

## Mitteilungen und Nachrichten

Aus den Arbeitskreisen der Deutschen Phytomedizinischen Gesellschaft (DPG):

## Arbeitskreis Krankheiten im Getreide und Mais - 2020

Helmut Tischner

Die 33. Tagung des Arbeitskreises Krankheiten in Getreide und Mais fand am 3. und 4. Februar 2020 im Julius Kühn-Institut – Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen in Braunschweig statt. Schwerpunktthemen waren: Krankheitsbekämpfung in Mais, Fusarien und Mykotoxine im Mais und Getreide, Krankheitsbekämpfung in Getreide mit Fungiziden und Biologicals.

Die nächste Tagung ist für den 25. und 26. Januar 2021 in Braunschweig geplant.

Die Zusammenfassungen eines Teils der Beiträge werden – soweit von den Vortragenden eingereicht – im Folgenden wiedergegeben.

1) *Trichoderma harzianum* – Das neue Pathogen im Mais?

Pfordt, A., Schiwiek, S., von Tiedemann, A.

Georg-August-Universität Göttingen, Department für Nutzpflanzenwissenschaften, Abteilung für Pflanzenpathologie und Pflanzenschutz, Grisebachstr. 6, D-37077 Göttingen, Deutschland

E-Mail: [annette.pfordt@uni-goettingen.de](mailto:annette.pfordt@uni-goettingen.de)

*Trichoderma harzianum* gehört zu der Gruppe der Ascomyceten und ist ein weltweit ubiquitär auftretender Artenkomplex. Aufgrund seiner mycoparasitären und endophytischen Eigenschaft wird es unter anderem in der Landwirtschaft als biologisches Pflanzenschutz- und Pflanzenstärkungsmittel genutzt. Bisher ist diese Art nicht als phytopathologischer Erreger an Maiskolben beschrieben. Im Jahr 2018 konnte jedoch erstmalig an einem Feldversuchsstandort in Süddeutschland ein massives Auftreten von *Trichoderma* sp. am Maiskolben beobachtet werden. Aus den befallenen Maiskolben konnte *Trichoderma harzianum* isoliert und kultiviert werden. Erste Inokulationsversuche unter kontrollierten Bestimmungen im Gewächshaus konnten einen Befall am Maiskolben bestätigen. Dabei zeigten sich weißes Myzelwachstum zwischen den Körnern sowie massive Produktion von grün- bis graugrünen Konidien auf den Körnern und zwischen den Lieschblättern. Die Befallsstärke wurde visuell anhand der prozentual befallenen Fläche am Kolben bestimmt. Dabei erwiesen sich vier Isolate von den Standorten Künzing, Pocking, Coix de Pardies (F) und Bernburg als hoch aggressiv und konnten einen Befall von 95–100% generieren. 16 weitere *T. harzianum* Isolate aus dem süd- sowie mitteldeutschen Raum konnten keinen Befall erzeugen. Des Weiteren reduzierte sich der Trockensubstanzgehalt, nach der Inokulation mit den pathogenen Isolaten, signifikant um 30% im Vergleich zur Kontrolle. Mittels weiterer molekulargenetischer Untersuchungen sowie Sequenzierung des Tef 1 $\alpha$  Gens konnten diese

pathogenen Isolate der Arten *T. afroharzianum* sowie *T. harzianum* zugeordnet werden.

2) Entwicklung eines Entscheidungshilfesystems zur gezielten Bekämpfung der Turcicum-Blattdürre (*Exserohilum turcicum*) und der Augenfleckenkrankheit (*Kabatiella zaeae*) im Mais

Streit, S., von Tiedemann, A.

Georg-August-Universität Göttingen, Department für Nutzpflanzenwissenschaften, Abteilung für Pflanzenpathologie und Pflanzenschutz, Grisebachstr. 6, D-37077 Göttingen, Deutschland

E-Mail: [Sebastian.streit@agr.uni-goettingen.de](mailto:Sebastian.streit@agr.uni-goettingen.de)

Durch Intensivierung des Maisanbaus und veränderte Anbausysteme konnte eine Zunahme von Blattkrankheiten im Mais unter mitteleuropäischen Klimabedingungen registriert werden. In vorherigen Untersuchungen konnten dabei die zwei wichtigsten Blattkrankheiten identifiziert werden: Die Turcicum-Blattdürre, ausgelöst durch *Exserohilum turcicum* (*E. turcicum*) (Pass.), LEONHARD and SUGGS (1974), teleomorph: *Setosphaeria turcica* (Luttrell) Leonhard & Suggs (1974) und die Kabatiella-Augenfleckenkrankheit, ausgelöst durch *Kabatiella zaeae* (*K. zaeae*) NARITA and HIRATSUKA (1959). Durch den zunehmenden Befallsdruck und die Zulassung von Blattfungiziden ab 2014 im Mais ergab sich für Landwirte und Berater eine neue Entscheidungssituation. Gegenwärtig fehlt allerdings ein an Schadensschwellen orientiertes Entscheidungshilfesystem, welches den zukünftigen Fungizideinsatz auf das notwendige Maß begrenzt und damit nutzungseffizient gestaltet. Ziel dieser Untersuchungen ist es daher, Befalls-Verlust-Relationen für die beiden o.g. Krankheiten zu ermitteln. Hierzu wurden 2017 Inokulationsversuche im Feld an zwei klimatisch unterschiedlichen Standorten in Deutschland durchgeführt, die den typischen klimatischen Ansprüchen der beiden Erreger entsprechen (Landkreis Rendsburg-Eckernförde für *K. zaeae* bzw. Landkreis Rendsburg für *E. turcicum*). In den Parzellenversuchen wurden die Faktoren Nutzungstyp (Silo- und Körnermais), Sorte (anfällig vs. weniger anfällig), Infektionszeitpunkt (BBCH 32 vs. BBCH 65), sowie Inokulumstärke (hoch vs. niedrig) variiert. Der Befallsverlauf wurde alle 14 Tage durch Sichtbonitur an zehn Pflanzen erfasst. Zur Silo- bzw. Körnerreife wurden diese zehn Pflanzen manuell geerntet und weiteren Untersuchungen zugeführt.

