



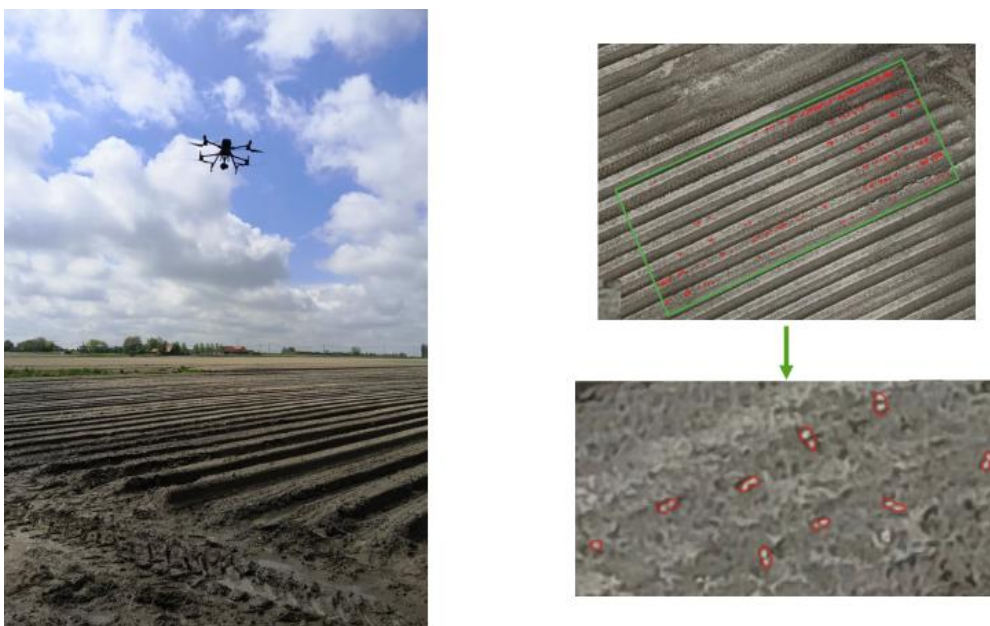
Eersteklas witloof dankzij geïntegreerde ketenaanpak

Het Belgisch witloof is internationaal gekend voor zijn hoge kwaliteit. Die goede Belgische witloofkropkwaliteit wordt echter bepaald door het hele productieproces. Zowel de opkomst, de rooidatum als de bewaring en zeker de forcerie hebben een heel sterke invloed op de eindkwaliteit. De laatste jaren zijn er echter geen grote innovaties meer geboekt in de teelttechniek van witloof. Met het ChiQon-project willen we daarom inzetten op een kwaliteitsverbetering van het witloof door alle punten in de productieketen gelijktijdig aan te pakken. Door nieuwe (meet-)technieken en beslissingsondersteunende modellen te introduceren kunnen teelttechnische beslissingen nog meer onderbouwd worden.

