

Fusarien auf Mais: Evaluation der Empfindlichkeit von in der Schweiz angebauten Sorten

Stéphanie Schürch, Agroscope, Institut für Pflanzenbauwissenschaften IPB, 1260 Nyon, Schweiz

Auskünfte: Stéphanie Schürch, E-Mail: stephanie.schuerch@agroscope.admin.ch



Mit *Fusarium graminearum* befallene Maiskolben: Bonitur der Symptome im Rahmen der Studie zur Empfindlichkeit der Maissorten. (Foto: Carole Parodi)

Einleitung

Bei Mais verursachen mehrere Pilzarten der Gattung *Fusarium* die Kolbenfäule. Diese Krankheit führt zu quantitativen und qualitativen Einbussen bei der Ernte von Körnermais. Wenn die infizierten Körner klein und leicht sind, gehen sie beim Dreschen verloren, was Ernteinbussen zur Folge hat. Wenn infizierte Körner genügend gross für die Ernte sind, kontaminieren die von *Fusarium* sp. produzierten Toxine die Ernte und verursachen einen Qualitätsverlust. Diese Toxine haben schwerwiegende gesundheitliche Auswirkungen auf die gefütterten Tiere, wie eine Schwächung des Immunsystems und eine Beeinträchtigung der Fruchtbarkeit. Wie stark diese Wirkungen ausfallen, hängt von der aufgenommenen Toxindosis und der Art des Verdauungssystems ab. Im Rahmen der von swissgranum und Agroscope durchgeführten Analysen werden immer wieder Stichproben aufgedeckt, die einen so hohen Gehalt an Mykotoxinen aufweisen, dass eine Verfütterung an Schweine (die empfindlichste Tierart) nicht ohne Risiken möglich ist.

Die Befallsintensität und das Ausmass der Mykotoxinkontamination werden von verschiedenen Faktoren beeinflusst, die mit Hilfe eines Krankheitsdreiecks dargestellt werden können (Abb. 1). Die klimatischen Bedingungen von der Blüte bis zur Ernte spielen eine entscheidende Rolle. Der bedeutende Einfluss des Klimas wird bestätigt durch die jährlichen Schwankungen der Mykotoxinkontaminationen, wie sie bei den oben genannten Untersuchungen von swissgranum und Agroscope festgestellt werden. Gemäss einer umfassenden Studie des pflanzenbaulichen Instituts Arvalis erhöht eine späte Ernte das Risiko von Kontaminationen (Druesne 2006). Ein Befall mit dem Maiszünsler begünstigt durch die Verletzung von Pflanzengewebe Pilzinfektionen.

Die Kolbenfäule wird nicht durch eine einzige Pilzart verursacht, sondern durch eine breite Vielfalt von Arten (Dorn *et al.* 2009). Ein in der Schweiz während vier Jahren aufgenommenes Inventar ergab die Beteiligung von mindestens 16 *Fusarium*-Arten an Infektionen von Körnermais. *Fusarium graminearum* und *F. verticillioides* sind dabei am häufigsten anzutreffen. Die verschiedenen Fusarien-Arten produzieren ein unterschiedliches Spektrum an Toxinen. So stellt *F. graminearum* hauptsächlich Deoxynivalenol (DON) und Zearalenon (ZEA) her, während *F. verticillioides* Fumonisine (FUM) synthetisiert. Der Befallsdruck wird auch durch die Menge von Infektionsquellen auf der Parzelle selbst oder in deren Umgebung bestimmt. Die Erreger überleben auf Maisstroh, das je nach Zerkleinerungsgrad, Bodenbearbeitung und Häufigkeit von Mais und Weizen in der Fruchtfolge langsamer oder schneller zersetzt wird. Die Stämme von *F. graminearum* können Weizen oder Mais gleichermaßen infizieren.

Der dritte Akteur des Dreiecks ist die Wirtspflanze. Ihre genetischen Voraussetzungen beeinflussen die Resistenz gegenüber Angriffen der Erreger. Die Resistenz gegenüber *F. graminearum* und *F. verticillioides* wird quantitativ vererbt (z.B. Martin *et al.* 2012) und die verschiedenen zu diesem Thema durchgeführten Arbeiten zeigen, dass diese Resistenz ein interessanter Ansatzpunkt bei der Krankheitsbekämpfung ist (Mesterhazy *et al.* 2012). Die Züchter achten sorgfältig auf diese Merkmale und testen ihre Linien und Hybriden entweder in Umgebungen,

welche Infektionen begünstigen, oder durch künstliche Inokulationen. Die Hybride können bezüglich ihrer Empfindlichkeit beträchtliche Unterschiede aufweisen und es wäre empfehlenswert, die resistentesten Hybriden für die kommerzielle Produktion zu verwenden, um das Risiko eines Fusarienbefalls und von Mykotoxinkontaminationen zu beschränken.