Für beide Erreger konnten signifikante Effekte ( $P < 0,05$ ) der Sorte, des Infektionszeitpunkts und der Inokulumstärke gefunden werden. Für *E. turcicum* ergab sich ein Regressionskoeffi-

## Affiliation

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenschutz, Freising-Weihenstephan

## Kontaktanschrift

Dr. Helmut Tischner, Leiter des Arbeitskreises Krankheiten im Getreide und Mais, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenschutz, Lange Point 10, 85354 Freising-Weihenstephan, E-Mail: [helmut.tischner@lfl.bayern.de](mailto:helmut.tischner@lfl.bayern.de)

zient ( $R^2$ ) von 0,48 ( $P = 0,01$ ;  $n = 12$ ) zwischen der Befallsstärke zu BBCH 65 und dem späteren Körnermaisertrag. Unter Annahme eines Körnermaispreises von 170 €/t und Kosten der Fungizidapplikation von 65 €/ha (Fungizid und Applikation ohne Spezialgerät) führt dies zu einer ökonomischen Schadschwelle von 5% mittlerem Befall auf den Blattetagen L-2 bis L+2 zu BBCH Stadium 65.

Für *K. zeae* war der Zusammenhang zwischen Befall und Silomaisertrag nur schwach korreliert (höchstes  $R^2 = 0,33$ , in Abhängigkeit von der Sorte), jedoch konnte ein Zusammenhang zwischen der mittleren Befallsstärke und dem gebildeten Energieertrag in MJ (Netto-Energie-Laktation, NEL/ha, quantifiziert mittels Nahinfrarotspektroskopie) identifiziert werden ( $R^2 = 0,52$ ;  $P = 0,01$ ;  $n = 24$ ). Berücksichtigt man diese pathogenbedingte Reduktion in der Milcherzeugung eines Milchviehbetriebes (Erlössituation 2015/16 Niedersachsen) liegt die ökonomische Schadschwelle für *K. zeae* bei ca. 20% (unter Annahme gleicher Kosten der Fungizidapplikation wie oben).

Um zu prüfen, inwieweit die Sortenwahl Einfluss auf die ökonomische Bewertung der jeweiligen Krankheit nehmen kann, wurden im Jahr 2019 pro Pathogen fünf Sorten im Feld in vierfacher Wiederholung künstlich inokuliert und anschließend alle 21 Tage bonitiert. Hier zeigten sich statistisch signifikante Unterschiede in der Befallsstärke ( $P = 0,05$ ). Während sich die Befallsstärke zum Zeitpunkt der Siloreife (BBCH 87) bei der Augenfleckenkrankheit nur um den Faktor 2,5 unterschied, lag der Faktor bei Turcicum-Blattdürre bei über 4 (Inokulation mit Rassengemisch aus Rasse 0 und 1). Die hier beschriebenen Befalls-Verlust-Relationen sollen in weiteren Feldversuchen konsolidiert werden und zusammen mit schlagspezifischen Risikofaktoren (u. a. Sortenwahl) als Grundlage für ein Entscheidungshilfesystem zur gezielten Bekämpfung von Blattkrankheiten im deutschen Maisanbau dienen.

## Literatur

- LEONHARD, K.J., E.G. SUGGS, 1974: *Setosphaeria prolata*, the ascigerous state of *Exserohilum prolatum*. *Mycologia* **66** (2), 281-297.
- NARITA, T., Y. HIRATSUKA, 1959: Studies on *Kabatiella zeae* n. sp., the causal agent of a new leaf spot disease of corn. *Annals of the Phytopathological Society of Japan* **24** (3), 147-153.

## 3) Regenwürmer als Bioregulatoren – Unterdrückung von Fusarien und Reduktion ihrer Mykotoxine in der Mais-Mulchauflage

van Cappelle, Ch.<sup>1</sup>, Meyer-Wolfarth, F.<sup>2</sup>, Meiners, T.<sup>3</sup>, Sandor, M.<sup>4</sup>, Schrader, S.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Johann Heinrich von Thünen-Institut, Institut für Biodiversität, Bundesallee 50, D-38116 Braunschweig, Deutschland

<sup>2</sup>Julius Kühn-Institut, Institut für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland, Messeweg 11-12, D-38104 Braunschweig, Deutschland

<sup>3</sup>Julius Kühn-Institut, Institut für Ökologische Chemie, Pflanzenanalytik und Vorratsschutz, Königin-Luise-Str. 19, D-14195 Berlin, Deutschland

<sup>4</sup>Universität für Agrarwissenschaften und Veterinärmedizin, Landwirtschaftliche Fakultät, Cluj-Napoca, Calea Manastur 3-5, RO-400372 Cluj-Napoca Calea, Rumänien

E-Mail: christine.vancappellet@thuenen.de

Die Reduktion der Bodenbearbeitungsintensität und der Einsatz von Mulchtechniken fördern das Überleben bodenbürtiger, phytopathogener und mykotoxinproduzierender Pilze wie z.B.

Fusarien. Das Infektionsrisiko für die Folgefrucht steigt (ecosystem disservice). Gleichzeitig wird aber auch die Diversität antagonistisch wirkender fungivorer Bodentiere erhöht. Sie fördern die Pathogenunterdrückung und reduzieren den Mykotoxingehalt (ecosystem service). Unklar ist allerdings bisher, welche ecosystem service/disservice Balance daraus resultiert und welche Wirkmechanismen innerhalb der Selbstregulation greifen.

Um das bioregulatorische Potential der Regenwurmart *Lumbricus terrestris* auf Schadpilze der Gattung *Fusarium* und die Reduktion der von ihr produzierten Mykotoxine (Deoxynivalenol (DON), Zearalenon (ZEN), 3-Acetyl-Deoxynivalenol (3-AcDON) und Fumonisin B1 (FB1)) zu analysieren und zu bewerten, wurden im Rahmen des EU-Projektes SoilMan Freilandversuche mit Mesokosmen in Deutschland und Rumänien durchgeführt. Im Hinblick auf die Pathogenunterdrückung und die Mykotoxinreduktion wurden die folgenden Hypothesen überprüft: (1) *L. terrestris* unterdrückt die drei *Fusarium*arten *F. graminearum*, *F. culmorum* und *F. verticillioides* in Maisstroh; (2) *L. terrestris* beschleunigt die Reduktion der *Fusarium*-Toxine (DON, 3-AcDON, ZEN und FB1) in der Mulchauflage; (3) das bioregulatorische Potential der Regenwürmer hängt von der Region und der Substratgröße ab.

