
Sektion 21

Ackerbau IV

21-1 - Die Verbreitung der Trichothecen-Chemotypen von *Fusarium culmorum* und *F. graminearum* in Europa

Spatial distribution of trichothecene genotypes of Fusarium graminearum and F. culmorum across Europe

Matias Pasquali¹, Marco Beyer¹, Antonio Logrieco², Kris Audenaert³, Virgilio Balmas⁴, Ryan Basler⁵, Anne-Laure Boutigny⁶, Jana Chrpvová⁷, Elżbieta Czembor⁸, Tatiana Gagkaeva⁹, María Teresa González-Jaén¹⁰, Ingerd Skow Hofgaard¹¹, Nagehan Desen Köycü¹², Lucien Hoffmann¹, Jelena Lević¹³, Patricia Marín García¹⁰, Thomas Miedaner¹⁴, Quirico Migheli⁴, Antonio Moretti², Marina E.H. Müller¹⁵, Françoise Munaut¹⁶, Päivi Parikka¹⁷, Marine Pallez¹, Jonathan Piec¹, Jonathan Scauflaire¹⁶, Barbara Scherm⁴, Slavica Stanković¹³, Ulf Thrane¹⁸, Silvio Uhlig¹⁹, Adriaan Vanheule³, Tapani Yli-Mattila²⁰, Susanne Vogelgsang²¹

¹Department of Environmental Research and Innovation, Luxembourg institute of Science and Technology, Belvaux, Luxembourg;

²Institute of Sciences of Food Production, National Research Council, Bari, Italy;

³Department of Applied Biosciences, Faculty of Bioscience Engineering, Ghent University, Ghent, Belgium;

⁴Department of Agriculture, University of Sassari, Sassari, Italy;

⁵Harper Adams University, Newport, Shropshire, United Kingdom;

⁶Anses, Plant Health Laboratory, Angers, France;

⁷Division of Crop Genetics and Breeding, Crop Research Institute, Prague, Czech Republic; ⁸Department of Grasses, Legumes and Energy Plants, Plant Breeding and Acclimatization Institute-NRI, Radzikow, Poland;

⁹Laboratory of Mycology and Phytopathology, All-Russian Institute of Plant Protection, St. Petersburg, Pushkin, Russia;

¹⁰Department of Genetics, Faculty of Biology, Complutense University of Madrid (UCM), Madrid, Spain.

¹¹NIBIO, Norwegian Institute of Bioeconomy Research, Ås, Norway;

¹²Department of Plant Protection, Agriculture Faculty, Namık Kemal University, Tekirdag, Turkey;

¹³Laboratory of Phytopathology and Entomology, Maize Research Institute Zemun Polje, Belgrade, Serbia;

¹⁴Research Center for Biotechnology and Plant Breeding, University of Hohenheim, Stuttgart, Germany;

¹⁵Leibniz Centre for Agricultural Landscape Research ZALF, Institute for Landscape Biogeochemistry, Müncheberg, Germany;

¹⁶Applied Microbiology, Earth and Life Institute, Université catholique de Louvain, Louvain-la-Neuve, Belgium;

¹⁷Department Natural Resources and Bioproduction, Natural Resources Institute Finland (Luke), Jokioinen, Finland;

¹⁸Eukaryotic Biotechnology, DTU Systems Biology, Technical University of Denmark, Kongens Lyngby, Denmark;

¹⁹Section for Chemistry and Toxicology, Norwegian Veterinary Institute, Oslo, Norway;

²⁰Molecular Plant Biology, Department of Biochemistry, University of Turku, Turku, Finland;

²¹Institute for Sustainability Sciences, Research Division Grassland Sciences and Agro-Ecosystems, Agroscope, Zürich, Switzerland

Trichothecenes are toxic secondary metabolites formed by plant pathogenic fungi such as *Fusarium graminearum* and *F. culmorum*. They are deposited in grains during pathogenesis and pose a threat to food safety. Each fungal strain carries the genetic information needed to form specific toxins, a feature referred to as the (genetic) chemotype.

