

## 7 Eersteklas witloof dankzij geïntegreerde ketenaanpak

Het Belgisch witloof is internationaal gekend voor zijn hoge kwaliteit. Die goede Belgische witloofkropkwaliteit wordt bepaald door het hele productieproces. In het ChiQon-project zetten we in op een kwaliteitsverbetering van het witloof door alle punten in de productieketen gelijktijdig aan te pakken. Door nieuwe (meet-)technieken en beslissingsondersteunende modellen kunnen teelttechnische beslissingen nog meer worden onderbouwd, en dat zowel in de veldfase, tijdens de wortelbewaring als in de forcerie.

Zowel de opkomst, de rooidatum als de bewaring en zeker de forcerie hebben een sterke invloed op de eindkwaliteit van het witloof. Met nieuwe technieken en modellen trachten we in elke fase van de productie in te zetten op kwaliteitsverbetering. Zo zoeken we naar de link tussen bodemvocht en opkomst om de opkomst te maximaliseren. Door de lichtabsorptie van de bladeren te meten, zouden we het ideale rootijdstip van de witloofwortels kunnen bepalen. Ook de koeling van de wortels kan nog optimaler. Ten slotte trachten we met metingen van de pittemperatuur in de forcerie het ontstaan van kleurafwijkingen te voorspellen en te voorkomen.

### Link tussen bodemvocht en opkomst nog niet helemaal duidelijk

Om kwalitatief witloof te kunnen produceren is het belangrijk om hoogwaardige wortels te telen. De kieming van het zaad is een cruciale stap in de veldfase. Als er te weinig zaadjes kiemen, krijg je een heterogene gewasstand en te dikke wortels. Een belangrijke factor voor een goede en gelijkmatige opkomst van het zaad is het bodemvochtgehalte. Het is niet altijd even makkelijk om in te schatten wanneer en hoeveel er moet worden geïrrigeerd. Daarom onderzochten we de link tussen opkomst en bodemvochtgehalte met bodemvochtsensoren (Figuur 42).



*Figuur 42: Met bodemvochtsensoren op het veld meten we het vochtgehalte in de ruggen om een verband te vinden tussen het bodemvochtgehalte en de opkomst.*

We maakten gebruik van GeoBas bodem- en weerstations van Pessl. Met deze stations kunnen we niet alleen de lucht- en bodemtemperatuur en neerslag meten, maar ook het bodemvochtgehalte en de zuigspanning. De zuigspanning geeft aan hoe beschikbaar het water is voor de plant. We plaatsten deze sensoren heel ondiep in de rug, omdat daar het bodemvocht zit dat beschikbaar is voor de zaadjes. De voorbije jaren plaatsten we de sensoren in de rassenproef, met de bedoeling van verschillende rassen informatie in te winnen over de opkomst. Helaas kregen we te maken met technische problemen. In 2020 ging er heel wat data verloren door netwerkproblemen. In 2021 viel er in de periode rond de opkomst voldoende neerslag waardoor de zaadjes heel goed kiemden. Goed voor de witloofsector maar minder goed voor onze proefopzet.

In 2023 legden we een nieuwe proef aan waarbij we op twee momenten zaaiden (Tabel 15). Zo konden we verschillende weersomstandigheden onderzoeken. Bij het eerste zaaitijdstip (25 mei) viel er gedurende lange tijd geen neerslag. Door hun ondiepe plaatsing droogden de sensoren uit en stopten ze met meten. We raden dus af om sensoren zo ondiep te plaatsen. Voor de proef maakten we gebruik van bodemvochtstalen die in het labo geanalyseerd werden. Op elk zaaitijdstip varieerden we de irrigatie om zo het effect op de opkomst te onderzoeken. Hier zagen we dat de witloofzaadjes bijna niet kiemden bij een bodemvochtgehalte van 11% maar wel vanaf 12-13%. Bij het tweede zaaimoment (13 juni) lag het bodemvochtgehalte rond de 16-17% en zagen we nog hogere en homogener opkomsten. Bodemvochtpercentages kunnen verschillen van sensor tot sensor of ten opzichte van een andere meetmethode (labo, satellietbeelden). Momenteel adviseren we dus nog geen richtwaarde om te irrigeren.

Tabel 15: Proef met twee zaaitijdstippen. Op elk zaaitijdstip varieerden we de irrigatie om zo het effect op opkomst te onderzoeken.

