

## 2 Wortel- en gewasmetingen als indicator van droogtestress

Kan rassenkeuze helpen bij een lange, droge zomer? De meeste commerciële rassen kunnen vrij goed tegen droogte eens ze opgekomen zijn. Langere droge omstandigheden hebben een invloed op de plantademhaling. Deze daalt soms aanzienlijk, met een kortere gemiddelde wortellengte tot gevolg. Deze droogtestress is niet altijd zichtbaar op het veld. Bij sommige parameters zoals bladverwelking en aantal gevormde bladeren is er namelijk geen verschil tussen de geteste rassen.

### Doel van de proef

Het doel van de proef is het uitvoeren van wortel- en gewasmetingen als indicator van droogte tijdens rassenevaluaties. Zo willen we meten wat de impact van het klimaat op de opbrengst en kwaliteit van verschillende witloofrassen is.

### Materiaal en methoden

In de zomer van 2022 en 2023 werden er bij verschillende rassen kunstmatige droogtes gecreëerd om hun resistentie tegen droogte te bestuderen. In de proef lagen drie droogtecondities aan met elk twee herhalingen. Per jaar werden zes variëteiten getest met telkens vier planten per herhaling. Dit maakte een totaal van zes plantenbakken met elk 14 planten (Figuur 19). De planten werden gezaaid in drainagebuizen om de beoordeling van de intacte wortel mogelijk te maken. Bij start werden er meerdere zaadjes per buis ingezaaid, deze werden na goede opkomst uitgedund tot één plant per buis.



*Figuur 19: Proefopstelling in zomer 2023.*

In 2022 is de keuze van de variëteiten afgestemd met de twee grootste witloofzaadhuizen, Vilmorin en Hoquet. De rassen die volgens hen goed tegen droogte kunnen zijn Bingo en Vintor van Hoquet (H) en Ecrine en Manoline van Vilmorin (V). Variëteiten die minder goed met droogtestress kunnen omgaan zijn Fakir (H) en Laurine (V). Door deze 'extremen' te testen wilden we nagaan of er wel degelijk een verschil te zien is. In 2023 werd er gekozen om drie veelverkochte rassen in België (Fakir, Flexine en Sweet Lady) te testen en twee niet-commerciële rassen afkomstig uit telersselecties van onze zadenbank (Cools, Van Ham).

Tabel 11: Drie gebruikte pF-waarden voor de verschillende stresscondities in de droogteproeven van 2022 en 2023.

	2022	2023
Voldoende water beschikbaar	pF 2	pF 2,4
Lichtjes droog	pF 2,7	pF 2,7
Droogtestress	pF 3,2	pF 3,1

De drie droogtecondities werden gemeten en aangehouden met behulp van TDR-sensoren. In elke pallox was een sensor aanwezig die wekelijks werd uitgelezen. Aan de hand van het gemeten bodemvochtgehalte bepaalden we hoeveel water er bijgegeven mocht worden. De drie droogtecondities (Tabel 11) zijn bepaald aan de hand van de pF-curve van potgrond (Bik, 1974). In het tweede jaar zijn de condities lichtjes aangepast naar de behoeften van witloof. De watergift werd in het eerste jaar op gewicht via de tuinslang met broeskop gegeven, in het tweede jaar semi-automatisch met irrigatieslangen en watertonnen.

De impact van het klimaat op opbrengst en kwaliteit werd op verschillende manieren gemeten. Er werden wortel- en gewasmetingen uitgevoerd bij het uitdunnen en op het einde bij het rooien. Hierbij werd er gekeken naar parameters zoals wortellengte en -gewicht, het aantal bladeren en hun gewicht en aan de hand van respiratie. Dit laatste door metingen met een porometer en het tellen van het voorkomen van stomata (huidmondjes). Dit werd gedaan met behulp van de stempelmethode waarbij een afdruk van het bladmateriaal werd gemaakt op plakband met nagellak. Ook de algemene indruk werd nagegaan door op regelmatige tijdstippen foto's te trekken.

