

Merkblatt

Minderung von Ährenfusariosen
und Mykotoxinen
bei pflugloser Bodenbearbeitung



**Mehrländer-Arbeitsgruppe Mykotoxine
der amtlichen Pflanzenschutzdienste**

Weizen, aber auch Triticale, Durum und Hafer sind durch Fusariumbefall gefährdet. Insbesondere Körnermais gilt hinsichtlich einer möglichen Fusariuminfektion als Risikovorfrucht. Die Beratungsempfehlung, das Maisstroh vor der Getreidebestellung nach vorheriger bestmöglicher Zerkleinerung unterzupflügen, ist im Hinblick auf den Boden- und Erosionsschutz als kritisch einzustufen. Die Landwirtschaft ist hier in einem Zwiespalt, da sie einerseits der gesetzlichen Vorsorgepflicht durch die Einhaltung der Grundsätze der guten fachlichen Praxis und andererseits den in Deutschland sowie in der EU geltenden Verordnungen zu maximalen Mykotoxinsmengen gerecht werden muss¹. Nachfolgend ist die pflanzenbauliche Strategie dargestellt, die es ermöglicht, dass auch bei pflugloser Bodenbearbeitung das Fusariumrisiko vermindert werden kann.

1. Biologie

Ährenfusariosen werden durch verschiedene Pilze der Gattung *Fusarium* verursacht. Dazu gehören u. a. die mykotoxinbildenden Arten *Fusarium graminearum*, *F. culmorum*, *F. avenaceum* und *F. poae*. Der Erreger des Schneeschimmels, *Microdochium nivale* (früher als *Fusarium nivale* bezeichnet) bildet im Übrigen keine Mykotoxine.

Neben Weizen unterliegen insbesondere Durum, Triticale und Hafer einer höheren Infektionsgefährdung. Weniger gefährdet sind Gerste und Roggen. Nicht nur die Mykotoxinbelastung kann die Futter- und Lebensmittelqualität des Erntegutes erheblich vermindern. Erkrankte Partien haben gleichzeitig einen erhöhten Schmachtkornanteil, ein geringeres Tausendkorngewicht sowie niedrigere Fallzahlen und Sedimentationswerte.

2. Schadbild

Etwa 14 – 20 Tage nach der *Fusarium*-Infektion bleichen die betroffenen Ährchen aus. Bei anhaltend feuchtem Wetter sind möglicherweise rötliche Sporenlager auf den Spelzen erkennbar. Später kann sich der Befall in eine bräunlich-violette Verfärbung der Spindel und der Ährchenbasis fortsetzen. Weiße, taube oder ungenügend ausgebildete Getreidekörner sind letztlich die Folge. Diese Ährenerkrankung wird deshalb oft auch als Partielle Weiß- oder Taubährrigkeit des Getreides bezeichnet (Abbildung 1).



Abb. 1: Fusariuminfektion bei Weizen

3. Infektion

Infektionsquellen und Ausbreitung im Bestand sind für die einzelnen Erreger sehr verschieden. Die Infektionen der hauptsächlich vorkommenden Arten *F. culmorum* und *F. graminearum* finden im Stadium der Blüte statt. Temperaturen über 16 °C, zusammentreffend mit länger anhaltender Feuchtigkeit stellen dafür die günstigsten Bedingungen dar. Von der primär infizierten Blüte werden von innen heraus zunächst die Spelzen und danach die weiteren Kornanlagen des Ährchens besiedelt. Dann wächst der Pilz in die Ährenspindel ein, breitet sich von dort in die nach unten angrenzenden Ährchen aus und bringt dabei das befallene Gewebe zum Absterben. Gleichzeitig schnürt der Erreger in Höhe der Primärinfektionen die Leitbahnen ab, die Wasser- und Nährstoffzufuhr wird unterbunden. Die Folge ist eine partielle Ährenwelke, welche sowohl infiziertes wie auch pilzfrees Kümmerkorn enthält.

¹ KIRCHMEIER, H., DEMMEL, M.: Fusariuminfektionen im Winterweizen. Landtechnik 3/2008, S. 150-151

Neben der direkten Ähreninfektion durch die Askosporen, die vornehmlich an den überwinterten Getreide- und Maisstoppeln gebildet werden, kann es unter bestimmten Witterungskonstellationen auch zu Ähreninfektionen durch die Konidiosporen kommen, die durch Regenspritzer von infizierten Blattetagen nach oben in die Ähre getragen werden.