Zaaidatum	Gemiddeld bodemvochtgehalte (%)	Gemiddeld aantal planten per m <sup>2</sup>	Opkomst (%)
<b>25 mei 2023</b>	10	0	0
	11	3	8
	12	24	67
<b>13 juni 2023</b>	16	26	72
	17	30	82

### Ideale rooitijdstip bepalen door lichtabsorptie bladeren te meten

Op het einde van het veldseizoen worden de witloofwortels geroid. De rijpheid van de wortel correct kunnen bepalen is van groot belang. Een onrijpe of overrijpe wortel heeft rechtstreeks invloed op de kropkwaliteit later in de forcerie. Telers bepalen op basis van hun ervaringen en buikgevoel de rooigeschiktheid van de wortels, al dan niet met ondersteuning van een drogestofbepaling. We onderzoeken of het mogelijk is om met een spectrofotometer via metingen op de bladeren van de plant op het veld te bepalen wanneer de wortels geschikt zijn om te rooien. De spectrofotometer meet hoeveel licht er in elke golfengte wordt geabsorbeerd door de bladeren.

In 2020 werden de eerste stappen gezet voor de ontwikkeling van deze methode. In juni van dat jaar werden in Herent vijf rassen uitgezaaid: Ecrine, Beguine, Bingo, Darling en Fakir. Daar werden op het einde van het seizoen metingen op uitgevoerd met de spectrofotometer. In 2021 voegden we daar het ras Daufine aan toe. Met deze rassen werkten we in 2022 verder. Vanaf eind september voerden we wekelijks metingen uit op de bladeren van de plant, waarna de wortels werden bewaard en vervolgens geforceerd. Na de forceri 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. Telkens wanneer de volledige oogstperiode voorbij was, werd deze informatie gekoppeld aan de opgemeten bladspectra. Ook in 2023 werken we op dezelfde manier verder.

### **Rooivoorspellingsmodel wordt preciezer**

Het veldseizoen van 2020 verliep moeizaam en dat manifesteerde zich uiteraard ook in deze proef. Door de aanhoudende droogte van april en mei moesten we later zaaien. De droogte in de zomer leidde tot een moeilijke groei en afrijping van de wortels. Op basis van de verzamelde metingen was het niet mogelijk om voor elk ras een duidelijk optimaal rooimoment te bepalen (Figuur 43). Dat lukte alleen voor het ras Beguine, daar lag het optimale rooimoment op 165 dagen na de zaai. Ook het tweede projectjaar was een seizoen vol uitdagingen door de grote hoeveelheid neerslag. Door de aftakeling van de bladeren in 2021 moesten de veldmetingen vroegtijdig worden stopgezet. Toch slaagden we erin om voor elk ras een optimaal rooimoment te bepalen. Het derde seizoen (2022) van de metingen verliep beter dan voorgaande jaren. De weersomstandigheden zaten mee en het vooropgestelde protocol kon worden gevolgd. Mét resultaat, want de metingen van 2022 zorgden voor een vooruitgang in het onderzoek.

In de toekomst moet het mogelijk zijn om via de opgemeten bladspectra meteen te kunnen bepalen of de wortels klaar zijn om te rooien. Om dit te kunnen doen, is er een model nodig dat de spectrale data en het optimale rooimoment combineert. Dit model kan alleen worden opgebouwd na het vergaren van voldoende data. De metingen van 2020, 2021 en 2022 zijn verwerkt en dit leidde tot een model voor elk ras dat het optimale rooimoment kan voorspellen. Afhankelijk van het ras, is dit tot op vijf à tien dagen nauwkeurig. Dit is een vooruitgang ten opzichte van vorige jaren, maar nog lang niet nauwkeurig genoeg om al toe te passen in de praktijk. Door data te combineren van nog meer jaren kan het model robuuster en nauwkeuriger worden. Het uiteindelijke doel is om een eenvoudige sensor te ontwikkelen die door de landbouwer zelf kan worden gebruikt ter inspectie van de rijpheid.



*Figuur 43: Met een spectrofotometer wordt de lichtabsorptie van de bladeren gemeten om op basis hiervan het ideale rooitijdstip te voorspellen.*

### **Wortelbewaring optimaliseren door koelproces te modelleren**

Witloofkroppen kunnen tijdens de forcerie ongelijk uitgroeien. Die ongelijke kropontwikkeling kan ontstaan door ongelijkmatige inkoeling, bewaring of ontdooiing van de wortels. Er kunnen immers in de koelcel verschillen ontstaan qua temperatuur en relatieve vochtigheid. Door het koelproces te modelleren, kunnen we onderzoeken hoe we dit kunnen optimaliseren.

