

Detectie van droogtestress in grasvelden

Met behulp van hyperspectrale camera's

Samenvatting

Droogtestress in grasvelden kan nauwkeurig bepaald worden met behulp van zowel hyperspectrale handcamera's als met camera's bevestigd aan drones. De op reflectie gebaseerde indexen correleerden met zowel veranderende weersomstandigheden als met real-time metingen van het bodemvochtgehalte. Met behulp van deze techniek kunnen grasveldbeheerders zeer nauwkeurig en tijdig ingrijpen in geval droogte.

- 1 De hyperspectrale indexen PRI512 en CTR2 kunnen gebruikt worden voor de detectie van droogtestress.

In alle gevallen vertonen grasveldsoorten onder droogte lagere PRI512-waarden (fotochemische reflectie-index 512) en hogere CTR2-waarden (Carter-index 2). Dit werd vooral waargenomen in de velden met de droogte behandeling (Fig. A).

PRI512 maakt gebruik van reflectie in het zichtbare spectrum, d.w.z. 512 nm en 532 nm en wordt berekend als $(R_{532nm} - R_{512nm}) / (R_{532nm} + R_{512nm})$ waarbij R verwijst naar de reflectie bij de specifieke golflengte.



Detectie van droogtestress in grasvelden

Met behulp van hyperspectrale camera's

Uit eerder onderzoek blijkt dat de PRI512 waarden sterk correleren met chlorofyl-carotenoiden, de stomata geleiding en de netto CO₂-opname en dus Light Use Efficiency (LUE). De CTR2 wordt berekend als R695nm/R762nm, en staat ook bekend als een index die nauw verbonden is aan zowel korte als lange termijn stresscondities (Hermanns et al., 2021).

Tip 1.

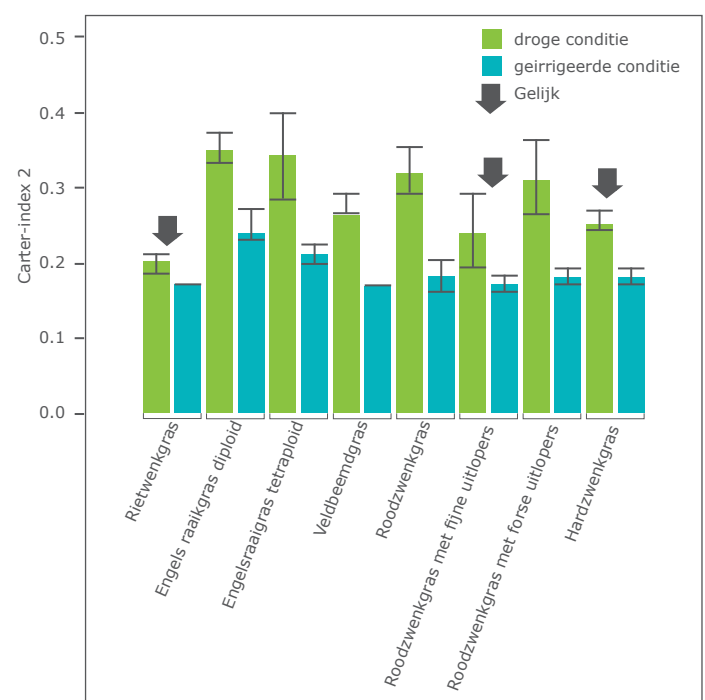
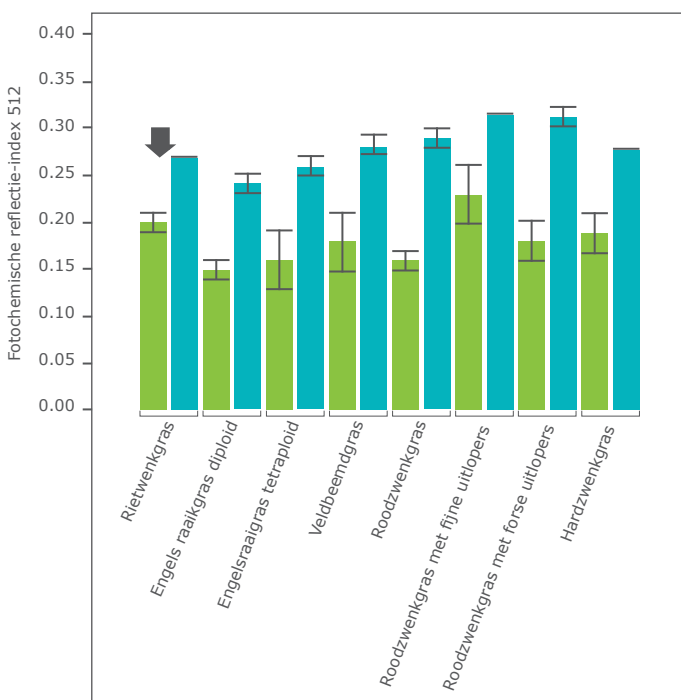
Rietzwenkgras had vergelijkbare PRI512 en CTR2 in zowel droge als natte omstandigheden, wat aangeeft dat deze grassoort zeer goed bestand is tegen droogte.