In this study, information on 1160 *F. graminearum*, 481 *F. culmorum* and 3 *F. cortaderiae* isolates were collected from 17 European countries including the species of the host plant, previous crop, country of origin, sampling location and year (range of years: 2000-2013) of sampling. Maps of the trichothecene type B chemotype distribution throughout Europe were plotted for the two major species.

The predominant chemotype was 15-acetyldeoxynivalenol (15-ADON, 83%) in *F. graminearum*, followed by 3-acetyldeoxynivalenol (3-ADON, 13.5%) and nivalenol (NIV, 3.5%). The most prevalent chemotype in *F. culmorum* was 3-ADON (60%), while the NIV genotype accounted for the remaining 40%. Geographical and temporal patterns of trichothecene chemotype distribution were identified. Hardly any 15-ADON chemotype strains of *F. graminearum* were found at latitudes higher than 54.4 +/- 10.8°N. NIV chemotype strains were almost exclusively found in Western Europe in regions with infrastructures like harbours, airports or important roads.

The complete information on the European strains can be retrieved via the open access database <http://www.luxmcc.lu/en/collectionsfusarium/>.

Researchers are invited to use those data for their own purposes and to upload information from their strains to the database, thereby improving our picture of the spatial distribution of trichothecene genotypes in *F. graminearum* and *F. culmorum* across Europe.

Strains from Luxembourg can be obtained on request via

<http://www.luxmcc.lu/collections/fusarium>.

Literatur

Pasquali M, Beyer M, Logrieco A, Audenaert K, Balmas V, Basler R, Boutigny A-L, Chrpová J, Czembor E, Gagkaeva T, González-Jaén M T, Hofgaard IS, Köycü ND, Hoffmann L, Lević J, García PM, Miedaner M, Migheli Q, Moretti A, Müller MEH, Munaut F, Parikka P, Pallez-Barthel M, Piec J, Scauflaire J, Scherm B, Stanković S, Thrane U, Uhlig S, Vanheule A, Yli-Mattila T, Vogelgsang S, 2016: A European database of *Fusarium graminearum* and *F. culmorum* trichothecene genotypes. *Frontiers in Microbiology, Section Fungi and Their Interactions* 7: 406.

Piec J, Pallez M, Beyer M, Vogelgsang S, Hoffmann L, Pasquali M, 2016: The Luxembourg database of trichothecene type B *F. graminearum* and *F. culmorum* producers. *Bioinformatics* 12: 1-3.

21-2 - Ableitung einer funktionalen Prognose zur Ermittlung der Mykotoxinbelastung von Weizen und Mais

Derivation of a functional prognosis for the determination of mycotoxin contamination of wheat and corn

Tim Birr, Joseph-Alexander Verreet

Institut für Phytopathologie, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, t.birr@phytomed.uni-kiel.de

Im Rahmen des IPS-Weizen-Monitorings Schleswig-Holstein konnte anhand der standort- und jahresspezifischen Witterungsdaten und den in den Kornproben der Sorte „Ritmo“ (*Fusarium*-Anfälligkeit 7 nach Bundessortenamt) analysierten DON- und ZEA-Belastungen der Versuchsjahre 2008 bis 2014 ein signifikanter Zusammenhang zwischen den Witterungsparametern Niederschlag und Temperatur zur Weizenblüte und den in den Kornproben analysierten DON- und ZEA-Gehalten festgestellt werden. Hierbei korrelieren die aufgezeichneten Niederschläge und Temperaturen als Haupteinflussfaktoren von *Fusarium*-Infektionen zur Zeit der Blüte mit den zur Ernte in den Kornproben nachgewiesenen DON- ($R^2 = 0,82$) und ZEA-Gehalten ($R^2 = 0,78$) in hohem Maße. Hierauf basierend wurde ein multiples Regressionsmodell zur witterungsbasierten Prognose der DON- und ZEA-Kontamination im Weizenertegut entwickelt. Neben der Witterung zur Weizenblüte (Niederschlag und Temperatur) berücksichtigt das Prognosemodell

