



Als Mykotoxine werden in kleinsten Mengen giftige, sekundäre Stoffwechselprodukte von Schimmelpilzen bezeichnet. (Bilder: ZHAW)

Mykotoxine reduzieren

Weizen ist eines unserer wichtigsten Grundnahrungsmittel. Jedoch sind schätzungsweise 25 Prozent aller Kulturpflanzen weltweit von Schimmelbefall betroffen. Ein Team der ZHAW aus den zwei Instituten Chemie und Biotechnologie sowie Lebensmittel- und Getränkeinnovation arbeitet an der Entwicklung von Lösungen, um Mykotoxine durch Anwendung funktionsfähiger Mikroorganismen oder Enzyme bereits im Rohmaterial zu minimieren.

Weizen spielt in unserer täglichen Ernährung eine bedeutende Rolle und zählt global zu einem unserer Grundnahrungsmittel. Die weltweite Produktionsmenge lag im Jahr 2016 bei 750 Millionen Tonnen [1]. Geschätzte 25 Prozent der gesamten Ertragsmenge sind mit Schimmelpilzen kontaminiert, die bereits auf dem Feld, nach der Ernte oder während der Lagerung wachsen können [2], und zwischen 8 und 88 Prozent der untersuchten Weizenproben sind mit Mykotoxinen belastet. Besonders oft nachgewiesen werden dabei von *Fusarium* produzierte Mykotoxine wie Deoxynivalenol (DON) und Zearalenone (ZEA) sowie zunehmend auch Enniatin B (ENB). Daneben kommen auch Aflatoxine und Ochratoxin A regelmässig vor. Die europäische Kommission (EC) 1881/2006 limitiert die maximal zulässigen Mengen an bekannten Mykotoxinen, die in Lebensmitteln vorkommen dürfen, um gesundheitliche Folgen ausschliessen

zu können. Für bisher weniger untersuchte Mykotoxine wie Enniatine und Beauvericine sind hingegen noch keine gesicherten Werte verfügbar.

Mykotoxin produzierende Schimmelpilze führen nicht immer zu optischen Veränderungen des Getreidekornes, Mykotoxine selbst sind nicht sichtbar. Der Konsum von mit Mykotoxinen belasteten Lebensmitteln kann zu kurzfristigen Symptomen wie beispielsweise Erbrechen oder langfristig zu einer Immundefizienz oder Krebs führen (<https://www.efsa.europa.eu/en/topics/topic/mycotoxins>). In den ärmeren Regionen unserer Welt wird belastetes Material oftmals unwissentlich konsumiert, während in Ländern mit hoher Lebensmittelsicherheit mit Mykotoxinen belastete Körner mittels präziser Sortieranlagen aussortiert werden oder die verunreinigten Produkte für den Konsum gesperrt werden.

Durch ein Vermahlen von Weizen zu Mehlen und dem damit einhergehenden

Auftrennen von Mehlkörper und Kleieschichten gefolgt vom definierten Rückmischen der Fraktionen lässt sich eine weitere bedeutende Verringerung im Mykotoxin Gehalt erreichen [3]. Jedoch zeigt die Massenbilanz, dass bei kompletter Entfernung der Kleieschichten rund 20 Gewichtsprozent des gesamten Weizenkorns verloren gehen. Diese Weizenkleie ist ernährungsphysiologisch wertvoll, da sie reich an Nahrungsfasern und Proteinen ist und bedeutende Mengen an B-Vitaminen und Mineralien sowie sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe enthält, wovon letztere für ihre antioxidative, entzündungshemmende und antimikrobielle Wirkung bekannt sind [4]. Vor diesem Hintergrund und im Wissen um die grossen Lebensmittelverluste, die während der Verarbeitung von Lebensmitteln entstehen, werden Lösungsansätze benötigt, die bereits im Korn vorhandene Mykotoxine abbauen lassen und so einen gesundheitlich unbedenklichen und nach-

haltigen Verzehr des gesamten Kornes erlauben.

