering van de uniformiteit is voor hen de belangrijkste reden om deel te nemen aan het project.
- Schoutsen onderscheidt diverse aspecten die van invloed zijn op de stek kwaliteit, namelijk

- teeltaspecten, menselijke aspecten (oogsten, transport) en plantkundige eigenschappen.
- Voor beworteling zijn vooral de handling (voor het steken wordt gebruik gemaakt van een steekmachine, wat gelijkmatigheid noodzakelijk maakt), teelt, klimaat en stekeigenschappen van belang.
 - Voor groeikracht zijn teeltaspecten, bewaring en plantkundige aspecten van belang.
 - De houdbaarheid van chrysantenstekken is vrij goed, wat een voordeel is gezien de benodigde tijd voor transport vanuit buitenland.
 - Dekker Chrysanten gaat vrij ver in het aanbrengen van stress, omdat ze denken dat de uniformiteit vergroot.
 - **Syngenta Seeds** vermeedert een groot aantal gewassen en rassen (eenjarigen, tweejarigen, potplanten en vaste planten). Dit maakt een verbetering van de stek kwaliteit op het niveau van het gewas/ras moeilijk.
 - Evenals bij chrysant worden de stekken in het verre buitenland geproduceerd. Dit maakt beheersing van het gehele stekproces moeilijk.
 - Het vergroten van de uniformiteit is voor hun het belangrijkste argument om deel te nemen aan het project, maar sommige gewassen/rassen vertonen veel uitval.

Uit het voorgaande kan worden geconcludeerd dat de knelpunten op de praktijkbedrijven uiteen lopen en afhankelijk zijn van het gewas en ras, maar ook van de wijze waarop het productieproces op de bedrijven is georganiseerd. De mogelijkheden om te werken aan oplossingen van die knelpunten wordt o.a. bepaald door de beheersmogelijkheden van het gehele stekproces. Bij gewassen waarvan de moederplanten in het buitenland staan (zoals stekperkplanten, chrysant) is dit moeilijker dan bij gewassen met uitgangplanten in Nederland (bijv. roos). Ook zijn bij een gewas waar slechts sprake is van enkele rassen (bijv. potroos) makkelijker verbeteringen aan te brengen dan bij gewassen waar elk jaar zeer veel nieuwe rassen worden geïntroduceerd (bijv. snijroos).

2.3 Bestaande kennis

De bestaande kennis over factoren die een rol spelen bij het slagingspercentage en de uniformiteit van de beworteling van snijroos en potroos is samengevat door Derx (2006). Tevens is op de Workshop Stekkwaliteit van 8-11-06 door Van Telgen (2006) een overzicht gegeven van onderzoeksresultaten naar de variatie in stek kwaliteit.

Naast genetische eigenschappen bepalen diverse andere factoren de beworteling en/of uitgroei van het stek, zoals:

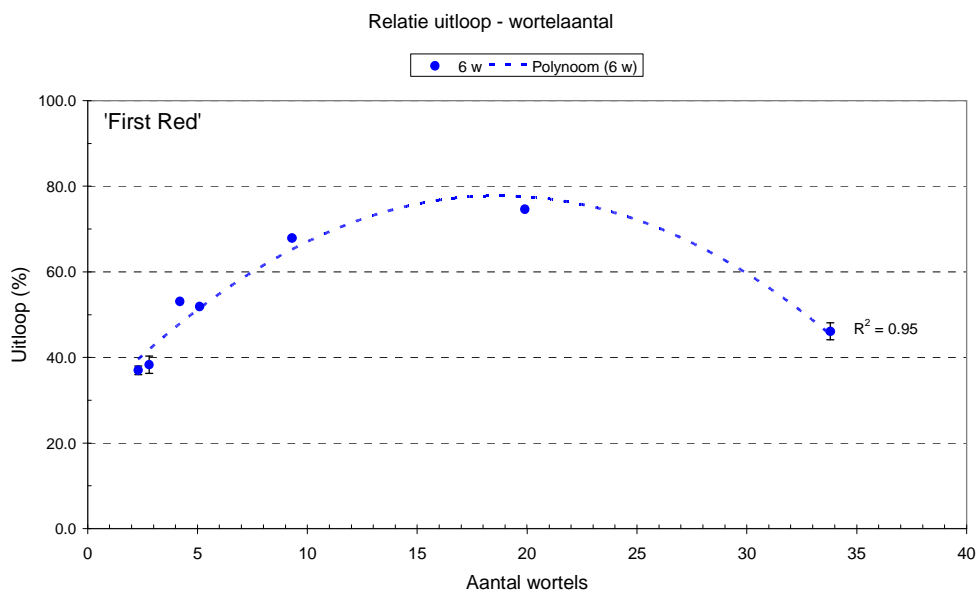
- Omgevingscondities: temperatuur, licht, relatieve luchtvochtigheid en CO₂-gehalte zijn belangrijke factoren. Gebleken is dat het meest uniforme stekresultaat ontstaat als de omgevingscondities optimaal zijn.
- Positie aan de moederplant: over het algemeen bewortelen stekken uit hoge posities van de moederplant sneller dan die van lage posities.
- Uitwendige kenmerken: bladoppervlak, steklengte en stekgewicht vertonen veelal een positieve correlatie met beworteling en/of uitloop. Het verband tussen stekdiameter en bewortelingsresultaat is veelal omgekeerd evenredig.
- Inwendige kenmerken; waarbij met name de fotosyntheseactiviteit door het blad, de hoeveelheid reservestoffen (koolhydraten) in het stek en andere inhoudsstoffen, zoals auxinen, aminozuren en eiwitten die van belang zijn. Da Cunha Costa (2002) meldt een duidelijk positieve invloed van de

bladfotosynthese tijdens de vermeerderingsfase op de beworteling.

- Auxinen; een behandeling van het stek met auxinen levert een positief effect op het bewortelingspercentage, de snelheid van beworteling en de uniformiteit van beworteling. Vaak heeft het auxine indoolboterzuur (IBA) een positief effect, maar positieve effecten van indoolazijnzuur (IAA) en naftylazijnzuur (NAA) worden ook genoemd.
- Behalve door de auxinebehandeling wordt het wortelaantal ook positief beïnvloed door een actieve fotosynthese: rozenstekken reageerden met de vorming van meer en zwaardere wortels op hogere fotosyntheseniveaus (Da Cunha Costa, 2002). Het blad moet daar dan natuurlijk wel toe in staat zijn.
- Het ontwikkelingsstadium van het stek.
- Teeltomstandigheden van de moederplant.
- Condities tijdens afharderen, bewaring en/of transport.
- De waterhuishouding.
- De aanwezigheid van ziekten.
- De eigenschappen van het stekmedium.

Verder zijn de uitwendige en inwendige kenmerken van het stek vaak gekoppeld. Zo zullen de uitwendige kenmerken van het stek op een bepaald moment veelal het gevolg zijn van de toestand van de inwendige kenmerken in de periode daarvoor, terwijl het bladoppervlak op een bepaald moment normaalgesproken bepalend is voor de fotosynthesecapaciteit van het stek op dat moment, waarmee dus de inwendige kenmerken weer worden beïnvloed. Bij snijroos was er 10 weken na stekken een positieve correlatie aanwezig tussen het totale drooggewicht van de plant, diens totale bladoppervlak en lengte van de primaire scheut met het oppervlak van het oorspronkelijke stekblad en de duur dat dit aan de stek zat (Da Cunha Costa, 2002).

Ook is er vaak sprake van een goede correlatie tussen beworteling en uitgroei. Zo is bij roos de uitloop van het stekkoog direct gecorreleerd met het aantal wortels aan de stek (zie Figuur 2.1).



Figuur 2.1. Relatie tussen het aantal wortels en de uitloop van het stek (Van Telgen, niet gepubliceerde gegevens).

Op basis van het grote belang van

- fotosynthese en de rol van het stekblad daarbij;
- de aanwezigheid van reservestoffen (koolhydraten, suikers).

Voor de beworteling en uitloop van het stek, ligt het voor de hand vooral aandacht aan deze factoren te schenken wanneer een uniform stekresultaat wordt nagestreefd.

De selectie van kwalitatief goed stekmateriaal is daarbij belangrijk. Met de hiervoor te ontwikkelen methode moet aan de hand van een meting van een partij de gemiddelde kwaliteit van die partij kunnen worden beoordeeld. Dit kan een destructieve meting zijn, mits het resultaat van de meting snel beschikbaar komt.

Selectie op basis van uitwendige (bv. oppervlakte stekblad, steklengte of stekgewicht) en/of inwendige kenmerken (bv. fotosynthesecapaciteit, koolhydraatstatus), kan uniformiteit vergroten. De hiervoor te ontwikkelen methode dient non-destructief te zijn. Voorbeelden hiervan zijn meting van de fotosynthesecapaciteit met behulp van chlorofylfluorescentie (CF) en meting van koolhydraten met Nabij Infrarood Reflectie Spectroscopy (NIRS). Voor een globale beschrijving van deze technieken zie bijlage 1.

2.4 Workshop najaar 2006

Op 8 november 2006 is een workshop gehouden, waarbij een groot aantal praktijkbedrijven aanwezig was (bijlage 2). De doelstellingen van de workshop waren:

- Het betrekken van praktijkbedrijven bij het project.
- Het toetsen van de ideeën van de projectgroep over de verbetering van stek kwaliteit.
- Het inventariseren van aanvullende ideeën voor de verbetering van de stek kwaliteit.
- Toetsen of het mogelijk is om een methodiek te ontwikkelen die bruikbaar is voor een groot aantal gewassen.

Het programma van de workshop was opgebouwd uit een aantal inleidingen van projectdeelnemers, die werden gevolgd door een discussie.

Er werd naar aanleiding van de diverse presentaties een levendige discussie gevoerd. De slotdiscussie werd, onder voorzitterschap van Plantum, vooral gevoerd aan de hand van de volgende stellingen:

- Een generieke aanpak van knelpunten bij het stekken van siergewassen is mogelijk.
- Door het grote aantal gewassen en rassen is optimalisatie van omstandigheden en een methodiekontwikkeling voor sortering in de praktijk onbetaalbaar.

Over het algemeen was men het wel eens met de eerste stelling, aangezien het de verwachting is dat bij alle gewassen de hoeveelheid reservestoffen in het stek en de fotosynthese-activiteit van het stekblad belangrijke eigenschappen zijn voor de kwaliteit van het stek. Uiteraard zijn er grote verschillen tussen de gewassen en in het hele stekproces, waardoor in aanvulling op deze zaken per gewas specifieke aandachtspunten nodig zijn. Verder verschillen ook de eigenschappen en de kwaliteitseisen per gewas. Deels worden deze bepaald door de afnemer, maar ook door wat per gewas mogelijk is. Bij het ene gewas/ras is van nature sprake van een grotere bandbreedte/variëteit in beworteling en uitloop dan bij het andere. Conclusie is dat een generieke aanpak voor alle gewassen tot op zekere hoogte mogelijk lijkt, maar dat dit vervolgens per gewas verder moet worden uitgewerkt. Een persoon gaf aan meer vertrouwen te hebben in de bepaling van de fotosynthese-efficiëntie met de chlorofylfluorescentie-techniek (CF) dan in de bepaling van reservestoffen in het stek met NIRS, als voorspellende parameter

voor de beworteling en uitloop van stek.