Die Ergebnisse belegen, dass das Regulationspotential von *L. terrestris* zwischen den *Fusarium*arten variiert und von Standort und Substratgröße abhängt. *L. terrestris* reduziert die Konzentrationen von *Fusarium*-Toxinen in der Mulchauflage signifikant um bis zu 300%. Die Reduktionsraten hängen dabei von dem jeweiligen Toxin und der Region (Standort- und Bodenbedingungen) ab, sind aber unabhängig von der Substratgröße.

Die vorliegenden Erkenntnisse leisten einen wichtigen Beitrag zu einem besseren Verständnis der komplexen Zusammenhänge zwischen landwirtschaftlichem Management und der ecosystem service/disservice Balance in Agrarökosystemen.

## 4) Epidemiologische Grundlagen von Gelbrost an Winterweizen - Untersuchung neuer Rassen und Entwicklungen

Kabakeris, T.<sup>1</sup>, Sommerfeldt, N.<sup>2</sup>, Schmitt, A.<sup>1</sup>, Klocke, B.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Julius Kühn-Institut, Institut für Strategien und Folgenabschätzung, Stahnsdorfer Damm 81, D-14532 Kleinmachnow, Deutschland

<sup>2</sup>Landesamt für Ländliche Entwicklung, Landwirtschaft und Flurneuordnung, Pflanzenschutzdienst, Referat 32, Dienstsitz Wünsdorf, Steinplatz 1, D-15806 Zossen / OT Wünsdorf, Deutschland

E-Mail: Theresa.kabakeris@julius-kuehn.de

Den Hintergrund der Untersuchungen bildete das Auftreten von Gelbrost-Rassen, die im Jahr 2011 erstmals in Europa gefunden und nach der Weizensorte Warrior benannt wurden, auf der die ersten epidemischen Ausbrüche beobachtet wurden (HOVMÖLLER et al., 2015). Die Warrior- und eine als Warrior(-) bezeichnete Rasse, die die Weizensorte Ambition nicht befallen kann, etablierten sich im vergangenen Jahrzehnt in Europa und dominierten von da an das ehemals diversere Gelbrost-Rassenspektrum (GRRC, 2020). Vor allem in den Jahren 2014 und 2015 kam es durch die Warrior-Rassen in Deutschland zu starken Gelbrostepidemien, die mutmaßlich auch auf die milden Winter zurückzuführen waren (GÖSSNER, 2015; WAGNER et al., 2016). Untersuchungen haben bislang gezeigt, dass die Warrior-Rassen neben der hohen Zahl an Virulenzen, die sie aufweisen, auch über ein weiteres Temperaturspektrum in ihren Ansprüchen verfügen (VALLAVIELLE-POPE et al., 2018).

Am Julius Kühn-Institut (JKI) wurden epidemiologische Untersuchungen der Warrior-Rassen im Vergleich zu einem

Referenzisolat durchgeführt. Das Referenzisolat gehört zur Rasse R237 E141, die bereits in den Jahren 2000–2002 für die Bewertung der Gelbrostesistenz im Feld verwendet wurde (BUNDESSORTENAMT, 2003). Für den Vergleich wurden ein Isolat der Rasse Warrior sowie zwei Isolate der Rasse Warrior(-), die aus deutschen Zusendungen im Jahr 2016 isoliert wurden, verwendet. In Keimtests und Klimakammerversuchen wurden die Keimfähigkeit der Sporen und die Befallsstärke auf Keimpflanzen bei unterschiedlichen Temperaturen und Blattnässedauern untersucht. Keimversuche fanden in Petrischalen auf Wasseragar (6 g / l) bei 6 konstanten Temperaturstufen von 0 °C bis 30 °C und 7 unterschiedlichen Expositionszeiträumen (0 h, 2 h, 4 h, 6 h, 8 h, 12 h und 26 h) statt. Die Keimversuche wurden je Isolat an 4 bis 5 Terminen wiederholt, wobei jeweils mindestens 100 frische Uredosporen ausgezählt wurden. Bei den Keimpflanzenversuchen in Klimakammern wurde nach 17 Tagen die Befallsstärke des inokulierten Keimblattes an jeweils 20 Keimpflanzen drei verschiedener Weizensorten mit unterschiedlicher Resistenzausprägung (JB Asano, KWS Barny, Patras) bonitiert. Die Pflanzen wurden nach der Inokulation mit Gelbrostsporen bei einer optimalen Keimtemperatur von 10 °C und Dunkelheit für 26 Stunden vorinkubiert und anschließend in einem Tag (16 h) / Nacht (8 h) Temperaturregime in den Varianten 20 °C / 10 °C und 25 °C / 16 °C inkubiert. Durch Benetzung der Pflanzen und Abdeckung mit Folien wurden während der Vorinkubationsphase Blattnässezeiträume von jeweils 2 h, 6 h, 9 h, 12 h und 26 h erreicht.

Es zeigte sich, dass die alte Gelbrost-Rasse R237 E141 nach 4 h Expositionsdauer auf dem flüssigen Medium wesentlich höhere Keimraten aufwies als die Warrior-Rassen. Bei 10 °C lag die Keimrate der alten Rasse hier zwischen 71 und 88 %. Bei den Warrior-Isolaten keimten nach 4 h im Mittel nur 11 % der Sporen, wobei die Spannweite hierbei sehr hoch war (0–65 %). Diese hohe Variabilität in der Keimfähigkeit der Warrior-Rassen wurde auch noch nach 12 h Expositionsdauer beobachtet. In den Temperaturstufen 5 °C, 10 °C und 15 °C lagen die Werte der Keimfähigkeit hier zwischen 2 und 80 %. Im Gegensatz dazu lagen die Keimraten der alten Rasse nach 12 h in den Temperaturstufen 5 °C, 10 °C und 15 °C in einem viel engeren Bereich (79 - 99 %). Ab 20 °C fiel die Keimrate der alten Rasse bis zur Expositionsdauer von 12 h auf maximal 7 % ab. Bei einzelnen Wiederholungen von Warrior- und Warrior(-) wurden nach 12 h bei 20 °C noch Keimraten von 31 bzw. 34 % beobachtet, bei 25 °C noch von 10 bzw. 21 %.

