

Pflanzen

Fusarienbekämpfung mit Fungiziden?

Hans-Rudolf Forrer, Andreas Hecker, Claudia Külling, Philip Kessler, Effi Jenny und Heinz Krebs, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau, Reckenholz (FAL), CH-8046 Zürich

Auskünfte: Hans-Rudolf Forrer, e-mail: hans-rudolf.forrer@fal.admin.ch, Fax +41 (0)1 377 72 01, Tel. +41 (0)1 377 72 30

Mit der Bewilligung der ersten Triazol-Fungizide zu Beginn der 80er Jahre, konnten erstmals fast alle wichtigen Fuss-, Blatt- und Ährenkrankheiten von Weizen einfach und effizient bekämpft werden. Trotz immer besserer Wirkung der Fungizide gelang jedoch bei den echten Fusarien der Durchbruch bis heute nicht. Mit den neuen Strobilurin-Fungiziden wird das Fusarium-Toxinproblem möglicherweise noch verstärkt.

1978 wurde in der Schweiz erstmals ein Fungizid zur Bekämpfung von Septoria- und Fusarium-Ährenkrankheiten in Weizen bewilligt. Frumidor war ein

Strobilurin-Fungizide...

kombiniertes Fungizid mit dem Dithiocarbamatwirkstoff Mancozeb und dem systemischen Benzimidazolderivat (BCM) Methylthiophanat. 1981 wurde in der Schweiz das erste Triazol-Fungizid zugelassen, damit war neu auch eine wirksame Mehltau- und Rostbekämpfung möglich. Zusammen mit den bereits bewilligten systemischen Benzimidazolen und den Kontaktfungiziden konnten erstmals alle wichtigen Weizenkrankheiten einfach und effizient bekämpft werden. Da die Wirkung der zugelassenen Fungizide gegen Ährenfusariosen in der Praxis nicht überzeugte, wurden 1989 alle Bewilligungen zur Bekämpfung von Ährenfusarien zurückgezogen. Dabei wurde kein Unterschied zwischen echten Fusarien

und dem damals noch als *Fusarium nivale* bezeichneten *Microdochium nivale* gemacht. Neben den Praxisbeobachtungen basierte der Rückzug der Bewilligungen auch auf der verbreiteten Resistenz von *M. nivale* gegenüber Benzimidazol-Fungiziden (Forrer 1987).