unterschiedliche Sortenanfälligkeiten („Dekan“ = *Fusarium*-Anfälligkeit 4, „Inspiration“ = *Fusarium*-Anfälligkeit 6) und die Applikation *fusarium*spezifischer Triazolfungizide zur Weizenblüte. Im Rahmen der Validierung des Modells mit Weizenproben aus unterschiedlichen Bundesländern konnte anhand der gemessenen Niederschlagsmengen sowie Temperaturen zur Weizenblüte eine hohe prognostische Treffergenauigkeit der zu erwartenden Kornkontamination in unterschiedlichen Sorten erreicht werden.

Wie im Weizen hat die Witterung während der Blühphase des Mais einen entscheidenden Einfluss auf den Mykotoxingehalt im Erntegut. In einem Kooperationsprojekt mit der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft wurde dieser Zusammenhang an den unterschiedlichen Versuchsstandorten der Landessortenversuche in Bayern in verschiedenen Sorten der Jahre 2010 bis 2014 deutlich. Anhand der Temperatursumme ab Aussaat konnten die theoretischen Blühzeitpunkte der Sorten an den einzelnen Standorten berechnet und die Witterungsparametern Niederschlag und Temperatur in dieser Phase mit dem DON-Gehalt im Erntegut in Beziehung gebracht werden (z.B. $R^2 = 0,91$ in der Sorte „Susann“). Wie im Weizen wurde ein multiples Regressionsmodell zur witterungsbasierten Prognose der DON-Kontamination im Körnermaiserntegut entwickelt. Das Modell wurde anhand von Witterungsdaten und DON-Gehalten österreichischer Standorte der Jahre 2014 und 2015 mit hohen Treffergenauigkeiten getestet.

21-3 - Entwicklung eines integrierten Pflanzenschutzkonzeptes zur Minimierung des Weizengelbrostes, *Puccinia striiformis* f.sp. *tritici*, in Getreidebeständen

Integrated pest management strategy to minimize stripe rust of wheat, Puccinia striiformis f.sp. tritici, in cereal crops

Nicole Sommerfeldt-Impe¹, Friedrich Felsenstein², Kerstin Flath¹, Martin Kirchhoff³, Bettina Klocke¹, Andreas Maurer⁴, Klaus Pillen⁴, Ralf Schachschneider³

¹Julius Kühn-Institut, nicole.sommerfeldt@julius-kuehn.de

²EpiLogic GmbH

³Nordsaat Saatzucht GmbH

⁴Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Weizengelbrost, verursacht durch den Pilz *Puccinia striiformis* f.sp. *tritici*, gehört weltweit zu den wichtigsten Getreidepathogenen und kann zu erheblichen Ertragsausfällen führen. Der Erreger befällt neben Weizen und Triticale mitunter auch Roggen und Gerste. Die Anpassung der Gelbrostpopulation an bisher wirksame rassenspezifische Resistenzen verbreitet angebauter Weizen- und Triticalesorten erforderte einen verstärkten Fungizideinsatz.

Die Projektziele definieren sich wie folgt:

- Analyse der deutschen Weizengelbrostpopulationen hinsichtlich der vorkommenden Virulenzen und Pathotypen sowie deren Diversität und Komplexität.
- Überprüfung der Sensitivitätseigenschaften der Gelbrostpopulation gegenüber fungiziden Wirkstoffen, die häufig zur Bekämpfung des Weizengelbrostes eingesetzt werden.
- Identifikation rassenspezifischer Resistenzgene in neuem Weizenzuchtmaterial mit wirksamer Gelbrostresistenz.
- Phänotypische und molekulare Analyse der Adultpflanzenresistenz ausgewählter Weizenlinien mittels QTL-Kartierung.

Für die Analyse der deutschen Gelbrostpopulationen erhielt das JKI in den Jahren 2013 bis 2015 insgesamt über 1000 gelbrostbefallene Blattproben, von denen 63% (637 Proben) auf anfälligen Weizensorten vermehrt und insgesamt 298 Isolate untersucht werden konnten. Diese konnten sieben (2013), fünf (2014) bzw. vier (2015) Rassen zugeordnet werden. Die Rasse „Warrior“ dominierte in allen drei Versuchsjahren; sie breitet sich seit 2011 in Europa aus.