Trotz der insgesamt geringeren Keimfähigkeit im Keimtest zeigten sich in den Keimpflanzenversuchen höhere Befallsstärken durch die Infektion mit Warrior-Rassen als mit der alten Rasse. Dies war im Temperaturregime 20 °C / 10 °C vor allem bei längeren Blattnässedauern ab 9 h der Fall. Insgesamt war zu beobachten, dass die Befallsstärke der Warrior-Rassen stark von der Blattnässedauer abhing, während der Befall durch die alte Gelbrost-Rasse davon weitestgehend unabhängig war. Im Temperaturregime 25 °C / 16 °C kam es nach 26 h Blattnässedauer zu keinem Befall durch die alte Rasse. Bei den Warrior-Rassen wurde dagegen bei der anfälligen Sorte JB Asano im Mittel eine Befallsstärke von 12 % bonitiert.

Aus den Ergebnissen kann geschlussfolgert werden, dass die Warrior-Rassen andere Infektionsstrategien besitzen als eine vormals in Deutschland vertretene, aggressive Rasse. Trotz geringerer Keimfähigkeit kommt es zu hohen Befallsstärken, die durch längere Blattnässeperioden in der Infektionsphase stark begünstigt werden. Nach erfolgreicher Keimung werden zudem auch sommerliche Temperaturen (25 °C am Tag und 16 °C in der Nacht) toleriert und führen vor allem bei anfälligen Sorten zu relevanten Befallsstärken.

## Literatur

- BUNDESSORTENAMT, 2003: *Beschreibende Sortenliste: Getreide, Mais, Öl- und Faserpflanzen, Leguminosen (großkörnig), Hackfrüchte (außer Kartoffeln)*.
- GÖSSNER, K., 2015: Kein Jahr für Weizen. *Bauernzeitung* 56 (6), 24-25.
- GRRC 2020. Yellow Rust Tools – maps and charts: Races – Changes across years. Zugriff: 20. Februar 2020, URL: <http://agro.au.dk/forskning/internationale-plattform/wheatrust/yellow-rust-tools-maps-and-charts/races-changes-across-years/>.
- HOVMØLLER, M.S., S. WALTER, R.A. BAYLES, A. HUBBARD, K. FLATH, N. SOMMERFELDT, M. LECONTE, P. CZEMBOR, J. RODRIGUEZ-ALGABA, T. THACH, J.G. HANSEN, P. LASSEN, A.F. JUSTESEN, S. ALI, C.D. VALLAVIEILLE-POPE, 2015: Replacement of the European wheat yellow rust population by new races from the centre of diversity in the near-Himalaya region. *Plant Pathology*, DOI: 10.1111/ppa.12433.
- VALLAVIEILLE-POPE, C.D., B. BAHRI, M. LECONTE, O. ZURFLUH, Y. BELAID, E. MAGHREBI, F. HUARD, L. HUBER, M. LAUNAY, M.O. BANCAL, 2018: Thermal generalist behaviour of invasive *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* strains under current and future climate conditions. *Plant Pathology* 67 (6), 1307-1320, DOI: 10.1111/ppa.12840.
- WAGNER, C., B. KLOCKE, J. SCHWARZ, 2016: Auftreten und Bekämpfung von Gelbrost (*Puccinia striiformis*) in Winterweizen und Wintertriticale in den Jahren 2008 bis 2015 am Versuchsstandort Dahnsdorf (Brandenburg). *Julius-Kühn-Archiv* 454, 387-388, DOI: 10.5073/JKA.2016.454.000.

## 5) GetreideProtekt - Fungizidversuche zur protektiven und kurativen Bekämpfung von Weizenschwarzrost

Schmitt, A.-K.<sup>1</sup>, Ehlers, J.<sup>2</sup>, Klocke, B.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Julius Kühn-Institut, Institut für Strategien und Folgenabschätzung, Stahnsdorfer Damm 81, D-14532 Kleinmachnow, Deutschland

<sup>2</sup>Humboldt Universität zu Berlin, Albrecht Daniel Thaer-Institut, Fachgebiet Phytomedizin, Lentzeallee 55/57, D-14195 Berlin, Deutschland  
E-Mail: [anne-kristin.schmitt@julius-kuehn.de](mailto:anne-kristin.schmitt@julius-kuehn.de)

Der globale Klimawandel wird die deutsche Getreideproduktion auch im Hinblick auf Resistenz vor biotischem Stress vor neue Herausforderungen stellen. Es ist zu erwarten, dass Pathogene wie z. B. der Weizenschwarzrost neu epidemisch werden können. Der Weizenschwarzrost, verursacht durch den Pilz *Puccinia graminis* f. sp. *tritici*, gehört weltweit zu den wichtigsten Getreidekrankheiten und kann zu erheblichen Ertragsschäden bis hin zum Totalausfall führen. In Mitteldeutschland trat der Weizenschwarzrost 2013 erstmals nach Jahrzehnten wieder im Winterweizen auf (OLIVERA FIRPO et al., 2017; FLATH et al., 2018). Eine Bekämpfung des Weizenschwarzrostes wird aufgrund des geringen Angebotes resistenter Sorten und der in Deutschland aktuell nicht zugelassenen Fungizide erschwert. Um kurzfristig auf eine mögliche Weizenschwarzrostepidemie reagieren zu können, ist die Entwicklung von Strategien für einen optimierten Einsatz von Fungiziden erforderlich. Im Rahmen des von der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) geförderten „GetreideProtekt“-Projektes wird dazu die Wirksamkeit von ausgewählten Fungiziden in Keim- und Adultpflanzenversuchen im Hinblick auf Sortenresistenz, Applikationszeitpunkt und Aufwandmenge getestet, mit dem Ziel potente Mittel zur Kontrolle des Weizenschwarzrostes zu finden und Behandlungsempfehlungen für die landwirtschaftliche Praxis zu geben.

