
Sektion 43

Digitalisierung

43-1 - Hyperspektrale Analyse von frühen Wirt-Parasit-Interaktionen im UV-Bereich

Hyperspectrale analysis of early host-pathogen interaction in UV-range

Anna Brugger¹, Jan Behmann¹, Matheus Thomas Kuska¹, Ulrike Steiner¹, Anne-Katrin Mahlein²

¹Rheinische Friedrich-Wilhelms Universität Bonn, Institut für Nutzpflanzenwissenschaften und Ressourcenschutz, Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, Nussallee 9, 53115 Bonn

²Institut für Zuckerrübenforschung, Holtenser Landstraße 77, 37079 Göttingen

Das Potential hyperspektraler Sensorik zur Erfassung von Wirt-Pathogen-Interaktionen im spektralen Bereich des sichtbaren Lichts (400-700 nm, VIS), des Nahinfrarots (700-1000 nm) und des kurzwelligen Infrarots (1000-2500 nm) wurde bereits beschrieben. Ein Einfluss auf die Reflektanz im Ultravioletten Bereich (UV, 200-380 nm) ist bisher nicht untersucht. Das Ziel dieser Studie ist es, spezifische, durch Pflanzenkrankheiten verursachte Veränderungen in der spektralen Reflexion im Bereich UV-VIS zu erfassen und pathogenspezifische Auswirkungen zu detektieren.

Daher wurde ein hyperspektrales Verfahren etabliert, welches durch die Betrachtung des spektralen UV-Bereiches den Einfluss von frühen Wirt-Parasit-Interaktionen auf pflanzliche Inhaltsstoffe ermöglicht. Zur Etablierung einer Messmethodik mit Gerste- und Zuckerrübenpflanzen waren verschiedene Vorstudien erforderlich. Da UV-Strahlung Schädigungen an Pflanzengewebe verursachen kann, wurden zunächst Tests mit unterschiedlichen UV-Beleuchtungsstärken durchgeführt um mögliche Schädigungen auf Gewebesebene phänologisch und mikroskopisch zu erfassen. Anschließend wurde mit einer Beleuchtungsstärke von 1000 lx Zeitreihenmessungen von gesunden Gerstenblättern und Gerstenblättern, inokuliert mit *Blumeria graminis* f.sp. *hordei* (Echter Mehltau) sowie gesunden Zuckerrüben und Zuckerrüben inokuliert mit *Cercospora beticola* (*Cercospora* Blattflecken) durchgeführt. Änderungen der spektralen Signaturen während der Pathogenese wurden mit Veränderungen pflanzlichen Inhaltsstoffe und mikroskopisch-histologischen Untersuchungen korreliert.

43-2 - Potential of hyperspectral imaging to quantify *Fusarium* mycotoxins in wheat kernels and flour

Elias Alisaac¹, Jan Behmann¹, Matheus Thomas Kuska¹, Heinz-Wilhelm Dehne¹, Anne-Katrin Mahlein^{1,2}

¹Rheinische Friedrich-Wilhelms Universität Bonn, Institute of Crop Science and Resource Conservation (INRES), Plant Diseases and Plant Protection, Nussallee 9, 53115 Bonn, Germany

²Institute of Sugar Beet Research (IFZ), Holtenser Landstraße 77, 37079 Göttingen, Germany

Due to the more frequent occurrence of *Fusarium* species and by this increasing contamination of small grains and maize with *Fusarium* mycotoxins, it has become necessary to predict the incidence of *Fusarium* Head Blight (FHB) to establish appropriate control measures and to identify risks for the use of harvested cereals. The potential of hyperspectral imaging to identify mycotoxin contaminations and/or fungal DNA in wheat kernels and flour has been estimated. Experiments were carried out with different

Fusarium species (*F. graminearum*, *F. culmorum* and *F. poae*) with increasing spores densities at 2 varieties of spring wheat ('Sonett', 'Triso'). The inoculation was done at anthesis followed by 48 h incubation at high Relative Humidity (RH). Hyperspectral images for kernels and flour resulted from these kernels have been taken in the visible-near infrared range VIS-NIR (400-1000 nm), and shortwave infrared range (1000-2500 nm).

