

DLG

Mitteilungen

Agrarmanagement • Trends & Perspektiven

Mykotoxine vermeiden statt »bekämpfen«



Foto: BASF

Sonderdruck aus DLG-
Mitteilungen 8/2000



Foto: Hensch

Mykotoxine. Die Gifte der Ährenfusarien können Leistungen der Tiere mindern und ihre Gesundheit gefährden. Wie Sie damit umgehen können, haben Mitglieder der DLG-Arbeitskreise »Futter und Fütterung« und »Umweltfragen« erarbeitet.

Vermeiden statt »Bekämpfen«

Trotz der Fortschritte von Pflanzenbau, Pflanzenzüchtung und Pflanzenschutz haben die Probleme durch Pilzbefall, insbesondere durch Ährenfusarien, in den letzten 10 bis 15 Jahren zugenommen. Die von ihnen gebildeten Mykotoxine mindern die Qualität von Brot- und Futtermitteln. Sie können sich auf die Tiergesundheit auswirken oder die Verarbeitungseigenschaften des Getreides beeinflussen.

Am häufigsten unter den Ährenfusarien kommt *Fusarium graminearum* vor, in feuchtkühlen Gebieten auch *Fusarium culmorum*. Die wichtigsten Mykotoxine dieser beiden *Fusarium*-Arten sind Deoxynivalenol (DON) und Zearalenon (ZEA). Da diese beiden Toxine eine Art Indikatorfunktion haben, muss bei erhöhten DON- oder ZEA-Werten in einem Futtermittel damit gerechnet werden, dass auch weitere Mykotoxine vorliegen können. Das kann zu einer Verstärkung der Giftwirkung führen.

Deoxynivalenol. Deoxynivalenol hemmt die Proteinsynthese. Zellen und Gewebe mit einer hohen Neubildungsrate sind dabei besonders betroffen, vor allem die Zellen des Immunsystems.

Das Schwein gilt als die gegenüber Deoxynivalenol empfindlichste Nutztierart. Akute Vergiftungsercheinungen äußern sich in Futterverweigerung und Erbrechen. Geringe Toxinkonzentrationen führen zu Leistungseinbußen in Form von verminderten Zunahmen und schlechter Futterverwertung. Hühner sind relativ unempfindlich und reagieren in Versuchen erst bei extrem hohen Deoxynivalenol-Gaben mit Rückgang der Lege- oder Mastleistung. Rinder gelten ebenfalls als weniger empfindlich, da die mikrobiellen Umsetzungen im Pansen teil-

weise zur Entgiftung der Mykotoxine führen.

Zearalenon. Zearalenon hat eine Östrogen-ähnliche Wirkung, obwohl es nicht die chemische Struktur eines Steroidhormons aufweist. Problematisch ist vor allem die Zearalenon-Aufnahme über einen längeren Zeitraum. Eine einmalige hohe Aufnahme führt zu keinen klinisch sichtbaren Erkrankungen.

Besonders empfindlich sind weibliche Schweine vor der Pubertät. Die Reaktion auf Zearalenon zeigt sich in Rötung und Schwellung der Scheide, gelegentlich schwillt auch die Milchleiste an. Höhere Zearalenon-Mengen können zu Scheiden- oder Aftervorfall führen. Die Gebärmutter vergrößert sich bis zum Drei- bis Vierfachen, und eine vorzeitige Brunst kann erfolgen. Sauen, die bereits geworfen haben, scheinen weniger empfindlich, wobei Zearalenon jedoch als eine Ursache für Fruchtbarkeitsstörungen gilt. Während der Trächtigkeit führt das Toxin in hohen Konzentrationen zu einer Störung der Entwicklung der Gebärmutter und der Föten. Das hat Würfe mit stark unterschiedlichen Ferkelgewichten zur Folge, zum Teil mit lebensschwachen Ferkeln, die trotz reichlichem Milchangebot nicht genügend Milch aufnehmen und innerhalb weniger Tage sterben. Geschlechtsreife Eber sind unempfindlich gegenüber ZEA.

Bei Milchkühen und Färsen wurde das Toxin vereinzelt für Fruchtbarkeitsstörungen verantwortlich gemacht, doch in kontrollierten Fütterungsversuchen ließ sich diese Annahme nicht bestätigen. Broiler und Legehennen gelten selbst gegenüber hohen Konzentrationen von Zearalenon als unempfindlich.

Die Getreidearten und -sorten unterscheiden sich in ihrer Fusarien-

Die Getreidereinigung kann durch die Entfernung von Spreu und Zwiwwuchs helfen, die Belastung mit Mykotoxinen zu verringern.