In der Schweiz werden die vom Branchenverband für die Produktion von Körnermais empfohlenen Sorten eingehend hinsichtlich verschiedener Kriterien geprüft, darunter Ertrag, Frühreife, Qualität und Resistenz gegenüber bestimmten Krankheiten (Hiltbrunner *et al.* 2015). Bisher war die Kolbenfäule jedoch nicht Gegenstand dieser Prüfung. Das Ziel der vorliegenden Arbeit war es, eine Methode für die künstliche Inokulation zu etablieren, mit der die Resistenz der in der Schweiz vertriebenen Sorten gegenüber der Kolbenfäule reproduzierbar und zuverlässig getestet werden kann.

Natürliche Infektionen sind meistens zu schwach und zu heterogen (besonders hinsichtlich der beteiligten Fusarien-Arten), um die Sortenempfindlichkeit effizient zu prüfen. Es gibt verschiedene Methoden, mit denen ein Erreger mit seinem Wirt in Kontakt gebracht werden kann. In dieser Studie wurden zu Beginn zwei verschiedene Inokulationsmethoden eingesetzt. Bei der ersten Methode wird eine Sporensuspension in den Seidenkanal der blühenden Kolben injiziert. Sie imitiert die natürliche Infektion über die Seiden. Bei der zweiten Methode werden einige Körner im Zentrum des Kolbens mit einer zuvor in eine Sporensuspension getauchten metallischen Spitze verletzt. Sie imitiert auf diese Weise die Verletzung der Körner durch bohrende Insekten wie beispielsweise den Maiszünsler. In einem ersten Schritt wurden die Reproduzierbarkeit der Methode (jährliche Schwankungen) und die Beziehung zwischen sichtbaren Symptomen und dem Mykotoxingehalt untersucht. Im nächsten Schritt wurden die Sorten geprüft, die sich auf der Liste der empfohlenen Sorten befinden oder in diese aufgenommen werden sollen.

Material und Methoden

Erregerstämme und Zubereitung der Inokulum-Suspension

Für die Inokulationen wurden zwölf Einzelsporenstämme von *F. graminearum* und sechs Stämme von *F. verticillioides* ausgewählt, die aus Schweizer Mais isoliert wurden (Tab. 1). Die Stämme wurden anhand ihrer Organe zur Sporenbildung identifiziert. Die Zugehörigkeit zur Art *graminearum* wurde durch die morphologische Untersuchung der Makrokonidien bestätigt, die von Sporodochien stammen, welche auf SNA-Medium

Zusammenfassung

Ein Befall mit Fusarien reduziert Quantität und Qualität der Ernte von Körnermais. Die von diesen pathogenen Pilzen produzierten Mykotoxine stellen eine Gefahr für die Gesundheit der gefütterten Tiere dar. Die Resistenz der angebauten Sorte gegenüber Fusarien ist ein wichtiger Faktor im Hinblick auf die Befallsstärke und den Gehalt an Toxinen und damit auch für eine mögliche Bekämpfungsstrategie. Im Rahmen der hier vorgestellten Arbeiten sollte eine Methode etabliert werden, mit der diese Resistenz evaluiert und die anschliessend zum Prüfen der in der Schweiz angebauten Hybridsorten von Körnermais verwendet werden kann. Durch künstliche Inokulation der Kolben zum Zeitpunkt der Blüte während mindestens drei Versuchsjahren konnten die Sorten nach hoher, mittlerer und geringer Empfindlichkeit eingeteilt werden. Mit dieser Einteilung steht den Maisproduzenten durch die Sortenwahl ein Werkzeug zur Verfügung, mit dem sich das Risiko von Fusarieninfektionen und Mykotoxin-Kontaminationen beschränken lässt.

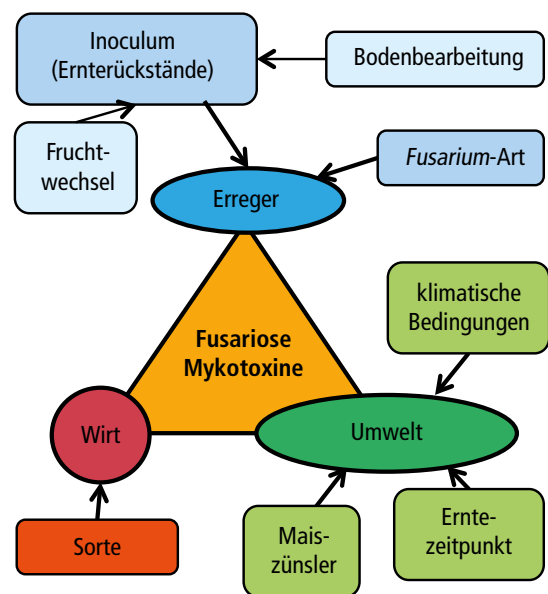


Abb. 1 | Zahlreiche Faktoren können den Befall mit der Kolbenfäule sowie den Mykotoxingehalt von Mais beeinflussen.

Tab. 1 | Für die künstlichen Inokulationen verwendete Stämme von *Fusarium* sp.