Non-inoculated kernels and flour of the both genotypes (Sonett and Triso) showed no substantial differences in the spectral signature. The results showed differences in the spectral signature of kernels infected with different *Fusarium* species in the NIR range from 700-1000 nm and in the SWIR range from 1000-2500 nm. The spectral signature differences were not only pronounced in the infected kernels but also in the flour resulted from these kernels. In case of the flour, the differences in the spectral signature were more pronounced in the spectral range from 580-650 nm in case of *F. graminearum* and *F. culmorum* infection. It could be shown that the spectral signature is highly correlated to the development of FHB on wheat.

The changes in the spectral signature are correlated to the pathogen infection. This is more pronounced in case of *F. graminearum* > *F. culmorum* >> *F. poae*. Wheat kernels infected with different *Fusarium* species can be discriminated by hyperspectral imaging (Alisaac et al 2018). This can be seen with different host plant genotypes and different *Fusarium* species.

The main object is to investigate the capability of hyperspectral imaging to differentiate between kernels infected with different *Fusarium* species, and its potential to identify the mycotoxins resulting from this infection. This is the first time that FHB leads to characteristic spectral signatures of kernels as well as ground flour.

Literature:

Alisaac, E., Behmann, J., Kuska, M. T., Dehne, H.-W., Mahlein, A.-K. (2018). Hyperspectral quantification of wheat resistance to *Fusarium* head blight: comparison of two *Fusarium* species. *European Journal of Plant Pathology*, DOI: 10.1007/s10658-018-1505-9.

43-3 - Nicht-invasive Charakterisierung spektraler Dynamiken von Pilzkrankungen im Weizen: Erstellung einer spektralen Bibliothek

Non-invasive characterization of spectral dynamics of fungal diseases in wheat: Generation of a spectral library

David Bohnenkamp¹, Jan Behmann¹, Ulrike Steiner¹, Anne-Katrin Mahlein²

¹Rheinische Friedrich-Wilhelms Universität Bonn, Institut für Nutzpflanzenwissenschaften und Ressourcenschutz, Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, Nussallee 9, 53115 Bonn

²Institut für Zuckerrübenforschung (IfZ), Holtenser Landstraße 77, 37079 Göttingen

Hyperspektrale Sensoren bieten hohe Potentiale für die Erfassung und Identifikation von Pflanzenkrankheiten in der Landwirtschaft. Im Sinne des Integrierten Pflanzenschutzes ist es von großer Bedeutung innovative Verfahren zu erproben, um den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln zu minimieren und optimieren. Unter kontrollierten Bedingungen wurden Weizenpflanzen mit den wichtigsten Blattkrankheiten des Weizens inokuliert und täglich im Verlauf ihrer Pathogenese mit Hyperspektralkameras untersucht. Betrachtet wurden DTR-Blattdürre, Septoria-Blattdürre, Gelbrost des Weizens, Braunrost des Weizens und Echter Mehltau des Weizens an verschiedenen Weizensorten. Zeitreihenmessungen erfassen die Symptomentwicklung in täglichen Hyperspektralbildern im Bereich von 400 – 2500 nm, je nach Länge des Infektionsverlaufs über einen Zeitraum von bis zu 30 Tagen nach Inokulation. Die Analyse der spektralen Informationen erfasst den Übergang vom gesunden Blattgewebe zum spezifischen Symptom. Die im Verlauf der Pathogenese

dokumentierte spektrale Dynamik der Blattkrankheiten wurde mit parallel durchgeführten fluoreszenzmikroskopischen Untersuchungen verglichen, um spektrale Veränderungen auf struktureller Ebene in Abhängigkeit der Pathogenentwicklung zu erklären und zu interpretieren.

Die Daten bilden eine fundierte hyperspektrale Bibliothek der wichtigsten Weizenkrankheiten. Diese Information kann in weiteren Arbeiten genutzt werden, um die sensorische Erfassung von Blattkrankheiten im Weizen auf die Feldskala zu übertragen.