De tweede stelling is met name relevant voor bedrijven die een groot aantal gewassen en/of rassen in het assortiment hebben. Op deze bedrijven is het inderdaad onmogelijk voor alle gewassen en/of ras tegelijk met verbeteringen aan de slag te gaan, maar je zou met een gewas/ras kunnen beginnen. Als blijkt dat de onderzochte methodiek bruikbaar is voor het voorspellen van de snelheid van beworteling en uitloop bij een gewas/ras, kan die later geschikt worden gemaakt voor andere gewassen/rassen. Als het gaat om sorteren, zou je dat zo vroeg mogelijk in het proces moeten doen. Het liefst bij het plukken/knippen van de stekken.

Geconcludeerd kan worden

- Dat de ideeën van de werkgroep stek kwaliteit positief zijn ontvangen en werden gedeeld door de aanwezige praktijkbedrijven.
- Dat er geen aanvullende ideeën voor de verbetering van stek kwaliteit zijn aangedragen.
- Dat het mogelijk lijkt een generieke methodiek te ontwikkelen die in principe bruikbaar is voor een brede groep gewassen/rassen.

3 Opzet en uitvoering van het onderzoek in fase 2

3.1 Algemeen

Aan het einde van de eerste fase is een voorstel gedaan voor benodigd onderzoek, uit te voeren in fase 2 van het project. Daarbij is uitgegaan van bestaande kennis over eigenschappen van het stek die verantwoordelijk te zijn voor de kwaliteit ervan. Uit voorgaand onderzoek is gebleken dat de hoeveelheid reservestoffen in het stek en, in die gevallen waarin de hoeveelheid reservestoffen niet voldoende is, de fotosynthese van het stekblad belangrijke aspecten zijn van de kwaliteit van het stek. Dit is beschreven in het voorgaande hoofdstuk.

Hier lijkt dan ook de sleutel te liggen voor het verbeteren van de kwaliteit van het stek (verhogen slagingskans en vergroten van de uniformiteit). Aangezien de hoeveelheid reservestoffen in het stek varieert per gewas en ras zal de precieze oorzaak van optredende knelpunten ten aanzien van de stek kwaliteit verschillen. Het lijkt dan ook van belang dat per gewas en ras wordt uitgezocht of de fotosynthese van het stekblad of de hoeveelheid reservestoffen bepalend zijn voor variaties in beworteling en uitloop van het stek. De op deze wijze verkregen informatie kan worden gebruikt als basis voor het verbeteren van de kwaliteit.

Op basis van een discussie in de werkgroep stek kwaliteit bij de afronding van de eerste fase in december 2006 is de hiervoor beschreven oplossingsrichting uitgewerkt voor het modelgewas potroos van Nolina. De argumenten voor deze keuze waren dat er op het bedrijf al zeer veel kennis aanwezig is over I) de relatie tussen uitwendige kenmerken en de beworteling en uitloop en II) het effect van omgevingscondities op de beworteling en uitloop van het stek. Deze kennis is hoofdzakelijk gebaseerd op teeltregistratie-gegevens, op basis waarvan een koppeling tussen teeltomstandigheden (bemesting, grondonderzoek, klimaat), de eigenschappen van het stek en de beworteling en uitgroei van het stek is gelegd. Ook is er op het bedrijf onderzoek verricht naar het effect van stekpositie, de aan- of afwezigheid van scheuten en bewortelingshormonen op de beworteling.

Op basis van een aantal uitwendige kenmerken van het stek wordt op dit moment bij Nolina reeds gesorteerd, waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen goede (deze worden gestekt) en slechte stekken (de laatste worden niet gestekt). Desondanks is de variatie binnen het gewas nog groter dan gewenst. De verwachting was dat dit kan worden verbeterd op basis van aanvullende informatie over inwendige eigenschappen van het stek. Doordat ten behoeve van het onderzoek gebruik kon worden gemaakt van de op het bedrijf aanwezige (hoogwaardige) kennis over de invloed van factoren op het stekproces, was sprake van een unieke kans om na te gaan of metingen aan inwendige kenmerken mogelijkheden bieden om de stek kwaliteit verder te verbeteren.



Figuur 3.1. Overzicht van de potrozenteelt op het bedrijf van Nolina.

3.2 Doel

De volgende doelstellingen zijn ten behoeve van het onderzoek in fase 2 onderscheiden:

- Toetsen of een meting van de in stek aanwezige reservestoffen en/of de fotosynthesecapaciteit van het stekblad een voorspellende waarde heeft voor de beworteling en uitloop van potroos.
- Afleiden van handreikingen voor een verdere optimalisatie van het stekproces door het toepassen van een aangepaste behandeling van de “moederplant” (er is bij Nolina geen sprake van echte moederplanten, omdat het stek wordt gesneden uit het productiegewas; stek van stek) of het stek zelf (bijv. belichting), of door een verdergaande sortering.

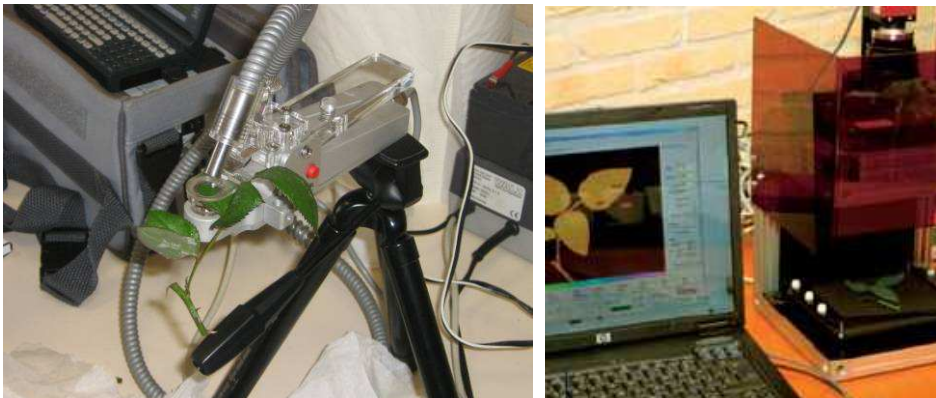
Afgeleide vragen waren:

- Wat is bepalend bij potroos voor de selectie van goed stekbaar materiaal?
- Waarin onderscheidt dat zich van het afgefallen materiaal?
- Welke informatie kan worden verzameld met behulp van CF- en NIRS-metingen? Daarbij valt te denken aan de fotosyntheseactiviteit en het gehalte aan koolhydraten (zetmeel en suikers) in de stekken van potroos.
- Hoe ontwikkelen de verschillende sorteringen zich de eerste 14 dagen na steken?
- Kan een koppeling gemaakt worden tussen de metingen aan het stek vlak na het knippen en de beworteling en uitloop van het stek na enkele weken?
- Is er een effect van de tijd in het jaar (vooral via licht) op de kwaliteit van het stek.

3.3 Opzet en uitvoering

Op het bedrijf van Nolina zijn in de periode van maart tot oktober 2007 zeven achtereenvolgende proeven uitgevoerd, waarbij de periode tussen het aanvangstijdstip van de proeven steeds ongeveer een maand bedroeg. Er werden steeds twee batches stek onderscheiden: één batch die op basis van ervaring en uitwendige kenmerken gesorteerd is op verwachte uniformiteit (van beworteling en uitloop) en één batch uit het daarbij afgefallen deel (sterker verhout, grote variatie in stekgrootte, grote spreiding in beworteling en uitloop verwacht). Nagegaan werd of metingen aan uitwendige en inwendige parameters van individuele stekken konden worden gecorreleerd aan beworteling en uitloop, maar er is ook nagegaan of de twee batches van elkaar konden worden onderscheiden.

Van iedere batch werd per stekje uitwendige parameters zoals bladlengte, bladoppervlakte en stekgewicht geregistreerd. Daarnaast werden met chlorofylfluorescentie (CF) en Nabij Infrarood Reflectie Spectrometrie (NIRS) bij het stekken inwendige parameters vastgesteld van 2 x 80 stekken (Figuur 3.2 en 3.3).



Figuur 3.2. De gebruikte CF-apparatuur van WUR (links) en die van Growtechnology (rechts).

Daarbij zijn de metingen met CF en NIRS steeds verricht aan één van de twee bladeren onder het topblad. Alleen bij de laatste proef (proef 6) is de NIRS-meting niet verricht aan het blad, maar aan het onderste deel van de stengel (Figuur 3.3). Dit is gedaan omdat uit voorgaand onderzoek is gebleken dat het koolhydraatgehalte in het onderste deel van de stengel van belang is voor de beworteling (Da Cunha Costa, 2002). Aangezien pas in een laat stadium van het onderzoek een geschikte sensor voor deze meting beschikbaar kwam is die meting niet in de proeven 1-5 verricht.

Er is gebruik gemaakt van een mobiele CF-meter van de WUR en de mobiele NIRS is gehuurd van Inventech. Daarnaast heeft het bedrijf Growtechnology op een van de meetdagen (proef 3) met een CF-meter deelgenomen aan de metingen (Figuur 3.2).



Figuur 3.3. NIRS-meting aan blad (links; t.b.v. proef 1-5) en aan het onderste deel van de stengel (rechts; t.b.v. proef 6).

In proef 1 zijn een aantal aanvullende zaken onderzocht, namelijk:

- Wat is het effect van het dippen van het stek in hormoonpoeder op de beworteling en uitloop?
- Wat is het effect van de CF- en NIRS-meting op de beworteling en uitloop?

Daartoe zijn de volgende behandelingen in de proef opgenomen:

1. Twee batches met ieder 80 stekken (één batch met “goede” stekken en één met “slechte” stekken; dus in totaal 160 stekken) worden inwendige parameters gemeten met CF en NIR; na meting zijn stekken behandeld met standaardconcentratie bewortelingspoeder en in potten weggestoken (4 stekken per pot; 20 potten).
2. Twee batches met ieder 80 stekken zijn gebruikt als nulmeting. Deze worden niet gemeten met CF en NIR en zonder hormoonbehandeling weggestoken (4 stekken per pot; 20 potten). Uit een vergelijking met behandeling 3 kan hieruit het effect van een hormoonbehandeling worden afgeleid.
3. 40 stekken worden niet gemeten met CF en NIR, maar wel gedipt in poeder en weggestoken (4 stekken per pot; 10 potten). Uit een vergelijking met behandeling 1 kan hieruit het effect van de meting met CF en NIRS op de beworteling worden afgeleid.

Aangezien de variatie in beworteling en uitloop tussen de stekken in de eerste proeven niet zo groot was (zie volgende hoofdstuk) was het moeilijk relaties vast te stellen tussen uitwendige en inwendige eigenschappen van het stek enerzijds en de beworteling en uitloop van het stek anderzijds. Aangezien we daar in het onderzoek juist wel naar op zoek waren, hebben we in proef 4-6 het bewortelingspoeder weggelaten, aangezien verwacht mocht worden dat daarmee de variatie in beworteling en uitloop toe zou nemen.

Op een beperkt aantal tijdstippen (in proef 1 en 6) zijn destructieve metingen verricht door een meting van het gehalte aan nutriënten en aan zetmeel, sucrose, glucose en fructose in een monster van stekken uit de twee batches. In proef 1 zijn daartoe mengmonsters van hele stekken samengesteld. Aangezien we geïnteresseerd waren in de verdeling van de koolhydraten over stengel en blad zijn de stekken in proef 6 gesplitst in stengels en bladeren, die afzonderlijk zijn geanalyseerd.