Behalve rietzwenkgras, vertoonden alle genotypen een significant verschil in PRI512 waarden in relatie tot de behandeling (droog versus geïrrigeerd). Bovendien vertoonden alle genotypen op drie na, te weten rietzwenkgras, roodzwenkgras met fijne uitlopers en hardzwenkgras vergelijkbare CTR2-waarden in onder droge en geïrrigeerde omstandigheden; waarbij rietzwenkgras de kleinste verschillen liet zien. Genotypen die min of meer dezelfde PRI512- en CTR2-waarden hebben onder droge en geïrrigeerde omstandigheden (aangegeven met grijze pijlen) zijn veerkrachtige grassoorten, terwijl de soorten die verschillen tonen juist gevoelig zijn voor droogte.



Vliegroute van de drone over het hele grasvelden

Figuur A: Berekende PRI512 (links) en CTR2 (rechts) waarden van grassoorten/genotypen. De balken zijn gemiddelden en standaardfouten van 3 herhalingen per soort en conditie. De bruine balken representeren de droogtebehandeling, terwijl de blauwe balken de geïrrigeerde behandeling representeren. De grijze pijlen representeren grassoorten die op dezelfde manier reageren onder zowel droge als geïrrigeerde omstandigheden. Statistische analyses werden uitgevoerd met behulp van een tweeweg ANOVA/Tukey post-hoc. De volgende soorten/genotypen zijn gebruikt in dit experiment: rietzwenkgras (*Festuca arundinacea*), Engels raaigras diploïd (*Lolium perenne* diploïd), Engels raaigras tetraploïd (*Lolium perenne* tetraploïd), veldbeemdgras (*Poa pratensis*), roodzwenkgras (*Festuca rubra*), roodzwenkgras met fijne uitlopers (*Festuca rubra trichophylla*), roodzwenkgras met forse uitlopers (*Festuca rubra rubra*) en hardzwenkgras (*Festuca brevipila*).