Interdisziplinäre Zusammenarbeit als Chance zur Lösungsfindung

Im vorliegenden Projekt arbeitet ein interdisziplinäres Team der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften bestehend aus Mitgliedern der Forschungsbereiche Biokatalyse, Lebensmittelbiotechnologie, Lebensmittelchemie und Lebensmitteltechnologie daran, bereits im Korn vorhandene Mykotoxine in für den Menschen unschädliche Formen abzubauen. Dabei soll das Weizenkorn zunächst durch die Vorbehandlung der Kornoberfläche strukturell dahingehend verändert werden, dass wirksame Agenzien wie Enzyme und Mikroorganismen durch die verschiedenen Kleieschichten bis ins Korninnere vordringen können. Verschiedene Mikroorganismen und Enzyme sollen anschliessend bezüglich ihrer Mykotoxin inaktivierenden Wirkung gezielt im Korn getestet werden und mittels hochspezifischer Analysen das Ausmass dieser Biodegradation quantifiziert werden.

Die Möglichkeit, Mykotoxine mittels in Lebensmitteln vorkommenden Mikroorganismen zu reduzieren wurde in Nährlösungen, in Puffersystemen und vor Kurzem zudem erstmals in vivo erfolgreich getestet [5, 6]. In der vorliegenden Arbeit stehen die Identifizierung, Charakterisierung und Prüfung der Wirksamkeit von DON und ZEA reduzierenden Mikroorganismen im Fokus.

Ein weiterer vielversprechender Ansatz zum Abbau von Mykotoxinen ist der Einsatz von Enzymen [7-9]. Im Gegensatz zur Lebensmittelverarbeitung gibt es im Futtermittelbereich bereits erste Enzymsysteme, die von der EFSA zur Anwendung zugelassen sind [10, 11]. Im laufenden Projekt sollen Lactonhydrolasen als Schwerpunkt untersucht werden, da sie ZEA zu Produkten abbauen, welche keine östrogenartige Wirkung zeigen [8, 9].

Während die Anwendung der beschriebenen, wirksamen Agenzien in pulverförmigen Produkten problemlos möglich ist, fehlt es bisher an grosstechnisch umsetzbaren Methoden zur Anwendung in intakten Getreidekörnern. Die Herausforderung dafür stellt eine wasserabweisende Schicht inmitten der Kleieschichten, die sogenannte Hyalinschicht, dar [7]. Um diese für Enzy-

me oder Mikroorganismen durchlässig zu machen, sollen physikalische sowie nicht-thermische Verfahren im Labormassstab bezüglich ihrer Effektivität zum Kornaufschluss geprüft werden.

Um eine erfolgreiche Mykotoxinreduktion schliesslich nachweisen zu können, ist ein analytisches Werkzeug nötig, das die rasche und exakte Bestimmung spezifischer Mykotoxine in der Lebensmittelmatrix ermöglicht. Da ZEA, DON und ENB stark unterschiedliche chemische Strukturen aufweisen, werden verschiedene chromatographische Ansätze mit unterschiedlichen Detektionsmethoden geprüft und kombiniert.

Multiplikationsfähigkeit und gesundheitliches Potenzial

Die im interdisziplinären Projekt verfolgten Lösungsansätze bieten neben der Anwendung auf Weizen weiteres Multiplikationspotenzial, da Mykotoxinbelastungen in den meisten Getreiden und Ölsaaten sowie deren Nebenproduktströmen vorhanden sind.

Bei den eingangs erwähnten geschätzten 25 Prozent mit Schimmelpilzen befallenen Weizenernten [2] würden auf globaler Skala bis zu 2 Milliarden Menschen gesundheitlich profitieren, wenn Mykotoxine zu nicht-toxischen Stoffen abgebaut werden könnten. Ein zusätzlicher indirekter Gesundheitsnutzen kann entstehen, wenn dadurch der Konsum von Vollkornprodukten wieder angeregt würde. Insbesondere die mit steigendem Nahrungsfaserkonsum einhergehende positive Veränderung der Zusammensetzung der Darm-Mikroflora hat dabei das Potenzial, den Anstieg an übergewichtigen Personen abzubremsen [12] sowie vorbeugend gegen die Entwicklung von Allergien zu wirken [13]. ■

Dr. Katrin Hecht, Prof. Dr. Rebecca Buller, Fachstelle Biokatalyse und Prozesstechnologie Sandra Mischler, Susette Freimüller Leischtfeld, Prof. Dr. Susanne Miescher Schwenninger, Forschungsgruppe Lebensmittelbiotechnologie

Dr. Amandine André, Katrin Jedrys, Dr. Irene Chetschik, Forschungsgruppe Lebensmittelchemie

Ramona Rüegg, Luca Stäheli, Dr. Mathias Kinner, Dr. Nadina Müller, Forschungsgruppe Lebensmitteltechnologie

