

Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt  
für Land- und Forstwirtschaft  
Berlin-Dahlem

Heft 140

März 1971



**Beitrag zur Kenntnis der *Phytophthora*-  
Arten in Iran und ihrer  
phytopathologischen Bedeutung**

Von

**Dr. Djafar Ershad**

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft  
Institut für Mykologie, Berlin-Dahlem

und

Plant Pests and Diseases Research Institute, Teheran, Iran

Berlin 1971

Herausgegeben von der  
*Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem*

Kommissionsverlag Paul Parey, Berlin und Hamburg  
1 Berlin 61, Lindenstr. 44-47 (Westberlin)



## Inhaltsübersicht

Einleitung .....	5
I. Material und Methodik .....	6
A. Untersuchungsmaterial .....	6
B. Kultur- und Beurteilungsverfahren .....	10
1. Isolierungsmethoden .....	10
2. Kulturmethoden .....	11
3. Inokulationsmethoden .....	13
II. Beschreibung der in Iran nachgewiesenen <i>Phytophthora</i> -Arten .....	16
1. <i>Ph. cactorum</i> (Lebert et Cohn) Schroeter .....	18
2. <i>Ph. capsici</i> Leonian .....	22
3. <i>Ph. citrophthora</i> (Smith et Smith) Leonian .....	26
4. <i>Ph. cryptogea</i> Pethybridge et Lafferty .....	32
5. <i>Ph. drechsleri</i> Tucker .....	39
6. <i>Ph. erythroseptica</i> Pethybridge .....	53
7. <i>Ph. infestans</i> (Montagne) de Bary .....	59
8. <i>Ph. iranica</i> n. sp. ....	60
9. <i>Ph. nicotianae</i> van Breda de Haan .....	65
var. <i>parasitica</i> (Dastur) Waterhouse .....	65
10. <i>Ph. palmivora</i> (Butler) Butler .....	73
Zusammenfassung .....	78
Summary .....	78
Literaturverzeichnis .....	79



## Einleitung

Über die in Iran vorkommenden Pilze liegt bereits eine ganze Reihe von Veröffentlichungen vor (u. a. Bornmüller, 1908; Petrak, 1949; Esfandiari, 1951; Khabiri, 1958; Jørstad, 1960; Golato, 1960; Viennot-Bourgin, Scharif und Eskandari, 1969). Die meisten der nachgewiesenen Arten sind in einer Liste von Scharif und Ershad (1966) zusammengestellt worden. Dabei handelt es sich in erster Linie um solche Pilze, die an oberirdischen Pflanzenteilen vorkommen, die selbst oder durch charakteristische Krankheitsbilder auffallen und deren Bestimmung verhältnismäßig leicht ohne besonderen Aufwand möglich ist. Bodenpilze, deren Nachweis und Identifizierung meist spezielle Isolierungs-, Reinigungs- und Kulturverfahren oder auch Infektionsversuche erfordern, sind dagegen noch kaum erfaßt oder bearbeitet worden. Das trifft auch für die phytopathologisch sehr wichtige Gattung *Phytophthora* de Bary zu. Die wenigen in der Literatur vorhandenen Hinweise auf Vorkommen von Vertretern dieser Gattung in Iran stammen erst aus den letzten 10 Jahren; sie sind in Tab. 1 zusammengestellt.

Tab. 1. Übersicht über die in der Literatur bis 1970 genannten Vorkommen von *Phytophthora*-Arten in Iran

<i>Phytophthora</i> -Art	Wirtspflanze	Autor	
* <i>Ph. parasitica</i>	<i>Pistacia vera</i>	Venning	1962
<i>Ph. infestans</i>	<i>Lycopersicon esculentum</i>	Scharif u. Ershad	1965
	<i>Solanum tuberosum</i>		
* <i>Phytophthora</i> spec.	<i>Citrus</i> spec.	Scharif u. Ershad	1966
<i>Phytophthora</i> spec.	<i>Cucumis melo</i>	Scharif u. Ershad	1966
<i>Phytophthora</i> spec.	<i>Cucumis sativus</i>	Scharif u. Ershad	1966
* <i>Phytophthora</i> spec.	<i>Pistacia vera</i>	Scharif u. Ershad	1966
<i>Ph. erythroseptica</i>	<i>Solanum tuberosum</i>	Scharif u. Ershad	1966
<i>Ph. erythroseptica</i>	<i>Solanum tuberosum</i>	Anonym	1967 a
* <i>Ph. parasitica</i>	<i>Citrus</i> spec.	Anonym	1967 b
<i>Ph. nicotianae</i>	<i>Sesamum indicum</i>	Anonym	1967 b
<i>Phytophthora</i> spec.	<i>Lycopersicon esculentum</i>	Anonym	1967 b
<i>Phytophthora</i> spec.	<i>Dianthus</i> spec.	Anonym	1967 b
* <i>Phytophthora</i> spec.	<i>Phaseolus vulgaris</i>	Kaiser et al.	1968
* <i>Phytophthora</i> spec.	<i>Cicer arietinum</i>	Kaiser et al.	1968
<i>Phytophthora</i> spec.	<i>Pistacia vera</i>	Anonym	1969 a
<i>Phytophthora</i> spec.	<i>Solanum tuberosum</i>	Anonym	1969 a
<i>Ph. drechsleri</i>	<i>Citrullus vulgaris</i>	Ershad u.	
	<i>Cucumis melo</i>	Mostowfiipoor	1969
	<i>Cucumis sativus</i>		
<i>Phytophthora</i> spec.	<i>Beta vulgaris</i>	Anonym	1969 b

\*) Pathogenität nicht geprüft.

Diese Übersicht läßt erkennen, daß bis einschließlich 1967 an insgesamt 8 verschiedenen Pflanzenarten *Phytophthora* festgestellt worden war. Neben 6 Fällen, in denen die vorliegende *Phytophthora*-Art nicht ermittelt wurde, sind in der Literatur lediglich *Ph. infestans*, *Ph. erythroseptica*, *Ph. parasitica* und *Ph. nicotianae* namentlich angeführt. Da es sich bei den beiden zuletzt genannten Vertretern wohl um ein und denselben Pilz handelte, nämlich *Ph. nicotianae* var. *parasitica*, konnten seinerzeit nur 3 definierte *Phytophthora*-Arten als für Iran nachgewiesen gelten, ohne daß sie jedoch eingehender bearbeitet worden waren.

Angesichts dieser spärlichen Unterlagen und der mutmaßlichen großen Bedeutung als Krankheitserreger an einer Reihe wichtiger Kulturpflanzen erschienen systematische Untersuchungen über die in Iran vorkommenden *Phytophthora*-Arten und ihre phytopathologische Bedeutung dringend notwendig. Sie wurden im Januar 1968 am Plant Pests and Diseases Research Institute in Teheran begonnen und im April 1970 am Institut für Mykologie der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Berlin-Dahlem fortgesetzt.

## I. Material und Methodik

### A. Untersuchungsmaterial

In dem genannten Zeitraum wurde angestrebt, möglichst viele *Phytophthora*-Isolate verschiedener Herkunft (Klimagebiet, Wirtspflanze usw.) in die Untersuchungen einzubeziehen, um eine genügend breite Basis zu erhalten. Bei Abschluß der Untersuchungen lagen insgesamt 60 Pilzstämme vor, von denen jedoch 4 (Nr. 11, 18, 19, 56) ausgeschieden werden mußten, da sie nicht der Gattung *Phytophthora* zugeordnet werden konnten. Näheren Aufschluß über das untersuchte Pilzmaterial gibt Tab. 2. Hinsichtlich der Benennung der Wirtspflanzen wurde dabei Z a n d e r (1964) gefolgt.

Tab. 2. Untersuchte Pilzstämme

Stamm Nr.	Wirtspflanze	Herkunft		bestimmt als
1	<i>Solanum tuberosum</i> , Knolle	Damavand	Karimi	Okt. 1965 <i>Ph. erythroseptica</i>
2	<i>Solanum tuberosum</i> , Knolle	Evin b. Teheran	Karimi	Aug. 1967 <i>Ph. nicotianae</i> v. <i>parasitica</i>
3	<i>Ailanthus altissima</i> , Wurzel	Karadj	Mostow- fipoor	Aug. 1967 <i>Ph. nicotianae</i> v. <i>parasitica</i>
4	<i>Dianthus caryophyllus</i> , Wurzel	Shimran b. Teheran	Mostow- fipoor	Juni 1967 <i>Ph. nicotianae</i> v. <i>parasitica</i>
5	<i>Beta vulgaris</i> , Rübe	Behbahan	Minassian	? <i>Ph. drechsleri</i>
6	<i>Beta vulgaris</i> , Rübe	Khatun- abad b. Esfahan	Minassian	? <i>Ph. drechsleri</i>

Stamm Nr.	Wirtspflanze	Herkunft		bestimmt als
7	<i>Beta vulgaris</i> , Rübe	Khatun- abad b. Esfahan	Minassian	? <i>Ph. drechsleri</i>
8	<i>Beta vulgaris</i> , Rübe	Jasudj	Minassian	? <i>Ph. drechsleri</i>
9	<i>Beta vulgaris</i> Rübe	Khatun- abad b. Esfahan	Minassian	? <i>Ph. drechsleri</i>
10	<i>Pistacia vera</i> , Stammbasis	Ghazvin	Mostow- fipoor	Sept. 1967 <i>Ph. citrophthora</i>
11	<i>Prunus persica</i> , Wurzel	Karadj	Kaiser	Sept. 1967 Keine <i>Phytoph- thora</i>
12	<i>Diospyros kaki</i> , Frucht	Shahsavar	Ghane	Sept. 1967 <i>Ph. citrophthora</i>
13	<i>Malus sylvestris</i> , Stammbasis	Shahriar	Mostow- fipoor	Sept. 1967 <i>Ph. nicotianae</i> v. <i>parasitica</i>
14	<i>Lycopersicon esculentum</i> , Stengelbasis	Pishva b. Varamin	Eigenisolat	April 1968 <i>Ph. nicotianae</i> v. <i>parasitica</i>
15	<i>Cucumis sativus</i> , Frucht	Teheran	Eigenisolat	Mai 1968 <i>Ph. drechsleri</i>
16	<i>Gerbera jamesonii</i> , Wurzel	Ramsar	Ghane	Juni 1968 <i>Ph. cryptogea</i>
17	<i>Solanum melongena</i> , Stengelbasis	Varamin	Eigenisolat	Juni 1968 <i>Ph. cryptogea</i>
18	<i>Cicer arietinum</i> , Wurzel	Esfahan	Mostow- fipoor	Juni 1968 Keine <i>Phytoph- thora</i>
19	<i>Carthamus tinctorius</i> , Stengelbasis	Esfahan	Mostow- fipoor	Juni 1968 Keine <i>Phytoph- thora</i>
20	<i>Helianthus annuus</i> , Stengelbasis	Esfahan	Eigenisolat	Juni 1968 <i>Ph. drechsleri</i>
21	<i>Petunia</i> -Hybride Stengelbasis	Teheran	Mostow- fipoor	Aug. 1968 <i>Ph. palmivora</i>
22	<i>Solanum tuberosum</i> , Knolle	Evin b. Teheran	Karimi	Aug. 1968 <i>Ph. nicotianae</i> v. <i>parasitica</i>
23	<i>Sesamum indicum</i> , Stengelbasis	Darab	Rahmani	Sept. 1968 <i>Ph. nicotianae</i> v. <i>parasitica</i>
24	<i>Araucaria araucana</i> , Wurzel (Topfpflanze)	Chalus	Mostow- fipoor	Okt. 1968 <i>Ph. nicotianae</i> v. <i>parasitica</i>
25	<i>Citrus spec.</i> , Stammbasis	Shahsavar	Mostow- fipoor	Okt. 1968 <i>Ph. citrophthora</i>

Stamm Nr.	Wirtspflanze	Herkunft		bestimmt als
26	<i>Solanum melongena</i> , Stengelbasis	Varamin	Eigenisolat	Sept. 1968 <i>Ph. cryptogea</i>
27	<i>Sesamum indicum</i> , Stengelbasis	Varamin	Eigenisolat	Sept. 1968 <i>Ph. nicotianae</i> v. <i>parasitica</i>
28	<i>Solanum melongena</i> , Frucht	Varamin	Eigenisolat	Sept. 1968 <i>Ph. nicotianae</i> v. <i>parasitica</i>
29	<i>Solanum tuberosum</i> , Knolle	Damavand	Mostow- fipoor	Okt. 1968 <i>Ph. erythroseptica</i>
30	<i>Solanum tuberosum</i> , Knolle	Damavand	Eigenisolat	Okt. 1968 <i>Ph. erythroseptica</i>
31	<i>Citrus spec.</i> , Stammbasis	Kodra b. Shahsavar	Eigenisolat	Okt. 1968 <i>Ph. nicotianae</i> v. <i>parasitica</i>
32	<i>Cucumis melo</i> , Stengelbasis	Evin b. Teheran (Gewächshaus)	Akhavi- zadegan	Nov. 1968 <i>Ph. drechsleri</i>
33	<i>Cucumis melo</i> , Wurzel	Varamin	Mostow- fipoor	Juli 1967 <i>Ph. drechsleri</i>
34	<i>Citrullus lanatus</i> , Frucht	Hamedan	Mostow- fipoor	Juli 1967 <i>Ph. drechsleri</i>
35	<i>Cucumis melo</i> , Wurzel	Varamin	Eigenisolat	Juli 1965 <i>Ph. drechsleri</i>
36	<i>Cucumis sativus</i> , Frucht	Teheran	Eigenisolat	Mai 1965 <i>Ph. drechsleri</i>
37	<i>Cucumis sativus</i> , Frucht	Teheran (Markt)	Eigenisolat	Nov. 1968 <i>Ph. drechsleri</i>
38	<i>Cucumis melo</i> , Wurzel	Mashhad	Eigenisolat	Juli 1968 <i>Ph. drechsleri</i>
39	<i>Citrus spec.</i> , Stammbasis	Shahsavar	Mostow- fipoor	? <i>Ph. nicotianae</i> v. <i>parasitica</i>
40	<i>Diospyros kaki</i> , Frucht	Shahsavar	Eigenisolat	Dez. 1968 <i>Ph. citrophthora</i>
41	<i>Diospyros kaki</i> , Frucht	Shahsavar	Eigenisolat	Dez. 1968 <i>Ph. citrophthora</i>
42	<i>Cicer arietinum</i> , Wurzel	Karadj	Kaiser	? <i>Ph. drechsleri</i>
43	<i>Sesamum indicum</i> , Stengelbasis	Ramhormoz	Minassian	Okt. 1968 <i>Ph. nicotianae</i> v. <i>parasitica</i>
44	<i>Washingtonia filifera</i> , Blattstielbasis	Mollasani b. Ahvaz	Minassian	Jan. 1969 <i>Ph. nicotianae</i> v. <i>parasitica</i>

Stamm Nr.	Wirtspflanze	Herkunft		bestimmt als
45	<i>Gerbera jamesonii</i> , Wurzel	Ramsar	Eigenisolat	März 1969 <i>Ph. cryptogea</i>
46	<i>Cucumis sativus</i> , Stengel	Behbahan	Eigenisolat	April 1969 <i>Ph. drechsleri</i>
47	<i>Cucumis sativus</i> , Frucht	Ahvaz	Eigenisolat	April 1969 <i>Ph. drechsleri</i>
48	<i>Fragaria ananassa</i> , Wurzel	Karadj	Eigenisolat	Mai 1969 <i>Ph. cactorum</i>
49	<i>Magnolia grandiflora</i> , Keimling	Rasht	Eigenisolat	Mai 1969 <i>Ph. citrophthora</i>
50	<i>Nicotiana rustica</i> , Wurzel	Borazjan	Eigenisolat	Mai 1969 <i>Ph. nicotianae</i> v. <i>parasitica</i>
51	<i>Solanum melongena</i> , Wurzel	Varamin	Eigenisolat	Mai 1969 <i>Ph. iranica</i>
52	<i>Petunia</i> -Hybride, Stengelbasis	Teheran	Eigenisolat	Juni 1969 <i>Ph. palmivora</i>
53	<i>Lycopersicon esculentum</i> , Stengelbasis	Shahriar	Eigenisolat	Juni 1969 <i>Ph. nicotianae</i> v. <i>parasitica</i>
54	<i>Capsicum annuum</i> , Stengel	Afarin b. Garmsar	Eigenisolat	Juni 1969 <i>Ph. capsici</i>
55	<i>Pelargonium</i> -Zonale- Hybride, Wurzel	Teheran	Eigenisolat	Juni 1969 <i>Ph. palmivora</i>
56	<i>Vigna sinensis</i> , Wurzel	Ghazvin	Kaiser	Sept. 1969 Keine <i>Phytophthora</i>
57	<i>Nicotiana ?tabacum</i> , Wurzel	Nahavand	Eigenisolat	Sept. 1969 <i>Ph. nicotianae</i> v. <i>parasitica</i>
58	<i>Carthamus tinctorius</i> , Wurzel	Karadj	Eigenisolat	Aug. 1969 <i>Ph. drechsleri</i>
59	<i>Helianthus annuus</i> , Stengel	Shiraz	Ahmadi- nedjad	Sept. 1969 <i>Ph. drechsleri</i>
60	<i>Gerbera jamesonii</i> , Wurzel	Teheran	Eigenisolat	Okt. 1969 <i>Ph. cryptogea</i>

Wie Tab. 2 zeigt, stammen die insgesamt verfügbaren 56 *Phytophthora*-Isolate aus Iran von 27 verschiedenen Wirtspflanzenarten. 29 Stämme wurden selbst isoliert, 27 als Reinkulturen übernommen. Die Fundorte (Abb. 1) liegen fast ausnahmslos im Raume Teheran, in den Provinzen am Kaspischen Meer sowie um Esfahan und im Südwesten Irans. Andere Gebiete konnten dagegen praktisch noch nicht erfaßt werden, obwohl eine möglichst weite regionale Streuung der *Phytophthora*-Funde angestrebt worden war.



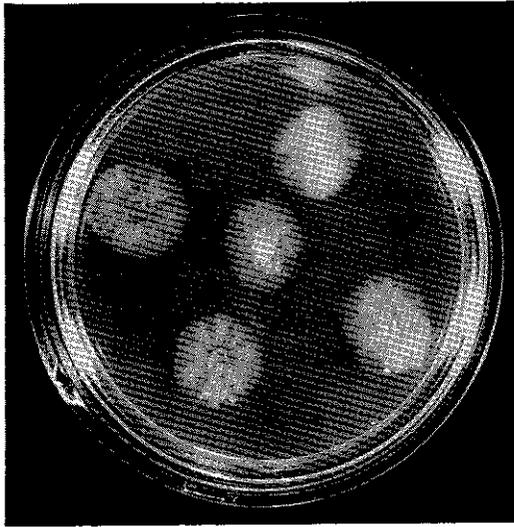


Abb. 2. Isolierung von *Phytophthora* (*Ph. citrophthora*) durch Auslegen von kleinen Gewebestücken aus dem Fruchttinnern (einer befallenen Kakipflaume); Kolonien nach 2 Tagen bei Laborbedingungen

folg. In diesen Fällen wurde daher zusätzlich die bei Arbeiten mit *Phytophthora* verbreitet angewendete Methode der Isolierung über Äpfel benutzt: An gesunden, möglichst glattschaligen, nicht zu reifen Äpfeln wurden nach äußerlicher Desinfektion mit 70%igem Alkohol 2 bis 4 ungefähr 5 mm lange Schnitte angebracht und in diese kleine Stücke der zur Isolierung verwendeten, sorgfältig gereinigten und desinfizierten Pflanzenteile eingeführt. Zum Verschluss der Wunden diente ein Paraffin-Vaseline-Gemisch (Verhältnis 1 : 1). Die beimpften Äpfel kamen dann auf eine durchlöchernte Platte in einem Exsiccator, dessen Untersatz mit Wasser gefüllt war. Um Verdunstung weitgehend einzuschränken, wurden die Ränder des Gefäßes und des zugehörigen Deckels vor dem Schließen mit Öl bestrichen. Bei Zimmertemperaturen aufbewahrt, zeigten sich meist schon nach 2 bis 4 Tagen bräunliche Faulstellen, von deren Rändern kleine Stücke auf Möhrendekoktagar übertragen wurden.

## 2. Kulturmethoden

Um den isolierten *Phytophthora*-Arten möglichst vielfältige Entwicklungsbedingungen zu bieten und sie bei unterschiedlichen Verhältnissen studieren zu können, wurden diese auf folgenden 7 verschiedenen Nährmedien gehalten:

Kartoffel-Dextrose-Agar (Difco PDA, nach Vorschrift hergestellt).

Maismehl-Agar (Difco CMA, nach Vorschrift hergestellt).

Möhrenstücke (MS): Möhren sorgfältig gereinigt, in etwa 1 cm<sup>3</sup> große Stücke geschnitten, Kolben damit etwa zur Hälfte gefüllt, bis zu 1 cm Höhe Aqua dest. nachgefüllt, im Autoklaven 20 Minuten bei 1 atü sterilisiert.

Möhrendekokt-Agar (MDA): 500 g sorgfältig gereinigte Möhren in kleine Stücke geschnitten, mit 1 l Aqua dest. im Dampftopf 60 Minuten gekocht, dann

24 Stunden abgekühlt; Saft abgossen und mit Aqua dest. zu 1 l aufgefüllt; 30 g Agar in 1 l Aqua dest. gelöst, 1 l Möhrensaft dazugegeben, gut durchgemischt und in kleine Flaschen jeweils die für eine Petrischale von 9 cm Durchmesser ausreichende Nährbodenmenge abgefüllt; diesen MDA an drei aufeinanderfolgenden Tagen je 30 Minuten im Dampftopf sterilisiert.

**Möhrenschnitzel-Agar (MSA):** Je eine Messerspitze voll sorgfältig gereinigter und geschnittelter Möhren in Reagenzröhrchen gefüllt; 15 g Agar in 1 l Aqua dest. gelöst, filtriert und Filtrat (5—10 cm<sup>3</sup>) auf Möhrenschnitzel in Reagenzröhrchen gegeben, wie MDA sterilisiert. Dieses Nährmedium wurde in erster Linie für Dauerkulturen verwendet.

