

- HEWITT, E. J. – 1944. Visual symptoms of mineral deficiencies in vegetables and cereals grown in sand cultures. *Progr. Rep. I. Ann. Rep. Long Ashton Res. Sta.* 1943 : 33–47.
- HEWITT, E. J. – 1945. The resolution of the factors in soil acidity. *Progr. Rep. I. Ann. Rep. Long Ashton Res. Sta.* 1945: 51–60.
- HEWITT, E. J. – 1946. The resolution of the factors in soil acidity. Some effects of manganese toxicity. *Ann. Rep. Long Ashton Res. Sta.* 1946: 50–61.
- HEWITT, E. J. – 1947. The resolution of the factors in soil acidity. The relative effects of aluminum and manganese toxicities on farm and market garden crops. *Ann. Rep. Long Ashton Res. Sta.* 1947: 82–97.
- LÖHNIS, M. P. – 1946. Een voedingsziekte in bonen (*Phaseolus*) (Summ. A nutritional disease in beans. Preliminary Rep.) *T. Pl. ziekten* 52 (6): 157–160.
- LÖHNIS, M. P. – 1950. Injury through excess of manganese. Trace elements in Plant physiology. *Lotsya* 3: 63–76.
- LÖHNIS, M. P. – 1951. Manganese toxicity in field and market garden crops. *Plant and Soil* 3 (3): 193–222.
- PARBERRY, H. N. – 1943. The excessive uptake of manganese by beans showing scald and magnesium deficiency. Its regulation by liming. *Agr. Gaz. N.S. Wales* 54: 14.
- VAN SCHREVEN, D. R. – 1939. De gezondheidstoestand van de aardappelplant onder de invloed van twaalf elementen. *Meded. Landbouwhogeschool* 43: 1–166.
- SCHMEHL, W. R., PEECH, M. and BRADFIELD, R. – 1950. Causes of poor growth of plants in acid soils and beneficial effects of liming: 1. Evaluation of factors responsible for acid-soil injury. *Soil Science* 70 (5): 393–410.

## KEIMUNGSTEMPERATUR UND FLUGBRANDBEFALL

von

GUSTAV GASSNER

Botanisches Institut der Technischen Hochschule Braunschweig

Nach OORT (*Tijdschrift over Plantenziekten* 50, 73–106, 1944) ist das Zustandekommen der Flugbrandinfektion, insbesondere das Vordringen des Brandpilzes in den Keimling der heranwachsenden Samenlage, an genügend hohe Temperaturen während der Entwicklung und der Reifevorgänge des Kernes gebunden; denn durch niedere Temperaturen wird der Infektionserfolg nachweislich herabgesetzt. Andererseits ließen weitere Versuche des gleichen Autors insoweit keinen Einfluß der Temperatur auf den Flugbrandbefall erkennen, als die Temperatur während der Keimung und auch die späteren Temperaturverhältnisse die Höhe des Brandbefalls nicht zu beeinflussen vermochten.

Die folgenden Versuche befassen sich mit dem Einfluß der *Keimungstemperatur* auf den Flugbrandbefall. Die an heranwachsenden Getreidekörnern gemachten Feststellungen von OORT lassen sich dahin deuten, daß die Entwicklungs- und Wachstumsbedingungen von Brandpilz und Wirtspflanze an verschiedene Kardinalpunkte der Temperatur gebunden sind. Wenn dies richtig ist, muß trotz der entgegengesetzten Feststellungen von OORT mit der Möglichkeit gerechnet werden, daß auch bei der Keimung ähnliche Beziehungen zwischen Keimungstemperatur und Brandbefall vorliegen wie sie OORT für das Infektionsverhalten der Brandpilze in den sich entwickelnden Samenanlagen feststellen konnte. Von diesem Gesichtspunkt ausgehend, ist im folgenden die Frage geprüft, ob und inwieweit tiefe Temperaturen während des ersten Keimungsablaufs der Getreidekörner den Flugbrand zu beeinflussen vermögen.

