

# Praxis-Warmwasserbehandlung für Winterweizensaatgut

Irene BÄNZIGER, Walter WINTER, Andreas RÜEGGER und Heinz KREBS, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau, Reckenholz (FAL), CH-8046 Zürich  
Auskünfte: Irene Bänziger, e-mail: irene.baenziger@fal.admin.ch, Fax +41(0)1 377 72 01, Tel +41(0)1 377 71 11

**Versuche mit der Praxis-Warmwasserbehandlung von Winterweizensaatgut der Sorte Runal zeigten eine gute Wirkung gegenüber dem samenbürtigen Schneeschimmelpilz *Fusarium nivale* und eine gute Pflanzenverträglichkeit. Dies bestätigt frühere Resultate mit der Sommerweizensorte Lona. Eine einjährige Lagerung von warmwasserbehandeltem Sommerweizensaatgut brachte keine Einbusse der Wirkung und beeinträchtigte die Keimfähigkeit nicht.**

Die Saatgut-Warmwasserbehandlung wurde bereits 1951 mit einer Wirkung gegen den Gersten- und Weizenflugbrand beschrieben (Limasset *et al.* 1951). Über 40 Jahre später, auf der Suche nach umweltfreundlicheren Saatgutbehandlungsmethoden, wurde aufgrund der guten Resultate dieses Verfahren wieder aufgegriffen. Es stellte sich die Frage, wie die Wirkung der Warmwasserbehandlung bei 45°C während zwei Stunden gegenüber anderen Saatgutkrankheitserregern aussah.

1996 und 1997 wurden mit der Warmwasserbehandlung (45°C, 2 Stunden) die samenbürtigen Krankheiten Schneeschimmel *Fusarium nivale* und Spelzenbräune *Septoria nodorum* auf Saatgut der Sommerweizensorte Lona erfolgreich bekämpft. Der Versuch erfolgte in Zusam-

menarbeit mit der Biofarm-Genossenschaft Kleindietwil bei der Emmi Milch AG (Dagmersellen). Unter Praxisbedingungen wurden in einem «Käsekessi» mit einer Menge von etwa 350 kg je Durchgang Sommerweizen-Saatgut behandelt (Winter *et al.* 1998). Da dem Anbau von Winterweizen in der Schweiz eine grosse Bedeutung zukommt, wurde das Behandlungsverfahren auch mit **Winterweizen Runal** geprüft.

## Versuchsdurchführung

Im Labor wurden die Keimfähigkeit und der Saatgutbefall mit Schneeschimmel (*F. nivale*) untersucht. Im Feld testeten wir die Wirkung der Warmwasserbehandlung gegenüber dem Schneeschimmel und die

Pflanzenverträglichkeit. Die Feldversuche führten wir in beiden Jahren auf einem Bio- und einem IP-Betrieb durch. Je Betrieb wurde ein Parzellenversuch (randomisierte Blockanlage) sowie ein Streifenversuch (praxisübliche Saat und Bewirtschaftung) angelegt. Die Wirkung der Praxis-Warmwasserbehandlung (45°C, 2 h) wurde mit jener der chemischen Beizung (Beret 050 FS) und der Labor-Warmwasserbehandlung (ebenfalls 45°C, 2 h) verglichen.

Auch eine wichtige Frage war die Lagerfähigkeit warmwasserbehandelter Samen. Bleibt die Wirkung bestehen? Verändert sich die Keimfähigkeit gegenüber dem unbehandelten Saatgut? Zur Abklärung dieser Fragen wurde **Lona-Sommerweizensaatgut** verwendet, das bereits 1996 mit Warmwasser behandelt worden war. Nach einjähriger Lagerung wurde dann das Lona-Saatgut im Versuch 1997 (Parzellenversuche auf einem IP- und Bio-Betrieb) nochmals ausgesät.

## Laborversuche mit Winterweizen

Der *Fusarium-nivale*-Saatgutbefall und die Keimfähigkeit wurden mit dem modifizierten Keimtest auf Filterpapier ermittelt (Winter *et al.* 1997b). Das in den Feldversuchen verwendete Runal Saatgut wies einen durchschnittlichen, natürlichen Befall mit *F. nivale* von 18 % auf, was die Keimfähigkeit auf 85 % reduzierte. Die Praxis-Warmwasserbehandlung bewirkte eine gesicherte Verbesserung der Keimung auf 95 %. Mit chemischer Beizung wurde eine Keimfähigkeit von 93 % erreicht. Der Wirkungsgrad, um *Fusarium nivale* zu bekämpfen, betrug mit der Warmwasserbehandlung 94 % und erreichte mit der chemischen Beizung 100 % (Tab. 1).

