

Weizensaatgut: Praxiserfahrung mit Warmwasserbehandlung

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

Der samenbürtige Schneeschimmelpilz (*Fusarium nivale*) bei Sommerweizen Lona wurde mit einer unter Praxisbedingungen durchgeführten Warmwasserbehandlung gleich gut bekämpft wie mit einer Labor-Warmwasserbehandlung und einer herkömmlichen chemischen Beizung. Das geprüfte Verfahren war sehr gut pflanzenverträglich.

Mit zunehmender Bedeutung des biologischen Landbaus steigt auch die Nachfrage nach nicht-chemisch gebeiztem Saatgut. Einfache, wirksame Saatgutbehandlungen, die weder den Boden belasten noch die Vögel gefährden, sind Zielgrößen eines umweltschonenden Landbaus. Die Warmwasserbehandlung ist ein derartiges Verfahren. Mit dieser Behandlung werden die samenbürtigen Keimlings- und Aufkrankheiten (*Fusarium nivale*, *F. graminearum* und *Septoria nodorum*) des Weizens gleich gut bekämpft wie mit einer herkömmlichen chemischen Beizung (Winter *et al.* 1997a). Da die Methode im Labor mit kleinen Saatgutmengen entwickelt wurde, stellte sich nun die Frage, ob eine unter Praxisbedingungen durchgeführte Warmwasserbehandlung eine ähnlich gute Wirkung gegenüber Aufkrankheiten erbringt. Um diese Frage beantworten zu können, wurden 1996 und 1997 Parzellen- und Streifen-Feldversuche mit Sommerweizen Lona (Frühjahrsaat) angelegt. Das verwendete Saatgut war natürlich mit *F. nivale* (Schneeschimmel) befallen. In den Parzellenversuchen verglichen wir die Wirkung und die Pflanzenverträglichkeit einer praxisüblichen chemischen Beizung mit einer im Labor und einer unter Praxisbedingungen durchgeführten Warmwasserbehandlung sowie mit unbehandeltem Saatgut. In den Streifenversuchen wurde unbehandeltes und warmwasserbehandeltes Saatgut ausgesät. Die Versuche wurden in IP- und Biobetrieben angelegt.

Als Signifikanz-Prüfverfahren diente der Multiple-range Test nach Duncan.

Laborversuche

Der *Fusarium nivale*-Körnerbefall und die Keimfähigkeit wurden mit dem modifizierten Keimtest ermittelt: Inkubation

von 200 Körnern auf feuchtem Filterpapier während fünf Tagen bei 10 °C und drei Tagen bei 20 °C (Winter *et al.* 1997b).

Das in den Versuchen verwendete Lona-Saatgut hatte durchschnittlich 21 % *F. nivale* infizierte Körner (Tab. 1). Durch diesen Befall reduzierte sich bei ungebeizt die mittlere Keimfähigkeit auf 75 %. Die gute Wirkung der Labor- und der Praxis-Warmwasserbehandlungen gegenüber *F. nivale* bewirkte eine statistisch gesicherte

Tab. 1. Einfluss von Labor- und Praxis-Warmwasserbehandlungen auf den Krankheitsbefall und die Keimfähigkeit von Sommerweizen-Saatgut Lona im Vergleich zur chemischen Beizung. Laboruntersuchungen Zürich-Reckenholz, 1996 bis 1997. Haupterreger: Samenbürtiger Schneeschimmel (*Fusarium nivale*)

Verfahren	Keimfähigkeit in %		<i>Fusarium nivale</i> Körnerbefall in % (2)		Erdetest: Pflanzenauf- lauf in %	
	a)	*P = 5 %	b)	*P = 5 %	c)	*P = 5 %
Ungebeizt	75	B	21,0	A	65	C
Chemische Beizung (1)	91	A	0	B	96	A
Warmwasserbehandlung						
Labor	90	A	0,5	B	91	B
Praxis	90	A	0,5	B	88	B

Signifikanz-Test: *DUNCAN P = 5 %. Werte mit den gleichen Buchstaben sind nicht signifikant verschieden. (1): Beret 050 FS, (2): Ermittelt im modifizierten Filterpapier-Keimtest: Inkubation von 200 Körnern auf feuchtem Filterpapier während fünf Tagen bei 10 °C und drei Tagen bei 20 °C.
a,b: Mittelwerte von je zwei Versuchsreihen; c: Mittelwert von einem Versuch.

