

## Neue Bekämpfungsmöglichkeiten der Schwarzen Wurzelfäule der Gurke (*Phomopsis sclerotoides* Kest.)

### 1. Einleitung

Mit etwa 35 % Anteil an der Gemüseproduktion unter Glas und Plasten wird deutlich, welche ernährungsphysiologische Bedeutung der Gewächshausgurke beigemessen wird. Die derzeit zur Verfügung stehenden Sorten und die vorhandenen technologischen Verfahren gestatten es, innerhalb eines kurzen Anbauzeitraumes von Januar bis September mehr als 30 kg/m<sup>2</sup> Früchte zu produzieren. Dabei hängt die Ertragsicherheit und -stabilität, unabhängig von unterschiedlichen Anbauverfahren, im wesentlichen auch von dem Vermögen ab, wirtschaftlich bedeutsame Schaderreger von den Kulturen fernzuhalten bzw. sie in ihrem Auftreten und in ihrer Verbreitung so zu minimieren, daß Ertrags- und Qualitätseinbußen von betriebs- und volkswirtschaftlicher Größenordnung vermieden werden können. In diesem Zusammenhang ist bei der Erdkultur der Gewächshausgurke das stärkere Auftreten von *Phomopsis sclerotoides* Kest. als Gefahrenmoment für langjährig hohe und stabile Gurken-erträge zu sehen. Dieser, zu den Deuteromyceten zählende bodenbürtige Pilz, wurde erstmalig 1962 im niederländischen Anbaugbiet von Venlo festgestellt, und danach sehr rasch auch in anderen europäischen Ländern als Erreger der Schwarzen Wurzelfäule der Gurke identifiziert. Für die DDR erfolgte der sichere Nachweis durch HARTLEB 1978 und 1979 (HARTLEB, 1980).

Mit der Determination der Erregers einhergehend, sind von Anfang an die Hinweise aller Autoren auf die schwierige Bekämpfbarkeit dieses Pilzes verbunden. Sie ist ursächlich auch darin zu sehen, daß *Ph. sclerotoides* in natürlichem Vorkommen nur selten Sporen ausbildet, sich dadurch relativ langsam im Boden ausbreitet und erst durch mehrfachen Wirtspflanzenanbau im Substrat die Schadschwelle erreicht, die eindeutige Symptome der Schwarzen Wurzelfäule erkennen läßt. Dabei führt die Infektion der Wurzeln nicht unmittelbar zum Absterben der Pflanzen, vielmehr sind, in Abhängigkeit von Temperatur, Luft- und Bodenfeuchtigkeit, auftretende Welkeerscheinungen unterschiedlichster Intensität erste Anzeichen der Erkrankung. In diesem Stadium der Erkrankung erkennt man, beginnend an den Seitenwurzeln, bräunliche Verfärbungen, die z. B. bei relativ trockenen und warmen Kulturbedingungen sehr rasch das gesamte Wurzelsystem erfassen, letztlich die typische Schwarzfärbung verursachen und nicht selten zum Absterben der Pflanzen führen. Mit dem Absterben der infizierten Pflanze nimmt die Verrottung des Wurzelsystems zu. Nicht selten ist dieses Stadium der Erkrankung zeitlich identisch mit dem Eintritt in die Vollertragsphase des Bestandes.

### Vorbeugende Maßnahmen

Da die Infektion der Wurzeln der Gurkenpflanzen relativ langsam erfolgt, sollte stets darauf geachtet werden, daß den Pflanzen ein optimales Wurzelwachstum gesichert werden kann. Auch deshalb, weil nach vorliegenden Erfahrungen infizierte Pflanzen unter guten Bodenstrukturbedingungen verstärkt zur Wurzelneubildung neigen und durchaus geringere Wurzelschäden zu kompensieren vermögen.

Von besonderer Bedeutung ist die Verhinderung der Bodenverseuchung durch Verschleppung des Erregers. Deshalb sind alle notwendigen Maßnahmen im Bereich der Pflanzen- und

Bodenhygiene zu sichern, wobei der Abgrenzung der Bereiche Anzucht und Produktion besondere Beachtung zukommen muß.