**Wasser-Agar (WA):** 20 g Agar in 1 l Aqua dest. gelöst, filtriert, in Flaschen abgefüllt und 15 Minuten bei 1 atü im Autoklaven sterilisiert.

**Weizenkörner:** 24 Stunden bei Zimmertemperatur eingeweicht, Kolben mit gequollenen Körnern etwa zur Hälfte gefüllt, ungefähr bis 1 cm hoch Boden mit Aqua dest. bedeckt, an zwei aufeinanderfolgenden Tagen 15 Minuten im Autoklaven sterilisiert.

Zur Beurteilung ihrer makroskopischen Kulturmerkmale wurden die Isolate ausschließlich auf PDA, CMA, MS und MDA untersucht und miteinander verglichen.

Die Gewinnung von Einzelhyphen- und Reinkulturen erfolgte auf WA als Substrat, auf dem sich die Pilze wegen der geringen Nährstoffe meist nur sehr spärlich entwickeln und sich daher einzelne Hyphen gut unterscheiden lassen. Die Isolate wurden jeweils auf 3 WA-Platten abgeimpft, bei Zimmertemperatur gehalten und nach 24—48 Stunden unter dem Binokular auf einzeln wachsende Hyphen untersucht. Nachdem die Lage solcher Hyphen auf der Plattenunterseite mit Tusche markiert worden war, wurden diese Stellen ausgestochen und auf MDA übertragen.

Versuche zur Ermittlung der Temperaturansprüche, die auch bei *Phytophthora* zur Charakterisierung der Arten von Bedeutung sind (u. a. Tucker, 1931; Leonian, 1934; Schwinn, 1959; Waterhouse, 1963) erfolgten auf CMA-Nährmedium. Der für alle Isolate mit 15 Temperaturstufen im Abstand von jeweils 2,5° C geprüfte Bereich erstreckte sich von 2,5—37,5° C. In die Mitte einer mit 10 cm<sup>3</sup> CMA gefüllten Petrischale (9 cm Ø) wurde jeweils ein mit einem Korkbohrer (5 mm Ø) ausgestochenes Stück einer Plattenkultur gelegt. Nach 1—2 Tagen unter Laborbedingungen (bis die Latenzphase überwunden war) wurden die Ränder der bis dahin gewachsenen Kolonien auf der Unterseite der Schale mit Tusche markiert und die stets 3 Parallelen je Isolat umfassenden Versuche sofort danach in einer Klimaanlage bei der gewünschten Temperatur (ohne Licht) aufgestellt. Die Messungen erfolgten in Abständen von 24 Stunden. Alle Kolonien wurden nur einmal, und zwar spätestens an dem Tage gemessen, an dem sie maximal noch 0,5—1 cm vom Schalenrand entfernt waren. Aus der Zeitdauer und der größten Ausdehnung der Kolonie von dem bei Versuchsbeginn markierten Rand aus wurde die durchschnittliche Strecke des täglichen Zuwachses ermittelt.

Um Zoosporangien, die bei vielen Isolaten auf keinem der genannten Nährmedien entstanden, und Zoosporen sowie gegebenenfalls auch Hyphenschwellungen zu erhalten, wurden folgende flüssige Medien verwendet:

Aqua dest.

Aqua bidest.

Leitungswasser

Erdfiltrate — Becherglas mit 1 l Fassungsvermögen zu  $\frac{1}{3}$  mit Felderde und dann bis zum Rande mit Leitungswasser gefüllt, Inhalt sorgfältig verrührt, nach 2 Stunden überstehendes Wasser durch Papierfilter filtriert

Petrilösung — nach Waterhouse und Blackwell (1954):

Aqua dest.	1000 ml	$\text{KH}_2\text{PO}_4$	0,15 g
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + 4 \text{H}_2\text{O}$	0,4 g	KCl	0,06 g
$\text{MgSO}_4 + 7 \text{H}_2\text{O}$	0,15 g		

### 3. Inokulationsmethoden

Zum Nachweis der Pathogenität der einzelnen *Phytophthora*-Isolate an der Pflanzenart, von der sie stammen, sowie an Teilen anderer möglicher Wirtsorganismen wurden Infektionsversuche unternommen. Sie fanden ausschließlich im Gewächshaus unter möglichst günstigen Temperatur- und Feuchtigkeitsbedingungen statt. Benötigte Erde und Kulturgefäße waren durch Hitze ( $90^\circ \text{C}$  eine Stunde lang) sterilisiert bzw. mit DETTOL (Wirkstoff: Isopropyl-Alkohol; 5%ige Lösung 24 Stunden lang, anschließend sorgfältig gewässert) desinfiziert worden. In den Versuchen wurden verschiedene Inokulationsmethoden eingesetzt; sie richteten sich vor allem nach den verwendeten Pflanzenarten und -teilen.

#### a) Versuche an Sämlingen

wurden lediglich bei Gurke, Melone und Zuckerrübe unternommen. Zur Inokulation dienten von dem zu prüfenden *Phytophthora*-Isolat durchwachsene Weizenkörner (vgl. S. 12). Im Versuch wurden diese in Töpfe sowohl 4 cm unterhalb des Topfrandes auf die Erdoberfläche ausgebracht und 10 vorgekeimte Samen unmittelbar daraufgelegt als auch 15 cm vom Topfrand entfernt, dann mit einer 10 cm hohen Erdschicht abgedeckt und erst darauf 10 vorgekeimte Samen ausgelegt. Den beiden entsprechenden Kontrollen wurden unbeimpfte Weizenkörner zugegeben. Alle Töpfe erhielten schließlich eine 2—4 cm dicke Deckschicht. Jedes der 4 Versuchsglieder umfaßte 5 Töpfe.

#### b) Versuche an heranwachsenden Pflanzen

wurden in der Regel durch Inokulation der Versuchspflanzen an der Sproßbasis vorgenommen, da auch in Iran *Phytophthora*-Befall hauptsächlich an Pflanzenteilen im Boden oder zumindest in Bodennähe auftritt (Inokulation von Seitentrieben und Blättern siehe bei *Ph. drechsleri*, S. 46).

Bei krautigen, meist einjährigen Pflanzenarten wurden die Versuchspflanzen je nach Möglichkeit als Sämlinge oder Stecklinge (Pelargonie, Edelnelke) unter möglichst isolierten Bedingungen in sterilisierten Substraten und Gefäßen bis zu einem für die Versuche geeigneten Entwicklungsstadium selbst herangezogen. In Ausnahmefällen mußte das Pflanzenmaterial auch von außerhalb beschafft werden (z. B. Gerbera). Zur Inokulation wurden Wurzelhals und Stengelbasis freigelegt und an jeweils mindestens 5 Pflanzen entweder ohne oder mit vorheriger Verletzung (Stiche mit steriler Nadel) vom Pilz bewachsene Möhrenstücke (vgl. S. 11) angelegt. Bei den entsprechenden Kontrollpflanzen waren die verwendeten Möhrenstücke unbewachsen. Nach der Behandlung wurde die freigelegte Inokulationsstelle wieder mit Erde bedeckt.

Bei holzigen, mehrjährigen Pflanzenarten (Apfel, Pistazie) wurden ein- bis zweijährige Jungpflanzen verwendet, die etwa 4 Monate lang in Töpfen vorkultiviert worden waren. Die Inokulationsmethoden entsprachen weitgehend denen bei krautigen Pflanzen, doch erhielten in den beiden Versuchsgliedern „mit Verletzung“ die Stämmchen an der Basis größere Wunden dadurch, daß Rindenlappen von etwa 0,5 cm<sup>2</sup> Größe mit einem sterilen Messer gelöst und die Möhrenstücke dahintergeschoben wurden. Bei allen Versuchspflanzen — ebenfalls mindestens je 5 — kam feuchte Watte auf die behandelten Stellen. Diese wurden außerdem mit Plastikfolie umwickelt und wieder mit Erde bedeckt.

c) Versuche an geernteten Früchten, Kartoffelknollen und Zuckerrüben wurden mit allen 56 *Phytophthora*-Isolaten unternommen, wobei die Stämme nach ihrer Herkunft besonders an den entsprechenden Frucht- und Knollenarten geprüft wurden. Die Inokulation erfolgte nach äußerlicher Desinfektion mit 70 %igem Alkohol sowohl mit als auch ohne Verletzung durch Auflegen bewachsener Stücke einer MDA-Plattenkultur. Durch Nadelstiche verletzt wurden Gurken-, Melonen-, Wassermelonen-, Kakipflaumen- und Eierfrüchte sowie Kartoffelknollen, und zwar vor dem Auflegen des Inokulationsmaterials. Bei Zuckerrüben und in manchen Fällen zusätzlich bei Kartoffelknollen wurden 1—2 cm tiefe Gewebepfropfen mittels Korkbohrer (8 mm Ø) herausgelöst, in die Wunden bewachsene MDA-Stücke eingeführt, die Pfropfen wieder eingesetzt und die behandelten Stellen mit einem Paraffin-Vaseline-Gemisch verschlossen. Bei Apfelsinen erfolgte die Inokulation über Verletzungen durch etwa 1 cm lange Schnitte mit einem Skalpell, Einschieben von MDA-Stücken unter die abgehobene Schale und Verschuß der Wunden. Tomatenfrüchte, die neben den bereits genannten Frucht- und Knollenarten in Versuchen zur Ermittlung der Wirkkreise bei allen *Phytophthora*-Isolaten mitgeprüft wurden, blieben stets unver-



Abb. 3. Inokulation von Gurkenfrüchten durch Einstellen in Wasser mit Stück einer *Phytophthora*-Kultur auf MDA (links Kontrolle, rechts *Ph. drechsleri*)

letz. Um die natürlichen Infektionsmöglichkeiten im Freiland nachzuahmen, kam bei Gurken noch das folgende besondere Inokulationsverfahren zur Anwendung (Abb. 3): Gurkenfrüchte wurden mit dem Vorderende senkrecht in eine flache Schale mit Wasser gestellt, in das vorher bewachsene MDA-Stücke gebracht worden waren, so daß Infektionen durch Myzel und/oder Zoosporen stattfinden konnten.

Die Anzahl der in den Versuchen je Versuchsglied (*Phytophthora*-Stamm, Inokulationsmethode, Kontrolle) verwendeten Früchte oder Knollen schwankte zwischen 4 und 10 Stück. Je nachdem ob das Inokulationsmaterial nur aufgelegt oder in das Gewebe hineingebracht worden war, wurden die Versuche in einer Feuchtkammer (Temperaturen 20—30° C, rel. Luftfeuchte 80—100 %) oder in einem Klimaraum von 25° C und geringerer Feuchte gehalten.

Je nach Verlauf eines Versuches erfolgte die abschließende Bonitur der verwendeten Fruchtarten und Kartoffelknollen 5—7, der Zuckerrüben 15 Tage nach der Inokulation. Das Verhalten der geprüften *Phytophthora*-Isolate wurde an Hand der Art und des Ausmaßes der verursachten Fäule beurteilt. Als Beispiele sind die bei Gurke und Zuckerrübe bonitierten 4 Befallsgrade in Abb. 4 schematisch dargestellt.

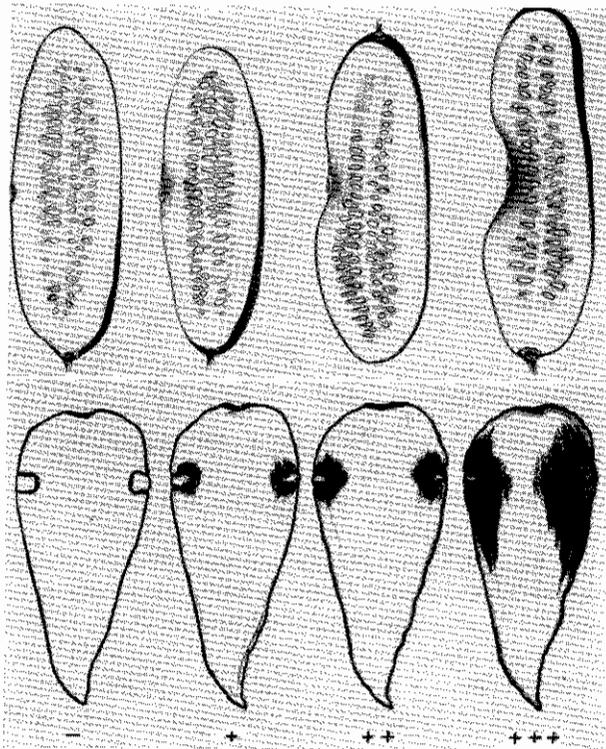


Abb. 4. Bonitieringsschema mit 4 Befallsgraden bei Gurke (oben) und Zuckerrübe (unten)

— = *Phytophthora*-Isolat nicht pathogen    ++ = *Phytophthora*-Isolat mäßig virulent  
 + = *Phytophthora*-Isolat schwach virulent    +++ = *Phytophthora*-Isolat stark virulent

## II. Beschreibung der in Iran nachgewiesenen *Phytophthora*-Arten

Die Gattung *Phytophthora* wurde von de Bary 1876 mit *Ph. infestans* als Typusart aufgestellt. Seitdem sind viele Arten und Varietäten als neu beschrieben worden (Waterhouse, 1956), häufig nur deshalb, weil sie von einer bis dahin noch nicht für *Phytophthora* bekannten Wirtspflanzenart stammten. Das hat zu vielen Doppelbenennungen geführt. Nach eingehender taxonomischer Bearbeitung der Gattung *Phytophthora* erkannte Waterhouse (1963) lediglich 42 Vertreter an. Inzwischen wurden noch 4 weitere Arten beschrieben: *Ph. irritabilis* Mantri et K. B. Deshpande (1968), *Ph. rubra* Mantri et K. B. Deshpande (1968), *Ph. vesicula* Anastasiou et Churchland (1969) und *Ph. botryosa* Chee (1969). Zumindest die zuletzt genannte dürfte jedoch als selbständige Art unberechtigt sein. Nach eigenen Untersuchungen über *Ph. palmivora*, die eine noch größere Variationsbreite dieser Art zeigten, als vorher angenommen, sollte *Ph. botryosa* in den Formenkreis von *Ph. palmivora* einbezogen werden.

Die geographische Verbreitung von *Phytophthora*-Arten ist in erster Linie an Wasser gebunden. Daneben spielt je nach Art die Temperatur eine Rolle. Entsprechend ihrer unterschiedlichen Temperatursprüche kommt z. B. *Ph. syringae* in kühlen, *Ph. cactorum* vor allem in gemäßigten und *Ph. drechsleri* in wärmeren Regionen vor.

Einige Vertreter der Gattung *Phytophthora* sind ziemlich streng spezialisiert und haben ein engbegrenztes Wirtsspektrum. Die meisten sind jedoch nicht spezialisiert und kommen auf einer Vielzahl verschiedener Pflanzenarten vor. So umfaßt z. B. der Wirtspflanzenkreis von *Ph. cactorum* über 150 Gattungen aus 54 Familien (Nienhaus, 1960; Waterhouse und Waterston, 1966), von *Ph. nicotianae* var. *parasitica* Arten aus wenigstens 58 Familien (Waterhouse und Waterston, 1964 c) und von *Ph. cryptogea* mindestens 40 Pflanzenarten aus 14 verschiedenen Familien (Forlot et al., 1966).

Viele *Phytophthora*-Arten sind Erreger wirtschaftlich bedeutender Pflanzenkrankheiten. Von den wichtigsten seien hier als Beispiele genannt: *Ph. infestans*, Erreger der Kraut- und Knollenfäule der Kartoffel; *Ph. cactorum*, Erreger u. a. der Kragenfäule des Apfelbaumes und der Lederfäule der Erdbeere; *Ph. palmivora*, Erreger u. a. einer Fruchtfäule bei Kakao und Rindenfäule von *Hevea*; *Ph. cambivora*, Erreger der Tintenkrankheit der Edelkastanie; *Ph. citrophthora*, u. a. Erreger von Gummosis bei *Citrus*.

Charakterisierung und Abgrenzung der Arten sind auch in der Gattung *Phytophthora* nach wie vor problematisch. Je nachdem, welche Merkmale dazu herangezogen und wie diese bewertet worden sind, wichen die Auffassungen verschiedener Spezialisten mehr oder weniger stark voneinander ab. Tucker (1931) berücksichtigte neben morphologischen Merkmalen auch Temperaturverhalten und Pathogenität an bestimmten Wirten bei der Differenzierung. Leonian (1934) kam nach Untersuchungen über die Physiologie zu dem Schluß, daß neben morphologischen Kriterien und Wirtsspezifität vor allem auch Temperaturverhalten und Reaktion gegen Malachitgrün zur Artabgrenzung geeignet und von den damals bekannten Arten lediglich *Ph. infestans*, *Ph. cactorum* und *Ph. palmivora* als „gute“ Arten anzusehen wären. Nach Schwin (1959) sind in erster Linie morphologische Merkmale und

Temperaturabhängigkeit des Wachstums arttypisch ausgeprägt (vgl. auch Schwin n, 1968). W a t e r h o u s e (1963), die erstmals eine Gesamtübersicht über die systematischen Verhältnisse in der Gattung *Phytophthora* mit einem gut gegliederten Schlüssel gegeben hat, zog neben morphologischen Kriterien die Kardinalpunkte des Temperaturbereichs und den Kulturhabitus zur Artabgrenzung heran. Neuere Untersuchungen zielen darauf ab, auch serologische Verfahren für die *Phytophthora*-Taxonomie zu nutzen (u. a. B u r r e l l et al., 1966) sowie Fragen der Fertilität zu klären (S a v a g e et al., 1968) und so zu einem möglichst gut fundierten Artkonzept zu gelangen.

Die im folgenden näher dargestellten iranischen *Phytophthora*-Arten wurden weitestgehend entsprechend den Vorschlägen von W a t e r h o u s e (1963) differenziert, obwohl auch diese nicht völlig befriedigen. Häufig bereitete es Schwierigkeiten, dafür Kriterien wie Länge der Zoosporangien oder Unterteilung deren Papillen in 3 Stufen zu verwerten. Die vorliegenden Isolate wurden soweit wie möglich an Hand der wichtigsten und zuverlässigsten morphologischen Merkmale — Maße der Hauptfruchtformen, Anlage der Antheridien, Länge-Breite-Verhältnis der Zoosporangien, Vorkommen oder Fehlen von Papillen, Hyphenschwellungen, bei einzelnen Arten auch Chlamydosporen — sowie des Temperaturverhaltens bestimmt.

1. *Phytophthora cactorum* (Lebert et Cohn) Schroeter  
(Abb. 5)

Von dieser Art lag nur ein einziges Isolat (48) vor. Es stammt von der Wurzel einer welkenden Erdbeerpflanze aus Karadj (vgl. Tab. 2 und Abb. 1).

**Morphologie und Kulturverhalten**

**Wachstum** — auf den verwendeten Agarnährböden mäßig rasch, relativ flach und glatt, Kolonien annähernd rund und glattrandig, von der Unterseite zart und fast ohne Struktur, von der Oberseite leicht flaumig; Luftmyzel auf Möhrenstückchen

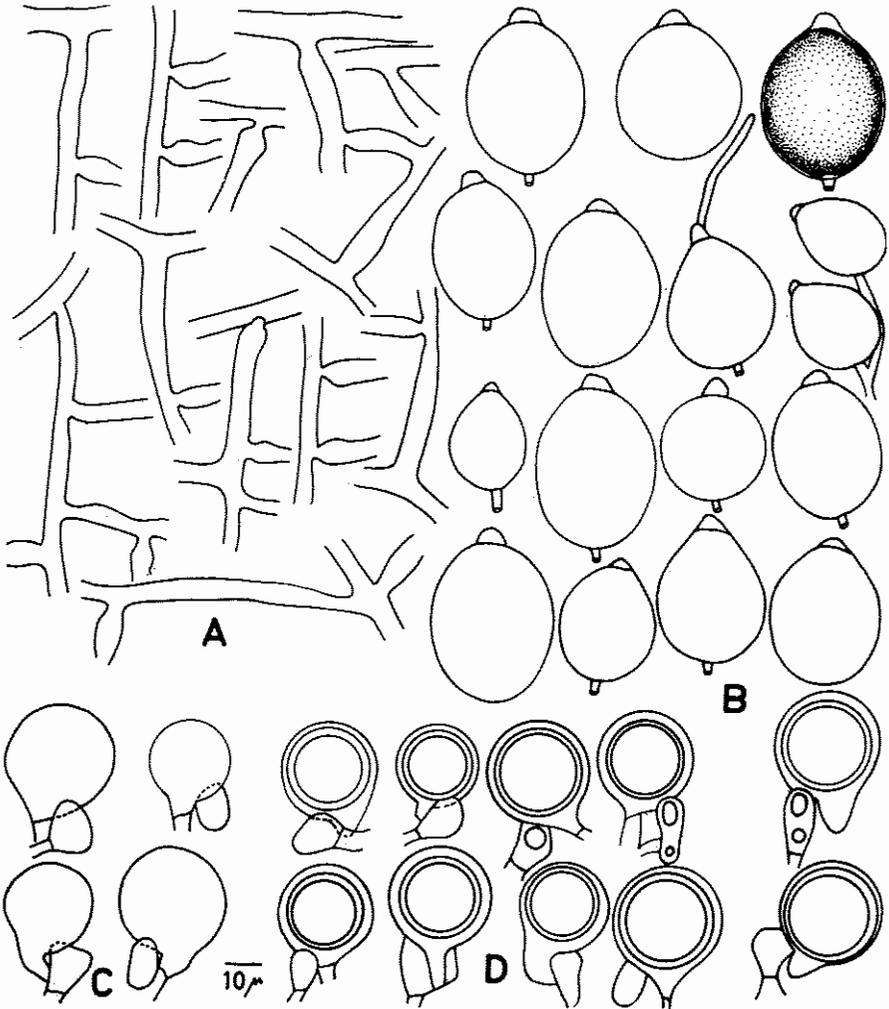


Abb. 5. *Ph. cactorum*. Hyphen (A), Zoosporangien (B), Oogonien (C), Oosporen (D), (500 : 1)

kaum zu sehen, vom Pilz erreichte Partien der Möhrenstücke färben sich jedoch hellbraun.