Nach der Ähreninfektion können durch oben genannte *Fusarium*-Arten in den Getreidekörnern giftige Pilzstoffwechselprodukte, sogenannte Mykotoxine, gebildet werden. Von besonderer Bedeutung sind in diesem Zusammenhang die Toxine Deoxynivalenol (DON) und Zearalenon (ZEA). Diese Mykotoxine können sowohl bei Menschen als auch bei Tieren erhebliche gesundheitliche Probleme verursachen. Deshalb gilt für unverarbeiteten Weizen (sogenannte Rohware) bei Verwendung als Lebensmittel ein zulässiger Höchstgehalt von 1.250 µg DON je kg Getreide bzw. 1.750 µg DON je kg unverarbeiteter Hartweizen, Hafer und Mais. Für ZEA wurde eine Höchstmenge von 100 µg/kg Erntegut festgesetzt.

4. Befallsbeeinflussende Faktoren

Die Fusariuminfektion bei Winterweizen, Triticale, Durum und Hafer wird von nachstehend aufgeführten Faktoren beeinflusst. Mit Ausnahme der Witterung können die infektionsbestimmenden Faktoren Fruchtfolge, Sortenwahl, Rotteförderung der Maisreste sowie Fungizideinsatz vom Landwirt fusariumbefallsmindern beeinflusst werden.

4.1 Witterung

Ein sehr wichtiger Einflussfaktor für das Ausmaß einer Fusariuminfektion der Weizenähre ist der Witterungsverlauf ab Mitte Ährenschoben bis zum Ende der Weizenblüte. In Verbindung mit einem langsamen Abblühen oder einem zeitlich auseinandergezogenen Blühverlauf wird das Befallsrisiko noch erhöht. Infektionsbegünstigende Bedingungen bestehen bei wechselfeuchter Witterung, d. h. nach Niederschlägen von mehr als 4 mm (Gewitterregen) bzw. starker Taubildung im Zusammenhang mit Temperaturen von über 16 bis 20 °C sowie bei langer Blattnässedauer in geschützten Tallagen und an Waldrändern. Auf die Witterung hat der Landwirt keinen Einfluss. Die infektionsbestimmenden Faktoren Fruchtfolge, Sortenwahl, rottefördernde Maßnahmen sowie Fungizideinsatz im Infektionszeitraum können jedoch, wie nachfolgend erläutert, wirksam beeinflusst werden.

4.2 Fruchtfolge

Die Fruchtfolgegestaltung ist ein wichtiger, direkt beeinflussbarer Faktor. Besonders die Vorfrucht Mais (Silo- und Körnermais) führt zu einem erhöhten Befallsrisiko. Außerdem haben sich die Vorfrüchte Weizen, Grassamen und Klee gras als befallsfördernd erwiesen, allerdings deutlich geringer als der Mais. Der Verzicht des Anbaus von Winterweizen nach Körner- oder Silomais bzw. Winterweizen stellt die wirksamste Maßnahme im Rahmen der Fruchtfolge dar, um das Befallsrisiko zu senken. Trotz gegebener ökonomischer Rahmenbedingungen sollten alle betrieblichen Möglichkeiten genutzt werden, um über die Gestaltung der Fruchtfolge zu einer Minderung des Befallsrisikos beizutragen. Wird Winterweizen pfluglos nach Mais bzw. Weizen bestellt, müssen in jedem Fall konsequent die nachfolgend aufgeführten Maßnahmen ergriffen werden. Eine Direktsaat von Weizen nach Körnermais sollte grundsätzlich vermieden werden.

4.3 Sortenwahl

Aufgrund unterschiedlicher Anfälligkeit der Sorten kann durch eine wenig anfällige Sorte der Befall mit Fusarium und damit der DON-Gehalt deutlich reduziert werden. Insbesondere nach der Vorfrucht Mais und den weiteren genannten Risikovorfrüchten sollte daher bei konservierender Bodenbearbeitung zur Risikominderung auf den Anbau anfälliger Sorten verzichtet werden. Informationen zur Resistenzsituation bei Winterweizensorten gegenüber Ährenfusarium befinden sich in der Beschreibenden Sortenliste des Bundessortenamtes und auf den Internetseiten der Fachbehörden der Bundesländer.