Für die Prophylaxe von nicht untergeordneter Bedeutung in gefährdeten Betrieben ist die mögliche Veredlung der Gurke auf die Unterlage *Curcubita ficifolia*, wie sie zur Verminderung von Schäden durch die *Fusarium*-Welke seit längerem bekannt ist. Die durchaus vorhandene Toleranz auch gegenüber *Ph. sclerotoides* sollte genutzt werden, sofern die Möglichkeiten des erhöhten AKh-Aufwandes und der zusätzlich erforderlichen Anzuchtflächen für die Unterlage nicht der begrenzende Faktor für diese Maßnahme sind. Ferner gilt es zu prüfen, wie die Bodentemperaturgestaltung zur Schadensminimierung genutzt werden kann, da nach vorliegenden Praxiserkenntnissen bei Bodentemperaturen unter +16 °C, offensichtlich durch eine damit verbundene physiologische Schwächung der Pflanzen und einem nur zögerndem Wurzelwachstum, dem Schadpilz Entwicklungsvorteile entstehen. Bereits Bodentemperaturen von ca. +18 °C reduzieren diese Vorteile für *Ph. sclerotoides* nachweisbar.

### Kurative Maßnahmen

Obwohl der internationalen Literatur einheitlich entnehmbar der Bodenentseuchung mittels Dämpfung die größte Effektivität zugesprochen wird, dürfte diese Maßnahme mit Sicherheit nicht alle verseuchten und gefährdeten Flächen sanieren können, da die Verfügbarkeit der erforderlichen technischen Anlagen und Energiekontingente limitierende Faktoren darstellen. Der mehrfach in breiter Variation durchgeführte Einsatz chemischer Bodenentseuchungsmittel hat international zu unterschiedlichen Ergebnissen geführt. Dies bezieht sich sowohl auf die verwendeten Präparate als auch auf modifizierte Behandlungsverfahren. In der Regel konnten nur kurzzeitig wirksame Teilerfolge erzielt werden, da sich die Bekämpfung der Dauerformen des Pilzes nicht ausreichend realisieren läßt. Ferner konnten auch bestehende toxikologische Probleme beim Einsatz chemischer Bodenentseuchungsmittel noch nicht zufriedenstellend geklärt werden. Die Verwendung bodenapplizierbarer Fungizide, einschließlich systemischer Fungizide (Benomyl) hat gezeigt, daß Bodenfungizide allgemein eine nur unzureichende Wirkung besitzen, die systemischen Präparate zwar eine Eindämmung der Krankheit bewirken, aber z. Z. auch nicht eine Bekämpfung in ausreichender Weise garantieren können.

Es erscheint deshalb ratsam zu prüfen, in welchem Maße die Steuerung der biologischen Aktivität der Böden und Substrate in ihrer Gesamtheit in die Bemühungen zur Schadminderung bezüglich *Ph. sclerotoides* einzubeziehen sind bzw. wie die Erhöhung der Widerstandskraft der Gurkenpflanze selbst hierbei eine Rolle spielen kann. Gleichlaufend dazu gilt es, noch vorhandene Erkenntnislücken bei der Biologie des Pilzes und seiner speziellen Verhaltensweisen unter unterschiedlichen ökologischen Bedingungen zu schließen.

Diesem Aufgabenkomplex dienen spezielle Untersuchungen unserer Forschungseinrichtung, die sich besonders den Einsatzmöglichkeiten natürlicher Antagonisten gegen *Ph. sclerotoides* widmen bzw. Hinweise dafür liefern, wie Veränderungen bei der Gestaltung der ökologischen Bedingungen die Wirt-Parasit-Beziehungen beeinflussen. Über erste Beob-

achtungen zu erfolgversprechenden Entwicklungsarbeiten auf diesem neuen Gebiet soll im folgenden berichtet werden.

## 2. Einsatz natürlicher Antagonisten

### 2.1. Einsatz von *Trichoderma viride* Pers. ex. Fr.

Ausgehend von weltweiten Erfahrungen mit *Trichoderma*-Arten bzw. speziellen *Trichoderma*-Präparaten als geeignetes Antagonistenmaterial für die Bekämpfung zahlreicher pilzlicher Phytopathogene wurden erste in-vitro-Versuche zur Bekämpfung von *Phomopsis sclerotoides* unternommen. Nachdem die Tests der Jahre 1982 bis 1985 eine deutliche Entwicklungshemmung von *Ph. sclerotoides* bei Einsatz von *T. viride* zeigten, diese aber als keineswegs ausreichend im Sinne einer Bekämpfung anzusehen war, wurde geprüft, ob durch den kombinierten Einsatz von *Trichoderma* und einem Systemfungizid eine Effektivitätserhöhung zu erreichen ist. Die dazu 1985/86 mit bercema-Bitosen (Carbendazim) durchgeführten Versuche (SEIFERT, 1986) brachten folgende Trendresultate:

- Pathogen und Antagonist reagieren in ihrer Wachstumsintensität unterschiedlich stark auf die Fungizidkonzentration. Die Hemmwirkung gegenüber *T. viride* tritt erst bei einer höheren Konzentration (0,01 % Präparat bzw. 15 ppm Aktivsubstanz [AS]) als bei *Ph. sclerotoides* (0,001 % Präparat bzw. 1,5 ppm AS) ein.
- die Signifikanz der Ergebnisse rechtfertigte eingeleitete in-vivo-Prüfungen dieser Kombination.