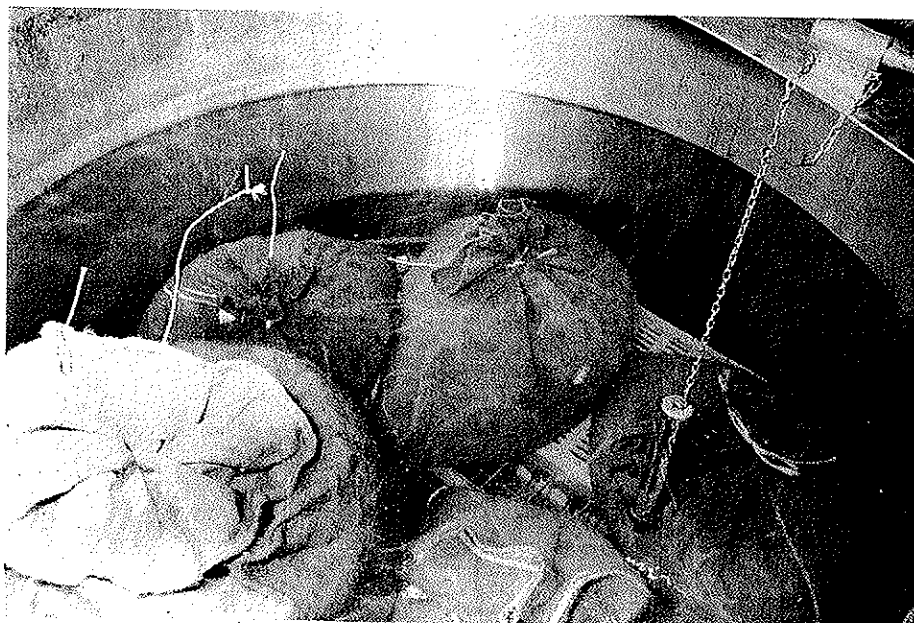


Abb. 1. Warmwasserbehandlung von mit Schneeschimmel befallenem Sommerweizensaatgut der Sorte Lona in der Praxis: Das Saatgut wurde in Jute-Säcke eingefüllt und in einem Käsekessel einer Käserei während zwei Stunden mit 45 °C warmem Wasser behandelt (Foto: Gabriela Brändle, FAL).

Versuchsdurchführung

Labor-Warmwasserbehandlungen: Das Saatgut wurde an der FAL in einem 50 Liter-Wasserbad mit Umwälzpumpe und Thermostat während zwei Stunden bei 45 °C behandelt. Unmittelbar nach der Behandlung haben wir das Saatgut in einem Umlufttrockenschrank bei 40 °C während fünf Stunden auf etwa 15 % Kornfeuchte rückgetrocknet.

Praxis-Warmwasserbehandlungen: Die Zusammenarbeit erfolgte mit der Biofarm-Genossenschaft in Kleindietwil, der Emmi Milch AG in Dagmerselleh, der Eric Schweizer Samen AG in Thun, dem fenaco Sämereienzentrum Niederfeld in Winterthur und der fenaco in Sursee. Das Saatgut wurde in Jutesäcke eingefüllt. Je Behandlung wurden 14 dieser Säcke (25 kg/Sack = 350 kg Saatgut) in einen leeren, gut isolierten, Käsekessel (Kapazität ca. 1'300 Liter Wasser) nebeneinander auf Plastikharasse gestellt. Danach liess man 900 Liter 45 °C warmes Wasser einlaufen (Abb. 1). Ein Rührwerk sorgte für die gleichmässige Wasserverteilung zwischen den Säcken. Das Wasser zirkulierte in einem geschlossenen Kreislauf bei 45 °C. Nachdem diese Temperatur auch im Innern der Säcke nach zirka 20 Minuten erreicht wurde, liess man die Saatgutsäcke während zwei Stunden im 45 °C warmen Wasser. Während dieser Zeit erfolgten laufend Temperaturkontrollen (Abb. 2). Danach nahm man die Säcke heraus und liess sie zehn Minuten abtropfen. Gleichzeitig wurden Saatgutproben zur Ermittlung der Keimfähigkeit und der Wirkung gegenüber dem Schneeschimmelpilz genommen (Abb. 3).