Das gegenwärtige Resistenzniveau ist allerdings noch nicht ausreichend, um bei starken Befallsbedingungen allein über die Sortenwahl die geforderten niedrigen Mykotoxingehalte zu gewährleisten. Deshalb erfordert der Einsatz wenig anfälliger Sorten als wichtiger Bestandteil der Fusariumbekämpfung bei starken Infektionsbedingungen weitere befallsreduzierende Maßnahmen. In der Regel sind Kurzstrohsorten stärker gefährdet als längere Sorten.

Auch in Triticale sind Sortenunterschiede in der Neigung zur DON-Bildung vorhanden. Diese werden derzeit bei den Bundesbehörden (BSA/JKI) einer genauen Prüfung unterzogen. Ergänzend dazu werden seit einigen Jahren durch die Länderdienststellen der Bundesländer Bayern, Brandenburg, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen spezielle Versuche durchgeführt und in Mecklenburg-Vorpommern statistisch ausgewertet. Informationen zu den Triticalesorten finden sich auf den Internetseiten dieser Einrichtungen.

Grundsätzlich sollten auch auf nach Maisvorfrucht gepflügten Flächen, insbesondere nach Körnermais, wenig anfällige Sorten angebaut werden, da auch bei Pflugeinsatz infektionsauslösende Maisreste an der Bodenoberfläche verbleiben können. Zudem können in Maisfruchtfolgen, bedingt durch eine sehr langsame mikrobielle Zersetzung der Maisrückstände, durch den Pflugeinsatz unverrottete überjährige Maisrückstände an die Bodenoberfläche gepflügt werden.



Abb. 2: Maisstrohzerkleinerung mit Mulcher



Abb. 3: Maisstroh nachträglich zerkleinert mit Mulcher

4.4 Rottefördernde Maßnahmen

Bei konservierender Bodenbearbeitung verbleiben Erntereste auf der Bodenoberfläche mit dem Ziel, den Boden wirksam vor Erosion zu schützen. Dieses Bestellverfahren erhöht allerdings das Infektionsrisiko mit Ährenfusariosen in Winterweizen und Triticale nach Vorfrucht Mais. An der Oberfläche lagernde und kaum verrottete Maisreste sind dafür als Infektionsquelle verantwortlich.

Alle Bestrebungen, Fusariumbefall zu minimieren, sind auf eine möglichst rasche und vollständige Rotte des Maisstrohs auszurichten, wodurch parallel die Masse des Infektionsmaterials bzw. Inokulums vermindert wird. Unterstützt wird dieser Ansatz durch eine Verminderung des anfallenden Maisstrohs um ein bis drei Tonnen durch den Anbau kurzstrohiger Maissorten. Durch den Anbau möglichst frühreifer Maissorten, kombiniert mit einer an realistischen Ertrags-erwartungen ausgerichteten Stickstoffdüngung, die eine raschere Abreife des Maisbestandes ermöglicht, kann bei einer frühen Ernte die Rottephase um entscheidende Tage verlängert werden².

² LÜTKE ENTRUP, N., STEMANN, G.: Der Fusariumgefahr nach dem Maisanbau ackerbaulich begegnen. Mais (2005), Heft 4, S. 118-121

Wird Winterweizen nach Mais angebaut, dann besteht die wichtigste Maßnahme darin, die Masse des Stroh und damit gleichzeitig auch das Erregerpotenzial wirksam im Rahmen der konservierenden Bodenbearbeitung zu vermindern. Dazu sind intensive Rotteprozesse notwendig, die nur dann gelingen, wenn die groben Erntereste den Bodenorganismen durch weitere Bearbeitungsschritte „mundgerecht“ – d. h. stark zerkleinert – vorgesetzt werden.