### 2.2. Einsatz von *Streptomyces* sp.<sup>1)</sup>

Auch hier waren die zahlreichen Literaturhinweise bezüglich der antagonistischen (antibiotischen) Eigenschaften von *Streptomyces*-Arten gegenüber vielen Schadpilzen der Ausgangspunkt für Untersuchungen auch mit *Ph. sclerotoides*. Der auf Kartoffel-Dextrose-Agar kultivierte Pilz wurde als Suspension zur künstlichen Verseuchung gedämpfter Erde (*Ph. sclerotoides*) und der Antagonist als Kultursuspension (Titer 10<sup>9</sup>) verwendet. Unter Gewächshausbedingungen, als Containerkultur mit Zusatzbeleuchtung, wurden die Versuche mit der Gurkensorte 'Saladin' durchgeführt. Je Variante liefen 15 Wiederholungen.

<sup>1), 2)</sup> Isolate des Forschungszentrums für Biotechnologie Berlin, die uns freundlicherweise zur Verfügung gestellt wurden.

Tabelle 1

Ergebnisse der Testung von *Streptomyces* sp. als Antagonist gegenüber *Phomopsis sclerotoides* bei alleiniger Applikation und in Kombination mit Benomyl

Varianten	mittlere Grünmasse g/Pflanze	mittlere Wurzel-frischmasse g/Pflanze	<i>Phomopsis</i> -Befallsstärke Boniturnote*)
1. Kontrolle unverseucht	294	18	9,0
2. <i>Ph. sclerotoides</i> verseucht	110	5	1,0
3. Kontrolle unverseucht + <i>Streptomyces</i> sp.	170	12	9,0
4. <i>Ph. sclerotoides</i> verseucht + <i>Streptomyces</i> sp.	106	7	3,2
5. <i>Ph. sclerotoides</i> verseucht + Benomyl	210	9	5,8
6. <i>Ph. sclerotoides</i> verseucht + <i>Streptomyces</i> sp. + Benomyl	142	10	4,2

\*) 9  $\hat{=}$  befallsfrei, 1  $\hat{=}$  stärkster Befall

Tabelle 2

Ergebnisse der Testung von *Bacillus subtilis* als Antagonist gegenüber *Phomopsis sclerotoides* im Vergleich zum Einsatz von Benomyl

Varianten	mittlere Grünmasse g/Pflanze	mittlere Wurzel-frischmasse g/Pflanze	<i>Phomopsis</i> -Befallsgrad 0 . . . 100
1. Kontrolle, unverseucht	82	11	0
2. Kontrolle, unverseucht + <i>B. subtilis</i>	83	11	0
3. <i>Ph. sclerotoides</i> verseucht	41	4	100
4. <i>Ph. sclerotoides</i> verseucht + <i>B. subtilis</i>	42	4	69
5. <i>Ph. sclerotoides</i> verseucht + Benomyl	61	6	31

Die Ausbringung der Antagonistensuspension (100 ml/Pflanze) erfolgte einen Tag nach der Pflanzung. Zusätzlich prüften wir den Einsatz des Fungizids Benomyl (Benlate 0,05 %, 100 ml/Pflanze) zur Zeit der Pflanzung. Die Versuchspflanzen wurden einmal wöchentlich mit Wopil gedüngt. Nach 6wöchiger Vegetationszeit wurden die Experimente abgebrochen. Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 dargestellt.

Die Ergebnisse weisen aus, daß eine deutliche Bekämpfungswirkung mit dem verwendeten Antagonisten-Isolat gegenüber *Ph. sclerotoides* erzielt werden konnte (Variante 4), die jedoch nicht die des Fungizids Benomyl erreichte. Wie die Wachstumsparameter der Pflanzen zeigen, ging von der Antagonistenbehandlung offenbar eine Strefwirkung auf die Pflanze in der Zeit des beobachteten Vegetationszeitraumes aus (Variante 3 zu 1). Inwieweit dieser Effekt trotz Einschränkung des *Phomopsis*-Befalls auch für die Leistung der Pflanzen zum Tragen kommt, gilt es in Ertragsversuchen bzw. in Versuchen mit Antagonisteneinsätzen zu späteren Entwicklungsstadien der Pflanzen zu überprüfen. Eine positive Kombinationswirkung zwischen dem Antagonisteneinsatz (*Streptomyces* sp.) und dem Fungizid Benomyl trat nicht ein. Das Fungizid wirkte allein angewandt vorteilhafter.