Der Keimpflanzenversuch wurde mit den drei Sorten Julius, Patras und Spontan bei Tag/Nacht-Temperaturen von 22°C/10°C durchgeführt. Die Keimpflanzen wurden mit einem reinen Azolpräparat (Proline) sowie mit Wirkstoffkombinationen aus Azol + Strobilurin (Fandango) und aus Azol + Carboxamid (Elatus Era) und mit Aufwandmengen von 100 %, 50 %, 25 % und 12,5 % behandelt. Die künstliche Schwarzrostinokulation der Weizensorten erfolgte mit einem hochvirulenten Isolat (TKTTF) 7, 5, 3 und 1 Tag vor (kurative Wirkungsweise) bzw. 1, 3, 5, und 7 Tage nach (protektive Wirkungsweise) der Fungizidapplikation im BBCH 12. Drei Wochen nach der jeweiligen Inokulation wurde die Befallsstärke als prozentualer Anteil befallener Blattfläche geschätzt.

Neben dem Keimpflanzenversuch wurde auch die Wirksamkeit von Proline und Fandango gegen Weizenschwarzrost an jeweils 120 Adultpflanzen der Sorten Julius, Patras und Spontan in Abhängigkeit vom Applikationstermin bei einer Tag/Nachttemperatur von 20°C/10°C getestet. Dazu wurden die jeweiligen Fungizide mit der maximal zugelassenen Aufwandmenge 7 Tage vor (protektive Wirkungsweise) bzw. 7 Tage nach (kurative Wirkungsweise) der Schwarzrostinokulation mit einer Fahrradspritze appliziert. Anschließend wurde die Befallshäufigkeit und -stärke an 1005 Weizenhalmen geschätzt.

Die Bonitur der 16.000 Einzelpflanzen im Keimpflanzenversuch zeigt, dass die Bekämpfung des Weizenschwarzrostes vom Fungizid, dem Applikationszeitpunkt und der Aufwandmenge abhängig ist. Fungizide mit Wirkstoffkombinationen können den Weizenschwarzrost effektiver kontrollieren als ein reines Azolpräparat. Dabei zeigte Fandango gemittelt über alle Inokulationstermine, Sorten und Aufwandmengen mit einer geringen Befallsstärke von 3,8 % die höchste Wirksamkeit. Bezüglich der protektiven und kurativen Fungizidapplikation sind Unterschiede in ihrer Wirksamkeit erkennbar. Bei protektiver Anwendung von Fandango und Elatus Era konnte 1 bzw. 5 Tage vor der Schwarzrostinfektion mit einer Aufwandmenge von 50 % der Befall gegenüber der unbehandelten Kontrolle signifikant reduziert werden. Fungizidapplikationen, die protektiv 7 Tage vor der Inokulation mit Schwarzrost durchgeführt wurden, zeigten vor allem bei Proline, aber auch bei Fandango und Elatus Era eine geringere Wirkungsweise. Die kurative Anwendung von allen 3 Fungiziden führte 3 bzw. 1 Tag nach dem Auftreten von Weizenschwarzrost bereits bei einer Aufwandmenge von 12,5 % zu einer guten Befallskontrolle mit geringen Befallsstärken. Es können jedoch keine Aussagen zur Dauer der Wirksamkeit gemacht werden. Je stärker sich der Weizenschwarzrost etablieren konnte, umso mehr nahm die Wirksamkeit von Proline ab, wohingegen bei Fandango eine Aufwandmenge von 50 % ausreichte, um eine Schwarzrostinokulation, die 7 Tage vor der Behandlung erfolgte, vollständig zu kontrollieren.

Die ersten Ergebnisse des Adultpflanzenversuches zur Fungizidwirksamkeit gegen Weizenschwarzrost zeigen, dass die Anwendung von Proline und Fandango bei allen Sorten im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle zu signifikant geringeren Befallshäufigkeiten führte. Dabei konnte, wie auch im Keimpflanzenversuch festgestellt wurde, die Applikation des Azol+Strobilurin-Präparates den Schwarzrostbefall effektiver kontrollieren als die Anwendung des reinen Azolwirkstoffes. Um Empfehlungen für eine optimale Terminierung der Fungizid-anwendung zur Bekämpfung des Weizenschwarzrostes geben zu können, sind weitere Untersuchungen zur Wirksamkeit der Fungizide in Abhängigkeit vom Applikationszeitpunkt an Keim- und Adultpflanzen nötig und werden im Rahmen des Projektes auch durch Freilandversuche ergänzt.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass der Weizenschwarzrost mit Fungiziden aus verschiedenen Wirkstoffgruppen effektiv zu kontrollieren ist. In Kombination mit einer gut

wirksamen Schwarzrostresistenz ist es langfristig möglich, deutsche Getreidesorten vor Weizenschwarzrost zu schützen und den Ansprüchen des Integrierten Pflanzenschutzes gerecht zu werden.

## Literatur

- FLATH, K., T. MIEDANER, D.O. OLIVERA, M.N. ROUSE, Y. JIN, 2018: Genes for wheat stem rust resistance postulated in German cultivars and their efficacy in seedling and adult?plant field tests. *Plant Breeding* **137**, 301-312.
- OLIVERA FIRPO, P.D., M. NEWCOMB K. FLATH, N. SOMMERFELDT-IMPE, L.J. SZABO, M. CARTER, D.G. LUSTER, Y. JIN, 2017: Characterization of *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* isolates derived from an unusual wheat stem rust outbreak in Germany in 2013. *Plant Pathology* **66**, 1258-1266.

## 6) Teilflächenspezifische Prognose von Halmbasiskrankheiten in Winterweizen - Aktueller Stand im Forschungsvorhaben AssSys

Herrmann, M.

