

# Alternative Bekämpfung des Schneeschimmels (*Microdochium nivale*) bei Bio-Weizen

Heinz Krebs<sup>1</sup>, Irene Bänziger<sup>1</sup>, Robert J. Legro<sup>2</sup> und Susanne Vogelgsang<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, 8046 Zürich

<sup>2</sup>Incotec Holding BV, 1601BL Enkhuizen, Niederlande

Auskünfte: Susanne Vogelgsang, E-Mail: susanne.vogelgsang@art.admin.ch, Tel. +41 44 377 72 29



**Abb. 1** | Körnerbefall mit *Microdochium nivale*: beeinträchtigt die Keimfähigkeit und damit die Qualität bei einer Verwendung als Saatgut. Links: gesunder Keimling; alle anderen: befallen. (Foto: ART)

## Einleitung

Der Krankheitserreger des Schneeschimmels *Monographella nivalis* (Anamorph *Microdochium nivale*, *M. majus*) ist in den Getreideanbaugebieten weit verbreitet (Hoffmann und Schmutterer 1999) und gehört zu den wichtigsten samenbürtigen Pathogenen bei der Saatgut-zertifizierung. Befallenes Saatgut hat eine geringere Keimfähigkeit. Dies führt bei aufgelaufenen Beständen zu Fehlstellen, da entweder keine Keimung stattfindet oder die geschwächten Sämlinge die Bodenoberfläche nicht erreichen. Erkrankte Keimlinge sind zudem verkürzt und verkrümmt (Abb. 1); sie bilden an der Basis der Koleoptile braune Verfärbungen. In Anbaugebieten mit häu-

figen Niederschlägen in den Sommermonaten treten – insbesondere in Weizenbeständen mit Mehltau- oder Getreidehähnchenbefall – an der Blattscheide und -spreite *M. nivale*-Nekrosen auf (Abb. 2), welche die Assimilationsfläche und damit den Ertrag erheblich beeinträchtigen können. Üppige und eingekürzte Getreidebestände begünstigen die Entwicklung des Krankheitserregers. Der Blatt- und Ährenbefall gehen von windverbreiteten Askosporen, die in Perithezien auf den unteren Blattscheiden gebildet werden, oder von durch Regenspritzer verbreiteten Konidiosporen (Obst 1993) aus. Untersuchungen bei der Saatgut-zertifizierung haben ergeben, dass in mehreren Jahren der häufigste Ablehnungsgrund auf den *M. nivale*-Befall zurückzuführen war.



Abb. 2 | Starke Blattläsionen auf Weizen verursacht durch *Microdochium nivale* auf Winterweizen Siala im Jahr 2007. (Foto: ART)

Für Bio-Saatgut ist der Einsatz von chemisch-synthetischen Saatbeizmitteln gegen samenbürtige Schaderreger nicht erlaubt. Die Warmwasserbehandlung (45 °C, 2 h) mit guten Wirkungen gegen *M. nivale* sowie Flug- und Stinkbrand (Winter *et al.* 1998) hat sich wegen zu hohen Rücktrocknungskosten in der Praxis nicht durchgesetzt. Das biologische Saatbeizmittel Cerall® (Bodenbakterium *Pseudomonas chlororaphis*) hat nur eine Teilwirkung gegen Saatgutbefall durch *M. nivale* (Johnsson *et al.* 1996). ART untersuchte pflanzliche Stoffe auf die Wirksamkeit gegen *M. nivale* bei Weizen, um diesen Krankheitserreger auf Bio-Saatgut effektiver zu kontrollieren.

## Material und Methoden

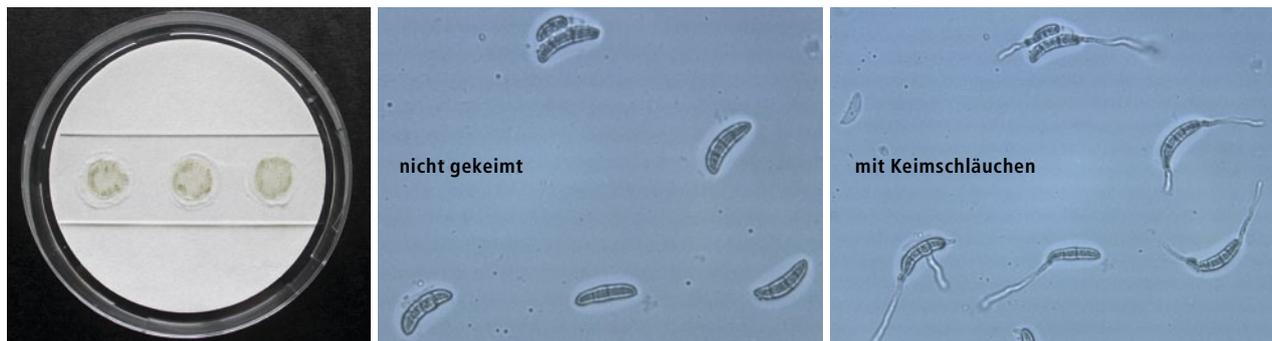
In den *in vitro* Versuchen wurden vier pflanzliche Ausgangsstoffe auf ihre Wirksamkeit gegen *M. nivale* untersucht: *Matricaria chamomilla*, *Thymus vulgaris*, *Filipendula ulmaria* und ein hier nicht näher bezeichnetes Präparat «B».