43-4 - Deep Learning für die Identifikation und Charakterisierung von pilzlichen Blattkrankheiten des Weizens in hyperspektralen Bildern

Deep Learning for the identification and characterization of fungal leaf diseases of wheat in hyperspectral images

Jan Behmann¹, David Bohnenkamp¹, Anne-Katrin Mahlein²

¹Rheinische Friedrich-Wilhelms Universität Bonn, Institut für Nutzpflanzenwissenschaften und Ressourcenschutz, Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, Bonn

²Institut für Zuckerrübenforschung (IfZ), Göttingen

Unter kontrollierten Messbedingungen ermöglichen hyperspektrale, bildgebende Sensoren die Detektion, Identifikation und Quantifizierung von Pflanzenkrankheiten. Eine aktuelle Limitierung für den Transfer dieser Sensorik in praktische Anwendungsszenarien stellen die hohen Ansprüche an die Analyse der komplexen und voluminösen Daten dar. Übliche Modelle sind häufig nicht robust genug um Daten variabler Aufnahmesituationen präzise zu analysieren oder ungeeignet für die hoch-dimensionalen Datensätze.

In Bereich der Datenanalyse setzen sich in immer mehr Bereichen Verfahren des Deep Learning basierend auf Neuronalen Netzen (NN) durch, da derartige Modelle das Potential umfangreicher Trainingsdaten besser nutzen können. Eine Variante der NNs ist auch in der Lage die dreidimensionale Struktur hyperspektraler Bilddaten zu analysieren, sodass hier die räumliche und spektrale Information kombiniert interpretiert wird. Darüber hinaus kann das gewonnene Modell bezüglich seiner Fokussierung durch sogenannte Saliency Maps analysiert werden. Auf diese Weise werden die für die Entscheidung relevanten Bildbestandteile hervorgehoben und insbesondere die für die Identifikation einzelner Krankheiten relevanten Wellenlängen bestimmt. Anhand bedeutender pilzlicher Blattkrankheiten des Weizens wird die Anwendung eines Deep Learning Modells demonstriert und zusätzlich gewonnene Informationen über relevante Bereiche des Datensatzes aufgezeigt.

Die Anwendung von Deep Learning besitzt großes Potenzial für praxis-relevante Anwendungen in der Phänotypisierung und im Pflanzenschutz.

43-5 - Erweiterte Diagnosen im Satellitenbild zur Automatisierung von Behandlungsempfehlungen im Ackerbau

Extended diagnostics in satellite images for the automation of treatment recommendations in agriculture

Katrin Kohler¹, Peter Baumann², Vlad Merticariu², Ali Al Masri¹, Ismoil Isroilov¹, Abidur Khan¹, Layth Sahib¹

¹Spatial Business Integration GmbH (SBI), Marienburgstr. 27, 64297 Darmstadt, Germany

²rasdaman GmbH, Hans-Hermann-Sieling-Str. 17, 28759 Bremen, Germany

Using sensory technologies to detect and monitor plants infections is a key goal in precision agriculture (Mahlein 2016). Remote sensing via satellite imagery has been proved to be an efficient tool for crop disease detection, i.e., in the research projects conducted by Franke & Menz 2007, Yuan et al. 2016 and Zheng et al. 2018.

Satellite imagery was applied to monitor the incidence of wheat stripe rust (*Puccinia striiformis*) in trial fields at the experimental station Klein-Altendorf in 2015. Satellite images of WorldView-2 and SPOT 6 and 7, providing data in spatial resolutions of 0.5 m or 1.5 m, respectively, proved their ability to detect and quantify the infection of yellow rust at different growth stages of winter wheat. The reflectance values measured in the Red band (0.62-0.69 μm) showed the highest correlation to the disease severity. The application of satellite image based methods for disease detection in farmers' fields is under development and goal of the project *BigPicture*, which is currently being carried out within the framework of the innovation program of the Federal Ministry of Food and Agriculture (BMEL).

Several approaches are being tested on thousands of fields scattered across Germany during three years using big data technologies. The project aims at developing the process chain from the symptom recognition in the satellite images to the information-based treatment recommendation and its automation. Substantial progress is expected by adding other than satellite data to the analyses. First results show that advanced observations in the satellite images in combination with disease prognoses and weather data are suitable to improve the disease occurrence and risk observations in fields. Interviews with farmers evidence the need for this kind of information to increase the efficiency of product input and reduce environmental impacts.

Literatur

Franke J., G. Menz, 2007: Multi-temporal wheat disease detection by multi-spectral remote sensing. *Precision Agriculture* 8 (3): 161-172.