Nach der Behandlung betrug die Kornfeuchte 34 %. Die Saatgut-Rücktrocknung auf 15 % Kornfeuchte erfolgte in einem Kistentrockner mit einer Kapazität für 400 kg Saatgut: Im ersten Versuchsjahr wurde von unten durch den Kistenboden während drei Stunden 40 °C warme Luft durch eine etwa 15 cm dicke Saatgutschicht geblasen. Im zweiten Versuchsjahr wurde ein transportables Warmluftgebläse (Kleintrockner) oben auf die Kiste aufgesetzt und 35 °C warme Luft durch eine 5 bis 10 cm dicke Saatgutschicht geblasen (Abb. 4). Nach einer Stunde Trocknung betrug die Kornfeuchte 20 %. Ein vorzeitiges Auskeimen wurde so eingeschränkt. Für die weitere Rücktrocknung auf 15 % Kornfeuchte wurden mehrere Kisten übereinander gestellt und von oben her während weiteren drei Stunden 35 °C warme Luft eingeblassen.

Chemische Beizung: Diese erfolgte an der FAL mit einer Hege Sprüh-Beizmaschine. Verwendet wurde Beret 050 FS (4,8 % Fenpiclonil) 4 ml/kg Saatgut.

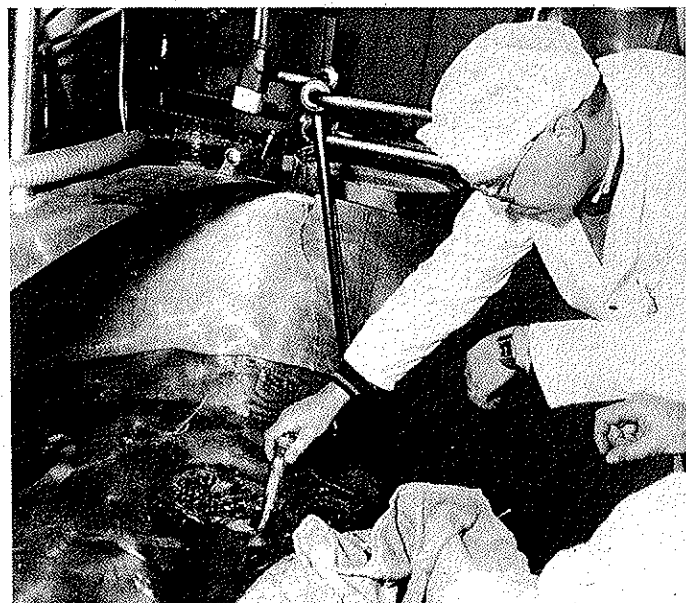


Abb. 2. Temperaturkontrolle: Diese erfolgte digital an der Steuertafel und mit einem Thermometer. Das Wasser zirkulierte in einem geschlossenen Kreislauf bei 45 °C. Erst nachdem diese Temperatur auch im Innern der Säcke erreicht wurde, begann die Behandlungszeit während zwei Stunden (Foto: Gabriela Brändle, FAL).

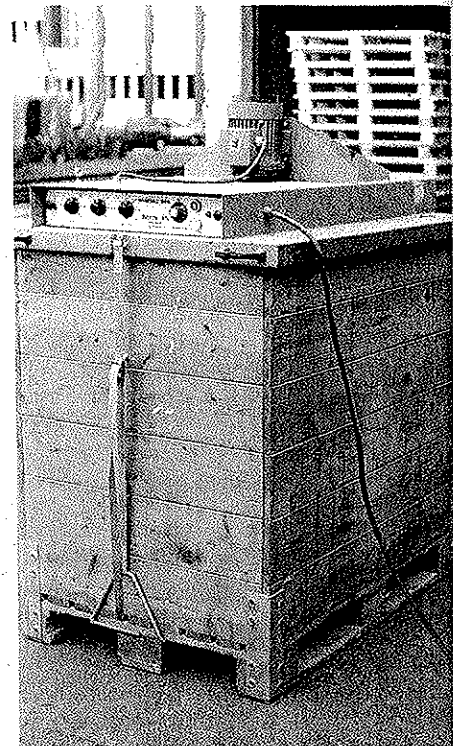


Abb. 4. Saatgut-Rücktrocknung: Nach der Warmwasserbehandlung betrug die Kornfeuchte 34 %. Die Rücktrocknung erfolgte bei einer Saatgutaufbereitungsstelle in einem Kistentrockner: Ein transportables Warmluftgebläse (Kleintrockner) wurde oben an der Kiste montiert und 35 °C warme Luft durch eine 5 bis 10 cm dicke Saatgutschicht geblasen. Nach einer Stunde Trocknung betrug die Kornfeuchte 20 %. Der Keimprozess wurde so eingeschränkt. Für die weitere Rücktrocknung auf 15 % Kornfeuchte wurden mehrere Kisten übereinander gestellt und von oben her während weiteren drei Stunden 35 °C warme Luft eingeblassen. (Foto: Alois Blum, fenaco Sursee)