Zentralstelle der Länder für EDV-gestützte Entscheidungshilfen und Programme im Pflanzenschutz (ZEPP), Rüdeshheimer Straße 60-68, D-55545 Bad Kreuznach, Deutschland  
E-Mail: herrmann@zepp.info

Precision Farming ermöglicht die bedarfsgerechte Applikation von Pflanzenschutzmitteln. Aktuell wird das räumliche Auftreten von Pflanzenkrankheiten im Schlag allerdings nicht berücksichtigt, weshalb im Rahmen des Forschungsvorhabens „AssSys – Assistenzsystem zur teilflächenspezifischen Applikation von Pflanzenschutzmitteln“ ein Prognosetool entwickelt wird, welches exemplarisch die relative Verteilung von Halmbasiskrankheiten in Winterweizen im Schlag prognostizieren soll. In den Jahren 2018 und 2019 wurden visuelle Bonituren zum Befall mit den Halmbasiskrankheiten echter Halmbauch, scharfer Augenfleck und Fusarium-Halmbasisverbräunung zum Zeitpunkt der Milchreife in mehreren Praxis schlägen durchgeführt. Hierzu wurden etwa 150 Boniturnetze in Form eines Gitternetzes angelegt und je Boniturnetz 20 Halme (2018 10 Halme) auf das jeweilige Krankheitsauftreten hin untersucht. Zudem wurden Befallsdaten aus einem Vorgängerprojekt der ZEPP in die Auswertungen integriert. Die bonitierten Befallsverteilungen wurden anhand des Moran's I charakterisiert. Befallsverteilungen ohne indizierte räumliche Aggregation wurden aus den weiteren Untersuchungen exkludiert. Zusätzlich wurden je Schlag Lage-, Feuchte- und Bestandsparameter erhoben, um deren Eignung für eine räumliche Prognose des jeweiligen Krankheitsbefalls einschätzen zu können. Hierbei konnte festgestellt werden, dass die räumliche Ausprägung des Topographic Wetness Index (TWI) schlagübergreifend mit dem relativen Auftreten von Fusarium-Halmbasisverbräunung negativ korreliert war. Basierend auf dieser Erkenntnis wurde ein Prognosetool entwickelt, welches das relative Auftreten von Fusarium-Halmbasisverbräunung räumlich im Schlag anhand des TWI prognostiziert, indem drei Zonen unterschiedlicher Befallsgefährdung ausgewiesen werden. Die Validität der ausgewiesenen Zonen wurde schlagübergreifend anhand der erhobenen Boniturnetze beurteilt. Die Trefferquote beträgt in Abhängigkeit von der ausgewiesenen Zone zwischen 52 % und 65 %. Geplant ist, die Prognosegüte durch die Integration zusätzlicher Parameter in das Prognosetool zu verbessern. Die

Förderung des Vorhabens erfolgt aus Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) aufgrund eines Beschlusses des deutschen Bundestages über die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) im Rahmen des Programms zur Innovationsförderung.

## 7) Evaluierung von Entscheidungshilfen in der Weizenkultur

Prahl, K., Birr, T., Klink, H., Verreet, J.-A.  
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Institut für Phytopathologie,  
Herman-Rodewald-Straße 9, D-24118 Kiel, Deutschland  
E-Mail: prahl@phytomed.uni-kiel.de

Ausgelöst durch gesellschaftlichen und politischen Druck ist die Nachfrage nach Entscheidungshilfen zur Reduktion des Pflanzenschutzmitteleinsatzes höher denn je. Aus diesem Grund wurden aus den bisher veröffentlichten Entscheidungshilfen diejenigen ausgewählt, die zum einen Erregerkomplexe berücksichtigen und zum anderen schon in der Praxis angewendet werden. Dementsprechend wurden im Jahr 2019 das IPS-Modell Weizen, das ISIP System und der Xarvio™ Field Manager untereinander hinsichtlich ihres Wirkungsgrades gegenüber einer 4-fach applizierten Gesundvariante untersucht.

In Schleswig-Holstein konnte 2019 sowohl in der Sorte Ritmo als auch in der Sorte RGT Reform überregional ein epidemiologisches Auftreten des Erregers *S. tritici* beobachtet werden. Die ebenfalls in Schleswig-Holstein bedeutenden Erreger *P. recondita*, *P. striiformis* und *B. graminis* konnten nachgewiesen werden, davon zeigte jedoch nur der Erreger *P. recondita* überregional einen epidemischen Befall in der Sorte Ritmo. Insgesamt wurden von den Entscheidungshilfen 42 Applikationen in der Sorte RGT Reform und 58 Applikationen in der hoch anfälligen Sorte Ritmo empfohlen. 93% der Empfehlungen beruhten dabei auf einer Indikation des Erregers *S. tritici*. Im Mittel über alle Standorte und Sorten wurden durch das IPS-Modell Weizen und das ISIP System je 2,8 Behandlungen und durch den Xarvio™ Field Manager 2,0 Behandlungen je Standort empfohlen. Zur Überprüfung des Wirkungsgrades der Entscheidungshilfen wurde der Befall der jeweiligen Variante zwischen der Gesundvariante (100%) und Kontrolle (0%) auf den oberen 3 Blättagen (Fahnenblatt bis F-2) zu EC77 eingeordnet. Das IPS-Modell Weizen und das ISIP System erreichten jeweils einen Wirkungsgrad von 93% und der Xarvio™ Field Manager 78% gegenüber der Gesundvariante bei Betrachtung der BSB (Befallsstärke im Bestand) der Hauptschadpathogene *S. tritici*, *P. striiformis*, *P. recondita* und *B. graminis*.

Neben den epidemiologischen Daten ist der Kornertrag eine maßgebliche Bewertungsgrundlage für die Qualität von Prognosemodellen. Dabei zeigten alle Varianten, sowie die Gesundvariante einen signifikant erhöhten Kornertrag gegenüber der Kontrolle und eine nicht signifikante Abweichung zur Gesundvariante. Ein Test auf nicht Unterlegenheit (non-inferiority test) ergab, dass alle Prüfvarianten der Gesundvariante nicht unterlegen waren. Im Mittel wurde in der Gesundvariante der Kornertrag gegenüber der Kontrolle um 23,8% erhöht. Die Prüfvarianten IPS-Modell Weizen, ISIP System und Xarvio™ Field Manager erhöhten den Kornertrag jeweils um 21,3%, 20,0% und 19,3%.