Zur Überprüfung der Sensitivitätseigenschaften der Gelbrostpopulation gegenüber fungiziden Wirkstoffen wurde ein miniaturisiertes Testsystem mit Blattsegmenten auf Benzimidazol-Agar entwickelt. Die Sensitivitätsanalysen einer repräsentativen Stichprobe von Gelbrost-Isolaten wurden mit Strobilurinen, Carboxamiden und Azolen durchgeführt.

Die Identifikation rassenspezifischer Resistenzgene erfolgte mit Hilfe eines Isolatesortimentes und der Analyse von 30 Winterweizensorten mit wirksamer Feldresistenz gegen Gelbrost im Keimlingsstadium.

Für die phänotypische und molekulare Analyse standen vier Kreuzungspopulationen von sechs Eltern mit jeweils 69 bis 97 Nachkommen zur Verfügung. Für die phänotypische Analyse wurden diese an drei Standorten über zwei Jahre mit Gelbrost künstlich inokuliert und hinsichtlich ihrer Gelbrostresistenz bewertet. In den Feldtests ergab sich bei jeder Population das gesamte Boniturspektrum von 1 bis 9. Die phänotypische Häufigkeitsverteilung war für eine Population normalverteilt, für zwei Populationen in Richtung Resistenz und für die letzte Population in Richtung Anfälligkeit verschoben.

Die Genotypisierung der Kreuzungspopulationen erfolgte mittels des Infinium Weizen 15k iSELECT SNP-Chips und ergab bei 13.006 untersuchten Weizen-SNPs 7.109 informative SNPs. Bei dieser Analyse fanden sich 24 Marker-Trait-Assoziationen (MTAs), die über sechs Umwelten signifikant sind.

21-4 - Untersuchungen zur Bekämpfung von *Oculimacula yallundae*, dem Erreger der Halmbrechkrankheit durch Sortenwahl und Fungizideinsatz

Investigations to control Oculimacula yallundae, the eyespot causing pathogen, using variety resistance and fungicide application

Bernd Rodemann

Julius Kühn-Institut, Institut für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland, bernd.rodemann@julius-kuehn.de

Durch die Ausweitung der Getreideanbaufläche, insbesondere von Winterweizen, wird zunehmend ein verstärkter Befall mit Halmbasiserkrankungen festgestellt. Die Überwinterung auf, an der Oberfläche verbleibender Ernterückstände und an Zwischenwirten fördert das Befallsrisiko und die Schädigung der Kulturpflanze. Insbesondere durch *Oculimacula yallundae* und *Oculimacula acufiformis* wird zunehmend die Halmbasis geschädigt und in der Folge die Nährstoffaufnahme vermindert, welches zu Lager und Ertragsverlusten führt. Diese Befallsgefahr wird durch die sich ändernde Witterung über Winter stark beeinflusst und gefördert.

Daher wurden Lösungsansätze der Bekämpfung durch den Anbau resistenter Sorten und durch den Einsatz von wirksamen Fungiziden geprüft. In diesem Zusammenhang galt es auch die Sensitivität des Erregers und deren Veränderung gegenüber den Wirkstoffen zu untersuchen.

In Laborversuchen wurden in vitro-Tests die Wirkstoffe Boscalid, Fluxapyroxad, Cyprodinil, Prothioconazol, Prochloraz, Metrafenone und Pyriofenone in Konzentrationen von 0,01, 0,1

1,0 und 10,0 ppm gegen *Oculimacula yallundae* getestet. Nach 31 Tagen wurden die höchsten Wirkungsgrade von ca. 80% durch Boscalid und Fluxapyroxad erreicht. Eine geringere Wirksamkeit zeigten die Wirkstoffe Prochloraz, Prothioconazol und Cyprodinil. In ihrer Leistung fielen Metrafenone und Pyriofenone mit 25-35% Wirkung deutlich ab.

