



NACHRICHTENBLATT FÜR DEN DEUTSCHEN PFLANZENSCHUTZDIENST

Herausgegeben von der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin
durch die Institute der Biologischen Zentralanstalt Aschersleben und Berlin-Kleinmachnow

Der Einfluß der Faktoren Bodenart, Bodenfeuchtigkeit und Bodentemperatur auf die Pathogenitätsabnahme des Steinbranderregeres des Weizens (*Tilletia caries* DC.) Tul. im Boden

Von Waltraude KÜHNEL

Aus der Biologischen Zentralanstalt Berlin der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin

STRACHOW (1953) schließt auf Grund von Versuchen über Sporenkeimung und Myzelwachstum verschiedener *Tilletia*-, *Ustilago*-, *Sphacelotbeca*- und *Tubercinia*-Arten, daß das saprophytische Wachstum der Brandpilze im Boden bisher stark überschätzt wurde. Schon TUBEUF (1901) wies auf die nur kurze Zeit im Boden auftretende saprophytische Phase des Steinbranderregeres hin. Nach STRACHOW geht das infektionstüchtige Material im Boden als Folge von Degenerationsprozessen, denen Basidien, Basidiosporen und Konidien unterworfen sind, meist nach kurzer Zeit zugrunde. Eine Vermehrung des infektionstüchtigen Materials findet im Boden nicht statt. Da jedoch die Brandsporen nicht alle zur gleichen Zeit auskeimen, können sie unter besonders günstigen Bedingungen mehrere Tage bis einige Wochen liegen bleiben. Die Geschwindigkeit der Abnahme des Infektionsmaterials im Boden ist stets von klimatischen Faktoren, wie Temperatur und Bodenfeuchtigkeit sowie dem Bodenzustand abhängig. Für *Tilletia tritici* (= *T. caries*) beträgt nach STRACHOW (1953) unter optimalen Bedingungen die Infektionsfähigkeit 7 Tage. In keinem Falle ergab im Spätherbst eingebrachtes Sporenmateriale im Frühjahr noch Infektionen. Zu gleichen Ergebnissen waren schon früher TUBEUF (1901) sowie APPEL und RIEHM (1914) gekommen. Sie stellten fest, daß einer vom Boden ausgehenden Infektion nur Bedeutung zukommt, wenn die Sporen dem Boden kurz zuvor zugegeben werden. Zu einer Infektion des Sommergetreides ist überwintertes Sporenmateriale nicht mehr befähigt. In drei verschiedenen Bodenarten durchgeführte Überwinterungsversuche verliefen negativ. BONNE (1931), HUNGERFORD (1922) und WELTZIEN (1957) fanden übereinstimmend einen starken Rückgang der Infektion, wenn die Aussaat 4 Wochen nach der Sporeneinbringung in den Boden vorgenommen wurde. Spätere, gelegentlich auftretende Infektionen werden durch tiefe Lagerung von Sporen, die infolge Sauerstoffmangels an der Keimung verhindert waren, erklärt.

HUNGERFORD (1922) wies in Versuchen nach, daß die Brandsporen ihre Lebensdauer in feuchten und häufig bearbeiteten Böden schneller verlieren. WOOLMAN (1930) gibt als Infektionsdauer für isoliertes Sporenmateriale in feuchtem Boden die Zeit von 2-3 Monaten an. In Butten eingeschlossenes Sporenmateriale behält nach seinen Angaben ein bis mehrere Jahre, nach ROEMER - BARTHOLLY (1933) 2-3 Jahre, nach

WELTZIEN (1957) etwa 10 Wochen seine Vitalität. HANNA und POPP (1934) fassen die gleichgerichteten Ergebnisse über die Lebensdauer der Brandsporen dahingehend zusammen, daß die Infektionsergebnisse umso geringer werden, je größer die Zeitspanne zwischen Sporenausbringung und Kornsaat wird. Auf Grund dieser Feststellung dürften trotz vermehrten Mährdrusches vom Boden ausgehende Infektionen für deutsche Verhältnisse nicht die Bedeutung haben, wie sie HUNGERFORD (1922) für die Küstengebiete Nordamerikas schildert. Dennoch wurde die Zunahme des Weizensteinbrandes von VOSS (1937), ROEMER - BARTHOLLY (1933), PONCHET und GUNTZ (1952), ZOBRIST und THIOLLÉRE (1954) sowie VANDERWALLE und DETROUX (1954) und PURDY (1956) als Folge einer zunehmenden Verseuchung des Bodens mit Brandsporen angesehen und an Stelle der in diesem Falle unwirksamen Quecksilber-Trockenbeizmittel Bekämpfungsmaßnahmen mit Mitteln auf Hexachlorbenzolbasis empfohlen. Den Einfluß der Bodenart auf die Lebensdauer der Sporen im Boden untersuchend, stellte WELTZIEN (1957) für die zur Prüfung herangezogenen Böden - humoser sandiger Lehm, Lößlehm und schwerer Lehm - eine die Lebensdauer der Sporen beeinflussende unterschiedliche Wirkung zwischen leichten und schweren Böden fest.

Experimentelle Untersuchungen

Obwohl aus der Literatur bekannt, daß die Lebensdauer der Steinbrandsporen im Boden nur von kurzer Dauer ist, wurde das Interesse an dieser Frage auf Grund gehäufte Meldungen aus der Praxis (1953/54) über zunehmendes Steinbrandauftreten durch wahrscheinlich vorliegende Bodenverseuchung wieder geweckt und gab Anlaß zu nachfolgenden Untersuchungen.

