

# Schneeschimmelpilz: Fungizid-Resistenzprüfung

Walter WINTER, Heinz KREBS und Irene BÄNZIGER, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau, Reckenholz (FAL), CH-8046 Zürich

**Resistenzprobleme gegenüber Schneeschimmelpilz (*Gerlachia nivalis*) sind bei der Gruppe der benzimidazol(MBC)-haltigen Beizmittel im Ausland seit 1979 vorhanden. Der Anteil von resistenten MBC-Isolaten nahm beim untersuchten Weizensaatgut gesamtschweizerisch von 1981 bis 1988 zu. Dieser Anteil stabilisierte sich bis 1993 auf einem hohen Niveau. Die 1994 und 1995 untersuchten Pilzisolat aus den östlichen Landesteilen wiesen im Vergleich zu 1993 einen geringeren Resistenzwert auf. Wirkstoffe aus der Gruppe der Triazole, Imidazole, Guanidine und der Phenylpyrrole bekämpften MBC-resistente und MBC-sensitive Isolate vollständig.**

Saatgut, das stark mit dem Schneeschimmelpilz *Gerlachia nivalis* (Synonym *Fusarium nivale*) infiziert ist, kann zu erheblichen Auflaufschäden führen. In der Schweiz befällt dieser Pilz besonders die Körner von Roggen, Triticale, Winterweizen und Wintergerste. Auch das im Boden vorhandene Inokulum kann, nach länger anhaltender Schneedecke, zu dem bekannten Schneeschimmelbefall der Pflanzen und zu Auswinterungsschäden führen. Eine gezielte Bekämpfung der *G. nivalis*-Infektion mit wirksamen Saatgut-Beizpräparaten oder mit anderen physika-

lischen oder biologischen Verfahren ist daher wichtig.

Bei den benzimidazol(MBC)-haltigen Beizmitteln sind im Ausland Wirkungsverluste durch resistente Schneeschimmelpilzstämme bekannt (Radtko 1983). Um sicherzustellen, dass nur wirksame Beizmittel auf den Markt gelangen, wird seit 1981 eine Resistenz-Überwachung von *G. nivalis* durchgeführt (Winter und Krebs 1991). Dabei werden die Zulassungen für neue und alte Beizmittel ebenfalls laufend überprüft. Über den aktuellen Stand der Untersuchungen wird im folgenden berichtet.

## Resistenzuntersuchungen...

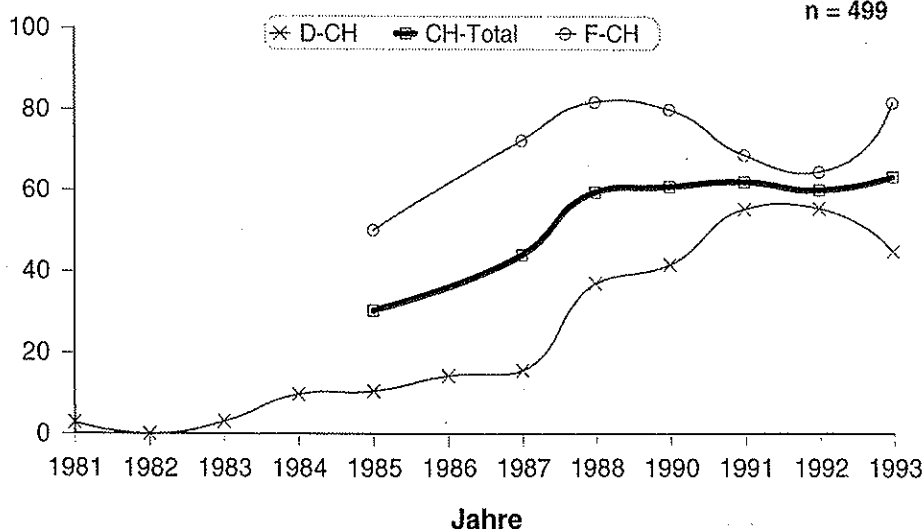
Die *Gerlachia nivalis*-Stämme wurden von schweizerischen Getreide-Saatgutmustern isoliert. Die Anzahl geprüfte Isolate pro Jahr betrug 50 bis 190. Da 1989 zu wenig *G. nivalis*-Stämme gewonnen werden konnten, werden diese Resultate nicht aufgeführt. Die Sensitivitätstests gegenüber MBC-, Triazol- und Imidazol-Reinwirkstoffen und Beizmitteln erfolgten in einem Agar-Plattentest nach Hartke und Buchenauer (1984). Die Agarplatten wurden mit *G. nivalis* beimpft und bei 20°C und Dunkelheit inkubiert. Nach fünf Tagen erfolgte die Auswertung durch Messung des Myzelwachstums. Isolate, deren radiales Wachstum im Vergleich zu den fungizidfreien Agarplatten nicht um mindestens 50 % gehemmt wurde, wurden als resistent beurteilt.