In ad planta-Versuchen mit künstlicher Infektion wurde die Wirksamkeit der Wirkstoffe Boscalid, Fluxapyroxad, Cyprodinil, Prothioconazol, Prochloraz, Metrafenone und Pyriofenone an den Weizensorten Atomic, Partner, Ritmo und Tobak untersucht. Dabei waren die Sorten Atomic und Partner mit den Resistenzgen Pch₁ ausgestattet. Die Wirkstoffe wurden in der Aufwandmenge des zugelassenen Produktes 14 Tage nach der Inokulation appliziert.

In diesem Jungpflanzentest wiesen die Wirkstoffe Boscalid > Fluxapyroxad > Cyprodinil die höchste Wirksamkeit mit ca. 55% auf. Bei den Sorten Atomic und Partner konnten nur einzelne Symptome bestimmt werden, während bei der hochanfälligen Sorte Tobak eine deutliche Vermorschung an der Halmbasis erfasst wurde. In der Interaktion Sorte x Fungizid konnte durch Boscalid, Cyprodinil und Fluxapyroxad in der Sorte Tobak der Befall von Note 6 auf 2,3 vermindert werden. Dagegen lag der Befall bei den resistenten Sorten Atomic und Partner ohne Fungizidapplikation bereits bei Befallsnote 1,3 bis 1,4. Durch die drei Wirkstoffe konnte eine Infektion fast komplett unterbunden werden.

Die Untersuchungen zeigen, dass in der Praxis der Anbau resistenter Sorten die Basis für die Vermeidung von Primärbefall und der sekundären Ausbreitung im Halm darstellt. Durch die Kombination mit effektiven Fungiziden kann die Wirksamkeit in der Bekämpfung von *Oculimacula yallundae* weiter erhöht werden.

21-5 - Azol Fungizid Resistenz in agrarischen Ökosystemen: Risikobewertung von Fungizid-Applikationsstrategien (AWECOS)

Azole fungicide resistance in agricultural ecosystems: Risk assessment of fungicide application strategies (AWECOS)

Jorrit-Jan Krijger¹, Stefan G. R. Wirsal¹, Albrecht Serfling², Iris Eisermann¹, Ivo Schliebner¹, Holger B. Deising¹

Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, jorrit-jan.krijger@landw.uni-halle.de
Julius Kühn-Institut, Institut für Resistenzforschung und Stresstoleranz

Im Integrierten Pflanzenschutz werden Fungizide unter Berücksichtigung bestehender Schadensschwelen ausgebracht. Auf diese Weise sollen Routinespritzungen mit aus ökologischer und ökonomischer Perspektive unnötig hohen Fungizidmengen vermieden werden. Allerdings hat sich in der Praxis herausgestellt, dass gerade Sorten, die eine gute eigene Resistenz gegen pilzliche Erkrankungen aufweisen, unnötig stark behandelt werden. In dem Projekt "Assessment of wheat cropping systems from an economical, ecological and the society's perspective – the case of plant disease resistance breeding (AWECOS)" werden verschiedene Strategien der Fungizidapplikation verfolgt. Hierzu werden vier anfällige Hohertragssorten und vier resistente Sorten einerseits alle gleich behandelt nach Überschreiten der Schadschwelle an der anfälligsten Sorte und andererseits jede Sorte einzeln nach Überschreiten der sortenspezifischen Schadschwelle und entsprechend der Empfehlungen der Bundessortenämter. Fungizide können einerseits dazu führen, dass die Sensitivität von Populationen im Feld graduell sinkt (Shifting), oder aber als selektives Agens zur Anreicherung fungizidresistenter Mutanten führt. Wir werden in Feldisolaten weizenpathogener Pilze untersuchen, ob es durch die im Rahmen der Regeln des

Integrierten Pflanzenschutzes ausgebrachten Fungizidmengen zu einem Shifting von Populationen kommen, oder ob die Selektion fungizidresistenter Mutanten nachgewiesen werden kann. Hierzu wird auf Resistenz gegen ein Azol, ein Strobilurin und ein Carboxamid als Vertreter der wichtigsten Fungizidgruppen getestet.