Parallellaufend zu den Untersuchungen des Einflusses der Faktoren Bodenart, Bodenfeuchtigkeit und Bodentemperatur auf die Infektion des Weizensteinbrandes, worüber an anderer Stelle schon berichtet wurde (KÜHNEL 1958, 1959), wurde bei den folgenden Untersuchungen die Wirkung dieser drei Faktoren auf die Pathogenitätsabnahme der Brandsporen im Boden geprüft. Wie aus der vorliegenden Literatur ersichtlich, wurde die Wirkung dieses Faktorenkomplexes als Ganzes selbst auf die Lebensdauer der Brandsporen im Boden noch nicht eingehender untersucht. Die Wirkung der Bodenart

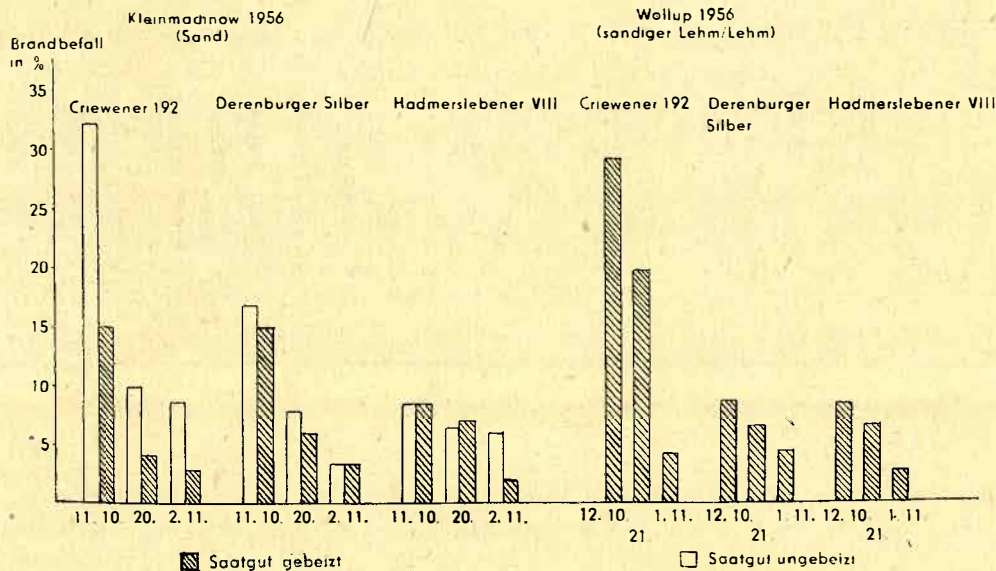


Abb. 1
Bodeninfektionsversuch
1955/56 in
Kleinmachnow
und Wollup

wurde dagegen sowohl von APPEL und RIEHM (1914) als auch von WELTZIEN (1957) in ihre Untersuchungen einbezogen.

Versuchsdurchführung

1. Untersuchung im Feldversuch

1955/56 wurde je ein Versuch auf dem Versuchsgelände in Kleinmachnow und Wollup (Bezirk Frankfurt/Oder), 1956/57 in Kleinmachnow und Nossen (Kreis Meißen), angelegt. Bei den zu untersuchenden Böden handelte es sich um sandigen Lehm/Lehm (Wollup), Sand (Kleinmachnow) und Lößlehm (Nossen).

1955/56 wurden die Versuche mit 3, 1956/57 mit 7 Saatterminen, die Frühlingsaussaaten mit je 3 Saatterminen, in Abständen von rund 10 Tagen durchgeführt.

1955/56 wurde die Untersuchung mit 5 Winterweizen-Sorten (Crewener 192, Derenburger Silber, Hadmerslebener VIII, Hadmerslebener Stamm 4157/47 und Bastard II), 1956/57 mit 3 Winterweizen-Sorten (Crewener 192, Derenburger Silber und Bastard II) und in beiden Versuchsjahren mit je 3 Sommerweizen-Sorten (Capega, Peko und Koga) durchgeführt.

Die Bodenverseuchung erfolgte in beiden Versuchsjahren mit der gleichen Brandsporenerkunft, vermehrt auf den im Versuch verwendeten Sorten. Zur Bodenverseuchung wurden 5 g/m² Brandsporen verwendet. Die Verseuchung der Versuchspartellen je Versuch wurde einheitlich am Tage der 1. Aussaat, vor derselben vorgenommen. Das Sporenmaterial pro Parzelle wurde mit Quarzsand vermischt in dünner Schicht auf die Bodenoberfläche aufgestreut und leicht untergeharkt. Obwohl bekannt ist, daß unsere Quecksilberbeizmittel bei vorliegender Bodenverseuchung infolge geringer Fernwirkung ihrer Gasphase nur geringe Wirksamkeit zeigen, wurden die Versuche mit gebeiztem und ungebeiztem Saatgut durchgeführt, um die Reaktion beider Behandlungen unter den angestellten Versuchsbedingungen zu prüfen. Gebeizt wurde mit „Germisan-Trockenbeize G 51“, die Beizmittelkonzentration betrug 0,2%.

In beiden Versuchsjahren wurden die Versuche in dreifacher Wiederholung durchgeführt.

Ergebnis: a) Versuch 1955/56

Versuchsorte: Wollup (sandiger Lehm/Lehm)
Kleinmachnow (Sand)

Dieser Versuch nahm einen sehr ungünstigen Verlauf. Die Mehrzahl der Parzellen war infolge starker Auswinterungsschaden an beiden Versuchsorten nicht auswertbar. Die mit

ungebeiztem Saatgut besäten Parzellen waren am stärksten betroffen. Nach ROEMER-BARTHOLLY (1933) unterliegen infizierte Pflanzen, die allein schon durch die Infektion geschwächt sind, in stärkerem Maße der Auswinterung. GÄUMANN (1951) führt die größere Auswinterungsgefahr bei infizierten Pflanzen auf ein geschwächtes Wurzelsystem zurück. Teilweise ausgewertet wurden die Ergebnisse der Sorten Crewener 192, Derenburger Silber und Hadmerslebener VIII.