De 80 gemeten stekken werden na de meting in potten gestoken (4 per pot) en de ontwikkeling van beworteling en uitgroei werd na 14 dagen beoordeeld (Figuur 3.3). Op een aantal tijdstippen (proef 1 en 2) is een deel van de stekken langer gevolgd, en zijn de waarnemingen na circa 4 weken verricht.

De beworteling is beoordeeld door het gebruik van bewortelingsklassen die Rhizopon normaalgesproken in haar onderzoek hanteert. Daarbij worden de volgende gradaties onderscheiden:

0. rot
1. geen beworteling
2. callus
3. beworteling (enkel)
4. half = open krans
5. volledig = rondom gesloten krans (Figuur 3.4)



Figuur 3.4. Uitloop van de potroos na circa 14 dagen (links) en bewortelingsklassen 3, 4 en 5 (rechts).

Op een aantal tijdstippen (proef 3-6) is de beworteling daarnaast nog beoordeeld door het aantal wortels en de lengte van de langste wortel te bepalen. Verder werd het stekgewicht en de lengte van de uitloop bepaald.

Een overzicht van de proeven is weergegeven in Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Overzicht van de uitgevoerde proeven in 2007. Aangegeven is op welke data de proeven zijn ingezet en op welke data waarnemingen zijn verricht, of bewortelingspoeder is gebruikt, welke metingen zijn verricht bij het inzetten van de proef en welke waarnemingen aan het eind van de proeven aan de stekken zijn verricht.

Proef	inzetdata	Waarnemings-data	Wel/geen hormoonpoeder	metingen bij inzet	waarnemingen na circa 14 en evt. 28 dagen.
1	21-3	3-4 en 16-4	+ en -	Gewicht, CF, NIRS	Bewort. klasse, gewicht, lengte uitloop
1a	25-4		+	Gewicht	Bewort. klasse, gewicht, lengte uitloop
2	30-5	11-6 + 25-6	+	Gewicht, bladlengte, CF, NIRS	Bewort. klasse, gewicht, lengte uitloop
3	27-6	9-7	+	Gewicht, bladlengte, CF, NIRS	Bewort. klasse, aantal wortels, lengte wortel, gewicht, lengte uitloop
4	15-8	27-8	-	Gewicht, bladlengte, CF, NIRS	Bewort. klasse, aantal wortels, lengte wortel, lengte uitloop
5	12-9	24-9	-	Gewicht, bladlengte, bladbreedte, NIRS	Bewort. klasse, aantal wortels, lengte wortel, gewicht, lengte uitloop
6	2-10	15-10	-	Gewicht, bladlengte, bladbreedte, NIRS	Bewort. klasse, aantal wortels, lengte wortel, gewicht, lengte uitloop

Op deze manier is op verschillende momenten van het jaar het inwendige beeld van stekken in kaart gebracht en gerelateerd aan de beworteling en uitloop van het stek. Tevens is nagegaan in welke mate deze informatie aanvullend is op de reeds aanwezige kennis over de relatie tussen uitwendige parameters en de beworteling en groei van het stek.

3.4 Verwerking gegevens: statistische bewerking

Met name t.b.v. de verwerking van gegevens die met NIRS zijn verzameld, zijn statistische bewerkingen uitgevoerd. Daartoe zijn de data met een scatter-correctie en een tweede afgeleide getransformeerd. Vervolgens is gebruik gemaakt van discriminantanalyse (t.b.v. onderscheid tussen “goede” en “slechte” stekken), PCA (Principale Componenten Analyse) en PLS (Partial Least Squares).

3.5 Bijeenkomsten begeleidingsgroep

Ten behoeve van het project is een begeleidingsgroep geformeerd, die bestond uit vertegenwoordigers van Plantum (Thijs Simons), Syngenta (Piet van Marrewijk), Dekker Chrysanten (Ron Schoutsen), Olijrozen (Peter Schrama) en Blgg (Geerten van der Lugt).

De begeleidingsgroep is gedurende de looptijd van het project vier keer bijeen geweest: een keer in het najaar van 2006 en drie keer in 2007.

3.6 Workshop januari 2008

De resultaten van het project zijn gepresenteerd aan en bediscussieerd met een brede groep van praktijkbedrijven. Deze workshop is gehouden op 30 januari 2008 bij Floraholland te Aalsmeer.

4 Resultaten en discussie (fase 2)

4.1 Resultaten beworteling, uitgroei en versgewicht

Een overzicht van de gemiddelde waarden van resultaten van beworteling, uitgroei en versgewicht na circa 14 dagen is per proef weergegeven in Tabel 4.1. Voor een beschrijving van de behandelingen 1, 2 en 3 in proef 1 wordt verwezen naar het voorgaande hoofdstuk. Zoals in Tabel 3.1 en de begeleidende tekst is aangegeven is in proef 1 en 2 na circa 14 dagen een deel van de stekken beoordeeld op beworteling en uitloop en is het resterende deel na circa 4 weken beoordeeld op de uitloop. Verder moet worden opgemerkt dat een goede vergelijking van de resultaten tussen de proeven niet altijd mogelijk is, aangezien de stekken in de proeven 1-3 zijn gedipt in bewortelingspoeder en in de proeven 4-6 niet.

Tabel 4.1. Resultaten van gemiddelde waarden van beworteling en uitgroei na circa 14 dagen per proef. Er is onderscheid gemaakt tussen twee batches, waarvan de stekken in de ene door Nolina op het oog zijn beoordeeld als goed (stekbaar) en de ander als slecht (niet stekbaar). De beworteling is beoordeeld via de bewortelingsklasse (klasse), het aantal wortels (nwort) en de wortellengte (wleng). De uitloop is beoordeeld via de lengte van de uitloop en het versgewicht van het stek (versgew).

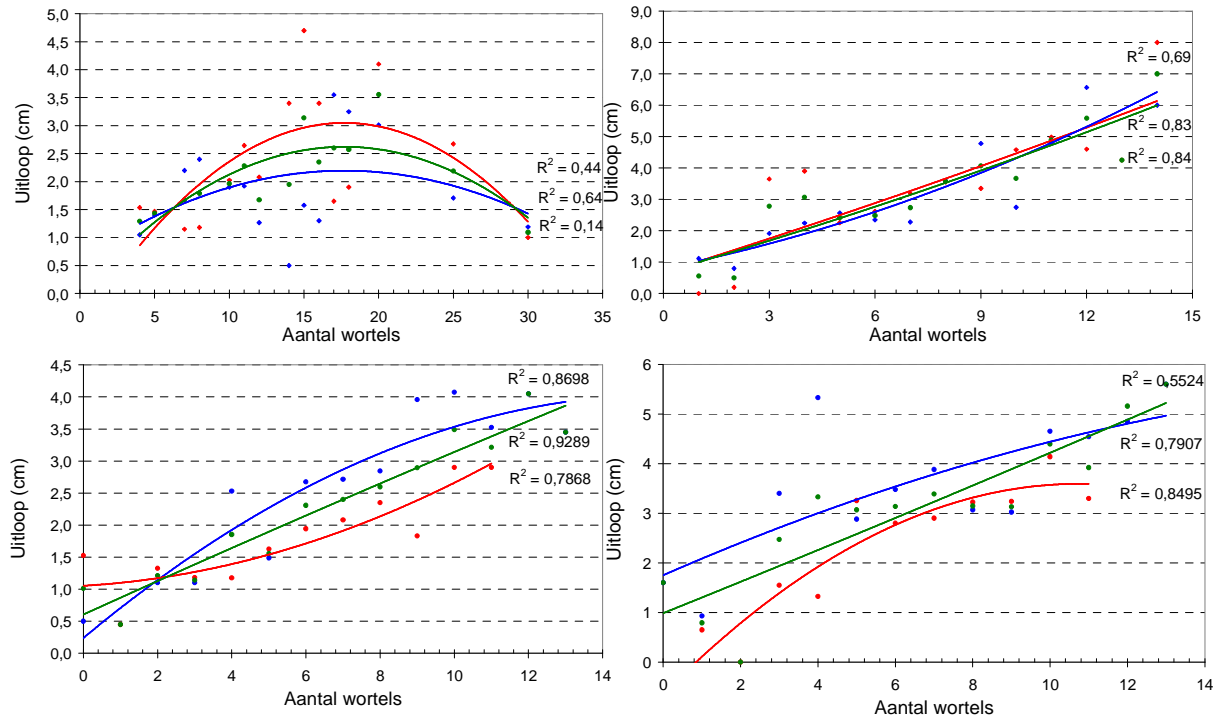
proef	beh	Stekbaar					Niet stekbaar				
		klasse	nwort	wleng	Lengte uitloop	versgew	klasse	nwort	wleng	Lengte uitloop	versgew
1	1	4,6			3,3	2,0	3,7			1,9	1,3
	2	2,8			4,0	1,6	2,6			2,3	1,2
	3	4,4			4,0	2,0	3,9			2,1	1,4
2		4,9			1,9	1,5	4,8			2,9	1,4
3		4,2	14,2	2,8	2,3	1,5	4,6	17,5	2,8	2,0	1,5
4		4,0	7,4	3,2	3,4	Nd	3,8	6,0	2,8	2,7	Nd
5		3,7	5,3	2,6	1,7	Nd	3,9	7,3	3,3	2,7	Nd
6		4,0	8,1	3,5	3,2	1,0	4,0	7,5	3,3	3,7	1,0

Uit de resultaten blijkt het volgende:

- de selectie die bij Nolina tussen stekbaar (goed) en niet-stekbaar (slecht) op het oog wordt gemaakt, lijkt op basis van de resultaten van proef 1 en 4 terug te komen in het bewortelingsresultaat: de niet-stekbare stekken bewortelen in deze proeven slechter dan de stekbare. Dit komt zowel tot uiting in de bewortelingsklasse als de lengte van de uitloop en het versgewicht. In de andere proeven kwam dit effect minder duidelijk naar voren en leek soms zelfs het omgekeerde het geval te zijn (proef 3 en 5);
- Het uitvoeren van de metingen heeft geen negatief effect op de beworteling van het stek tot gevolg, wat blijkt uit een vergelijkbaar resultaat van behandeling 1 en 3 van proef 1;
- Behandeling met hormoonpoeder heeft duidelijk effect op beworteling maar minder op uitloop, wat blijkt uit een vergelijking van de behandelingen 1 en 2 van proef 1. Uit een vergelijking met de resultaten van proef 3 met die van de proeven 4 t/m 6 blijkt tevens dat het aantal wortels sterk wordt gereduceerd als bewortelingspoeder wordt weggelaten.