Er vond een eerste plantenbeoordeling plaats bij het uitdunnen en een eindbeoordeling bij het rooien. Het blad- en wortelgewicht werd gemeten om de invloed ervan op de opbrengst te bepalen. De wortellengte en het percentage bladverwelking werd gemeten om de invloed van droogte op wortelgroei te bekijken. De data van de verschillende beoordelingsmomenten is terug te vinden in *Tabel 12*. De porometer-metingen waren zo variabel en inconsistent deze in 2023 niet werden herhaald.

Tabel 12: Zaai- en beoordelingsmomenten droogteproef 2022 en 2023.

	2022	2023
Zaai	21/06	8/06
Herzaai		20/06
Porometer	13/07, 4/08, 25/08, 15/09	/
Stomata	18/07, 5/08, 25/08	19/07, 23/08, 13/09, 4/10

### Wortel- en gewasmetingen

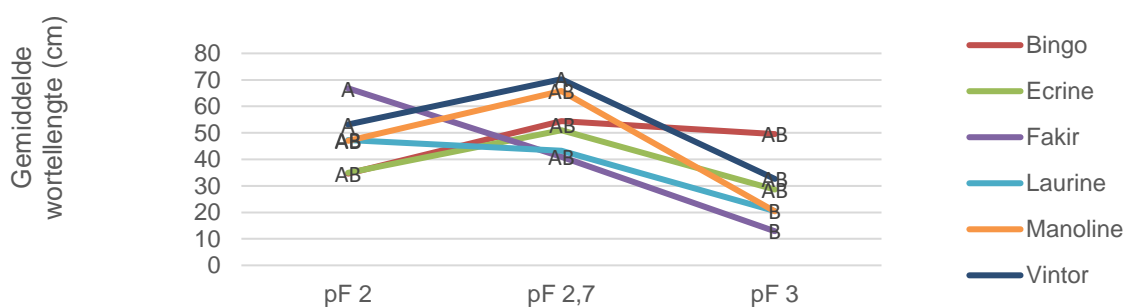
Bij de tussentijdse beoordelingen bij uitdunnen zijn er zowel in 2022 als in 2023 nagenoeg geen significante verschillen waar te nemen. In het eerste jaar was er een verschil tussen de droogtecondities onderling, maar niet tussen de rassen binnen een droogteconditie. Bij droogtestress hebben ze allemaal kortere wortels dan als er voldoende water beschikbaar is. Er waren ook significant minder bladeren en meer bladverwelking bij de droogtestress tegenover als er voldoende water beschikbaar was.

In het tweede jaar werd herzaaid vanwege schroeiende condities onder de kap waar de plantbakken opgesteld stonden. In de praktijk wordt soms beweerd dat lichtere zaden sneller uitvallen. Deze hypothese hebben we niet kunnen staven. Sommige lichte zaden deden het goed en sommige zware zaden slecht. Hier was er een minder uitgesproken verschil tussen de drie droogtecondities. Er was wel

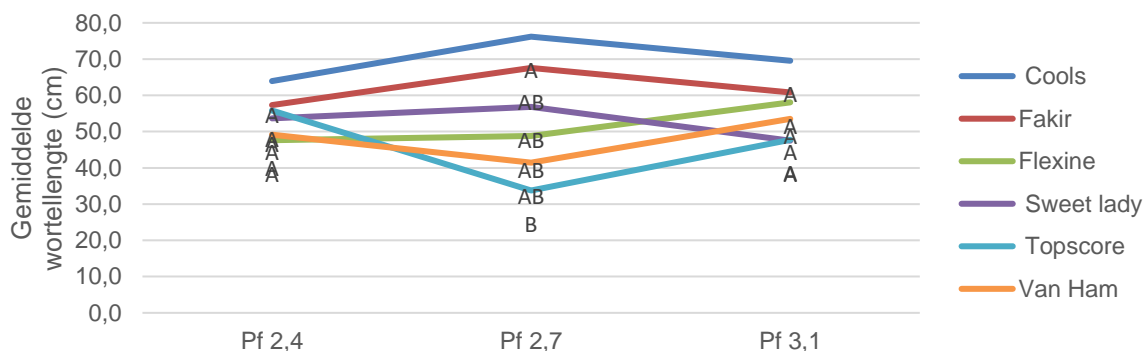
een verschil tussen de rassen, ongeacht de droogteconditie. Het telersras 'Van Ham' scoorde op de meeste vlakken slechter dan de andere rassen. Flexine kwam er als beste uit op vlak van wortellengte.