Anfälligkeit. Gerste ist wenig anfällig; Weizen und Triticale folgen im mittleren Bereich, Hafer und Hartweizen gelten als hoch anfällig. Roggen steht vermutlich zwischen Gerste und Weizen.

In erster Linie kann mit pflanzenbaulichen Maßnahmen wirkungsvoll gegen Fusarientoxine im Getreide vorgegangen werden. Von Pflanzenresten auf der Bodenoberfläche geht Gefahr aus. Zerkleinern und Einarbeiten befallener Vorfruchtstoppeln stellen daher vorbeugende Maßnahmen gegen Fusarien dar. Die Witterung muss der Landwirt als vorgegebenes Risiko hinnehmen. Drohendem Pilzbefall und Mykotoxin-Bildung kann er jedoch durch die Wahl des Erntezeitpunktes und der nachfolgenden Konservierung in begrenztem Umfang entgegenwirken. Durch die Wahl weniger anfälliger

Sorten und das Vermeiden sehr dichter, mastiger Bestände kann ebenfalls vorgebeugt werden. Die Bekämpfungsmöglichkeiten von Fusarien durch chemische Pflanzenschutzmittel sind bislang begrenzt.

Beim Auftreten von Fusarien gibt es von Jahr zu Jahr, von Region zu Region und sogar von Feld zu Feld große Unterschiede. Es muss also für die jeweiligen Epidemien spezifische Steuerungsfaktoren geben, bei deren Kenntnis der Landwirt das Fusarienrisiko besser einschätzen kann.

Aus Untersuchungen an Weizen lässt sich eine steigende Wahrscheinlichkeit für höhere Toxinwerte aus den folgenden Risikofaktoren ableiten:

- Vorfrucht Mais;
- nicht-wendende Bodenbearbeitung nach Mais;
- mittel- bis stark anfällige Weizensorten.

Ferner gibt es Hinweise darauf, dass beim Vorliegen der o. g. Risikofaktoren die Anwendung reiner Stro-

bilurinpräparate als Pflanzenschutzmaßnahme das Auftreten von Fusarien und ihrer Mykotoxine zusätzlich fördern kann.

Auch die Witterung stellt ein Risiko für den Befall mit Fusarien dar. So bilden folgende Faktoren ideale Bedingungen:

- Askosporenflug: warmfeuchte Witterung ab Ährenschieben bis Blühbeginn;
- Ähreninfektion durch Askosporen: warmfeucht ab Ährenschieben bis Blühende;
- Konidienbildung auf den oberen Blättern und Ähreninfektion: mehrtägig nasskalt.

Nachweis und Bestimmung von Mykotoxinen im Futter. Getreide und andere pflanzliche Produkte können nach einem Befall mit Schimmelpilzen Mykotoxine verschiedenster Art in sehr unterschiedlichen Konzentrationen aufweisen. In der Regel liegen die Gehalte in einer Größenordnung von Mikro- bis Milligramm pro Kilogramm Untersuchungsgut.

Grundlage für die korrekte Bewertung eines Gehaltes an Mykotoxinen in einem Einzel- oder Mischfuttermittel ist die Feststellung des tatsächlichen Gehaltes. Hierzu ist eine leistungsfähige und ausreichend abgesicherte Untersuchungsmethode mit einer guten Reproduzierbarkeit der Ergebnisse wichtig, um nachprüfbar und für nachfolgende Bewertungen nutzbare Daten zu erhalten.

Der Nachweis eines Mykotoxins kann chemisch-physikalisch mittels Gas-Chromatographie, Hochleistungsflüssigkeits-Chromatographie (HPLC) oder Dünnschicht-Chromatographie erfolgen oder immunologisch durch einen Enzymimmunoassay (ELISA). Das heute wichtigste analytische Verfahren ist die HPLC, mit der die Bestimmung eines Mykotoxins mit großer Sicherheit erfolgen kann.

Die Anwendung des ELISA-Verfahrens kann für bestimmte Fragestellungen sinnvoll sein, da es relativ schnell und bei größeren Probenzahlen auch kostengünstig qualitative und eingeschränkt auch quantitative Aussagen über die Mykotoxinbelastung zulässt. Wurden hohe Mykotoxingehalte in einem bedeutsamen Bereich festgestellt, ist eine Absicherung des Befundes über ein zweites unabhängiges Verfahren notwendig. Unter anderem aus dem Grund, weil die auf dem Markt be-

Neue Orientierungswerte für die Belastung von Futterrationen mit Mykotoxinen sollen dazu beitragen, das mögliche Risiko für die Tiere von vornherein gering zu halten.

findlichen ELISA-Verfahren in ihrer Spezifität und Empfindlichkeit stark variieren. Das Bestimmungsverfahren ist grundsätzlich auf dem Prüfbericht anzugeben. Ebenso ist der analytische Streubereich, abgeleitet aus Ringversuchen, zu dokumentieren, damit eine Bewertung des Befundes möglich ist. Die im Rahmen der jeweiligen Methode geltende Grenze der Bestimmbarkeit ist ebenfalls zu nennen.