**Hyphen** — gleichförmig und verhältnismäßig fein, mit granuliertem Inhalt, häufig rechtwinklig verzweigt, Basis der Seitenzweige angeschwollen; die Hyphenbreite betrug auf MDA bei 100 Messungen im Durchschnitt 5,7 (4—7)  $\mu$ .

**Sporangienträger** — einfach oder monoachsisal verzweigt, schmaler als normale Hyphen, durchschnittlich 2,3 (1—3)  $\mu$  breit, manchmal zum Sporangium hin breiter werdend.

**Zoosporangien** — entstehen schon auf festen Nährmedien bei hoher relativer Luftfeuchte reichlich, noch zahlreicher auf flüssigen oder nach Überschichten der Platten mit Wasser; sie sind meist symmetrisch, elliptisch, ei- oder umgekehrt birnförmig oder kugelig, mit deutlich hervorstehender Papille. Wenn sie von ihren Trägern abgetrennt werden, bleibt in der Regel ein kurzes Stück des Trägers haften („Fußzelle“). 100 Messungen von MDA ergaben eine durchschnittliche Größe von  $36,5 \times 27,0$  ( $24-50 \times 19-33$ )  $\mu$ ; das Verhältnis Länge/Breite lag bei etwa 1,33 : 1; Zoosporangien keimten in Aqua dest. fast immer direkt.

Nach übereinstimmender Ansicht verschiedener Autoren ist die Größe der Zoosporangien bei *Phytophthora*-Arten kein zuverlässiges Differenzierungsmerkmal. Ihre beachtliche Variabilität bei *Ph. cactorum* geht aus Tab. 3 hervor.

Tab. 3. Übersicht über die in der Literatur angegebenen Größen der Zoosporangien und Oosporen von *Ph. cactorum*

Autor	Größe der Zoosporangien in $\mu$	Verhältnis Länge : Breite	Größe der Oosporen in $\mu$
Drechsler (1926)	35,30 $\times$ 27,60	1,27 : 1	26,7
Tucker (1931)	30,39 $\times$ 22,77	1,33 : 1	24,2—26,3
Braun und Kröber (1958)	33,50 $\times$ 26,70 (29-43 $\times$ 21-32)	1,25 : 1	
Schwinn (1959)	42,80 $\times$ 30,50	1,40 : 1	24,8
Waterhouse (1963)	36-50 $\times$ 28-35 (max. 55 $\times$ 40)	1,30—1,40 : 1	20—26
Eigenes Isolat	36,50 $\times$ 27,00 (24-50 $\times$ 19-33)	1,33 : 1	24,6

Ein meist recht gutes Artmerkmal ist dagegen das Verhältnis Länge/Breite der Zoosporangien (vgl. Blackwell, 1949; Schwinn, 1959). Auch hiermit liegt der iranische Stamm innerhalb der in der Literatur für *Ph. cactorum* angegebenen Variationsbreite (vgl. Tab. 3).

**Chlamydosporen** — waren bei dem vorliegenden Stamm nicht nachzuweisen, auch nicht nach längerer Kulturdauer auf Möhrenstücken und MSA.

**Oogonien** — entstehen reichlich in den Nährmedien, sie sind kugelig oder zum Hals etwas zugespitzt; ihre Wand ist hyalin oder leicht gelblich; auf MDA lag ihr

Durchmesser im Schnitt (N = 100) bei 29,5 (24—35)  $\mu$ .

**Antheridien** — bei dem iranischen Isolat immer paragyn, fast kugelig, ellip-tisch, keulenförmig oder unregelmäßig geformt; im allgemeinen in der Nähe des Oogonienhalses. Ihre durchschnittliche Größe (bei 100 Messungen) auf MDA lag bei  $13,1 \times 10,1$  (9—20  $\times$  7—13)  $\mu$ .

**Oosporen** — kugelig, füllen Oogonien nicht aus; ihre durchschnittliche Größe (N = 100) betrug auf MDA 24,6 (18—30)  $\mu$ . Oosporenwand fast hyalin, verhältnis-mäßig dünn, im Schnitt (N = 100) auf MDA 1,7 (1—2)  $\mu$  dick. Den in der Literatur angegebenen Oosporengößen sind die bei dem iranischen Isolat ermittelten Werte in Tab. 3 zum Vergleich gegenübergestellt.

**Temperaturverhalten** — Versuche (vgl. S. 12) ergaben 25° C als Opti-mum und 30—32,5° C als Maximum; bei der niedrigsten Versuchstemperatur von 2,5° C war nach 14 Tagen noch Wachstum festzustellen, das Minimum liegt demnach darunter (Abb. 6). Diese Befunde stimmen mit denen anderer Autoren gut überein (vgl. Tucker, 1931; Schwinn, 1959; Waterhouse, 1963).

Auf Grund der ermittelten morphologischen Merkmale und seines Temperaturverhaltens paßt das iranische Isolat im großen und ganzen gut in die für *Ph. cactorum* von verschiedenen Autoren angegebene Variationsbreite. Zwar weisen Kolonien von *Ph. cactorum* angeblich meist Strukturen auf, doch hat Stamps (1953) auch dem vorliegenden Isolat entsprechende Ausnahmefälle festgestellt. Auf die Tatsache, daß bei manchen Stämmen Chlamydosporen fehlen können, wies bereits Waterhouse (1963) hin.

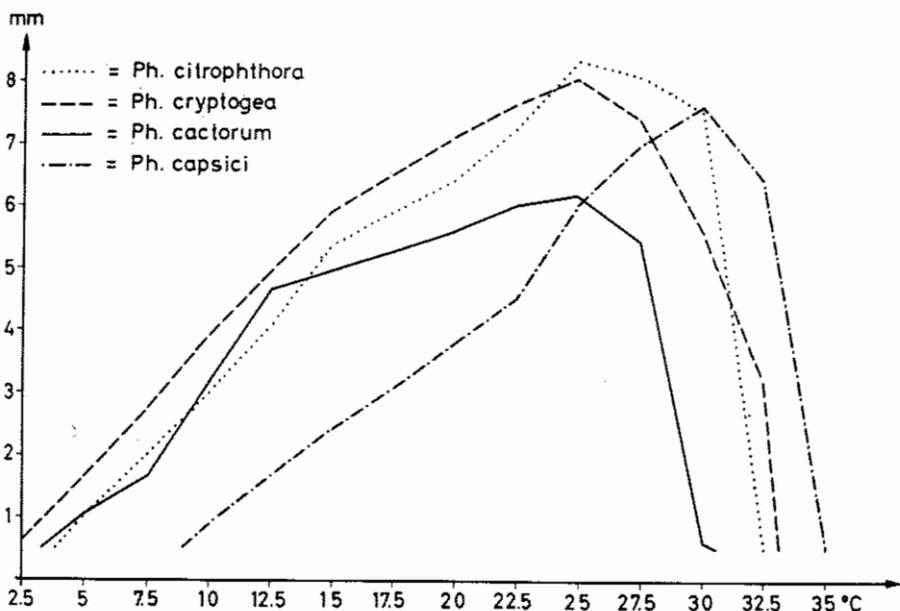


Abb. 6. Temperaturverhalten von *Ph. cactorum*, *Ph. capsici*, *Ph. citrophthora* und *Ph. cryptogea*

## Nachweis der Pathogenität

Die Pathogenität dieses *Phytophthora*-Stammes wurde in mehreren Infektionsversuchen an verschiedenen Wirtspflanzen und -teilen mit Erfolg geprüft; die Ergebnisse sind in Tab. 4 dargestellt.

Tab. 4. Ergebnisse der Infektionsversuche mit *Ph. cactorum*

Stamm Nr.	Erdbeere, Wurzel	Kartoffel, Knolle	Tomate, Frucht	Gurke, Frucht	Zucker- rübe	Apfelsine
48	+	+	+	+	+	+

An Erdbeerwurzeln traten die gleichen Symptome auf, wie sie bei Spontanbefall festzustellen waren. Kartoffelknollen wurden nach dem Aufschneiden an der Luft nicht rosa und wiesen nur einzelne braune Flecke unmittelbar unter der Schale auf (vgl. dagegen *Ph. erythroseptica*, S. 57). Bei Tomatenfrüchten entstanden innerhalb von 5 Tagen Faulstellen von etwa 3 cm Durchmesser; das befallene Gewebe verfärbte sich etwas dunkler. An Gurkenfrüchten erwies sich der Stamm als mäßig virulent und rief eine dementsprechende Fäule hervor (vgl. Abb. 4); befallenes Gewebe war jedoch nicht verfärbt. An Zuckerrüben ist er nur schwach virulent; er verursachte innerhalb von 15 Tagen lediglich kleine, hellbraune Läsionen (vgl. Abb. 4). Die bei Apfelsinen entstandenen braunen Faulstellen waren heller gefärbt als bei Befall durch *Ph. citrophthora* oder *Ph. nicotianae* var. *parasitica*.

In der Literatur finden sich bereits eine Reihe von Hinweisen auf die Pathogenität von *Ph. cactorum* an den hier geprüften Pflanzenarten und -teilen (Übersicht bei Nienhaus, 1960).

## Vorkommen und Bedeutung in Iran

*Ph. cactorum* ist bisher nur ein einziges Mal, und zwar im Zusammenhang mit Wurzel- und Rhizomfäule von Erdbeerpflanzen, festgestellt worden. Sie rief eine Trockenfäule hervor, die Wachstumsdepression sowie teilweise oder vollständiges Absterben der Pflanzen zur Folge hatte. Der Schaden soll in der betroffenen Anlage bei Karadj beträchtlich gewesen sein (mündl. Mitteilung Eskandari, 1969). Infolge seiner verhältnismäßig niedrigen Temperaturansprüche wird mit diesem Pilz in den wärmeren Gebieten Irans kaum zu rechnen sein. In den kühleren erscheint es jedoch durchaus möglich, daß diese *Phytophthora* als Krankheitserreger an anderen Kulturpflanzenarten Bedeutung erlangen kann (z. B. Kragenfäule des Apfelbaums) oder bereits aufgetreten und lediglich noch nicht festgestellt worden ist. Dieser Verdacht liegt um so näher, als *Ph. cactorum* einen außerordentlich großen Wirtspflanzenkreis hat (s. S. 16). Eigentümlicherweise war in der Literatur bisher kein Hinweis darauf zu finden, daß der Pilz in einem anderen Land des Nahen und Mittleren Ostens aufgetreten sei, während er in Indien, Korea, China, Japan und auf Taiwan nachgewiesen ist (vgl. Anonym, 1956 c).

2. *Phytophthora capsici* Leonian  
(Abb. 7)

Von dieser Art lag ebenfalls nur ein einziges Isolat vor (54), und zwar von Läsionen am Stengel von *Capsicum annum* aus Afarin b. Garmsar (vgl. Tab. 2 und Abb. 1).

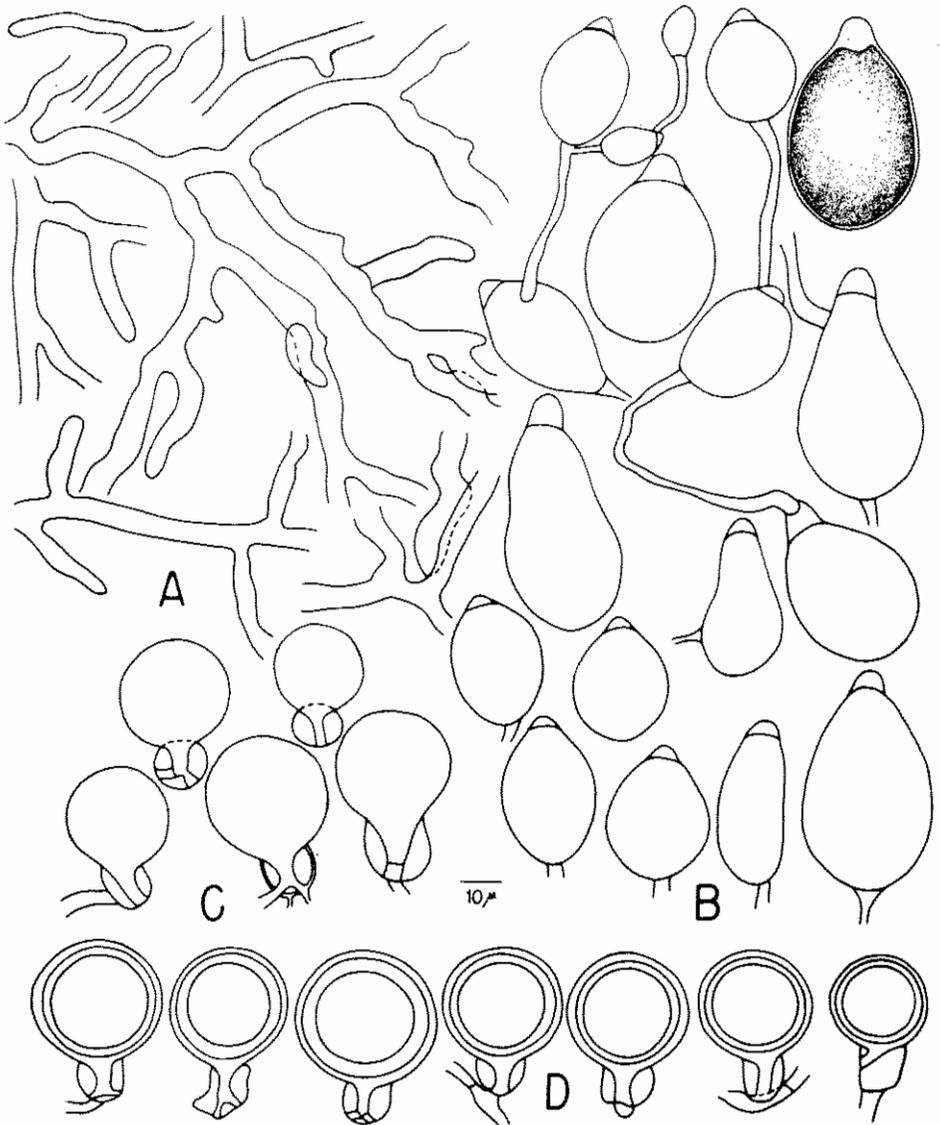


Abb. 7. *Ph. capsici*. Hyphen (A), Zoosporangien (B), Oogonien (C), Oosporen (D), (500 : 1)

### Morphologie und Kulturverhalten

**Wachstum** — auf den verwendeten Agarnährböden rasch, Kolonien annähernd glattrandig, von der Unterseite zart, nur leicht geflammt oder fast ohne Struktur, von der Oberseite schwach flaumig, ähnlich *Ph. cactorum*; auf Möhrenstücken Wachstum blumenkohlartig, ähnlich *Ph. nicotianae* var. *parasitica*.

**Hyphen** — anfangs gleichförmig, später auch etwas knotig, meist spitz-, gelegentlich auch fast rechtwinklig verzweigt; Hyphenbreite auf MDA durchschnittlich ( $N = 100$ )  $5,3 (3,5-8) \mu$ .

**Sporangienträger** — unregelmäßig, in der Regel sympodial verzweigt, schlanker als normale Hyphen, gleichmäßig, etwa  $1,5-3 \mu$  dick oder gelegentlich zum Zoosporangium hin etwas breiter. Echte Proliferation nicht festgestellt, jedoch manchmal an einer beliebigen Stelle eines Zoosporangiums entstehende Träger, an deren Ende wiederum ein Zoosporangium gebildet wird.

**Zoosporangien** — entstehen schon auf festen Nährmedien bei hoher relativer Luftfeuchte reichlich, sehr variabel, im Durchschnitt verhältnismäßig lang, elliptisch, ei- oder umgekehrt birnförmig, nur vereinzelt annähernd kugelig, mit verhältnismäßig großer und deutlich hervorstehender Papille; keimen in Aqua dest. meistens indirekt, auf Agarmedien direkt. Größe der Zoosporangien und Länge/Breite-Verhältnis auf verschiedenen Medien gehen aus Tab. 5 hervor.

Tab. 5. Größe und Verhältnis Länge/Breite der Zoosporangien bei *Ph. capsici* von 3 verschiedenen Medien ( $N = 100$ )

Medium	Größe in Mikron		Verhältnis Länge : Breite
	Durchschnitt	Absolute Schwankung	
MDA	$44,7 \times 28,1$	$29-68 \times 17-38$	1,50 : 1
MSA	$50,3 \times 32,9$	$26-85 \times 19-45$	1,53 : 1
Aqua dest.	$51,4 \times 34,5$	$32-92 \times 25-46$	1,48 : 1

Die für das iranische Isolat ermittelten Werte stimmen fast völlig mit den bei Waterhouse (1963) für *Ph. capsici* angegebenen überein.

**Chlamydosporen** — waren bei dem vorliegenden Stamm nicht nachzuweisen.

**Oogonien** — erst nach 75 Tagen bei Zimmertemperatur auf Möhrenstücken festgestellt, dann aber in größerer Anzahl, kugelig und fast hyalin; ihr Durchmesser lag im Schnitt ( $N = 100$ ) bei  $31,8 (21-50) \mu$ .

**Antheridien** — amphigyn, sehr variabel, elliptisch, eiförmig, fast dreieckig oder auch unregelmäßig geformt, interkalar oder terminal, auf Möhrenstücken im Schnitt ( $N = 100$ )  $14,1 \times 13,5 (9-20 \times 8-17) \mu$  groß.

**Oosporen** — kugelig, annähernd hyalin, verhältnismäßig dünnwandig, füllen Oogonien fast aus, Durchmesser auf Möhrenstücken im Schnitt ( $N = 100$ )  $28,8 (18-43) \mu$ .

**Temperaturverhalten** (Abb. 6) — Wachstumsbereich zwischen  $7,5$  und  $35^\circ \text{C}$  mit dem Optimum um  $30^\circ \text{C}$ ; Maximum und Optimum entsprechen den bei

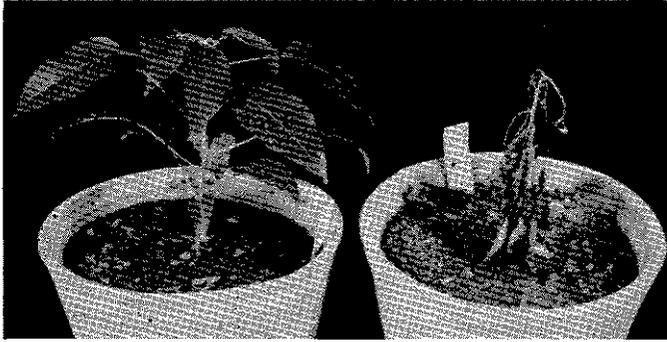


Abb. 8. *Ph. capsici*. Infektionsversuch mit Paprikapflanzen nach 5 Tagen; links Kontrolle

Waterhouse (1963) genannten Werten für *Ph. capsici*; das Minimum liegt zwar etwas darunter, aber noch über dem von Schwin n (1959) mit 5° C angegebenen.

Die geschilderten Befunde für das Isolat (54) aus Iran lassen klar erkennen, daß es sich dabei um *Ph.capsici* handelt.

#### Nachweis der Pathogenität

Dieser *Phytophthora*-Stamm wurde an folgenden Pflanzenarten und -teilen geprüft und als pathogen nachgewiesen (Tab. 6):

Tab. 6. Ergebnisse der Infektionsversuche mit *Ph. capsici*

Stamm Nr.	Paprika, Stengelbasis	Kartoffel, Knolle	Gurke, Frucht	Zucker- rübe	Apfelsine
54	+	+	+	+	+

Paprikapflanzen, verletzt oder unverletzt am Stengelgrund inokuliert, begannen bereits nach 3 Tagen zu welken und abzusterben. In zwei aufeinanderfolgenden Infektionsversuchen waren nach spätestens 8 Tagen alle inokulierten Pflanzen abgestorben (Abb. 8). An Kartoffelknollen entstanden etwa die gleichen Symptome wie bei Befall durch *Ph. erythroseptica* (s. S. 57), an Gurkenfrüchten erwies sich der Pilz als mäßig, an Zuckerrüben als stark virulent (vgl. Abb. 4). Bei Apfelsinen rief er eine mittelsarke Weichfäule hervor, es trat jedoch keine Braunfärbung wie bei *Ph. citrophthora* ein.

#### Vorkommen und Bedeutung in Iran

Das einzige vorliegende Isolat stammt von der Stengelbasis einer *Capsicum*-Pflanze aus der Nähe von Garmsar. Nach Aussage des Feldbesitzers soll der Bestand fast völlig vernichtet worden sein; ob jedoch allein infolge *Phytophthora*-Befalls, kann nicht entschieden werden. Angeblich (mündl. Mitteilung Sch a r i f, 1968) ist diese *Phytophthora* vor einigen Jahren durch Niem a n n einmal von einer faulenden

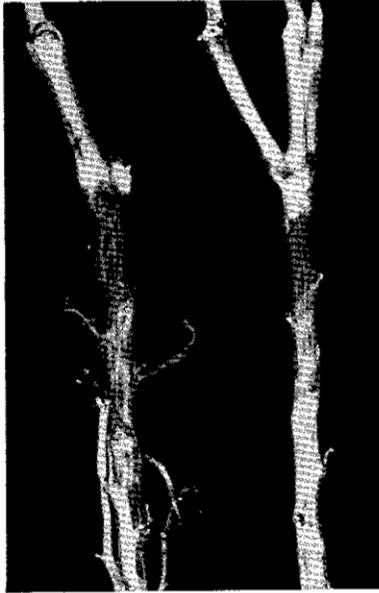


Abb. 9. *Ph. capsici*. Spontanbefall an Stengeln von *Capsicum*-Pflanzen

Paprikafrucht aus Nordiran (Nähe Rasht) isoliert worden, das Isolat war jedoch nicht mehr verfügbar.