Een goede kropkwaliteit begint op het veld

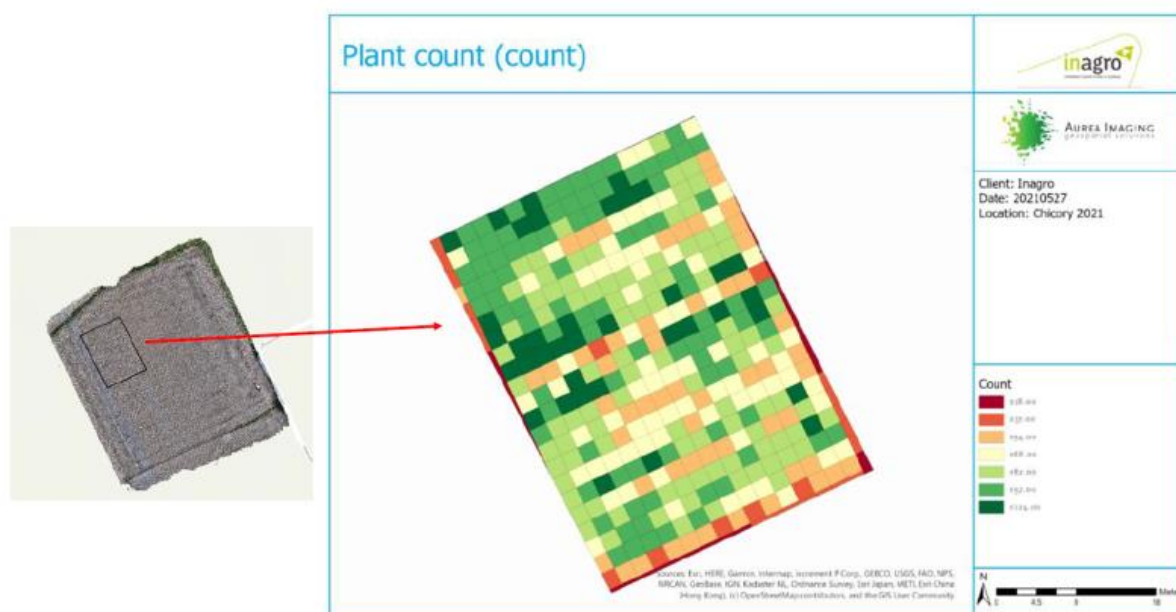
De witloofteelt is complex en bestaat uit drie grote delen: de veldfase, de wortelbewaring en de forcerie. Een uitstekende kropkwaliteit start met uniforme en kwaliteitsvolle wortels. Een gelijke opkomst van witloof is belangrijk voor uniforme kwaliteitsvolle wortels. Een ongelijkmatige opkomst zorgt voor witloofwortels met verschillende diameters en eigenschappen. Te dikke wortels resulteren vaak in te grote witloofkroppen van mindere kwaliteit. Daarom is het belangrijk om de gewasopkomst te monitoren. Om een beslissing te kunnen nemen over al dan niet herinzaaien, is het belangrijk de opkomst op heel het perceel te kennen. Daarom bekijken we in dit project of we hiervoor cameratechnologie op drones kunnen inzetten. Projectpartner Inagro liet 18 dagen na zaai een dronevlucht uitvoeren op 15 meter hoogte.

De plantjes zijn heel klein maar dat is niet de enige uitdaging, de grond kan donker tonen of juist veel licht reflecteren naar gelang het vochtgehalte. Door de verschuiving van wolken is de belichting niet exact hetzelfde gedurende de hele vlucht. Steentjes, onkruid en andere objecten kunnen verkeerdelijk aanschouwd worden als witloofplantjes. Om de plantjes te tellen wordt met deep learning een algoritme getraind. Hiervoor telt men manueel een stuk van het veld en gebruikt men dit als trainingsdataset.



Figuur 1: Met een drone werden opnamen gemaakt van de opkomst van de witloofplantjes.

Vervolgens laat men het algoritme los op resterende deel van het perceel. Alles dat herkend wordt als witloofplantje krijgt een score. Hoe dichter deze score bij 1 is, hoe betrouwbaarder de telling. Met deze tellingen kan een kaart gemaakt worden die met kleuren een overzicht weergeeft van de getelde witloofplanten zodat de teler in een oogopslag plekken met minder opkomst kan identificeren. Inagro werkt ook aan een systeem om via smartphone foto's de opkomst te tellen. Hiervoor werd reeds een grote hoeveelheid foto's verzameld.



Figuur 2: Het algoritme wordt gebruikt om een overzichtskaart te maken van het hele perceel.

Wortelrijpheid is een belangrijke parameter voor kropkwaliteit

Op het einde van het veldseizoen worden de witloofwortels geroid. De rooigeschiktheid of rijpheid van de wortel correct kunnen bepalen is van groot belang. Een onrijpe of overrijpe wortel slaat meteen op de kropkwaliteit. Vandaag de dag bepaalt de teler op basis van zijn buikgevoel de rooigeschiktheid, soms met ondersteuning van een droge stofbepaling.

Binnen dit project bekijken we of het mogelijk is om, via metingen op de bladeren van de plant op het veld, te bepalen of de wortel roeigeschikt is. De metingen die we uitvoerden op de bladeren gebeurden met een spectrofotometer. Deze meet hoeveel licht er in elke golfengete geabsorbeerd wordt door de bladeren.