Die *Versuchsanstellung* in den 3 im folgenden mitgeteilten Hauptversuchsreihen (Tab. 1–3) sowie in 2 weiteren, hier nicht wiedergegebenen, aber zu

grundsätzlich gleichen Feststellungen führenden Versuchen stimmt darin überein, daß Flugbrandhaltiges Saatgut von Sommerweizen und Wintergerste entweder ohne oder meist nach kurzer Vorquellung längere Zeit bei tiefen Temperaturen gehalten und hier zur ersten Entwicklung gebracht wurde. Parallel dazu verliefen Kontrollversuche mit Temperaturen von 20° sowie auch solche ohne jede Vorbehandlung des Saatgutes. Der Aufbau der Versuche erfolgte unter Berücksichtigung der bei den verschiedenen Temperaturverhältnissen ungleichen Entwicklungsgeschwindigkeit, sodaß die Keimpflanzen aller zusammenhängenden und in Vergleich gesetzten Versuchsreihen am gleichen Tage ins Freiland kamen. Die Unterschiede im Flugbrandbefall dürfen und müssen somit eindeutig auf die während der ersten Keimungsvorgänge vorliegenden Temperaturunterschiede zurückgeführt werden.

TABELLE 1. Einfluss einer 4-wöchigen Kältevorbehandlung bzw. „Kältekeimung“ gequollener Weizenkörner auf den Flugbrandbefall.  
Versuchsbeginn: 18. April 1951.

Nr	Weizensorte	Vorquellung bei 20°	Kältebehandlung <sup>1)</sup>	Ins Freie gepflzt.	Gesunde Ähren	Flugbrand		Relative Flugbrandwerte
						Ähren	%	
1	Santa Fé	24 Std. (18/19. April) <sup>2)</sup>	4 Wochen bei 0 bis -2°	17. Mai	1165	23	1,94	38
2	Santa Fé	24 Std. (18/19. April) <sup>2)</sup>	4 Wochen bei +1°	17. Mai	1048	15	1,41	28
3	Santa Fé	48 Std. (15-17. Mai) <sup>3)</sup>	-	17. Mai	1258	67	5,06	100
4	Peragis	24 Std. (18/19. April) <sup>2)</sup>	4 Wochen bei 0 bis -2°	17. Mai	1313	8	0,61	19
5	Peragis	24 Std. (18/19. April) <sup>2)</sup>	4 Wochen bei +1°	17. Mai	1274	6	0,47	15
6	Peragis	48 Std. (15-17. Mai) <sup>3)</sup>	-	17. Mai	1117	37	0,21	100

<sup>1)</sup> In Petrischalen auf feuchtem Filtrierpapier.

<sup>2)</sup> 1/2 Std. in Wasser getaucht, anschließend 23½ Std. in Petrischalen auf feuchtem Filtrierpapier.

<sup>3)</sup> Wie <sup>2)</sup> aber 47½ Std. in Petrischalen auf feuchtem Filtrierpapier.

In dem vorstehenden Versuch sind 24 Stunden angequollene Weizenkörner 4 Wochen bei Temperaturen von 0 bis -2° C bzw. bei +1° C gehalten, wo sie sich langsam entwickelten. Die Körner der Serien 0 bis -2° hatten am Schluss der Kältebehandlung eine Keimblattlänge von 2-3 und eine Wurzellänge bis zu 12 mm, die am gleichen Tage ins Freiland pikierten Körner der Serie +1° etwas mehr als 10 bzw. etwa 30 mm, die entsprechend später angesetzten und am gleichen Tage wie die Kälteversuche ins Freiland gepflanzten Kontrollversuche bei 20° eine Keimblattlänge von 1-2 und eine Wurzellänge von 7-10 mm.

Die Versuche erbrachten bei beiden zu den Versuchen verwendeten Weizensorten eine starke Herabsetzung des Flugbrandbefalls in den Versuchsreihen mit tiefen Temperaturen. Wenn wir den Brandbefall nach Keimung bei 20° gleich 100 setzen, haben wir bei Santa Fé-Weizen ein Absinken der Brandwerte (rechte Reihe von Tabelle 1) auf 38 bzw. 28, bei Peragis-Weizen sogar auf 19 bzw. 15, also außerhalb aller Fehlergrenzen liegende Werte.