Nr.	Art	Mykothek-Nr. ¹	Isolat-Nr.	Wirt	Jahr	Herkunft
1	<i>F. graminearum</i>	1145	127.4	Weizen	1992	Ependes VD
2	<i>F. graminearum</i>	1146	127.5	Weizen	1992	Ependes VD
3	<i>F. graminearum</i>	1147	128.1	Weizen	1992	Ependes VD
4	<i>F. graminearum</i>	1148	128.2	Weizen	1992	Ependes VD
5	<i>F. graminearum</i>	1149	129.4	Weizen	1992	Ependes VD
6	<i>F. graminearum</i>	1150	129.5	Weizen	1992	Ependes VD
7	<i>F. graminearum</i>	1151	71b3	Mais	2005	Baden AG
8	<i>F. graminearum</i>	1152	71b4	Mais	2005	Baden AG
9	<i>F. graminearum</i>	1153	82b2	Mais	2005	Baden AG
10	<i>F. graminearum</i>	1154	82b5	Mais	2005	Baden AG
11	<i>F. graminearum</i>	1155	10a2b3	Mais	2005	Baden AG
12	<i>F. graminearum</i>	1156	10a2b4	Mais	2005	Baden AG
13	<i>F. verticillioides</i>	1159	Fv07I1	Mais	2007	Goumoëns VD
14	<i>F. verticillioides</i>	1160	Fv07J3	Mais	2007	Goumoëns VD
15	<i>F. verticillioides</i>	1157	Fv07G3	Mais	2007	Goumoëns VD
16	<i>F. verticillioides</i>	1158	Fv07E1	Mais	2007	Goumoëns VD
17	<i>F. verticillioides</i>		verti3	Mais	2006	Goumoëns VD
18	<i>F. verticillioides</i>	1135	verti4	Mais	2006	Goumoëns VD

¹Nummer, die dem Stamm in der Datenbank Mycoscope (<http://mycoscope.bcis.ch>) zugeordnet ist.

(Spezieller Nährstoffarmer Agar) mit Filterpapier gebildet wurden, sowie durch Sequenzierung eines Fragments des Gens EF-1 α (O'Donnell *et al.* 1998). Die Virulenz jedes Stamms wurde geprüft durch Inokulation in den Seidenkanal oder in die Körner von im Treibhaus kultivierten Pflanzen der Sorten Aurélia, Birko, Goldenso, LG22.22 und Meribel. Die Stämme wurden bei 4 °C in PDB-Medium (25%ige *Potato Dextrose Broth*) gelagert. Die für die Inokulation erforderlichen Makrokonidien wurden durch Kultivierung der Stämme in flüssigem CMC-Medium (Carboxymethylcellulose) gemäss der Methode nach Cappellini und Peterson (1965) produziert. Die Kulturen wurden während rund sieben Tagen bei 24 °C mit 16 h Licht und 8 h Dunkelheit bei 60–80% Luftfeuchtigkeit unter Rühren inkubiert. Nach Filtrierung durch zwei Tüll-Schichten und Bestimmung der Konzentration mit Wegwerf-Zählkammern, wurde eine Suspension (Mischung der Stämme in identischer Konzentration) in sterilem, destilliertem Wasser mit einer Endkonzentration von 5 x 10⁵ Sporen/ml zubereitet und bis zur Verwendung bei 4 °C aufbewahrt.

Wirt

Die ersten Tests wurden bei einer Zusammenstellung verschiedener häufig angebaute Maissorten durchgeführt. Auf der Grundlage der festgestellten Empfind-

lichkeiten wurden Kontrollsorten ausgewählt. In die Tests wurden bereits in die Sortenliste eingetragene Sorten eingeschlossen, ebenso wie für die Liste vorgesehene Sorten, die das erste Testjahr erfolgreich bewältigt haben. Jede Sorte wurde in zwei Reihen zu 6,7 m mit vier Wiederholungen angepflanzt und es wurde derselbe Anbauplan wie bei den Sortenversuchen angewendet.

Inokulationsverfahren

Für die Seidenkanal-Inokulation (Abb. 2A) wurden 1,5 ml der Sporensuspension fünf bis sieben Tage nach dem Erscheinen der Seide (Stadium der weiblichen Blüte) mit Hilfe einer automatischen Spritze oberhalb der Kolbenspitze in den Seidenkanal injiziert. Die Körner-Inokulation (Abb. 2B) erfolgte zwischen dem wässrigen und dem Beginn des milchigen Stadiums 10 bis 15 Tage nach Erscheinen der Seide. Die inokulierten Pflanzen wurden mit einem roten Plastikband gekennzeichnet. Genau in diesen bestimmten Entwicklungsstadien sind die Unterschiede der Empfindlichkeit zwischen den Hybriden am deutlichsten ausgeprägt. Bei der Reife wurden die Lieschblätter von den Kolben entfernt und das Ausmass der Symptome wurde auf einer von Reid *et al.* (1996) entwickelten Skala von 1 (keine Symptome) bis 7 (76–100% der Kolbenoberfläche betroffen) beurteilt.