Hinweise zur Beprobung von Futtergetreide bei Verdacht auf Mykotoxine. Die größte Fehlerquelle bei der Ermittlung von Mykotoxingehalten ist die Probenahme. Die folgenden Empfehlungen sollten daher beachtet werden:

Schimmelpilze und deren Mykotoxine können im Futter nesterweise auftreten. Zwar findet beim Dreschen eine gewisse Vermischung

nahme und -Analyse-Verordnung).

Die Beprobung soll sicherstellen, dass eine sachgerechte Verwendung befallener Futterpartien ermöglicht und somit die Tierleistungen und in besonders gravierenden Fällen die Tiergesundheit nicht beeinträchtigt werden. Weiterhin müssen die tierischen Produkte für die menschliche Gesundheit unbedenklich sein.

Die Probenahme wird durch ein Probenahmeprotokoll dokumentiert, in dem Angaben zur beprobten Futtermittel-Partie gemacht werden müssen. Benötigt werden Probebeutel, Einlegekärtchen zur Kennzeichnung der Probe und ein Probenstecher mit verschließbaren Kammern für die Probenahme im Futterstock

oder eine Handschaufel zur Probenahme am Mähdrescher. Wegen der ungleichmäßigen

Verteilung der Toxine im Futterstapel kann mit dem Probenstecher keine als repräsentativ anzusehende einzelne Probe aus einer Partie entnommen werden. Mit dem Probenstecher sind daher in je etwa einem Meter Abstand Einstiche zu machen, wobei darauf zu achten ist, dass die gesamte Partie berücksichtigt wird. Die Einzelproben werden dann gemischt

und als eine Sammelprobe untersucht. Die notwendige Homogenisierung und Reduzierung der Probe sollte nicht vor Ort, sondern erst von der Untersuchungsstelle vorgenommen werden, da sie das hierfür notwendige Spezialgerät besitzt.

Bei einer Sammelprobe am Tankauslauf des Mähdreschers kann das ganze Feld als Partie gelten, wenn auf dem Feld keine nennenswerten Lagerstellen waren. Solches Lagergetreide ist im Falle eines Fusarienbefalls häufig stärker mit Mykotoxinen belastet und sollte deshalb separat geerntet, beprobt und eingelagert werden. Dann besteht die Möglichkeit, eine Verfütterung auszuschießen oder das Getreide so einzusetzen, dass seine Verwendung unbedenklich ist.

Nur pflanzenbauliche Maßnahmen wirken erfolgreich gegen Mykotoxine im Getreide.

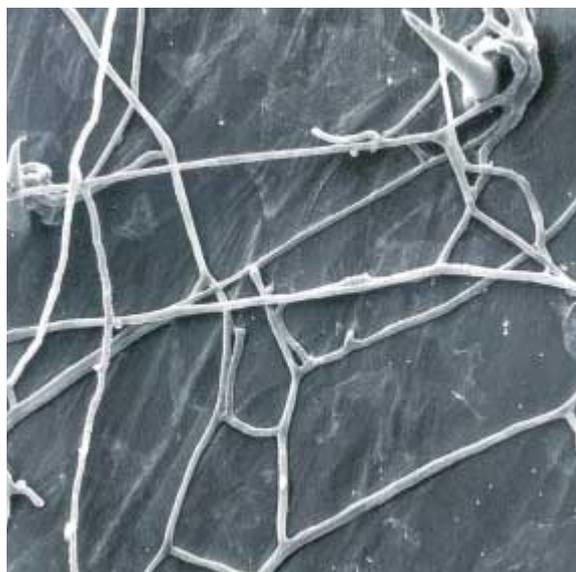
Mykotoxine im Futtermittel ver-

mindern. Durch die Reinigung des Getreides oder durch eine vorzeitige Ernte in Verbindung mit der dadurch notwendigen Konservierung des Futters lässt sich die Belastung mit Mykotoxinen vermindern. Eine Beurteilung des mikrobiellen Zustandes ist zwar für den Landwirt schwierig, jedoch kann er mit einem vereinfachten Verfahren sich einen ersten Eindruck verschaffen, indem er eine Auszählung von in Farbe und Kornausbildung veränderten Körnern vornimmt: 0–5 % veränderte Körner deuten auf einen geringen, 5–15 % auf einen erhöhten und über 15 % auf einen hohen Fusarienbesatz hin. In diesem Fall sollte der mögliche Gehalt an DON und ZEA durch eine Untersuchung abgeklärt werden. Obwohl diese Methode ungenau sein mag, gibt sie zumindest einen Hinweis auf mögliche Risiken durch Fusarientoxine und für das weitere Vorgehen.