Weiterführende Informationen

<https://www.zhaw.ch/en/lsfm/research/interdisciplinary-collaboration/health-research-hub/strategies-to-reduce-mycotoxins>

Referenzen

1. FAOSTAT 2016 yearly database <http://www.fao.org/faostat/en/#home>
2. Stein, R. A.; Bulboaca, A. E., *Mycotoxins*. In *Foodborne Diseases*, Dodd C. T. A. a. R. S., Ed. Academic Press: 2017.
3. Laca, A.; Mousia, Z.; Diaz, M.; Webb, C.; Pandiella, S. S., Distribution of microbial contamination within cereal grains. *Journal of Food Engineering* 2006, 72 (4), 332-338.
4. Dapcevid-Hadnadev, T.; Hadnadev, M.; Pojic, M., The healthy components of cereal by-products and their functional properties. Woodhead Publishing: 2018; p 27-61.
5. El-Nezami, H. S.; Chrevatidis, A.; Auriola, S.; Salminen, S.; Mykkanen, H., Removal of common Fusarium toxins in vitro by strains of Lactobacillus and Propionibacterium. *Food Additives and Contaminants* 2002, 19 (7), 680-686.
6. Juodeikiene, G.; Bartkiene, E.; Cernauskas, D.; Cizeikiene, D.; Zadeike, D.; Lele, V.; Bartkevics, V., Antifungal activity of lactic acid bacteria and their application for Fusarium mycotoxin reduction in malting wheat grains. *Lwt-Food Science and Technology* 2018, 89, 307-314.
7. Lyagin, I.; Efremenko, E., Enzymes for Detoxification of Various Mycotoxins: Origins and Mechanisms of Catalytic Action. *Molecules* 2019, 24 (13), 39.
8. Fruhauf, S.; Novak, B.; Nagl, V.; Hackl, M.; Hartinger, D.; Rainer, V.; Labudova, S.; Adam, G.; Aleschko, M.; Moll, W. D.; Thamhesl, M.; Grenier, B., Biotransformation of the Mycotoxin Zearalenone to its Metabolites Hydrolyzed Zearalenone (HZEN) and Decarboxylated Hydrolyzed Zearalenone (DHZEN) Diminishes its Estrogenicity In Vitro and In Vivo. *Toxins* 2019, 11 (8), 21.
9. Kakeya, H.; Takahashi-Ando, N.; Kimura, M.; Onose, R.; Yamaguchi, I.; Osada, H., Biotransformation of the mycotoxin, zearalenone, to a non-estrogenic compound by a fungal strain of *Clonostachys* sp. *Bioscience Biotechnology and Biochemistry* 2002, 66 (12), 2723-2726.
10. Duwick, J.; Rood, T. A.; (Pioneer Hi-Bred International, I. Fumonisin-Detoxifying Enzymes, World Patent 1996006175. 1995.
11. Rychen, G.; Aquilina, G.; Azimonti, G.; Bampidis, V.; Bastos, M. d. L.; Chesson, A.; Cocconcelli, P. S.; Flachowsky, G.; Gropp, J.; Kolar, B.; Kouba, M.; Lopez-Alonso, M.; Mantovani, A.; Mayo, B.; Ramos, F.; Saarela, M.; Villa, R. E.; Wallace, R. J.; Wester, P.; Martelli, G.; Renshaw, D.; Puente, S. L.; Subst, E. P. A. P., Safety and efficacy of fumonisin esterase (FUMzyme (R)) as a technological feed additive for all avian species. *Efsa Journal* 2016, 14 (11).
12. Zou, J.; Chassaing, B.; Singh, V.; Pellizzon, M.; Ricci, M.; Fythe, M. D.; Kumar, M. V.; Gewirtz, A. T., Fiber-Mediated Nourishment of Gut Microbiota Protects against Diet-Induced Obesity by Restoring IL-22-Mediated Colonic Health. *Cell Host & Microbe* 2018, 23 (1), 41-53.
13. Trompette, A.; Gollwitzer, E. S.; Yadava, K.; Sichelstiel, A. K.; Sprenger, N.; Ngom-Bru, C.; Blanchard, C.; Junt, T.; Nicod, L. P.; Harris, N. L.; Marsland, B. J., Gut microbiota metabolism of dietary fiber influences allergic airway disease and hematopoiesis. *Nature Medicine* 2014, 20 (2), 159-166.