Auswertung

Die Unterschiede der Empfindlichkeit nach Sorte wurden durch Varianzanalysen (ANOVA) untersucht, die mit Hilfe von XLSTAT 2014 durchgeführt wurden. Die Sorten wurden zwischen 2008 und 2014 über mindestens drei Jahre geprüft. Um die jährlichen Schwankungen auszugleichen, wurde der durchschnittliche Notenwert jeder Sorte durch den durchschnittlichen Notenwert der beiden Kontrollsorten (Birko und Severo) geteilt. Dieser Indexwert wurde anschliessend mit der Durchschnittsnote der beiden Kontrollen über sieben Jahre multipliziert, woraus sich wieder eine Note auf einer Skala von 1 bis 7 ergab.

Analysen der Mykotoxine

2006, 2008 und 2009 wurden die Kolben gedroschen und die Körner mithilfe einer Labormühle (Cyclotec 1093, Foss, Dänemark) mit einem Sieb von 0,8 mm Maschenweite zu Mehl verarbeitet. Der Gehalt an DON und FUM (nur 2009) des Mehls wurde mit einem Enzymimmunoassay (RIDASCREEN® FAST, R-Biopharm, Deutschland) gemäss den Angaben des Herstellers festgestellt. Der DON- beziehungsweise ZEA-Gehalt wurde für rund 80 Stichproben des Versuchs 2006 nach Extraktion der Toxine mit einer Lösungsmittelmischung (Acetonitril / H₂O, 84/16 v/v) durch HPLC (Gynkotek UVD 3405, Dionex, Schweiz) gemessen.

Resultate und Diskussion

Befallsstärke der Kolbenfäule

Nach der Seidenkanal-Inokulation mit *F. graminearum* war die Befallsstärke der Kolbenfäule signifikant unterschiedlich zwischen den 15 Sorten, die während den Jahren 2008 bis 2010 getestet wurden ($F_{14, 2093} = 56,1$; $p < 0,0001$; Abb. 3). Bei der Körner-Inokulation mit demselben Erreger war die Befallsstärke höher (Abb. 4) und auch hier spielte die Sorte eine signifikante Rolle ($F_{14, 1673} = 46,7$; $p < 0,0001$). Mit derselben Inokulationsmethode ergaben sich dagegen bei der Verwendung des Erregers *F. verticillioides* insgesamt weniger stark ausgeprägte Symptome (Abb. 5). Die Unterschiede zwischen den Sorten waren geringer aber immer noch signifikant ($F_{14, 1597} = 19,4$; $p < 0,0001$). *F. verticillioides* gilt allgemein als weniger aggressiver Erreger verglichen mit *F. graminearum* (z.B. Reid *et al.* 2002). Insgesamt zeigen diese Ergebnisse, dass sich die in der Schweiz angebauten Sorten hinsichtlich ihrer Empfindlichkeit gegenüber der Kolbenfäule deutlich unterscheiden. Der Faktor «Sorte» erklärt einen grossen Teil der beobachteten Variabilität, aber auch die Unterschiede von Jahr zu Jahr waren signifikant. Dies deutet darauf hin, dass trotz der hinsichtlich Datum, Menge und *Fusarium*-Art genau festgelegten Inokulationen die klimatischen Bedingungen eine



Abb. 2 | Inokulation der Maiskolben durch Injektion einer Sporensuspension in den Seidenkanal (A) oder durch Einstechen der Körner mit zuvor in die Sporensuspension getauchten metallischen Spitzen (B). (Foto: Fabio Mascher, Agroscope)

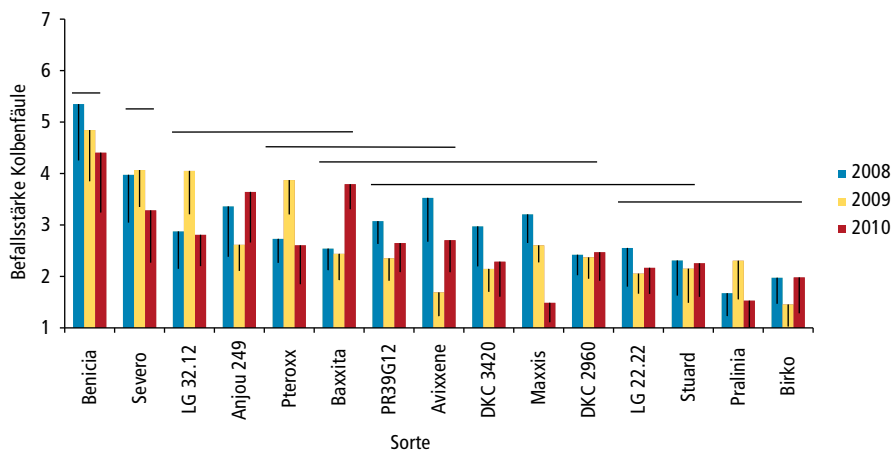


Abb. 3 | Befallsstärke der Kolbenfäule bei 15 Sorten von Körnermais nach Seidenkanal-Inokulation mit *F. graminearum* in den Jahren 2008, 2009 und 2010 (Durchschnitt und Standardfehler; zwischen den unter derselben horizontalen Linie stehenden Durchschnitten bestehen keine signifikanten Unterschiede).