Tijdens het eerste projectjaar werden de eerste stappen in de ontwikkeling van deze methode gezet. Hiervoor werden 5 verschillende rassen uitgezaaid op 3 juni 2020: Ecrine, Beguine, Bingo, Darling en Fakir. We voerden wekelijks metingen uit op de bladeren van de plant, waarna de wortels bewaard en vervolgens geforceerd werden. Na de forcerie bepaalden we van elke krop de opbrengst, sortering en eventuele pitgebreken of andere kwaliteitskenmerken. Met deze resultaten probeerden we te bepalen wat het ideale rooimoment was en deze informatie werd dan vervolgens gekoppeld aan de opgemeten bladspectra.

Het moeilijke veldseizoen manifesteerde zich ook in deze proef. De aanhoudende droogte van april en mei zorgde ervoor dat we later zaaiden. De droogte doorheen de zomer zorgde voor een moeilijke groei



en afrijping van de wortels. Op basis van de verzamelde gegevens was het niet mogelijk om voor elk onderzocht ras een duidelijk optimaal rooimoment te bepalen.

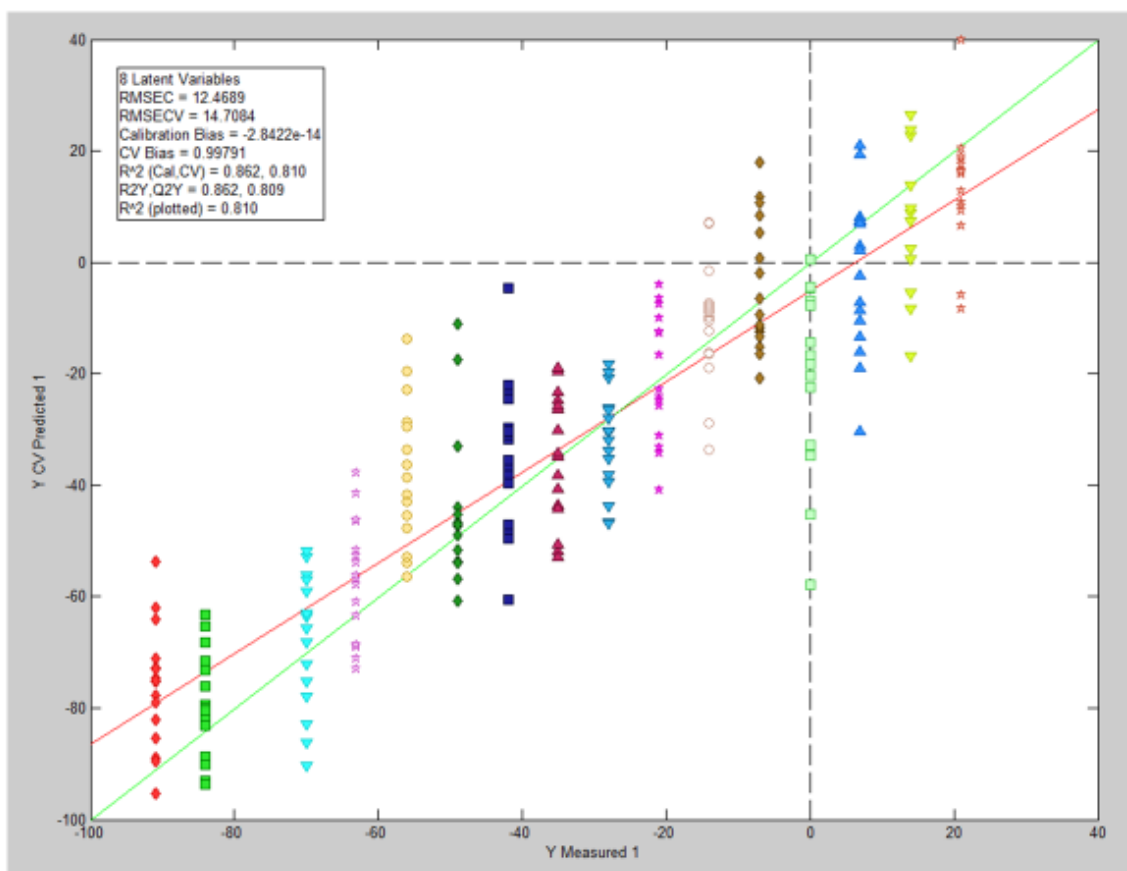
Voor het ras Beguine was het wel mogelijk een optimaal rooimoment te bepalen, op 165 dagen na zaai.