Fungizidwirkung gegen *Microdochium* und echte Fusarien

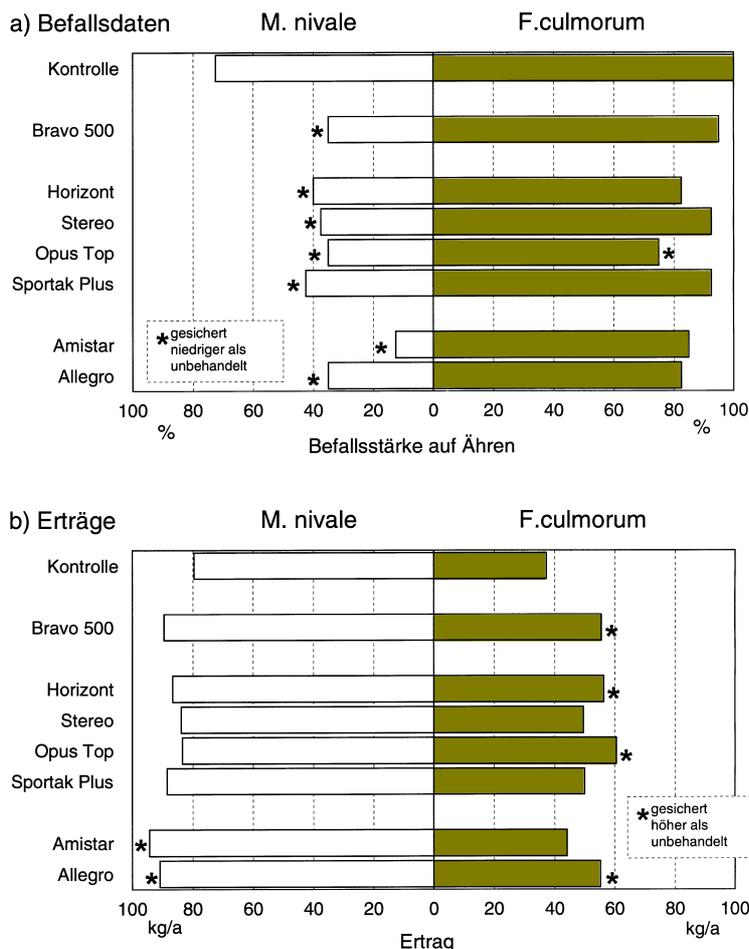
In Feldversuchen an der FAL wurde die Wirkung von neuen Fungiziden gegen *Fusarium spp.* und *Microdochium* weiter überprüft. Erstmals miteinbezogen wurden 1996 auch Strobilurin-fungizide in einem Versuch mit künstlicher *F. culmorum* und *M. nivale*-Infektion auf der Triticale-Sorte Méridal. Die Infektion erfolgte am Ende des Ährenschiebens (DC 59) mit Konidien-suspensionen: für *F. culmorum* mit Dichten von $6,3 \times 10^6$ Konidien/ml und für *M. nivale* mit $9,9 \times 10^6$ Konidien/ml. Zum Einsatz gelangten Bravo 500 (Wirkstoff: Chlorothalonil), das Azolfungizid Horizont (Tebuconazol), die mit einem Azolwirkstoff kombinierten Fungizide Stereo (Propiconazol & Cyprodinil), Opus Top (Epoconazol & Fenpropimorph) und Sportak Plus (Fluquinconazol & Prochloraz), das Strobilurin-fungizid Amistar (Azoxytrobilin) sowie Allegro mit den Strobilurin- und Azolwirkstoffen Kresoxim-methyl und Epoconazol. Die Fungizide wurden zwei Tage nach der Infektion appliziert.



Grosse Unterschiede zwischen *M. nivale* und *F. culmorum*

Im unbehandelten, aber infizierten *M. nivale*-Kontrollverfahren wurde auf den Ähren eine mittlere Befallsstärke von 73 % bonitiert. Mit den Fungizidbehandlungen haben wir Befallsstärken zwischen 43 % und 12 % gemessen. Dies entspricht Wirkungsgraden von 41 bis 83 Prozent, wobei die beste Wirkung und der höchste Ertrag (94,3 kg/a) mit Amistar erreicht wurden. Im unbehandelten Kontrollverfahren wurde ein Ertrag von 79,6 kg/a registriert (Abb. 1).

F. culmorum verursachte im Kontrollverfahren einen Befall von 100 % auf der Ähre. Mit den Fungiziden wurde dieser massive Befall um 5 bis 25 % reduziert. Eine gesicherte Wirkung wurde nur mit Opus Top erzielt (Abb. 1a). Der hohe Befall mit *F. culmorum* verringerte die Erträge enorm: Die Verluste waren mehr als doppelt so gross wie bei *M. nivale*. Unter sehr niedrigem Ertragsniveau wurden mit vier Fungiziden gesichert höhere Erträge als bei unbehandelt erzielt (Abb. 1b). Mit Amistar, Sportak Plus und Stereo war weder beim Befall noch beim Ertrag eine gesicherte Wirkung ersichtlich.



Die Versuchsdaten machen deutlich, dass *M. nivale* und *F. culmorum* nicht nahe verwandt sind: *M. nivale* wurde mit Amistar gut bekämpft, *F. culmorum* dagegen nicht.