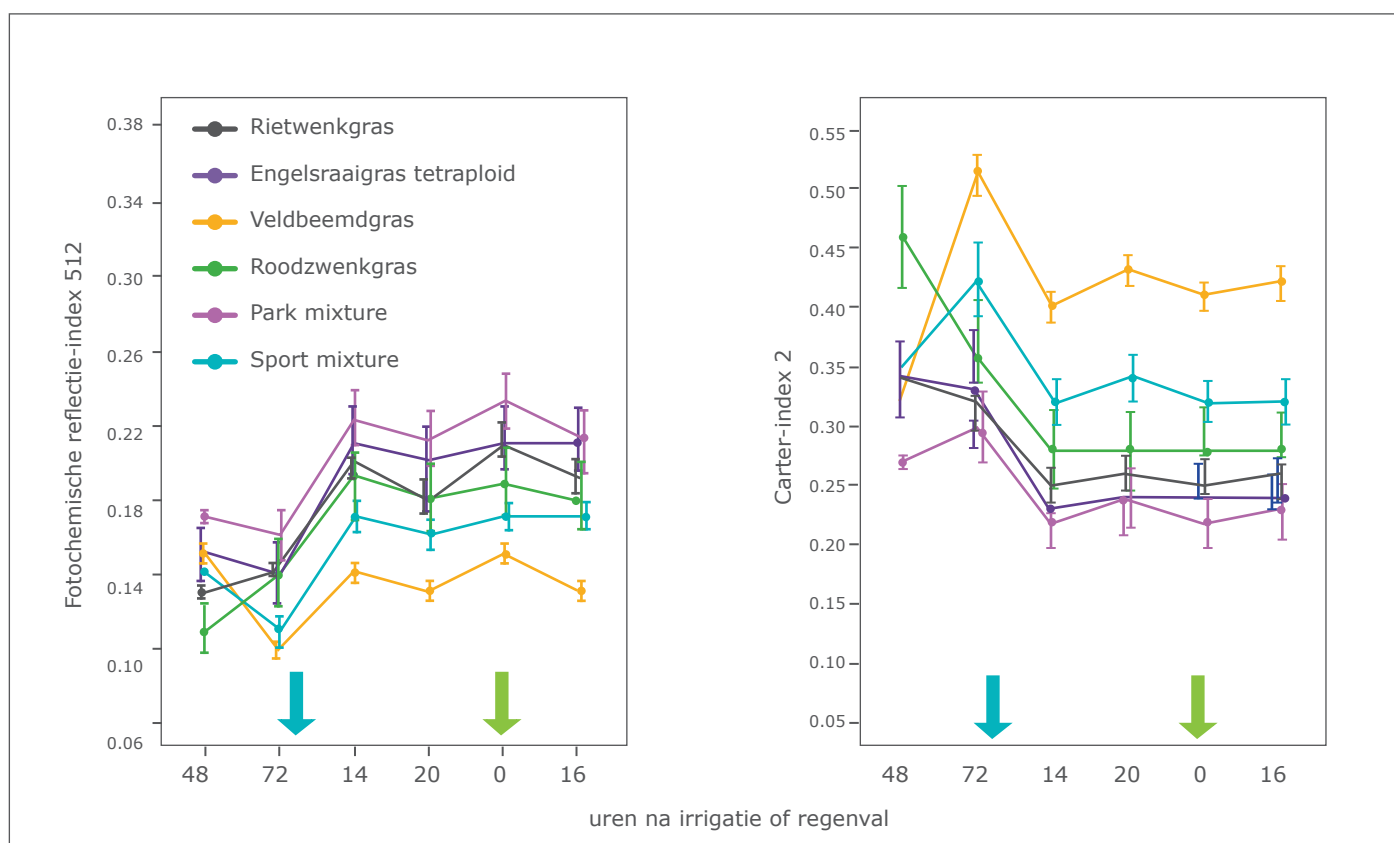
2 Droogte resistent genotypen herstellen ook snel na irrigatie of regenval

Gedurende een 72-urige droogteperiode had rietzwenkgras een constante PRI512 en deze steeg na irrigatie of regenval, wat duidt op een snel herstel (Fig. B). Engels raaigras tetraploïd en het parkmengsel (samengesteld uit Engels raaigras diploïd, veldbeemdgras en roodzwenkgras met fijne uitlopers) hadden slechts een lichte daling in PRI512 tijdens de eerste 72 uur droogte en beide herstelden zich ook snel na irrigatie of regenval. Het sportmengsel (een mengsel van Engels raaigras diploïd en veldbeemdgras) en veldbeemdgras lieten juist een sterke daling in PRI512 zien tijdens droogte gecombineerd met een langzamer herstel na irrigatie/ neerslag. Alhoewel roodzwenkgras gevoeliger bleek voor droogte dan rietzwenkgras, herstelde roodzwenk zich toch relatief snel na irrigatie/ neerslag.

Tip2.

droogtebestendige soorten/ genotypen zouden weinig tot geen verandering moeten vertonen in PRI512 en CTR2 tijdens droge periodes, maar ook snel moeten herstellen na irrigatie met hogere PRI512 of lagere CTR2 na irrigatie of regenval. Als we de PRI512- en CTR2-resultaten combineren, zijn roodzwenkgras en het sportmengsel droogtegevoelig, terwijl rietzwenkgras en het parkmengsel droogtebestendig zijn.