Die beste Wirkung ist zurzeit in einem ersten Arbeitsschritt durch eine zusätzliche Überfahrt mit einem speziellen Stroh Häcksler bzw. -mulcher zu erzielen (Abb. 2 und 3). Statt üblicher Grünbrachemulcher sollten Geräte mit Gegenschneide oder Kammleiste eingesetzt werden, die ein Zerfasern und Spleißen des Stroh bewirken. Wichtig ist ein geringer Abstand zwischen Schlagwerkzeug und Leiste (ca. 2 – max. 4 mm) und eine angepasste Fahrgeschwindigkeit (ca. 10 km/h), die für einen „Vorstau“ des Materials an der Schlagleiste sorgt³. Das Schlegeln des Maisstrohs führt zu höheren Anteilen an Kleinteilen (Stängellänge kleiner 15 cm) sowie zur Zerfaserung der Stoppeln bis zum Kronwurzelansatz. Die exakte Strohzerkleinerung bewirkt eine enorme Vergrößerung der Oberflächen, an denen sich strohersetzen Mikroorganismen ansiedeln können als Voraussetzung für die rasche Strohrotte.

Hierfür ist in einem zweiten Bearbeitungsschritt durch eine intensive Stroheinmischung (Benetzung des Stroh mit Boden) der enge Kontakt von Erde und Stroh bei gleichzeitig guter Verfügbarkeit von Sauerstoff notwendig. Dies gelingt am besten mit Fräsen oder Zinkenrotoren (allerdings hoher Leistungsbedarf und geringe Schlagkraft) bzw. mit schweren Scheibeneggenkombinationen oder mit der Werkzeugabfolge Grubber/Scheibe⁴. Durch diese Werkzeuge wird die mechanisch zerkleinerte Maisstoppel flach (8 – 10 bis max. 15 cm) in den umsetzungsaktivsten Bodenbereich wirksam eingemischt.

Je kürzer das Stroh, desto besser gelingt die Einmischung als entscheidende Voraussetzung dafür, dass bis zur Blüte des Weizens das Maisstroh weitestgehend verrottet ist. Dadurch wird das Infektionspotenzial durch Askosporenbildung auf unzersetzten Maisrückständen deutlich vermindert. Eine weitere Folge ist, dass, im Sinne der Feldhygiene, der Gefahr einer Konservierung der Maisrückstände innerhalb einer Fruchtfolge wirksam begegnet wird. Viele Versuche zeigen, dass eine Zerkleinerung der Maisrückstände mit einem Mulcher und das halbkrumentiefe Einarbeiten der Maisreste in Fusariumbefallsjahren eine spürbare Verringerung der Toxingehalte im Erntegut der Folgekultur bewirken können. Es handelt sich hierbei um eine zusätzliche Maßnahme, deren Kosten von ca. 20 bis 30 €/ha ihrem Nutzen (= Minderung/Verhinderung der Fusariuminfektion als Grundlage für die Produktion von Qualitätsgetreide) gegenüberzustellen sind.

Die Einmischung der Strohreste in die Krume schafft darüber hinaus eine Saatbettstruktur zur exakten und störungsfreien Bestellung. Die Präzisierung dieser Bearbeitungsschritte einschließlich Saat bewirkt eine Verbesserung des Feldaufganges und der Bestandesentwicklung als Basis für ein effizientes Fungizidmanagement.

Das Einpflügen von Maisresten mindert effizient im Einzeljahr den Infektionsdruck. Da jedoch schon wenige Stängel an der Bodenoberfläche, teilweise durch tiefes Unterpflügen auch überjährig konserviert, bei befallsfördernder Witterung zu einem Fusariumbefall führen können, sind rottefördernde Maßnahmen auch bei Pflugeinsatz unerlässlich.

³ LÜTKE ENTRUP, N., STEMANN, G.: Der Fusariumgefahr nach dem Maisanbau ackerbaulich begegnen. Mais (2005), Heft 4, S. 118-121

⁴ ebenda

4.5 Fungizideinsatz

Die letzte mögliche Maßnahme zur Minderung eines Fusariumbefalls und des Toxingehaltes im Weizenkorn ist der Einsatz von Fungiziden in voller Aufwandmenge zur Weizenblüte vor oder nach Niederschlägen. Zugelassene Präparate (Stand April 2010) sind Osiris, Input, Fandango, Prosaro, Swing Gold, Pronto Plus, Folicur, Caramba, Proline sowie DON-Q. Die Wirkung gegen Fusarium ist i. d. R. unsicher, da die Erfassung des optimalen Behandlungszeitpunktes, der sich nach der Weizenblüte und der Sporenausschüttung des Pilzes richten muss, schwierig ist. Meist stehen für eine Maßnahme mit hohem Behandlungserfolg nur ein bis drei Tage zur Verfügung. Dies macht die sehr hohen Anforderungen an die Bestandesbeobachtung und die Auswertung der Wetterdaten sowie an die Schlagkraft im Bereich Pflanzenschutz deutlich. Viele Versuchsergebnisse zeigen, dass beim Einsatz von Fungiziden zum richtigen Zeitpunkt der Mykotoxingehalt im Erntegut um 50 – 80 % reduziert werden kann.