In 2020 werd hiervoor een model opgesteld aan de hand van metingen uitgevoerd door MeBioS (KU Leuven) op het Praktijkpunt. In de koelcel werden wortels van het ras Flexine in 48 palloxen bewaard. Met loggers in de palloxen werden de temperatuur en relatieve vochtigheid gemeten. De worteltemperatuur werd gevolgd met een steeklogger. Ook de luchtsnelheid in de cellen werd gemeten. De inkoeling en ontdooiing volgden een normaal patroon. De luchttemperatuur tussen de palloxen en in de palloxen en de worteltemperatuur daalden zoals we verwachtten. De luchttemperatuur was lichtjes hoger aan de achterzijde van de koelcel. De variatie in temperatuur gemeten in de wortels was hoger dan de variatie gemeten in omgevingstemperatuur. Op basis van deze metingen maakten we een model, dat werd geverifieerd door metingen in een koelcel bij BelOrta. De luchtcirculatie, temperatuurverdeling en koelsnelheid werden succesvol gesimuleerd met het model en lagen duidelijk in lijn met de experimentele waarden. Het model blijkt na enkele aanpassingen goed te werken en hierop werd verder gebouwd.

MeBioS heeft ook een rekentool ontwikkeld die inzicht geeft in de luchtstroom, temperatuurverdeling, vochtverlies en het energieverbruik tijdens de bewaring van witloofwortels. Momenteel wordt samengewerkt met enkele pilootbedrijven om met die rekentool de wortelbewaring onder de loep te nemen. Het is de bedoeling dat telers in de toekomst beroep kunnen doen op de tool om zwakheden in hun koeling vast te stellen en op te lossen.

### **Genetische basis van kleurafwijkingen analyseren op celniveau**

Tijdens de forcerie en de bewaring van witloof kunnen verschillende kwaliteitsafwijkingen ontstaan. Samen met de afdeling Plantenbiotechniek van KU Leuven willen we de verschillende kwaliteitsafwijkingen in kaart brengen. Daarnaast willen we ook meer duidelijkheid scheppen in de fysiologische en moleculaire oorzaken die aan de basis liggen van hun ontwikkeling. De focus ligt op de drie voornaamste kleurafwijkingen: roodverkleuring, bruine rand en pitafwijkingen. Samen bekeken kunnen ze tot 50% van de kroppen aantasten na de bewaring.

Gezien voorgaand onderzoek vooral gericht was op de invloed van de teeltomstandigheden en de oogstbewaring, hebben we in dit onderzoek de focus gelegd op het genetische aspect van de verkleuringen. Daarvoor kozen we twee rassen die meer of minder gevoelig zijn voor kleurafwijkingen, respectievelijk Daufine en Fakir.

Om meer te weten te komen over de genen die aan of uit worden geschakeld ten gevolge van verkleuringen, werd een transcriptoomanalyse uitgevoerd op roodverkleurd en niet-verkleurd bladweefsel van Daufine. De resultaten van deze analyse tonen dat drie verschillende processen een rol spelen, namelijk fotosynthese, het gespecialiseerd metabolisme (dat onder andere instaat voor de synthese van de bittercomponenten die witloof zijn typerende smaak geven) en de stressrespons. De laatste groep valt verder op te delen in processen die betrokken zijn bij de waterhuishouding en bij herkenning van celschade. Op basis van deze informatie wordt de transcriptoomdata verder uitgediept en zullen enkele nieuwe experimenten worden opgezet om de resultaten te valideren.

2023 stond ook in het teken van het enzyme polyphenol oxidase of PPO. Dit enzym is gekend omwille van zijn rol bij bruinverkleuring in appels. Men vermoedt al lang dat PPO ook een belangrijke functie



heeft bij verkleuringen in witloof. Om deze hypothese te testen worden momenteel witloofplanten opgegroeid die niet in staat zijn om PPO aan te maken. Deze planten zullen de volledige teeltcyclus doorlopen tot witloofkrop, zodat we de verkleuringsgevoeligheid kunnen meten en het verband kunnen leggen met de aanwezigheid van het PPO-enzyme.

### **Kwaliteitsafwijkingen vermijden met groeimodel en pitsensoren**

Oorspronkelijk probeerden we aan de hand van een eenvoudig model de kropkwaliteit te voorspellen op basis van de pittemperatuur. Het model was echter onvoldoende accuraat waardoor werd besloten een complexer model op te stellen. Extra parameters zoals gewicht wortel, haarwortels, krop, bladmassa en pitmassa werden opgenomen in het model. Het VCBT gaat met de opgemeten data aan de slag om een toestandsmodel op te stellen. Voorlopig wordt ze het model nog geoptimaliseerd en kijken ze welke data er nog ontbreekt.

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