Abb. 1 veranschaulicht das Versuchsergebnis dieser 3 Sorten, allerdings nur für Kleinmachnow vollständig, in Wollup standen nur die Ergebnisse des Beizversuches vollständig zur Verfügung. Die Säulen stellen den durchschnittlichen Steinbrandbefall aus drei Wiederholungen in % je Sorte, Saattermin und Saatgutbehandlung, soweit auswertbar, dar.

Abb. 1 läßt an beiden Versuchsorten, unabhängig von der Saatgutbehandlung, eine stetige Infektionsabnahme mit zunehmender Verlängerung des Abstandes zwischen Saatzeit und stattgefundenen Bodenverseuchung erkennen. Die 3 Sorten zeigten bei Verwendung gebeizten Saatgutes beim 3. Saattermin, 3 Wochen nach der vorgenommenen Bodenverseuchung, an beiden Versuchsorten ein fast übereinstimmendes Infektionsergebnis. Daraus könnte die Folgerung gezogen werden, daß die Abnahme des infektionstüchtigen Materials in beiden Böden mit nahezu gleicher Geschwindigkeit erfolgte. Dem gegenüber steht jedoch das Befallsergebnis der auf Lehm stark befallenen Sorte Crewener 192 - ungebeizt. Drei Wochen nach der Bodenverseuchung trat bei Verwendung ungebeizten Saatgutes dieser Sorte auf Lehm noch ein Befall in Höhe von 17,62%, gegenüber von 8,4% auf Sand auf (in der Darstellung infolge Fehlens der Befallszahlen der anderen Sorten nicht verzeichnet). Das mit gebeiztem Saatgut erzielte Infektionsergebnis unterschied sich dagegen kaum von dem der anderen Sorten, es betrug auf Sand 2,8%, auf Lehm 4,25%.

Ein Vergleich der Witterungsverhältnisse zur Zeit der Sporenausbringung beim 1. Saattermin ließ an beiden Orten hinsichtlich der Temperatureinwirkung weitgehende Übereinstimmung erkennen.

An beiden Orten wurde die Bodenverseuchung und 1. Aussaat in trockenen Böden vorgenommen. Der Wolluper Boden, bekannt als Minutenboden, der bei Bearbeitung bei trockener Witterung einer sehr raschen Austrocknung unterliegt, war trockener als der Sandboden in Kleinmachnow, was in der Aufnahmeverzögerung des 1. Saattermines auch zum Ausdruck kam. Der Aufbruch erfolgte in Kleinmachnow nach 16, in Wollup nach 28 Tagen. Erst beim 3. Saattermin lag an beiden Orten normale Bodenfeuchtigkeit vor.

Feuchte Böden sollen eine Beschleunigung der Brandsporenkeimung und dadurch eine rasche Verminderung des im Boden vorliegenden infektionstüchtigen Sporenmaterials bewirken. Wird die Bodenverseuchung mit Brandsporen, wie in unserem Falle, in trockenem Boden vorgenommen, vermutet HAHNE (1925), daß das vorhandene Bodenwasser wohl für die Quellung und Keimung der Sporen, nicht aber für die des Weizenkornes ausreicht. Die langsame Entwicklung der Weizenkeimlinge in trockenem Boden führt zu einer Verlängerung des infektionsfähigen Stadiums und damit zu erhöhter Anfälligkeit. MACKIE (1919) ist andererseits der Ansicht, daß die Brandsporen zur Keimung eine höhere Feuchtigkeit als das Weizenkorn benötigen. Das würde jedoch bedeuten, daß Weizen in trockenem Boden schneller keimt als die Brandsporen. Auf Grund der schnelleren Keimung müßte der Weizenkeimling der Infektion entwachsen. Das widerspricht der Beobachtung, daß z. B. in trockenen Lehmböden, die eine Auflaufverzögerung des Weizens verursachen, die erzielten Infektionsergebnisse stets sehr hoch lagen. Die eigenen Beobachtungen schließen sich demnach denen HAHNEs an.

Die Frühjahrsaussaaten ließen an beiden Orten keinen Befall erkennen, was den Angaben der Literatur entspricht. Eine unterschiedliche Beeinflussung der Lebensdauer der Brandsporen durch die Böden Sand und sandigen Lehm/Lehm war auf Grund der erhaltenen Ergebnisse bei Verwendung gebeizten Saatgutes kaum erkennbar. Eine beeinflussende Wirkung der Bodenart trat nur bei der Sorte Crieuener 192 bei Verwendung ungebeizten Saatgutes deutlich in Erscheinung.

b) Versuch 1956/57

Versuchsorte Nossen (Lößlehm) – Kleinmachnow (Sand)

Das Versuchsergebnis des 2. Versuchsjahres ist aus Abb. 2 und 3 zu ersehen. Die Säulen stellen den durchschnittlichen Steinbrandbefall der Ähren aus drei Wiederholungen in % je Sorte, Saattermin und Saatgutbehandlung dar.