## ... mit MBC-Reinwirkstoffen

Geprüft wurden Carbendazim, Benomyl, Thiabendazol und Fuberidazol in den molaren Konzentrationen von 19,1, 29,0, 20,1 und 18,4 ppm.

Gesamtschweizerisch nahm der Anteil MBC-resistenter Isolate (Resistenzgrad) bei Winterweizen von 1985 (30 %) bis 1988 (60 %) zu. Von 1988 bis 1993 stabilisierte sich dieser Anteil bei ca. 60 % (Abb. 1). Der Resistenzgrad lag 1993 bei den Isolaten aus den westlichen Landesteilen über diesem Wert (80 %), bei jenen der östlichen Landesteile unter diesem Wert (44 %). Während der Jahre 1994 und 1995 wurden weitere 116 Isolate von Sommer- und Winterweizensaatgut aus den zentralen und östlichen Landesteilen untersucht. Diese wiesen einen durchschnittlichen Resistenzgrad von 33 % auf. Aus Abbildung 1 geht auch hervor, dass innerhalb von 11 Jahren bei den Winterweizen-Isolaten aus der Deutschschweiz ein Anstieg der MBC-resistenten Isolate von 2,8 % (1981) bis 54 % (1991) erfolgte.

## Resistenzanteil in %



**Abb. 1.** Anteil MBC-resistenter *Gerlachia nivalis*-Isolate von Weizen-Saatgutmustern. Bei Winterweizen nahm gesamtschweizerisch in den Jahren 1985 bis 1988 der Anteil von 30 bis 60 % zu. Danach stabilisierte sich dieser Anteil bis 1993 bei 60 %. Aus zusätzlichen Untersuchungen bei Sommer- und Winterweizen in der Periode 1994 bis 1995 geht hervor, dass sich in der Deutschschweiz der Anteil resistenter Isolate auf 33 % reduziert hat. Legende: D-CH = Deutschschweiz, F-CH = Westschweiz, CH = Ganze Schweiz; n = Anzahl untersuchter Isolate. 1989 konnten keine Isolate gewonnen werden.

Bei Sommerweizen ist der Resistenzanteil signifikant geringer als bei Winterweizen. Es konnte weiter bestätigt werden, dass zwischen den geprüften Benzimidazol-Derivaten Kreuzresistenz vorliegt. Sie haben somit einen gemeinsamen Wirkungsmechanismus.

Der zunehmende Resistenzgrad bei den *G. nivalis*-Isolaten von Saatgutproben aus allen Landesteilen bis 1988 kann mit dem Gebrauch von MBC-Fungiziden zur Bekämpfung von Pilzkrankheiten erklärt werden. Ab 1990 wurden in der Schweiz im Getreidebau alle breitwirkenden MBC-Beizpräparate und -Spritzmittel zur Bekämpfung der Ährenkrankheiten zurückgezogen. Neuerdings sind MBC-Spritzmittel auch nicht mehr zur Halmbruch-Bekämpfung bei Weizen zugelassen. Diese Massnahmen könnten die Resistenzsituation in den letzten Jahren entschärft haben. Es stellt sich nun die Frage, wie sich diese Massnahmen längerfristig auf den heutigen hohen Mittelwert des Resistenzgrades auswirken. Weitere Untersuchungen von *G. nivalis*-Isolaten von Winterweizen sollten zur Beantwortung dieser Frage beitragen.

Der Anteil resistenter Isolate aus den westlichen Landesteilen war höher als jener aus den östlichen (Abb. 1). Diese Unterschiede waren beispielsweise in den Jahren 1987 und 1988 gesichert. In den Jahren 1991 und 1992 war dies nicht mehr der Fall. 1993 stieg der *G. nivalis*-Resistenzgrad aus den westlichen Landesteilen wiederum an.

