

## Samenvatting Smart Ziekzoeker 2015 – doorkijk 2016

Virus- en bacterieziekten vormen één van de grootste problemen in de pootaardappelteelt. Eenmaal aangetroffen in het veld kunnen viruszieke (Y-virus) en Erwinia zieke aardappelen leiden tot afkeuringen van partijen pootgoed met een financiële schade tot gevolg. De directe schade door Erwinia aandoeningen bedraagt voor de pootgoedtelers jaarlijks ca. € 12 miljoen.

De huidige detectie van ziek pootgoed vindt plaats door menselijke selecteurs. Jaarlijks wordt er in Nederland voor ongeveer € 6.5 miljoen aan kosten gemaakt voor handmatige selectie om de ziektedruk op het veld onder controle te houden. Veel schade ontstaat doordat de ziekte niet in een vroeg stadium wordt ontdekt. Daarom bestaat er de behoefte naar een snelle en adequate ziektedetectie. Een vroege detectie van zieke planten met moderne vision technieken kan de kosten voor selectie flink drukken. De nadruk ligt hierbij op de detectie van Erwinia, gezien de grote financiële schade.

Na een voorloopproject in 2010 en 2011 is het onderzoek in 2015 gericht op een brede(re) verkenning van mogelijk geschikte technieken voor de herkenning van Erwinia en virus zieke planten. De gebruikte technieken en ervaringen daarmee zijn als volgt:

### 1. Spectrale camera techniek

Voor het onderzoek is gebruikt gemaakt van een hyperspectraal camera (193 banden van 3 nm) in een opstelling, die scans maakt van de zijkant van de plant, om zodoende zowel de onderste als de bovenste delen van de plant te kunnen analyseren. Als onderdeel van het onderzoek is ook geanalyseerd of op eenvoudige wijze pixels van blad en stengel te onderscheiden zijn (voor Erwinia waarschijnlijk relevant). Dit blijkt eenvoudig te zijn door een lineaire classifier te trainen op het reflectiespectrum.

Viruszieke planten blijken goed vroegtijdig te herkennen te zijn. De resultaten zijn in de eerste meetweek gelijk aan de score van de gewas expert. Pixels uit de bladeren dragen iets meer bij aan het resultaat dan pixels uit de stengel. Bovendien blijken pixels uit het onderste deel van de plant beter resultaat te geven dan pixels die hoger in het gewas liggen.

Detectie van Erwinia blijkt heel moeilijk te zijn. Belangrijkste reden is dat de symptomen heel lokaal zijn, zoals verwelking van top bladeren, zwartbenigheid in het onderste deel van de stengel. De analyse is gedaan op een random selectie van blad en stengel pixels van de hele plant. In het vervolg onderzoek moet veel specifiek naar verschillende plantonderdelen gekeken worden en gezocht worden naar discriminerende criteria die het mogelijk maken om pixels te selecteren op plekken die ertoe doen.

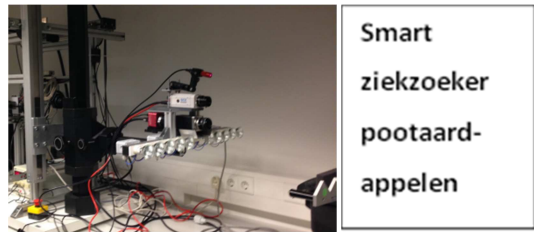
### 2. Chlorofyl Fluorescentie techniek

De meetresultaten met de chlorofylfluorescentie methode zijn op hoofdlijn vergelijkbaar met die van de spectrale techniek, zowel voor viruszieke als Erwinia zieke planten. Een voorwaarde voor dit resultaat is dat de planten geadapteerd moeten zijn aan een laag niveau van licht (bij voorkeur minimaal een half uur). Dit is een probleem voor meten in de praktijk situatie: alleen 's nachts meten met een ziekzoekrobot is voorsnog geen reële optie. Dit is de reden om deze techniek, die niet wezenlijk beter "presteert" dan (hyper)spectraal opnames, voorsnog niet verder mee te nemen in het onderzoek.

### 3. Thermische camera

De hypothese dat verwelkende Erwinia planten uit het veld een groter temperatuurverdeling laten zien binnen de plant blijkt juist. Bij een van de experimenten bleek dat planten die zijn opgegroeid in de proefruimte geen temperatuurverschil tussen Erwinia ziek en gezond laten zien. Bij jonge planten die met Erwinia geïnfecteerd zijn laten de onderste en oudere bladeren een verstoorde bladafkoeling / wateropname zien in vergelijking met de gezonde planten.