Die graphischen Darstellungen lassen bei den ersten 3 Saatterminen beträchtliche Infektionsunterschiede zwischen Nossen und Kleinmachnow erkennen. In Nossen reagierten die ungebeizten Sorten bei der unmittelbar nach der Bodenverseuchung durchgeführten 1. Aussaat mit einem Steinbrandbefall von rund 44–51%, in Kleinmachnow von 12–15%, Infektionsergebnisse, die in ihrer Höhe dem parallellaufenden Versuch mit infiziertem Saatgut entsprachen (KÜHNEL 1959). Bei Verwendung gebeizten Saatgutes lag das bei den einzelnen Sorten erzielte Infektionsergebnis tiefer, in Nossen zwischen 20% und 37%, in Kleinmachnow zwischen 2% und 6%. Die nachfolgenden Saattermine ließen keinen kontinuierlichen Befallsrückgang erkennen. Während an beiden Orten vom 1. zum 3. Saattermin ein mehr oder weniger allmählicher Infektionsrückgang zu erkennen war, trat ab 4. Saattermin, 4 Wochen nach der Bodenverseuchung, ein sprunghafter Befallsrückgang auf. Die Infektionsergebnisse lagen an beiden Orten bei ungebeiztem Saatgut zwischen 0,17% und 2,17%, bei gebeiztem Saatgut zwischen 0% und 0,6%.

Auf Lehmboden (Nossen) wurde ab 5. Saattermin (6. 11.) mit Ausnahme des geringen Befalls der Sorten Derenburger Silber ungebeizt beim 6. Saattermin (0,16%) und Bastard II ungebeizt beim 7. Saattermin (0,48%) kein Befall mehr erzielt. Auf Sandboden (Kleinmachnow) traten dagegen bis zum 7. Saattermin (24. 11.), 8 Wochen nach der vorgenommenen Bodenverseuchung, noch Infektionsergebnisse in Höhe bis zu 4% auf, wurde das Saatgut ungebeizt verwendet.

Sommergetreide zeigte auch in diesem Versuchsjahr keinen Befall. Die auffallend hohe Befallsdifferenz zwischen Nossen und Kleinmachnow bei den ersten drei Saatterminen ist zurückzuführen auf die bei entsprechend hoher Temperatur vorliegenden trockenen Bodenverhältnisse zur Zeit der Sporenausbringung. Verhältnisse, die auf Grund der an anderer Stelle bereits erwähnten Feststellung, daß verschiedenen Bodenarten unterschiedliche Infektionsoptima entsprechen (KÜHNEL 1958, 1959), nur im Lehmboden optimale Bedingungen boten.

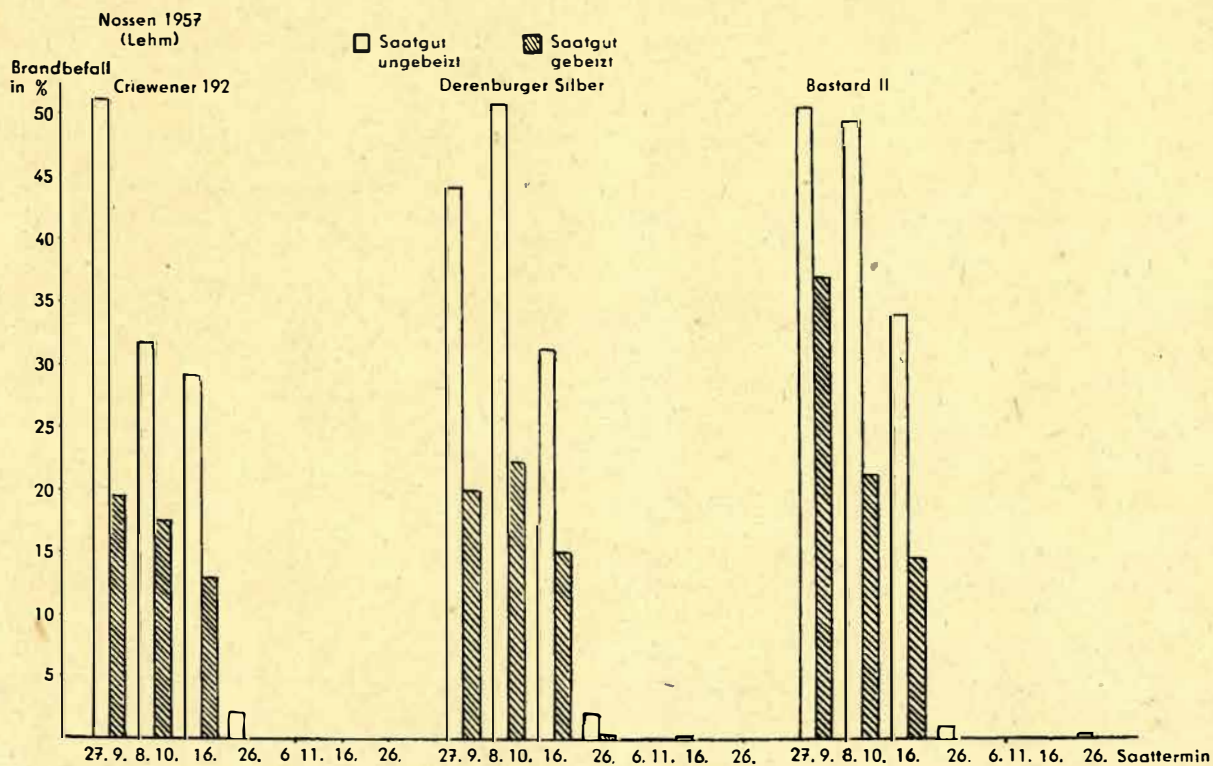


Abb. 2: Bodeninfektionsversuch 1956/57 in Nossen

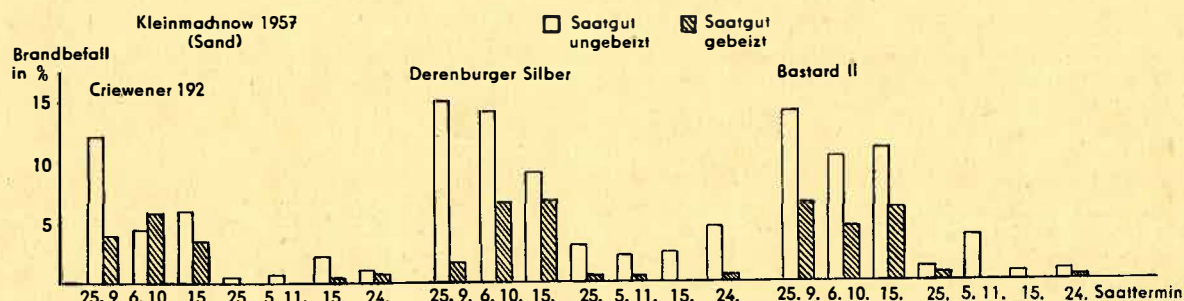


Abb. 3: Bodeninfektionsversuch 1956/57 in Kleinmachnow

Tabelle 1
Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse während des Auflaufens der ersten 3 Saattermine