Het effect van droogte is vooral waar te nemen bij de ondergrondse plantendelen, zo bleek uit de eindbeoordeling na rooi. Vooral de invloed op wortellengte is opvallend. Zoals aangegeven door de zaadhuizen lijkt droogtestress vooral bij Fakir, Manoline en Laurine kortere wortels te geven dan bij Bingo, Ecrine en Vintor (Figuur 20). In omstandigheden met voldoende water is de wortellengte van Fakir en Vintor net beter dan de rest.

Van de zes geteste rassen in 2022 lijken Vintor, Ecrine en Bingo het consistent beter te doen dan Fakir, Manoline en Laurine en dat ongeacht de onderzochte parameter. Fakir en Vintor lijken wel beter te gedijen in omstandigheden met voldoende water. Bij Fakir valt tijdens zeer warme dagen de plantademhaling bijna stil, wat een kortere gemiddelde wortellengte tot gevolg heeft.

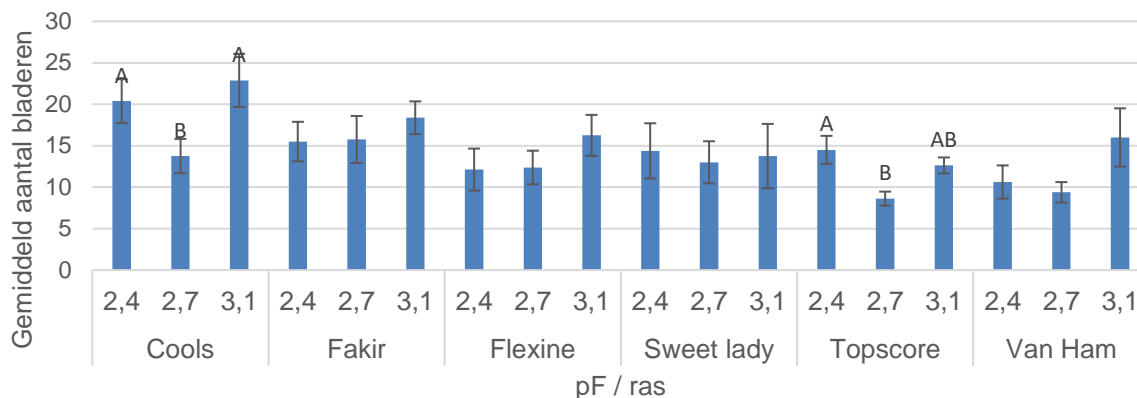


Figuur 20: Gemiddelde wortellengte (cm) op 4/10/22 van verschillende witloofrassen bij drie droogtecondities. Punten met eenzelfde letter zijn niet significant verschillend.



Figuur 21: Gemiddelde wortellengte (cm) op 26/10/23 van verschillende witloofrassen bij drie droogtecondities.