In einer ersten Versuchsphase wurden wässrige Extrakte aus pflanzlichen Ausgangsstoffen erzeugt und deren Wirkung auf die Sporenkeimung von *M. nivale* geprüft. Der verwendete Einzelsporen-Stamm 0327a (abgelegt im Centraalbureau voor Schimmelcultures, CBS Fungal Biodiversity Centre als CBS 121295) wurde auf PDA mit Streptomycin, sechs bis sieben Tage bei 18 bis 20° C und 12 h NUV-Licht inkubiert. Zur Prüfung der Hemmwirkung auf die Sporenkeimung wurde davon eine Suspension mit 33 000 Sporen/ml hergestellt.

Zur Herstellung der Extrakte wurden 10 g pflanzliches Pulver in 100 ml entionisiertem Wasser während drei Stunden bei Raumtemperatur gerührt. Danach wurden die wässrigen Suspensionen mit Faltenfiltern (520 A ½, d = 15 cm, Schleicher & Schuell GmbH) filtriert und in

## Zusammenfassung

Bei der Zertifizierung von Bio-Weizensaatgut wird oft die erforderliche Keimfähigkeit nicht erreicht. Dies ist häufig auf einen zu starken Krankheitsbefall mit dem Erreger des Schneeschimmels, *Microdochium nivale*, zurückzuführen. Mit einer Warmwasserbehandlung könnte der Befall auf dem Saatgut wirksam bekämpft werden. Wegen des hohen energetischen Aufwands für die Rücktrocknung konnte sich dieses Verfahren in der Praxis jedoch nicht durchsetzen. Durch Beizung mit dem Bakterienprodukt Cerall® wird nur eine Teilwirkung gegen den Saatgutbefall mit *M. nivale* erzielt. Im Labor-Screening mit verschiedenen auf Pflanzen basierenden Produkten zeigte das Präparat «B» eine gute Hemmwirkung auf das Myzelwachstum von *M. nivale*. Auch in mehreren *in vivo* Versuchen in der Klimakammer und in Feldversuchen konnte eine signifikante Wirkung durch eine Saatgutbehandlung mit Pulver aus dem Präparat «B» nachgewiesen werden, die nicht nur den Pflanzenaufgang verbesserte, sondern auch Ertragsseinbussen vermindert hat. Die Herausforderung liegt darin, die Formulierung so weit zu entwickeln, dass das Präparat «B» als Produkt in Grossbeizanlagen eingesetzt werden kann.

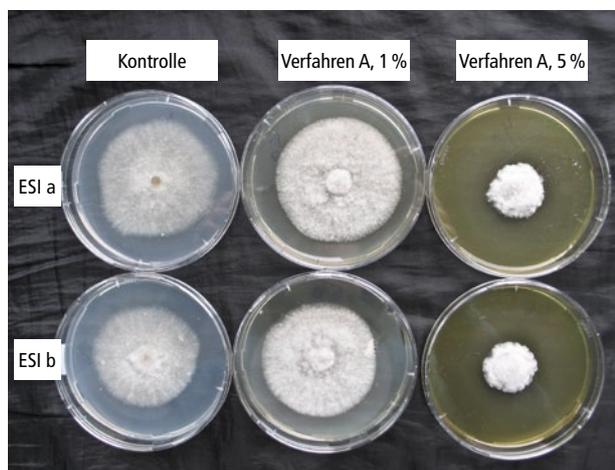


**Abb. 3 |** Sporenkeimtest: Auf die Rondellen werden jeweils 15 µl einer Prüfsubstanz pipettiert und nach einer kurzen Antrocknungsphase 15 µl *Microdochium nivale* Sporensuspension getropft. Nach 24 h wird die Sporenkeimrate ermittelt (400fache Vergrößerung). (Fotos: ART)

den Konzentrationen von 1 %, 0,5 % und 0,1 % deren Hemmwirkung auf die Sporenkeimung geprüft. Das chemische Vergleichsverfahren mit Pronto Plus® wurde mit einer Dosierung von 0,035 % angewendet.

Auf drei Agar-Rondellen (d = 1 cm) auf Objektträgern wurden je 15 µl der zu prüfenden Extrakte getropft – beim Kontrollverfahren wurde 15 µl steriles Wasser verwendet.