N. = Nossen, Kl. = Kleinmachnow

Ort	Saat-Auflauf-termin	Auf- n. Tg.	Ø-Werte d. Tg.			Nieder- schl. mm	
			Max.	Min.	Mittel ° C		
N. 1.	(27. 9.-20. 10.)	23	14,6	6,6	10,2	25,0	
Kl. 1.	(25. 9.- 9. 10.)	14	16,9	7,4	11,4	12,6	43,6
N. 2.	(8. 10.-24. 10.)	16	14,0	5,2	9,2	-	12,3
Kl. 2.	(6. 10.-21. 10.)	15	13,9	3,9	8,6	9,6	23,6
N. 3.	(16. 10.- 7. 11.)	22	10,7	3,5	6,6	-	68,5
Kl. 3.	(15. 10.- 2. 11.)	18	11,7	4,9	7,4	8,3	39,6

Auf Lehm Böden (Nossen) bewirkten diese Umweltverhältnisse infolge der auch nach der Saat noch anhaltenden Trockenheit eine Keimungsverzögerung der Wirtspflanze, damit eine Verlängerung des infektiösaufstiegs Stadiums derselben.

Die erhaltenen Befallsergebnisse ließen auf keinen bedeutenden Einfluß der Bodenarten Sand und Lehm auf die Abnahme des infektiösaufstiegs Sporenmaterials im Boden schließen.

2. Untersuchung im Feldversuch nach Anzucht des Weizens unter konstanten Temperatur- und Bodenfeuchtigkeitsverhältnissen

Um den Einfluß von Bodenart, Bodenfeuchtigkeit und Temperatur auf die Pathogenitätsabnahme der Brandsporen im Boden unter konstanten Bedingungen prüfen zu können, erfolgte die Anzucht der Keimpflanzen nach der ROEMERSchen Methode (1933) in Schalen, die mit verseuchter Erde gefüllt und vor der Aussaat hinsichtlich Temperatur bzw. Temperatur und Bodenfeuchtigkeit konstanten Verhältnissen ausgesetzt waren.

1955 wurde der Einfluß zweier Böden, Sand und Lehm, bei normaler Bodenfeuchtigkeit unter Einwirkung zweier verschiedenen hoher Temperaturen, 5° C und 15° C, auf die Pathogenitätsabnahme der Brandsporen untersucht.

1957 wurde dieser Versuch unter Konstanzhaltung der Faktoren Temperatur und Bodenfeuchtigkeit mit drei Bodenarten wiederholt. Verwendet wurden Sand, Lehm und Niedermoorboden. Die Bodenfeuchtigkeit wurde auf 35% und 70% der WK. der Böden eingestellt. Die auf die Brandsporen im Boden einwirkenden Temperaturen betragen bis zum Zeitpunkt der Saat konstant 5° C und 10° C.

Ziel dieser Untersuchung war die Feststellung, bis zu welchem Zeitpunkt die Brandsporen unter verschiedenen Umweltbedingungen ihre Infektionskraft im Boden behalten.

1955 wurden die normale Bodenfeuchtigkeit besitzenden Böden in Tonschalen gefüllt und die Bodenverseuchung hierin zu verschiedenen Terminen vorgenommen, und zwar, am 7. 2., 14. 2. und 7. 3.. Gleichzeitig mit der am 7. 3. vorgenommenen letzten Bodenverseuchung wurde in sämtlichen Schalen die Aussaat vorgenommen, und zwar mit der Sommerweizensorte „Capega“. Standen die Schalen vom Zeitpunkt der vorgenom-

menen Bodenverseuchung mit Brandsporen bis zum Aussaat-termin bei verschiedenen hohen Temperaturen (5° C und 15° C), erfolgte nach der Aussaat ihre Aufstellung nach zweitägigem Gewächshausaufenthalt (15° C) unter einheitlichen Bedingungen an geschützter Stelle im Freien. Der Aufbruch erfolgte hier am 28. 3.. Die Verpflanzung wurde am 14. 4. auf das Versuchsfeld in Kleinmachnow vorgenommen. Das Infektionsergebnis wurde bei der Ernte durch Auszählung der Brandähren ermittelt und die Brandährenzahlin % der Gesamtährenzahlin angegeben.

1957 wurden vor jedem Bodenverseuchungstermin die zu untersuchenden Böden in Tonschalen eingefüllt und durch Wasserzugabe die entsprechende Bodenfeuchtigkeit eingestellt. Die Bodenverseuchung mit Brandsporen wurde im vierwöchigen Turnus durchgeführt, am 13. 11., 13. 12., 13. 1., 13. 2. und 13. 3. Nach der Sporeneinbringung in die Böden wurden die Schalen bis zum Zeitpunkt der Saat, am 13. 3., verschiedenen hohen Temperatureinwirkungen (5° C und 10° C) ausgesetzt. Gleichzeitig mit der letzten Bodenverseuchung, am 13. 3., wurde die Aussaat mit der Sorte „Capega“ vorgenommen. Der Aufbruch in den Schalen erfolgte einheitlich bei konstanter Temperatur von 10° C. Am 9. 4. erfolgte die Verpflanzung ins Freiland. Die Auswertung des Versuches erfolgte durch Auszählung der Gesamt- und Brandpflanzenzahl und Angabe der kranken Pflanzen in % der Gesamtpflanzenzahl. Der Versuch wurde in zweifacher Wiederholung durchgeführt.

