

## Schutz der Gerste vor Pilzkrankheiten bei Trockenheit

Prof. Dr. Ralph Hückelhoven, Technische Universität München, School of Life Sciences,  
Lehrstuhl für Phytopathologie

Im Zuge des Klimawandels steigen die Jahresdurchschnitts- und Sommertemperaturen in Bayern und es sind zunehmend Wetterextreme wie Frühsommertrockenheiten zu beobachten. Klimawandelbedingte erhöhte Temperatur und Trockenheit bedrohen zudem weltweit die Gersten- und Malzproduktion und fördern bodenbürtige Krankheiten<sup>1</sup>, welche u. a. von *Fusarium*-Pilzen verursacht werden. Durch den Klimawandel häufiger auftretender Trockenstress kann dabei die Anfälligkeit der Gerste gegen Pilzkrankungen beeinflussen.

Ziel des Projektes war es, mit Hilfe epidemiologischer und molekularer Methoden Gerstensorten auf ihre Widerstandsfähigkeit gegenüber pilzlichen Schaderregern unter Trockenheit zu überprüfen. Darüber hinaus sollte die komplexe Stressantwort der Gerste besser verstanden und Werkzeuge entwickelt werden, welche die nachhaltige Produktion von gesunder Gerste unter einem veränderlichen Klima und variablen Umweltbedingungen unterstützen. Die Gerste dient dabei als Modell, um die Erkenntnisse in Zukunft auf andere Getreidearten zu übertragen. Aus der Untersuchung der gesamten genregulatorischen Antwort von verschiedenen Gerstensorten und Landrassen auf Trockenstress und *Fusarium*-Infektionen sollten Marker entwickelt und validiert werden, welche mit der Anfälligkeit bzw. Resistenz der Gerste unter Trockenheit assoziiert sind und somit die Züchtungsforschung und Sortenselektion unterstützen können. Zudem sollten natürliche organische Substanzen (Biologicals) auf ihr Potenzial zur Resistenzinduktion in Gerste getestet und ihre Anwendung hinsichtlich Zeitpunkt der Applikation und Aufwandmenge sowie Parameter zur Erfassung der Stärke der induzierten Resistenz optimiert werden. Letztlich sollten Sorten und Zuchtmaterial identifiziert werden, welche besonders stark auf Biologicals reagieren und auch unter komplexen Klima- und Umweltbedingungen im Feld durch Biologicals vor *Fusarium*infektionen geschützt werden können.

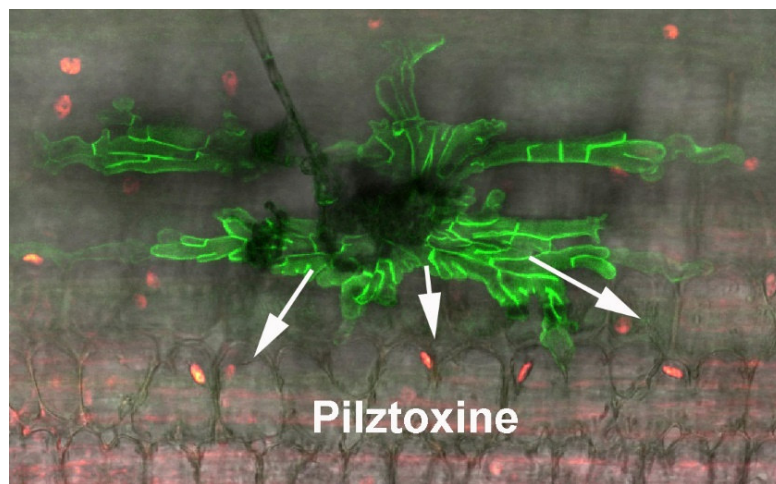
Die Arbeiten zeigen, dass zum Zeitpunkt der Infektion applizierter Trockenstress eine Erhöhung der Infektionsstärke im Vergleich zu ausreichend bewässerten Pflanzen bewirkt. Dies steht in deutlichem Kontrast zur zuvor beobachteten Verminderung der Krankheitsanfälligkeit durch Trockenstress vor der Blüte bzw. Infektion<sup>2</sup>. Die Ergebnisse zeigen, dass keine generalisierte Aussage in Bezug auf den Effekt von Trockenstress auf die *Fusarium*anfälligkeit der Gerste getroffen werden kann, sondern Trockenstress komplexe und kontextabhängige Interaktionen mit der Pathogenantwort bewirkt. Die zeitliche Abfolge von Trocken- und Pathogenstress hat somit einen entscheidenden Einfluss auf die Widerstandsfähigkeit der Gerste gegenüber *Fusarium*infektionen. Die Ergebnisse zeigen außerdem, dass die Gerste keine für den Kombinationsstress spezifische Genexpressionsantwort zeigt. Stattdessen reagiert die