Er is ook gekeken naar de relatie tussen bewortelingsparameters (zoals het aantal wortels) en de uitloop (lengte uitloop) van individuele stekken. Hieruit blijkt dat dit verband verschilde tussen de proeven en dat

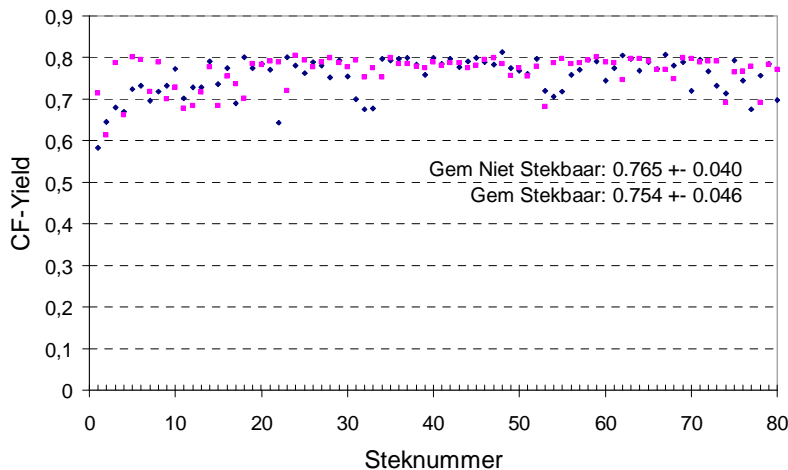
dit met name samen leek te hangen met het gebruik van bewortelingspoeder. Verwacht werd dat er sprake zou zijn van een optimum in de relatie tussen het aantal wortels en de lengte van de uitloop (zie hoofdstuk 2). Dit werd wel gevonden in proef 3, waar de uitloop boven een wortelaantal van 15-20 weer daalde, maar niet in de proeven 4-6. Daar waren de wortelaantallen lager (<15), waarschijnlijk door het weglaten van bewortelingspoeder en het feit dat de proeven later in het jaar zijn uitgevoerd, en was het verband tussen het aantal wortels en de uitloop meer rechtlijnig.



Figuur 4.1. Resultaten van de relatie tussen het aantal wortels en de uitloop in de proeven 3 (linksboven), 4 (rechtsboven), 5 (linksonder) en 6 (rechtsonder). Er is steeds onderscheid gemaakt tussen goede (rood) en slechte (blauw) stekken en het gemiddelde (groen).

4.2 Resultaten van CF- en NIRS-metingen

Uit de resultaten van de CF-metingen bleek dat de gevonden waarden hoog waren en dat de variatie erg beperkt was. Voor proef 1 is dit weergegeven in Figuur 4.2.



Figuur 4.2. Resultaten van de CF-meting van goede (blauw) en slechte (rood) stekken in proef 1.

De conclusie is dat de potentiële fotosynthesecapaciteit hoog is, waaruit kan worden afgeleid dat het fotosyntheseapparaat goed in tact is. Dit kan worden verklaard doordat het stekmateriaal na het plukken snel (binnen een etmaal) is verwerkt (gemeten en gestoken) en dat het tussentijds is bewaard in de koeling. Overigens moet worden opgemerkt dat de CF-waarde bij het teruglopen van de turgor sterk kan afnemen en dat die vervolgens bij het oplopen van de turgor weer kan herstellen tot een waarde van ongeveer 0,8.

De resultaten van de NIRS-metingen, de NIRS-spectra, waren beschikbaar per stekje (bijlage 3). Dit betrof informatie uit het golflengtebereik van 1000 - 2500 nm, aangevuld met informatie uit het zichtbare gebied (400 – 1000 nm). Opmerkelijk genoeg was met name de informatie uit het zichtbare gebied bruikbaar voor de analyse, omdat op basis van deze informatie onderscheid kon worden gemaakt tussen goede en slechte stekken (zie verder).

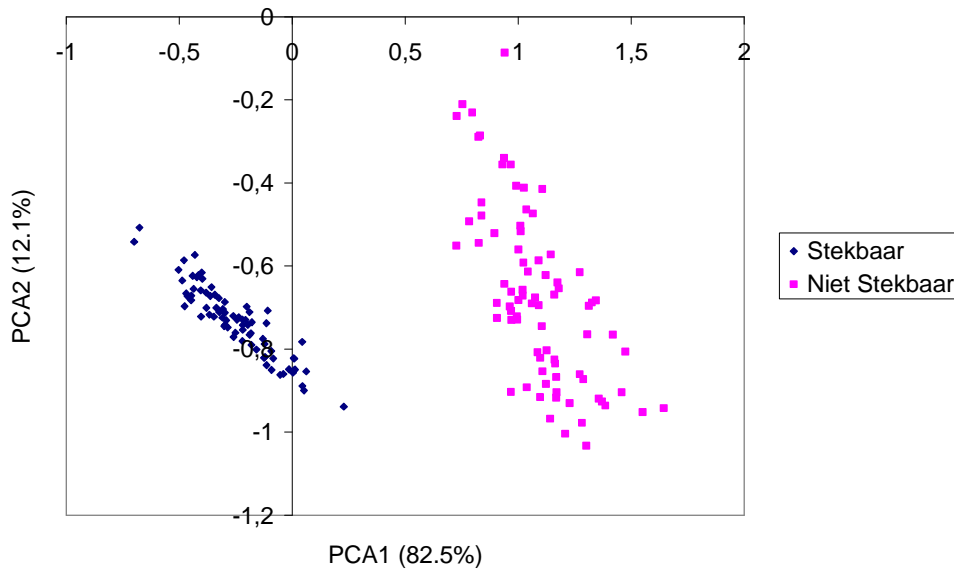
In eerste instantie is nagegaan of er een onderscheid kon worden gemaakt tussen goede/slechte stekken op basis van NIRS-meting aan stekblad. Daartoe is met de individuele spectra van de NIRS-metingen van de twee groepen stekken (400 goede en 400 slechte stekken uit de proeven 1-5) de discriminant-analyse uitgevoerd.

Aan ieder stekje werd een label meegegeven waaruit bleek of het om een “goede” of een “slechte” stek ging en verder werd discriminant-analyse uitgevoerd met de spectra van de stekjes. Nagegaan werd of er criteria gevonden konden worden op basis waarvan de “goede” en “slechte” stekken konden worden onderscheiden. Dit ging vrij goed, waardoor verreweg het grootste deel van de stekken op basis van de analyse terecht als goed of slecht werd aangemerkt (Tabel 4.2). Wel moet hierbij worden opgemerkt dat de praktische waarde hiervan beperkt is, omdat voorafgaand aan de statistische bewerking informatie over de kwaliteit van het stek (goed/slecht) werd meegegeven. Dit zal normaalgesproken in de praktijk niet het geval zijn.

Tabel 4.2. Overzicht van de aantallen en percentages van de stekken die na discriminant-analyse (DA) terecht of onterecht als “goed” of “slecht” zijn beoordeeld.

Beoordeling met DA	Wel/niet terecht als goed of slecht beoordeeld	Aantal stekken	% stekken
Goed	Terecht	327	82
	Onzeker	43	11
	Onterecht	29	7
Slecht	Terecht	348	87
	Onzeker	34	8,5
	Onterecht	18	4,5

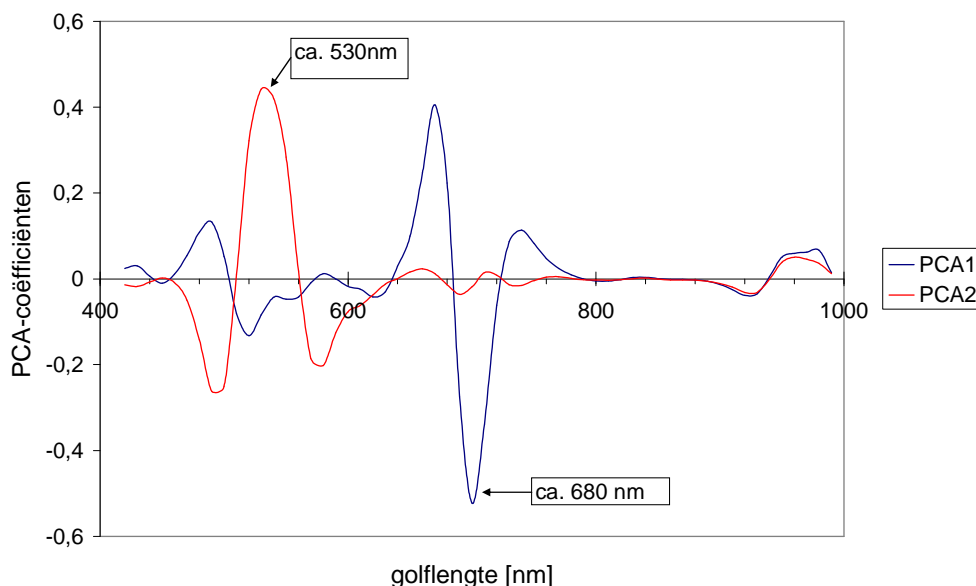
Daarnaast is met een andere statistische techniek, de principale componenten analyse, nagegaan of er op basis van de NIRS-metingen onderscheid kon worden gemaakt tussen goede en slechte stekken, zonder dat voorafgaand informatie over de stek kwaliteit werd meegegeven. Daartoe zijn zowel de spectra van de NIRS-metingen die aan het blad zijn gedaan (proeven 1-5) als van de NIRS-meting die aan de stengel-basis zijn verricht (proef 6) geanalyseerd. Vooral de metingen die aan de stengel zijn gedaan vielen uiteen in twee groepen die op basis van de eerste principale component (PCA 1) zeer duidelijk van elkaar te onderscheiden waren (Figuur 4.3). Opmerkelijk genoeg kwam deze indeling in twee uiteenlopende groepen precies overeen met de indeling in goede (stekbare) en slechte (niet stekbare) stekken. Deze scheiding op basis van NIRS toepassing op de onderste delen van de stengel lijkt een goed alternatief voor de selectie zoals die nu bij Nolina nog handmatig wordt gedaan.



Figuur 4.3. Resultaat van de Principale Componenten Analyse van NIRS-spectra op basis van metingen aan de stengelbasis; proef 6.

Met de NIRS-meting is ook informatie uit het zichtbare golflengtebereik gedetecteerd. Ten behoeve van het onderscheid tussen goede/slechte stekken in Figuur 4.3 is vooral informatie uit het zichtbare gebied gebruikt. Dit blijkt uit Figuur 4.4, waarin de grote pieken en dalen in de grafiek weergegeven van welk golflengtebereik gebruik is gemaakt bij het maken van het onderscheid tussen de twee groepen. Dit blijken de golflengtes van 530 en 680 nm te zijn.