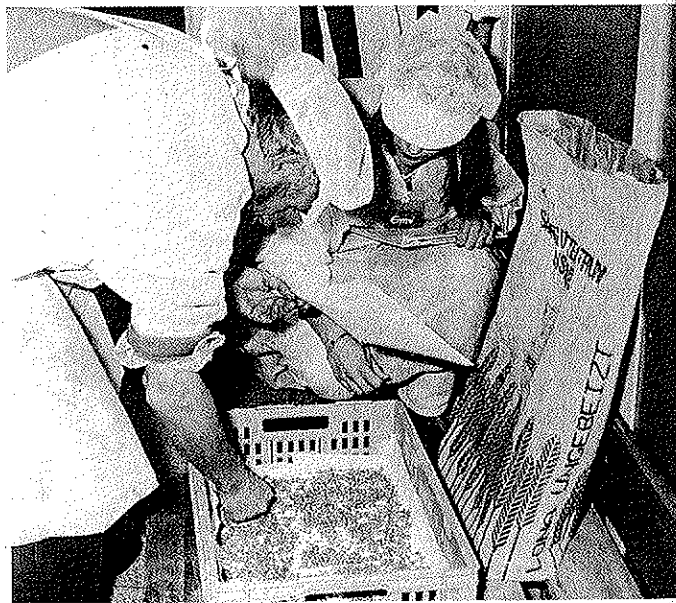


Abb. 3. Saatgut-Probeentnahme: Nachdem die Saatgutsäcke während zwei Stunden im 45 °C warmen Wasser waren, nahm man dieselben heraus und liess sie 10 Minuten abtropfen. Gleichzeitig wurden Saatgutproben zur Ermittlung der Keimfähigkeit und des Schneeschimmelfalles der Körner im Vergleich zu unbehandelt entnommen (Foto: Gabriela Brändle, FAL).

Verbesserung der Keimfähigkeit auf durchschnittlich 90 % (erforderliche Mindest-Keimfähigkeit für zertifiziertes Saatgut: 85 %). Bei der chemischen Beizung mit Beret 050 FS betrug die mittlere Keimfähigkeit 91 %.

Wir untersuchten auch in einem Versuch die Wirkung der verschiedenen Saatgutbehandlungen in Erde: günstige Infektionsbedingungen für *F. nivale* während 21 Tagen bei 5 °C und Dunkelheit, gefolgt von 10 °C und Licht bis zum 1-Blattstadium. Die Wirkung war in allen Verfahren sehr gut (Tab. 1).

Feldversuche in Parzellen

1996 und 1997 wurden Kleinparzellenversuche mit drei bis vier Wiederholungen in IP-Betrieben (Zürich-Reckenholz, Ellighausen TG, Oensingen SO) und in Bio-Betrieben (Oberwil BL, Knutwil LU, Oberwangen BE, Eschikon ZH) angelegt. Gesät wurden 400 Körner je m² bei 18 cm Reihenabstand. Alle Versuche enthielten die Verfahren unbehandelt, chemisch gebeizt mit Beret 050 FS, 4 ml/kg Saatgut und die Warmwasserbehandlungen bei 45°C während 2 Stunden, durchgeführt im Labor und unter praktischen Bedingungen. Die Pflegemassnahmen sowie die Düngung der Pflanzenbestände erfolgten betriebsüblich.

Erhoben wurde der Pflanzenauflauf, die Triebzahl (teilweise), Ährenzahl (teilweise) und der Ertrag. Die Pflanzen, Triebe und Ähren hat man an der gleichen Stelle zweimal auf einem Laufmeter je Parzelle gezählt. Für die Ertragerhebungen wurden die Bestände der ganzen Parzellen geerntet.