Prüfung von Fungiziden auf den DON-Gehalt von Weizen

In Versuchen mit Sommer- und Winterweizen klärten wir die Wirkung von Fungiziden gegen

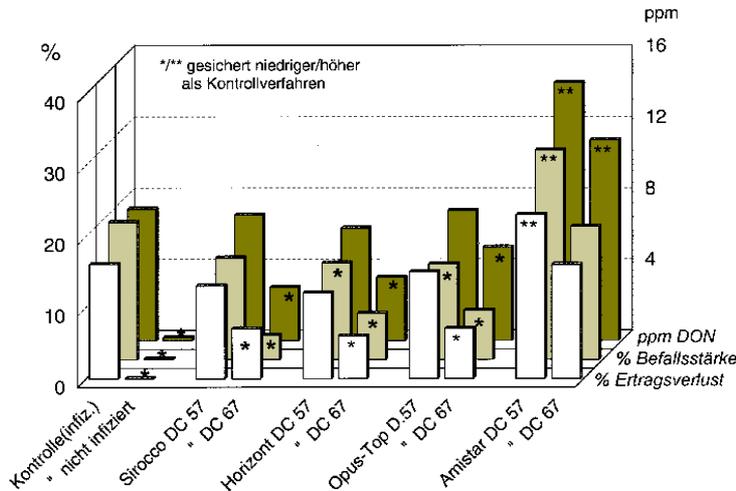
Tab. 1. Fungizide, Wirkstoffe und offizielle Einsatztermine der 1998 und 1999 geprüften Fungizide (SW= Sommerweizen, WW=Winterweizen)

Handelsname	Wirkstoffe und Wirkstoffgehalt	Aufwandmenge	Einsatz-Stadium*	Abklärung der Wirkung gegen Fusarium im Versuch
Horizont	Tebuconazol 250g/l	1 l/ha	32-61	WW98, WW99, SW99
Sirocco	Metconazol 60g/l	1,5 l/ha	32-61	WW98
Opus Top	Epoxiconazole 250g/l	1-1,5 l/ha	31-61	WW98
	Fenpropimorph 84g/l	l/ha		
Amistar	Azoxystrobin 250g/l	1 l/ha	30-61	WW98, WW99, SW99
Dexter & Agora	Trifloxystrobin 188g/l	1 l/ha	30-61	WW99, SW99
	Cyproconazol 80 g/l			
Flint**	Trifloxystrobin 50%	375 g/ha	-	WW99, SW99

* max. Einsatzbereich in Weizen gemäss Verzeichnis Pflanzenbehandlungsmittel

** nicht zugelassen in Getreide

Abb. 2. Beziehung zwischen den Befalls-, Ertrags- und Qualitätsfaktoren des *Fusarium*-Winterweizenversuchs Ellighausen 1998 (dargestellt sind die Mittelwerte der drei Sorten Arina Runal und Terza).



höhere DON-Gehalte und ein um 44 % höherer Ertragsverlust (DC 57) als beim Kontrollverfahren gemessen (Abb. 2).

1999: Keine Befallsförderung durch Strobilurine, aber ...

Ziel war die Überprüfung der 1998 mit Amistar beobachteten Wirkung: Das Strobilurin verursachte im Vergleich zur infizierten Kontrolle einen deutlich höheren *F.-culmorum*-Befall auf der Ähre, höhere Ertragsverluste und bis doppelt so hohe DON-Belastungen des Erntegutes.

den *F.-culmorum*-Befall auf Weizenähren, auf den Ertrag und den Deoxynivalenol (DON)-Gehalt ab. Die Fungizide wurden zu verschiedenen Zeitpunkten eingesetzt. Wir verwendeten zwei oder drei Weizensorten mit unterschiedlicher Fusarium-Anfälligkeit.