Beobachtungen an spontan befallenen und künstlich infizierten Pflanzen zu Folge dürfte hier der Befall in der Regel von der Stengelbasis oder von Wurzeln ausgehen und sich in anfangs hell-, später dunkelbraunen Läsionen äußern (Abb. 9). Diese breiten sich nach oben und unten aus, umfassen schließlich den Stengel ganz und führen meist rasch zum Absterben der Pflanzen. Befall der oberen Stengelpartien von den Früchten her (vgl. Leonian, 1922) war im Raume Garmsar zu dieser Zeit nicht festzustellen, wohl infolge der zu geringen Luftfeuchtigkeit.

Der einzige bisher aus dem Nahen Osten vorliegende Bericht über *Ph. capsici* stammt aus dem Libanon, wo der Pilz ebenfalls an *Capsicum* auftrat (Saad und Nienhaus, 1969). Diese *Phytophthora*-Art ist in anderen Ländern außer an Paprika als pathogen nachgewiesen worden an Wassermelone (Wiant und Tucker, 1940; Kreutzer et al., 1940 a; Katsura und Tokura, 1954; Ramsey et al., 1960), Melone (Tompkins und Tucker, 1937), Kürbis-Arten (Kreutzer et al., 1940 a, 1940 b; Tompkins und Tucker, 1941 b; Pontis, 1945), Tomate (Critopoulos, 1955; Satour und Butler, 1967) sowie an Gurken- (Kreutzer et al., 1940 a) und Eierfrüchten (Pontis Videla und Rodriguez Landaeta, 1953).

3. *Phytophthora citrophthora* (Smith et Smith) Leonian  
(Abb. 11)

Von dieser Art lagen insgesamt 6 Isolate vor (10, 12, 25, 40, 41, 49), die untereinander weitgehend übereinstimmen. 3 stammen von *Diospyros kaki* (faulenden Früchten) und je eines von *Pistacia vera* (Stammbasis mit Gummosis), *Citrus* sp. (Stammbasis mit Gummosis) und *Magnolia grandiflora* (Keimling) (vgl. Tab. 2 und Abb. 1).

**Morphologie und Kulturverhalten**

**Wachstum** — auf den verwendeten Agarnährböden rasch, Kolonien von der Unterseite besonders auf MDA zunächst typisch radial (vgl. Abb. 2), später aber mehr geflammt (Abb. 10), von der Oberseite anfangs fast ohne, dann mit spärlichem Luftmyzel, auf Möhrenstücken watteartig. Auf das typisch radiale Wachstum wurde in der Literatur wiederholt hingewiesen (u. a. Tucker, 1931; Reicher und Littauer, 1931; Waterhouse, 1963); zuweilen geflammtes erwähnten Waterhouse und Waterston (1964 a).

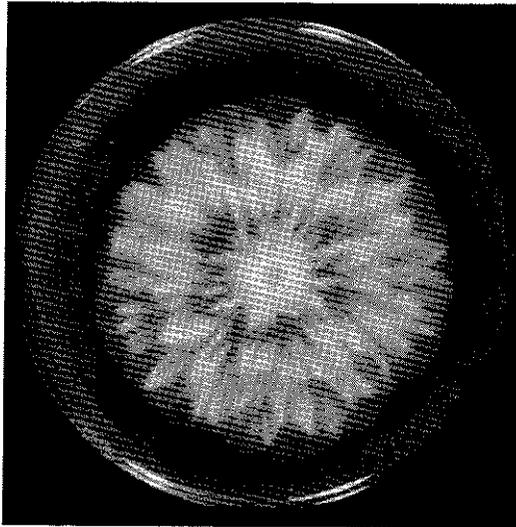


Abb. 10. *Ph. citrophthora*. Geflammtter Wuchstyp einer Kolonie auf MDA

**Hyphen** — hyalin oder granuliert, fädig, nur selten kurze, knotige Seitenzweige, Verzweigungen spitz- bis fast rechtwinklig. Die ermittelte Hyphenbreite ist aus Tab. 7 zu entnehmen.

Tab. 7. Hyphenbreite von *Ph. citrophthora* auf MDA (N = 50)

Stamm Nr.	Breite in Mikron	
	Durchschnitt	Absolute Schwankung
10	5,1	4—8
12	5,3	4—6
25	4,8	4—6

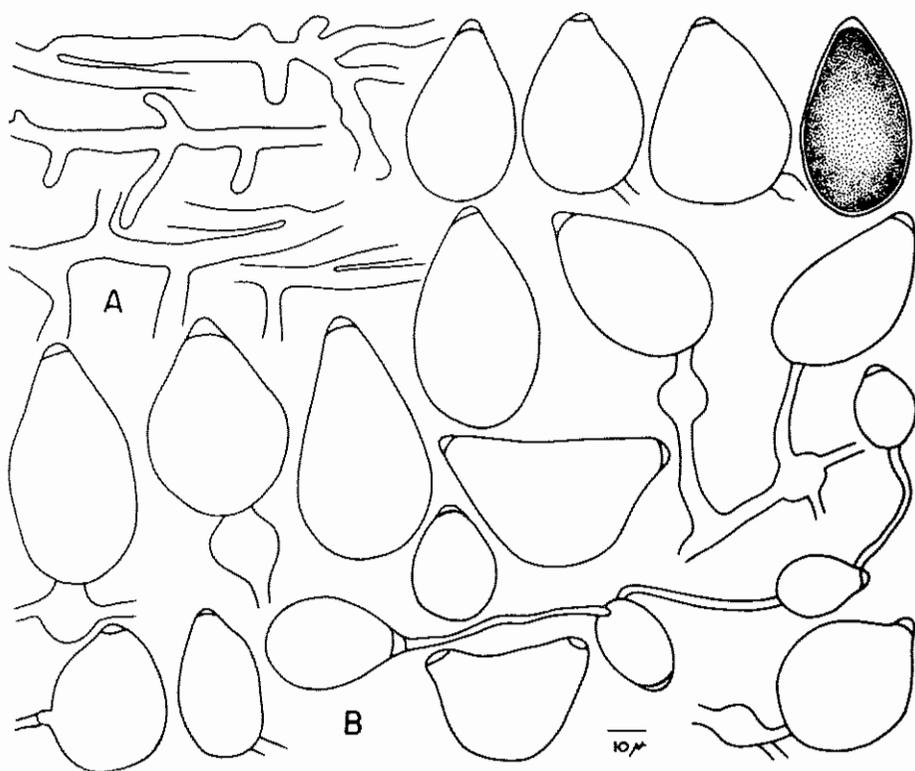


Abb. 11. *Ph. citrophthora*. Hyphen (A), Zoosporangien (B), (500 : 1)

**Sporangienträger** — zart, schlanker als normale Hyphen, 2—4  $\mu$  breit, nur selten zum Zoosporangium hin etwas breiter, unregelmäßig verzweigt, an der Verzweigungsstelle häufig Schwellungen; Zoosporangien gelegentlich unmittelbar nach einer Schwellung gebildet; echte Proliferation nicht festgestellt, aber es kommt vor, daß Träger von Papille eines Zoosporangiums aus weiterwächst und ein neues Zoosporangium abgliedert.

**Zoosporangien** — entstehen auch auf festen Nährmedien, in flüssigen aber zahlreicher, in der Gestalt variabel, im allgemeinen ziemlich breit, elliptisch, ei- oder umgekehrt birnförmig, kugelig oder auch unregelmäßig geformt, überwiegend terminal, mit Papille, besonders in flüssigen Medien auch mit 2 halbmondförmigen Papillen; „Fußzellen“ sehr selten beobachtet (vgl. Schwinn, 1959). Entgegen den Befunden von Tucker (1931) sowie Waterhouse und Waterston (1964 a), jedoch übereinstimmend mit denen von Frezzi (1950) sowie Kouyeas und Chitzanidis (1968) lösen sich bei den bisherigen Stämmen die Zoosporangien in der Regel nicht von den Trägern. Die bei den 6 verfügbaren Isolaten für die Zoosporangien ermittelten Werte sind in Tab. 8 zusammengestellt.

Tab. 8. Größe und Verhältnis Länge/Breite der Zoosporangien bei *Ph. citrophthora* (N = 100)

Stamm Nr.	Nährmedium	Größe in Mikron		Verhältnis Länge : Breite
		Durchschnitt	Absolute Schwankung	
10	MDA	45,9 × 30,7	30—67 × 21—42	1,50 : 1
12	MDA	51,7 × 30,0	34—99 × 21—37	1,70 : 1
25	Petrilösung	42,9 × 32,6	30—60 × 25—47	1,31 : 1
40	Petrilösung	41,0 × 28,7	27—65 × 21—37	1,42 : 1
41	MDA	48,1 × 30,8	35—62 × 22—37	1,60 : 1
49	MDA	30,3 × 21,5	21—41 × 17—27	1,42 : 1

Chlamydosporen — lediglich bei Stamm 10, aber auch da nur in geringer Zahl aufgetreten. Nach Smith und Smith (1906, zit. nach Tucker, 1931) sollen bei *Ph. citrophthora* keine Chlamydosporen vorkommen, Tucker (1931) fand sie dagegen auf Agarmedien reichlich. Waterhouse (1963) sowie Waterhouse und Waterston (1964 a) geben für diese Art an, daß viele, einige oder keine Chlamydosporen vorhanden sein können.

Oogonien, Antheridien und Oosporen — waren bei den iranischen Isolaten nicht nachweisbar und sind von einigen Autoren bei anderen Herkünften dieser *Phytophthora*-Art ebenfalls nicht festgestellt worden (vgl. u. a. Tucker, 1931; Leonian, 1934, Waterhouse, 1963). Durch Kreuzung verschiedener Stämme erhielten allerdings Laviola und Gallegly (1967) Hauptfruchtformen. Entsprechende Versuche mit den 6 Isolaten aus Iran und 4 im Institut für Mykologie der Biologischen Bundesanstalt in Berlin-Dahlem bereits vorhandenen schlugen jedoch fehl.

Temperaturverhalten (Abb. 6) — stimmt bei den 6 Isolaten weitgehend überein; das Maximum liegt für alle bei 32,5° C, das Minimum für die Stämme 10, 12, 25 und 40 bei 5° C, für 41 und 49 zwischen 5 und 2,5° C, das Optimum für die Isolate 25, 40, 41 und 49 bei 25° C, für 10 und 12 bei 27,5° C. Diese Werte decken sich praktisch mit den von Tucker (1931), Schwinn (1959), Waterhouse (1963) sowie Waterhouse und Waterston (1964 a) angegebenen.

Auf Grund der dargelegten Befunde über Morphologie und Temperaturverhalten handelt es sich bei den iranischen Stämmen 10, 12, 25, 40, 41 und 49 zweifelsfrei um *Ph. citrophthora*.

#### Nachweis der Pathogenität

Die Ergebnisse der mit diesen 6 Isolaten unternommenen Infektionsversuche gehen aus Tab. 9 hervor.

Tab. 9. Ergebnisse der Infektionsversuche mit *Ph. citrophthora*

Stamm Nr.	Pistazie, Triebbasis	Kakipflaume	Kartoffel, Knolle	Tomate, Frucht	Gurke, Frucht	Zucker- rübe	Apfel- sine
10	+		+	+	+	+	+
12		+	+	+	+	+	+
25			+	+	+	+	+
40		+	+	+	+	+	+
41		+	+	+	+	+	+
49			+	+	+	+	+

An Pistazien wurde lediglich Stamm 10, und zwar bei etwa zweijährigen Sämlingen, geprüft. Bereits nach 20 Tagen zeigten sich bei Inokulation der Basis der Stämmchen die ersten Symptome, und nach etwa 2 Monaten waren 3 verletzte und 2 unverletzte von jeweils 5 inokulierten Sämlingen eindeutig krank (vgl. Kouyeas und Chitzanidis, 1968; Anonym, 1969 a).

Kakipflaumen, bisher als Wirt von *Ph. citrophthora* unbekannt, wiesen wenige Tage nach Inokulation mit den Stämmen 12, 40 und 41 eine ausgedehnte Fäule auf, verletzte Früchte in allen, unverletzte in den meisten Fällen (Abb. 12).



Abb. 12. *Ph. citrophthora*. Fäule an Kakipflaumen; oben: Spontanbefall, unten: unverletzt inokulierte Frucht nach 5 Tagen (links), Kontrolle (rechts); Früchte (außer oben rechts) aufgeschnitten



Abb. 13. Stammbasis (angeschnitten) einer Pistazie mit „Gummosis“

An Kartoffelknollen und Tomatenfrüchten waren alle Stämme pathogen; die entstandenen Schadbilder entsprachen denen, die von *Ph. erythroseptica* hervorgerufen werden.

Für Gurkenfrüchte erwiesen sich die Isolate als mäßig virulent (vgl. Abb. 4), außer bei den Stämmen 25 und 49 waren die Faulstellen leicht eingesenkt.

Bei Zuckerrüben verursachten die Stämme nur schwache, hellbraune Fäule (vgl. Abb. 4); Stamm 40 rief etwas größere und dunklere Faulstellen hervor.

Bei Apfelsinen trat eine ziemlich starke Braunfäule ein.

#### Vorkommen und Bedeutung in Iran

Rindenläsionen und Fäule mit Gummosis an der Stammbasis von *Citrus*- und Pistazienbäumen sind in Iran weitverbreitet. Welche Rolle *Ph. citrophthora* dabei spielt, ist aber noch weitgehend unklar.

Von *Citrus* mit Gummosis ist dieser Pilz bisher erst einmal, und zwar aus einem Anbaugbiet am Kaspischen Meer, wo entsprechende Krankheitserscheinungen nur bei Süßorangen und süßen Zitronen auf eigener Wurzel aufgetreten sind, isoliert worden (daneben auch *Ph. nicotianae* var. *parasitica*). Obwohl Infektionsversuche noch ausstehen, ist auf Grund der mit *Ph. citrophthora* in anderen Ländern erzielten positiven Befunde damit zu rechnen, daß auch in Iran diese *Phytophthora*-Art in manchen Fällen bei derartigen *Citrus*-Schäden beteiligt ist.

An Pistazien ist sogenannte Gummosis (Abb. 13) im Raume Ghazvin und besonders in dem Hauptanbaugbiet um Rafsanjan in der Provinz Kerman häufig und schwer-

wiegend; dort sind im Durchschnitt etwa 10 0/0, in manchen Anlagen aber weit mehr Bäume krank. In der Regel treten Symptome erst an mindestens 3 Jahre alten Bäumen auf, am stärksten bei solchen, die zu tief gepflanzt und übermäßig stark bewässert wurden. Auf Grund des Nachweises einer *Phytophthora* (*Ph. parasitica* var. *macrospora*) als Krankheitserreger an Pistazie durch Kouyeas (1952) in Griechenland nahm V enning (1962) an, daß die Schäden an *Pistacia vera* im Raume Rafsanjan ebenfalls auf *Phytophthora*-Befall beruhen. Dafür fehlt aber bisher jeder stichhaltige Beleg. Weder *Ph. nicotianae* var. *parasitica* noch *Ph. citrophthora* (vgl. Kouyeas und Chitzanidis, 1968; Anonym, 1969 a) konnten bis heute trotz intensiver Bemühungen in diesem Gebiet an Pistazie nachgewiesen werden.

An Früchten von *Diospyros kaki*, einem neuen Wirt, äußerte sich wiederholt festgestellter Spontanbefall als schwarzbraune, unscharf begrenzte Faulflecke. Die wirtschaftliche Bedeutung dieser Fruchtfäule ist noch unklar, vermutlich aber gering.

Außer den genannten Pflanzenarten sind viele weitere Wirte von *Ph. citrophthora* aus verschiedenen Familien bekannt (Waterhouse und Waterston, 1964 a). Berichte über das Auftreten dieser *Phytophthora*-Art liegen u. a. auch aus folgenden Ländern Asiens vor: Irak, Israel, Libanon, Türkei sowie Indien (?), Thailand, Malaysia, China, Japan und von den Philippinen (Anonym, 1962; Waterhouse und Waterston, 1964 a; Hartmann, 1969).

4. *Phytophthora cryptogea* Pethybridge et Lafferty  
(Abb. 15)

Von dieser Art lagen insgesamt 5 Isolate vor (16, 17, 26, 45, 60), die untereinander weitgehend übereinstimmten. 3 stammen von Wurzeln welkender Gerberapflanzen und 2 von Läsionen am Stengelgrund absterbender Pflanzen von *Solanum melongena* (vgl. Tab. 2 und Abb. 1).

**Morphologie und Kulturverhalten**

**Wachstum** — auf den verwendeten Agarnährböden rasch, Kolonien von der Unterseite annähernd glattrandig, mit schwacher oder leicht geflammter Struktur (Abb. 14), von der Oberseite etwas flaumig, auf Möhrenstücken watteartig.

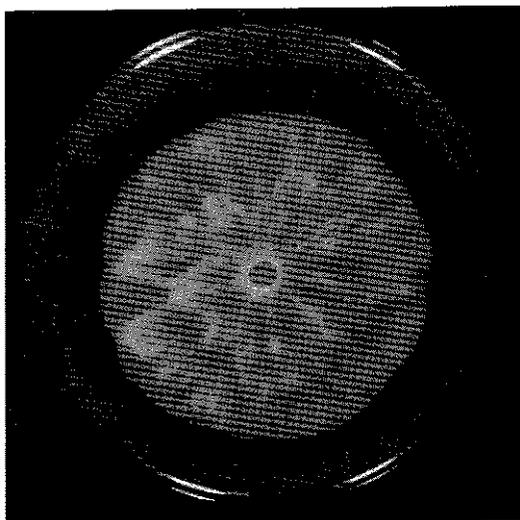


Abb. 14. *Ph. cryptogea*. Leicht geflammter Wuchstyp einer Kolonie auf MDA

**Hyphen** — in jungen Stadien fast gleichförmig, in älteren recht unregelmäßig geformt, mit granuliertem Inhalt und Vakuolen, meist spitz-, manchmal auch fast rechtwinklig verzweigt; im Luftmyzel gleichförmiger und weniger verzweigt als im Substratmyzel. Die ermittelte Hyphenbreite geht aus Tab. 10 hervor.

Tab. 10. Hyphenbreite von *Ph. cryptogea* auf MDA (N = 100)

Stamm Nr.	Breite in Mikron	
	Durchschnitt	Absolute Schwankung
16	4,6	3—8
17	5,2	3—7
26	5,0	3—6
45	5,5	3—7
60	6,6	5—8

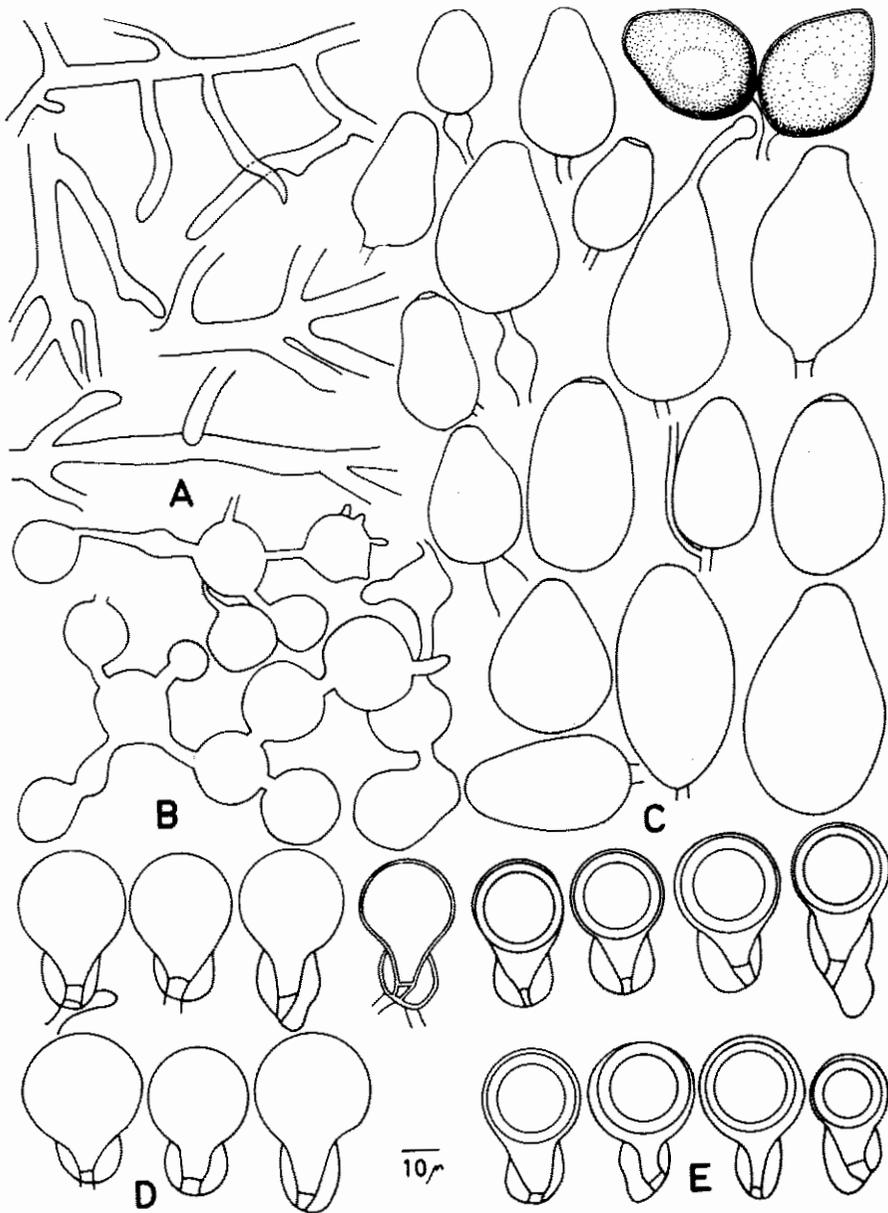


Abb. 15. *Ph. cryptogea*. Hyphen (A), Hyphenschwellungen (B), Zoosporangien (C), Oogonien (D), Oosporen (E), (500 : 1)

Hyphenschwellungen — zahlreich nur in flüssigen Medien, in der Form kugelig, elliptisch oder unregelmäßig, meist netzartig, selten auch kettig angeordnet, interkalar, vereinzelt terminal, gelegentlich auch in Sporangienträgern. Ihre Größe ist Tab. 11 zu entnehmen.