Das teilweise höhere Auftreten resistenter Stämme im Westen unseres Landes könnte mit dem erhöhten Weizenanteil in der Fruchtfolge und den damit verbundenen Halmbruch-Bekämpfungen mit MBC-Spritzmitteln zusammenhängen.

In der Abbildung 2 werden die Mittelwerte von resistenten *G. nivalis*-Stämmen während der Untersuchungsperiode 1985 bis 1994 nach Kulturen dargestellt. Gerste und Weizen wiesen mit 48 % den höchsten Anteil resistenter Schneeschimmel-Stämme auf. Bei Roggen und Triticale wurde mit 23 % ein gesicherter tieferer Wert ermittelt.

Wintergerste wird bei uns oft nach Winterweizen angebaut. Höhere Ertragsverluste sind bei Gerste eher selten, weshalb in Gerste keine Zulassung für Halmbruchbekämpfungen erteilt wurden (Forrer *et al.* 1988). Der hohe Anteil resistenter Isolate beim Gerstensaatgut ist auf den Stand der Gerste in der Fruchtfolge und der Selektion beim Weizen als Vorkultur (Halm-

bruchbekämpfung) zurückzuführen. Bei Roggen und Triticale wurden bis heute keine MBC-haltigen Fungizide bewilligt. Dies könnte für den niederen Anteil resistenter *G. nivalis*-Stämme verantwortlich sein.

### ... mit nicht-MBC-Reinwirkstoffen

Einbezogen in die Labortests wurden die Triazolderivate Bitertanol und Propiconazol (in den molaren Konzentrationen von 33,7 und 34,2 ppm) sowie das Imidazolderivat Prochloraz (37,6 ppm).

Alle untersuchten Schneeschimmel-Isolate, auch die benzimidazol-resistenten, wurden mit diesen Wirkstoffen bekämpft (Abb. 3). Es wurde somit keine Kreuzresistenz zwischen den MBC- und den Nicht-MBC-Reinwirkstoffen nachgewiesen.

### ... mit formuliert zugelassenen Beizmitteln

Einbezogen in die Beizmitteltests wurden nur die MBC-resistenten *G. nivalis*-Isolate. Geprüft wurden Guazatin-haltige Präparate: Guazatin 40 (427 g/Liter Guazatine), Panocrine Super (300 g/Liter Guazatine und 150 g/Liter Fenfuram), Panocrine Universal (300 g/Liter Guazatine, 150 g/Liter Fenfuram und 40 g/Liter Imazalil); ein Bitertanol-Guazatine-haltiges Präparat: Sibutol 300 (250 g/Liter Bitertanol und 166 g/Liter Guazatine) und ein Fenpiclonil-haltiges Präparat: Beret 050 FS (50 g/Liter Fenpiclonil). Die Beizmittel wurden in Konzentrationen von 1000

ppm, 100 ppm und 10 ppm überprüft. Dies ergibt beispielsweise für ein mit 200 ml/100 kg Saatgut bewilligtes Beizmittel Mengen von 2,0, 0,2 und 0,02 ml Präparat je Liter Malzagar.

Die geprüften Beizmittel bekämpften bei einer ausreichenden Dosierung (2,0 ml Präparat je Liter Malzagar) die MBC-resistenten *G. nivalis*-Isolate vollständig.

### Folgerungen und Praxisempfehlungen

Die Wirkstoffe Bitertanol (Triazolderivat), Prochloraz (Imidazolderivat), Guazatin (Guanidine) und Fenpiclonil (Phenylpyrrol) der zugelassenen oder sich in Prüfung befindenden Beizmittel sind zur Bekämpfung von benzimidazol-(MBC)-resistenten und sensitiven Pilzstämmen geeignet.

Wegen des hohen Anteils an MBC-resistenten *Gerlachia nivalis*-Stämmen wurden alle Bewilligungen für MBC-haltige Beiz- und Spritzmittel zurückgezogen. Gegenüber anderen Fungizidgruppen wurden keine *G. nivalis*-Resistenzen festgestellt. Durch ein konsequentes Abwechseln zugelassener Beizmittel aus Gruppen mit unterschiedlicher Resistenzgefährdung sowie mit einem insgesamt zurückhaltenden Beiz- und Spritzmittel-Einsatz sollte sich *G. nivalis* auch längerfristig gut bekämpfen lassen.