Zum Zeitpunkt der Blüte (DC 61-65) wurden die Versuchspartzen mit *F.-culmorum*-Sporensuspensionen behandelt (1-2 Applikationen zu 3,3 l/a, 3-10x10⁵ Sporen/ml). Zum Einsatz gelangten Azol-Fungizide sowie Strobilurine (Tab. 1). Mit Ausnahme von Flint sind diese Produkte in Weizen zur Bekämpfung von Blattkrankheiten und der Spelzenbräune zugelassen. Flint enthält neben dem Strobilurinwirkstoff Trifloxystrobin keinen anderen fungiziden Wirkstoff und ermöglicht wie Amistar (Azoxytrobin) strobilurinspezifische Abklärungen. Die Fungizide wurden ab dem Fahnenblattstadium (DC 39) bis kurz vor oder nach der künstlichen Infektion eingesetzt. Ab dem Stadium der Milchreife (DC 75) wurde der Fusariumbefall auf der Ähre bonitiert. Wir bestimmten den Ertrag, das Tausendkorngewicht (TKG) sowie den DON-Gehalt (Diagnostix

EZ-Quant DON Plate Kit) der Körner.

1998: Mehr Fusarium und DON mit Strobilurin-Fungiziden!

1998 wurden im Feldversuch die drei unterschiedlich anfälligen Winterweizensorten Arina (gering), Runal (mittel) und Terza (mittel) verwendet (Weilermann *et al.* 1999). Die Bonitur zur Teigreife (DC 85) zeigte im infizierten Kontrollverfahren einen geringen Befall für Arina, einen mittleren für Runal und einen hohen für Terza. Die Azol-Fungizide Horizont, Sirocco und Opus-Top, appliziert im Stadium 57-59 (6 Tage vor der künstlichen Infektion), reduzierten den Fusariumbefall nicht oder nur schwach. Erstaunlicherweise wurde mit dem Strobilurinfungizid Amistar sowohl bei Runal als auch bei Terza der *F.-culmorum*-Befall signifikant erhöht. Mit Behandlungen 5 Tage (DC 67) nach der Infektion wurden mit den Azol-Fungiziden der Fusariumbefall auf den Ähren um 71 %, der Ertragsverlust um 58 % und der DON-Gehalt der Körner um 47 % reduziert (%-Mittelwerte der drei Sorten). Mit Amistar-Behandlungen zu DC 57 und 67 wurden im Mittel um 95 % beziehungsweise 50 %

Wir prüften daher zusätzlich die Fungizide Flint und Dexter (zweiter Handelsname Agora) mit dem Strobilurin Trifloxystrobin (Tab. 1). Die Prüfung erfolgte mit den auf Fusarien mittel anfälligen Winterweizensorten Runal und Terza, sowie den mittel bis mittel-stark anfälligen Sommerweizensorten Balmi und Greina. Die Fungizide wurden zwischen dem Fahnenblattstadium (DC 39) und dem Beginn (DC 63-65, Runal & Terza) beziehungsweise dem Ende der Blüte (DC 67-69, Balmi & Greina) appliziert. 1999 beobachteten wir bei keiner der vier Weizensorten und in keinem Verfahren einen höheren Befall oder geringere Erträge als im nicht infizierten Kontrollverfahren. Im Gegensatz zu 1998 wurde nicht nur mit Horizont, sondern auch mit Amistar eine befallshemmende Wirkung beobachtet. Gleiches stellten wir mit den trifloxystrobinhaltigen Fungiziden Flint und Dexter fest. Der Fusarien-Befall auf den Ähren war zudem bei Runal und Terza genau gleich hoch. Bei Runal resultierte daraus ein um 61 % geringerer Ertrag (von 62 kg/a auf 24 kg/a) und bei Terza ein Minderertrag von 49 % (von 55 kg/a auf 28 kg/a). Im Gegensatz zu 1998 wirkten sich neben dem Azol-Fungizid Horizont auch einzelne Strobilurinbe-

handlungen positiv auf den Ertrag aus. Das Beispiel mit Runal (Abb. 3) zeigt aber deutlich, dass zwischen den beiden Fungizidgruppen grosse Wirkungsunterschiede vorhanden sind: Der Fungizideinsatz zu DC 63 hatte mit Horizont (53 kg/a) eine viel grössere Wirkung auf den Ertrag als mit Amistar (31 kg/a). Bei den Sorten Terza, Greina und Balmi beeinflussten Horizont und die Strobilurine den Befall und den Ertrag ähnlich wie bei Runal.