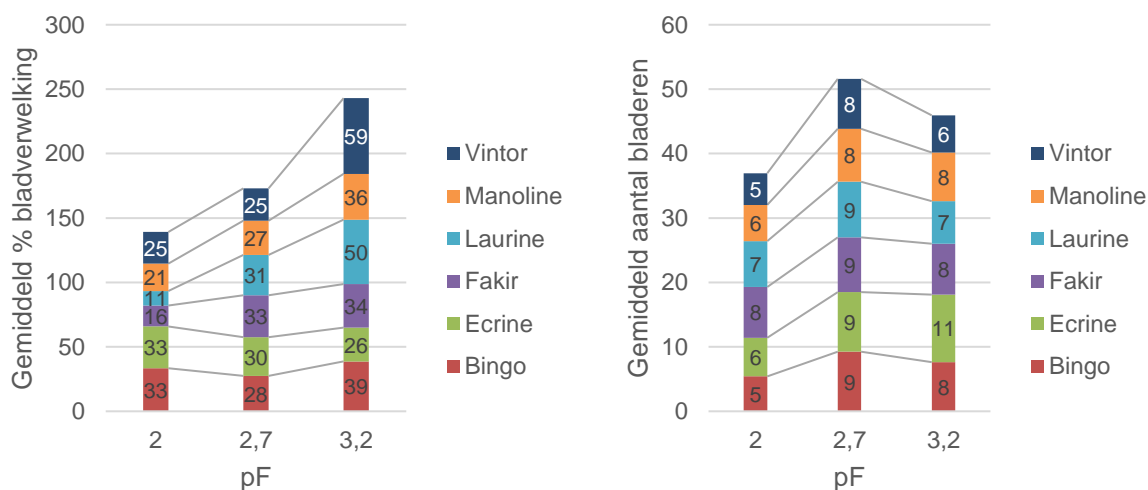
In de zomer van 2023 werd de proef uitgevoerd met commerciële rassen. Hieruit blijkt dat zij in het algemeen vrij goed tegen droogte kunnen. Eens de planten goed opgekomen zijn, zijn er relatief weinig verschillen. Ook de telersselecties doen het goed. Opvallend genoeg blijkt de gemiddelde conditie 'lichtjes droog' (pF 2,7) de slechtste. In deze conditie heeft Topscore het duidelijk moeilijk, wat zich vertaalde in weinig bladeren en een kortere wortel. Ook het telersras Cools vormde minder bladeren, maar compenseerde dit wel met wortelgroei (Figuur 21 en Figuur 22).



Figuur 22: Het aantal gevormde bladeren van verschillende rassen bij drie droogtecondities.

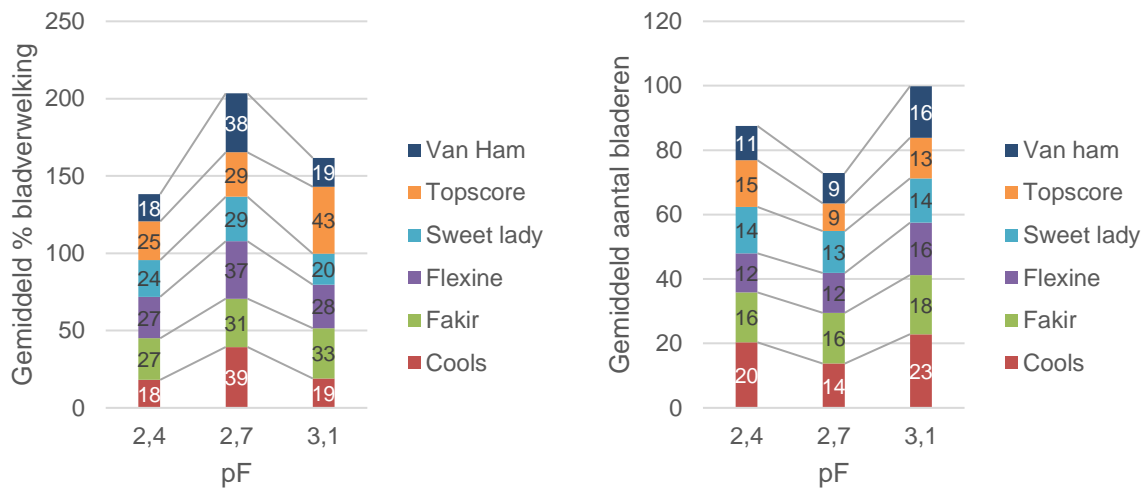
### Verwelking en bladschade

Bij de tussentijdse beoordeling waren er nog geen significante verschillen zichtbaar voor bladverwelking. Tegen het einde van de proef in 2022 was er aantoonbaar meer verwelking bij droogtestress dan bij de conditie met voldoende water. In 2023 was het meeste verwelking te zien bij de gemiddelde conditie 'lichtjes droog' (pF 2,7). Er werden geen verschillen tussen de rassen onderling vastgesteld.



Figuur 23: Resultaten % bladverwelking en aantal bladeren bij eindbeoordeling op 5 oktober 2022.