<sup>1</sup> Delgado-Baquerizo, M., Guerra, C. A., Cano-Díaz, C., Egidi, E., Wang, J. T., Eisenhauer, N., Singh, B. K. & Maestre, F. T. (2020). The proportion of soil-borne pathogens increases with warming at the global scale. *Nature Climate Change*, 10(6), 550-554. <https://doi.org/10.1038/s41558-020-0759-3>.

<sup>2</sup> Hoheneder, F., Steidle, C. E., Messerer, M., Mayer, K., Köhler, N., Wurmser, C., Heß, M., Gigl, M., Dawid, C., Stam, R. & Hückelhoven, R. (2023). Barley shows reduced *Fusarium* head blight under drought and modular expression of differentially expressed genes under combined stress. *Journal of Experimental Botany*, 74(21), 6820-6835. <https://doi.org/10.1093/jxb/erad348>.

Gerste auf eine Kombination verschiedener Stresse mit einer Genexpressionsantwort, die sich additiv aus den Antworten auf die jeweiligen Einzelstressfaktoren zusammensetzt<sup>2</sup>.

Auf Basis der globalen Expressionsdaten wurden geeignete Gerstengene mit einer starken infektionsassoziierten Expression identifiziert und unabhängig als Marker validiert. Sie zeigen verlässlich eine fusarium- oder trockenstressassoziierte Antwort in Gerstenähren verschiedener genetischer Hintergründe. Insbesondere ein Gen für ein Gerstenenzym zur Entgiftung des von *Fusarium*-Pilzen produzierten Trichothecen B Mykotoxins Deoxynivalenol zeigt sehr stark und zuverlässig die erfolgreiche Infektion von Gerstenähren an (siehe Abbildung für eine fusariumtypische Infektionsstelle mit Mykotoxinfreisetzung). Seine Expression kann somit indirekt zur Selektion von wenig anfälligen Sorten genutzt werden.



*Abbildung: Infektionsstelle von *Fusarium culmorum* an einer Gerstenähre. Der Pilz bildet ausgehend von einer Laufhypho und einem Infektionskissen (schwärzliche Anfärbung des Pilzes außerhalb des Pflanzengewebes) eine koralloide Infektionsstruktur (grüne Anfärbung des Pilzes im Pflanzengewebe), von der aus er Pilztoxine in die Pflanze freisetzt. Die Zellkerne der Pflanzenzellen sind rot angefärbt.*

Eine Behandlung von 40 verschiedenen Gerstensorten, Landrassen und Zuchtlinien mit dem Biological Chitosan bewirkte unter Gewächshausbedingungen eine von der Gerstensorte abhängige Reduktion von Ährenfusariosen. Die Anwendung dieses Biologicals weist ein hohes Potenzial für die Nutzbarmachung der induzierbaren Immunantworten für eine erhöhte Resistenz der Gerste auf. Die Genotypabhängigkeit dieses Potenzials birgt die Möglichkeit einer züchterischen Anpassung für eine optimierte Biologicalwirkung. Die Ergebnisse dienen als Vorarbeiten für die Anwendung der durch Biologicals induzierten Resistenz unter variablen Umweltbedingungen im Feld.

Die Ergebnisse zeigen insgesamt eine durch Trockenstress stark veränderte Pathogenantwort der Gerste. Die gewonnenen Erkenntnisse unterstützen die gezielte Untersuchung, Selektion und züchterische Anpassung von Gerstensorten an den Klimawandel. Zudem können natürliche Substanzen wie Chitosan (Biologicals) die Widerstandsfähigkeit von Kulturpflanzen unterstützen. Chitosan kann gegebenenfalls auch unter variablen Umweltbedingungen zur biologischen Resistenzinduktion in Kulturpflanzen eingesetzt und in bisherige Pflanzenschutzmaßnahmen integriert werden.