## Feldversuche in Parzellen

Die Feldversuche wurden in den Jahren 1997/98 durchgeführt. Der Bio-Standort



Vom Schneeschimmelpilz *Fusarium nivale* befallene Weizenpflanzen nach der Überwinterung. (Foto: FAL Reckenholz).

**Tab 1. Einfluss von Labor- und Praxis-Warmwasserbehandlung auf die Keimfähigkeit und den Krankheitsbefall mit dem samenbürtigen Schneeschimmel (*Fusarium nivale*) im Vergleich zur chemischen Beizung - Winterweizen-Saatgut Runal**

Verfahren	Keimfähigkeit in % <sup>a</sup>		Körnerbefall mit <i>Fusarium nivale</i> in % <sup>b</sup>		
	*P = 5 %		**WG in %		*P = 5 %
Unbehandelt	85	B	18,0	–	A
Chemische Beizung (Beret 050 FS)	93	A	0,0	100	B
Warmwasserbehandlung-Labor (45°C/2 h)	93	A	1,0	94	B
Warmwasserbehandlung-Praxis (45°C/2 h)	95	A	1,0	94	B

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

\*\*WG: Wirkungsgrad in %.

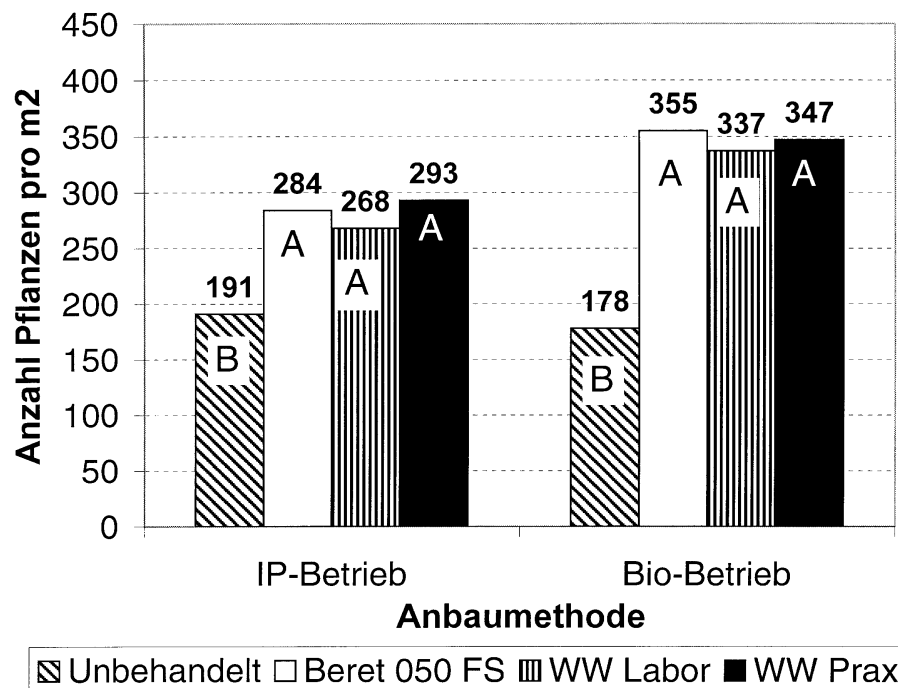
<sup>a</sup>Keimfähigkeit auf Filterpapier nach ISTA

<sup>b</sup>Ermittelt im modifizierten Filterpapier-Keimtest: Inkubation der Körner auf feuchtem Filterpapier während 5 Tagen bei 10°C und 3 Tagen bei 20°C

<sup>a,b</sup>: Mittelwerte von je 2 Versuchsreihen (1997/98)

befand sich in Knutwil (LU), der IP-Standort in Ellighausen (TG). Angelegt wurden Kleinparzellenversuche mit vier Wiederholungen, einer Saattiefe von 400 Körnern je m<sup>2</sup> bei einem Reihenabstand von 18 cm. Mit Ausnahme der Saatgutbehandlung erfolgte die Bewirtschaftung betriebsüblich. Folgende Saatgutbehandlungsverfahren wurden untersucht: Unbehandelt, chemisch gebeizt mit Beret 050 FS (4 ml/kg Saatgut) und die Warmwasserbehandlung (2 Stunden bei 45°C; Labor- und Praxisbehandlung). Die Erhebungen beinhalteten den Pflanzenaufbau, die Triebzahl und die Ährenzahl. Für die Auszählung wurden pro Parzelle je zwei Laufmeter (Lm) der mittleren Reihen ausgesteckt. Pflanzen, Triebe und Ähren wurden immer in denselben Laufmetern gezählt.