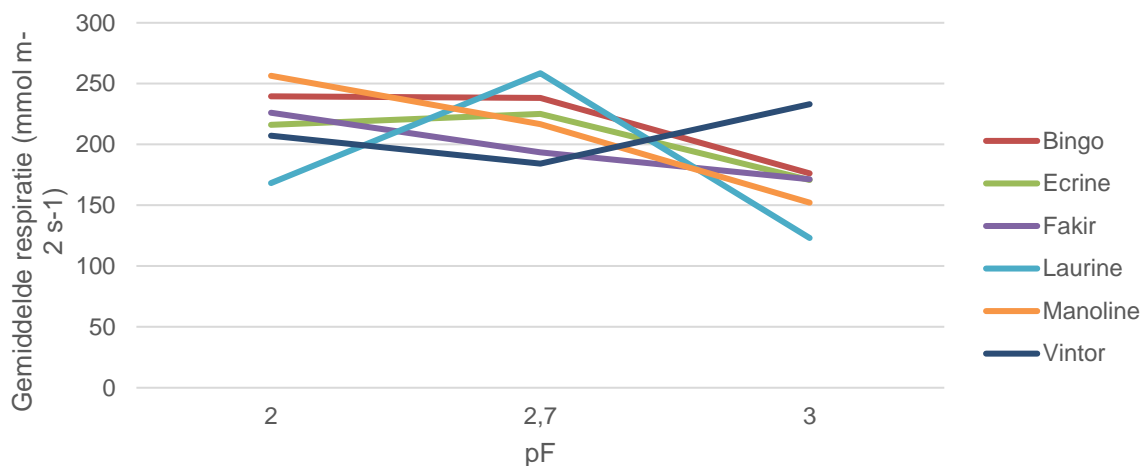
In 2022 was duidelijk te zien dat er in de conditie 'lichtjes droog' (pF 2,7) het meeste bladeren werden gevormd met zeer weinig verwelking (Figuur 23). Laurine, Manoline en Vintor leken gevoeliger voor droogtestress. Dit is ook terug te vinden in de reductie van wortellengte. Op Figuur 24 worden de resultaten van 2023 getoond. Verwacht werd om het zelfde te zien als in 2022, maar dit is niet het geval. Hier was het net de conditie 'lichtjes droog' (pF 2,7) waarbij er weinig bladeren waren met veel verwelking. Beoordeeld op percentage verwelking lijkt Topscore minder goed tegen droogte te kunnen, terwijl er bij Flexine en Sweet Lady nauwelijks impact is van de verschillende droogtecondities.



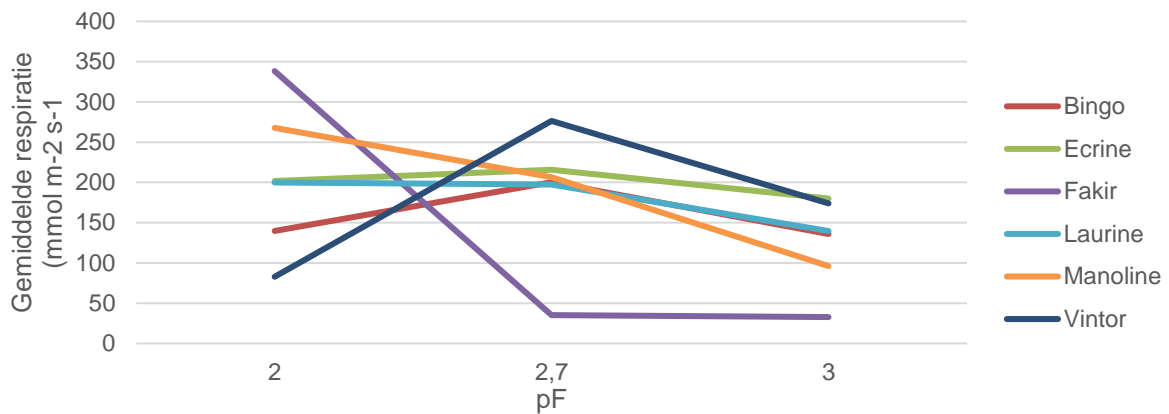
Figuur 24: Resultaten percentage bladverwelking en aantal bladeren bij eindbeoordeling op 26/10/2023.