Der Versuch wurde mit gewissen Abänderungen im Frühjahr dieses Jahres wiederholt. Zur Anwendung kamen Temperaturen von +1° und +5°, die

bezüglich ihrer Wirkung mit Versuchen bei  $+20^\circ$  sowie mit überhaupt nicht vorgekeimten Körnern in Vergleich gesetzt wurden. Der Kühlschrank  $+1^\circ$  zeigte während der Versuchsdauer durch Störung des Temperaturreglers vorübergehend ein Absinken auf Temperaturen von etwa  $-2$  bis  $-3^\circ$ , worauf die in den herabgesetzten Pflanzenzahlen zum Ausdruck kommenden Schädigungen zurückzuführen sind. Da die gewählten Zeiten von 61 Tagen bei  $+1^\circ$ , von 36 Tagen bei  $+5^\circ$  und von 6 Tagen bei  $20^\circ$  länger waren als in dem in Tab. 1 wiedergegebenen Versuch, war auch die Entwicklung der Pflanzen etwas weiter fortgeschritten als in dem vorjährigen Versuch. Keimlings- und Wurzellänge betragen bei  $+1^\circ$  4–8 bzw. bis zu 20 mm, bei  $+5^\circ$  35–40 bzw. etwa 70 mm, bei  $+20^\circ$  fast 50 bzw. 80 mm. Diese Werte gelten für den Tag der Umpflanzung ins Freie, die für alle Versuche, einschl. der überhaupt nicht behandelten Kontrollen, am gleichen Tage (8. April 52) erfolgte.

TABELLE 2. Einfluss einer längeren Vorkeimung bei tiefen Temperaturen ( $+1^\circ$  und  $+5^\circ$ ) auf den Flugbrandbefall von 2 Sommerweizen.

Versuchsbeginn: 7. Februar 1952

Versuchsdurchführung: nach 2-stündiger Vorquellung in Wasser von  $20^\circ$  Ankeimung in Sand bei Temperaturen von  $+1^\circ$ ,  $+5^\circ$ ,  $+20^\circ$ . Anschließend die Keimlingspflanzen ins Freiland pikiert. Kontrollen unbehandelt.

Nr	Weizensorte	Vorgequollen u. in Sand ausgelegt	Vorkeimtemperatur und Dauer	Ins Freiland gepflanzt	Gesunde Ähren	Flugbrandähren	Flugbrand%	Relative Flugbrandwerte
1	Santa Fé	7. Febr.	$+1^\circ$ , 7. Febr.–8. April	8. April	481 <sup>1)</sup>	0	0	0
2	Santa Fé	3. März	$+5^\circ$ , 3. März–8. April	8. April	3346	27	0,8	23
3	Santa Fé	2. April	$+20^\circ$ , 2. April–8. April	8. April	2804	94	3,25	92
4	Santa Fé	Kontrolle	–	8. April	2765	101	3,54	100
5	Peragis	7. Febr.	$+1^\circ$ , 7. Febr.–8. April	8. April	1551 <sup>2)</sup>	3	0,19	5
6	Peragis	3. März	$+5^\circ$ , 3. März–8. April	8. April	2913	71	2,38	61
7	Peragis	2. April	$+20^\circ$ , 2. April–8. April	8. April	3005	113	4,07	104
8	Peragis	Kontrolle	–	8. April	2869	117	3,92	100

<sup>1)</sup> Starke Schädigungen während des Aufenthaltes bei tiefer Temperatur.

<sup>2)</sup> Deutliche Schäden während des Aufenthaltes bei tiefer Temperatur.

Auch in dem vorstehend dargelegten Versuch von Tab. 2 bedeutet die Vorkeimung bei tiefen Temperaturen eine zum Teil höchst auffällige Herabsetzung des Flugbrandbefalls. Wenn wir wieder die Flugbrandwerte der Kontrolle gleich 100 setzen, haben wir bei Santa Fé-Weizen Werte von 0 und 12, bei Peragis solche von 5 und 61 bei Keimtemperaturen von  $+1$  bzw.  $+5^\circ$ . Die Flugbrandwerte der Keimung bei  $20^\circ$  entsprechen mit 92 und 104 durchaus den Werten der unbehandelten Kontrollen.