Im Durchschnitt der beiden Versuchsjahre war die **Pflanzenzahl** nach dem Feldaufgang (2-Blattstadium) in allen behandelten Verfahren signifikant höher als im unbehandelten Verfahren, wobei der Unterschied auf dem Bio-Betrieb zwischen



**Abb. 1. Einfluss der Praxis-Warmwasserbehandlung (WW) auf den Pflanzenaufbau von Winterweizensaatgut Runal im Vergleich zu Unbehandelt, chemischer Beizung mit Beret 050 FS und der Labor-Warmwasserbehandlung zur Bekämpfung des samenbürtigen Schneeschimmels (*Fusarium nivale*).** Feldversuche 1997/98; je ein Parzellenversuch auf Bio- und IP-Betrieb; randomisierte Blockanlage mit vier Verfahren und drei Wiederholungen. Signifikanz-Test: \*DUNCAN P = 5 %. Werte mit den gleichen Buchstaben sind nicht signifikant verschieden.

**Tab 2. Einfluss der Praxis-Warmwasserbehandlung auf die Trieb- und Ährenzahl von Winterweizen-Saatgut Runal im Vergleich zu Unbehandelt, chemischer Beizung und der Labor-Warmwasserbehandlung zur Bekämpfung des samenbürtigen Schneeschimmels (*Fusarium nivale*)**

Verfahren	Triebe pro m <sup>2</sup>		Ähren pro m <sup>2</sup>	
	IP-Betrieb	Bio-Betrieb	IP-Betrieb	Bio-Betrieb
	*P = 5 %		*P = 5 %	
Unbehandelt	758	539	519	394
Chemische Beizung (Beret 050 FS)	869	797	583	467
Warmwasserbehandlung-Labor (45°C/2 h)	886	755	557	462
Warmwasserbehandlung-Praxis (45°C/2 h)	919	776	562	468

Feldversuche 1997/98: je ein Parzellenversuch auf Bio- und IP-Betrieb; randomisierte Blockanlage mit 4 Verfahren und 3 Wiederholungen

Signifikanz-Test:

\*DUNCAN P = 5 %. Werte mit gleichen Buchstaben sind nicht signifikant verschieden

zahl im Vergleich zum unbehandelten Verfahren, der jedoch statistisch nicht gesichert war. Auf dem Bio-Betrieb bewirkten alle Behandlungsverfahren einen gesicherten Anstieg der Anzahl Triebe. Sowohl auf dem IP- als auch auf dem Bio-Betrieb konnte das unbehandelte Verfahren durch eine stärkere Bestockung den beim Auflaufen dünneren Bestand verbessern, jedoch nicht ausgleichen (Tab. 2).

Die **Ährenzahl** war bei der IP-Anbaumethode im Durchschnitt um 100 Ähren pro m<sup>2</sup> höher als im Versuch auf dem Biobetrieb. Der Positiv-Effekt der Behandlungen wirkte sich auch bei der Ährenzahl aus, jedoch weniger deutlich als bei der Pflanzenzahl (statistisch nicht gesichert). Das unbehandelte Verfahren wies im Gesamtdurchschnitt (Integrierte Produktion und Biologischer Anbau) 457 Ähren/m<sup>2</sup> aus. Eine um 12 bis 15 % erhöhte Ährenzahl gegenüber Ungebeizt bewirkten die chemische Beizung und die Warmwasserbehandlungen (Tab. 2).