So kann die Mykotoxinbelastung durch eine frühere Ernte vermindert werden, indem Ganzpflanzensilage hergestellt, die Trocknungskapazität erhöht oder feucht mit Zusätzen konserviert wird. Auch die Getreidereinigung hilft die Belastung zu vermindern, indem man Spreu und Zwiewuchs entfernt.

Bei relativ feucht geerntetem Getreide bietet sich auch eine chemische Konservierung an. Dazu eignen sich beispielsweise Propionsäure, Harnstoff oder Natronlauge (»Soda-grain«). Untersuchungsergebnisse deuten darauf hin, dass die Konservierung mit Harnstoff oder Natronlauge die Gehalte an Deoxynivalenol und Zearalenon, die auf dem Feld gebildet wurden, vermindern kann. Allerdings eignen sich diese Futtermittel anschließend nur begrenzt für den Einsatz bei Schweinen.

Die nachträgliche Entgiftung von mit Deoxynivalenol oder Zearalenon belasteten Futterpartien durch den Zusatz von Adsorbentien (z. B. Tonminerale) oder Enzymen ist wissenschaftlich noch nicht hinreichend belegt.



Unter dem Elektronen-Mikroskop lassen sich gekeimte Konidien von *Fusarium culmorum* und das Hyphenwachstum auf der Deckspelze von Weizen erkennen.

statt, doch sind in den Getreidebeständen selbst an unterschiedlichen Probenahmestellen eines Standortes oder beispielsweise durch Lagerstellen auf dem Feld unterschiedliche Befallsraten möglich. Die Entnahme von repräsentativen Proben ist daher schwierig. Je nach Größe der zu beprobenden Partie sollen zwischen 7 und 40 Einzelproben gezogen und zu ein bis vier Sammelproben vereinigt werden. Die Mindestmenge für eine Sammelprobe beträgt 4 kg (Näheres hierzu: Futtermittel-Probe-

Orientierungswerte für die Belastung von Futtermitteln mit Mykotoxinen. Um ein mögliches Risiko für Menschen und Tiere von vornherein gering zu halten, sollen Orientierungswerte (Übersicht) auf der Basis der Gehalte in der Gesamtration unterschritten werden. Die Werte wurden gemeinsam von mehreren Forschungsinstituten (TU München, FAL Braunschweig, BAFF Kulmbach) erarbeitet und darüber hinaus mit weiteren wissenschaftlichen Kreisen (Carry-over-Arbeitsgruppe des BML, Gesellschaft für Mykotoxinforschung) abgestimmt und mit Rundschreiben vom 29. Juni 2000 des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten den landwirtschaftlichen Organisationen, Verbänden und zuständigen Überwachungsbehörden mitgeteilt.

Zur Beurteilung und Anwendung der Orientierungswerte für DON und ZEA empfiehlt die DLG-Arbeitsgruppe »Mykotoxine« folgendes zu berücksichtigen:

- ▶ Die Orientierungswerte haben zum Ziel, eine Beeinträchtigung der Leistungen und der Gesundheit der Tiere unter üblichen Produktionsbedingungen zu vermeiden.
- ▶ Die Orientierungswerte berücksichtigen keine Langzeiteffekte insbesondere auf die Fruchtbarkeit und das Immunsystem.
- ▶ Die Orientierungswerte sind auf Basis der heute verfügbaren Untersuchungsergebnisse abgeleitet, wobei sowohl natürlich befallenes als auch mit kristallinen Mykotoxinen versetztes Getreide verfüttert wurde.