Tab. 11. Größe der Hyphenschwellungen von *Ph. cryptogea* auf MSA in Aqua dest. (N = 100)

Stamm Nr.	Größe in Mikron	
	Durchschnitt	Absolute Schwankung
16	20,6	11—31
17	14,5	9—18
26	16,0	11—21
45	17,3	11—22
60	20,5	14—33

Sporangienträger — zart, schlanker als normale Hyphen, im Schnitt 2,5 (1,5—4)  $\mu$  breit, manchmal zum Zoosporangium hin etwas breiter, gelegentlich mit einer Schwellung, auch unmittelbar unter dem Zoosporangium; sympodial verzweigt, echte Proliferation festgestellt (vgl. Waterhouse, 1963).

Zoosporangien — entstehen nur in flüssigen Medien, und zwar außer in Aqua dest. nach Einwirkung von Petri-Lösung (Waterhouse und Blackwell, 1954) auch in Erdfiltraten (Forlot et al., 1966); in der Gestalt elliptisch, ei- oder umgekehrt birnförmig, auch fast zylindrisch, selten in der Mitte etwas eingeschnürt, gelegentlich auch unregelmäßig geformt; Basis meist breit abgerundet, manchmal auch deutlich verjüngt; in der Regel mit deutlich abgegrenzten Vakuole und ohne Papille, manchmal sehr flache Papille und sehr selten falsche Fußzelle vorhanden. Ihre Größe ist aus Tab. 12 ersichtlich.

Tab. 12. Größe und Verhältnis Länge/Breite der Zoosporangien bei *Ph. cryptogea* von flüssigen Medien (N = 100)

Stamm Nr.	Größe in Mikron		Verhältnis Länge : Breite
	Durchschnitt	Absolute Schwankung	
16	39,1 $\times$ 24,0	20—63 $\times$ 15—34	1,62 : 1
17	46,0 $\times$ 30,7	35—73 $\times$ 22—36	1,54 : 1
26	38,1 $\times$ 27,1	25—54 $\times$ 18—35	1,40 : 1
45	48,9 $\times$ 32,3	29—83 $\times$ 21—46	1,51 : 1
60	38,6 $\times$ 25,1	21—60 $\times$ 15—35	1,52 : 1

Chlamydosporen — nicht festgestellt.

Oogonien — in Einzelhyphenkulturen nicht entstanden (vgl. u. a. Waterhouse, 1963) und auch bei gemeinsamem Wachsen mit *Ph. cinnamomi* (BBA-Stamm Nr. 11 200) lediglich bei Isolat 16 (vgl. Royle und Hickman, 1964). Sie sind annähernd kugelig, hyalin oder leicht bräunlich, meist mit granuliertem Inhalt und haben im Schnitt (N = 500) auf MSA einen Durchmesser von 29,3 (26—33)  $\mu$ .

**Antheridien** — immer amphigyn, in der Form elliptisch, eiförmig, kugelig, mehr zylindrisch oder selten fast dreieckig, hyalin und durchschnittlich ( $N = 500$ )  $19,3 \times 17,1$  ( $14-23 \times 11-21$ )  $\mu$  groß.

**Oosporen** — kugelig, fast hyalin oder bräunlich, füllen Oogonien annähernd aus; ihr Durchmesser beträgt im Schnitt ( $N = 500$ )  $26,3$  ( $19-30$ )  $\mu$ , die Wanddicke  $3,2$  ( $2-5$ )  $\mu$ .

**Temperaturverhalten** — geht aus Abb. 6 hervor. Die ermittelten Kardinalpunkte — Minimum unter  $2,5$ , Optimum bei  $25$  ( $-27,5$ ) und Maximum bei mindestens  $32,5$  aber unter  $35^\circ C$  — stimmen mit den Angaben anderer Autoren für *Ph. cryptogea* gut überein (vgl. Waterhouse, 1963; Forlot et al., 1966).

Die 5 iranischen Isolate entsprechen hinsichtlich der Form der Sporangien, Vorkommen und Anordnung von Hyphenschwellungen und des Temperaturverhaltens einwandfrei *Ph. cryptogea* (vgl. Waterhouse, 1963; Forlot et al., 1966). Das für sie mit  $1,4-1,62 : 1$  ermittelte Verhältnis Länge : Breite der Zoosporangien (vgl. Tab. 12) liegt zwar niedriger als das von Waterhouse (1963) mit  $1,7 : 1$  angegebene, aber innerhalb der aus den Befunden anderer Autoren ersichtlichen verhältnismäßig großen Variationsbreite:  $1,3 : 1$  bei Erwin (1954),  $1,3-1,6 : 1$  bei Forlot et al. (1966),  $1,55-1,7 : 1$  bei Pag (1960) und  $1,88 : 1$  bei Tompkins, Tucker und Clarke (1935). Flache Papillen, wie sie manche Zoosporangien der iranischen Stämme aufwiesen, haben andere Autoren (u. a. Erwin, 1954; Pag, 1960; Waterhouse, 1963) nicht angegeben; Schwinn (1959) sowie Forlot et al. (1966) stellten solche aber ebenfalls fest. Echte Fußzellen, die den beiden zuletzt genannten Autoren zufolge vorkommen sollen, wurden von anderen bei *Ph. cryptogea* nicht gefunden. Sie waren auch in den hiesigen Untersuchungen nicht nachzuweisen, dagegen selten falsche Fußzellen, über deren Vorkommen in der Literatur bisher noch keine Angabe vorlag. Insgesamt gesehen gibt es keine stichhaltigen Gesichtspunkte, die gegen die Einordnung der Iran-Stämme 16, 17, 26, 45 und 60 bei *Ph. cryptogea* sprechen.

### Nachweis der Pathogenität

Die Ergebnisse der mit diesen 5 Isolaten unternommenen Infektionsversuche gehen aus Tab. 13 hervor.

Tab. 13. Ergebnisse der Infektionsversuche mit *Ph. cryptogea*

Stamm Nr.	Gerbera, Rhizom	Eierfrucht, Stengelbasis	Kartoffel, Knolle	Tomate, Frucht	Gurke, Frucht	Zucker- rübe	Apfelsine
16	+		+	+	+	+	+
17		+	+	+	+	+	+
26		+	+	+	+	—	+
45	+		+	+	+	+	—
60	+		+	+	+	+	+

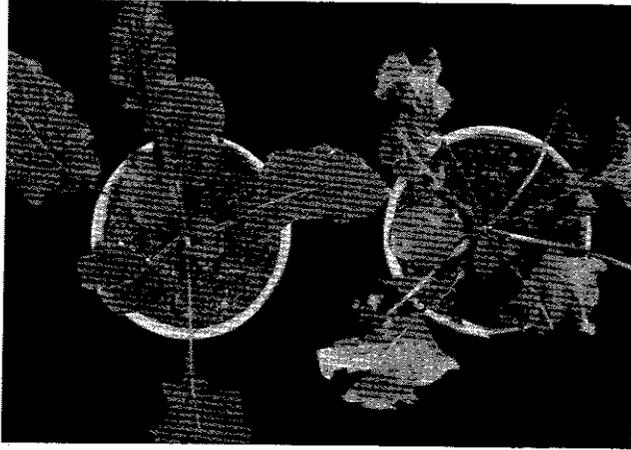


Abb. 16. *Ph. cryptogea*. Infektionsversuch an Gerbera nach 7 Tagen, links Kontrollpflanze

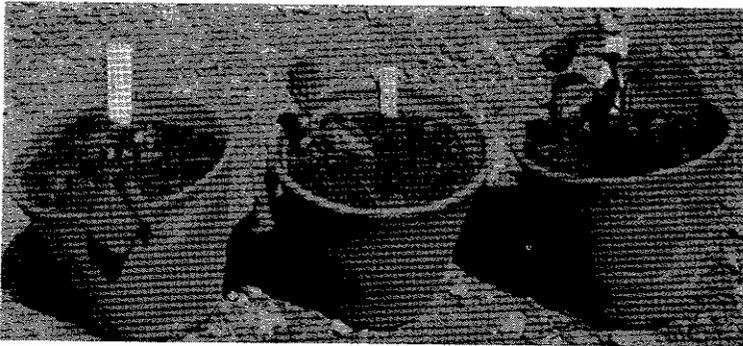


Abb. 17. *Ph. cryptogea*. Infektionsversuch an Eierfrucht-Pflanzen nach 6 Tagen, rechts Kontrollpflanze

An Gerbera (Abb. 16) traten bereits 4 Tage nach Inokulation mit den 3 geprüften Stämmen Welkeerscheinungen auf; nach 20 Tagen waren alle inokulierten Versuchspflanzen, auch die unverletzten, abgestorben, die entsprechenden Kontrollpflanzen hingegen ohne Krankheitssymptome. Die im Verlauf aufgetretenen Krankheitsbilder entsprachen denen spontan befallener Pflanzen.

Von den inokulierten Pflanzen von *Solanum melongena* welkten die ersten bereits nach 5 Tagen (Abb. 17), und nach 16 Tagen waren alle verletzten und 7 der 10 unverletzten abgestorben. Damit wurde *Solanum melongena* als neue Wirtspflanze für *Ph. cryptogea* nachgewiesen, denn in der Literatur lag bisher noch keine Angabe darüber vor.

Bei Kartoffelknollen trat eine Fäule ein (vgl. Cairns und Muskett, 1939), ähnlich der von *Ph. erythroseptica* verursachten; an Tomatenfrüchten war sie ähnlich wie bei Infektion durch *Ph. cactorum* (s. S. 21). An Gurkenfrüchten erwiesen sich

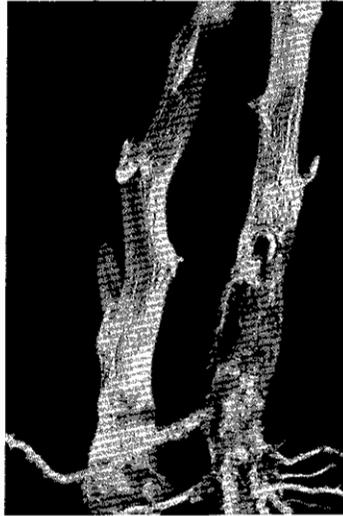


Abb. 18. *Ph. cryptogea*. Spontanbefall an Stengeln von Eierfrucht-Pflanzen

alle Stämme als mäßig virulent, Faulstellen waren leicht eingesenkt (vgl. Abb. 4). Gegenüber Zuckerrüben verhielten sich die Isolate unterschiedlich: Stamm 26 rief keine Symptome hervor, die Stämme 16 und 17 verursachten nur schwache, hellbraune und die Isolate 45 und 60 mäßige, dunklere Faulstellen (vgl. Abb. 4). Apfelsinen zeigten nach Inokulation mit den Stämmen 16, 17 und 26 eine etwas schwächere Braunfäule als bei *Ph. citrophthora*, mit Stamm 60 eine geringe Weichfäule und mit Stamm 45 keine Symptome.

#### Vorkommen und Bedeutung in Iran

Im Zusammenhang mit „Gerbera-Sterben“ ist *Ph. cryptogea* in Iran durchaus von wirtschaftlicher Bedeutung. In zwei Gärtnereien im Raume Ramsar am Kaspischen Meer, wo Gerbera als Topfpflanze und für den Schnitt gezogen wird, und einer weiteren in Teheran waren die Schäden beachtlich. Symptome und Verlauf entsprachen weitgehend den Befunden von P a g (1960).

An Pflanzen von *Solanum melongena* wurde *Ph. cryptogea* bisher nur im Gemüseanbaubereich um Varamin festgestellt. Auf dem bewässerten Feld, von dem die beiden Isolate stammen, waren etwa 10—15 % der bereits Früchte tragenden Pflanzen weitgehend abgestorben. Beobachtungen an spontan befallenen und künstlich infizierten Pflanzen zu Folge geht der Befall in der Regel von Wurzeln oder der Stengelbasis aus, an der als erste oberirdisch sichtbare Symptome leicht eingesunkene, bräunliche Läsionen zu erkennen sind (Abb. 18). Diese breiten sich mehr oder weniger rasch nach oben aus, umfassen den Trieb ganz und führen dazu, daß die Blätter — manchmal zunächst an einem oder einigen Trieben — welken und abfallen. Schließlich sterben die ganzen Pflanzen ab; in der Regel sind dann auch die Wurzeln bis auf die Zentralzylinder verfault.

*Pb. cryptogea* konnte durch die hiesigen Untersuchungen erstmalig nicht nur in Iran, sondern im gesamten asiatischen Raume nachgewiesen werden; denn trotz des mindestens 40 verschiedene Pflanzenarten aus 14 Familien umfassenden Wirtspflanzenkreises (vgl. Forlot et al., 1966) war bisher aus diesem Kontinent noch nicht über ihr Vorkommen berichtet worden (vgl. A n o n y m , 1965 b).

### 5. *Phytophthora drechsleri* Tucker (Abb. 20)

Von dieser Art lagen insgesamt 19 Isolate vor. 10 stammen von Cucurbitaceen, und zwar von Gurke (15, 36, 37, 46, 47), Melone (32, 33, 35, 38) und Wassermelone (34), die anderen von Zuckerrübe (5, 6, 7, 8, 9), Sonnenblume (20, 59), Kichererbse (42) und Saflor (58) aus verschiedenen Gebieten Irans (vgl. Tab. 2 und Abb. 1). Alle Isolate von Gurkengewächsen bildeten eine einheitliche Gruppe (I) und wichen in mancher Hinsicht von den Stämmen anderer Herkunft (Gruppe II) ab.

#### Morphologie und Kulturverhalten

Wachstum — von allen 19 Stämmen auf den verwendeten Agarnährböden rasch; Wuchsbild der Kolonien von der Unterseite verschieden — bei Isolaten der Gruppe I (von Cucurbitaceen) ziemlich gleichmäßig und fast ohne Struktur (Abb. 19),

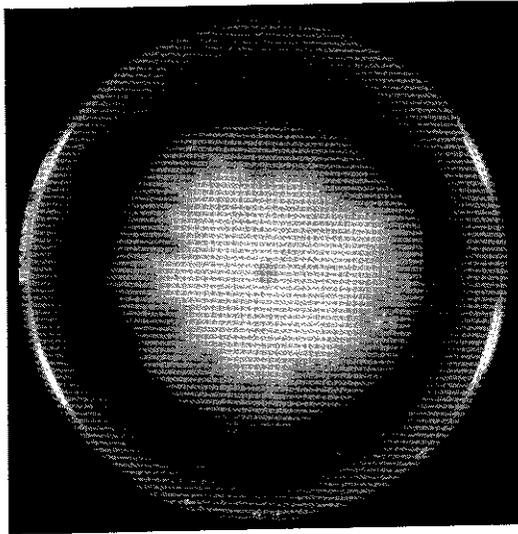


Abb. 19. *Ph. drechsleri*. Wuchstyp von Stämmen der Gruppe I auf MDA

bei Stämmen der Gruppe II hingegen leicht geflammt, etwa wie bei *Ph. cryptogea* (vgl. Abb. 14) —, von der Oberseite kaum unterscheidbar, bei allen Stämmen verhältnismäßig reichlich, flaumiges Luftmyzel, auf Möhrenstücken watteartig.

Hyphen — in jungen Stadien gleichförmig, später gelegentlich knorrig, sowohl spitz- als auch rechtwinklig verzweigt. Die bei 10 Isolaten ermittelte Hyphenbreite ist aus Tab. 14 ersichtlich.

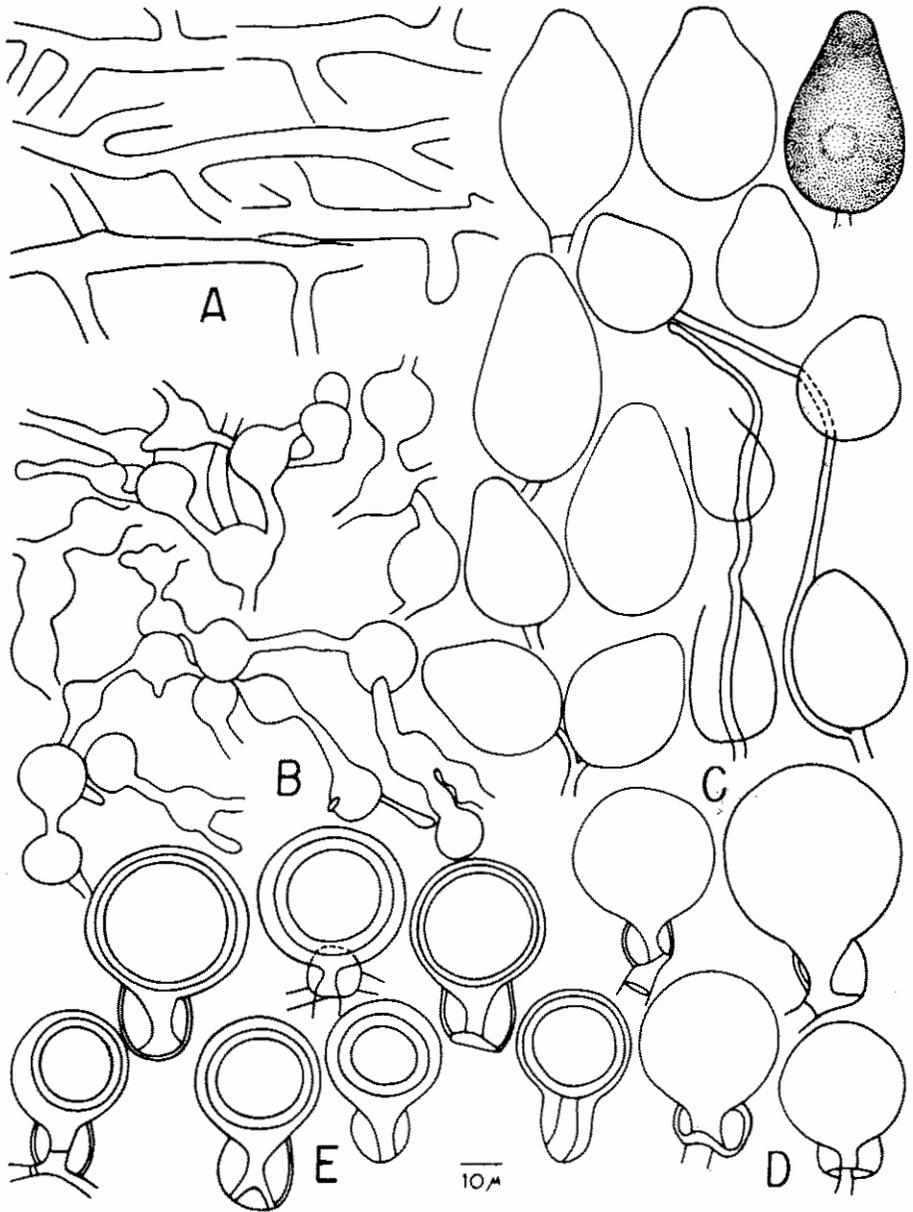


Abb. 20. *Ph. drechslevi*. Hyphen (A), Hyphenschwellungen (B), Zoosporangien (C), Oogonien (D), Oosporen (E), (500 : 1)

Tab. 14. Hyphenbreite von *Ph. drechsleri* auf MDA (N = 100)

Stamm Nr.	Breite in Mikron	
	Durchschnitt	Absolute Schwankung
5	6,4	4—10
15	5,0	4—7
20	4,6	3—7
33	4,5	2—7
34	5,9	3—7
35	6,8	4—10
37	4,8	3—7
42	5,6	3—8
46	6,5	4—8
59	5,5	4—7

Hyphenschwellungen — bei den beiden Stamm-Gruppen unterschiedlich: bei Isolaten der Gruppe I sowohl in flüssigen als auch in festen Medien nur wenige, meist einzeln, selten gehäuft liegende, oft unregelmäßig, gelegentlich auch kugelig oder elliptisch geformte, interkalare, selten terminale Hyphenschwellungen; bei Stämmen der Gruppe II besonders in flüssigen Medien viele, meist netzartig, manchmal auch kettig angeordnete, kugelige, elliptische, fast eckige und unregelmäßig geformte, interkalare, selten terminale Hyphenschwellungen, etwa wie bei *Ph. cryptogea* (vgl. Waterhouse, 1963). Ihre bei 5 Stämmen der Gruppe II ermittelte Größe geht aus Tab. 15 hervor.

Tab. 15. Größe der Hyphenschwellungen von *Ph. drechsleri* (Stamm-Gruppe II) auf MDA in Aqua dest. (N = 100)

Stamm Nr.	Größe in Mikron	
	Durchschnitt	Absolute Schwankung
5	16,9	12—23
20	18,0	12—23
42	17,3	12—21
58	16,4	11—20
59	14,5	10—20

Sporangienträger — in der Regel etwas schmaler als Hyphen, gleichmäßig breit, bisweilen zum Zoosporangium hin etwas verbreitert, einfach oder sympodial verzweigt; Proliferation, die u. a. von Tucker (1931) und Waterhouse (1963) nicht angegeben wurde, bei Gruppe I häufig, bei II seltener (vgl. Ershad und Mostowfi poor, 1969); ihre Breite ist in Tab. 16 angegeben.