Die Objektträger wurden in Petri-Schalen auf mit 2 ml sterilem Wasser befeuchtetem Filterpapier (Nr. 591, d = 85 mm von Schleicher & Schuell GmbH) gelegt (Abb. 3). Anschliessend wurden 15 µl Sporensuspension auf die trockenen Rondellen pipettiert. Nach 24 h Inkubationszeit bei 10 °C, 70 % relativer Feuchtigkeit und Dunkelheit wurde unter 400facher Vergrößerung an je drei Stellen der Rondellen die Keimrate von je zehn Sporen ermittelt.



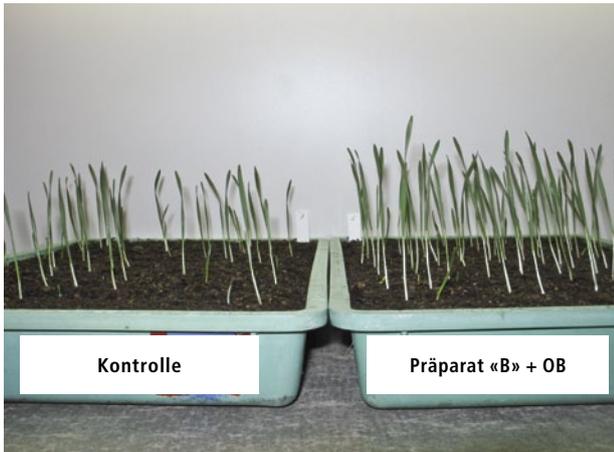
**Abb. 4 |** Agarinkorporationstest aus Vorversuchen: Myzelhemmung von *Microdochium nivale* abhängig von der Konzentration der in den Nährboden beigemischten Prüfsubstanz.

ESI a und ESI b: Einzelsporenisolate a und b. (Foto: ART)

Im Unterschied zum Sporenkeimtest wurden beim Myzelwachstumstest die pflanzlichen Pulver und nicht deren Extrakte geprüft. Für das Agarmedium wurden 3,9 g PDA in 200 ml Schottflaschen in 100 ml entionisiertem Wasser aufgelöst und während 20 Minuten bei 121 °C autoklaviert. Nach dem Autoklavieren wurden die Schottflaschen in ein 60 °C heisses Wasserbad gestellt, 100 µl Streptomycin und die Sollmenge der Prüfpulver unter sterilen Bedingungen beigemischt und anschliessend die Suspension in fünf Petrischalen gegossen.

Nach dem Abkühlen beziehungsweise Verfestigen des Nährbodens (in Sterilbank) wurde ein 0,5 cm mit *M. nivale* bewachsenes Rondell in die Mitte der Platten abgeimpft. Nach einer Inkubationszeit von sieben Tagen bei 20 °C und Dunkelheit wurde das Myzelwachstum anhand zweier Durchmesser bestimmt (Abb. 4) und im Vergleich zum Wachstum auf den Kontrollplatten die Hemmwirkung berechnet.

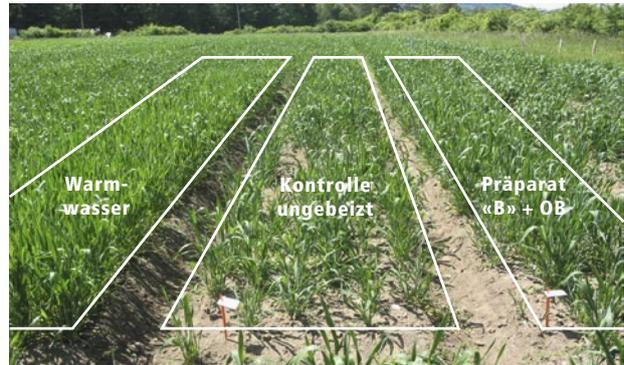
Das Präparat «B» – dem wirksamsten Präparat aus den *in vitro* Versuchen – wurde anschliessend *in vivo* auf mit *M. nivale* befallenes Saatgut mit einem Turbula® Mischgerät (Willy A. Bachofen AG, Muttenz) appliziert und in Saatschalen mit Erde ausgesät. Vorversuche haben ergeben, dass mit einer Pulverapplikation (2 g/100 g Saatgut) eine höhere Wirkung erzielt werden kann, als mit einer Extraktbehandlung des Saatgutes. Das verwendete Haftmittel – ein Organic Binder (A6.6041; OB) der Firma IncoTec – wurde allein und in Kombination mit Präparat «B» eingesetzt. Dabei wurde das Haftmittel OB entweder vor und nach der Pulverapplikation (Beschichtung) in einer Konzentration von 50 % oder als Suspension – einer Mischung aus OB (40 %) mit dem Prüfpulver – angewendet. In den *in vivo* Versuchen wurden die Saatgutbehandlungen der Firma IncoTec – das Verfahren mit dem Haftmittel (IncOB) in einer 50%igen Konzentration und das Prüfverfahren mit diesem Haftmittel (50 %) in Kombination mit dem



