

Sorten 'Aquila' (anfällig für Rasse A und B) und 'Tunika' (anfällig für Rasse B). Die Zysten (Zahl und Kombination geht aus Tabelle 1 hervor) wurden auf gut vorgekeimte Augenstecklinge gebracht und diese anschließend mit wenigstens 2 cm Boden bedeckt. Die Verseuchungsdichte mit Rasse B lag bei 1, 2 und 4 Zysten je Topf bzw. 1,3, 2,6 und 5,2 Larven je cm³ Boden. Eine zusätzliche Düngung der Pflanzen erfolgte nicht. Etwa 7 bis 8 Wochen nach dem Topfen, wenn die Zysten von Rasse A überwiegend gelb gefärbt waren, erfolgte die Befallsfeststellung. Hierzu wurden die Topfballen durch einen leichten Schlag aus dem umgekehrten Topf herausgenommen und nur die auf der Oberfläche des Topfballes sichtbaren Zysten gezählt.

Ergebnisse

Aus Tab. 1 ist zunächst ersichtlich, daß die resistente Testpflanze zur Trennung der Rassen gut geeignet ist. Zysten von Rasse A entwickeln sich an dieser Sorte höchst selten und können bei der Beurteilung unberücksichtigt bleiben.

Tabelle 1

Nachweis der Rasse B des Kartoffelnematoden an der Topfballenoberfläche bei unterschiedlicher Anfangspopulation

Testpflanzen	Anfangspopulation		Zysten an der Topfballenoberfläche	
	Rasse A	Rasse B	Durchschnitt	Streubreite
'Tunika' (A-resistent)	—	/ 1)*	22,8	8 ... 51
	—	/ 2	44,9	13 ... 105
	—	/ 4	62,7	17 ... 126
	49*)	/ 1	20,4	5 ... 48
	48	/ 2	37,9	17 ... 94
	46	/ 4	81,9	42 ... 128
'Aquila' (A-anfällig)	50	/ —	0,1	0 ... 1
	—	/ 1	23,4	4 ... 53
	—	/ 2	47,4	24 ... 78
	—	/ 4	102,3	50 ... 217
	49	/ 1	> 200	
	48	/ 2	> 200	
46	/ 4	> 200		
50	/ —	> 200		

*) Durchschnittliche Larvenzahl je Zyste: Typ A = 44
Typ B = 224

Aus dem Zahlenmaterial der Tabelle geht hervor, daß an Hand der Zystenanzahl außen am Topfballen eine B-Verseuchung von einer Zyste je 170 cm³ Boden oder 1,3 Larven je Kubikzentimeter Boden mit Sicherheit nachzuweisen ist. Die Versuchsanordnung erlaubt jedoch keine Aussage darüber, von welcher Minimalverseuchung an Rasse B zuverlässig erkannt werden kann. Vermutlich ist der Nachweis noch bei einem Besatz von weniger als einer Larve je Kubikzentimeter Boden möglich.

Mit steigender Anfangsverseuchung von Rasse B erhöht sich etwa gleichsinnig die durchschnittliche Zystenanzahl je Topfballenoberfläche. Es entsteht der Eindruck, daß in einem derartigen Test gleichzeitig die ungefähre Höhe der Bodenpopulation abgeschätzt werden kann. In diesem Versuch erreichte die durchschnittliche Zystenanzahl je Topfballenoberfläche an den A-resistenten Pflanzen unabhängig von der Höhe der Anfangspopulation (Rasse B) — etwa den 20fachen Wert der ursprünglich zugegebenen Zystenanzahl je Topf. Die hohe Streubreite der Einzelwerte schränkt jedoch eine Aussage über die Höhe der B-Population erheblich ein.

Eindeutig geht aus den Zahlen hervor, daß der Nachweis für Rasse B in keiner Weise von Rasse A in den hier verwendeten Kombinationen beeinträchtigt wird. Anders mögen die Verhältnisse liegen, wenn vereinzelt B-Zysten in einer wesentlich höheren A-Population verteilt sind. In diesem Fall ist es denkbar, daß infolge der hohen Larveninvasion ganze Wurzelpartien absterben und damit der Nachweis für Rasse B zumindest unsicherer wird.

Dieses Prüfverfahren ist zum Nachweis von Rasse B des Kartoffelnematoden in Feldpopulationen geeignet. Zur Bestimmung der Rassenzugehörigkeit von Einzelzysten sind jedoch andere, aufwendigere Verfahren vorzuziehen.