Sowohl in den IP- wie in den Biobetrieben war die **Pflanzenzahl** im Feldaufgang bei den behandelten Verfahren signifikant höher als in der unbehandelten Kontrolle (Tab. 2). Zwischen der Labor- und der Praxis-Warmwasserbehandlung gab es keine gesicherten Unterschiede. Während die chemische Beizung in den IP-Betrieben durchschnittlich die beste Wirkung erbrachte, wirkten alle Saatgutbehandlungen in den Biobetrieben ähnlich gut.

Die maximale **Triebzahl** pro m² wurde in zwei IP- und in zwei Bioversuchen zwischen Ende Bestockung und Beginn Schossen erhoben. Die Warmwasser-Saatgutbehandlungen (Mittel 855 Triebe/m²) bewirkten meistens einen gesicherten Anstieg gegenüber unbehandelt (Mittel 677 Triebe/m²). Keine gesicherten Unter-

Tab. 2. Einfluss von Labor- und Praxis-Warmwasserbehandlungen auf den Pflanzenauflauf und den Ertrag von Sommerweizen-Saatgut Lona im Vergleich zur chemischen Beizung. Parzellenversuche 1996 bis 1997: IP-Betriebe: Zürich-Reckenholz, 2 x Ellighausen (TG), Oensingen (SO); Biobetriebe: Oberwil (BL), Knutwil (LU), Oberwangen (BE), Eschikon (ZH)

Haupterreger: Samenbürtiger Schneeschimmel (*Fusarium nivale*)

Verfahren	Pflanzen pro m ²				Ertrag in kg/a			
	IP-Betriebe (2)	*P=5%	Bio-Betriebe (2)	*P=5%	IP-Betriebe (2)	*P=5%	Bio-Betriebe (2)	*P=5%
Ungebeizt	272	C	270	B	50,5	A	42,5	A
Chemische Beizung (1)	383	A	344	A	54,0	A	44,5	A
Warmwasserbehandlung								
Labor	350	B	355	A	53,0	A	49,4	A
Praxis	327	B	339	A	53,7	A	45,6	A

Signifikanz-Test: *DUNCAN P = 5 %. Werte mit den gleichen Buchstaben sind nicht signifikant verschieden. (1): Beret 050 FS, (2): Mittelwerte von je vier Versuchsreihen.

schiede gab es zwischen der Labor- (Mittel 861 Triebe/m²) und der Praxis-Warmwasserbehandlung (Mittel 822 Triebe/m²). Bei der chemischen Beizung wurden 883 Triebe/m² festgestellt. Der schlechtere Pflanzenauflauf des unbehandelten Saatgutes konnte offensichtlich nicht durch eine stärkere Bestockung kompensiert werden: Bei unbehandelt und behandelt gab es im Mittel 2,5 Triebe je Pflanze. Auch die **Ährenzahl** wurde in je zwei IP- und in zwei Bioversuchen erhoben. Die Warmwasser-Saatgutbehandlungen (Mittel 483 Ähren/m²) bewirkten meistens keinen gesicherten Anstieg gegenüber unbehandelt (Mittel 444 Ähren/m²). Zwischen den verschiedenen Behandlungen konnten ebenso in der mittleren Ährenzahl pro m² keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden: Labor-Warmwasserbehandlung (483), Praxis-Warmwasserbehand-

lung (488), chemische Beizung (483). Die höhere Triebzahl pro m² der Verfahren «behandelt» hatte wegen einer stärkeren Triebzahlreduktion keine höhere Ährenzahl pro m² zur Folge.

Die in Tabelle 2 aufgeführten **Erträge** müssen mit Vorsicht interpretiert werden: Um die verschiedenen Erhebungen durchzuführen, mussten hauptsächlich bei unbehandelt die Bestände mehrmals von Unkräutern und Ungräsern gesäubert werden. Durch den samenbürtigen Schneeschimmelbefall gab es bei unbehandelt teilweise grosse Bestandeslücken. Die starke Verunkrautung in diesen Lücken würde in der Praxis das Wachstum der Getreidepflanzen konkurrenzieren. Wegen der fehlenden Unkrautkonkurrenz und infolge des grösseren Platzangebots konnten sich die noch verbleibenden Triebe beziehungsweise Ähren sehr gut entwickeln.