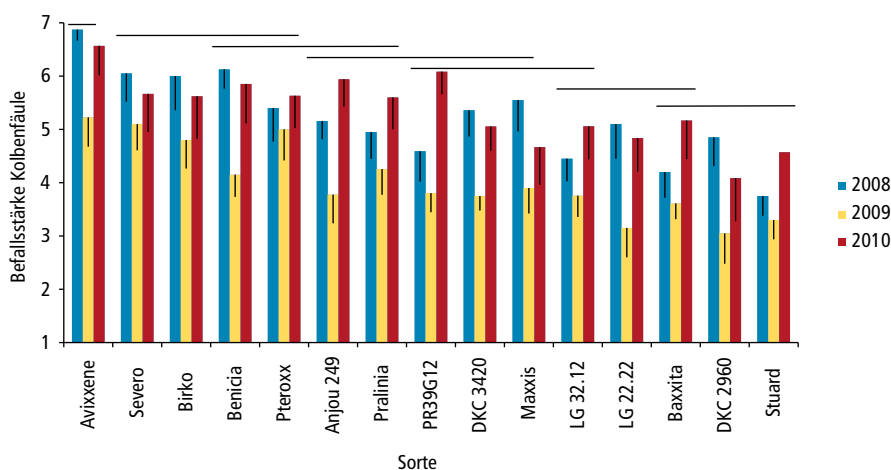


Abb. 4 | Befallsstärke der Kolbenfäule bei 15 Sorten von Körnermais nach Körner-Inokulation mit *F. graminearum* in den Jahren 2008, 2009 und 2010 (Durchschnitt und Standardfehler; zwischen den unter derselben horizontalen Linie stehenden Durchschnitten bestehen keine signifikanten Unterschiede).

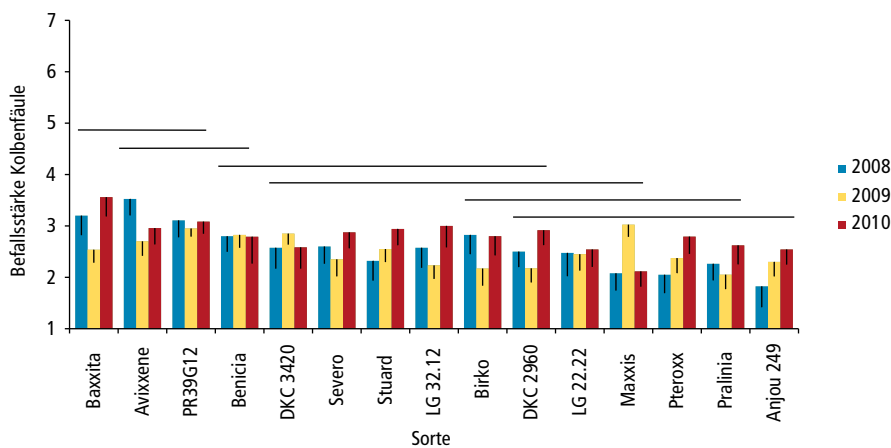


Abb. 5 | Befallsstärke der Kolbenfäule bei 15 Sorten von Körnermais nach Körner-Inokulation mit *F. verticillioides* in den Jahren 2008, 2009 und 2010 (Durchschnitt und Standardfehler; zwischen den unter derselben horizontalen Linie stehenden Durchschnitten bestehen keine signifikanten Unterschiede).

bedeutende Rolle für die Entwicklung des Erregers und für die Sortenresistenz spielen. Aus diesem Grund muss für eine reproduzierbare Evaluation der Empfindlichkeit einer Sorte eine Prüfung während mindestens drei Jahren erfolgen.

Mykotoxine

Der nach den Inokulationen gemessene Gehalt an Mykotoxinen war im Vergleich zu den Mykotoxinkonzentrationen nach natürlichen Infektionen sehr hoch. Die DON-Konzentrationen korrelierten eng mit dem Fusarienbefall (Körner-Inokulation: 2006: $R^2 = 0,54$; 2008: $R^2 = 0,85$; 2009: $R^2 = 0,77$; Seidenkanal-Inokulation: 2006: $R^2 = 0,81$; 2008: $R^2 = 0,78$; 2009: $R^2 = 0,70$; Abb. 6). Bei den mit *F. verticillioides* infizierten Kolben korrelierte der FUM-Gehalt weniger gut mit der Befallsstärke (2009: $R^2 = 0,3$), wahrscheinlich auch, weil die Bandbreite der Symptome enger war als bei den anderen Verfahren. Bei den Inokulationen mit *F. graminearum* ergab sich eine signifikante Korrelation zwischen dem DON- und dem ZEA-Gehalt (Abb. 7). Die festgestellten engen Korrelationen haben gezeigt, dass die Evaluation der Sortenempfindlichkeit auf der Grundlage der an den Kolben sichtbaren Symptome erfolgen kann und keine systematischen Analysen der Mykotoxine erforderlich sind.