Mahlein, A. K. 2016: Plant Disease Detection by Imaging Sensors – Parallels and Specific Demands for Precision Agriculture and Plant Phenotyping, *Plant Disease*, 100 (2), 241–251.

Yuan, L., R. Pu, J. Zhang, J. Wang, H. Yang, 2016: Using high spatial resolution satellite imagery for mapping powdery mildew at a regional scale. *Precision Agriculture*, 17 (3), 332–348.

Zheng, Q., W. Huang, X. Cui, Y. Shi, L. Liu, 2018: New spectral index for detecting wheat yellow rust using sentinel-2 multispectral imagery. *Sensors (Switzerland)*, 18 (3), 1–19.

43-6 - Identifizierung von Schaderregern im Ackerbau mittels UAV

UAV-based pest identification in Agriculture

Bernd Hoffmann¹, Antje Augstein², Martin von Kameke³, Oliver Martinez⁴, Nikolaus Schackmann⁴, Christian Wolff⁵, Benno Kleinhenz¹

¹ZEPP – Zentralstelle der Länder für EDV-gestützte Entscheidungshilfen und Programme im Pflanzenschutz

²AGRO-SAT Consulting

³Luftfotos24

⁴Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum Rheinland-Pfalz

⁵Landesamt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt

Die zunehmend einfache Bedienbarkeit von UAV (Unmanned Aerial Vehicles = Drohnen) sowie sinkende Kosten für deren Einsatz führen zu einer steigenden Bedeutung der luftgestützten Bestandsüberwachung von Ackerbauflächen. Dem Mangel praxistauglicher Analyseverfahren für UAV-Bilder zur automatisierten Identifizierung von Schaderregern soll mit dem Projekt „Schadinspektor“ begegnet werden: Detaillierte, georeferenzierte direkte Bonituren auf den Ackerflächen in den Anbauperioden 2016/2017 sowie 2017/2018 wurden zusammen mit parallel dazu aufgenommenen UAV-Bildern genutzt, um ein Objekt-basiertes Bildanalyseverfahren (OBIA-Approach) für Feldmausschäden (*Microtus arvalis*) zu entwickeln. Dazu wurde zunächst die Segmentierung des Trainingsbilddatensatzes optimiert. Anschließend wurde von jenen Segmenten, die kartierte Fraßschäden darstellen, geometrischen Eigenschaften wie zum Beispiel Form und Größe sowie spektrale Charakteristika wie beispielsweise Farbe und Vegetationsindices bestimmt. Anhand der ermittelten räumlichen und spektralen Segmentcharakteristika wurde eine Random-Forest-Klassifizierung trainiert, die Feldmausschäden in Testbildern anhand ihrer Eigenschaften automatisch in einer georeferenzierten Befallskarte ausgegeben kann. Für den zweiten Teil des Projektes, die automatische Identifizierung und Lokalisierung von Gelbrostnestern (*Puccinia striiformis*) in UAV-Bildern, wird derzeit getestet, nach welchem Verfahren diese zuverlässig erkannt werden können.

Auf der Deutschen Pflanzenschutztagung 2018 wird neben dem Bildanalysewerkzeug für die automatische, UAV-gestützte Erkennung von Feldmausbefall in Getreidekulturen auch der aktuelle Stand der Entwicklung eines Systems zur automatischen Gelbrosterkennung präsentiert.

43-7 - Sensorbasierte, teilflächenspezifische Unkrautbekämpfung im Mais: Ergebnisse eines 3-jährigen Großflächenversuches

Site-specific application of herbicides in maize based on H-Sensor: Results from 3 years of On-Farm-Research trials

Hermann Leithold¹, Hubert Schmeer², Peer Leithold¹, Steffen Müller¹

¹Agricon GmbH

²Bayer Crop Science AG

In den letzten drei Jahren wurden in 21 Großflächenversuchen die sensorgestützte Applikation von Herbiziden in Mais untersucht. Dabei kam der H-Sensor der Fa. Agricon zum Einsatz. Der H-Sensor kann über bildgebende Verfahren Kulturpflanzen von Unkräutern und Ungräsern unterscheiden und den Bedeckungsgrad messen. Untersucht wurden die Auswirkungen auf Ertrag, Wuchshöhe, Herbizideinsatz und Unkrautverteilung während der Saison.