4.6 Weitere Einflussfaktoren

Fusariumbefall und Mykotoxinbildung werden außerdem durch zeitiges Lager und schlechte Erntebedingungen (Kornfeuchte > 18 %, hohe Luftfeuchtigkeit, Beschädigungen) gefördert. Das bedeutet: Die Witterungsbedingungen nach der Blüte, die zu Lager bzw. zu einer verzögerten nassen Ernteperiode führen, verschärfen dort, wo bereits in der Blüte Infektionen gesetzt wurden, die Situation. Die Weiterentwicklung des Pilzes und die Bildung der Mykotoxine sind dann programmiert. Des Weiteren wird der Einfluss von Fungizidbehandlungen im Blattbereich (Wirkstoffe, Anwendungstermin) diskutiert. Ergebnisse weisen aus, dass sich insbesondere durch den Strobilurineinsatz im Blattbereich auf Schlägen mit Gefährdungspotenzial das Toxinrisiko erhöhen kann, wenn keine gezielte Fusariumbehandlung zur Blüte erfolgt. Auf eine sachgemäße Vorreinigung sowie Lagerhaltung nach der Ernte (Temperaturen, Luftfeuchte etc.) sollte unbedingt geachtet werden.

5. Befallsmindernde Maßnahmen

Die wichtigsten Maßnahmen gegen Ährenfusariosen bei konservierender Bodenbearbeitung zu Weizen, Triticale, Hafer und Durum nach Maisvorfrucht sind:

- Anbau wenig fusariumanfälliger Winterweizen- sowie Triticalesorten.
- Ausnutzung morphologischer Merkmale der Weizensorten, die einer Fusariuminfektion entgegen wirken (Pflanzenlänge, Internodienlänge zwischen Fahnenblatt und Ähre, Ähreninfektion begünstigendes Mikroklima im Ährenbereich durch Begrannung).
- Anbau von Sommergetreide (Anfälligkeit von Hafer beachten!), besser von Blattfrüchten mit intensiver Stoppelbearbeitung bei optimalen Bodenfeuchteverhältnissen nach der Maisernte im Herbst sowie im Frühjahr (Zeitgewinn für die Maisstroh-Rotte und Schutz sowie Stabilisierung des Bodengefüges).
- Förderung der Maisstrohrotte durch intensive Maisstrohzerkleinerung z. B. mit Stroh-häcksler/-mulcher und Einmischung der Ernterückstände auf halbe Krumentiefe (Ziel: Rotteförderung von Maisstroh und damit dauerhafte Beseitigung von Infektionsherden).
- Gefügestabilisierung und Förderung der mikrobiellen Umsetzungsaktivität im Boden durch Integration mehrjähriger Futterpflanzenanbaus oder durch Anbau von Zwischenfrüchten im Fruchtfolgeverlauf in Kombination mit dauerhaft konservierender Bodenbearbeitung.
- Fungizidbehandlung in der Weizenblüte bei Witterungsbedingungen mit hohem Befallsrisiko.

Herausgeber:

Mehrländer-Arbeitsgruppe Mykotoxine
der amtlichen Pflanzenschutzdienste der Bundesländer

Redaktion:

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
Referat Bodenkultur
Dr. Walter Schmidt
Gustav-Kühn-Str. 8, 04159 Leipzig
Telefon: + 49 341 9174-116
Telefax: + 49 341 9174-111
E-Mail: walter.schmidt@smul.sachsen.de

Fotos:

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

Redaktionsschluss:

30.09.2010

Hinweis:

Die Broschüre steht nicht als Printmedium zur Verfügung. Die PDF-Datei ist im Internet unter www.smul.sachsen.de/lfulg verfügbar.