21-6 - Verbreitung von *Rhizoctonia spp.* und Zuordnung zu Schadsymptomen an Winterweizen

Distribution of Rhizoctonia spp. and assignment to symptoms in winter wheat

Torsten Block, Christoph Krato, Eckhard Krukelmann, Ivan Konovets

Syngenta Agro GmbH und Syngenta Crop Protection AG, torsten.block@syngenta.com

Rhizoctonia spp. sind als Erreger von Halmbasis- und Wurzelbefall an Winterweizen ein lange bekanntes Pilzkrankheitsproblem des Weizens. Insbesondere bestimmte Pathotypen von *R. cerealis* sind als Erreger des ‚Spitzen Augenflecks‘ weltweit beschrieben (Hamada *et al.*, 2011).

In Deutschland, Österreich, Polen und Tschechien wurden im Rahmen eines Monitorings Weizenstoppeln nach der Ernte gesammelt und über 100 Proben an der Universität Bydgoszcz in Polen auf Befallsymptome des ‚Spitzen Augenflecks‘ untersucht und die Befallsstärke bonitiert. Je höher die Befallsstärke, umso stärker sind Trockenmasse von Pflanzen und Ähren, Anzahl der Körner pro Ähre, Tausendkornmasse und somit der Ertrag des Getreides reduziert (Lemańczyk und Kwaśna, 2013).

Mit Hilfe der Real-Time PCR (Q PCR) Methode wurde die Art des Erregers identifiziert und der Erregergehalt im Pflanzenmaterial quantifiziert. Die Analyse von *Rhizoctonia* DNA erfolgt getrennt in den Wurzeln und Halmabschnitten der Getreidestoppeln.

In allen untersuchten Proben konnte neben *R. cerealis* auch *R. solani* nachgewiesen werden. Beide Erreger kamen immer gemeinsam in den Getreidehalmen vor. In den Wurzeln war *Rhizoctonia* nur in etwa einem Viertel der Proben zu finden, wobei *R. cerealis* dominierte. Das ist dahingehend bemerkenswert, da in einer früheren Untersuchung von Bodenproben im Rahmen eines europaweiten Monitorings zwar *R. solani* aber niemals *R. cerealis* nachgewiesen werden konnte (Goll *et al.*, 2013).

Die Stärke der Symptomausprägung ließ sich nicht immer mit dem Gehalt an Erreger-DNA in Einklang bringen.

Proben von Weizenpflanzen, bei denen das Saatgut mit dem Wirkstoff Sedaxane behandelt worden war, zeigten deutlich geringere *Rhizoctonia* Symptome als Pflanzen, die aus ungebeiztem Saatgut gewachsen waren. Sedaxane gehört zur Wirkstofffamilie der Carboxamide und ist bereits in mehreren Ländern in Getreide unter dem Produktnamen Vibrance® mit verschiedenen Beizformulierungen zur Bekämpfung von *Rhizoctonia*-Arten und anderen wichtigen samen- und bodenbürtigen Krankheitserregern zugelassen.

Literatur

- Goll, M.B., Schade-Schütze, A, Swart, G. Ostendorp, M, Schott, J.J., Laser, B., Felsenstein, F.G., 2013: Survey on the prevalence of *Rhizoctonia spp.* in European soils and determination of the baseline sensitivity towards sedaxane. *Plant Pathology* 63 (1), 148–154.
- Hamada, M.S., Yin, Y., Chen, H., Ma, Z., 2011: The escalating threat of *Rhizoctonia cerealis*, the causal agent of sharp eyespot in wheat. *Pest Management Science* 67, 1411–1419.
- Lemańczyk, G. und Kwaśna, H., 2013: Effects of sharp eyespot (*Rhizoctonia cerealis*) on yield and grain quality of winter wheat. *Eur J Plant Pathol* 135,187–200.