Die Versuchsschläge befanden sich in Sachsen in unterschiedlichen Anbauregionen. Von leichten Sandböden bis zu Lehmböden standen unterschiedliche Maisschläge und Unkrautverteilungen und -intensitäten im Fokus. Die Gesamtfläche betrug rund 210 ha auf 21 Schlägen. Es wurden nach dem Auflaufen des Mais in regelmäßigen Abständen die Unkraut- und Ungrasverteilung mit dem H-Sensor erfasst. Basierend auf der Pflanzenverteilung wurden die Nachauflaufbehandlungen teilflächig durchgeführt. Insgesamt wurden 73 Feldaufnahmen erstellt mit einer Gesamt-Scanfläche von knapp 1200 ha. Alle 1,8- 2 m erfolgte auf 30 cm eine durchgängige Erfassung der Unkrautflora mit dem H-Sensor.

Im Splittingverfahren wurde als Vorlage je nach Verunkrautung eine flächeneinheitliche Behandlung Aspect® und Buctril® durchgeführt. Als Nachauflaufbehandlung wurde Laudis® OD oder MaisTer® Power eingesetzt. Die Versuche wurden nach den On-Farm-Research Regeln als Großflächenstreifenversuche durchgeführt und geostatistisch ausgewertet. Als Varianten wurden angelegt:

- Konstante, flächeneinheitliche Applikation
- Teilflächige Applikation nach H-Sensor und niedriger Schadschwelle
- Teilflächige Applikation nach H-Sensor und hoher Schadschwelle

Die Ergebnisse zeigten große Unterschiede zwischen den Jahren und Feldern zurückzuführen auf die unterschiedlichen Wachstums- und Witterungsbedingungen.

In den variablen Varianten konnten die Herbizidaufwendungen um 63 % (0-98 %; hoher Schwellwert) und um 8 % (0-40 %; niedriger Schwellwert) gesenkt werden. Die Restverunkrautung wurde in beiden Varianten nicht mehr bekämpfungswürdig. Es konnte eine Stabilität von Unkrautnestern aus dem Vorjahr beobachtet werden.

Die Erträge wurden mit der Ertragserfassung des Mähdeschers und Häckslers gemessen und geostatistisch ausgewertet. Beim Silomais konnten keine Differenzen statistisch abgesichert werden. Beim Körnermais wurden statistisch abgesicherte Mehrerträge von bis zu 1,75 % erfasst.

Auf einzelnen Schlägen wurden nach Bestandsbonituren Höhenunterschiede zwischen den Parzellen bemerkt. Daraufhin wurden diese vermessen und zeigten sich in den variablen und nicht applizierten Flächen mit 19-21 cm als statistisch signifikant höher als in den applizierten Flächen. Dieser Sachverhalt bedarf weiterer Untersuchungen zur Bestätigung.

43-8 - Untersuchung der Wirkung verschiedener Wachstumsregler auf die Physiologie von Weizen und Gerste mit der Hochdurchsatz Feldphänotypisierungsplattform Phenotrac IV

Investigation of the effects of different growth regulators on the physiology of barley and wheat with high throughput field phenotyping platform Phenotrac IV

Michael Heß¹, Gero Barmeier¹, Tobias Erven²

¹Technische Universität München, Lehrstuhl für Phytopathologie

²BASF SE, E-APE/DT, Limburgerhof

Wachstumsregler sind eine wichtige Maßnahme zur Absicherung der Erträge und der Minderung von witterungsbedingten Risiken. Für die optimale Anwendung ist das Verständnis der vielfältigen Veränderungen in der Pflanzenphysiologie entscheidend. Die Untersuchungsmöglichkeiten im Feld sind meist durch den hohen zeitlichen Aufwand der konventionellen Messungen begrenzt.

In einer Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl für Pflanzenernährung konnte die Feldphänotypisierungsplattform Phenotrac IV genutzt werden, um durch eine hohe Anzahl paralleler Messungen verschiedener Sensoren Einblick in die Wirkung von Wachstumsreglern auf die Physiologie von Weizen und Gerste im Feld zu bekommen. Die Ergebnisse wurden mit den Untersuchungen durch konventionellen Messungen verglichen. Potential aber auch Einschränkungen der Anwendung der Sensoren werden diskutiert und Entwicklungsmöglichkeiten aufgezeigt.