In de toekomst moet het mogelijk zijn om via de opgemeten spectra meteen te kunnen bepalen of de planten klaar zijn om te rooien. Om dit te kunnen doen, heb je een model nodig dat gebaseerd is op de spectra (x-data) en de daaraan gekoppelde dagen voor of na het optimale rooitijdstip (y-data).

Voor Beguine werd er reeds zo'n PLS-model opgesteld op basis van de opgemeten spectra. Deze spectra worden weergegeven door de gekleurde vormen. Elk groepje stelt de spectra van een set planten voor die geroid en opgemeten werden op één bepaald moment. Aan deze set werd door ons een y-waarde gekoppeld die weergeeft hoeveel dagen voor of na het optimale rooitijdstip er geroid werd (Y Measured).

Het model koppelt aan de spectra ook een aantal dagen voor of na het optimale rooitijdstip (Y Predicted). Wanneer het verband tussen het voorspelde aantal dagen en de door ons bepaalde waarde voor alle spectra hetzelfde is, krijgen we een 1-op-1 fit, weergegeven door de groene lijn. De rode lijn toont echter hoe de voorspelde waarden en de door ons bepaalde waarden zich tot elkaar verhouden.

Kijken we bijvoorbeeld naar de lichtgroene vierkanten. Dit zijn allemaal spectra van planten geroid op het door ons bepaalde optimale rooimoment (waarde 0 op Y Measured). Wanneer we echter kijken naar wat het model voorspelt zien we dat het sterk varieert tussen het optimale rooimoment en tot wel 60 dagen ervoor.



Figuur 3: PLS-model op het optimale rooimoment van het ras Beguine te bepalen.

Dit model kan het optimale rooitijdstip voorspellen tot op 14,7 dagen nauwkeurig (RMSECV). De precisie van het model is nog niet goed genoeg om al te kunnen toegepast worden in de praktijk. Door data te combineren van verschillende jaren kan het model robuuster en nauwkeuriger worden.

Van het veld naar de frigo

De ongelijke kropontwikkeling tijdens de forcerie kan ontstaan door ongelijkmatige inkoeling, bewaring of ontdooiing. Dit komt doordat er een heterogeniteit ontstaat binnen de koelcel voor temperatuur en relatieve vochtigheid.

Door het koelproces te modelleren kunnen we bestuderen hoe we dit proces kunnen optimaliseren. Drie cases werden ingepland voor de eerste 2 jaren van het project om het model om deze data op te bouwen. Een eerste case werd uitgevoerd door onze projectpartner MeBioS bij ons op het Praktijkpunt (Flexine in een koelcel met 48 palloxen). De temperatuur en relatieve vochtigheid werden gemeten met loggers op de palloxen en in een zakken met stalen die in het midden van de palloxen werd geplaatst. Ook de worteltemperatuur werd gevolgd met een steeklogger. De luchtsnelheid van de cellen werd vooraf ook gemeten.

De inkoeling en ontdooiing volgden een normaal patroon volgens de data van het koelsysteem. De luchttemperatuur tussen de palloxen, in de palloxen en van de wortels daalde volgens de verwachtingen. De luchttemperatuur is lichtjes hoger aan de achterzijde van de koelcel. De spreiding op de worteltemperatuur is hoger dan deze van de omgeving. Uit de data werd de 7/8 koeltijd berekend. Sommige palloxen hadden ijsvorming en ontdooiden later. Het droge stofgehalte was ongeveer 2% gedaald na bewaring, waarom dit voorkwam zal nog verder worden onderzocht. Er werden ook ademhalingsmetingen uitgevoerd die als input dienen voor het model. De luchtcirculatie, temperatuurverdeling en koelsnelheid werden gesimuleerd met een CFD-model en vergeleken met de experimentele waarden. De kwaliteitsmetingen gelinkt aan dit experiment werden verzameld maar dienen nog verder te worden geanalyseerd.