**Abb. 5 |** Klimakammerversuch: Erdetest mit durch *Microdochium nivale* befallenem Weizen-Saatgut. Präparat «B» + OB: 2 g/100 g Saatgut kombiniert mit Haftmittel Organic Binder (Incotec). (Foto: ART)

Präparat «B» – mitgeprüft. Als zusätzliche Verfahren wurden eine Warmwasserbehandlung und eine Cerall®-Behandlung geprüft. Die Saatschalen wurden in Klimakammern zuerst drei Wochen bei 5 °C, Dunkelheit und hoher Luftfeuchtigkeit inkubiert. Nach weiteren zwei Wochen bei 10 °C und Weisslicht wurde die Anzahl normal und anormal entwickelter Keimlinge bestimmt (Abb. 5). Jedes Prüfverfahren wurde in drei Saatschalen mit je 100 Samen getestet.

Dieselben Saatgutbehandlungen wie im Klimakammertest wurden unter Feldbedingungen in Kleinparzellenversuchen mit vier Wiederholungen bei einer Parzellengröße von 10 m<sup>2</sup> geprüft (Abb. 6). In den Feldversuchen wurde der Feldaufgang und der Körnerertrag erhoben. Für die Klimakammer- und Feldversuche wurde ein Posten der Winterweizensorte Siala mit einem *M. nivale*-Befall von 35 % verwendet.

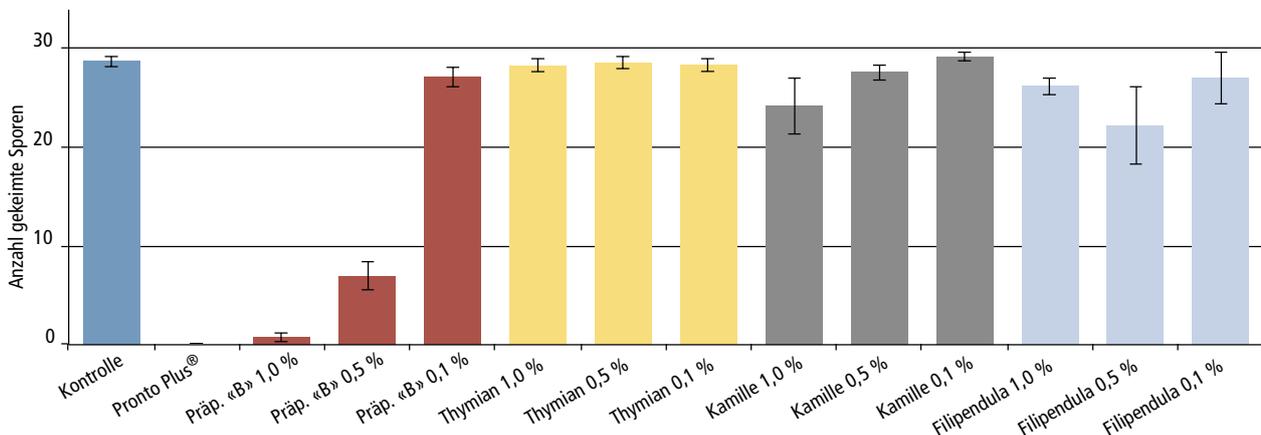


**Abb. 6 |** Kleinparzellen-Feldversuch mit *Microdochium nivale* befallenem Weizen-Saatgut und unterschiedlichen Saatgutbehandlungen: Warmwasser = 45 °C 2 h, Präparat «B» + OB: 2 g / 100 g Saatgut kombiniert mit Haftmittel: Organic Binder (Incotec). (Foto: ART)

## Resultate und Diskussion

Beim Sporenkeimtest konnte insbesondere bei den Verfahren mit dem Präparat «B» eine dosis abhängige Wirkung nachgewiesen werden (Abb. 7). Beim Agarinkorporationstest zeigten sich ebenfalls signifikante Verfahrensunterschiede, und es resultierten beim Myzelwachstum bei allen vier Prüfstoffen dosisabhängige Wirksamkeitsunterschiede (Abb. 8). Wie beim Sporenkeimtest wurde mit dem Präparat «B» die stärkste Hemmwirkung beobachtet und dies zudem bei tieferen Dosierungen als bei den übrigen Stoffen.

Beim Erdetest in der Klimakammer wurde beim Warmwasserverfahren im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle nahezu eine Verdoppelung der Pflanzenzahl und bei der Cerall®-Behandlung eine Zunahme von 22 bis 29 % festgestellt. Bei den Varianten mit Prä-



**Abb. 7 |** Sporenkeimtest: Einfluss von Pflanzenextrakten auf die Keimung von *Microdochium nivale*. Mittelwerte mit Standardfehler.