### Feldversuche in Streifensaat

Um den Praxisbedingungen näher zu kommen, wurden die Verfahren «Unbehandelt» und «Warmwasser-praxisbehandelt» in je einem Streifen in der Betriebs-sämaschinenbreite von 3 m über die gesamte Feldlänge nebeneinander ausgesät. Wir verwendeten dasselbe Saatgut (Runal) wie im Parzellenversuch. Die Versuchsstreifen befanden sich auf dem IP-

**Tab 3. Einfluss der Lagerung von Praxis-Warmwasserbehandeltem (45°C; 2 h) Sommerweizensaatgut der Sorte Lona, befallen mit dem samenbürtigen Schneeschimmel (*F. nivale*), auf die Keimfähigkeit und die Anzahl Pflanzen pro m<sup>2</sup> im Vergleich zu Unbehandelt**

Verfahren	Keimfähigkeit in %		Pflanzen pro m <sup>2</sup>			
			IP-Betrieb		Bio-Betrieb	
	*P = 5 %		*P = 5 %		*P = 5 %	
<b>Ohne Lagerung 1996</b>						
Unbehandelt	69	A	272	A	249	A
WW-Beh. Praxis**	85	A	299	A	325	A
<b>Mit Lagerung 1997</b>						
Unbehandelt	70	B	238	B	254	B
WW-Beh. Praxis	91	A	341	A	314	A

Je ein Parzellenversuch auf Bio- und IP-Betrieb; randomisierte Bockanlage mit 3 Wiederholungen; IP-Betrieb: Ellighausen (96/97); Bio-Betrieb: Oberwil (96) und Lindau (97)  
 \*Signifikanz-Test: DUNCAN P = 5 %. Werte mit gleichen Buchstaben sind nicht signifikant verschieden.  
 \*\*WW-Behandlung: Warmwasserbehandlung 45°C/2 Stunden

und dem Bio-Betrieb neben den Parzellenversuchen. Die Saatmenge betrug auf dem IP-Betrieb in Ellighausen 1,7 kg/a und auf dem Bio-Betrieb in Knutwil 2,2 kg/a (höhere Saatmenge wegen dem Pflanzenverlust durch das Striegeln). Die Pflegemaßnahmen und die Düngung der Pflanzenbestände erfolgten betriebsüblich. Die Erhebungen umfassten wie beim Parzellenversuch die Anzahl Pflanzen, Triebe und Ähren in je 5 x 1 m<sup>2</sup> über die Feldlänge verteilt.

In Knutwil (Bio) war der Unterschied zwischen Unbehandelt und Behandelt grösser als in Ellighausen (IP), was auf unterschiedliche Befallsbedingungen für *Fusarium nivale* hinweist. Die Warmwasserbehandlung bewirkte in Knutwil eine gesicherte Zunahme der Pflanzenzahl von 75 %. In Ellighausen steigerte sie diese

«nur» um 21 %. An beiden Standorten ergab die Behandlung bei der Triebzahl (+ 44 % bzw. + 13 %) sowie bei der Ährenzahl (+ 33 % bzw. + 14 %) einen gesicherten höheren Bestand gegenüber der Kontrolle (Abb. 2).

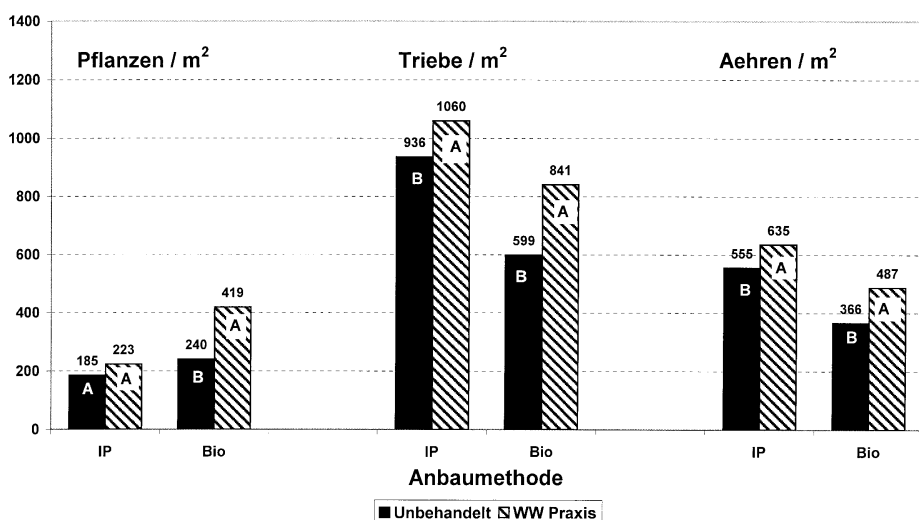
### Saatgut-Lagerungsversuche mit Sommerweizen

In Tabelle 3 werden die Resultate eines Sommerweizenpostens der Sorte Lona (Saatgutbefall mit *F. nivale*: 25 %) aufgezeigt, der 1996 sofort nach der Praxis-Warmwasserbehandlung und 1997 nach Lagerung ausgesät wurde. Eine einjährige, trockene Lagerung bei 10°C hatte keine negativen Auswirkungen. Sowohl die gute Wirkung gegenüber *F. nivale* als auch die Keimfähigkeit blieben erhalten. Die Versuche fanden auf dem IP-Betrieb in Ellighausen (TG) sowie auf Bio-Betrieben in Oberwil (BL) und in Lindau (ZH) statt.