Inokulationsmethoden und Evaluationsstrategie

Einige Sorten haben bei der Inokulation mit *F. graminearum* je nach verwendeter Methode stark unterschiedlich reagiert, was auf verschiedene Resistenztypen hindeuten könnte. Bei einer Methode werden die Sporen nur mit den Narbenfäden in Kontakt gebracht (Seidenkanal-Inokulation). Diese Methode ermöglicht es, die Resistenz zu Beginn einer Infektion zu untersuchen. Bei der anderen Methode (Körner-Methode) wird das Gewebe vorgängig verletzt, was eher Rückschlüsse auf die Ausbreitung einer Infektion zulässt. Aufgrund dieser Beobachtungen und da nördlich der Alpen Fusarien-Infektionen der Kolben nach Maiszünsler-Befall dank der biologischen Schädlingsbekämpfung mit Schlupfwespen relativ selten sind, wurde entschieden, für diese Regionen vorgesehene Sorten nur mit Hilfe von Seidenkanal-Inokulationen zu prüfen. Für den Anbau südlich der Alpen angepasste Sorten wurden zusätzlich durch Körner-Inokulation mit *F. verticillioides* getestet, da diese Erreger in dieser Region ebenso wie ein Maiszünsler-Befall häufiger sind. Bei den nach 2010 erhaltenen Ergebnissen liessen sich bei diesen Sorten keine Unterschiede der Empfindlichkeit gegenüber *F. verticillioides* feststellen. Deshalb wurde auf diese Tests vorläufig verzichtet.

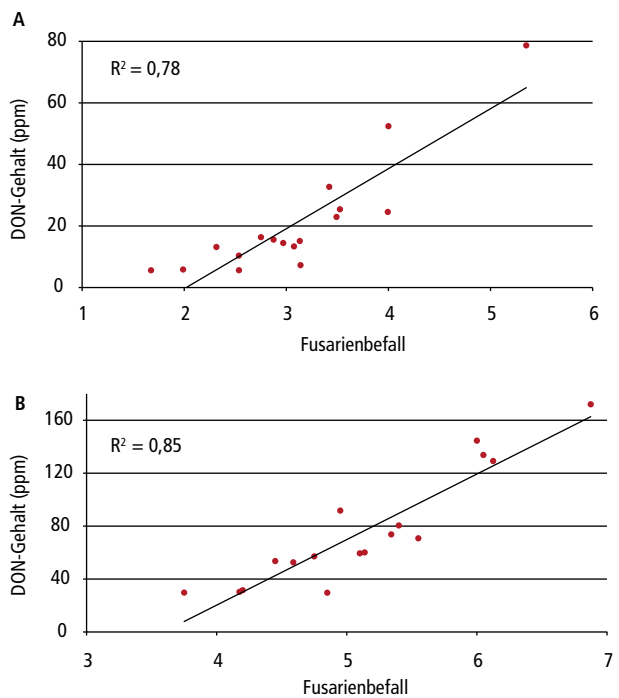


Abb. 6 | Korrelation zwischen der Ausprägung der Symptome der Kolbenfäule (Note) und dem DON-Gehalt der Maiskolben bei 17 Sorten von Körnermais nach Seidenkanal-Inokulation (A) und Körner-Inokulation (B) im Jahr 2008.

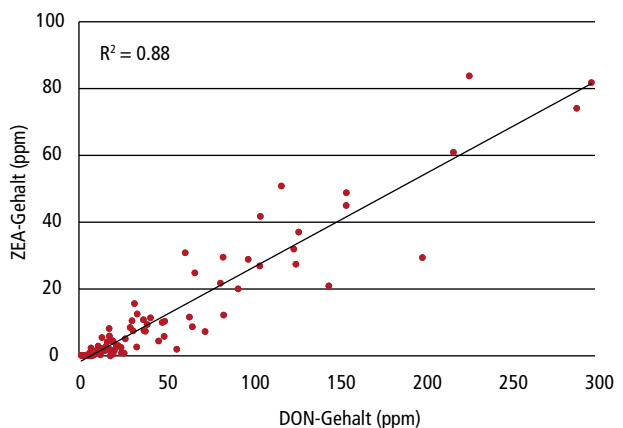


Abb. 7 | Korrelation zwischen dem ZEA-Gehalt und dem DON-Gehalt von 80 Mehlstichproben aus in 2006 künstlich mit *Fusarium graminearum* inokulierten Maiskolben.