Tab. 16. Breite der Sporangienträger von *Pb. drechsleri* (N = 100)

Stamm Nr.	Breite in Mikron	
	Durchschnitt	Absolute Schwankung
5	2,8	2—4
6	3,0	2—4
7	2,4	1—4
8	3,1	2—5
9	3,5	3—5
15	2,6	1—4
20	3,2	2—5
32	3,1	2—4
33	3,3	3—5
34	3,6	1—6
35	4,4	2—7
37	3,2	2—5
42	2,8	2—4
46	3,0	2—4
47	2,9	2—4
58	3,2	2—5
59	2,3	2—3

Zoosporangien — in flüssigen Medien reichlich, auf festen nur ausnahmsweise, gewöhnlich an Substrat- und nicht an Luftmyzel der in flüssige Medien gelegten Agarstückchen nach 12—20 Stunden bei Zimmertemperatur und Tageslicht gebildet, in Erdfiltraten zahlreicher als in Aqua dest. oder Leitungswasser; in Form und Größe recht verschieden (Tab. 17), häufig umgekehrt birn- bis länglich birnförmig, manchmal elliptisch, eiförmig, selten unregelmäßig geformt, ohne oder ganz selten mit schmaler, halbmondförmiger Papille, gelegentlich mit Vakuole, Basis meist breit abgerundet, manchmal verjüngt, sehr selten mit falscher Fußzelle; sie keimen indirekt oder direkt; in Aqua dest. zerfallen auch die Vorderenden, und der Inhalt tritt heraus, ohne daß bewegliche Zoosporen zu erkennen sind. Die ermittelten Verhältniswerte zeigen eine große Variation, so daß dieses Merkmal zumindest für *Pb. drechsleri* nicht den Wert haben dürfte, den man ihm bei anderen Arten oder sogar allgemein zur Differenzierung in der Gattung *Phytophthora* beimißt.

Chlamydosporen — nicht festgestellt.

Oogonien — kugelig oder fast kugelig, glattwandig, anfangs hyalin, später gelblich. Die beiden Stamm-Gruppen weisen Unterschiede auf: Isolate der Gruppe I sind ausnahmslos homothallisch und bilden meist innerhalb von 3—5 Tagen Hauptfruchtformen; die der Gruppe II sind entweder hetero- oder homothallisch, und Hauptfruchtformen entstehen gegebenenfalls erst nach etwa 3 Monaten, außerdem sind dann die Oogonien größer als bei Stämmen der Gruppe I (vgl. Tab. 18).

Tab. 17. Größe und Verhältnis Länge/Breite der Zoosporangien bei *Ph. drechsleri* von flüssigen Medien (N = 100)

Stamm Nr.	Größe in Mikron		Verhältnis Länge : Breite
	Durchschnitt	Absolute Schwankung	
5	40,4 × 30,0	27— 60 × 22—36	1,34 : 1
6	44,1 × 29,3	25— 56 × 16—36	1,50 : 1
7	40,4 × 26,7	25— 62 × 16—38	1,50 : 1
8	39,6 × 28,3	20— 63 × 15—37	1,39 : 1
9	53,9 × 32,2	37— 72 × 22—38	1,67 : 1
15	36,3 × 22,4	18— 72 × 13—37	1,62 : 1
20	41,7 × 28,1	30— 60 × 18—39	1,48 : 1
32	57,0 × 31,5	36— 84 × 22—41	1,80 : 1
33	57,5 × 30,0	36— 75 × 22—39	1,91 : 1
34	51,3 × 30,2	18— 88 × 14—51	1,69 : 1
35	62,8 × 39,8	31—105 × 22—58	1,57 : 1
37	45,6 × 27,2	29— 80 × 16—44	1,67 : 1
42	38,7 × 26,7	25— 56 × 11—32	1,44 : 1
46	46,4 × 28,2	32— 68 × 23—36	1,57 : 1
47	63,6 × 36,1	36— 94 × 23—43	1,76 : 1
58	40,1 × 27,5	30— 53 × 22—36	1,45 : 1
59	40,5 × 26,8	30— 54 × 21—33	1,51 : 1

Tab. 18. Größe der Oogonien von *Ph. drechsleri* auf MDA (N = 100)

Stamm Nr.	Größe in Mikron	
	Durchschnitt	Absolute Schwankung
Gruppe I		
15	25,1	18—31
32	29,5	22—35
33	36,9	30—49
34	32,7	22—41
35	32,5	23—45
37	30,7	22—37
47	30,9	23—37
Gruppe II		
5	39,9	30—50
6	40,8	30—50
7	39,8	29—48
42	39,5	27—48

Antheridien — immer amphigyn, fast kugelig, eiförmig, elliptisch, selten auch unregelmäßig geformt. Ihre Größe geht aus Tab. 19 hervor.

Tab. 19. Größe der Antheridien von *Ph. drechsleri* auf MDA (N = 100)

Stamm Nr.	Größe in Mikron	
	Durchschnitt	Absolute Schwankung
5	16,9 × 16,2	11—24 × 10—20
6	16,4 × 15,1	10—20 × 9—20
7	16,2 × 15,8	10—22 × 9—20
15	16,3 × 15,2	8—30 × 11—20
32	17,6 × 16,1	9—25 × 11—21
33	16,5 × 15,9	10—26 × 10—22
34	16,8 × 16,7	10—25 × 10—24
35	19,4 × 17,8	12—30 × 13—24
37	20,4 × 18,5	15—26 × 15—22
42	15,3 × 15,3	11—20 × 12—19
47	18,0 × 17,1	12—25 × 11—22

Oosporen — kugelig, fast hyalin bis leicht gelblich, glatt- und ziemlich dickwandig, entsprechend den Oogonien bei Gruppe I kleiner als bei Gruppe II (Tab. 20).

Tab. 20. Größe und Wanddicke der Oosporen von *Ph. drechsleri* auf MDA in Mikron (N = 100)

Stamm Nr.	Oosporen		Wanddicke	
	Durchschnitt	Schwankung	Durchschnitt	Schwankung
Gruppe I				
15	22,9	19—29	1,6	1,0—4,0
32	25,4	18—32	2,2	1,0—4,5
33	28,2	20—37	3,2	2,0—5,7
34	27,7	14—37	2,4	0,5—4,0
35	28,0	18—42	3,9	1,5—4,0
37	30,0	19—36	3,8	1,5—5,0
47	25,8	15—34	3,0	1,0—5,0
Gruppe II				
5	30,6	16—40	2,5	1,0—5,0
6	32,8	19—41	2,3	1,0—5,0
7	30,2	18—39	2,3	1,0—5,0
42	32,0	18—45	3,6	1,0—6,0

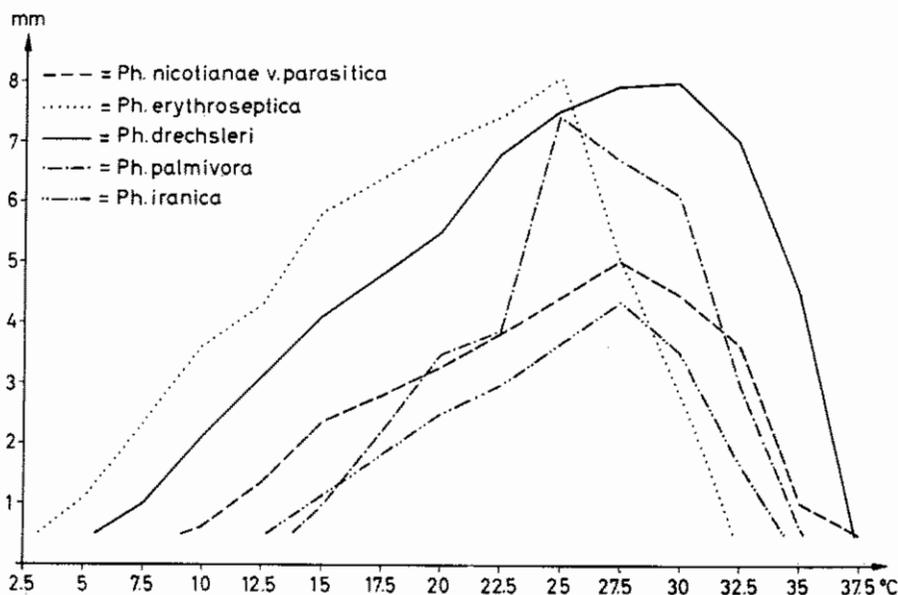


Abb. 21. Temperaturverhalten von *Ph. drechsleri*, *Ph. erythroseptica*, *Ph. iranica*, *Ph. nicotianae* var. *parasitica* und *Ph. palmivora*

Temperaturverhalten (Abb. 21) — der Isolate ebenfalls typisch, je nachdem, welcher Gruppe sie angehören: Gruppe I — Maximum etwas oberhalb 37,5, Optimum zwischen 27,5 und 30, Minimum bei 7,5° C; Gruppe II — entsprechende Werte 37,5 (nur bei Stamm 20 etwas darüber), zwischen 25 und 30, Minimum jedoch 2,5° C und darunter. Dafür, daß vor allem Temperatur-Optimum und -Minimum bei Vertretern dieser *Phytophthora*-Art unterschiedlich sein kann, gibt es in der Literatur zahlreiche Hinweise (Tucker, 1931; Leonian, 1934; Tompkins et al., 1936; Katsura, 1958; Schwinn, 1959; Waterhouse, 1963; El-Helaly et al., 1968).

Wie aus den dargelegten Befunden hervorgeht, weichen die beiden Gruppen der 19 Isolate iranischer Herkunft in mancher Hinsicht mehr oder weniger deutlich von der herkömmlichen Auffassung über *Ph. drechsleri* (vgl. u. a. Waterhouse, 1963) ab. Die Unterschiede erscheinen jedoch nicht stichhaltig genug, um diese als gesonderte Varietät abzugrenzen. Es wird daher vorgezogen, lediglich die Diagnose für *Ph. drechsleri* entsprechend weiter zu fassen.

#### Nachweis der Pathogenität

Außer mit den regelmäßig bei allen *Phytophthora*-Arten angewandten Inokulationsmethoden wurde *Ph. drechsleri* zusätzlich an Seitentrieben von Gurke, Melone und Wassermelone sowie an Blättern von Gurke geprüft.

Für die Inokulation von Seitentrieben wurden vorgekeimte Samen in Töpfe ausgesät, die aufgelaufenen Sämlinge bis auf 2 je Topf abgeschnitten und die Pflanzen in 4 gleiche Gruppen zu je 5 Töpfen aufgeteilt, wenn sie eine Länge von 30—40 cm erreicht hatten. Die Inokulation erfolgte jeweils am 3. Internodium mit Stücken einer Plattenkultur wie bei Gurkenfrüchten (s. S. 14); anschließend kamen die Töpfe in Feuchtkammern.

Zur Inokulation von Blättern wurden etwa 8 mm große Stücke einer 4 Tage alten PDA-Kultur je Stamm auf 12 Gurkenblätter aufgelegt und die Töpfe mit den Versuchspflanzen dann ebenfalls in Feuchtkammern aufgestellt.

Die Ergebnisse aller mit Stämmen von *Ph. drechsleri* unternommenen Infektionsversuche sind in Tab. 21 zusammengestellt.

Kichererbsen zeigten schon 5 Tage nach Inokulation an der Stengelbasis mit Stamm 42 die ersten Symptome; nach einem Monat war knapp die Hälfte der Versuchspflanzen abgestorben. Damit ist *Cicer arietinum* als neue Wirtspflanze für *Ph. drechsleri* nachgewiesen worden.

An *Carthamus tinctorius* erwies sich Stamm 58 als pathogen (Abb. 22); 20 Tage nach Inokulation waren alle verletzten und 2 der 6 unverletzten Pflanzen zugrunde gegangen.



Abb. 22. *Ph. drechsleri*. Infektionsversuch mit Saflor nach 10 Tagen, links Kontrolle

Von den mit den Stämmen 20 und 59 inokulierten Sonnenblumen (Abb. 23) waren die ersten nach 18 Tagen und bei Versuchsende nach 10 Wochen bis auf jeweils eine Pflanze alle verletzten und auch unverletzten abgestorben. *Helianthus annuus* ist damit ebenfalls erstmalig als Wirtspflanze für *Ph. drechsleri* nachgewiesen worden.

An Kartoffelknollen riefen alle geprüften Stämme eine Weichfäule hervor; nach dem Aufschneiden verfärbte sich faulendes Gewebe an der Luft allmählich rosa, ähnlich wie bei Befall durch *Ph. erythroseptica*. Die an Tomatenfrüchten verursachte



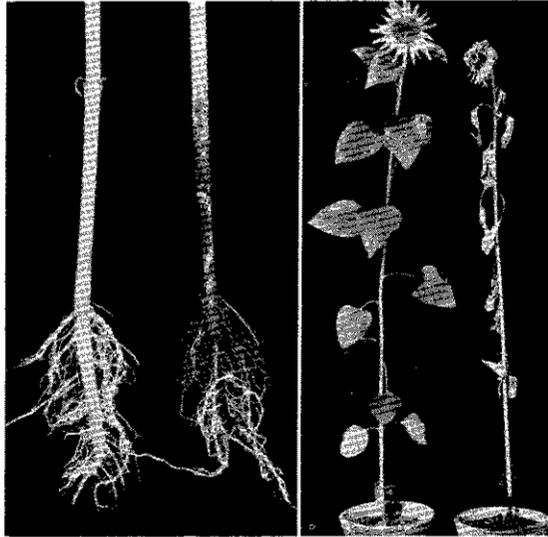


Abb. 23. *Ph. drechsleri*. Infektionsversuch mit Sonnenblumen nach 20 Tagen, jeweils links Kontrolle

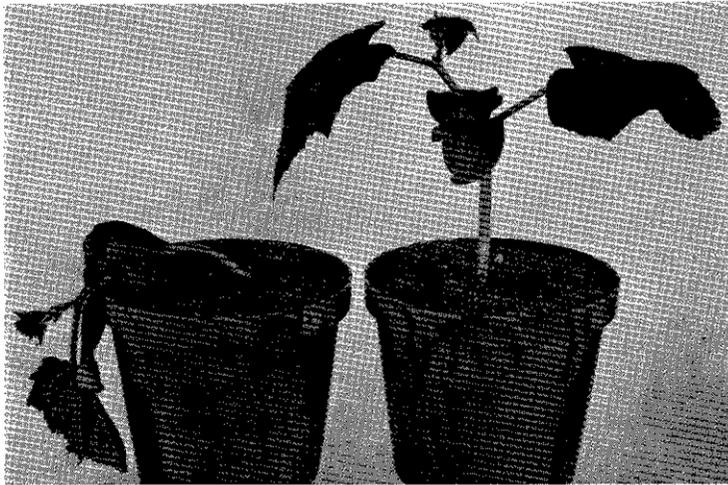


Abb. 24. *Ph. drechsleri*. Infektionsversuch mit Gurkenpflanzen nach 3 Tagen, rechts Kontrolle

Fäule entsprach etwa der nach Inokulation mit *Ph. cactorum*; ein Infektionsversuch mit Stamm 35 an Tomatenpflanzen war hingegen erfolglos.

An Gurken erwiesen sich bei Inokulation an der Stengelbasis alle geprüften Stämme (32, 34, 35, 36, 37, 46 und 47) als stark pathogen, auch ohne Verletzung; die ersten Pflanzen begannen bereits nach 2 Tagen abzusterben (Abb. 24), wenn die Versuchstemperatur genügend hoch (um 25° C) war. In wiederholten Versuchen zeigte sich,

daß die Pathogenität der Isolate mit zunehmender Dauer der Kultur auf Agarnährböden nachläßt. Inokulation der Seitentriebe, der Blätter und auflaufender Sämlinge (Aussaat in verseuchtes Substrat) führte ebenfalls rasch und regelmäßig zum Erfolg. An Gurkenfrüchten verhielten sich Isolate der beiden Stammgruppen unterschiedlich: Stämme der Gruppe I erwiesen sich ausnahmslos als stark virulent und riefen schon nach 2 Tagen ausgedehnte, deutlich eingesunkene Faulstellen hervor, Stämme der Gruppe II waren hingegen nur mäßig virulent (vgl. Abb. 4).

Bei Melone brachten Inokulationen der verschiedenen Pflanzenteile weitgehend die gleichen positiven Ergebnisse wie bei Gurke, jedoch wirkten sich die hier nur geprüften Isolate der Gruppe I nicht ganz so rasch aus, und entsprechende Symptome traten in der Regel 1—2 Tage später auf.

Wassermelone reagierte auf Inokulation der Stengelbasis und der Früchte mit Isolaten der Gruppe I noch langsamer als Melone; vergleichbare Befallsbilder waren erst nach 5—7 Tagen festzustellen. Infektion von Seitentrieben gelang nur nach Verletzung, aber auch dann nicht immer.

Zuckerrüben im Sämlingsstadium waren bereits 4 Tage nach Inokulation mit den Isolaten 5, 6, 7, 8 und 9 der Gruppe II abgestorben. An den Rüben selbst erwiesen sich alle geprüften Stämme dieser Gruppe als stark, von denen der Gruppe I hingegen die Isolate 15 und 46 als mäßig und alle anderen nur als schwach virulent (vgl. Abb. 4).

Bei Apfelsinen verursachten alle Stämme der Gruppe II eine Braunfäule, etwa wie *Ph. nicotianae* v. *parasitica*, die der Gruppe I dagegen weiche, in der Regel nicht bräunlich verfärbte Faulstellen.

### Vorkommen und Bedeutung in Iran

Mit insgesamt 19 Isolaten war *Ph. drechsleri* in dem untersuchten Material am häufigsten vertreten. Sie ist in Iran weit verbreitet und nach den derzeitigen Kenntnissen die phytopathologisch bedeutsamste *Phytophthora*-Art, und zwar als Krankheitserreger an einigen sehr wichtigen Kulturpflanzen aus der Familie der *Cucurbitaceae* (vgl. Ershad und Mostowfi poor, 1969).

Gurken, Melonen und Wassermelonen werden in allen Landesteilen in großem Umfange angebaut, und alljährlich kommt es zu beachtlichen Verlusten. Besonders hoch sind diese in der Regel in den Anbaugebieten der Provinzen Mittelpersiens, in denen die Kulturen am stärksten bewässert werden und die Bodentemperaturen besonders günstig sind, und in den niederschlagreichen Gebieten am Kaspischen Meer.

Bei Gurke tritt Spontanbefall an allen Pflanzenteilen in den verschiedensten Altersstadien auf. Am schwersten wirkt er sich als Stengelgrund- und Wurzelfäule aus, die meist innerhalb kurzer Zeit zum Abgang der ganzen Pflanze führt. Schwerwiegende Verluste entstehen oft auch durch Fruchtfäule (Abb. 25). Umfangreiche Isolierungsversuche ergaben fast in allen Fällen *Ph. drechsleri* als Erreger und nicht eine *Pythium* sp., wie früher angenommen wurde. Bei Herbstanbau ist in Mittelpersien der Befall jedoch nur gering, da Boden- und Lufttemperatur dann relativ niedrig sind.

Für Melone ist *Ph. drechsleri* als Krankheitserreger nicht weniger bedeutend, besonders bei der sehr empfindlichen Sorte 'Talebi'. Bisher war Befall auf dem Felde nur in Form von Wurzel- und Stengelgrundfäule festzustellen (Abb. 26), jedoch nicht an Früchten. In erster Linie liegt das wohl daran, daß bei den üblichen Anbauverfahren

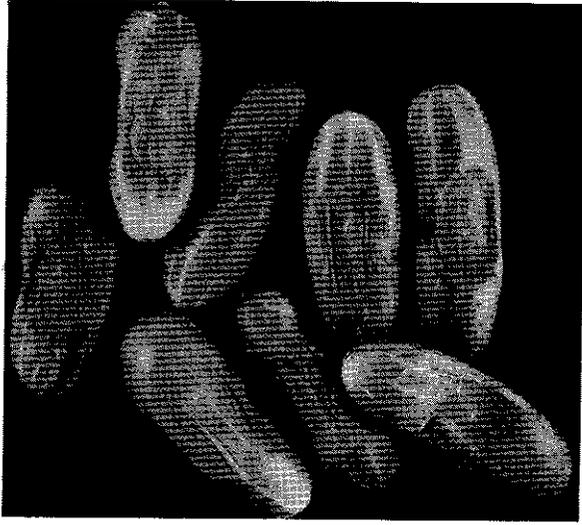


Abb. 25. *Ph. drechsleri*. Spontanbefall an Gurkenfrüchten



Abb. 26. *Ph. drechsleri*. Spontanbefall am Stengelgrund einer Melonenpflanze



Abb. 27. *Ph. drechsleri*. Spontanbefall an Zuckerrüben

in den ariden Gebieten (Dämme mit Bewässerung in den Reihen) die Feuchtigkeit zur Infektion der auf den Dämmen liegenden Früchte bei der Kultur in den Sommermonaten nicht ausreicht. In Gebieten mit hohen Niederschlägen, wie den Provinzen am Kaspischen Meer, dürfte jedoch auch mit Spontanbefall der Früchte zu rechnen sein.

An Wassermelone entsteht der insgesamt geringere Schaden vorwiegend infolge von Fruchtfäule (vgl. Katsura, 1958), die hier aber viel langsamer verläuft als bei Gurke.

Befall an Vertretern der Gattung *Cucurbita* (vgl. El-Helaly et al., 1968) ist bisher in Iran noch nicht festgestellt worden, auch nicht wenn Kürbispflanzen auf den gleichen Feldern standen, auf denen Gurken und Melonen stark befallen waren.

Sonnenblume — eine bisher unbekannte Wirtspflanze für *Ph. drechsleri* — wurde im Raume Esfahan und Shiraz mit einer von *Ph. drechsleri* verursachten, meist basalen Stengelfäule nachgewiesen. In einem Bestand waren etwa 30% der Pflanzen kurz vor der Blüte befallen.

An Zuckerrüben wurde Befall durch *Ph. drechsleri* zwar mehrmals festgestellt, aber immer nur auf ungünstigen, besonders nassen Böden (vgl. Maxson, 1948). Insgesamt sind die bisher entstandenen Verluste unbedeutend. Bei befallenen Pflanzen erschlaffen und vertrocknen die Blätter vorzeitig als Folge einer  $\pm$  ausgedehnten Fäule der Rüben. Die faulenden Partien sind weich und heben sich in aufgeschnittenen Rüben durch ihre dunkelbraune Farbe deutlich ab (Abb. 27).

Von Kichererbse lag nur ein einziger, nicht selbst isolierter Stamm vor. Nähere Unterlagen über Symptome und Krankheitsverlauf bei Spontanbefall und den entstandenen (wahrscheinlich nur geringen) Schaden fehlen.