### 2.3. Einsatz von *Bacillus subtilis*<sup>2)</sup>

Bei der Suche nach weiteren potentiellen Antagonisten zur biologischen Bekämpfung bodenbürtiger Phytopathogene wurden auch mit dem in vitro hochaktiven antagonistische Wirkungen zeigenden *Bacillus-subtilis*-Isolat Versuche in verseuchtem Boden durchgeführt. Mit gleicher Methode wie für den Einsatz von *Streptomyces* beschrieben, wurden Substrate für Containerkulturen einheitlich mit *Ph. sclerotoides* verseucht. Vorhergehende in-vitro-Versuche ließen eine Anwendung des in Sporensuspension vorliegenden (Titer 10<sup>9</sup>) Antagonisten mit 100 ml Einzelgabe je Pflanze für geeignet erscheinen. Die in die inokulierte Erde pikierten Gurkenjungpflanzen (2 bis 3 Laubblätter, Sorte 'Saladin') wurden einen Tag nach der Pflanzung mit der Suspension angegossen. Vergleichsweise kam ebenfalls das Fungizid Benomyl (Benlate 0,05 %, 100 ml/Pflanze) zur Pflanzzeit zum Einsatz. Je Variante liefen auch hier 15 Wiederholungen in 6wöchiger Vegetationszeit. Die Ergebnisse gibt Tabelle 2 wieder.

Der Einsatz der Antagonisten *B. subtilis* führte ebenfalls zu einer signifikant nachweisbaren Bekämpfungswirkung auf den *Phomopsis*-Befall, der jedoch auch hier unter der des Fungizids Benomyl lag. Eine Verbesserung der Wuchsleistung der 6 Wochen alten Testpflanzen trat nur durch die stärkere Befallsreduzierung nach der Fungizidanwendung ein, wobei eine Strefwirkung des Antagonisteneinsatzes im Gegensatz zu *Streptomyces* nicht zu beobachten war (Variante 2 zu 1). Die Befunde lassen damit erkennen, daß prinzipiell mit dem spezifischen Antagonistenstamm von *B. subtilis* günstige Ergebnisse erzielbar sind, die jedoch für erfolgreiche ertragswirksame Bekämpfungseffekte eine stärkere bzw. wiederholte Antagonistenapplikation und eine Überprüfung auf die



Ertragsleistung der Pflanzen notwendig machen. Entsprechende Versuche wurden eingeleitet.

### 3. Zusammenfassung

Ausgehend von der schwierigen Bekämpfbarkeit des Erregers der Schwarzen Wurzelfäule der Gurke (*Phomopsis sclerotioides*) wird über erste Erfahrungswerte neuer Entwicklungswege mit dem Einsatz mikrobieller Antagonisten berichtet. Die bisher vorliegenden Ergebnisse beim Einsatz von *Streptomyces* sp. und *Bacillus subtilis* zeigen Möglichkeiten mit nachweisbarer Bekämpfungswirkung auf, weisen aber gleichzeitig auf die offensichtlich sehr spezifischen Einsatzbedingungen und -formen hin. *Bacillus subtilis* erwies sich in seiner Bekämpfungseffektivität besser als *Streptomyces* sp. Die Kombination des Antagonisteneinsatzes mit Fungizidgaben brachte keine generell bessere Bekämpfungswirkung. Die Ergebnisse insgesamt weisen auf die Zweckmäßigkeit der Weiterführung gezielter Untersuchungen zur Nutzung mikrobieller Antagonisten zur Bekämpfung von *Phomopsis sclerotioides* hin.

### Резюме

Новые возможности борьбы с фомопсисом огурца (*Phomopsis sclerotioides* Kest.)