Literatur

SCHICK, R.; STELTER, H.: Das Auftreten aggressiver Formen des Kartoffelnematoden in der Deutschen Demokratischen Republik. Tag. Ber. Dt. Akad. Landwirtschaftswiss. Berlin 1959, Nr. 20, S. 121-129

H. STELTER, Groß-Lüsewitz

Bericht über den I. Internationalen Kongreß für Phytopathologie, London, 14. bis 28. 7. 1968¹⁾

3. Biologie und Bekämpfung phytopathogener Bodenpilze²⁾

Wesentlichen Raum in der internationalen phytopathologischen Forschung nehmen nach wie vor Untersuchungen über Fragen des Zustandekommens bodenbürtiger Pflanzenerkrankungen und des Überlebens und der Entwicklung pilzlicher Pathogene im Boden ein. Sie spielen eine maßgebliche Rolle im Gesamtkomplex standortgebundener Erkrankungen und damit in einem Problemkreis, der insbesondere für Gesichtspunkte der Intensivierung, Konzentration und Spezialisierung der pflanzlichen Produktion von entscheidender Bedeutung ist.

Es zeichnen sich dabei in den letzten Jahren eine Reihe bemerkenswerter Entwicklungstendenzen ab, über die von verschiedener Seite auf dem I. Internationalen Kongreß für Phytopathologie 1968 in London referiert und diskutiert wurde und über die hier kurz berichtet werden soll. Es handelt sich in erster Linie um Forschungstendenzen, die das Bemühen widerspiegeln, Wege und Ansatzpunkte für eine gesteuerte Beeinflussung der Vermehrung und Erhaltung phytopathogener Organismen im Boden — mit dem Ziel der Gesundheitserhaltung von Kulturpflanzenbeständen — ausfindig zu machen. Sie sind deckungsgleich mit den Bestrebungen, durch Integration vielfältiger Maßnahmen biologisch optimal und gezielt Pflanzenschutz zu betreiben, und verdienen daher für die weitere Arbeit in unserer Republik Beachtung.

Bei der Aufklärung wichtiger Faktoren, die das Zustandekommen von Wurzelinfektionen durch pilzliche

¹⁾ Punkt 1 und 2 in Heft 10/69 dieser Zeitschrift

²⁾ Die Zitierung sämtlicher Autoren und Fakten bezieht sich auf die nicht publizierten „Abstracts of Papers“ des I. Internationalen Kongresses für Pflanzenpathologie, London, 14-28. Juli 1968 sowie auf Notizen des Verfassers vorliegenden Artikels.

Erreger bestimmen, häufen sich die Hinweise über die besondere Bedeutung der Nährstoffverhältnisse bzw. des Nährstoffangebotes für die Organismen im Boden. So betont SNYDER (Berkeley, USA) die entscheidende Rolle spezifischer Formen der Ernährung von Erregern wie *Fusarium*, *Rhizoctonia* und *Thielaviopsis* vor der Infektion als Stimulans für die Keimung aus überdauernden Ruhestadien, für das Hyphenwachstum und schließlich auch für das Eindringen in das Wirtsgewebe. Als Nährstoffquellen, die in dieser Richtung wirksam werden, kommen Wurzelabscheidungen der Pflanzen, Substanzen, die dem Boden zugeführt werden und Besonderheiten des Substrates auf oder in dem sich die Pilze befinden, zum Tragen. Beispiele für Wirkungsmechanismen dieser Art erläutert TOUSSOUN (Berkeley, USA) bei *Fusarium solani* f. *phaseoli*. Für die zum Befall führende Entwicklung des Pilzes sind hier vor allem die Nährstoffverhältnisse in der Bodenlösung entscheidend. Zucker in der Bodenlösung stimulieren Keimung und Wachstum des Pilzes, nicht aber die Infektion. Letztere wird nur durch bestimmte N-Verbindungen gefördert. Die erforderlichen Nährstoffe entstammen unter natürlichen Bedingungen im Boden den Wurzelabscheidungen und den pflanzlichen Rückständen, wobei deren C/N-Verhältnis, ihr Zersetigungsgrad und das Vorhandensein von Toxinen mittelbar oder unmittelbar für die Erregerentwicklung verantwortlich sind. Die Untersuchungen zeigten, daß durch entsprechende Manipulierung der Nährstoffverhältnisse in einer Bodenlösung eine Verhütung von Infektionen des Erregers möglich ist. BOURRET (Tacoma, USA) stellt übereinstimmend die Bedeutung des CO₂-Gehaltes in der Rhizosphäre und der Nährstoffe für die Bildung und Keimung der Chlamydosporen von *Fusarium solani* f. *phaseoli* heraus. Auch das Wachstums- und Infektionsverhalten von *Rhizoctonia solani* kann erheblich durch Pflanzenausscheidungen und andere als Nährstoffe dienende Materialien beeinflusst werden (DODMAN, Adelaide, Australien). HAYMAN (Harpenden, England) fand z. B., daß Unterschiede im Sämlingsbefall von Baumwolle durch *R. solani* direkt parallel laufen mit der Menge der bei der Keimung der Samen frei werdenden Zucker- und Aminosäuren, wobei diese Ausscheidungsmenge an Nährstoffen ihrerseits von der Temperatur und der Samenpartie abhängt. Andersgeartete Wechselbeziehungen zwischen Wirtsexsudaten und Feuchtigkeit des Bodens beobachtete COOK (Pullman, USA) bei Erbsen und *Fusarium solani* f. *pisi*. Mit zunehmender Bodenfeuchtigkeit steigt der Nährstoffgehalt in Samennähe, und die Chlamydosporenkeimung wird stärker begünstigt. Gleichzeitig erweitern sich durch die aktivere Mikrobentätigkeit im feuchten Boden aber auch Erscheinungen der Lysis bei den auswachsenden Keimschläuchen. Ähnlich interessante Interferenzen ergaben sich bei *Fusarium roseum* f. *cerealis*, wo nährstoffabhängige Begünstigungen des Pilzes in feuchterem Bodenmilieu nicht zu stärkerem Getreidebefall führen, weil dort der mikrobielle Antagonismus entsprechend intensiver wirksam ist (COOK, Pullman, USA).