*Ph. drechsleri* war der Literatur zufolge im asiatischen Raum bisher lediglich in Japan an Wassermelone (Katsura, 1958) und im Libanon (Saad und Nienhaus, 1969) als Erreger von „downy mildew“ an Zuckerrübe festgestellt. Als weitere Wirtspflanzen, außer den in Iran gefundenen, werden für diese *Phytophthora*-Art in der Literatur angegeben: *Lycopersicon esculentum* (Tompkins und Tucker, 1941 a), *Parthenium argentatum* (Campbell und Presley, 1946), *Chrysanthemum cinerariifolium*, *Celosia plumosa*, *Schinus molle*, *Pelargonium zonale*, *Coleus* sp. (Frezzi, 1950), *Albizia stipulata* (Bouriquet et al., 1959), *Sesamum indicum*, *Mucuna deeringiana* (Bates, 1961), *Senecio cruentus* (Carranza, 1963) und *Cucurbita pepo* (El-Helaly et al., 1968).

6. *Phytophthora erythroseptica* Pethybridge  
(Abb. 29)

Von dieser Art lagen insgesamt 3 Isolate vor (1, 29, 30), die alle von faulenden Kartoffelknollen aus Damavand stammen (vgl. Tab. 2 und Abb. 1) und *Ph. erythroseptica* Pethybridge var. *erythroseptica* Waterhouse (1963) entsprechen.

**Morphologie und Kulturverhalten**

**Wachstum** — auf den verwendeten Agarnährböden rasch, Kolonien von der Unterseite fast glattrandig, zart, leicht rosettenartig (Abb. 28) oder geflammt — ähnlich *Ph. cryptogea* und *Ph. drechsleri*, Gruppe II, — von der Oberseite leicht flaumig, auf Möhrenstücken flauschig.

**Hyphen** — ziemlich gleichförmig und fein, spitz- bis annähernd rechtwinklig verzweigt, im Schnitt 6 (4—8,5)  $\mu$  breit.

**Hyphenschwellungen** — in flüssigen Medien regelmäßig, auf festen gelegentlich (Stämme 29 und 30 auf MDA) gebildet, meist kugelig, eckig oder unregelmäßig geformt, fast immer in Gruppen, auch kettig, seltener einzeln, interkalar oder terminal. Ihre Größe geht aus Tab. 22 hervor.

Tab. 22. Größe der Hyphenschwellungen von *Ph. erythroseptica* auf MSA in Aqua dest. (N = 100)

Stamm Nr.	Größe in Mikron	
	Durchschnitt	Absolute Schwankung
1	15,8	10—24
29	16,2	12—24
30	19,5	13—30

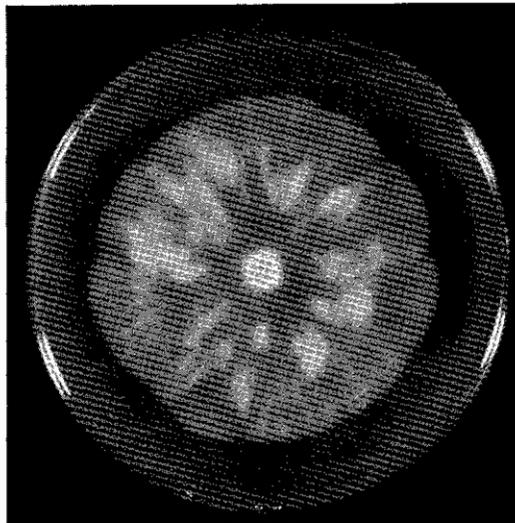


Abb. 28. *Ph. erythroseptica*. Leicht rosettenartiger Wuchstyp einer Kolonie auf MDA

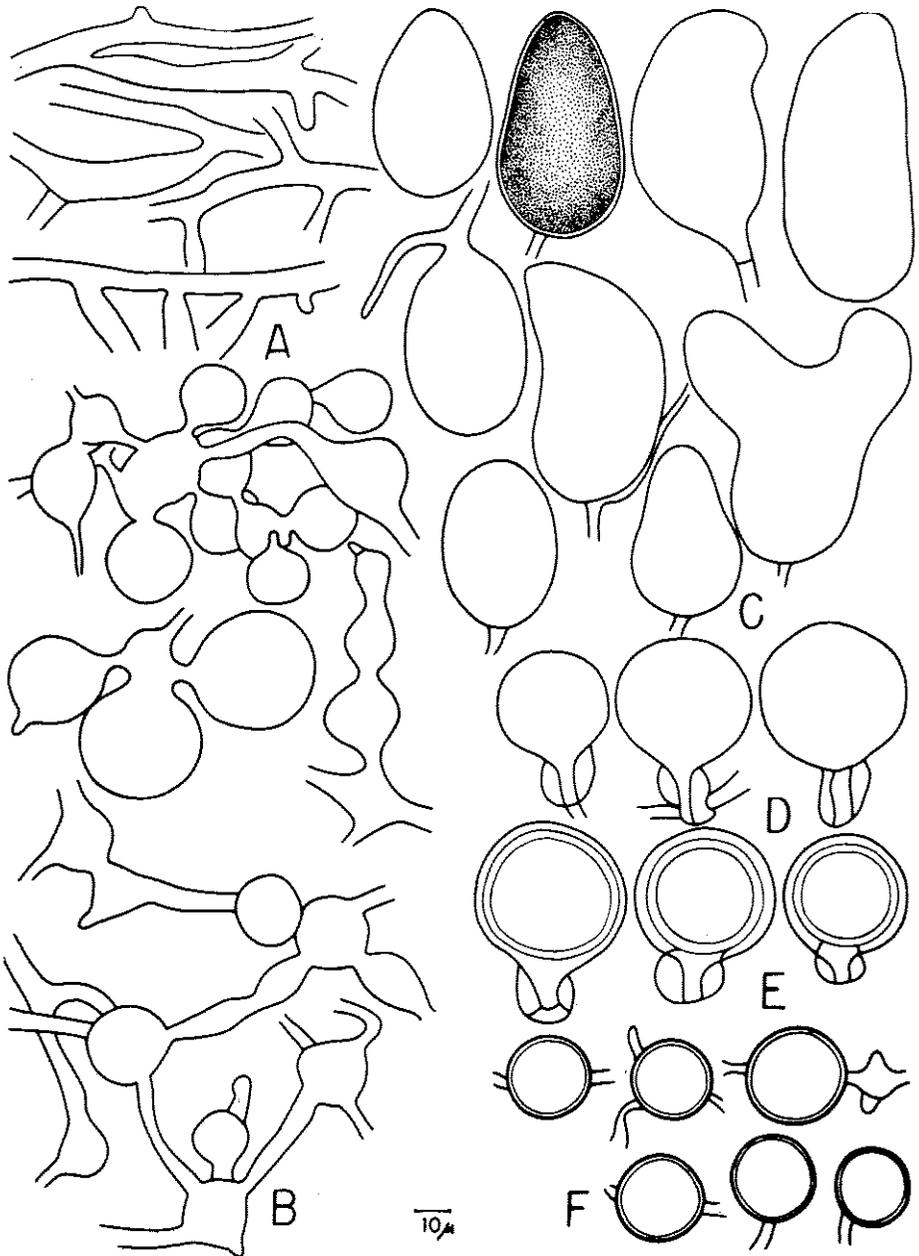


Abb. 29. *Ph. erythroseptica*. Hyphen (A), Hyphenschwellungen (B), Zoosporangien (C), Oogonien (D), Oosporen (E), Chlamydosporen (F), (500 : 1)

Hyphenschwellungen waren weder in der Originaldiagnose noch lange Zeit von anderen Autoren angegeben worden. Erst Waterhouse (1963), stellte in flüssigen Medien gelegentlich annähernd eckige Hyphenschwellungen fest. Zwar sind für *Ph. erythroseptica* var. *pisi* solche von verschiedener Form beschrieben, die 3 iranischen Stämme unterscheiden sich aber von dieser Varietät in anderen wesentlichen Merkmalen.

Sporangienträger — schmaler als normale Hyphen, 2,4 (1,5—4)  $\mu$  breit, zum Zoosporangium hin kaum merklich breiter, in der Regel sympodial verzweigt, Proliferation nicht festgestellt.

Zoosporangien — bei allen Isolaten in flüssigen Medien reichlich, bei Stamm 30 gelegentlich auch auf MDA und CMA gebildet, diese aber asymmetrischer als solche von flüssigen Medien; insgesamt sehr variabel, ei- oder umgekehrt birnförmig, elliptisch, kugelig, manchmal in der Mitte etwas eingeschnürt, auch dichotom oder asymmetrisch; gelegentlich an der Basis verjüngt, selten mit falscher Fußzelle; in der Regel ohne, nur ausnahmsweise mit halbmondförmiger Papille; Keimung indirekt oder direkt, dann meist an der Spitze, manchmal auch an einer Seite des Zoosporangiums. Die Größe der Zoosporangien ist aus Tab. 23 ersichtlich.

Chlamydosporen — fehlten in der Regel, lediglich bei Stamm 30 ausnahmsweise auf MDA bei Zimmertemperatur einzelne vorhanden; kugelig oder fast kugelig, meist interkalar, gelegentlich auch terminal, leicht bräunlich. Pethybridge (1913, zit. nach Waterhouse, 1956) und Waterhouse (1963) gaben keine Chlamydosporen an, Tucker (1931) stellte jedoch in einer einzigen Kultur chlamydosporenhnliche Auftreibungen fest.

Tab. 23. Größe und Verhältnis Länge/Breite der Zoosporangien bei *Ph. erythroseptica* in Petrilösung (N = 100)

Stamm Nr.	Größe in Mikron		Verhältnis Länge : Breite
	Durchschnitt	Absolute Schwankung	
1	47,9 $\times$ 30,7	20—65 $\times$ 20—42	1,50 : 1
29	40,8 $\times$ 29,0	30—62 $\times$ 22—35	1,40 : 1
30	51,1 $\times$ 30,6	30—88 $\times$ 18—44	1,60 : 1

Oogonien — kugelig, anfangs hell, später zunehmend dunkler, glattwandig, Wände etwa 1  $\mu$  dick; Durchmesser im Schnitt (N = 300) auf MDA 34,9 (25—47)  $\mu$ . Auf festen Nährböden entstehen sie fast immer, mit zunehmend langer Kultur auf Agar-Nährböden läßt anscheinend aber die Fähigkeit, Oosporen zu bilden, nach. So wies Stamm 1, der erst näher untersucht werden konnte, als er bereits 28 Monate auf Agar-Nährböden kultiviert worden war, nur noch Hyphen auf, auch in flüssigen Medien. Oogonien und andere Organe entwickelten sich jedoch wieder, nachdem er auf Möhrenstücke übertragen worden war.

Antheridien — stets amphigyn, kugelig, elliptisch oder annähernd eckig geformt, meist terminal, manchmal interkalar, im Durchschnitt (N = 300) auf MDA 14,7  $\times$  13,8 (10—23  $\times$  10—24)  $\mu$ .

Oosporen — kugelig, fast hyalin oder leicht gelblich, füllen Oogonien beinahe aus, durchschnittlich ( $N = 300$ ) auf MDA 32,1 (19—40)  $\mu$  groß, Wand 1,8 (1—5)  $\mu$  dick. In der Literatur wurden die Oosporen mit 22—30  $\mu$  (Pethybridge, 1913, zit. nach Waterhouse, 1956), auf Hafermehl-Agar mit 31,4  $\mu$  (Tucker, 1931), bzw. 30  $\mu$  (Waterhouse, 1963) und auf Sojabohnen-Agar mit 28  $\mu$  (Morgan und Johnson, 1965) angegeben.

Temperaturverhalten (Abb. 21) — stimmte bei den 3 Stämmen recht gut überein. Bei einer Versuchsdauer von 25 Tagen wuchs der Pilz noch bei 2,5° C, das Minimum liegt also noch darunter; das Optimum war einheitlich 25° C, das Maximum variierte je nach Stamm zwischen 32,5 und 35° C. Mit diesen Werten liegen die 3 iranischen Stämme innerhalb der beachtlichen Schwankungsbreite, die aus den Angaben verschiedener Autoren hervorgeht: Tucker (1931) nannte als Kardinalpunkte 15, 27,5 und unter 30° C, Cairns und Muskett (1933) ermittelten sie mit 5, 25 und 31° C, Waterhouse (1963) mit 2,5, 27,5 und 34° C sowie Morgan und Johnson (1965) mit 5, 20 und 28° C.

Insgesamt gesehen entsprechen die hiesigen Isolate fast völlig *Ph. erythroseptica*, wie sie von anderen Autoren (vgl. u. a. Tucker, 1931; Waterhouse, 1963) beschrieben ist. Daß sie neben eckigen auch runde Hyphenschwellungen aufweisen, die bisher nur für *Ph. erythroseptica* var. *pisi* angegeben wurden, ist in taxonomischer Hinsicht ziemlich unbedeutend.

#### Nachweis der Pathogenität

Aus Tab. 24 gehen die Ergebnisse der mit den 3 iranischen Isolaten von *Ph. erythroseptica* unternommenen Infektionsversuche hervor.

Tab. 24. Ergebnisse der Infektionsversuche mit *Ph. erythroseptica*

Stamm Nr.	Kartoffel, Stengelbasis	Kartoffel, Knolle	Tomate, Frucht	Gurke, Frucht	Zucker- rübe	Apfel- sine
1	—	+	+	+	+	+
29		+	+	+	+	+
30		+	+	+	+	—

Erwartungsgemäß rief diese als Erreger einer Kartoffelknollenfäule bereits bekannte *Phytophthora*-Art innerhalb weniger Tage eine ausgedehnte Weichfäule hervor (Abb. 30), wenn die Knollen vorher verletzt worden waren; schon Nadelstiche reichten dafür aus. Symptome und Verlauf der Fäule waren etwa so, wie bei spontan befallenen Knollen. An der Stengelbasis erwies sich der einzige geprüfte Stamm 1 als nicht pathogen.

An Tomaten riefen alle Isolate eine mäßige Fäule hervor, ähnlich wie *Ph. cactorum* (vgl. dort). Bei Gurken waren lediglich bei Stamm 29 die Faulstellen leicht eingesenkt (vgl. Abb. 4), bei 1 und 30 nicht, doch war auch bei diesen das faulende Gewebe gelblich verfärbt. Zuckerrüben wiesen im Schnitt nach Infektion mit den

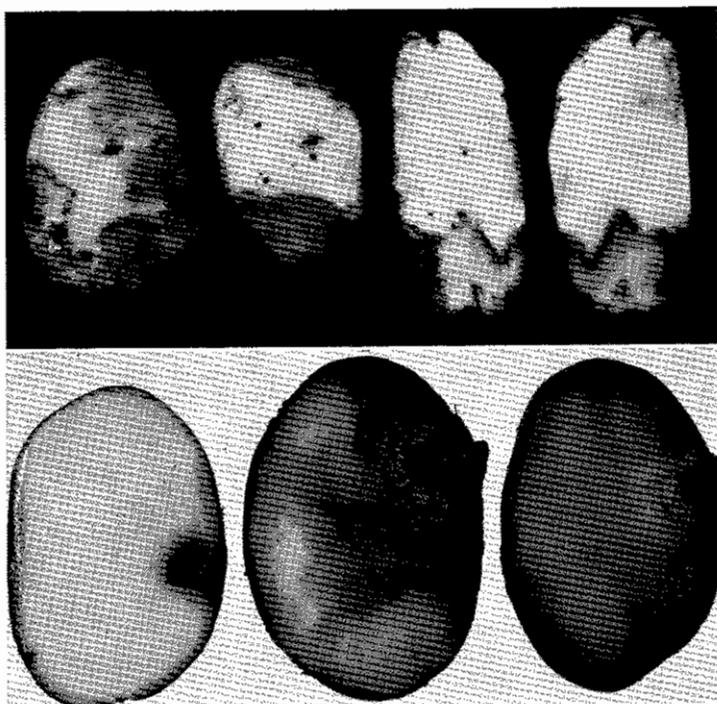


Abb. 30. *Ph. erythroseptica*. Oben spontan befallene, unten künstlich infizierte Kartoffelknollen nach 6 Tagen, links Kontrolle

Stämmen 1 und 30 schwache, hellbraune, mit Stamm 29 starke, dunkelbraune Faulstellen auf (vgl. Abb. 4); an Apfelsinen verursachten nur die Isolate 1 und 29 eine mäßige Weichfäule.

#### Vorkommen und Bedeutung in Iran

Bisher ist *Ph. erythroseptica* in Iran lediglich im Zusammenhang mit Fäule von Kartoffelknollen nachgewiesen worden (Scharif und Ershad, 1966; Anonym, 1967 a), und zwar im Hochtal (etwa 2300 m) Damavand bei Teheran, wo die Lufttemperatur selten über 30° C ansteigt. Dort waren allerdings in einzelnen Beständen der Lokalsorte 'Pashandi' etwa 50 % der Knollen befallen. Auch in anderen kühlen Gebieten Irans ist mit dieser *Phytophthora*-Art zu rechnen; entsprechende Symptome hat Karimi (mündl. Mitt., 1969) bei Ardekan/Prov. Fars festgestellt. In wärmeren Gebieten dürfte sie hingegen auf Grund ihrer verhältnismäßig niedrigen Temperaturansprüche kaum Bedeutung haben.

Befallene Knollen stinken und sind weichfaul. Nach dem Aufschneiden färben sie sich — im Gegensatz zu Befall durch *Ph. cactorum* — rasch rosa, später hell- und schließlich dunkelbraun. In der Regel ist unter der Schale um die Augen herum das Gewebe stärker verfärbt. Manchmal werden die faulenden Knollenpartien durch

einen dunklen Saum gegen noch gesundes Gewebe abgegrenzt; auch äußerlich sind Faulstellen gut zu erkennen (vgl. Abb. 30 oben). Später wird die Schale im Befallsbereich rissig, und Saft tritt aus. Nach der Ernte sind infolge der dadurch anklebenden Erdpartikel befallene Knollen auffallend schmutzig und leicht von gesunden zu unterscheiden.

Außer als Erreger einer als „pink rot“ bezeichneten Knollenfäule der Kartoffel (vgl. Whitehead et al., 1953) ist *Ph. erythroseptica* (mit ihren Synonymen nach Waterhouse, 1963) in der Literatur noch an folgenden Wirtspflanzen genannt: *Atropa belladonna* (Alcock, 1926; zit. nach Waterhouse, 1956 u. 1963), *Zantedeschia aethiopica* (Tompkins und Tucker, 1947), *Ricinus communis* (Dastur, 1949), Zuckerrohr (Steib und Chilton, 1950) und Himbeere (Converse und Schwartz, 1968). In Infektionsversuchen erwies sich diese *Phytophthora*-Art außerdem als pathogen an Äpfeln und unreifen Tomaten (Tucker, 1931), an Spinat und Tomatensämlingen (Jones, 1954) sowie an Erbse, weißer Lupine und *Vicia dasycarpa* (Morgan und Johnson, 1965). Über ihre Pathogenität an Wassermelonen, von denen sie ebenfalls isoliert wurde (Ciferri, 1944), ist nichts bekannt.

*Ph. erythroseptica*, hier erstmals für Iran ausführlich beschrieben, ist bisher in Asien lediglich noch in Indien und Indonesien (Anonym, 1965 a) nachgewiesen worden.

### 7. *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary

Diese insgesamt gesehen wirtschaftlich wichtigste, in allen Kontinenten weit verbreitete und als Erreger von Kraut- und Knollenfäule der Kartoffel allgemein bekannte *Phytophthora*-Art wurde erstmalig in Iran 1962 an Kartoffeln und Tomaten in den Provinzen Gilan, Mazandaran und Gorgan am Kaspischen Meer festgestellt (Scharif und Ershad, 1965). Im April 1969 konnte sie im Rahmen der eigenen Untersuchungen auch an Tomaten in Ahvaz (Prov. Khuzestan) nachgewiesen werden (Abb. 31). Vermutlich ist der Pilz dahin aus den Anbaugebieten am Kaspischen Meer verschleppt worden. Im Sommer werden nämlich Tomatenfrüchte von dort angeliefert, weil in Khuzestan wegen der großen Hitze zu dieser Jahreszeit Tomatenpflanzen schlecht gedeihen. Daß *Ph. infestans* (*Ph. infestans* f. sp. *infestans* Waterhouse, 1963) erst neuerdings festgestellt worden ist, verwundert, da zumindest der Tomatenanbau in den genannten Gebieten schon seit Jahrzehnten in größerem Maße betrieben wird.

Die Bedeutung dieser *Phytophthora*-Art ist in Iran im Vergleich zu mitteleuropäischen und anderen Ländern insgesamt gesehen gering. In den Gebieten, in denen die klimatischen Bedingungen *Phytophthora*-Befall ermöglichen, werden Kartoffeln nur wenig angebaut, und an den dort stärker vertretenen Tomaten kam es bisher



Abb. 31. *Ph. infestans*. Spontanbefall an Tomatenfrüchten aus der Provinz Khuzestan

lediglich in den Provinzen am Kaspischen Meer in manchen Jahren zu stärkerem Befall. In den ariden Gebieten, die den größten Teil Irans ausmachen und wo stellenweise Kartoffel- und Tomatenanbau mit Bewässerung in beachtlichem Umfang betrieben wird, ist wegen zu niedriger Luftfeuchtigkeit auch künftig kaum mit Befall durch *Ph. infestans* zu rechnen.

Im Verlauf der eigenen Untersuchungen wurden etwa 15 Proben befallener Blätter und Früchte verschiedener Herkunft überprüft; in allen Fällen handelte es sich eindeutig um *Ph. infestans*. Es erschien nicht erforderlich, diese allgemein bekannte *Phytophthora*-Art näher zu bearbeiten und zu beschreiben.

8. *Phytophthora iranica* n. sp.  
(Abb. 32)

Von dieser Art lag nur ein einziges Isolat (51) vor; es stammt aus einer abgestorbenen Wurzel von *Solanum melongena* aus der Umgebung von Varamin (vgl. Tab. 2 und Abb. 1).

**Morphologie und Kulturverhalten**

**Wachstum** — auf Agarnährböden im Vergleich zu vielen anderen *Phytophthora*-Arten verhältnismäßig langsam; Wuchsbild der Kolonien von der Unterseite gleichmäßig und fast ohne Struktur, von der Oberseite  $\pm$  myzelig; auf Möhrenstücken kaum Luftmyzel, Hyphen flach der Substratoberfläche aufliegend.