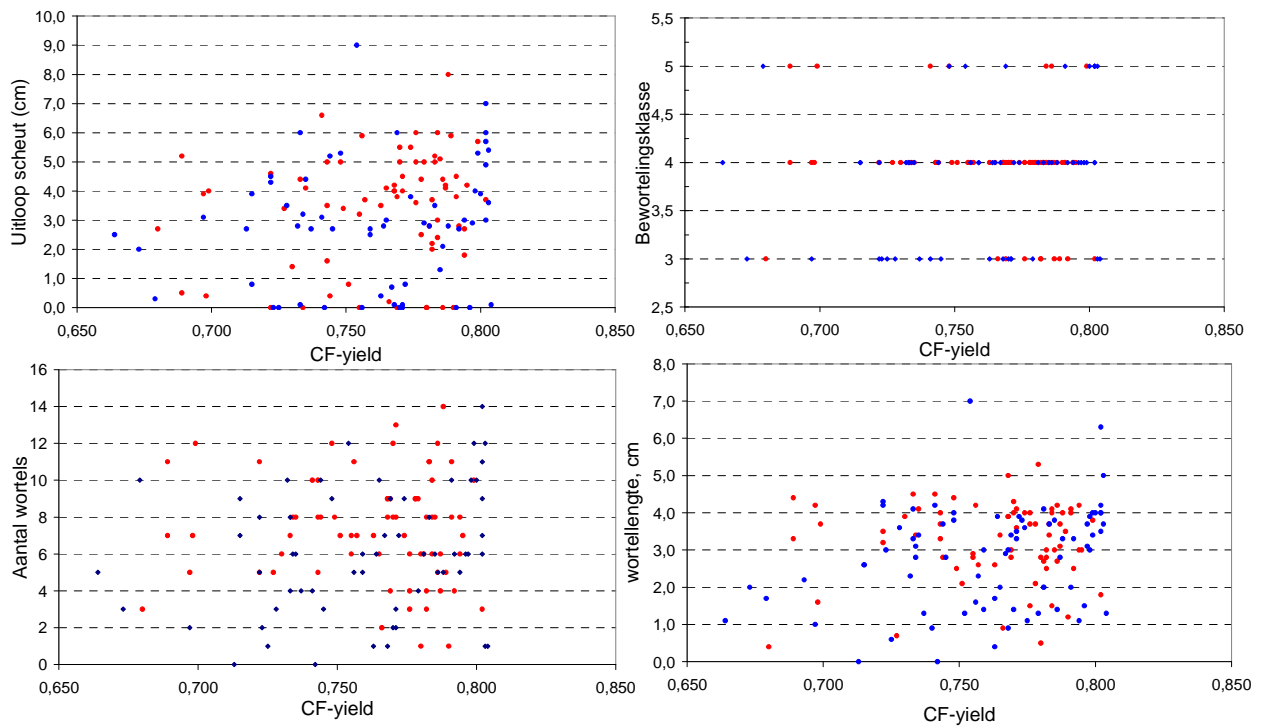
Doordat het er op basis van deze meting op lijkt dat het onderscheid tussen goede en slechte stekken kan worden gemaakt op basis van metingen in het zichtbare gebied, lijkt een praktijktoepassing relatief goed realiseerbaar. De sensoren voor metingen in het zichtbare bereik zijn namelijk relatief goedkoop en daarmee aantrekkelijk voor toepassing in de praktijk.



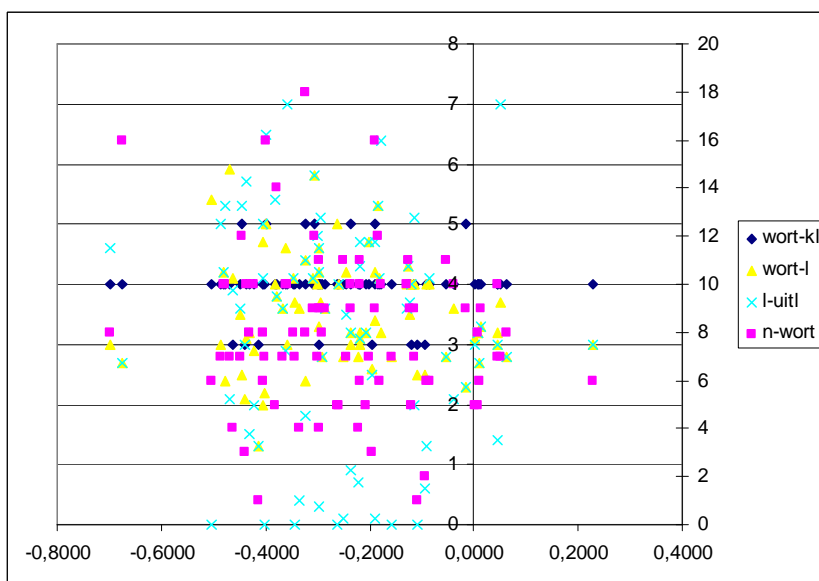
Figuur 4.4. Coëfficiëntenplot van de eerste en tweede Principale Component voor het golflengtebereik van 400 – 1000 nm. Een hoge uitslag geeft aan dat de informatie van de betreffende golflengte is gebruikt voor het maken van onderscheid tussen de stekken.

4.3 Relatie tussen CF- en NIRS-metingen en beworteling, uitgroei en versgewicht

Het belangrijkste doel van het uitvoeren van CF- en NIRS-metingen was het zoeken van eventuele relaties tussen de meetresultaten en de beworteling en uitloop van het stek. Daartoe is op basis van de resultaten van de afzonderlijke proeven gezocht naar relaties tussen de CF-yield en het resultaat van de NIRS-meting enerzijds en de resultaten van beworteling (bewortelingsklasse, aantal wortels, wortellengte) en uitloop (lengte uitloop) anderzijds. Enkele representatieve resultaten zijn weergegeven in Figuur 4.5 (CF) en 4.6 (NIRS) en Tabel 4.3.



Figuur 4.5. Representatieve resultaten van de relatie tussen de CF-metresultaten enerzijds (CF-yield) en uitloop (linksboven) en beworteling (rechtsboven, linksonder en rechtsonder) van de stekken anderzijds. Het betreft resultaten van goede (rood) en slechte (blauw) stekken van proef 4.



Figuur 4.6. Relatie tussen bewerkte NIRS-metresultaten (x-as; coëfficiënt PCA) en de uitloop (l-uitl), bewortelingsklasse (wort-kl), wortellengte (wort-l) en het aantal wortels (n-wort). Resultaten proef 6.

Tabel 4.3. Bijdrage van de principale componenten (PCA 1-3) aan de voorspelling van uitloop en beworteling van goede (stekbaar) en slechte (niet stekbaar) stekken in proef 6.

		wort-kl	n-wort	wort-l	l-uitl
PCA1	stekbaar	0,0%	2,5%	0,8%	1,1%
PCA2	stekbaar	0,0%	1,9%	0,3%	0,1%
PCA3	stekbaar	0,2%	1,1%	0,0%	0,2%
PCA1	niet stekb	1,9%	3,0%	0,0%	9,7%
PCA2	niet stekb	4,6%	6,6%	0,5%	18,4%
PCA3	niet stekb	2,1%	3,2%	0,0%	4,6%

Uit de resultaten blijkt dat er nauwelijks sprake was van relaties tussen CF- en NIRS-meetresultaten enerzijds en het resultaat van uitloop en beworteling anderzijds. Hiermee lijken de CF- en NIRS-metingen niet bruikbaar om de uitloop en beworteling van individuele stekken te voorspellen.

4.4 Resultaten destructieve metingen

Van proef 1 en 6 zijn gewasmonsters samengesteld uit een grote hoeveelheid stekken afkomstig uit de twee batches ("goede" en "slechte" stekken). Daarbij zijn de stekken uit proef 1 in zijn geheel geanalyseerd, terwijl de stekken uit proef 6 zijn gescheiden in stengel en blad. In de monsters is zowel het gehalte aan nutriënten (Tabel 4.4) als van enkelvoudige en meervoudige koolhydraten bepaald (Tabel 4.5).

Tabel 4.4. Resultaat van de analyse van het nutriëntengehalte in het stekmateriaal van proef 1 (21 maart) en proef 6 (2 oktober).

Datum	monster	goed/slecht	gehalte, g/kg			mg/kg				
			N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	B
21-mrt	hele stek	goed	4,14	0,53	4,96	1,55	0,40	7,5	7,2	4,5
	hele stek	slecht	4,33	0,54	4,96	1,65	0,40	7,3	8,1	4,9
2-okt	blad	goed	5,64	0,60	5,05	2,20	0,52	11,0	18,0	9,5
	blad	slecht	5,99	0,60	5,05	2,26	0,54	10,0	17,0	3,1
	stengel	goed	2,14	0,60	5,95	1,64	0,40	6,0	10,0	5,1
	stengel	slecht	2,07	0,60	5,81	1,59	0,42	5,0	7,0	5,3

De verschillen in de nutriëntengehalten tussen "goede" en "slechte" stekken waren niet erg groot. In het materiaal van proef 6 was het gehalte aan spooorelementen Fe, Mn en B in de goede stekken wat hoger dan in de slechte stekken. Dit was vooral het geval bij het Mn-gehalte van de stengels en het B-gehalte in het blad. Het is bekend dat een B-gebrek een negatief effect kan hebben op de ontwikkeling van groeipunten en dat zou dus van invloed kunnen zijn op de uitloop van het stek.

Verder was het gehalte van de meeste nutriënten in het najaarsmonster van proef 6 wat hoger dan in het voorjaarsmonster van proef 1. Dit geldt met name voor de spooorelementen Mn en B en voor K. Aangezien bekend is dat de kwaliteit van najaarsstekken vaak minder goed is dan van voorjaarsstekken, zou het gehalte aan nutriënten daarvoor een verklaring kunnen vormen. Overigens zijn de mogelijkheden om de kwaliteit van voorjaars- en najaarsstekken in dit onderzoek te vergelijken beperkt,

aangezien de voorjaarsmonsters zijn behandeld met bewortelingspoeder en de najaarsmonsters niet.

Tabel 4.5. Resultaat van de analyse van het koolhydraatgehalte in het stekmateriaal van proef 1 (21 maart) en proef 6 (2 oktober).

Datum	monster	goed/slecht	vocht%	gehalten, g/kg			
				zetmeel	glucose	fructose	sucrose
21-mrt	hele stek	goed	86,2	4,5	3,1	1,6	19,6
	hele stek	slecht	85,7	4,6	3,1	2,6	17,0
2-okt	blad	goed	84,8	5,3	0,7	0,6	2,6
	blad	slecht	84,3	3,8	0,9	0,8	3,2
	stengel	goed	n.b.	2,3	1,0	0,8	2,4
	stengel	slecht	n.b.	2,4	0,8	0,7	3,2

Er zijn weliswaar verschillen vastgesteld in de gehalten aan koolhydraten in goede en slechte stekken, maar deze verschillen waren niet consequent. Zo was het fructosegehalte in voorjaarsmonsters wat hoger dan in slechte stekken, terwijl dat verschil in najaarsmonsters niet aanwezig was. Het sucrosegehalte in voorjaarsmonsters van goede stekken was wat hoger dan in slechte stekken, terwijl dat in najaarsmonsters andersom is. Tenslotte was het zetmeelgehalte in het blad van goede stekken van najaarsmonsters hoger dan in slechte stekken, maar in voorjaarsmonsters was er geen verschil. Op basis hiervan werd dus geen systematische verschil in het koolhydraatgehalte van goede en slechte stekken aangetoond.

Wel was er sprake van grote verschillen in het koolhydraatgehalte van voor- en najaarsstekken. Het betrof de enkelvoudige suikers glucose, fructose en sucrose, waarbij vooral het sucrosegehalte in het najaarsmonster veel lager was dan in het voorjaarsmonster. Het lijkt waarschijnlijk dat het grote verschil in lichtinstraling in maart en oktober daarbij een belangrijke rol heeft gespeeld. Dit lagere gehalte aan enkelvoudige suikers in najaarsmonsters is mogelijk een verklaring voor de slechtere kwaliteit van najaarsstek dan die van voorjaarsstek.

4.5 Discussie

De resultaten uit het onderzoek zijn in een workshop besproken met bedrijven uit de praktijk (bijlage 4). Vastgesteld kan worden dat resultaten van de proeven enigszins teleurstellend zijn, aangezien zowel de NIRS- als CF-metingen geen waarde lijken te hebben voor het voorspellen van de beworteling of uitloop van de stekken van potroos. De NIRS-metingen aan het onderste deel van de stengel lijken wel gebruikt te kunnen worden voor de voorselectie van het stek. Dit resultaat moet echter met enige terughoudendheid worden gehanteerd, omdat het slechts op één proef is gebaseerd.