...dennoch teilweise erhöhte Mykotoxin-Gehalte

Die DON-Gehalte von Runal waren mit Ausnahme der Behandlungen mit Horizont (DC 63) und Dexter (DC 57) in allen Verfahren gleich hoch wie jene des infizierten Kontrollverfahrens (Abb. 3). Während mit Amistar zu DC 63, wie im Kontrollverfahren, über 100 ppm DON gemessen wurden, reduzierte Horizont den DON-Gehalt auf 45 ppm.

Die Sommerweizensorten Greina und Balmi reagierten ähnlich auf die Fungizidbehandlungen. Mit Horizont wurden DON-Minderungen bis 75 %, mit dem Strobilurin Flint bis 35 % beobachtet. Mit Amistar und Dexter gab es keine gesicherte Wirkung auf den DON-Gehalt. Wie 1998 wurden bei Terza mit Strobilurinbehandlungen höhere DON-Gehalte als in der Kontrolle gemessen. Dieser Effekt war mit Amistar, mit Flint und Dexter (DC 51 und 59) gesichert.

Diskussion und Folgerung

Echte Fusarien verursachten in unseren Versuchen erheblich höhere Ertragsverluste als *M. nivale*. Die Wirkung der Fungizide gegenüber Fusarien und *M. nivale* ist unterschiedlich, meist ist der Wirkungsgrad gegenüber *M. nivale* deutlich besser. In der

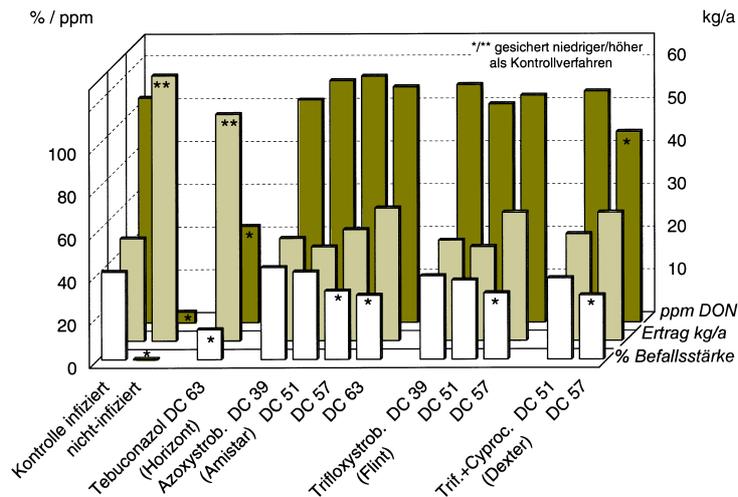


Abb. 3. Einfluss unterschiedlicher Applikationszeitpunkte von Azol- und Strobilurin-fungiziden auf *Fusarium*-Ährenbefall, den Ertrag und den DON-Gehalt der Winterweizensorte Runal. Feldversuch mit künstlichen *F.-culmorum*-Infektionen zu DC 63, Ellighausen 1999.

Zulassungsprüfung sollte daher die Leistung der Fungizide gesondert beurteilt werden (Frahm 1999). Mit Azol-Fungiziden wie Horizont (Tebuconazol), Sirocco (Metconazol) und Opus Top (Epoconazol und Fenpropimorph) erzielten wir ansprechende Befalls- und Toxinminderungen bis 70 %. Über ähnliche Resultate berichten auch Obst *et al.* (1997). Befriedigende bis gute Wirkungen sind jedoch nur möglich, wenn die Produkte gezielt zwischen Ende Ähren-

schieben und Ende Blüte kurz vor oder nach *Fusarium*-Infektionsperioden angewendet werden. Hierzu müssten aber die Fungizid-Einsatztermine angepasst und Systeme zur Prognose von Infektionsperioden entwickelt und geprüft werden.