Ergebnis

a. Versuchsjahr 1955: Obwohl, wie es bei Gefäßversuchen immer der Fall ist, mit einer geringen Pflanzenzahl gearbeitet wurde, ist an Hand der Ergebnisse (Tab. 2) der Infektionsrückgang mit Vergrößerung des Abstandes zwischen Saatzeit und Bodenverseuchung erkennbar.

Die Versuchsergebnisse lassen erkennen, daß unter den vorliegenden Versuchsbedingungen die Geschwindigkeit der Sporenkeimung durch Bodenart und Temperatur unterschiedlich beeinflusst wurde. Während im Sandboden die Sporenkeimung durch tiefe Temperatureinwirkung beschleunigt wurde, bewirkte im Lehm Boden die höhere Temperatur eine raschere Abnahme des infektiösaufstiegs Sporenmaterials im Boden. Ein Vergleich der auf beiden Böden erzielten Befallsergebnisse läßt erkennen, daß die Abnahme des infektiösaufstiegs Sporenmaterials im Lehm Boden langsamer als im Sandboden vor sich ging.

b. Versuch 1957: Der Aufbruch des Saatgutes erfolgte bei konstanter Temperatur von 10° C in der Zeit zwischen 20. 3. und 30. 3. Bereits beim Aufbruch wurde ein starker Pflanzenausfall von etwa 20-30% festgestellt, der sich bis zur Ernte im Durchschnitt um weitere 5% erhöhte. Wie an früherer Stelle bereits erwähnt, führen ROEMER-BARTHOLLY (1933) den hohen Pflanzenausfall bei Steinbrandversuchen in Gefäßen auf die unter optimalen Bedingungen erfolgte starke Infektion zurück. Dadurch geschwächt, sollen die Pflanzen nicht in der Lage sein, den Angriff des Parasiten zu überstehen. Sie gehen

Tabelle 2

Einfluß von Bodenart und Temperatur auf die Pathogenitätsabnahme der Brandsporen im Boden

Versuch 1955

Bodenart Temperatur	Sand		Lehm	
	5° C	15° C	5° C	15° C
Sporen 4 Wochen vor d. Saat dem Boden zugegeben:				
Gesamtährenzahl	136	129	138	168
Anzahl kranker Ähren	0	1	23	16
Kranke Ähren in %	0,00	0,79	16,80	7,52
Relativ	0,00	14,42	43,01	24,37
Sporen 3 Wochen vor d. Saat dem Boden zugegeben:				
Gesamtährenzahl	148	152	150	94
Anzahl kranker Ähren	3	6	35	7
Kranke Ähren in %	2,02	3,96	23,33	7,44
Relativ	36,87	72,27	59,72	19,05
Sporen 1 Woche vor d. Saat dem Boden zugegeben:				
Gesamtährenzahl	94	144	110	120
Anzahl kranker Ähren	3	8	32	20
Kranke Ähren in %	3,19	5,55	29,09	16,88
Relativ	58,22	101,29	74,47	43,21
Sporen am Tage der Saat dem Boden zugegeben:*)				
Gesamtährenzahl	112	107	125	128
Anzahl kranker Ähren	6	5	46	52
Kranke Ähren in %	5,35	5,60	36,80	41,40
Mittel	5,48		39,10	
Relativ	100		100	

*) Einwirkung der Freilandtemperatur

entweder schon im Keimlingsstadium oder im Laufe der weiteren Vegetationszeit ein.

Das Versuchsergebnis ist aus Tab. 3 ersichtlich.

Die Befallsergebnisse dieses während des Keimstadiums des Weizens unter konstanten Temperatur- und Feuchtigkeitsbedingungen durchgeführten Versuches deuten darauf hin, daß der Bodenart ein gewisser Einfluß auf die Geschwindigkeit der Abnahme des infektionsfähigen Sporenmaterials im Boden zukommt. Es zeigte sich, daß die Abnahme in den drei untersuchten Böden im Moorboden hoher Bodenfeuchtigkeit am schnellsten, im Lehmboden dagegen am langsamsten erfolgte. Die Feststellung, daß eine unterschiedliche Beeinflussung durch leichte und schwere Böden erfolgt, in leichten Böden unter konstanten Verhältnissen die Pathogenitätsabnahme der Brandsporen schneller als in schweren Böden erfolgt, deckt sich mit

Tabelle 3

Einfluß der Bodenart, Bodenfeuchtigkeit und Bodentemperatur auf die Pathogenitätsabnahme der Steinbrandsporen im Boden

Versuch 1957

Bodenfeucht. in % d. WK	Temp. °C vor Saat	Spo. d. Boden vor d. Saat zu- gegeben. (Wochen)	B r a n d b e f a l l					
			Sand		Lehm		Moor	
			in %	rel.	in %	rel.	in %	rel.
35	5	4	11,67	59,62	10,53	26,33		
		8	1,28	6,49	1,28	3,20		
		12	3,48	17,64	0,00	0,00		
		16	0,00	0,00	3,33	8,33		
35	10	z. Z. d. Saat	19,72	100,00	40,00	100,00		
		4	0,00	0,00	8,33	20,83		
		8	1,10	5,58	3,33	8,33		
		12	0,00	0,00	0,00	0,00		
70	5	4	2,99	16,33	4,11	23,22	1,41	3,50
		8	1,10	6,01	2,33	13,16	1,16	2,88
		12	0,00	0,00	5,13	28,98	1,35	3,35
		16	0,00	0,00	1,02	5,76	1,72	4,27
70	10	z. Z. d. Saat	18,33	100,00	17,71	100,00	40,35	100,00
		4	2,15	11,74	2,60	14,69	0,00	0,00
		8	0,00	0,00	2,00	11,30	0,00	0,00
		12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		16	0,00	0,00	1,41	7,97	0,00	0,00