Weitere Beispiele für nährstoffgesteuerte Befallsvorgänge finden sich in den Erscheinungen der Chemotaxis von Pflanzenwurzeln gegenüber Phycomyceten-Zoosporen (HICKMAN, London, Canada). Spezielle Verhältnisse für Zoosporen der Gattung *Phytophthora* erläutert ZENTMYER (Riverside, USA). So können Wurzelat-

traktionen je nach *Ph.*-Art wirtsspezifisch oder unspezifisch sein, wobei im einzelnen ganz bestimmte Konstellationen der Wurzelabscheidungen, besonders im Hinblick auf die Aminosäurezusammensetzung, von entscheidender Bedeutung sind. Für die Zoosporenbildung und für die Aggregation der Zoosporen auf der Wurzeloberfläche spielen natürlich auch Wechselbeziehungen zwischen dem Bodenwassergehalt und den Pflanzenausscheidungen die schon vorerwähnte Rolle (SCHMITTHENNER, Wooster, USA). Interessant ist, daß offenbar auch Substanzen, die von Bodenbakterien gebildet werden, für den Vorgang der Zoosporenbildung z. B. bei *Phytophthora cinnamomi* und Kiefernwurzeln den Mechanismus der Stimulierung übernehmen können (MARX und BRYAN, Athens, USA). Wie bei anderen Pilzarten hängt schließlich auch die Keimung der Chlamydosporen bei den Phycomyceten, wie sie MIRCETICH und ZENTMYER (Riverside, USA) für *Ph. cinnamomi* genauer studierten, von speziellen Nährstoffverhältnissen des Bodens bzw. Wurzelabscheidungen ab.

Wieweit eine künstliche Veränderung der speziellen Nährstoffsituation eines Bodens phytosanitäre Auswirkungen mit sich bringen kann, zeigen die Ergebnisse von BECKER (Aschschabad, UdSSR). Auf leichten Böden Turkmeniens, die stark vom Baumwollwelkeerreger *Fusarium oxysporum* f. *vasinfectum* verseucht sind, wirkte sich der geringe C-Gehalt bei gleichzeitig hohem N-Anteil außerordentlich günstig für die Entwicklung des Pilzes aus. Gaben von organischer Substanz zusammen mit Phosphor verändern die Situation zuungunsten des Erregers vor allem durch Begünstigung des mikrobiellen Antagonismus. Auch der spezielle Mikronährstoffmangel, namentlich in bezug auf Zink, unterstützte in diesen Böden die Bildung der welkeinduzierenden Fusarinsäure, deren Produktion wesentlich durch Zinkapplikationen zum Boden gehemmt werden kann.