Op basis van deze resultaten lijkt de rol van de fotosynthese-capaciteit en die van de koolhydraatstatus van het stek minder groot dan verwacht op basis van voorgaand onderzoek. Uit dat onderzoek kwam naar voren kwam dat koolhydraten dienen als reservestoffen voor het stek bij bewaren en het begin van beworteling, terwijl fotosynthese noodzakelijk is voor de latere vorming en uitloop van de wortels en de scheut. Wel moet worden opgemerkt dat met de CF-meting fotosynthese-capaciteit is gemeten en dat de actuele fotosynthese (berekend als de integraal) mogelijk wel een betere relatie had gegeven.

De relatie tussen NIRS-gegevens en de gegevens uit de destructieve metingen van inhoudsstoffen is

moeilijk te leggen, aangezien het aantal verrichte destructieve metingen daarvoor te gering is.

Bij Nolina is al veel gedaan om de uniformiteit van het product te bevorderen, waardoor het moeilijker is om verdere verbeteringen aan te brengen. Bij andere plantensoorten en andere bedrijven zal de variatie veelal groter zijn. Door de begeleidingsgroep van het project is na afloop van het onderzoek gediscussieerd over de vraag of het gewas potroos bij Nolina achteraf wel het meest optimale testgewas was. Voordeel van de keuze voor een ander gewas met meer variatie zou zijn geweest dat er meer te verbeteren valt. Nadeel is dat er ook veel andere factoren suboptimaal zullen zijn dan de factoren die onderzocht worden en dat de verbeteringen op basis van bestaande kennis aangebracht hadden kunnen worden. Conclusie was dan ook dat de gewaskeus goed is geweest.

4.6 *Aanbevelingen voor vervolgonderzoek*

Het grote verschil in het koolhydraat-gehalte (vooral sucrose) in voorjaarstekken ten opzichte van dat in najaarsstekken lijkt aanknopingspunten te bieden voor eventueel vervolgonderzoek. Bekend is dat voorjaarsstekken een betere kwaliteit en bewaarbaarheid hebben dan najaarsstekken. Het identificeren van een minimum koolhydraatgehalte om 'goed stek' van 'slecht stek' te kunnen scheiden en het geven van richtlijnen (bijv. via belichting en/of het moment van knippen) voor het realiseren van het gewenste koolhydraatgehalte is een optie. Het lijkt zinvol om na te gaan of het mogelijk is om voor de meting van het koolhydraatgehalte een NIRS-toepassing te ontwikkelen. Parallel hieraan zou ook gekeken kunnen worden naar nutriëntengehalten (o.a. N) en de interactie met koolhydraten. Beperkingen/knelpunten lijken te zijn dat deze waarden waarschijnlijk per gewas en ras verschillen en dat de benodigde inspanning voor het afleiden van richtlijnen groot is. Wellicht is het zinvol eerst nog een aanvullende literatuurstudie uit te voeren voordat wordt begonnen met experimenteel onderzoek.

Experimenteel onderzoek lijkt vooral zinvol als het onder gecontroleerde omstandigheden (t.a.v. licht, CO₂ en nutriënten) kan worden uitgevoerd. Als testgewas wordt met name gedacht aan gewassen waarvan al veel bekend is over factoren die van invloed zijn op het stekproces, zoals potroos en chrysant.

Literatuur

- Bredmose N, Kristiansen K & Nielsen B (2004) Propagation temperature, PPFD, auxin treatment, cutting size and cutting position affect root formation, axillary bud growth and shoot development in miniature rose (*Rosa hybrida* L.) plants and alter homogeneity. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology* 79, 3, 458-465.
- Da Cunha Costa JMG (2002) The role of the leaf in growth dynamics and rooting of leafy stem cuttings of rose. Proefschrift Wageningen Universiteit, 186 pp.
- Derkx MPM (2006) Verhogen van het slagingspercentage en de uniformiteit van de beworteling van zacht stek (snijroos en potroos) en winterstek van roos. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Bomen, PPO nr. 3231116300 en 3231200000, 20 pp.
- Schapendonk AHCM, Van der Putten PEL, Dolstra O & Haalstra SR (1992) Chlorophyll-fluorescence: a non-destructive method for detecting damage in the photosynthetic apparatus in plants. *Acta Horticulturae* 304, 61-70.
- Van Telgen HJ (2006) Variatie in stek kwaliteit. Voordracht gehouden tijdens de "Workshop stek kwaliteit siergewassen", gehouden op 8-11-06 te Bleiswijk.

Bijlage 1. Globale beschrijving van het principe van chlorofylfluorescentie en nabij infrarood reflectie spectrometrie.

Chlorofylfluorescentie (CF)

Chlorofylfluorescentie is een techniek die bepaalde deelprocessen van de fotosynthese exact opmeet. Planten halen hun energie uit zonlicht. Via fotosynthese wordt deze in bruikbare (chemische) energievormen omgezet. Hierbij wordt niet alle invallend zonlicht gebruikt: een deel reflecteert en een ander deel wordt omgezet in warmte. Tijdens de eerste stappen van de fotochemische reactieketen wordt een deel van het zonlicht (ABS) geabsorbeerd door chlorofyl 'antennes', waarna het reactiecentrum (CR) die energie kanaliseert en 'vangt' (TR). Daar wordt onder invloed van deze energie een lading (e-) doorgegeven van een e--donor naar een e--ontvanger. Het transport van deze lading (ET) via verschillende dragers is de motor voor de transformatie van lichtenergie in chemische energie.

Efficiëntie van de fotosynthese

Maar niet alle elektronen leggen netjes deze fotochemische reactieweg af. Sommige gaan verloren in warmte-energie en andere worden omgezet in licht: chlorofylfluorescentie.

De drie fundamentele stappen van de fotosynthese (namelijk absorptie (ABS), captatie (TR) en elektrontransport (ET) kunnen gekwantificeerd worden door het meten van dit verlies aan energie. Doordat de pigmenten (chlorofyl) een foton (licht) ontvangen, gaan ze van hun normale toestand over in een geëxciteerde toestand*. Ze kunnen op verschillende manieren terugkeren naar hun normale toestand:

- via uitzenden van warmte,
- via uitzenden van licht (of chlorofylfluorescentie),
- via de fotochemische reactieweg (de fotosynthese).

Deze drie reactiewegen zijn onderling afhankelijk van elkaar. Daarom stijgen de energieverliezen (uitzenden van warmte en licht) als de fotosynthese aan rendement verliest en omgekeerd. Dus als je het energieverlies meet, weet je direct veel over het rendement van de fotosynthese.

De fluorescentiemeting

Om de fluorescentie te meten, moet een nauwkeurige procedure gevolgd worden. De fotosynthese van een blad moet eerst tot een (arbitrair) nulpunt gebracht worden door het blad een tijd in het donker te brengen. Als het blad daarna plots wordt blootgesteld aan intens licht, kan men met geschikte apparatuur duidelijk twee fasen in het fluorescentiesignaal waarnemen, wat het Kautsky-effect genoemd wordt:

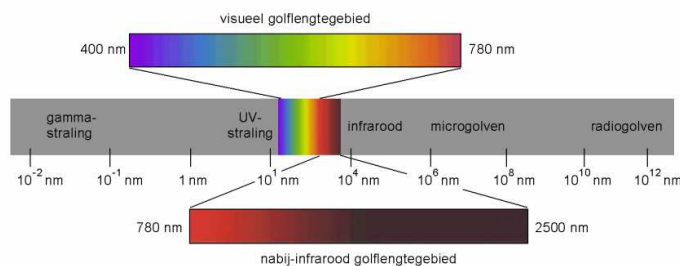
- een snelle toename van een minimum tot een maximum in één seconde;
- een trage afname gedurende ongeveer tien minuten tot een stabiel niveau (het arbitraire nulpunt).

De eerste, snelle fase kan gemakkelijk gemeten en geanalyseerd worden met een draagbaar toestel. Deze meting gebeurt zeer snel, in minder dan één seconde, en is niet destructief want ze gebeurt direct op het blad.

Voor een uitgebreidere beschrijving van de mogelijkheden van CF-metingen zie Schapendonk et al., 1992.

Nabij infrarood reflectie spectroscopie (NIRS)

NIRS is een afkorting voor Nabij-Infrarood Reflectie Spectrometrie (NIRS). Met deze techniek wordt de gereflecteerde straling aan een monsteroppervlak gemeten. De gemeten straling valt onder het begrip elektromagnetische straling (zie Figuur 1). Het bekendste deel van deze straling is het zichtbare deel, de straling die we als mens kunnen zien. Deze straling plant zich voort in een golfbeweging. De lengte van de golf is een maat voor de energie van het licht. Naarmate de golflengte toeneemt, neemt de energie af. Straling met een korte golflengte (blauw licht) bevat meer energie dan licht met een lange golflengte (met een zelfde golfhogte). Straling met een nog kortere golflengte kan zelf schadelijk zijn (UV en gamma of Röntgen straling). Licht met een langere golflengte als wij kunnen zien (nabij infrarood) kunnen we wel voelen als warmte straling (zie ook "Hoe meet NIRS").



Figuur 1. Het elektromagnetische spectrum met daarin o.a. de locatie van zichtbaar en nabij-infrarood licht.

Met NIRS wordt niet één golflengte (kleur) gemeten, maar een heel spectrum, in het golflengtegebied van 1000-2500 nm. Het spectrum (het reflectiepatroon) bevat informatie van het materiaal, zeg maar een soort vingerafdruk. Een vingerafdruk is een aardig plaatje, maar je kunt er niet veel mee. Pas als je die ene vingerafdruk kunt vergelijken met andere vingerafdrucken (uit een databank) wordt de techniek waardevol. Dit geldt ook voor NIRS.

Met NIRS wordt lichtenergie (fotonen) gemeten. Het NIR-signaal wordt gemeten als verhouding tussen het licht dat door het monster wordt gereflecteerd en wordt opgenomen. Een selectief deel van het licht wordt namelijk door de moleculen in de monsters omgezet in bewegingsenergie. De bewegingsenergie wordt weer omgezet in warmte. Afhankelijk van de samenstelling van het monster worden specifieke delen uit het spectrum omgezet (geabsorbeerd). Hiermee wordt zowel informatie over de identiteit (wat is het) als de kwantiteit (hoeveel zit er in) verkregen.

Met NIRS wordt absorptie van monsters gemeten in het gebied 1000-2500 nm. De spectrale informatie bevat daarmee informatie over de samenstelling van het monster. Via geavanceerde statistische technieken wordt een relatie ontwikkeld tussen de spectrale informatie en analyseparameters vastgesteld met conventionele technieken. Vervolgens kan NIRS dan de conventionele techniek vervangen. Van groot belang daarbij is dat de conventionele techniek robuust is en reproduceerbare resultaten geeft. NIRS geeft echter weinig specifieke informatie. Spectra zijn niet 1 op 1 te interpreteren in de zin dat bijvoorbeeld een piek bij 1400 nm altijd overeenkomt met een bepaalde stof. Wel kan uit de spectra de aanwezigheid van onderdelen van een molecuul worden afgeleid. Dit zijn vooral signalen afkomstig van eenvoudige bi-atomaire verbindingen met een hoge polarisatie (ladingsverschil) zoals CH, OH en NH verbindingen. Een van de belangrijke beperkingen is dat de aanwezigheid van water leidt tot een sterke absorptie van belangrijke delen van het spectrum.