Die folgende Tabelle 3 enthält einen entsprechenden Versuch mit *Wintergerste* der im Herbst 1951 zur Durchführung gelangte (Flugbrandablesungen im Mai 1952). Gewählt wurde eine 21–23tägige Kältebehandlung bzw. Kältekeimung bei Temperaturen von  $+3$  bis  $+4^\circ$ . Die in feuchtem Sand liegenden Gerstekörner waren am 20. September, dem Tage der Umpflanzung ins Freie, deutlich angekeimt und in ihrer Entwicklung etwa ebenso weit wie die 2 Tage bei  $20^\circ$  in feuchtem Sand gehaltenen. Der Brandbefall ist auch in den Gerstenversuchen bei hoher Temperatur ( $20^\circ$ ) deutlich höher als bei tiefen ( $+3^\circ$  bis  $+4^\circ$ ), wenn auch die Unterschiede mit 75 bzw. 82 und 71 bzw. 53 gegenüber 100 bei  $20^\circ$

weniger groß sind als bei den Versuchen mit Weizen. Da in dem Versuch von Tab. 3 jedoch andere Temperaturen und vor allem kürzere Einwirkungsdauern zur Anwendung gekommen sind, ist ein unmittelbarer Vergleich nicht recht möglich.

TABELLE 3. Einfluss einer 3-wöchigen Kältekeimung (+3 bis +4°) von Gerstenkörnern auf den Flugbrandbefall  
Versuchsbeginn: 28. August 1951.  
Auslegen der Körner gleichmäßig in feuchten Sand.

Nr	Gerstensorte	Vorbehandlung bei 20°	Kältebehandlung bei + 3 bis + 4°	Ins Freie geplant	Gesunde Ähren	Flugbrand-ähren	Flugbrand-%	Relative Flugbrandwerte
1	Friedrichswerther Berg-Wintergerste	2Tg (28–30. Aug.)	21Tg. (30. Aug. bis 20. Sept.) 23Tg. (28. Aug. bis 20. Sept.)	20. Sept.	2696	102	3,79	75
2	Friedrichswerther Berg-Wintergerste	—	„	2323	101	4,17	82	
3	Friedrichswerther Berg-Wintergerste	2Tg. (18–20. Sept.)	„	2428	123	5,06	100	
4	Carstens 2zeilige Wintergerste	2Tg (28–30. Aug.)	21Tg. (30. Aug. bis 20. Sept.)	20. Sept.	4956	92	1,83	71
5	Carstens 2zeilige Wintergerste	—	23Tg. (28. Aug. bis 20. Sept.)	„	4618	64	1,37	53
6	Carstens 2zeilige Wintergerste	2Tg. (18–20. Sept.)	—	„	4859	128	2,57	100

Alle vorstehenden Versuche stimmen darin überein, daß die *niedere Temperatur* in den *ersten Stadien* des Keimungsprozesses zur Anwendung gekommen ist; sie stimmen weiter darin überein, daß diese niederen Keimtemperaturen ein deutliches, oft sogar ein sehr starkes Absinken des Flugbrandbefalls zur Folge haben. Diese Feststellung läßt sich ohne weiteres den von OORT an sich entwickelnden und reifenden Samen bzw. Samenlagern gemachten entsprechenden Feststellungen an die Seite stellen. Wenn wir für diese im obigen mit der Möglichkeit eines ungleichen Temperaturverhaltens von Nährpflanze und Pilz gerechnet haben, muß es naheliegen, auch für die gleichsinnigen Beziehungen zwischen Keimungstemperatur und Flugbrandbefall ähnliche Gründe anzunehmen. In den unlängst im hiesigen Institut durchgeführten Untersuchungen von Amos (Inaug. Dissertation Braunschweig 1952) gehört zur erfolgreichen Infektion der Ähren ein rechtzeitiges Vordringen des Brandmyzels in die Nähe des Vegetationskegels; insbesondere müssen die Knotenstellen rechtzeitig vom Pilz durchdrungen werden, da diese sehr bald verhärten und dann für den Pilz unpassierbar werden. Jede relative Verzögerung des Pilzwachstums bedeutet also für den Pilz die Gefahr, daß er die Nähe des Vegetationskegels nicht mehr erreicht, d.h. also, daß die Bildung von Brandähren nicht mehr erfolgen kann, und der Brandbefall abnimmt. Es ist bekannt, daß Getreidekörner auch bei sehr tiefen Temperaturen – Weizenkörner schon auf schmelzendem Eis – keimen können. Wenn das Myzel des Brandpilzes ein höheres Wachstumsminimum besitzt als die Nährpflanze, bedeutet also Keimung der an sich infizierten Körner bei tiefen Temperaturen eine Abnahme des Brandbefalls, wie es nach den vorstehenden Versuchsergebnissen tatsächlich der Fall ist.