Исходя из сложности борьбы с возбудителем фомопсиса огурца (*Phomopsis sclerotioides*) приводятся первые данные о применении микробных антагонистов. Полученные до сих пор результаты применения *Streptomyces* sp. и *Bacillus subtilis* свидетельствуют о возможности борьбы с возбудителем, одновременно, однако, указываются на, очевидно, весьма специфические условия и формы их применения. Использование *Bacillus subtilis* оказалось более эффективным, чем использование *Streptomyces* sp. Сочетание использования антагонистов с применением фунгицидов не приводило к коренному повышению эффективности. В общем, результаты сви-

Sektion Gartenbau der Humboldt-Universität zu Berlin

Mohamed ABOU-SHÁAR und Klaus-Dieter HENTSCHEL

## Verbesserte Bekämpfungsmöglichkeiten der Tomatenkorkwurzelkrankheit (*Pyrenochaeta lycopersici*)

### 1. Einleitung

Die durch den bodenbürtigen Pilz *Pyrenochaeta lycopersici* Schneider und Gerlach hervorgerufene Korkwurzelkrankheit ist in der Tomatenproduktion unter Gewächshausbedingungen auf Erds substraten eine weit verbreitete Ursache von Ertragsdepressionen. Bei starkem Befall können die Ertragsverluste 30 bis 75 % betragen.

Die Hauptsymptome der Krankheit sind an den Wurzeln der Pflanzen zu erkennen, während die oberirdischen Pflanzenteile sehr unspezifische Symptome wie hellgrüne bis hellgelbe Verfärbung des Laubes, zunächst zeitweises Welken und mangelhaften Fruchtansatz als Reaktion auf den Befall zeigen.

Charakteristisch für infizierte Wurzeln sind die zahlreichen braun bis braunschwarzen Läsionen, die sich deutlich vom gesunden Gewebe abgrenzen. Mit dem Fortschreiten der Erkrankung erfassen die Läsionen das gesamte Wurzelsystem. In diesem Stadium der Erkrankung verrottet ein Großteil

detельствуют о целесообразности продолжения целенаправленных исследований по использованию микробных антагонистов для борьбы с фомопсисом.

### Summary

New approaches to the control of black root rot of cucumber (*Phomopsis sclerotioides* Kest.)

Starting out from the difficulty of controlling *Phomopsis sclerotioides* Kest. causing black root rot of cucumber, first results are presented regarding new approaches based on the use of microbial antagonists. The results available so far with *Streptomyces* sp. and *Bacillus subtilis* are quite promising, but at the same time they indicate that highly specific conditions and forms of application will have to be observed. *B. subtilis* turned out to be more effective than *Streptomyces* sp. Combined use of antagonists and fungicides did not produce generally better control. It seems useful to continue specific studies on the use of microbial antagonists for control of *P. sclerotioides*.

### Literatur

HARTLEB, H.: Schwarze Wurzelfäule der Gewächshausgurken. Gartenbau 27 (1980) 2, S. 61-62

SEIFERT, E.: Invitro-Untersuchungen zur Beeinflussung des Entwicklungsverlaufes der Schwarzen Wurzelfäule der Gurke, *Phomopsis sclerotioides* Kest. sowie deren Antagonist *Trichoderma viride* Pers. ex. Fr. durch den systemischen Fungizidwirkstoff Carbendazim am Beispiel bercema-Bitosen. Berlin, Humboldt-Univ., Jahresarb. 1986

Anschrift der Verfasser:

M. AL RASHID

Dr. K.-D. HENTSCHEL

Sektion Gartenbau der Humboldt-Universität zu Berlin

Dorfstraße 9

Berlin

DDR - 1099

der Faser- und Nebenwurzeln. Die stärkeren Wurzeln verkorken sehr typisch, verdicken und reißen auf. Die Rindenschicht zerfällt sehr häufig, so daß teilweise nur der Zentralzylinder erhalten bleibt.

Die Bekämpfung von *P. lycopersici* erweist sich in allen Verbreitungsgebieten als sehr schwierig, obwohl große Unterschiede hinsichtlich der Beschaffenheit der Kultursubstrate für die Tomatenkultur bestehen und die Hinweise auf die Problematik der chemischen und physikalischen Bekämpfbarkeit recht einheitlich sind.

*Pyrenochaeta lycopersici* bildet unter natürlichen Bedingungen ein steriles Myzel von dunkler bis hellgrauer Färbung. Pyknidienbildung auf natürlichem Standort ist äußerst selten zu beobachten. Die Überdauerung im Boden oder an infiziertem Wurzelwerk erfolgt deshalb vornehmlich in Form von Mikrosklerotien.

Obwohl der Pilz sehr anpassungsfähig ist, reagiert er deutlich auf Substratunterschiede. Versuche unserer Forschungseinrichtung (BLUHM, 1987) in dieser Richtung ergaben, daß