De verschillen zijn meetbaar in een geconditioneerde omgeving. In absolute zin zijn de verschillen in bladtemperatuur klein, zodat bij een vertaling naar een praktijktoepassing temperatuurreacties van een plant in buitencondities sterker gerelateerd zullen zijn aan zonstraling, temperatuurwisselingen, luchtvochtigheid en bodemvocht dan aan plant-infecties. Daarnaast vraagt de techniek real-time datalogging en zijn beeldcorrecties nodig. Dit maakt het minder kansrijk om deze techniek in te zetten in een praktijkomgeving, zeker niet als leidende (discriminerende) techniek, hoogstens als een ondersteunende.



#### 4. 3D techniek

Deze techniek is niet toegepast op virus besmette planten omdat het virusziek minder invloed heeft op de groei en groeisnelheid van een plant dan bij Erwinia zieke planten. De experimenten met de 3D camera tonen aan dat het plantoppervlak en de groeisnelheid bij Erwinia geïnfecteerde planten, bepaald uit het kleurenbeeld, significant kleiner is dan die van gezonde planten. Daarbij blijken de Erwinia geïnfecteerde planten minder compact zijn dan gezonde planten. Per saldo heeft een Erwinia geïnfecteerde plant een significant kleiner volume dan een gezonde plant.

Met een 3D camera met additionele kleurbeelden kan goed onderscheid gemaakt worden tussen Erwinia ziek en gezond, mits dit gebeurt over een tijdreeks. De techniek lijkt geschikt voor ziekzoeken, mits een groeiachterstand tijdig in het groeiseizoen kan worden vastgesteld. Dit dient nader verkend te worden.

#### 5. Force-A techniek

Force-A beschikt over een 2 typen handmeters, die veel in de druiventeelt worden ingezet voor de detectie van meeldauw aantasting en rijpheid van de druif. Uit een 1 op 1 vertaling naar Erwinia detectie komt naar voren dat deze technieken geen onderscheidend vermogen tussen Erwinia zieke en gezonde planten als het gaat om de chlorofyl index en de flavonolen.

Een nadeel van de Force-A sensoren is dat zij zogenoemde spotmetingen doen en omdat ze niet beeldvormend (niet de hele plant wordt gemeten) worden mogelijk zieke plekken gemist. De huidige MX-330 en MX-375 zijn in de huidige uitvoering contactsensoren en dus minder geschikt voor veldmetingen. In deze vorm zijn Force-A sensoren niet zinvol inzetbaar. De basis van de Force-A benadering is het zoeken naar specifieke afbraakproducten die te detecteren zijn. Dit vraagt om een nadere analyse van afbraakstoffen van de Erwinia bacterie en te verkennen of hiervoor een meetmethode te ontwikkelen is. Dit maakt deze techniek minder passend in het lopende project.

#### Doorkijk 2016

Het project heeft in 2016 de volgende focus:

- Verdere verdieping van de spectraal- en de 3D technieken, waarbij voor een betere statistische betrouwbaarheid een groter aantal planten doorgemeten zal worden.
- Veel energie richt zich op het beter herkennen van Erwinia. Hierbij zal een verband gezocht worden tussen gemeten kenmerken en de aanwezigheid van de Erwinia bacterie. Met andere woorden, er zal vooral naar afwijkende planten met secundaire kenmerken (verkleuring van het top blad, achtergebleven groei, krinkel, chlorose en necrose zwartbenigheid) en op de relevante plekken pixels geselecteerd voor ziekteherkenning.
- Op basis van de hyperspectraal techniek moet worden gezocht naar een geschikt alternatief in de vorm van een (schuin gerichte) multispectraal camera, die inzetbaar is onder praktijkomstandigheden. Het gaat daarbij om het bepalen van de 5 tot 10 meest onderscheidende banden om op basis daarvan een maatwerk camera te kunnen ontwerpen. De proef in 2016 wordt opnieuw een nieuwe laboratoriumproef, maar in 2017 is een vertaling naar veldomstandigheden gewenst.
- Naast de spectrale kenmerken kunnen, gelet op de wijze waarop ziekten zich presenteren, ook 3D vormkenmerken in de analyse meegenomen worden. Hiervoor is een hoge resolutie 3D camera (range-camera) nodig. Op dit moment is nog niet duidelijk welke camera hiervoor het meest geschikt is en wat de kosten zijn. In 2016 wordt een evaluatie van geschikte 3D technieken uitgevoerd, gevolgd door een aantal initiële tests.

----