Mit Strobilurinen stellten wir in Einzelfällen leichte DON-Minderungen (max. 30 %) fest. Meist blieb der DON-Gehalt jedoch gleich hoch wie im Kontrollverfahren. Auch Obst *et al.*



...können Fusarien- und Mykotoxinprobleme verstärken...

... und wegen dem «Greening»-Effekt zu Ernteverzögerungen beitragen.



(1997) berichten von einem Versuch, bei dem mit Strobilurin-fungiziden zwar der sichtbare Fusarium-Befall, nicht aber der Toxingehalt, reduziert wurde. Im Gegensatz zu den bisher vorliegenden Berichten beobachteten wir in über einem Drittel der Fälle auch starke DON-Erhöhungen nach Strobilurin-Behandlungen (Abb. 2). Wir kennen die Gründe für die unterschiedlichen Reaktionen nicht. Sie dürften durch die Witterung, die Sorte, den Fungizidwirkstoff, die Infektions- und Fungizidapplikationszeitpunkte beziehungsweise durch Interaktionen dieser Faktoren bestimmt sein. Zurzeit haben wir nur Vermutungen und keine Beweise, wieso Strobilurin-fungizide den DON-Gehalt und sogar den Fusariumbefall erhöhen können. Ein wesentlicher Grund könnte der sogenannte «Greening»-Effekt der Strobilurine sein. Dieser kann bewirken, dass das Absterben der Halme und Blätter hinausgezögert wird und das Stroh zur

Ernte nicht abreift. 1998 wurden in Nordwestdeutschland Ährenfusarium-Befälle in bisher nicht bekanntem Ausmass beobachtet: Viele Bestände reiften nicht ab und bildeten nur Kümmerkorn. Die Schuld an der Misere wurde häufig den Strobilurinen zugewiesen, weshalb viele Landwirte und Landwirtinnen künftig auf Strobilurine verzichten wollen (Frahm 1999). Die verzögerte Abreife könnte ein Hauptgrund für die hohen DON-Gehalte nach Strobilurin-Einsatz sein: erst bei Feuchtegehalten unter 16 % wird in Fusarium-infizierten Weizenkörnern die Mykotoxin-Produktion gestoppt. Strobilurine beeinträchtigen zudem saprophytische Pilze, die eine antagonistische Wirkung auf Fusarien haben und damit den Befall auf natürliche Art begrenzen (Liggitt *et al.* 1997).

Hier nicht veröffentlichte Daten von 1998 belegen, dass nach Strobilurinbehandlungen auch unter natürlichen Infektionsbe-

dingungen markante Fusarium-Befallszunahmen und erhöhte DON-Kontaminationen auftreten können. Wie oft derartige Probleme in der Praxis vorkommen, ist uns zurzeit nicht bekannt. Zu prüfen wäre auch welchen Einfluss andere, hier nicht geprüfte Strobilurine und Kombinationen mit andern Fungiziden auf Fusarien beziehungsweise DON haben.

Trotz dieser Wissenslücken sind wir überzeugt, dass die Einsatzstrategie mit Strobilurin-Fungiziden überdacht werden muss. Wir raten in risikoreichen Situationen, zum Beispiel Mais in der Vorfrucht und nicht wendende Bodenbearbeitung, keine Strobilurine zu verwenden, dafür aber möglichst wenig anfällige Weizensorten wie Arina, Titlis und Danis anzubauen.