Die Saatgut-Krankheitseindämmung sollte in Zukunft möglichst nach Schadschwellen und erregerspezifisch erfolgen. Ist eine Beiznotwendigkeit bei einem Saatgutposten gegeben, sollten nicht nur

### Resistenzanteil in %

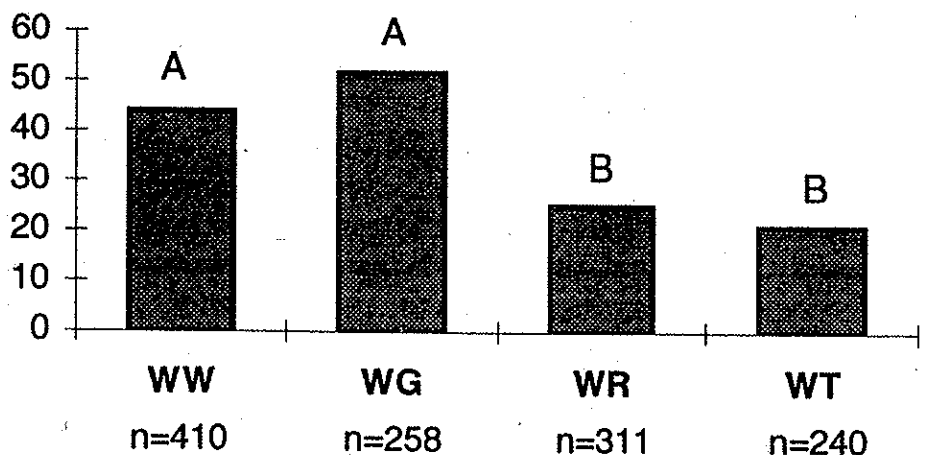


Abb. 2. Anteil MBC-resistenter *Gerlachia nivalis*-Isolate bezogen auf die einzelnen Kulturen während der Jahre 1985 bis 1994. Legende: WW = Winterweizen, WG = Wintergerste, WR = Winterroggen, WT = Wintertriticale, n = Anzahl untersuchter Isolate. Signifikanz-Test: DUNCAN P = 5%. Werte mit den gleichen Buchstaben sind nicht signifikant verschieden.

chemische Beizmittel sondern, sofern verfügbar, auch andere von uns geprüfte physikalische oder biologische Verfahren in der Praxis angewendet werden. Die Bildung von *G. nivalis*-resistenten Stämmen gegenüber wertvollen chemischen Wirkstoffen könnte so weiter vermindert werden.

#### LITERATUR

Forrer H.R., Winter W. und Häni A., 1988. Beurteilung der Fruchtfolge-Varianten im Hinblick auf Virus- und Pilzkrankheiten. Separatdruck aus *Die Grüne* 4, 22-25.

Hartke S. und Buchenauer H., 1984. Zur Wirksamkeit von Fungiziden in Hg-freien Saatgutbehandlungsmitteln gegenüber Carbendazim-sensitiven und Carbendazim-resistenten *Gerlachia nivalis*-Stämmen *in vitro*. *Z. PflKrankh. PflSchutz* 91, 640-656.

Radtke W., 1983. Praxisbezogene Probleme der Bekämpfung des MBC-resistenten, samenbürtigen Pilzes *Fusarium nivale* (= *Gerlachia nivalis*) mit Hg-freien Beizmitteln. *Gesunde Pflanzen* 35, 134-136.

Winter W. und Krebs H., 1991. Resistenzbildung von *Gerlachia nivalis*, dem Erreger des Schneeschimmels, gegenüber Fungiziden. *Landwirtschaft Schweiz* 4, 375-379.

#### SUMMARY

### Snow mould of cereals (*Gerlachia nivalis*): Testing of resistance to fungicides

Seed treatment with fungicides is of great importance to control seed- and soil-borne *Gerlachia nivalis* in Switzerland. In the neighbouring countries, a loss of efficacy of benzimidazoles due to the rapid build-up of resistant strains of the pathogen occurred shortly after these fungicides were introduced in cereal crops. As a consequence, a resistance monitoring started in Switzerland in 1981. The isolates were obtained from seed samples and tested for their sensitivity to thiabendazole, benomyl, carbendazim, fuberidazol, bitertanol, propiconazol and prochloraz in agar plates. The effectiveness from approved seed-fungicides like Guazatin 40 (40% Guazatine), Panocrine Super (27,8% Guazatine, 13,9% Fenfuram), Panocrine Universal (27% Guazatine, 13,5% Fenfuram, 40% Imazalil), Sibutol 300 (22,4% Bitertanol, 14,9% Guazatine) and Beret 050 FS (4,8% Fenpiclonil) were also tested against benzimidazol resistant isolates. In 1985, 30% of isolates from winter wheat seed were benzimidazol resistant. An increase up to 60% was recorded until 1988. From 1989 to 1993 the proportion of resistant

isolates was stable at about 60%. It is concluded that the withdrawal of the benzimidazol cereal fungicides in the last years contributed to stabilize the percentage of resistant isolates. All the other active ingredients tested provided a good control of the benzimidazol resistant and benzimidazol sensitive *G. nivalis*-isolates.