Abschließend sei zu den Fragen der Nährstoffwirkungen als ökologisch-physiologisches Moment erwähnt, daß im Falle der Keimstimulierung von Sklerotien bei *Sclerotium cepivorum* durch *Allium*-Arten selbst flüchtige Substanzen eine Rolle zu spielen vermögen (COLLEY-SMITH und KING, Hull, England).

Von weiteren populationsbeeinflussenden Faktoren dürften, wie MENZIES (Beltsville, USA) hervorhebt, besonders jene von Interesse sein, die in drastischer Weise ein Erregerpotential im Boden reduzieren können. Denn in der Regel zeigen sich erst nach beträchtlichen Veränderungen auf seiten der Pilzpopulation auch merkbare Verschiebungen im Befallsgrad der Pflanzen. Je nach Erregerart treten dabei neben den biologischen Faktoren, die mit dem Pflanzenbestand, einer organischen Düngung und der Wirkung antagonistischer Mikroorganismen verbunden sind, vor allem die mittelbar und unmittelbar Einfluß nehmenden Umweltelemente Feuchtigkeit, Temperatur und Lufthaushalt in den Vordergrund. Auf die mannigfachen Auswirkungen dieser Faktoren, auf die schon teilweise hingewiesen wurde, beziehen sich mehrere neuere Arbeiten. GRIFFIN (Sydney, Australien) demonstrierte, daß bei einer exakten Analyse des ökologischen Einflusses des Bodenwassers die Kenntnis der Feuchtigkeitscharakteristik des Bodens, gemessen in der Saugspannung, von entscheidender Bedeutung ist. So konnte er am Beispiel des Wachstums der Rhizomorphen von *Armillari-*

ella elegans die Steuerung physiologischer Reaktionen durch Wechselwirkungen von Bodenwasser und -luft beweisen. COOK (Pullman, USA) und HAYMAN (Harpenden, England) fanden bezüglich des mikrobiellen Antagonismus und der Verfügbarkeit von Nährstoffen für Pathogene direkte Abhängigkeiten vom Bodenwasser und von der Temperatur. Die außerordentliche Bedeutung hoher Bodenfeuchtigkeit auch für ein längeres Überleben von Chlamydosporen, Hyphenschwellungen, Sporangien und enzytierten Zoosporen bei *Phytophthora* oder *Pythium* hebt SCHMITTHENNER (Wooster, USA) heraus. Hoher Bodenwassergehalt verdünnt stoffliche Hemmsubstanzen und trägt zur Verbreitung des Einflusses von Wurzelausscheidungen bei. So ergeben sich neue Gesichtspunkte über die komplexe Rolle selbst so „klassischer“ Faktoren wie Feuchtigkeit und Temperatur.

Als ein weiterer bemerkenswerter Fortschritt in der Erforschung der Populationsdynamik pathogener Bodenpilze ist die Lösung und Weiterentwicklung vieler methodischer Details anzusehen. BAKER (Fort Collins, USA) stellt fest, daß für die Messung der Populationsänderung der meisten und wichtigsten Phytopathogene im Boden Methoden der Direktermittlung überdauernder Sporen oder Vermehrungseinheiten bzw., wie im Falle von *Rhizoctonia*, quantitative Fangtechniken zur Verfügung stehen. Aufbauend auf mit diesen Techniken ermittelte Beziehungen, hat BAKER zum richtigen Verständnis der Wirkung der Umweltfaktoren z. B. hinsichtlich ihrer quantitativen Reflexion auf das Erregerpotential und den Erkrankungsgrad der Pflanzen bereits mathematische Modelle entwickelt, die von der Abstraktion der Prinzipien her ermöglichen, neue sinnvolle Versuchsfragestellungen und Verallgemeinerungen zu finden. Möglichkeiten der exakten Ermittlung der Populationsdichte von Erregern je Bodeneinheit, Korrelationen zwischen Inokulumdichte und Intensität des Krankheitsauftretens als Grundlage zur Einschätzung der Bedeutung (Schwellenermittlungen) von ökologisch induzierten Veränderungen stellten zusammenfassend für Bakterien und Streptomyzeten WEINHOLD (Berkely, USA), für *Phytophthora* und *Pythium* SCHMITTHENNER (Wooster, USA), für *Fusarium* SMITH (Berkely, USA), für *Verticillium* POWELSON (Corvallis, USA) und für *Rhizoctonia* HENIS (Rehovot, Israel) dar. Sehr wesentlich für die Art der Beziehungen zwischen Erregerpotential und Krankheitsstärke ist die Lebensweise des Pilzes als „soil invader“ oder „soil inhabitant“. Ergeben sich bei ersteren nicht selten direkte Proportionalitäten zwischen dem Populationsgrad und der Stärke des Pflanzenbefalls, sind bei letzteren derartige Relationen weit aus bedingter. Einen methodisch interessanten Überblick über Messungen der Wirtsreaktion auf eine Infek-