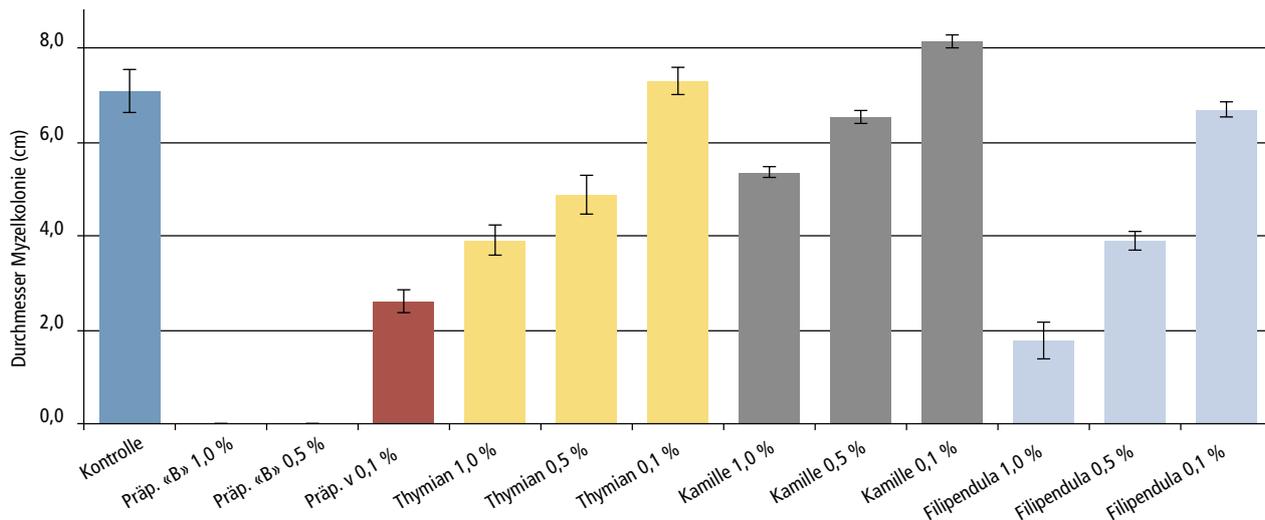


Abb. 8 | Myzelwachstumstest (Agarinkorporation): Einfluss von Pflanzenpulver auf das Myzelwachstum von *Microdochium nivale*. Mittelwerte mit Standardfehler.

parat «B» wurde der Pflanzenaufgang um 30 bis 58 % erhöht (Abb. 9).

Beim Feldversuch 2009 wirkte sich der Saatgutbefall mit *M. nivale* stark aus. So wurden beim Feldaufgang im Frühjahr 2009 massive Verfahrensunterschiede beobachtet (Abb. 10). Durch die Bestockung glichen sich die Bestandesdichten zwischen den Prüfvarianten etwas aus. Trotzdem resultierten beim Körnerertrag signifikante Behandlungsunterschiede (Abb. 11), wobei auch hier die Warmwasservariante mit 63 kg/a im

Vergleich zur Kontrolle mit 31 kg/a den stärksten Effekt hatte. Bei der Cerall®-Beizung wurde ein Ertrag von 36 kg/a erreicht und bei den Behandlungsvarianten mit Präparat «B» bewegte sich der Ertrag zwischen 41 und 44 kg/a.

Im Feldversuch des Jahres 2010 waren der Pflanzenaufgang und der Ertrag allgemein deutlich höher und die Verfahrensunterschiede weniger stark ausgeprägt. Die Wirkung der besten Behandlungsvarianten mit Präparat «B» erreichten annähernd die Werte der Warm-