Kwaliteitsafwijkingen vermeden door middel van groeimodel en pitsensoren

Tijdens de forcerie ontwikkelen zich verschillende kwaliteitsafwijkingen. Binnen dit project willen we samen met partner KU Leuven Plantenbiotechniek de verschillende afwijkingen in kaart brengen en meer duidelijkheid brengen in de fysiologische en moleculaire oorzaken die aan de grondslag liggen van hun ontwikkeling. De focus ligt op de drie voornaamste kleurafwijkingen –roodverkleuring, bruine rand en pitafwijkingen – die samen tot 50% van de kroppen kunnen aantasten na bewaring. Een geactualiseerd overzicht van de verschillende kleurafwijkingen en de bestaande kennis rond hun fysiologische oorzaak zal gepubliceerd worden in de vorm van een review paper. Gezien voorgaand onderzoek vooral gericht was op de invloed van teeltomstandigheden en na-oogst bewaring, zal dit onderzoek zich meer toespitsen op het genetische aspect van de verkleuringen. Via moleculaire analysetechnieken zullen we meer inzicht krijgen in de aard van de verkleuringen (metaboloom analyse) en hun genetische basis (transcriptoom analyse). Hiertoe wordt gewerkt met twee cultivars die meer of minder gevoelig zijn voor kleurafwijkingen, respectievelijk Daufine en Fakir.

Een brede, verkennende metaboloom analyse werd reeds uitgevoerd op roodgekleurd blad van de cultivar Hermès om een eerste beeld te krijgen van de componenten die betrokken zijn bij het verkleuringsproces. Microscopische observaties van blad- en pitweefsel wijzen op de vorming van kapotte cellen gedurende de na-oogst bewaring. Gezien verkleuringen typisch voorkomen in de buurt van de resulterende poriën, werd de porositeit van vers en langdurig bewaard weefsel van Fakir in beeld gebracht via μ CT. Deze analyse bevestigt de toename van het totale poriënvolume in bewaard bladweefsel, maar wijst in het pitweefsel eerder op een verstoring van de poriënorde bij een constant totaal poriënvolume.



Om een goede kwaliteit van witloof te garanderen is een optimale forcerie belangrijk. Projectpartners Inagro en VCBT bekijken hoe de pittemperaturen veranderen tijdens de forcerie en of de kropkwaliteit verder gelinkt kan worden aan de pittemperatuur tijdens de forcerie.

Hiertoe werden het afgelopen jaar 3 verschillende forcerie sessies georganiseerd. De pittemperaturen vertoonden een verschillend verloop, niet enkel voor het aantal dagen (lengte forcerie) maar ook voor de starttemperatuur. Dit bemoeilijkt het opbouwen van een kwaliteitsmodel. Pittemperatuur volgt water/lucht temperatuur in de cel, maar ligt steeds hoger dan de omgevingscondities, er werd ook meer variatie gevonden in pittemperatuur in bakken die kouder staan.

Na de forcerie werden de witloofkroppen 7 of 14 dagen bewaard vooraleer de kwaliteit werd opgemeten. De kwaliteit van de kroppen op de wortels met een pittemperatuursensor is gelijk aan deze zonder een temperatuursensor. Voor een heel deel kwaliteitsparameters werd er weinig variatie gevonden (bv. holle pit, glazige pit, etc.). De grootste variatie in kwaliteit was te danken aan het kropgewicht, wat ook de meest bepalende factor is voor de kwaliteitsklasse. De andere kwaliteitsmetingen (defecten) zijn te zien over alle kwaliteitsklassen. Pitkleur en roze pit lijken sterk gecorreleerd. Het percentage pit en pitlengte zijn onafhankelijk van het kropgewicht.

Er werd betracht een PLS-model te maken voor de kwaliteit naar oogst met als input de pittemperatuur. Hiervoor werd er gebruik gemaakt van de ruwe data. De modellen zijn echter onvoldoende goed, dit kan te danken zijn aan de lage variatie in kwaliteitsafwijkingen en/of overfitting. De verzamelde data zal verder worden verwerkt en de proef zal worden herhaald met vroege rassen vermits deze meer gevoelig zijn aan afwijkingen van kwaliteit.

Dit onderzoek werd uitgevoerd in het kader van het LA-traject 'Kwaliteitsverbetering van witloof doorheen de hele productieketen: ChiQon' (HBC.2018.2212) met steun van het Agentschap Innoveren & Ondernemen.