**KEY WORDS:** Resistance to fungicides, *Gerlachia nivalis*, snow mould, seed treatment

#### RÉSUMÉ

### La moisissure des neiges (*Gerlachia nivalis*): résistance aux fungicides

Une étude sur la résistance de *Gerlachia nivalis* aux fungicides (matières actives pures et produits de traitements des semences) a été entreprise dès 1981. La proportion de souches résistantes aux benzimidazoles (MBC) s'est stabilisée ces dernières années. Les matières actives des groupes triazole (Bitertanol, Propiconazol), imidazole (Prochloraz), phénylpyrrole (Fenpiclonil) et guanidine (Guazatine) ont une pleine efficacité contre les souches résistantes et sensibles au MBC.

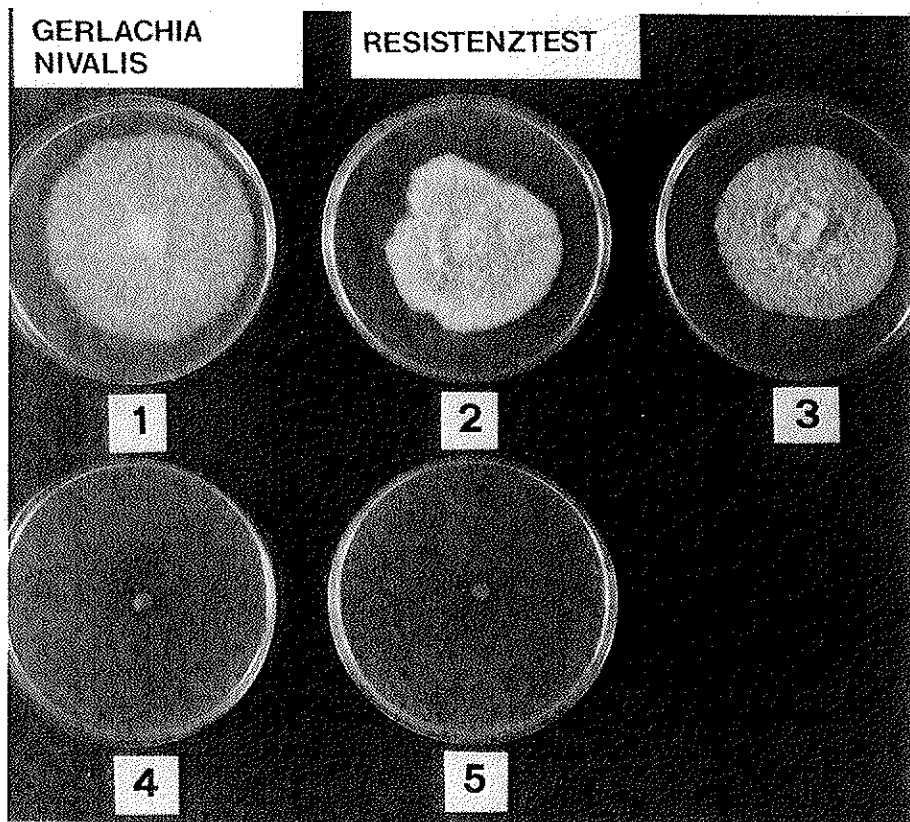


Abb. 3. Überprüfung der *Gerlachia nivalis*-Sensitivität gegenüber fungiziden Reinwirkstoffen im Agar-Plattentest. Von links nach rechts: Erste Schale ohne Wirkstoffzusatz; zweite und dritte Schale Zusatz von molaren Mengen der reinen MBC-Wirkstoffe Benomyl und Fuberidazol; vierte und fünfte Schale Zusatz von molaren Mengen der reinen Wirkstoffe Bitertanol (Triazol) und Prochloraz (Imidazol). Das Pilzisolat ist MBC-resistent und Bitertanol/Prochloraz-sensibel.