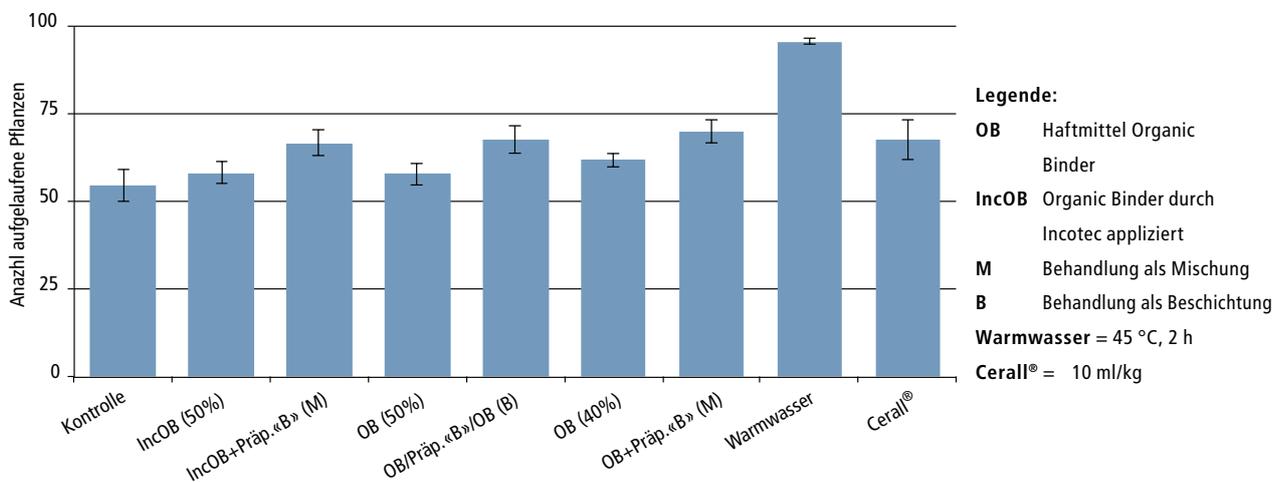
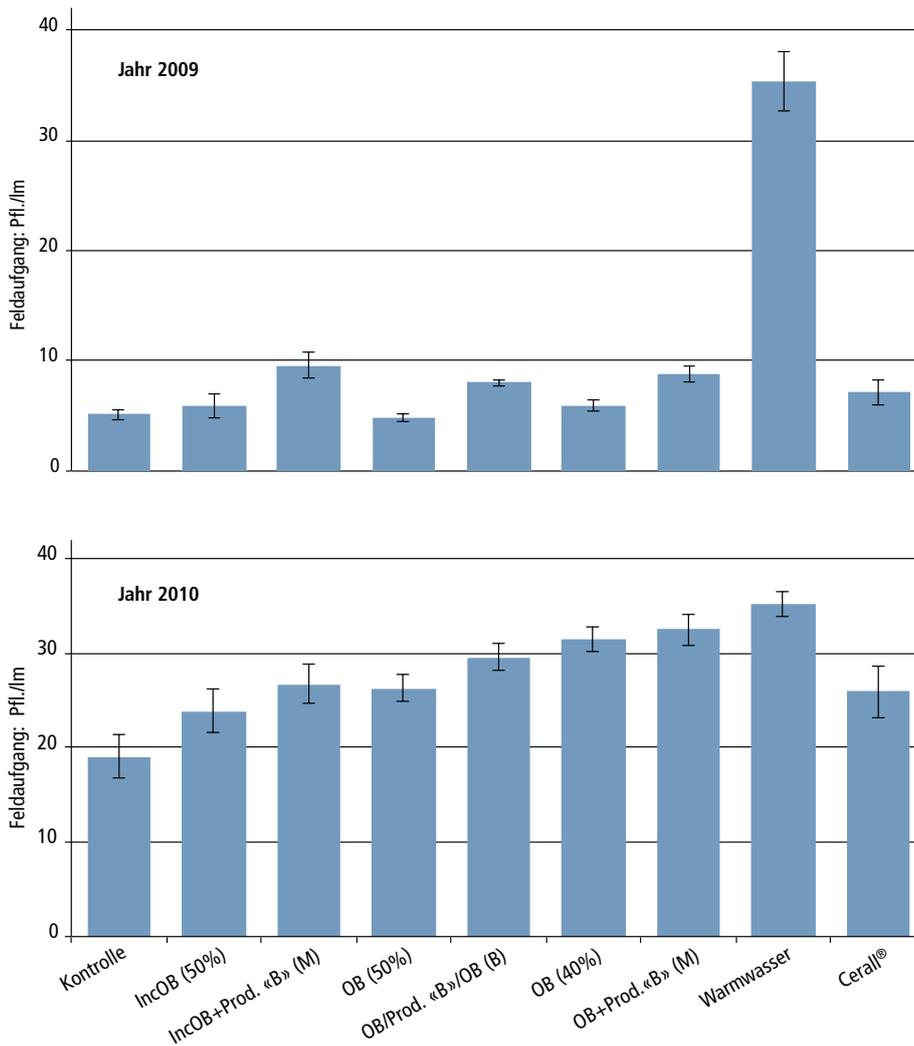


Abb. 9 | Wirkung vom pflanzlichen Präparat «B» auf mit *Microdochium nivale* befallenen Weizen-Saatgut in einem Klimakammer-Erde-test: Mittelwerte der Anzahl aufgelaufener Pflanzen und Standardfehler aus zwei Versuchen mit je drei Wiederholungen zu 100 ausgesäten Samen.