den Ergebnissen WELTZIENS (1957). Der Einfluß von Temperatur und Bodenfeuchtigkeit erwies sich unter den bestehenden Versuchsbedingungen als gering. Der Versuch läßt des weiteren erkennen, daß unter konstanten Bedingungen vom Boden ausgehender Steinbrandbefall, übereinstimmend mit WOOLMAN (1930), noch 12 bis 16 Wochen nach der Sporeneinbringung in den Boden auftreten kann. Wenn diesen Befallswerten auch keine praktische Bedeutung zukommen dürfte, lassen sie doch erkennen, daß Brandsporen im Boden ihre Infektionskraft länger als 4 Wochen behalten können. Die verzögerte Keimung einzelner Brandsporen kann nicht allein mit tiefer Lagerung und dadurch bedingtem Sauerstoffmangel erklärt werden, sondern beruht wahrscheinlich auch auf einer individuellen Keimstimmung der Brandsporen selbst. Wie unter konstanten Bedingungen durchgeführte Sporenkeimversuche, wobei die Brandsporen auf mit Eiweißglycerin bestrichene Objektträger aufgestrichen in den Boden eingelegt wurden zeigten, erfuhr die Sporenkeimung bis zum 60. Tage (Versuchsbeendigung) eine stetige Keimungszunahme. Das bedeutet, daß trotz gleicher Lagerungs- und Sauerstoffbedingungen die Keimung der Brandsporen im Boden mit unterschiedlicher Geschwindigkeit erfolgt.

Zusammenfassung

Die Ergebnisse der durchgeführten Versuche bestätigen, daß der vom Boden ausgehenden Infektion infolge der nur sehr begrenzten Haltbarkeit loser Brandsporen und der kurzen saprophytischen Phase des Steinbrandregers im Boden für unsere Landwirtschaft keine Bedeutung zukommen dürfte. Obwohl für die Praxis bedeutsame Infektionen nur bis zur 4. Woche nach der Sporeneinbringung in den Boden auftraten, läßt der zu späteren Terminen noch vereinzelt aufgetretene Befall jedoch erkennen, daß die Brandsporen ihre Infektionsfähigkeit länger als 4 Wochen erhalten können, nach der Überwinterung aber auf keinen Fall mehr infektionstüchtig sind. Überwintertes Sporenmaterial ist zur Infektion des Sommergetreides nicht befähigt. Die Geschwindigkeit der Pathogenitätsabnahme in den Boden eingebrachter loser Brandsporen ist abhängig von Bodenart, Bodenfeuchtigkeit und Bodentemperatur, deren Einfluß sich als Komplexwirkung äußert. Der Einfluß der Bodenart trat nur bei den unter konstanten Bedingungen durchgeführten Versuchen stärker in Erscheinung. Hierbei wurde festgestellt, daß leichte Böden gegenüber schweren eine beschleunigte Abnahme des infektionsfähigen Materials im Boden bewirken. Die diesbezüglich nicht eindeutigen Ergebnisse der Feldversuche sprechen dafür, daß unter der Einwirkung der stark variierenden Faktoren Temperatur und Bodenfeuchtigkeit der Einfluß des Bodens überdeckt wird.

Summary

The results of our experiments confirmed that soil borne infection is no matter of consequence to our agriculture because of the very limited vitality of free smut spores and the short saprophytic phase of the stinking smut *Tilletia caries* (DC). Tul. in the soil. Though after the sowing of the spores, infections occurred up to the 4th week only, a sporadic occurrence of infestation at a later time, however, shows that the spores are

still aggressive for more than a month. But, on no account, they are fit for infection after hibernating. The rate of the decrease of pathogenity of the free smut spores sown into the ground depends on the soil species, moisture level, and temperature of the soil, whose influence is of a complex nature. Only in experiments performed on constant conditions, the influence of the soil species became evident. Hereby was stated that sandy soils contrasted with heavy ones cause a more rapid decline of the infectious material in the soil. The somewhat varying results of the field experiments show that the influence of the highly varying factors, temperature and humidity of the soil, predominate the influence of the soil.

Резюме

Результаты проведенных опытов подтверждают, что исходящая из почвы инфекция вследствие весьма ограниченной долговечности свободных спор головни и короткой сапрофитной фазы возбудителя твердой головни *Tilletia caries* (DC.) Tul. в почве не имеет, пожалуй, значения для нашего сельского хозяйства. Хотя существенные для практики инфекции наблюдались только до 4-ой недели после внесения спор в почву, из единичного заражения в более поздний срок видно, что споры головни могут сохранять способность инфекции и больше 4-х недель, однако после перезимовки они уже ни в коем случае не могут вызвать инфекции. Скорость уменьшения патогенности, внесенных в почву свободных спор головни, зависит от вида, влажности и температуры почвы, влияние которых сказывается в виде комплексного действия. Только в опытах, проведенных в постоянных условиях, сильнее проявляется влияние вида почвы. При этом установили, что на легких почвах способный вызвать инфекцию материал уменьшается скорее, чем на тяжелых. Неоднородные в этом отношении результаты полевых опытов говорят о том, что влиянием сильно варьирующих факторов температуры и влажности почвы перекрывается влияние почвы.