tion durch bodenbürtige Erreger gab BALD (Riverside, USA). Diese Messungen können für obige Analysen herangezogen werden und beziehen sich einmal auf Auszählungen befallener Pflanzen oder auf die Bestimmung der Veränderungen von Teilen derselben. So haben sich in vielen Fällen periodische Messungen der Blattfläche während des Wachstums bewährt. Weitere Möglichkeiten bestehen im Verfolgen der Entwicklung einzelner oder zahlreicher Läsionen. Modellversuche haben den Wert der einzelnen Wege unter Beweis gestellt.

Letztendlich machen sich auch im Zusammenhang mit dem Einsatz chemischer Mittel oder von Dampf zur Entseuchung des Bodens eine Reihe neuerer Trends bemerkbar, die mit dem zunehmenden Interesse an einer biologisch orientierten Bekämpfung harmonisieren. BAKER (Berkely, USA) berichtet von Versuchen, in denen anstelle der früher üblichen Dämpfung des Bodens mit auf 100 bis 121 °C erhitztem Dampf, 30 Minuten währende Behandlungen mit belüftetem Dampf von nur 60 bis 71 °C vorgenommen wurden. Es bestätigte sich, daß antagonistische Mikroorganismen im Boden weitaus hitzeverträglicher sind als die Pflanzenparasiten. Letztere ließen sich im allgemeinen mit 60 °C innerhalb einer halben Stunde vernichten, während andererseits mit steigender Temperatur die Tötungsrate aller anderen, auch der nützlichen Mikroben, zunahm. Die Verwendung geringerer Temperaturen bei der Dämpfung birgt somit vorteilhafte Selektiveffekte in sich.

Auch bei dem Einsatz und der Entwicklung chemischer Bodenentseuchungsmittel setzt sich mehr und mehr die Richtung größerer Spezifik durch. Darüber hinaus erweitert sich aber auch das Interesse an der Mannigfaltigkeit der Nebenwirkungen, die es mit zu beachten und zu steuern gilt. IYATOMI und NISHIZAWA (Nagoya, Japan) zeigen verschiedene Auswirkungen einer chemischen Bodendesinfektion auf Veränderungen des Wachstums und der Prädisposition von Reispflanzen gegenüber Pilzkrankungen und Befall durch Insekten. Von Begünstigungen eines *Rhizoctonia*- und Nematodenbefalls bei Rüben im Gefolge einer Bodenbehandlung mit Herbiziden berichtet ALTMAN (Fort Collins, USA). Auch der Einfluß physikalischer Bodenfaktoren (Feuchtigkeit, Textur, organische Substanz und Temperatur) auf den biologischen Erfolg einer Bodenbegasung findet stärkere Beachtung (GORING, Walnut Creek, USA).

So geht aus all diesen Andeutungen hervor, daß die Ganzheitsbetrachtung in der Beurteilung biologischer Vorgänge auch auf dem Gebiet der Bodenmykologie zunimmt und die Steuerung der Prozesse mit dem Ziel einer Kontrolle der Krankheitserreger ein sehr vielseitiges und komplexes Vorgehen erfordert.

H. BOCHOW, Berlin

Zusammenfassungen der auf der achten Besprechung über „Probleme der Phytonematologie“ im Institut für Pflanzenzüchtung Groß-Lüsewitz am 20. Juni 1969 gehaltenen Vorträge

W. BASSUS

Die Rolle der phytopathogenen Nematoden in der Forstpflanzenanzucht

In den letzten Jahren haben in den Forstbaumschulen der DDR Schäden durch Nematoden ganz erheblich

zugenommen bzw. wurde die Beteiligung von Nematoden an bereits länger bekannten Schädgeschehen nachgewiesen. Die größten Ausfälle zeigten sich bisher in Koniferensaaten, wobei an Kiefer und Lärche Verluste von durchschnittlich 20 Prozent in stärker verseuchten Baumschulen auftraten. Wachstumsstillstand,