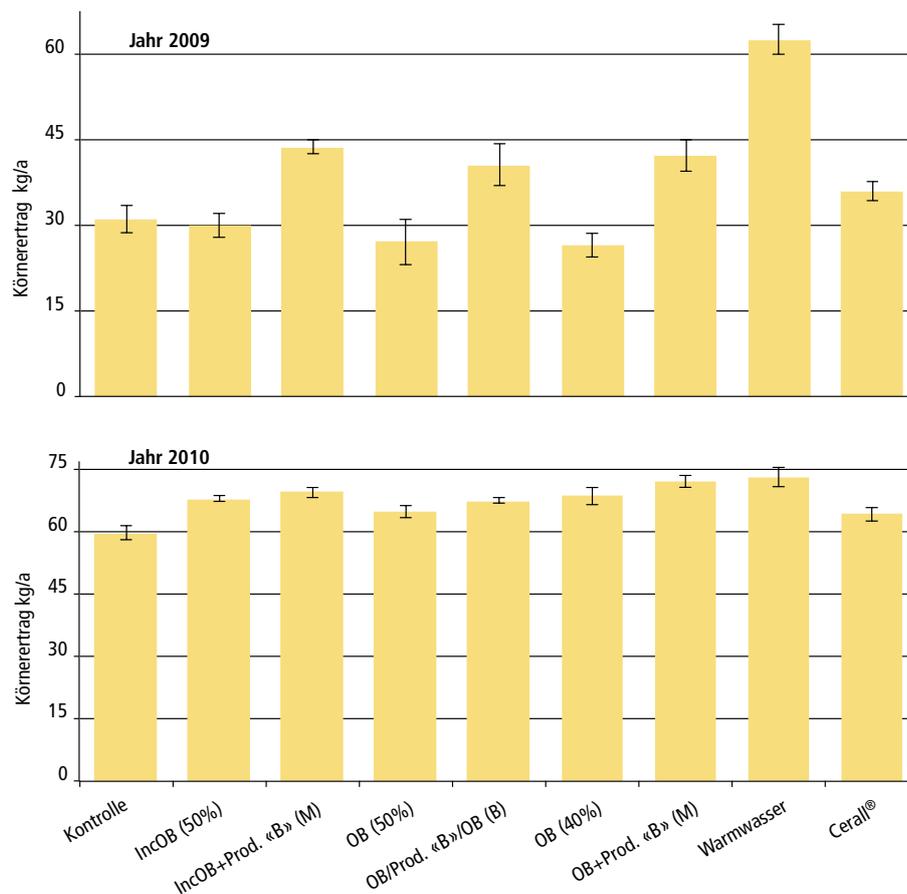
**Abb. 10** | Wirkung vom pflanzlichen Präparat «B» auf mit *Microdochium nivale* befallenem Weizen-Saatgut in den Feldversuchen der Jahre 2009 (Aussaat 10.11.2008) und 2010 (Aussaat: 21.10.2009) – Feldaufgang: Pflanzen pro Laufmeter – Mittelwerte und Standardfehler aus vier Wiederholungen. Verfahrensbeschreibung wie in Abb. 9.

wasserbehandlung (Abb. 10 und 11) und übertrafen erneut jene der Cerall®-Beizung. Die gute Wirkung ist nicht zuletzt auf die günstigeren Auflaufbedingungen zurückzuführen, denn dieser Versuch wurde drei Wochen früher gesät als im Vorjahr. Aus anderen Untersuchungen ist bekannt, dass bei Auflaufbedingungen mit höheren Temperaturen die Schäden durch den samenbürtigen *M. nivale*-Befall geringer ausfallen als bei tieferen Temperaturen (Haigh *et al.* 2008).

Bei den Behandlungsvarianten mit Präparat «B» gab es zwischen den unterschiedlichen Haftmittelanwendungen keine Unterschiede. Ein getrenntes Auftra-

gen des Haftmittels und des Präparat «B»-Pulvers (Beschichtung) ergab keine Vorteile gegenüber der Applikation einer Suspension (Mischung) bestehend aus Haftstoff und Präparat «B».

Im Gegensatz zum Feldversuch 2009, wurde im Versuch 2010 teilweise auch bei den Haftstoffvarianten ohne Präparat «B» ein signifikant verbesserter Pflanzenaufgang und erhöhter Ertrag beobachtet. Dies könnte möglicherweise auf den Priming-Effekt durch die Feuchtigkeitsaufnahme des Saatgutes zurückgeführt werden. Aus diesem Grund wird dieser Feldversuch ein weiteres Mal durchgeführt.



**Abb. 11** | Wirkung vom pflanzlichen Präparat «B» auf mit *Microdochium nivale* befallenem Weizen-Saatgut auf den Körnerertrag in den Feldversuchen der Jahre 2009 und 2010 – Mittelwerte aus vier Wiederholungen und Standardfehler. Zur besseren Sichtbarkeit sind die Skalen der beiden Grafiken unterschiedlich. Verfahrensbeschreibung wie in Abb. 9.