Im ökonomischen Vergleich konnte das IPS-Modell Weizen den höchsten Erlös nach Abzug der Fungizidkosten erzielen. Trotz der unterschiedlichen Wirkungsgrade der Entscheidungshilfen auf den Pathogenbefall, konnten nur geringe Unterschiede im Ertrag gezeigt werden. Bei näherer Betrachtung der Ergebnisse des Jahres 2019 wurde deutlich, dass der Xarvio™ Field Manager sich vor allem bei der Beurteilung der Blättag

F-2 zu den anderen Entscheidungshilfen unterschied. So wurde bei Verringerung des bewerteten Blattapparates von den obersten drei auf die obersten 2 Blättagen eine erhebliche Wirkungsgradsteigerung von 11% im Mittel beim Xarvio™ Field Manager festgestellt. Zudem wurde die Blättag F-2 nur an 2 der 7 Standorte (IPS-Modell Weizen 7 von 7, ISIP System 4 von 7) nach voller Entfaltung (EC 32) geschützt. Diese Ergebnisse lassen darauf schließen, dass die Blättag F-2 im Xarvio™ Field Manager als nicht so schützenswert eingestuft wird, wie zum Beispiel im IPS-Modell Weizen und im ISIP-System. Eine detaillierte Betrachtung der Einflussgrößen auf die Entscheidungen konnte im Xarvio™ Field Manager und auch im ISIP System aufgrund einer geringen Transparenz nicht nachvollzogen werden.

Ein weiterer nicht direkt messbarer Faktor für die Evaluierung von Entscheidungshilfen ist der mit der Anwendung einhergehende Arbeitsaufwand. Hier zeigte sich, dass alle Entscheidungshilfen mit einem grundsätzlich sehr geringen Arbeitsaufwand betrieben werden können, wobei das ISIP-System den geringsten Arbeitsaufwand für die Anwendung benötigte.

Letztlich zeigten alle Entscheidungshilfen Stärken und Schwächen, die in der Zukunft weitere Untersuchung zur Bestätigung der Ergebnisse benötigen.

## 8) Bekämpfung von Blattkrankheiten in Wintergerste in Brandenburg und Ringversuchsergebnisse 2019

Kupfer, S.  
Landesamt für ländliche Entwicklung, Landwirtschaft und Flurneuordnung,  
Müllroser Chaussee 54, D-15236 Frankfurt (Oder), Deutschland  
E-Mail: stefania.kupfer@lelf.brandenburg.de

In Brandenburg werden ca. 110.000 ha Wintergerste angebaut. Auch das Jahr 2019 war von großer Trockenheit geprägt. Befallsbonituren auf 30 ausgewählten Monitoringflächen zeigten Befall mit Netzflecken, Echem Mehltau und Zwergrost. Zu BBCH 75 wurde auf diesen Schlägen der Befall der einzelnen Krankheiten in unbehandelten Kontrollen mit den durchgeführten Praxis-Fungizidvarianten verglichen. Hauptkrankheit war der Zwergrost mit 63,2% sowie die Netzfleckenkrankheit mit 25,3% Befallshäufigkeit in den unbehandelten Kontrollen. Die Fungizidmaßnahmen zeigten eine deutliche Reduzierung des Befalls. Knapp 70% der Monitoringschläge wurden ab BBCH 37/39 mit verschiedensten Fungiziden behandelt. Auf einigen Praxischlägen wurde auch zweimal ein Fungizid appliziert.

Ramularia trat in Brandenburg auch im Jahr 2019 nicht auf. Die Ergebnisse der Sensitivitätsuntersuchungen von Netzflecken und Ramularia gegenüber Carboxamiden sowie des Zwergrostes gegenüber Strobilurinen wurden vorgestellt und diskutiert.

Im Rahmen der Ringversuchsgruppe (Brandenburg, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen) wurden abgestimmte Fungizidversuche in Gerste durchgeführt. Eine der Versuchsfragestellungen war die Überprüfung der Bekämpfung von Blattkrankheiten (Schwerpunkt Netzflecken) nach Bekämpfungsrichtwert mit und ohne Carboxamide, hinsichtlich der Resistenzsituation sowie die Umsetzung der Antiresistenzstrategie. Es wurden 6 bzw. 8 Standorte in die Auswertung einbezogen. Zum Einsatz kamen unterschiedliche Fungizide aus unterschiedlichen Wirkstoffgruppen. Es wurden Ergebnisse zu den Wirkungsgraden und den Erträgen besprochen. Die in der gemeinsamen Feldbaubroschüre (Berlin, Brandenburg, Sachsen, Sachsen-Anhalt, Thüringen) dargestellten Bekämpfungsempfehlungen zum Einsatz von Fungiziden in Wintergerste wurden erläutert. Lang-

jährige Versuchsergebnisse zeigen, dass auf Standorten mit geringer bis mittlerer Ertrags erwartung, geringem Befallsdruck, resistenten Sorten oder bei zu erwartender Trockenheit eine gezielte Fungizid-Einmalbehandlung im BBCH 37/39 bis 49 ökonomische Vorteile gegenüber der Zweimalbehandlung hat. Allerdings sind standortspezifische Besonderheiten in die Entscheidung mit einzubeziehen.

### 9) Leistung „biologischer Varianten“ bei der Krankheitsbekämpfung in Getreide

Weigand, S.

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenschutz, Lange Point 10, D-85354 Freising-Weißenstephan, Deutschland  
E-Mail: stephan.weigand@lfl.bayern.de

Die Wirkung von biologischen Alternativen („biologicals“) prüft der Amtliche Pflanzenschutzdienst in Bayern seit mehreren Jahren, unter anderem im Rahmen seiner Feldversuche zur Krankheitsbekämpfung in Getreide. Richtschnur für die Auswahl der Einzelpräparate ist dabei die bestehende oder angestrebte Zulassung für den ökologischen Anbau (z. B. FiBL-Listung). Geprüft wurden verschiedene Algenpräparate, die als Biostimulanzien unter anderem die pflanzeigene Abwehr anregen und so vor biotischem und abiotischem Stress schützen sollen, daneben aber auch rein anorganische Pflanzenschutz- oder Düngemittel, wie Kaliumhydrogencarbonat, Schwefel- oder Schwefel-Kupfer-Präparate. In einer ersten Stufe werden diese Produkte solo eingesetzt und auf direkte oder indirekte Wirkungen bezüglich Krankheitsbefall, Erhalt des Blattgrüns und Ertrag geprüft. In weiteren Varianten werden auch chemisch-biologische „Hybridsysteme“ untersucht. Dies sind Spritzfolgen, mit einer chemischen Erstbehandlung in der Schossphase und dem biologischen Präparat zum Abschluss. Ein anderer Ansatz sind Mischungen mit reduzierten Aufwandsmengen chemischer Präparate, ergänzt mit biologischen Zusatzstoffen, welche die fungizide Wirkung des Basismittels unterstützen sollen. Beide kombinierten Systeme sollen Hinweise liefern, ob sich hierbei auch für konventionelle Betriebe sinnvolle Einsparpotenziale für chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel ergeben.