Tab. 3. Einfluss der Praxis-Warmwasserbehandlung auf die Anzahl Pflanzen, Triebe, Ähren und den Ertrag von Sommerweizen-Saatgut Lona im Vergleich zu unbehandelt. Praxis-Streifenversuche 1997

Haupterreger: Samenbürtiger Schneeschimmel (*Fusarium nivale*)

Verfahren	IP-Betrieb Ellighausen (TG)		Bio-Betrieb Knutwil (LU)	
		*P=5%		*P=5%
	Anzahl Pflanzen pro m²			
Unbehandelt	226	B	266	B
Warmwasser-Praxisbehandlung	315	A	418	A
	Anzahl Triebe pro m²			
Unbehandelt	805	B	722	B
Warmwasser-Praxisbehandlung	1070	A	1081	A
	Anzahl Ähren pro m²			
Unbehandelt	510	B	429	B
Warmwasser-Praxisbehandlung	589	A	567	A
	Ertrag in kg/a			
Unbehandelt	54,8	A	39,1	B
Warmwasser-Praxisbehandlung	57,6	A	43,2	A

Signifikanz-Test: *DUNCAN P = 5 %. Werte mit den gleichen Buchstaben sind nicht signifikant verschieden.

Der Durchschnittsertrag war in den Bio-betrieben 14 % tiefer als in den IP-Betrieben (Tab. 2). Wie bei der Ährenzahl konnten auch bei den Erträgen keine signifikanten Ertragsunterschiede beobachtet werden. Die Warmwasserbehandlungen ergaben ähnlich hohe Erträge wie die chemische Saatgutbeizung. Obwohl statistisch nicht gesichert, bewirkten die Behandlungen gegenüber unbehandelt im Mittel eine Ertragsdifferenz von +3,5 kg/a beziehungsweise +7,0 %.

Feldversuche in Streifensaar

Die Versuche wurden 1997 mit Sommerweizen Lona (Frühjahrssaar) als Streifen (Betriebs-Sämaschinenbreite = 3 m) in der Feldlänge angelegt. Versuchsorte waren Ellighausen TG (IP-Betrieb) und Knutwil LU (Bio-Betrieb). Die Saatmenge betrug in Ellighausen 1,7 kg/a, in Knutwil 2,2 kg/a. In beiden Versuchen verwendeten wir die Verfahren «unbehandeltes Saatgut» und «in der Praxis mit Warmwasser (45 °C während 2 Stunden) behandeltes Saatgut». Die getroffenen Pflegemaßnahmen sowie die Düngung der Pflanzenbestände erfolgten betriebsüblich. In 5 x 1 m² verteilt in der Feldlänge wurden in den Streifen die Anzahl Pflanzen, Triebe, Ähren und der Ertrag erhoben. Die Resultate sind in Tabelle 3 aufgeführt.

In Knutwil wirkte sich der samenbürtige Schneeschimmelbefall stärker aus als in Ellighausen. In Knutwil waren auch die Differenzen zwischen behandelt und unbehandelt statistisch gesichert am grössten: Anzahl Pflanzen +57 %, Anzahl Triebe +50 %, Anzahl Ähren +32 %, Ertrag +10 %. In Ellighausen bewirkte die Warmwasserbehandlung gegenüber unbehandelt gesichert 39 % mehr Pflanzen, 33 % mehr Triebe und 15 % mehr Ähren. Trotz höherer Ährendichte war der Ertragsunterschied von +5 % zwischen behandelt und unbehandelt nicht mehr gesichert. Der Ertrag kann nebst der Ährenzahl pro m² auch durch die Kornzahl pro Ähre sowie das Tausendkorngewicht beeinflusst werden. Beide Parameter wurden nicht ermittelt.

Zusammenfassung und Folgerungen

Die unter Praxisbedingungen durchgeführten Saatgutbehandlungen von Sommerweizen Lona mit Warmwasser (45 °C, 2 h) ergaben folgende Erkenntnisse:

■ In den 1996 und 1997 in IP- und Bio-betrieben angelegten Feldversuchen mit Sommerweizen Lona war die Wirkung gegenüber dem samenbürtigen Schneeschimmel (*Fusarium nivale*) ebenbürtig zu der Labor-Warmwasserbehandlung und der praxisüblichen chemischen Beizung.

■ Bei genauer Einhaltung der Behandlungstemperatur und -zeit war das Verfahren sehr gut pflanzenverträglich.