Bijlage 2. Verslag van de eerste workshop stek kwaliteit op 8 november 2006.

In het kader van het project "Verhogen van het slagingspercentage en uniformiteit in stek kwaliteit", dat recent van start is gegaan en in opdracht van Productschap Tuinbouw wordt uitgevoerd, is 8 november jl. een workshop gehouden bij Floraholland te Bleiswijk. Bij de workshop waren 31 personen van 25 bedrijven aanwezig (zie bijgevoegde presentielijst). Daarnaast hebben nog 17 mensen van 15 bedrijven interesse getoond in het project, maar deze personen konden niet bij de workshop aanwezig zijn.

De doelstellingen van de workshop waren:

- Het betrekken van praktijkbedrijven bij het project.
- Het toetsen van de ideeën van de projectgroep over de verbetering van stek kwaliteit.
- Het inventariseren van aanvullende ideeën voor de verbetering van de stek kwaliteit.
- Toetsen of het mogelijk is om een methodiek te ontwikkelen die bruikbaar is voor een groot aantal gewassen.

Het programma van de workshop was opgebouwd uit een aantal inleidingen van projectdeelnemers, die werden gevolgd door een discussie.

Een aantal van de presentaties zijn als bijlage bij dit verslag gevoegd. De presentaties van de praktijkbedrijven zijn hierna kort samengevat:

- **Olij** produceert 2 typen stekken van snijrozen: stekken en stenten (70%).
- De verbetering van het slagingspercentage voor moeilijk te vermeerderen rassen is voor hun de belangrijkste reden om mee te doen aan het project.
- Olij streeft niet naar een absolute uniformiteit van stek, maar tolereert een zekere heterogeniteit, omdat dit goed in te passen is in het bedrijfsproces.
- Ze denken met name aan de mogelijkheid om het stek voor het wegsteken te selecteren op basis van chlorofylfluorescentie van het blad.
- Tenslotte wijst Schrama op de mogelijkheid om de slagingskans van stek te kunnen vergroten door het aanbrengen van een gecontroleerde stress. Dit is naar voren gekomen uit onderzoek naar komkommers.
- **Nolina** heeft miniaturpotrozen en steekt ca. 25 miljoen stekken (stek van stek) per jaar.
- Er worden meerdere stekken in een pot gestoken.
- De uniformiteit van stek is voor hun de belangrijkste reden om mee te doen aan het project.
- Het slagingspercentage is zeer hoog (ca. 95%).
- Het knippen en steken is geautomatiseerd.
- Er is een vision-techniek ingebouwd in de robot, waarbij kan worden gesorteerd op basis van uitwendige parameters.
- Ze hebben al vastgesteld dat de voorspellende waarde van uitwendige kenmerken niet goed genoeg is, omdat er sprake is van een grote bandbreedte binnen stekken die op het oog vergelijkbaar zijn. Ze verwachten dat dit beter kan door inwendige kenmerken mee te nemen.
- In het verleden is uitgezocht dat bepaalde informatie in theorie te gebruiken is om stekken te sorteren (bijv. stekpositie), maar dat dit in de praktijk niet altijd haalbaar is.

- **Dekker Chrysanten** is een van de grootste chrysantenbedrijven van Nederland.
- De stekproductie vindt volledig in het buitenland plaats.
- Bij chrysanten is het stekproces zeer ver ontwikkeld. Dit heeft o.a. te maken met de eigenschappen van het gewas, wat een hoog slagingspercentage en relatief grote uniformiteit mogelijk maakt.
- Een verdere verbetering van de uniformiteit is voor hun de belangrijkste reden om deel te nemen aan het project.
- Schoutsen onderscheidt diverse aspecten die van invloed zijn op de stek kwaliteit, namelijk teeltaspecten, menselijke aspecten (oogsten, transport) en plantkundige eigenschappen.
- Voor beworteling zijn vooral de handling (voor het steken wordt gebruik gemaakt van een steekmachine, wat gelijkmatigheid mogelijk maakt), teelt, klimaat en stekeigenschappen van belang.
- Voor groei kracht zijn teeltaspecten, bewaring en plantkundige aspecten van belang.
- De houdbaarheid van chrysantenstekken is vrij goed, wat een voordeel is gezien de benodigde tijd voor transport vanuit buitenland.
- Dekker Chrysanten gaat vrij ver in het aanbrengen van stress, omdat ze denken dat de uniformiteit vergroot.
- **Syngenta Seeds** vermeerderd een groot aantal gewassen en rassen (eenjarigen, tweejarigen, potplanten en vaste planten). Dit maakt een verbetering van de stek kwaliteit op het niveau van het gewas/ras moeilijk.
- Evenals bij chrysant worden de stekken in het verre buitenland geproduceerd. Dit maakt beheersing van het gehele stekproces moeilijk.
- Het vergroten van de uniformiteit is voor hun het belangrijkste argument om deel te nemen aan het project, maar sommige gewassen/rassen vertonen veel uitval.

(zie bijgevoegde presentatie voor aanvullingen)

Er werd naar aanleiding van de diverse presentaties een levendige discussie gevoerd. De slotdiscussie werd, onder voorzitterschap van Plantum, vooral gevoerd aan de hand van de volgende stellingen:

- Een generieke aanpak van knelpunten bij het stekken van siergewassen is mogelijk.
- Door het grote aantal gewassen en rassen is optimalisatie van omstandigheden en een methodiekontwikkeling voor sortering in de praktijk onbetaalbaar.

Over het algemeen was men het wel eens met de eerste stelling, aangezien het de verwachting is dat bij alle gewassen de hoeveelheid reservestoffen in het stek en de fotosyntheseactiviteit van het stekblad belangrijke eigenschappen zijn voor de kwaliteit van het stek. Uiteraard zijn er grote verschillen tussen de gewassen en in het hele stekproces, waardoor in aanvulling op deze zaken per gewas specifieke aandachtspunten nodig zijn. Verder verschillen ook de eigenschappen en de kwaliteitseisen per gewas. Deels worden deze bepaald door de afnemer, maar ook door wat per gewas mogelijk is. Bij het ene gewas/ras is van nature sprake van een grotere bandbreedte/variëteit in beworteling en uitloop dan bij het andere. Conclusie is dat een generieke aanpak voor alle gewassen tot op zekere hoogte mogelijk lijkt, maar dat dit vervolgens per gewas verder moet worden uitgewerkt. Een persoon gaf aan meer vertrouwen te hebben in de bepaling van de fotosynthese-efficiëntie met de chlorofylfluorescentie-techniek dan in de bepaling van reservestoffen in het stek met NIRS, als voorspellende parameter voor de beworteling en uitloop van stek.

De tweede stelling is in eerste instantie voorgelegd aan Van Marrewijk, omdat die in de presentatie had

aangegeven dat het aantal gewassen bij Syngenta zeer groot is. Hij gaf aan dat het inderdaad onmogelijk is voor alle gewassen tegelijk met verbeteringen aan de slag te gaan, maar dat je met een gewas/ras zou kunnen beginnen. Als het gaat om sorteren, zou je dat zo vroeg mogelijk in het proces moeten doen. Het liefst bij het plukken/knippen van de stekken.

Tenslotte werd nog gediscussieerd over de gewenste methodiek die nodig is voor het bepalen van de kwaliteit van stek. In een van de presentaties is aangegeven dat die non-destructief moet zijn, omdat de meting veelal aan individuele stekken zal worden verricht, die vervolgens in het productieproces worden gebruikt. In de discussie werd ingebracht dat een destructieve methode ook kan worden ingezet om de (gemiddelde) kwaliteit van een hele partij te beoordelen. Door iemand anders werd aangevuld dat dit mogelijk is, maar dat een voorwaarde dan wel is dat zo'n meting snel uitgevoerd kan worden. Uiteraard wordt hiermee geen beeld verkregen van de variatie binnen een partij, wat als een nadeel werd gezien.

Conclusies

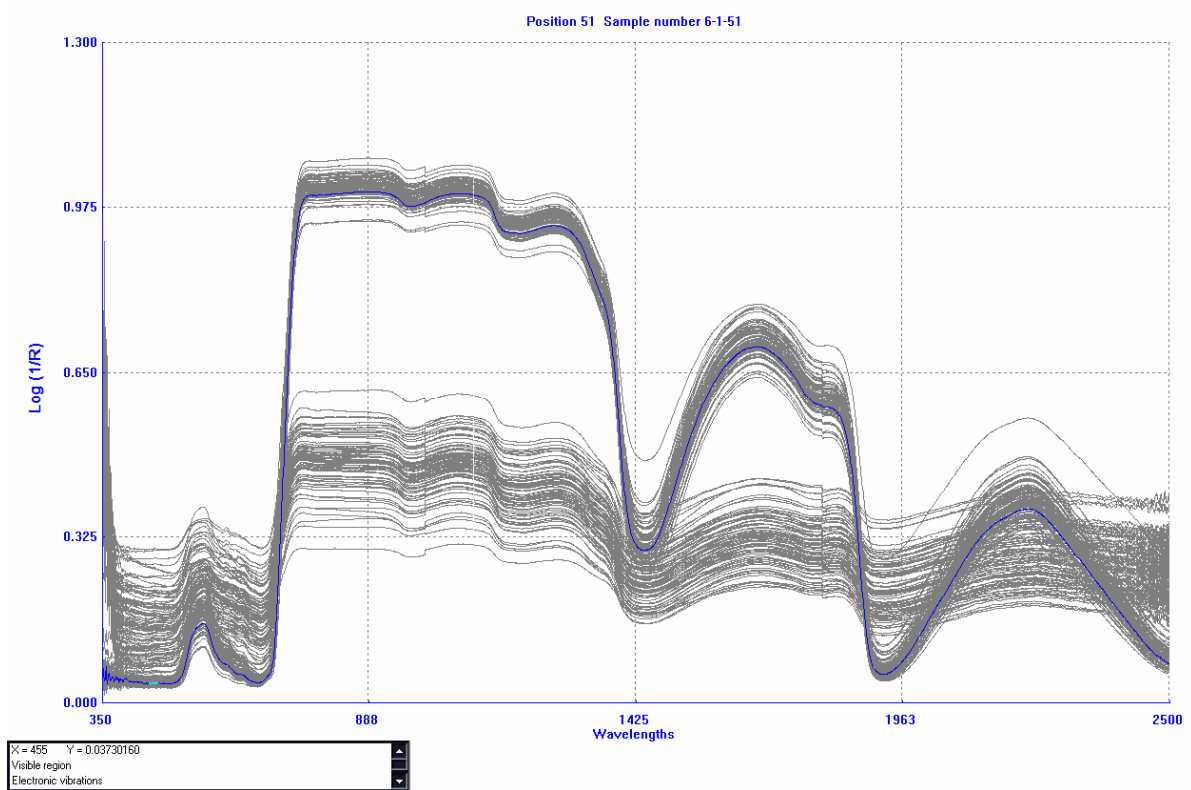
De voorgestelde werkwijze, waarbij met de NIRS-methodiek en de chlorofylfluorescentie-techniek wordt gezocht naar een methodiek om een voorspelling van de stek kwaliteit van siergewassen te maken, lijkt een goede aanpak te zijn voor alle siergewassen die via stek worden vermeerderd.