Figuur B: Berekende PRI512 (links) en CTR2 (rechts) waarden voor verschillende genotypen/ mengsels in de loop van de tijd. De volgende genotypen zijn gebruikt in dit experiment: rietzwenkgras (*Festuca arundinacea*), Engels raaigras tetraploïd (*Lolium perenne tetraploïd*), veldbeemdgras (*Poa pratensis*), roodzwenkgras (*Festuca rubra*), parkmengsel (35% *Lolium perenne diploïd*: 50% *Poa pratensis*: 15% *Festuca rubra trichophylla*), en sportmengsel (50% *Lolium perenne diploïd*: 50% *Poa pratensis*). Een geplande irrigatie, aangegeven met blauwe pijlen, vond plaats na 72 uur droogte. Een onverwachte regenperiode, aangegeven met rode pijlen trad ook op tijdens de vijfde meting in de tijd.



Het parkmengsel had de laagste CTR2-waarden (Fig. B), gevolgd door Engels raaigras tetraploïd en rietzwenkgras. Veldbeemdgras en het sportmengsel hadden consistent hogere CTR2-waarden, wat duidt op een slechte reactie van deze genotypen op droogtestress.

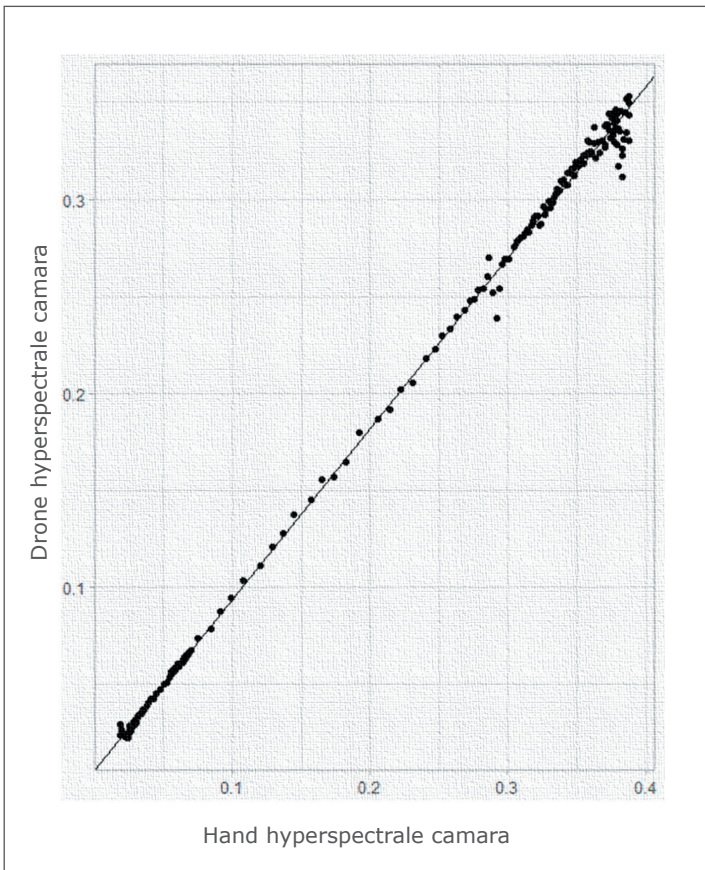
Hoewel roodzwenkgras ook hogere CTR2-waarden had tijdens de eerste droogteperiode van 72 uur, daalden de CTR2-waarden na irrigatie of regenval, wat duidt op een snel herstel na droogtestress. Opnieuw consistent met het verhaal dat roodzwenkgras gevoelig is voor droogte, maar ook snel herstelt na irrigatie/ regenval.



3 Hand- en drone camera geven vergelijkbare resultaten

Reflectiedata verkregen met behulp van de hyperspectrale handcamera's als met camera's bevestigd aan drones leverden dezelfde resultaten op, zowel voor de absolute reflectiewaarden als voor de berekende indexen (Fig. C).

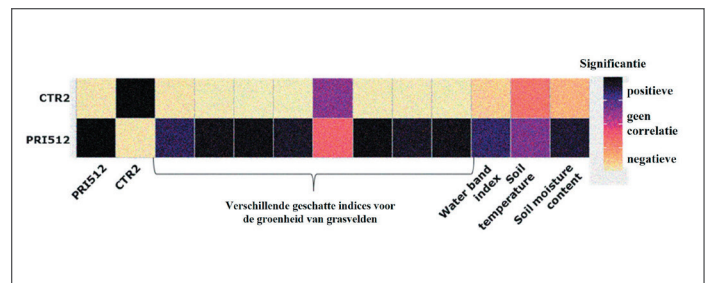
Figuur C: Correlatie tussen hyperspectrale reflectiemetingen met de twee verschillende technieken. De y-as toont de reflectie van de hyperspectrale camera bevestigd aan de drone, en op de x-as de reflectiedata van de handcamera. Elk punt vertegenwoordigt reflectiewaarden over een golflengte van 380 nm tot 1050 nm over een oppervlakte van ongeveer 0,4 m².