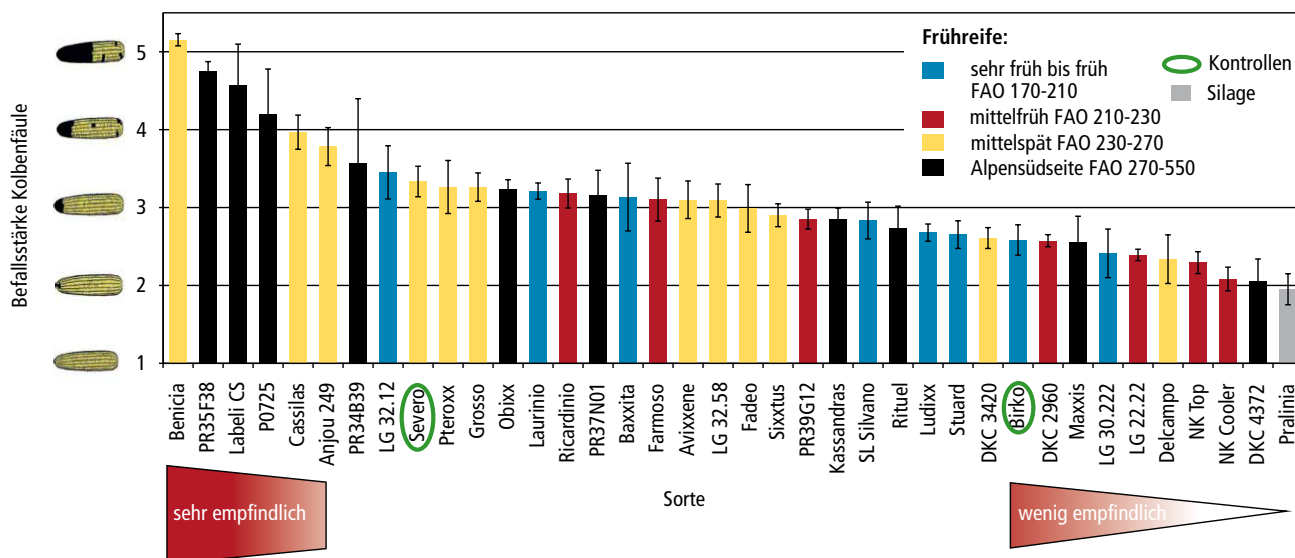


Abb. 8 | Über 3 Jahre gemittelter Befallsstärke im Vergleich zur den Kontrollen (+/- Standardfehler) von Körnermais-Sorten nach Seidenkanal-Inokulation mit *F. graminearum* zwischen 2008 und 2014 (Kolben der Achse aus Reid et al. (1996)).

Für die Seidenkanal-Inokulation mit *F. graminearum* wurden die Sorten Severo und Birko als sehr empfindliche beziehungsweise wenig empfindliche Kontrolle verwendet. Bis 2014 wurde die Empfindlichkeit von 36 Sorten geprüft (Abb. 8). Es lassen sich drei Gruppen unterscheiden: eine Gruppe sehr empfindlicher Sorten mit einer durchschnittlichen Bewertung um 4 (10–25% der Oberfläche des Kolbens betroffen), eine mittlere Gruppe und eine Gruppe wenig empfindlicher Sorten mit einer Bewertung um 2 (1–3% der Oberfläche betroffen). Mit einer leichten Tendenz sind frühe Sorten empfindlicher.

Um den Zusammenhang zwischen der beobachteten Empfindlichkeit nach den Inokulationen und der Empfindlichkeit im Feld gegenüber natürlichen Infektionen zu untersuchen, wurden im Rahmen der Sortenversuche zwischen 2008 und 2014 zahlreiche Bonituren vorgenommen. Da Häufigkeit und Befallsstärke der natürlichen Infektionen zu niedrig waren und zu stark schwankten, konnten die beiden Datensets jedoch nicht verglichen werden.

Schlussfolgerungen

Im Vergleich zu Strohgetreide gibt es bei Mais zahlreiche Sorten, die manchmal nur eine kurze Lebensdauer haben. Da die Prüfung der Empfindlichkeit von Maissorten gegenüber Fusarien-Befall aufwändig ist und mindestens drei Jahre in Anspruch nimmt, ist der schnelle Sortenwechsel eine grosse Herausforderung. So gelangten zwischen 2005 und 2014 nicht weniger als 90 Sorten

in die Testphase. Schlussendlich stehen für 36 Sorten die Daten über drei Jahre zur Verfügung. Die Prüfung der anderen Sorten wurde abgebrochen, entweder weil sie nicht in die Sortenliste aufgenommen oder weil sie in der Zwischenzeit vom Markt zurückgezogen wurden.