■ Zur Behandlung von kleinen Saatgut-mengen (350 kg/Behandlung) eignete sich ein gut isolierter Käsekessel mit geschlossener Zirkulation von 45 °C warmem Wasser (Abb. 1). Die Rücktrocknung des Saatgutes nach der Behandlung mit dem in der Praxis vorhandenen Kistentrockner mit 35 °C warmer Luft und einer Körnerschicht von 5 bis 15 cm erfolgte problemlos (Abb. 4). Versuche mit dickeren Saatgutschichten in der Kiste müssen noch durchgeführt werden.

■ Die Warmwasserbehandlung kann speziell für den Biolandbau - wo zurzeit keine anderen effektiven Saatgut-Behandlungsmöglichkeiten bestehen - ohne Einschränkung für Sommerweizen empfohlen werden. Da bei uns der samenbürtige Schneeschimmelpilz das Wintergetreide besonders stark befallen kann, überprüfen wir jetzt die Wirkung und die Pflanzenverträglichkeit der in der Praxis durchgeführten Warmwasserbehandlung mit Winterweizen Runal.

LITERATUR

Winter W., Bänziger I., Krebs H., Rütegger A., Frei P. und Gindrat D., 1997a. Warm- und Heisswasserbehandlung gegen Auflaufkrankheiten. *Agrarforschung* 4 (11 - 12), 449-452.

Winter W., Rütegger A., Bänziger I., Krebs H., Frei P. und Gindrat D., 1997b. Beizung nach Schadschwellen: Ergebnisse mit Sommerweizen. *Agrarforschung* 4 (1), Farbteil.

RÉSUMÉ

Traitement des semences de blé de printemps à l'eau chaude dans les conditions de la pratique pour la lutte contre la moisissure des neiges transmise par les semences

En Suisse, *Gerlachia nivalis* (= *Fusarium nivale*, moisissure des neiges) est l'un des principaux parasites fongiques du blé transmis par les semences. Un traitement à l'eau chaude des semences (naturellement infectées par *G. nivalis*) dans les conditions de la pratique a été comparé, dans des essais au laboratoire et au champ, à un traitement à l'eau chaude réalisé au laboratoire

et à un traitement fongicide des semences. Pour le traitement à l'eau chaude dans les conditions de la pratique, les semences ont été plongées deux heures dans une cuve à fromage contenant de l'eau à 45 °C, puis séchées quatre heures à l'air à 35 °C. Pour le traitement à l'eau chaude au laboratoire, un bain-marie a été utilisé et les semences ont été ensuite séchées cinq heures à l'air à 40 °C. Le traitement chimique a été effectué avec le Bérét 050 FS (4,8 % fenpiclonil) appliqué en spray avec une machine Hege. Le traitement pratique à l'eau chaude a été aussi efficace contre *G. nivalis* que le traitement à l'eau chaude au laboratoire et le désinfectant chimique. Aucun traitement n'a eu d'effet dommageable sur le pouvoir germinatif des semences. Le traitement des semences de blé à l'eau chaude constitue, pour l'agriculture biologique, une alternative au traitement chimique contre *G. nivalis*.

SUMMARY

Warm water seed-treatment realised in the practice for the control of the seed-borne snow mould in summer-wheat

In Switzerland, one of the most important seed-borne fungal pathogens of wheat is *Gerlachia nivalis* (= *Fusarium nivale*, snow mould). A warm water seed treatment under practical conditions against *G. nivalis*-naturally infected summer-wheat seed, was compared with a laboratory warm water treatment and a chemical dressing in field and laboratory experiments. For the warm water treatment under practical conditions seed lots of 350 kg were dipped into water at 45 °C in a bin for cheese production during two hours, then air-dried (35 °C) during four hours. For the laboratory warm water treatment a waterbath was used and the seed was dried back at 40 °C during five hours. For chemical dressing Bérét 050 FS (4,8 % fenpiclonil) was applied with a Hege-spraying seed-treatment machine. Warm water treatment under practical conditions was as efficacious against *G. nivalis* as the laboratory warm water treatment and the chemical one. All seed treatments had no damaging effect on the germination of seeds. It was concluded that for organic farming, warm water treatment of wheat seeds is an alternative to the chemical seed dressing against *G. nivalis*.

KEY WORDS: warm water seed-treatment, snow mould, *Gerlachia nivalis*, *Fusarium nivale*, seedling pathogens, germination, field emergence, wheat, organic farming