Die in der Praxis warmwasserbehandelte Saatgutprobe erreichte in beiden Versuchsjahren eine um 16 % (1996) beziehungsweise um 21 % (1997) bessere Keimfähigkeit als die unbehandelte Probe. Auch bezüglich der Pflanzenzahl wurde mit der Warmwasserbehandlung in beiden Jahren bei Bio als auch bei IP ein deutlich besseres Resultat als in der Kontrolle erzielt, im Jahr 1997 war das Resultat sogar gesichert.

### Fazit.....

Bis heute sind neben der Warmwasserbehandlung keine vergleichbaren, nicht-chemischen Saatgutbehandlungsverfahren mit einem ähnlich guten Wirkungsspektrum



**Abb. 2. Einfluss der Praxis-Warmwasserbehandlung (WW) auf die Anzahl Pflanzen, Triebe und Ähren von Winterweizen-Saatgut Runal im Vergleich zu Unbehandelt zur Bekämpfung des bodenbürtigen Schneeschimmels (*Fusarium nivale*) in Streifenversuchen.** Versuchsjahr 1998; je ein Praxis-Streifenversuch auf Bio- und IP-Betrieb mit zwei Verfahren und fünf Wiederholungen. Signifikanz-Test: \*DUNCAN P = 5 %. Werte mit den gleichen Buchstaben sind nicht signifikant verschieden.

bekannt. Es besteht eine sehr gute Wirkung gegen die Auflaufferreger *Fusarium nivale*, *F. graminearum*, *Septoria nodorum* (Winter *et al.* 1997a) und eine Teilwirkung gegenüber dem Weizenstinkbrand (*Tilletia caries*). Damit ist die Warmwasserbehandlung von kleinen Saatgutposten eine praxistaugliche Alternative zur chemischen Beizung (Ausnahme: Keine Wirkung gegenüber dem bodenbürtigen *Fusarium nivale*) und kann mit bestehender Infrastruktur durchgeführt werden. Sie ist unbedenklich in der Anwendung und stellt kein Risiko für das Gleichgewicht natürlicher Ökosysteme dar. Daher ist auch die Akzeptanz im biologischen Landbau gewährleistet. Alle diese Aspekte sprechen für die Warmwasserbehandlung und unterscheiden sie von anderen biologischen Pflanzenschutzmassnahmen, bei welchen aufwändige Abklärungen gemacht werden müssen wie mögliche Resistenzbildung, Einfluss auf bodenbürtige Antagonisten, Verteilung des Präparates auf dem Korn.

## ..... und Folgerungen für die Praxis

■ Die Wirkung der Warmwasser-Praxisbehandlung gegenüber dem samenbürtigen Schneeschimmelpilz *Fusarium nivale* auf Winterweizen Runal ist gut und vergleichbar mit den Versuchsergebnissen 1996/97 mit Sommerweizen Lona (Winter *et al.* 1998).

■ Das Verfahren ist bei genauer Einhaltung der Behandlungsbedingungen, Temperatur (45°C) und Zeit (2 Stunden), gut pflanzenverträglich.

■ Aufgrund der Ergebnisse von 1996 bis 1998 mit Sommerweizen Lona und Winterweizen Runal kann zur optimalen Bekämpfung des samenbürtigen Schneeschimmelpilzes *Fusarium nivale* die Warmwasserbehandlung bei 45°C während 2 Stunden empfohlen werden.

■ Zur routinemässigen Anwendung der Warmwasserbehandlung von grossen Saatgutmengen, vor allem auch für die Rücktrocknung, sind innovative, technische Lösungen noch zu entwickeln.

■ Die Lagerung ist eine wichtige praktische Frage, da nicht jedes Jahr genügend gesundes Biosaatgut, das ungebeizt ausgesät werden kann, vorhanden ist. Erste Ergebnisse mit Sommerweizen Lona zeigen, dass die Lagerung keinen negativen Einfluss hat, weder auf die Wirkung noch auf die Keimfähigkeit. Weitere Versuche mit verschiedenen Sorten und Lager-Bedingungen (Praxis) sind erforderlich.