Mit der vorliegenden Studie konnte nun aber eine zuverlässige Methode zur Prüfung der Empfindlichkeit gegenüber einem Fusarien-Befall bereitgestellt und gezeigt werden, dass diese sortenspezifische Empfindlichkeit innerhalb der in der Schweiz angebauten Sorten variiert. Die Wahl der Sorte ist deshalb für die Maisproduzenten ein möglicher Ansatzpunkt, um das Risiko von Fusarieninfektionen und Mykotoxin-Kontaminationen zu beschränken. Da auch einer möglichst frühen Ernte eine wichtige Bedeutung zukommt, sollte die gewählte Sorte zu einer ans Anbauggebiet angepassten Reifegruppe gehören. ■

Dank

Die Autorin dankt den zahlreichen Personen, die an diesem Projekt mitgewirkt haben. Sie haben mit ihrer vielfältigen Unterstützung entscheidend zum Gelingen dieser Forschungsarbeit beigetragen.

Riassunto**Fusariosi del mais: valutazione della sensibilità delle varietà coltivate in Svizzera**

La fusariosi del mais fa diminuire la quantità e la qualità del raccolto di semi. Le micotossine prodotte dai patogeni fungini coinvolti minacciano la salute degli animali foraggiati. Uno dei fattori che influenzano la gravità della malattia e il tenore di tossine, e di conseguenza un potenziale strumento di lotta, è il livello di resistenza della varietà coltivata. I lavori qui presentati mirano a sviluppare una metodologia che permetta di valutare questa resistenza e di sfruttarla in seguito per testare gli ibridi di mais da granella coltivati in Svizzera. Un metodo, messo in atto tramite inoculazione artificiale delle spighe al momento della fioritura per almeno tre anni di sperimentazione, ha permesso di identificare delle varietà molto sensibili, poco sensibili e intermedie. Tale classificazione si rivela uno strumento utile per i coltivatori di mais al momento di scegliere la varietà per tenere sotto controllo il rischio di fusariosi e di contaminazione da micotossine.

Literatur

- Cappellini R. A. & Peterson J. L., 1965. Macroconidium formation in submerged cultures by a non-sporulating strain of *Gibberella zeae*. *Mycologia* **57**, 962–966.
- Dorn B., Forrer H. R., Schürch S. & Vogelgsang S., 2009. Fusarium species complex on maize in Switzerland: occurrence, prevalence, impact and mycotoxins in commercial hybrids under natural infection. *European Journal of Plant Pathology* **125** (1), 51–61.
- Druesne C., 2006. Dossier mycotoxines – Les actions de prévention: limiter le cumul des facteurs de risque au champ. *Perspectives agricoles* **324**, 28–35.
- Hiltbrunner J., Buchmann U., Collaud J. F., Pignon P. & Bertossa M., 2015. Liste der empfohlenen Maissorten für die Ernte 2015. *Agrarforschung Schweiz* **6** (2).
- Martin M., Dhillon B. S., Miedaner T. & Melchinger A. E., 2012. Inheritance of resistance to *Gibberella* ear rot and deoxynivalenol contamination in five flint maize crosses. *Plant Breeding* **131** (1), 28–32.

Summary***Fusarium* infection in maize: evaluating the susceptibility of varieties cultivated in Switzerland**

Gibberella and fusarium ear rot of maize reduce grain yield qualitatively and quantitatively. Mycotoxins produced by the fungal pathogens that are responsible of these two diseases are a health threat for the animals fed with contaminated maize. One factor affecting disease severity and mycotoxin content, and therefore a potential management tool, is the susceptibility of the cultivated variety. This study aimed at establishing a methodology to evaluate this resistance level and then use is to test grain maize hybrids grown in Switzerland. A method using artificial inoculation of the ears at female flowering during at least three experimental years allowed to identify very susceptible, less susceptible and intermediate varieties. This ranking is a tool that maize growers may use while choosing a variety to manage the risk of *Gibberella* ear rot and of mycotoxin contamination.

Key words: *Fusarium*, *Zea mays*, ear rot, resistance, mycotoxins.

- Mesterhazy A., Lemmens M. & Reid L. M., 2012. Breeding for resistance to ear rots caused by *Fusarium* spp. in maize – a review. *Plant Breeding* **131** (1), 1–19.
- O'Donnell K., Kistler H. C., Cigelnik E. & Ploetz R. C., 1998. Multiple evolutionary origins of the fungus causing Panama disease of banana: concordant evidence from nuclear and mitochondrial gene genealogies. *Proceedings of the National Academy of Science, USA* **95**, 2044–2049.
- Reid L.M., Hamilton R. I. & Mather D. E., 1996. Screening maize for resistance to *Gibberella* ear rot. In: Technical Bulletin Eastern Cereal and Oilseed Research Centre. Agriculture and Agri-Food Canada
- Reid L. M., Woldemariam T., Zhu X., Stewart D. W. & Schaafsma A. W., 2002. Effect of inoculation time and point of entry on disease severity in *Fusarium graminearum*, *Fusarium verticillioides*, or *Fusarium subglutinans* inoculated maize ears. *Canadian Journal of Plant Pathology* **24**, 162–167.