Literaturverzeichnis

- APPEL, O. und E. RIEHM. Zur Frage der Überwinterung von Steinbrandsporen im Boden. Mitt. BRA. 1914, 6
- BONNE, C.: Untersuchungen über den Steinbrand des Weizens. Angew. Bot. 1931, 13, 169-209
- GAUMANN, E.: Pflanzliche Infektionslehre. Basel. Verl. Birkhäuser 1951, 2. Aufl.
- HAHNE, J.: Untersuchungen über die Keimungsbedingungen von *Tilletia*-Sporen. Kühn-Arch. 1925, 9, 157-263
- HANNA, W. F. und W. POPP: Bunt infection of spring wheat by soil-borne spores. Sci. Agric. 1934, 14, 257-258
- HUNGERFORD, CH., W.: The relation of soil moisture and soil temperature to bunt infection in wheat. Phytopath. 1922, 12, 337-352
- KÜHNEL, W.: Beiträge zur Ökologie des Weizensteinbrandes *Tilletia caries* (DC.) Tul. Inaugural-Dissertation, Berlin 1958
- KÜHNEL, W.: Der Einfluß der Faktoren. Bodenart, Bodenfeuchtigkeit und Bodentemperatur auf die Höhe des Steinbrandbefalls des Weizens. Nachr. bl. Dt. Pfl. schutzd. (Berlin) 1959, 13, 81-91
- MACKIE, W. W.: Seed treatment for the prevention of cereal smuts. Calif. Agr. Expt. Sta. Circ. 1919, 214, 8
- PONCHET, J. und M. GUNTZ: Essais de traitement de la carie du blé *Tilletia tritici*. Ann. Epiphyties, Ser. C. 1952, 3, 415-421
- PURDY, L. H. und E. L. KENDRICK: Influence of environmental factors on the development of wheat bunt in the Pacific Northwest. I. Effect of soil moisture and soil temperature on spore germination. Phytopath. 1957, 47, 591-594
- ROEMER, Th. und R. BARTHOLLY: Aggressivität verschiedener Steinbrandherkünfte und ihre Veränderung durch die Wirtsorte. Phytopath. Z. 1954, 10, 14-17
- STRACHOW, T. D.: Der pathologische Prozeß bei Pflanzen und die Degeneration des Getreidebranderreger. II. Die Degeneration der Getreidebranderreger außerhalb der Pflanzengewebe und die Umweltfaktoren. Mikrobiol. 1953, 22, 185-193 (russ.)
- TUBEUF, C.: Studien über die Brandkrankheiten des Getreides und ihre Bekämpfung. Mitt. BRA. 1901, 2, 437-467
- VANDERWALLE, R. und L. DETROUX: Sur la persistance de la virulence des spores de carie (*Tilletia tritici* [Bjerk.] Winter) incorporées ou sol et l'action de quelques désinfectants à sec. Parasitica (Gembloux) 1954, 10, 14-17
- VOSS, J.: Zur Methodik der Prüfung der Weizensorten auf ihre Widerstandsfähigkeit gegen Weizensteinbrand. Pflanzenbau 1937, 14, 113-153
- WELTZIEN, H. C.: Untersuchungen über den Befall von Winterweizen durch *Tilletia tritici* (Bjerk.) Winter unter besonderer Berücksichtigung der Frage der Beizmittelresistenz. Phytopath. Z. 1957, 29, 121-150
- WOOLMAN, H. M.: Infection phenomena and host reactions caused by *Tilletia tritici* in susceptible and nonsusceptible varieties of wheat. Phytopath. 1930, 20, 637-652
- ZOBRIST, L. u. J. THIOLLÈRE: Neue Mittel zur Bekämpfung der Korn- und Bodeninfektion des Weizensteinbrandes. Phytopath. Z. 1954, 21, 311-322

Untersuchungen über das Verhalten von Pflanzenschutzmitteln in der Pflanze und im Parasiten unter Verwendung markierter Atome*)

Von J. HARTISCH

Aus der Biologischen Zentralanstalt Berlin der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin

Moderne Forschungsmethoden pflegen zur Lösung spezifischer Aufgaben entwickelt zu werden. Sie besitzen deshalb im allgemeinen nur beschränkte Anwendungsmöglichkeiten. Von ihnen unterscheiden sich durch ihre umfassende Anwendungsbreite jene Methoden, die auf der Eigenschaft radioaktiver Isotope aufbauen, bei jeder Kernreaktion eine meßbare Energie abstrahlen. Seit PENETH und HEVESY erstmalig „radioaktive Indikatoren“ anwandten, ist kaum ein Menschenalter vergangen, und seither ist diese Methode so vielseitig ausgebaut worden, daß Industrie und Technik und alle Disziplinen der Naturwissenschaften ohne die Verwendung der markierten Atome

ihre Forschungsaufgaben kaum noch meistern könnten. Darüber hinaus eröffnete aber die Ausnutzung der Radioaktivität gerade in Medizin und Biologie neue Wege, das Wesen biologischer Prozesse zu erforschen und gänzlich neue Erkenntnisse zu gewinnen. Die Grundforderung des Biologen, die natürlichen Zustände und Prozesse des Untersuchungsobjektes durch die Untersuchungsmethodik möglichst wenig zu beeinflussen, wird bei Anwendung der Isotopentechnik weitgehend erfüllt, da sich radioaktive Atome chemisch ganz gleichartig den stabilen Atomen verhalten. So ist es möglich, Isotope auf ihrem Weg durch die lebende unbeschädigte Pflanze unmittelbar zu verfolgen. Die Erkennung komplizierter markierter Verbindungen, wie sie auch die meisten Pflanzenschutzmittel darstellen, in der Pflanze, erfordert in der Regel

*) Referat, gehalten am 12. 3. 1959 auf der Sitzung der Sektion Pflanzenbau, Pflanzenzüchtung und Pflanzenschutz der DAL zu Berlin in Kleinmachnow