## LITERATUR

■ Limasset P., Darpoux H. et Fron G., 1951. Principes de Pathologie végétale. Désinfections des semences, 229-230.

■ Winter W., Bänziger I., Krebs H. und Rüeegger A., 1997a. Warm- und Heisswasserbehandlung gegen Auflaufkrankheiten. *Agrarforschung* 4 (11-12), 467-470.

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

■ Winter W., Bänziger I., Rüeegger A. und Krebs H., 1998. Weizensaatgut: Praxiserfahrung mit Warmwasserbehandlung. *Agrarforschung* 5 (3), 125-128.

## RÉSUMÉ

### Traitement à l'eau chaude des semences de blé d'automne infectées par *Gerlachia nivalis* (moisissure des neiges)

Des essais en laboratoire et en champ ont été entrepris avec la variété de blé d'automne Runal en 1997-1998. Un traitement à l'eau chaude dans les conditions de la pratique a été comparé à un traitement de laboratoire, à un traitement chimique et à un témoin non traité. Pour le traitement dans les conditions de la pratique, des lots de semences de 350 kg ont été plongés 2 heures dans l'eau à 45°C dans un bac à fromage, puis séchés à l'air (35°C) pendant 4 heures. Au laboratoire, les semences ont été plongées dans un bain-marie à 45°C puis séchées 5 heures à l'air (40°C). Le traitement chimique a été réalisé avec le Beret 050 FS (4,8% de fenpiclonil) appliqué avec une machine Hege pour le traitement des semences par aspersion. Dix-huit pour-cent des semences utilisées étaient naturellement contaminées par *G. nivalis*.

Des tests de laboratoire ont montré que le traitement à l'eau chaude a réduit significativement l'infection des semences de 18% à 1%. La germination a été augmentée de 10% par rapport aux semences non traitées. Dans des essais en champ réalisés dans diverses régions de Suisse, le traitement à l'eau chaude dans les conditions de la pratique a augmenté le nombre de plantes par m<sup>2</sup> de 73% par rapport au témoin non traité. Des résultats similaires ont été obtenus avec le traitement de laboratoire et la désinfection chimique.

De premiers résultats n'indiquent aucune différence entre la conservation une année à 10°C des semences du blé de printemps Lona traitées à l'eau chaude et celle des semences non entreposées du point de vue de leur pouvoir germinatif et de l'efficacité contre *G. nivalis* (infection des semences) au champ. Ces essais doivent être poursuivis sur le blé d'automne en diverses conditions de conservation.

Pour les exploitations biologiques, le traitement à l'eau chaude représente ainsi une alternative à la désinfection chimique contre *G. nivalis* contaminant la semence du blé d'automne.

## SUMMARY

### Control of seed-borne snow mould (*Gerlachia nivalis*) of winter wheat with warm water

Warm water treatment of seeds of winter wheat cv. Runal under practical conditions was compared with a laboratory warm water treatment, a chemical seed dressing, and an untreated control in field and laboratory experiments in 1997-1998. The treatment under practical conditions was performed as follows: seed lots (350 kg) were dipped into water (45°C) for 2 hours in a bin for cheese production, then air-dried (40°C) during 4 hours. For the laboratory treatment, seeds were dipped into water (45°C) in a water bath, then dried at 35°C during 5 hours. For the chemical seed dressing, Beret 050 FS (4.8% fenpiclonil) was applied with a Hege spraying seed dressing machine. The seeds were naturally infected by *Gerlachia nivalis* (18% infestation).

The practical warm water treatment significantly reduced *G. nivalis* seed infection from 18 to 1%. Seed germination was increased by 10% compared to untreated seeds. In the field experiments, carried out in various regions of Switzerland, the practical warm water treatment significantly increased the numbers of plants/m<sup>2</sup> as well by 73% compared to the untreated control. Similar results were obtained with the laboratory warm water treatment and the chemical seed dressing.

Preliminary results from a dry storage of warm water treated and untreated seeds of the spring wheat cv. Lona during one year at 10°C showed no difference in control of *G. nivalis* in the field and in seed germination when compared to unstored seeds. More data should be obtained on the effect of various storage conditions on winter wheat seeds.

It is concluded that warm water treatment of winter wheat seeds is an alternative to chemical seed dressing against *G. nivalis* for organic farming.

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