Literaturhinweise

- Risikofaktoren für die Fusarien-toxinbildung in Futtermitteln und Vermeidungsstrategien bei der Futtermittelherstellung und Fütterung; *Landbau-forschung Völkenrode 2000, Sonderheft 216*
- Pilzgifte im Futter und Getreide vermeiden; *AID-Heft Nr. 1200 (in Vorbereitung)*
- Futter- und Fütterungshygiene im landwirtschaftlichen Betrieb; *DLG-Information 2/1998*

- ▶ Die Orientierungswerte berücksichtigen vor allem die toxischen Wirkungen gegenüber dem Tier, wengleich bei ihrer Herleitung auch lebensmittelhygienische Überlegungen einbezogen wurden.
- ▶ Die einzelnen Orientierungswerte für DON und ZEA berücksichtigen nur teilweise mögliche Wechselwirkungen beim gleichzeitigen Auftreten weiterer Mykotoxine.
- ▶ Als Bezugsgröße für die Festlegung der Orientierungswerte wurde die verfütterte Gesamtration herangezogen; es wird also nicht zwischen Handelsfuttermitteln und wirtschaftseigenen Futtermitteln unterschieden.
- ▶ Bei der Bewertung von Schadensfällen können die Orientierungswerte mit herangezogen werden. Ergänzende Diagnosen sind in die individuelle gründliche Bewertung einzubeziehen.
- ▶ Die Auswirkungen von Fusarien-toxingehalten in Futtermitteln hängen auch vom Allgemeinbefinden und den Haltungsbedingungen der Tiere ab.

Besteht eine Gefahr für den Menschen? Es stellt sich die Frage, ob die Aufnahme der Mykotoxine Deoxynivalenol und Zearalenon über das Futtermittel durch die Tiere eine Gefahr für den Menschen darstellt. Im tierischen Organismus gehen Abbauprodukte von Zearalenon in Gewebe und Organe über. Sie lassen sich zwar in den verschiedenen Geweben und Flüssigkeiten nachweisen, jedoch stellen die messbaren Rückstände nach dem bisherigen Kenntnisstand kein Gesundheitsrisiko dar.

Beim Schwein sind die höchsten Konzentrationen in der Galle messbar, deutlich niedrigere in der Leber und der Muskulatur. Zearalenon ist in der Muskulatur von Schweinen, wenn überhaupt, dann in deutlich niedrigeren Gehalten als im verabreichten Futtermittel vorhanden. Man kann daher davon ausgehen, dass es in der Nahrungskette Getreide – Schwein – Mensch eher zu einer »Abreicherung« der Ausgangsgehalte kommt.

Bei Legehennen wurde zwar im Experiment bei hohen Zulagen an ZEA ein möglicher Übergang von Toxinspuren ins Ei beobachtet, jedoch bedeutet dies ebenfalls kein Gesundheitsrisiko. Auch für einen nennenswerten Übergang von Zearalenon in die Milch gibt es bisher keine Anhaltspunkte.

Für Deoxynivalenol kann generell festgestellt werden, dass es nach einer Aufnahme mit dem Futter nur in geringem Maße in Lebensmittel tierischen Ursprungs übergeht. Die höchsten Deoxynivalenol-Konzentrationen finden sich in der Galle; in der Leber und Muskulatur sind allenfalls Spuren nachweisbar. Auch in der Milch wurden bisher nur Spuren gefunden.

Eine Belastung der Menschen mit diesen Mykotoxinen erfolgt daher im Wesentlichen über pflanzliche, nicht aber über tierische Lebensmittel. Um sie so gering wie möglich zu halten, gelten für Brotgetreide die gleichen Vermeidungsstrategien wie für Futtergetreide. 

DLG-Arbeitsgruppe »Mykotoxine«

Die Mitglieder der Arbeitsgruppe: Prof. Dr. J. Bauer, Freising; Dr. B. Eckstein, Stuttgart; Dr. S. Dänicke, Braunschweig; Prof. Dr. J. Gropp, Leipzig; Prof. Dr. H.D. Meyer, Freising; Dr. A. Obst, München; Prof. Dr. E. Petzinger, Gießen; Dr. W. Richter, Grub; Dr. W. Staudacher, Frankfurt; Dr. O. Weinreich, Bonn; Dr. J. Weiß, Kassel; Dr. J. Wolff, Detmold

Orientierungswerte für Gehalte an Mykotoxinen in Futtermitteln (in mg/kg bei 88 % TM) bei deren Unterschreitung Gesundheit und Leistungsfähigkeit der Tiere nicht beeinträchtigt werden

Tierart bzw. Tierkategorie	Mykotoxin		
	DON	ZEA	
Schwein	präpubertäre weibliche Zuchtschweine	1,0	0,05
	Mastschweine und Zuchtsauen	1,0	0,25
Huhn	Legehennen und Masthühner	5,0	– *
Rind	Kälber (präruminierend)	2,0	0,25
	Weibliche Aufzuchttrinder/Milchkühe	5,0	0,5
	Mastrinder	5,0	– *

* nach derzeitigen Wissensstand sind keine Orientierungswerte erforderlich, da die üblicherweise vorkommenden Gehalte keine Effekte auslösen
Quelle: BML