## Schlussfolgerungen

- Bio-Weizen-Saatgut ist häufig so stark vom Krankheitserreger des Schneeschimmels, *M. nivale*, befallen, dass es die Keimfähigkeitsrate für eine Zertifizierung nicht erreicht.
- Mit einer Warmwasserbehandlung kann der *M. nivale*-Befall wirksam bekämpft werden. Doch wegen den hohen Rücktrocknungskosten konnte sich dieses Verfahren in der Praxis nicht durchsetzen.
- Mit dem Bakterienprodukt Cerall® wird nur eine Teilwirkung gegen den *M. nivale*-Saatgutbefall erreicht.
- Das hier als «B» bezeichnete pflanzliche Präparat hemmte *in vitro* sowohl die Sporenkeimung als auch das Myzelwachstum von *M. nivale*.
- Mit Pulver-Applikationen des Präparats «B» (Beschichtung oder Suspension) auf das Saatgut wurde in der Klimakammer und auch unter Freilandbedingungen eine signifikante Wirkung gegen *M. nivale* erzielt. Im Feld war sowohl der Pflanzenaufgang als auch der Ertrag im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle signifikant erhöht.
- Mit einer weiter verbesserten Formulierung könnte dieses Präparat für die Praxis eine realistische Bekämpfungsalternative zur Behandlung von Bio-Weizensaatgut werden. ■

**Riassunto****Lotta alternativa a *Microdochium nivale* nel frumento bio**

All'atto della certificazione delle sementi di frumento bio, spesso, non viene raggiunta la germinabilità richiesta. Non è raro che ciò sia dovuto a una forte infestazione di *Microdochium nivale*. Un trattamento a base di acqua calda permetterebbe di combattere efficacemente l'infestazione. Tuttavia, nella pratica questa procedura non è applicabile a causa dell'elevato dispendio energetico correlato all'essiccazione. Il prodotto biologico Cerall® per la concia delle sementi ha soltanto un'azione parziale contro *M. nivale*. Nello screening di laboratorio con diversi prodotti su base vegetale, un preparato («B») ha dato un risultato positivo in termini di azione inibitoria rispetto alla crescita miceliare di *M. nivale*. Anche in diversi esperimenti *in vivo* nella camera climatizzata e in altri sul campo è stato possibile dimostrare l'azione significativa di un trattamento delle sementi a base di preparato «B» in polvere, che ha determinato una migliore levata delle piante nonché una minore perdita di resa. La sfida sta nello sviluppare la formulazione cosicché il preparato «B» possa essere impiegato nei grandi impianti per la concia delle sementi.

**Literatur**

- Haigh I.M., Jenkinson P. & Hare M.C., 2008. The effect of a mixture of seed-borne *Microdochium nivale* var. *majus* and *Microdochium nivale* var. *nivale* infection on Fusarium seedling blight severity and subsequent stem colonisation and growth of winter wheat in pot experiments. *European Journal of Plant Pathology* 124 (1), 65–73.
- Hoffmann G.M. & Schmutterer H., 1999. Parasitäre Krankheiten und Schädlinge an Nutzpflanzen, 2. Auflage, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart. 675 S.
- Johnsson L., Hökeberg M. & Gerhardson B., 1996. Performance of the *Pseudomonas chlororaphis* biocontrol agent MA 342 against cereal seed-borne diseases in field experiments. *European Journal of Plant Pathology* 104 (7), 701–711.
- Obst A., 1993. Krankheiten und Schädlinge des Getreides, Verlag Th. Mann, Gelsenkirchen-Buer, 184 S.
- Winter W., Bänziger I., Rügger A. & Krebs H., 1998. Weizensaatgut: Praxiserfahrung mit Warmwasserbehandlung. *Agrarforschung* 5 (3), 125–128.

**Summary****Alternative control of snow mold (*Microdochium nivale*) in organic wheat**

For certification of organic wheat seed, the required germination capacity is often not achieved. This is frequently due to excessively high infestation with the snow mould pathogen *Microdochium nivale*. A warm-water treatment effectively controls infestation of seed. However, due to the high costs for redrying, this method has not caught on in practice. Dressing with the bacterial product Cerall® is only partially successful in controlling seed infestation with *M. nivale*. In a laboratory screening with various plant-based products, the preparation «B» showed a good inhibitory effect on the mycelial growth of *M. nivale*. Moreover, in several *in vivo* experiments in the climate chamber and in the field, the treatment of seed with powder from the preparation «B» demonstrated significant effects. The compound not only improved seedling emergence, but reduced also yield losses. The challenge is to develop the formulation to a point where the preparation «B» can be used as a product in large-scale dressing.

**Key words:** organic disease control, seed borne diseases, seedling blight, snow mould.