Literatur

- Forrer H.R., 1987. Mit den heute verfügbaren Fungiziden Resistenzen vermeiden - Präparate abwechseln. *UFA-Revue* **5**, 25-28.
- Frahm J., 1999. Müssen wir beim Fungizid-Management umdenken? *Top Agrar* **1**, 48-55.
- Kröcher C., 1999. Welche Ertragswirkung haben Strobis? *DLG-Mitteilungen* **4**, 52-54.
- Liggitt J., Jenkinson P. and Parry D.W., 1997. The role of saprophytic microflora in the development of Fusarium ear blight of winter wheat caused by *Fusarium culmorum*. *Crop protection* **16**(7), 679-685
- Obst A., Lepschy J. und Beck B., 1997. Ährenfusariosen nicht unterschätzen. *Top Agrar* **5**, 48-54.
- Weilenmann F., Anders M., Winzeler M., Schachermayr G., Menzi H., Streckeisen P., Saurer W. und Reust W., 1999. Nationaler Sortenkatalog 1999, *Agrarforschung* **6** (6), I-XII.

RÉSUMÉ

Effets de fongicides sur les fusarioses du blé

Dans des essais de blé en plein champ avec des infections artificielles de *Fusarium culmorum* pendant la floraison (DC 63-65), l'efficacité de fongicides à base d'azoles et de strobilurines a été comparée. En 1998 les fongicides ont été appliqués sur trois variétés de blé d'automne aux stades DC 57 et 67. En moyenne, l'application des fongicides triazoles en DC 57 et en DC 67 a réduit le taux d'infection sur l'épi de 29 % et 71 % et les pertes de rendement de 17 % et 58 %. Les contaminations avec la mycotoxine déoxynivalénol (DON) ont été réduites de 9 % et 47 %. Par contre, le fongicide à base de strobilurines a augmenté la sévérité des attaques de 50 % et a provoqué des pertes de rendement de 43 % (DC 57). Dans les grains de blé, la contamination DON a été augmentée de 50 % (DC 67) et 95 % (DC 57).

En 1999, nous avons mesuré dans un cas sur quatre seulement des contaminations DON élevées après l'application des strobilurines. Contrairement à 1998, nous avons constaté une diminution des attaques par les fusarioses et des pertes de rendement avec les strobilurines. Néanmoins, ces effets étaient beaucoup plus faibles qu'avec des fongicides à base de triazole. Dans des situations à risque de fusarioses - comme blé après maïs et semis direct - nous proposons d'utiliser des variétés peu sensibles et de ne pas utiliser des strobilurines.

SUMMARY

Effect of fungicides on fusaria of wheat

In 1998 and 1999 the influence of azole and strobilurine fungicides on wheat head blight was investigated. Artificial infections with *Fusarium culmorum* applied in growth stage (GS) 63-65 on wheat, assured the head blight infections. In 1998 the fungicides were applied on three different cultivars in GS 57 and GS 67. Applications with azole fungicides in GS 57 and GS 67 reduced the fusarium head scab by 29 % and 71 % and the deoxynivalenol (DON) content in the wheat grains by 9% respectively 47%. Strobilurine applications didn't reduce the head scab severity in GS 67, but enhanced it by 50 % in GS 57. Moreover, these treatments provoked a DON increase of 50 % (GS 67) and 95 % (GS 57) and yield losses equal or 43 % higher than those of the untreated control. In 1999, only in one case out of four, we observed higher amounts of DON in wheat grains after the application of strobilurine fungicides. In contrary to 1998, a slight reduction of the head scab severity and of yield losses was observed with strobilurine fungicides. This effect was much lower than with azole fungicides and in most cases no reduction of DON was observed when strobilurines were applied. To prevent high DON contamination in wheat, we recommend to omit the use of strobilurine fungicides in fusarium risk situation, as corn in the preceding culture and no tillage soil management.

Key words: *Fusarium culmorum*, *Microdochium nivale*, fungicides, wheat