Specifieke aanpassingen en/of uitwerkingen zullen op het niveau van gewas, ras en/of bedrijf nodig zijn om praktische oplossingen te genereren.

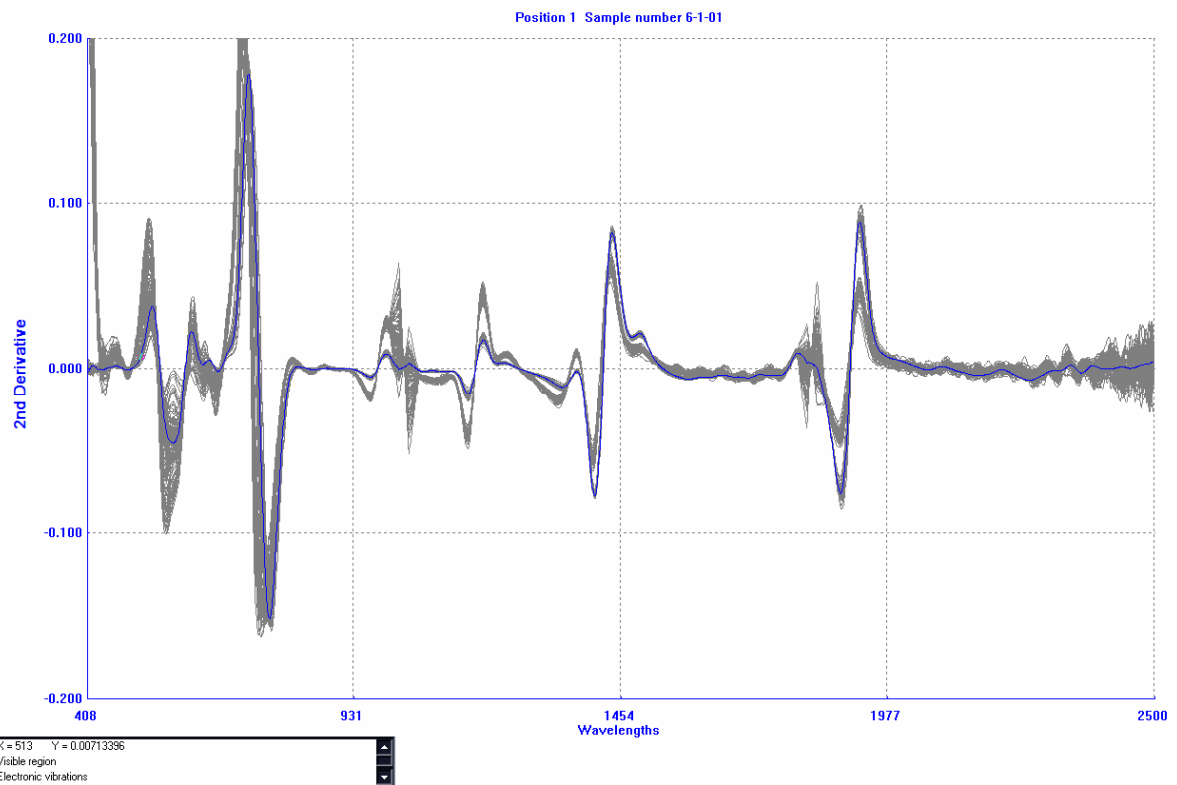
Afspraken

Afgesproken is dat de personen en bedrijven die via de workshop belangstelling hebben getoond voor het project regelmatig op de hoogte zullen worden gehouden van de stand van zaken in het project.

Bijlage 3. Voorbeeld van onbewerkte en bewerkte NIRS-spectra uit proef 6.



Figuur 1. Onbewerkte spectra (visueel en NIR gebied) gemeten aan de steeltjes van de stekjes in proef 6



Figuur 2. Getransformeerde (scatter correctie en 2^e afgeleide) spectra (visueel en NIR gebied) gemeten aan de steeltjes van de stekjes in proef 6

Bijlage 4. Verslag van de tweede workshop stekkwiteit op 30 januari 2008.

Programma

Op 30 januari is een workshop gehouden bij Floraholland te Aalsmeer, waar de bevindingen uit het project "Verhogen van het slagingspercentage en uniformiteit in stekkwiteit" zijn gepresenteerd aan en bediscussieerd met praktijkbedrijven. Het project is gefinancierd door het Productschap Tuinbouw en uitgevoerd door een aantal onderzoeksorganisaties (PPO en NMI) en een aantal bedrijven die als toeleverancier, dienstverlener of uitvoerder zijn betrokken bij het stekken van bloemisterijgewassen en/of andere siergewassen (Nolina, Rhizopon, Olijrozen, Dekker Chrysanten, Syngenta en Blgg).

Plantum NI is via de begeleidingsgroep bij het project betrokken.

Het aantal aanwezigen bij de workshop bedroeg ruim 30 personen (zie bijgevoegde lijst met aanwezigen bij de workshop). Het programma van de workshop was als volgt:

13.00 – 13.15 uur	Welkom en opening
13.15 – 13.30 uur	Aanleiding voor het project (Kees Eigenraam, Rhizopon)
13.30 – 13.45 uur	Introductie project en opzet en uitvoering van het onderzoek (Romke Postma, NMI)
13.45 – 14.15 uur	Resultaten van het onderzoek (Jan Snel, PRI en Romke Postma, NMI)
14.15 – 14.30 uur	Wat kan de praktijk er nu mee? (Peter Verhoogt, Nolina)
14.30 - 15.00 uur	Discussie o.l.v. Thijs Simons, Plantum

Aanleiding voor het project

Kees Eigenraam vertelt als initiator van het project wat voor hem de aanleiding is geweest om het initiatief te nemen een consortium van partijen bijeen te brengen en te motiveren een gezamenlijk projectvoorstel te formuleren. Dit komt doordat hij in de praktijk veel bedrijven bezoekt die vermeederen via stek en daarbij vaststelt dat er niet altijd voldoende aandacht is voor de kwaliteit van het stek. Duidelijk is dat er voldoende aandacht nodig is in de hele keten van het stekproces, vanaf de verzorging van de moederplant tot de optimalisatie van omstandigheden. Een knelpunt dat hij vaststelde is dat er geen methode beschikbaar is waarmee de kwaliteit van het stek kan worden beoordeeld en die een voorspelling geeft van de beworteling en uitloop van het stek. Met name dit laatste punt was voor hem de aanleiding voor het initiatief.

Introductie project en opzet en uitvoering van het onderzoek

In de periode vanaf het najaar 2006 tot eind 2007 is het onderzoek uitgevoerd, waarbij de mogelijkheden zijn verkend om voorkomende variaties in stekkwiteit te verklaren en, zo mogelijk, oplossingen aan te dragen voor een vermindering van die variaties. In 2006 is de eerste fase van het project uitgevoerd, waarbij het de bedoeling was perspectiefvolle oplossingsrichtingen voor voorkomende knelpunten bij de vermeederen via stek te selecteren. Daartoe is een bureaustudie uitgevoerd en is een workshop georganiseerd.

In 2007 zijn 7 achtereenvolgende stekproeven uitgevoerd met potroos bij Nolina te Woubrugge. Daarbij zijn metingen uitgevoerd aan de inwendige kwaliteit van de stekken door het toepassen van een tweetal moderne meettechnieken: de fotosynthesecapaciteit is gemeten met chlorofylfluorescentie (CF) en de inhoudsstoffen met near infrared spectroscopy (NIRS). Nagegaan is of er een relatie was tussen de metingen en de beworteling en uitloop van de stekken.

Resultaten van het onderzoek

De resultaten van de CF-metingen en de waarnemingen aan de stekken in de achtereenvolgende

stekproeven werden gepresenteerd door Jan Snel van WUR-glastuinbouw. Geconcludeerd werd dat het stekblad in alle situaties een hoge CF-yield had en dat er geen correlatie met beworteling, uitgroei scheut of versgewicht stek werd waargenomen. In de proeven 1, 3 en 5 werd geen significant verschil tussen stekbare en niet-stekbare stekken waargenomen, maar in proef 4 wel. Geconcludeerd werd dan ook dat de CF-yield geen voorspellende waarde had voor beworteling en uitloop, maar dat de integraal van de fotosynthese hiervoor mogelijk een betere maat is.

De resultaten van de NIRS-metingen leverden een vergelijkbaar beeld op dan die van de CF-yield, aangezien het geen goede voorspelling gaf van beworteling en uitloop van het stek. Als mogelijke oorzaken hiervoor werden genoemd dat verschillen in kwaliteit tussen stekjes mogelijk te klein waren, doordat al een vergaande selectie is uitgevoerd (alleen stekbare stekken (op het oog beoordeeld) van positie 2) en/of dat de verschillen toch zijn veroorzaakt door factoren die niet meetbaar zijn met NIRS. Er kon met name op basis van de NIRS-meting die is uitgevoerd aan de stengel (laatste meting) een goed onderscheid worden gemaakt tussen stekbare en niet-stekbare stekken (onderscheid dat op het oog wordt gemaakt).

Wat kan de praktijk er mee?

Peter Verhoogt van Nolina geeft een toelichting op de ervaringen van Nolina met het project. Ondanks dat het project niet veel direct toepasbare informatie heeft opgeleverd voor de voorspelling van de beworteling en uitloop van het stek (m.u.v. het onderscheid tussen stekbare en niet-stekbare stekken), heeft het bedrijf de werkwijze van het stekproces wel aangepast. Door het onderzoek zijn ze bewuster na gaan denken over alle stappen in het stekproces en zijn ze tot de conclusie gekomen dat bepaalde onderdelen verder geoptimaliseerd konden worden. Dit heeft met name geleid tot een aanpassing van de belichting van de productie-/moederplanten.

Discussie

De bevindingen kwamen overeen met bevindingen van Royal van Zanten, die een vergelijkbare proef hebben gedaan met NIRS-metingen in chrysanten-stek. Ook daarin had NIRS geen voorspellende waarde.

Kennelijk zijn andere factoren, die niet meetbaar zijn met CF en/of NIRS verantwoordelijk voor de voorkomende variatie in stek kwaliteit. Zoals hiervoor aangegeven zou de integraal van de fotosynthese wel een duidelijker beeld geven.

Ook wordt nogmaals opgemerkt dat alle factoren bij Nolina al in verregaande mate zijn geoptimaliseerd, waardoor de variatie beperkt is en het moeilijk is de resterende variatie te voorspellen met een meting. Wel verwacht men dan, zelfs bij Nolina, het stekproces verder geoptimaliseerd kan worden. Bijvoorbeeld door een verdere optimalisering van omgevingsfactoren bij de teelt van productie-/moederplanten en stek, een verdere optimalisering van het moment van snoeien en een verdergaande sortering (binnen een nauwere bandbreedte).

Wat betreft de inhoudsstoffen, zijn er toch wat aanwijzingen uit het onderzoek naar voren gekomen, dat die een belangrijke rol spelen. Zo was het verschil in sucrosegehalte tussen stekken uit maart (hoog) en oktober (laag) erg groot. Dit zou meetbaar moeten zijn met NIRS, en als daaruit een drempelwaarde uit afgeleid zou kunnen worden, biedt het mogelijk aanknopingspunten om het te gebruiken als criterium om het moment van knippen en/of belichten van moederplanten aan te passen.