Die wenigen Einzelversuche ergeben kein einheitliches Bild, ebenso wie die begrenzte Auswahl an Prüfmitteln bislang noch keine fundierte Bewertung erlaubt. Vor allem die solo eingesetzten, in der Regel dreifach applizierten Algenpräparate zeigten im Blattbereich keine oder nur sehr begrenzte Effekte. Dies gilt besonders beim Auftreten der Septoria-Blattdürre oder von Rosten im Weizen oder der Ramularia-Sprenkelnekrose in der Gerste. Nur in 4 von insgesamt 10 Versuchen unterschieden sich die Erträge überhaupt signifikant von der fungizidfreien Kontrolle, nur in 2 Versuchen konnten auch die Behandlungskosten durch den Einsatz der Algenpräparate abgedeckt werden. Tendenziell etwas bessere Wirkungen erbrachten „aktiv formulierte“ Schwefelpräparate. Allerdings ließen sich auch hier, trotz teils guter Bonituren im Blattbereich, die Erträge letztlich nur in 8 von 21 Einzelversuchen signifikant von der Kontrolle unterscheiden. In den bayernweiten Versuchsserien aus dem letzten Jahr erbrachte der Einsatz von insgesamt 4,9 kg/ha Schwefel, in zweifacher Applikation, in Winterweizen einen mittleren Mehrertrag von 4,2 dt/ha, in Wintergerste von nur 1,3 dt/ha. Deutlich besser, ökonomisch vereinzelt sogar günstiger als manch chemische Standardvariante, schnitten dagegen chemisch-biologische Spritzfolgen ab. Allerdings war auch hier die Wirkung größtenteils auf die chemische Erstbehandlung zurückzuführen.

Die Mehrzahl der Versuche stammt auch aus den Trockenjahren 2018 und 2019 mit vergleichsweise geringem Krankheitsbefall. Unter Starkbefall, das müssen weitere Versuche zeigen, wird sich die ermittelte Vorzüglichkeit chemischer Vergleichsvarianten noch deutlich vergrößern.

### 10) Biostimulanzien – eine kausale Interpretation der Ertragssteigerung und der positiven Auswirkungen auf die pflanzliche Biomasse am Beispiel von „Phosphit“

Klink, H., Prahl, K., Birr, T., Verreet, J.-A.

Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Institut für Phytopathologie, Herman-Rodewald-Straße 9, D-24118 Kiel, Deutschland  
E-Mail: hklink@phytomed.uni-kiel.de

Der Begriff „Biostimulanzien“ wird in der öffentlichen Diskussion oftmals völlig falsch verwendet, obwohl die EU-Düngeregulatorverordnung 2019/1009 für Biostimulanzien einen klaren Rechtsrahmen vorsieht. Biostimulanzien werden im Bereich der sogenannten „Düngemittel“ in der Produktfunktionskategorie 6 einklassifiziert. Grundlage für diese Klassifizierung sind Kriterien, die zu einer Verbesserung von a) der Effizienz der Nährstoffversorgung, b) der Toleranz gegenüber abiotischen Stress, c) von Qualitätsmerkmalen und d) der Verfügbarkeit von Nährstoffen in der Rhizosphäre führen. Diese Effekte resultieren indirekt über eine Stimulierung von pflanzeigenen Enzymen. Somit sind Biostimulanzien eine vollkommen eigenständige Gruppe und sowohl von Düngemitteln oder Pflanzenschutzmitteln inhaltlich in der Wirkung und Indikation deutlich zu trennen.

Anorganische Biostimulanzien haben Vorteile hinsichtlich definierter Inhaltsstoffe und einer Wirksamkeit gegenüber variierenden Umweltbedingungen. Nach dem Einsatz von Phosphit als Saatgutbehandlung konnte im Weizen eine Steigerung der Wurzelmasse, der Wurzeloberfläche und Wurzelvolumen nachgewiesen werden. Diese Ergebnisse wurden bei unterschiedlichen Nährstoffversorgungen und Umweltsituationen belegt und konnten durch internationale Vergleichsstudien bestätigt werden. Diese Effekte führten auch zu deutlichen Mehrerträgen, die durch Blattapplikationen von Phosphit zusätzlich gesteigert werden konnten. Ebenso konnte in der Kultur Raps (mehrjährig und überregional) der Fruchtansatz durch eine kombinierte Herbst- und Frühjahrsbehandlung ertragswirksam gesteigert werden. In allen Kulturen stellte in den Versuchen ein optimales Pflanzenschutzregime die Befallsfreiheit sicher, und somit sind die gemessenen Effekte ausschließlich physiologischer Art.

Erstmalig konnte nach einer Phosphit-Applikation als Ursache dieser physiologischen Effekte in den verschiedenen Kulturen eine Stimulierung der Nitratreduktase als Schlüsselenzym der Stickstoffassimilation nachgewiesen werden. Diese Stimulierung konnte auch zusätzlich genetisch in einer gesteigerten Expression der für die Nitratreduktase entscheidenden Gene (NRT1.2, NIA 1 und NIA 2) belegt werden. Somit konnte der wissenschaftliche Beweis einer stimulierenden Wirkung von Phosphit von den phänologischen Effekten, über die Enzymebene bis hin zur genetischen Ebene lückenlos als Kausalkette nachgewiesen werden. Diese Beweisführung hat es bisher für Biostimulanzien nicht gegeben. Damit kann festgestellt werden, dass Phosphit eindeutig den anorganischen Biostimulanzien zuzuordnen ist, da alle Kriterien der Produktfunktionskategorie gemäß Düngemittelverordnung 2019/1009 erfüllt werden und die stimulierende Wirkung auf verschiedenen Ebenen wissenschaftlich belegt wurde.