### Evapotranspiratie

In 2022 toonden de resultaten van de metingen met de porometer statistische verschillen aan. De vraag is echter hoe betrouwbaar deze zijn. De metingen van de planten duurde heel de dag, waarbij telkens een ander blad moest gebruikt worden. Er was vooral een verschil waar te nemen in functie van het tijdstip en temperatuur. Op het eerste zicht was er wel duidelijk een invloed van droogte op het witloof. Ongeacht het ras vertonen de planten bij droogtestress duidelijk meer stress en verwelking. Indien de rassen apart bekeken worden, is er in Figuur 25 te zien dat de ademhaling van Fakir stilvalt in drogere omstandigheden. Over het algemeen zien we een geleidelijke daling in ademhaling bij alle rassen naarmate dat het droger wordt. Op de meting van 4 augustus 2022 valt de ademhaling van Fakir zelfs helemaal stil in drogere omstandigheden (Figuur 26). Dit is ook terug te zien in door de vorming van kortere wortels.

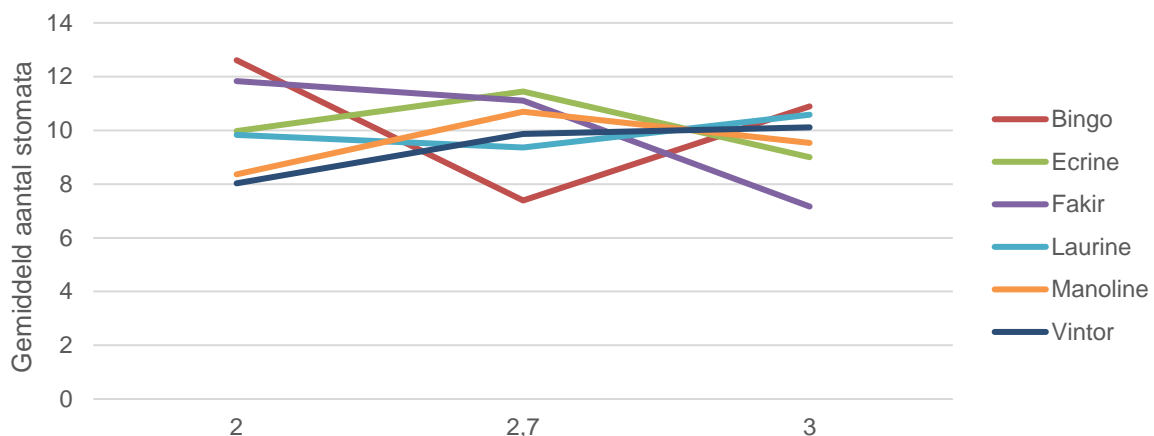


Figuur 25: Gemiddelde respiratie (mmol m-2 s-1) op alle tijdstippen tesamen (13/7, 4/8, 25/8, 15/9), geen significante verschillen.



Figuur 26: Gemiddelde respiratie (mmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) op 4/8/2022. Er is geen verschil tussen de rassen onderling.

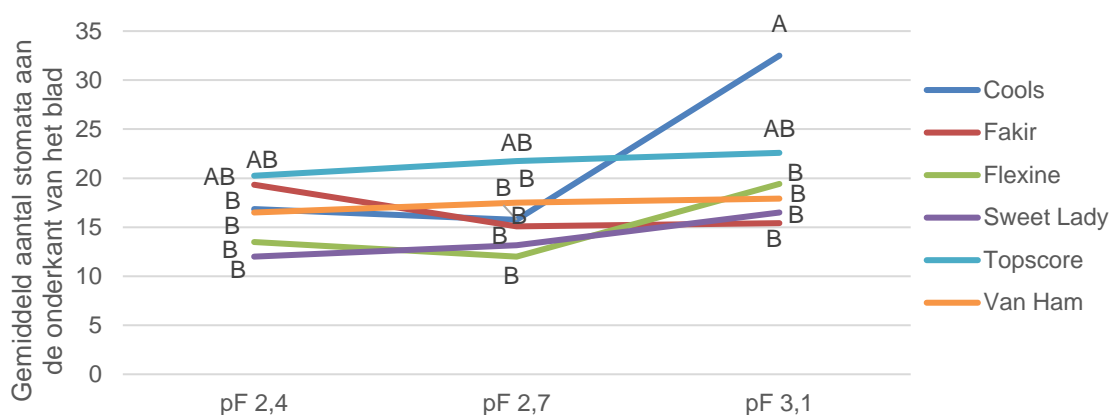
In Figuur 27 en Figuur 28 zien we dat de rassen Fakir en Manoline reageren op langdurige droogte door hun aantal stomata (huidmondjes) aan de onderkant van het blad te reduceren. Deze trend is opvallend genoeg niet terug te vinden aan de bovenkant van het blad.