Ist der Brandpilz einmal in den Vegetationskegel vorgedrungen und fallen damit die eben erwähnten Gründe der Temperaturwirkung fort, so ist mit

einem weiteren Einfluß tiefer Temperatur auf den Brandbefall kaum zu rechnen. Unsere eigenen Erfahrungen stimmen also mit der von OORT angegebenen Bedeutungslosigkeit tiefer Temperaturen insoweit überein, als *spätere* Entwicklungsstadien der Getreidepflanzen durch tiefe Temperaturen nicht beeinflusst werden. In Zusammenhang hiermit sei in Tabelle 4 noch ein Versuch mit verschiedenen Aussaatzeiten von flugbrandhaltiger Wintergerste (28. August, 15. September und 1. Oktober) wiedergegeben. Hier sind trotz der recht ungleichen Aussaatzeiten keine Unterschiede im Flugbrandbefall zu beobachten. Wenn bei der letzten Aussaat vom 1. Oktober geringere Brandährenzahlen vorliegen, so ist der Unterschied nur ein scheinbarer; denn die spät gesäten Parzellen haben infolge der mangelhaften Bestockung eine ganz wesentlich geringere Zahl von Ähren – natürlich auch von Brandähren gebildet, so daß also, bezogen auf die Ährenzahl, *gleiche* Brandprozente vorliegen.

TABELLE 4. Flugbrandbefall von 2 Wintergerstensorten bei verschiedener Aussaat.  
Versuchsbeginn: 28. August bis 1 Oktober 1951.

Nr	Sorte	Aussaat	Stand der Parzellen	Brandähren
1	Friedrichswerther Berg Wintergerste	28. Aug.	normal bestockt	383
2	Friedrichswerther Berg Wintergerste	15. Sept.	normal bestockt	393
3	Friedrichswerther Berg-Wintergerste	1. Okt.	ungleich schwächer bestockt, deshalb wesentlich geringere Halmzahlen	258
4	Carstens 2-zeilige Wintergerste	28. Aug.	normal bestockt	513
5	Carstens 2-zeilige Wintergerste	15. Sept.	normal bestockt	523
6	Carstens 2-zeilige Wintergerste	1. Okt.	ungleich schwächer bestockt, deshalb wesentlich geringere Halmzahlen	277

Unsere Feststellung, daß tiefe Temperaturen den Flugbrandbefall stark, zum Teil bis zum Nullpunkt herabsetzen, gilt also, um es nochmals zu betonen, für die *ersten Keimungsstadien*. Damit aber gewinnt die bekannte Tatsache, daß Sommerweizen im allgemeinen meist stärker unter Flugbrand leiden als Winterweizen, ein neues Gesicht. Winterweizen wird meist relativ spät, also dann gesät, wenn die Bodentemperatur abgesunken ist, während die erste Entwicklung des Sommerweizens in Zeiten fällt, in denen die in den obigen Versuchen nachgewiesene flugbrandhemmende Wirkung tiefer Keimungstemperaturen kaum zur Auswirkung kommt. Andererseits wird Wintergerste früh und damit ebenfalls unter Bedingungen gesät, die keine flugbrandhemmende Wirkung tiefer Temperaturen zustande kommen lassen. Vielleicht findet also das gegensätzliche Verhalten von Wintergerste und Winterweizen auf dem eben angegebenen Wege eine einfache natürliche Erklärung. Damit soll aber natürlich nichts gegen die Bedeutung der Flugbrandrassen für die Flugbrandanfälligkeit der einzelnen Sorten gesagt werden.

Es ist mir im übrigen eine angenehme Pflicht, Frl. Dr. Rapsch, in deren Händen weitgehend die praktische Durchführung der im vorstehenden besprochenen Versuche lag, für ihre sorgfältige und oft recht mühevolle Mitarbeit meinen Dank auszusprechen.