4 PRI512 correleert met sensormetingen van het bodemvochtgehalte

PRI512 correleerde significant positief of negatief met veel andere indexen en met het bodemvochtgehalte (Fig. D). In het algemeen is PRI512 een goede index voor het detecteren en het inschatten van de mate van droogtestress in grasvelden. Daarnaast kan de PRI512 index gebruikt worden als indicator voor het bodemvochtgehalte, dit als alternatief voor de traditionele sensoren.

Figuur D: Matrix die de correlatie tussen de gemeten parameters in de datasets aangeeft. De geschatte indices voor de groenheid van gras zijn chlorofyl red-edge, carotenoïde red-edge, normalised difference vegetation index (NDVI), normalised difference vegetation red-edge index (NDVI red-edge), normalised difference red-edge (NDRE), blue normalised difference vegetation index (BNDVI), green normalised difference vegetation index (GNDVI) en optimised soil-adjusted vegetation index (OSAVI).



Tip4.

PRI512 is een robuuste index om droogtestress in gras te bepalen, en wordt berekend aan de hand van reflectiewaarden binnen een bandbreedte van 20 nm in het zichtbare lichtspectrum. Dit biedt mogelijkheden voor de ontwikkeling van goedkopere hyperspectrale camera's die alleen reflectie meten binnen deze geringe bandbreedte.

Tip3.

Beide hyperspectrale beeldvormingstechnieken (bediend met de hand of via een drone) kunnen worden gebruikt afhankelijk van de behoefte van de gebruiker. De techniek vanuit de lucht, waarbij een hyperspectrale camera aan een drone wordt bevestigd, kan binnen een paar uur meerdere hectaren land meten, en de variatie binnen een hectare op minder dan 1 m². Deze techniek bespaart dus tijd en mankracht.



Sproeier voor irrigatie van grasvelden

References

Hermanns, F., Pohl, F., Rebmann, C., Schulz, G., Werban, U., Lausch, A., 2021. Inferring grassland drought stress with unsupervised learning from airborne hyperspectral VNIR imagery. *Remote Sens (Basel)* 13, 1885. <https://doi.org/10.3390/rs13101885>

Erkenning

Dit werk is ondersteund door verschillende mensen van Wageningen Universiteit en Research. Bert Meurs, Willem de Visser en Annelies Beniers van Agrosystems Research voerden hyperspectrale beeldvorming uit met de handheld Tec5 camera. Magdalena Smigaj van Laboratory of Geo-information Science and Remote Sensing voerde de hyperspectrale drone metingen uit. *Ingrid van der Meer* en *Elio Schijlen* van Bioscience beheerden alle aspecten van de mRNA-sequencing, inclusief het schrijven van de mRNA-methodologie. *Jan Rinze van der Schoot* van Open Teelten en *Leon Mossink* van Centre for Crop Systems Analysis beheerden het Nergena-veld waar de metingen werden uitgevoerd. *Ayodeji O. Deolu-Ajayi* en *Adrie van der Werf* van Agrosystems research waren betrokken bij alle aspecten van het project, inclusief het schrijven en beoordelen van rapporten.

*Het rapport is beschikbaar op:
<https://doi.org/10.18174/652111>

Stel uw vraag over dit onderzoek aan onze experts

Ayodeji O. Deolu-Ajayi | Wageningen Plant research

E | ayodeji.deolu-ajayi@wur.nl

T | +31(0) 317 486 9039

Adrie van der werf | Wageningen Plant research

E | adrie.vanderwerf@wur.nl

T | +31(0) 317 480 518

Vormgeving | Caroline Verhoeven

Afbeeldingen | Jan Rinze van der Schoot

Verantwoording | Deze hand-out is onderdeel van de 'PPS Grasvelden, klimaat & biodiversiteit, werkpakket biodiversiteit'. Stichting Wageningen Research is niet aansprakelijk voor eventueel schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

© 2024 | Wageningen University & Research



Overzicht grasvelden