Figuur 27: Gemiddeld aantal stomata (huidmondjes) aan de onderkant van het blad ras\*pF met p waarde 0,0445.

In 2023 werd er op regelmatige tijdstippen gekeken naar het aantal huidmondjes op het bladoppervlak. Daarbij is er over alle momenten heen een significant verschil tussen de verschillende droogtecondities, maar er geen verschil tussen de verschillende rassen. De trend is hoe droger, hoe minder huidmondjes, ongeacht de boven- of onderkant van het blad.

Indien de aantallen per datum bekeken worden, was het verschil tussen de verschillende rassen pas duidelijk bij de rooi. We zagen dat Cools en Topscore significant meer huidmondjes hebben dan Flexine en Sweet Lady. Nochtans doen deze rassen het daarom niet slechter in wortelgroei.



Figuur 28: Gemiddeld aantal stomata op 13/9/23 aan de onderkant van het blad ras\*pF met p waarde 0,04.

Fakir toont dezelfde trend in 2023 als in 2022. Wat vooral opvalt in Figuur 28 zijn de extreem hoge aantallen huidmondjes geteld onder droogtestress (pF 3,1) in het ras Cools. Het is onduidelijk waarom deze waarden zo hoog zijn. Er werd net verwacht dat naarmate het droger wordt, het aantal huidmondjes zou reduceren. Ook is er geen verband te leggen tussen aantal huidmondjes en de productiewaarde van de wortel. Het consistent meten van respiratie is ook niet evident. De gebruikte technieken zijn arbeidsintensief, waardoor de metingen soms meerdere dagen duren. Dit heeft tot gevolg dat de betrouwbaarheid van de resultaten in vraag kan gesteld worden.

## Conclusie

Een consistent drogere conditie veroorzaakt duidelijk stress bij alle witloofrassen. Dit is vooral te zien in wortellengte en bladverwelking. Het blad- en wortelgewicht vertonen minder verschillen. Bingo, Ecrine en Vintor kunnen iets beter tegen droogte dan Fakir, Manoline en Laurine. Witloof is een plant die relatief goed tegen droogte kan, eens hij goed is opgekomen. Er is weinig verschil te zien tussen de rassen Fakir, Flexine en Sweet Lady die populair zijn in België. Enkel Topscore doet het slechter. Genetische diversiteit heeft toch een effect. Het telersras Cools presteerde zeer goed gedaan onder droogtestress. Het ras Van Ham daarentegen had het moeilijker, vooral bij opkomst.

Bij de metingen met de porometer is er een algemene tendens dat de ademhaling van de plant daalt naarmate het droger wordt. Dit is niet terug te vinden in de telling van het aantal huidmondjes. In tegendeel zijn er hier en daar rassen die zelfs meer huidmondjes vertoonden bij een pF 3 of 3,2. Er worden vragen gesteld bij de betrouwbaarheid van de resultaten omdat deze op verschillende tijdstippen genomen zijn, bij verschillende bladeren op verschillende dagen.

Door de grote verschillen tussen het voorkomen van bladverwelking tussen de twee jaar onderzoek is het niet duidelijk of dit een geschikte techniek is om de impact van het klimaat te meten. Flexine lijkt in beide jaren wel een ras dat goed tegen droogte kan. Witloof is een robuuste plant, maar kan toch aan groei inboeten bij langdurige droogte. Er is zeker nog potentieel om in de genetische diversiteit naar rassen te zoeken die nog robuuster zijn.

*Dit onderzoek werd uitgevoerd in het kader van het relanceproject 'Slimme combinatie van teeltkeuze en technologie voor een rendabele klimaatrobuuste land- en tuinbouw' met de steun van het Departement Landbouw en Visserij.*



**Gefinancierd door  
de Europese Unie**  
NextGenerationEU



PRAKTIJKCENTRA  
plant



**Vlaanderen**  
is landbouw & visserij