**Hyphen** — meist ungleichmäßig dick, mit granuliertem Inhalt, in jungen Stadien unseptiert, aber — wie bei anderen *Phytophthora*-Arten — in alten Stadien, wenn vom Plasma entleert, auch septiert, spitz- bis annähernd rechtwinklig verzweigt, Hyphenbreite auf MDA im Durchschnitt ( $N = 100$ )  $5,2 (4-7) \mu$ .

**Sporangienträger** — schmaler als normale Hyphen, gleichmäßig, im Durchschnitt  $3 (2-4) \mu$  breit, in der Regel sympodial verzweigt, Proliferation nicht festgestellt.

**Zoosporangien** — auf festen Nährböden nur vereinzelt, auf Stücken von Agarkulturen, in flüssige Medien gebracht, dagegen reichlich; in der Gestalt recht variabel, meist ei-, manchmal auch umgekehrt birnförmig, elliptisch, fast rund oder gelegentlich unregelmäßig geformt; überwiegend terminal, selten interkalar, mit einer Papille, manchmal auch mit zwei, ausnahmsweise sogar drei verhältnismäßig großen, hervorstehenden oder halbmondförmigen Papillen; sie keimen sowohl direkt als auch indirekt; ihre Größe beträgt im Durchschnitt ( $N = 200$ )  $47,9 \times 36,8 (30-72 \times 22$  bis  $51) \mu$ , das Verhältnis Länge : Breite liegt bei  $1,3 : 1$ .

**Chlamydosporen** — schon bald, aber nicht zahlreich gebildet, kugelig, meist interkalar, selten terminal, bräunlich, im Vergleich zu anderen *Phytophthora*-Arten dünnwandig, im Schnitt  $28,7 (17-41) \mu$  groß.

**Oogonien** — in MDA und anderen festen Nährmedien bereits nach wenigen Tagen reichlich, annähernd kugelig, fast hyalin oder leicht bräunlich, ziemlich gleichmäßig granuliert, glattwandig, im Durchschnitt ( $N = 100$ ) auf MDA  $34 (21-45) \mu$  groß.

**Antheridien** — überwiegend paragyn, viele amphigyn, an jedem Oogonium ein Antheridium, ausnahmsweise auch zwei, paragyne meist in der Nähe des Oogonium-Halses; in der Form elliptisch, eiförmig, annähernd kugelig oder auch unregelmäßig, mit fast hyalinem, granuliertem Inhalt, auf MDA im Durchschnitt ( $N = 100$ )  $14,7 \times 12,7 (11-21 \times 8-19) \mu$  groß.

**Oosporen** — kugelig, glattwandig, füllen Oogonien nicht aus, im Schnitt ( $N = 100$ )  $29,3 (15-37) \mu$  groß, leicht bräunlich; Oosporenwand — besonders Epispor — dunkler und  $3,0 (1-5) \mu$  dick.

**Temperaturverhalten** (Abb. 21) — wurde mit  $10^\circ$  als Minimum,  $27,5^\circ$  als Optimum und  $35^\circ C$  als Maximum ermittelt. Obwohl der Pilz in Kultur unter

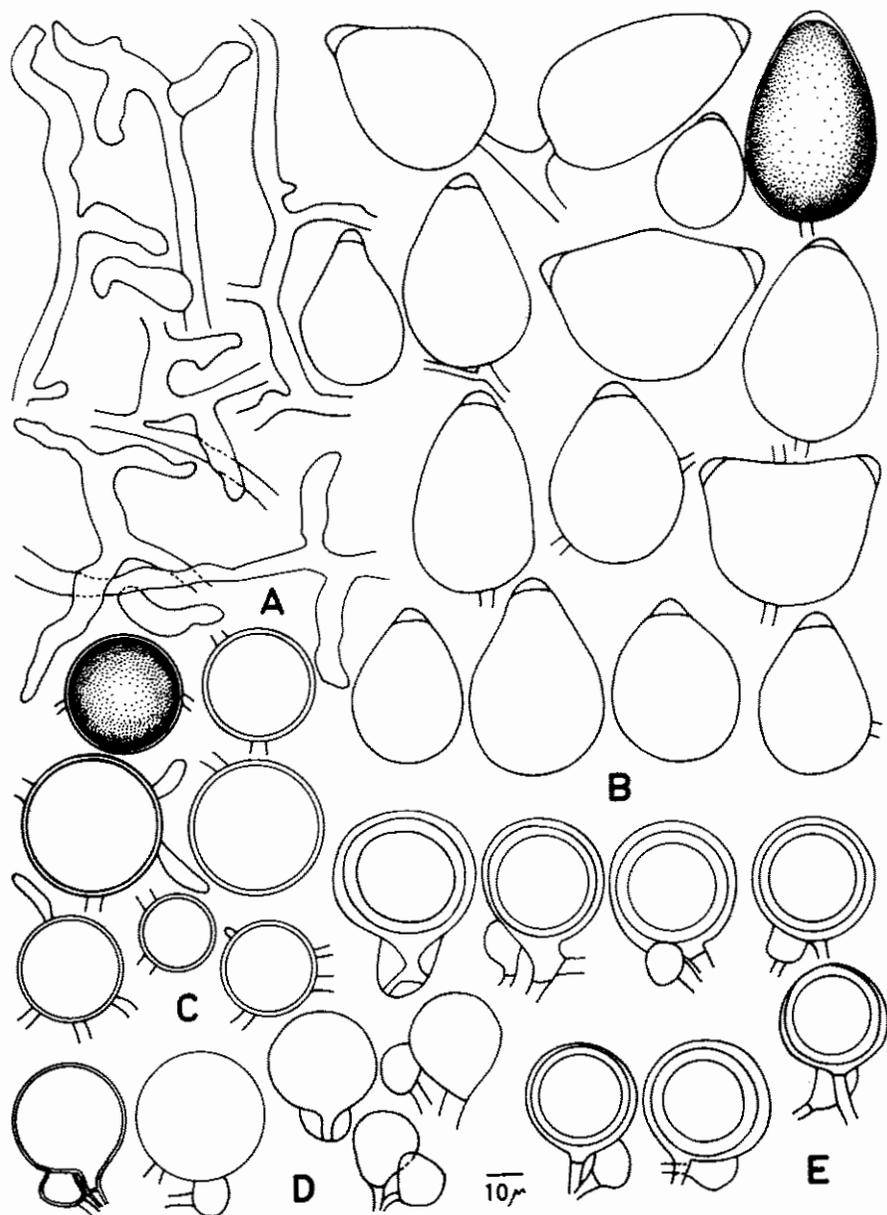


Abb. 32. *Ph. iranica*. Hyphen (A), Zoosporangien (B), Chlamydosporen (C), Oogonien (D), Oosporen (E), (500 : 1)

10° C nicht mehr wächst, scheint er in der Natur auch kältere Perioden zu überdauern, da an seinem Fundort zeitweilig Temperaturen unter 0° C herrschen.

Diese *Phytophthora* gehört wegen der großen Papillen ihrer Zoosporangien und der überwiegend paragynen Antheridien in diejenige der von Waterhouse (1963) charakterisierten Gruppen, die bisher als einzige Art *Ph. cactorum* enthielt. Von dieser unterscheidet sich der vorliegende Pilz jedoch durch die zahlreich vorkommenden amphigynen Antheridien, im Durchschnitt größere Oogonien und Oosporen (sowie auch Zoosporangien), die wesentlich dickere Oosporenwand, die höheren Temperatursprüche und dadurch, daß sich die Zoosporangien nicht von den Trägern lösen. Merkmale der beiden Arten sind in Tab. 25 gegenübergestellt.

Tab. 25. Vergleich zwischen *Ph. cactorum* und *Ph. iranica*  
(Größen in Mikron)

Merkmal	<i>Ph. cactorum</i>		<i>Ph. iranica</i>
	Waterhouse 1963	Eigenes Isolat (Nr. 48)	Eigenes Isolat (Nr. 51)
<i>Zoosporangien</i>	30—50 × 28—35 (—40)	24—50 × 19—33	30—72 × 22—51
Durchschnitt	—	35,5 × 27,0	47,9 × 36,0
Länge : Breite	1,3—1,4 : 1 abfallend	1,33 : 1 abfallend	1,3 : 1 nicht abfallend
<i>Chlamydosporen</i>	33 (—53)	—	28,7 (17—41)
<i>Oogonien</i>	25—32 (—42)	24—35	21—45
Durchschnitt	—	29,5	34,0
<i>Antheridien</i>	12 (—21) × 13	9—20 × 7—13	11—21 × 8—19
Durchschnitt	—	13,1 × 10,1	14,7 × 12,7
<i>Oosporen</i>			
Durchmesser	20—26	24,6 (18—30)	29,3 (15—37)
Wanddicke	2,0	1,7 (1—2)	3,0 (1—5)
<i>Kardinalpunkte</i> (in ° C)			
Minimum	2	< 2,5	10
Optimum	25	25	27,5
Maximum	30	30—32,5	35

Der iranische Stamm 51 stimmt auch mit keiner anderen bisher beschriebenen *Phytophthora*-Art ausreichend überein. Er wird daher als neue Art angesehen und wie folgt beschrieben:

*Phytophthora iranica* n. sp.  
(Abb. 32)

Coloniae aliquantum globosae ad agarum dauci, crescentes tarde, paene sine structura.

Hyphae hyalinae, continuae, dissimilis, 4—7  $\mu$  latae.

Sporangiophorae uniformes, tenues, 2—4  $\mu$  diametro, saepe ramificatione sympodiali.

Sporangia numerosa ad agarum dauci in aqua dest. evoluta, terminales rare intercalares, in forma et magnitudine variabilia, ovoidea, obpyriformia, ellipsoidea vel subsphaerica, 30—72  $\times$  22—51  $\mu$  (post 200 mensurationes medietas erat 47,9  $\times$  36,8  $\mu$ ), longitudinis 1,3  $\times$  latudinis; papillae (rare 2) conspicuae eminentes; sporangia non a sporangiophoris solventes.

Chlamydosporae brevi tempore sed rarae formatae, parietibus tenuibus, 17—41  $\mu$  diametro (post 100 mensurationes medietas erat 28,7  $\mu$ ), sphaericae, intercalares rare terminales.

Oogonia sphaerica, numerosa in cultura singula facta, 34 (21—45)  $\mu$  diametro.

Antheridia plerumque paragynosa, prope locum originis oogoniorum erumpentes, ellipsoidea, ovoidea, subsphaerica, 11—21  $\times$  8—19  $\mu$  (post 100 mensurationes medietas erat 14,7  $\times$  12,7  $\mu$ ).

Oosporae sphaericae, apertoticae, 15—37  $\mu$  diametro (post 100 mensurationes medietas erat 29,3  $\mu$ ), subhyalinae vel pallidae subfuscae, pariete flavo-brunnea, 3 (1—5)  $\mu$  crassa.

Crescit inter 10° et 35°, optime ad 27,5° C.

Hab. in rad. putr. *Solani melongenae* L.; Varamin prope Teheran, Persia; leg. et col. Ershad; V/1969.

### Nachweis der Pathogenität

In Infektionsversuchen wurde das Isolat (51) von *Ph. iranica* an jungen Pflanzen von *Solanum melongena* sowie an Kartoffelknollen, Zuckerrüben, Tomaten-, Gurken-, Apfelsinen- und Apfelfrüchten auf seine Pathogenität geprüft. An Eierfruchtplanzen traten selbst nach einer Versuchsdauer von 50 Tagen keine Krankheitssymptome auf; an Gurken, Apfelsinen und Äpfeln waren die Infektionsversuche ebenfalls erfolglos. Bei inokulierten Kartoffelknollen (Abb. 33) entstand dagegen eine Weichfäule. Nach dem Aufschneiden färbten sich die befallenen Gewebepartien — ähnlich wie bei *Ph. erythroseptica* — an der Luft rasch rosa, später bräunlich. Für Zuckerrüben erwies sich *Ph. iranica* als schwach bis mäßig virulent (vgl. Abb. 4). Von 6 reifen, unverletzten Tomatenfrüchten zeigte nach 5 Tagen lediglich eine einzige Frucht eine mäßige Fäule, etwa so wie bei Infektion mit *Ph. cactorum*. Die Ergebnisse der Infektionsversuche lassen erkennen, daß auch hinsichtlich der Pathogenität *Ph. iranica* nicht mit *Ph. cactorum* übereinstimmt; denn *Ph. cactorum* ist als Fäuleerreger an Gurken-, Apfelsinen- und Apfelfrüchten nachgewiesen, und die von ihr an Kartoffel verursachten Faulstellen verfärbten sich an der Luft nicht rosa.

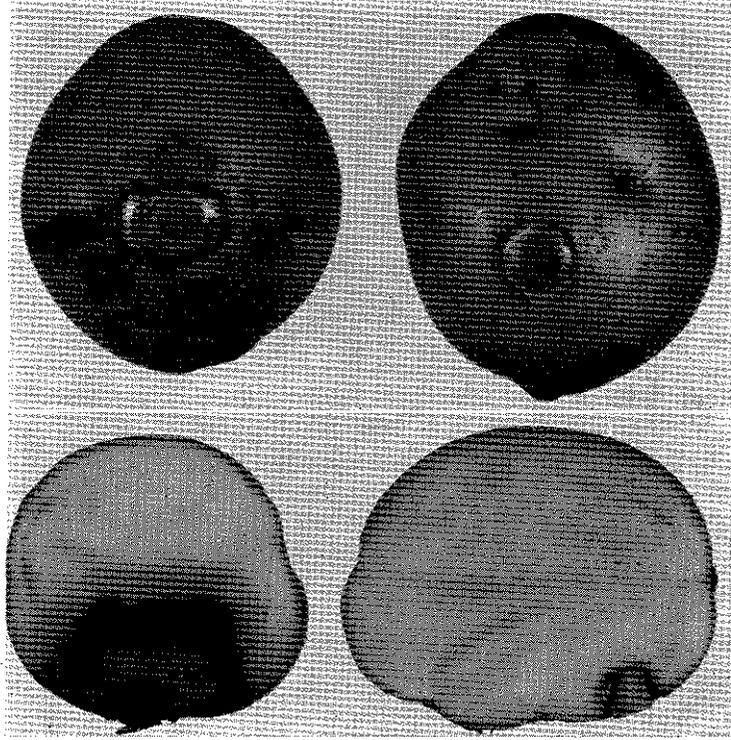


Abb. 33. *Ph. iranica*. Infektionsversuch mit Kartoffelknollen nach 6 Tagen; Knollen von außen (oben), im Schnitt (unten); rechts Kontrolle

#### Vorkommen und Bedeutung in Iran

Diese *Phytophthora*-Art ist erstmalig und nur ein einziges Mal in Iran nachgewiesen worden, und zwar an abgestorbenen Wurzeln von *Solanum melongena*. Bisher scheint sie praktisch keine Bedeutung erlangt zu haben, zumal sie sich an dieser Pflanzenart als nicht pathogen erwies.

9. *Phytophthora nicotianae* van Breda de Haan var. *parasitica* (Dastur)  
Waterhouse

(Abb. 35)

Von dieser Art lagen insgesamt 17 Isolate vor. Sie stammen von Kartoffelknollen (2, 22), *Ailanthus altissima* (3), *Dianthus caryophyllus* (4), *Malus sylvestris* (13), *Lycopersicon esculentum* (14, 53), *Sesamum indicum* (23, 27, 43), *Araucaria araucana* (24), *Solanum melongena* (28), *Citrus* spec. (31, 39), *Washingtonia filifera* (44), *Nicotiana rustica* (50) und *Nicotiana* spec. („Tschopogh“ Tabak) (57), aus verschiedenen Gebieten (vgl. Tab. 2 und Abb. 1).

**Morphologie und Kulturverhalten**

**Wachstum** — auf den verwendeten Agarnährböden verhältnismäßig langsam, Kolonien bei den meisten Stämmen von der Unterseite blumenkohlartig (Abb. 34), bei den Isolaten 4 und 28 weniger ausgeprägt, manchmal konzentrisch, und bei 44 fast ohne Struktur, von der Oberseite zunächst fast ohne Luftmyzel, später leicht flaumig, auf Möhrenstücken — bis auf die Stämme 4 und 28, die sie watteartig bewuchsen, — ebenfalls blumenkohlartig. Entsprechende Wuchsbilder hatten u. a. *Leonian* (1925) und *Tucker* (1931) festgestellt, nach *Waterhouse* (1963) ist ein unregelmäßig rosettenartiger Wuchstyp bei dieser *Phytophthora* üblich.

**Hyphen** — in jungen Stadien ziemlich gleichförmig, in älteren oft unregelmäßig verdickt und baumartig verzweigt, im Luftmyzel dagegen auch später gleichförmig und dünner, spitz- bis fast rechtwinklig verzweigt; Hyphenbreite s. Tab. 26.

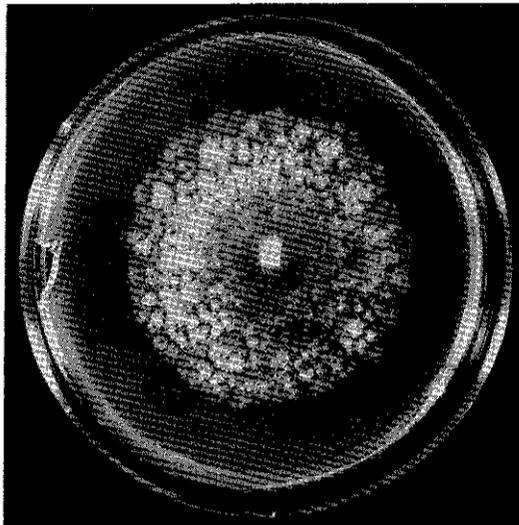


Abb. 34. *Ph. nicotianae* var. *parasitica*. Ausgeprägt blumenkohlartiger Wuchstyp einer Kolonie auf PDA

Sporangienträger — deutlich schlanker als normale Hyphen, in der Regel sympodial, gelegentlich auch unregelmäßig verzweigt, im Durchschnitt ( $N = 100$ )  $3 (1-6) \mu$  breit.

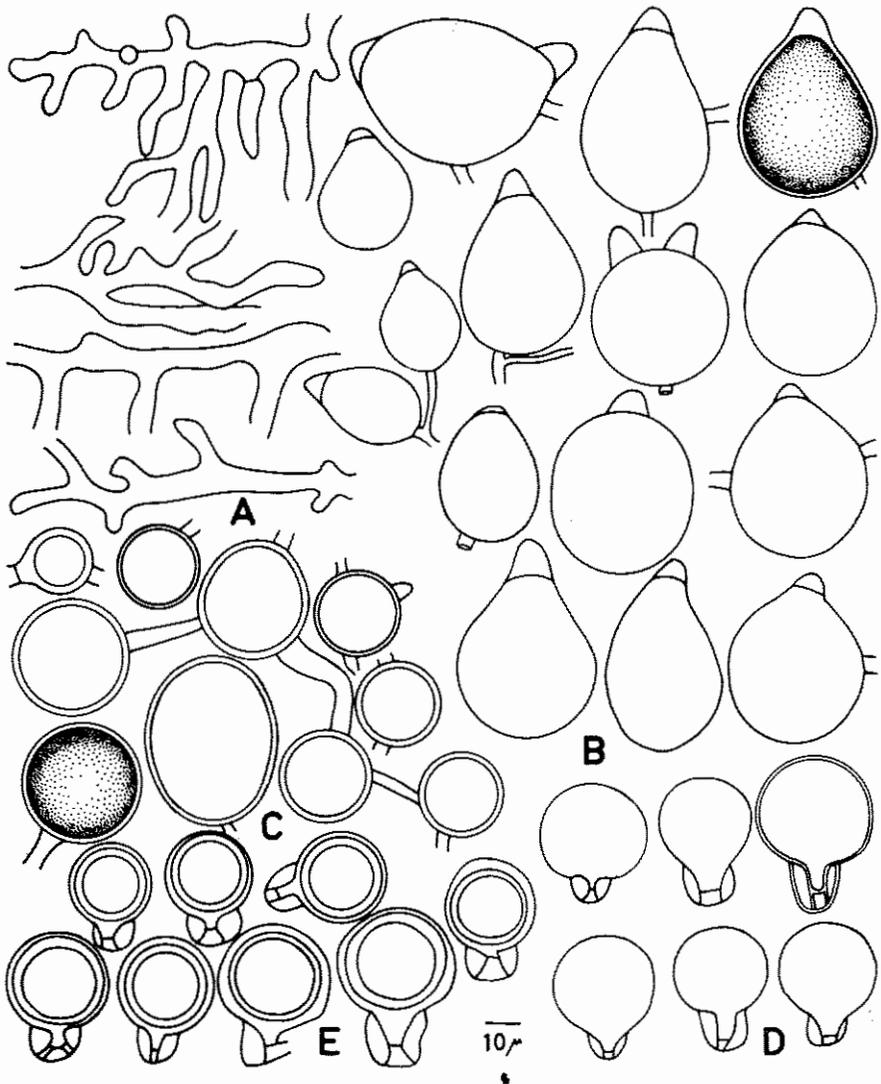


Abb. 35. *Ph. nicotianae* v. *parasitica*. Hyphen (A), Zoosporangien (B), Chlamydosporen (C), Oogonien (D), Oosporen (E), (500 : 1)

Tab. 26. Hyphenbreite von *Ph. nicotianae* var. *parasitica* auf MDA (N = 100)

Stamm Nr.	Breite in Mikron	
	Durchschnitt	Absolute Schwankung
2	5,1	4—7
3	5,0	3—7
13	7,5	5—12
14	5,3	4—7
23	6,8	5—10
28	8,7	4—15
43	9,1	5—15
44	4,8	3—6

Zoosporangien — in flüssigen Medien sehr reichlich, auch auf festen häufig, dort erst an mindestens 24 Stunden altem Myzel, kugelig, elliptisch oder eiförmig, manche auch umgekehrt birnförmig, wie von Waterhouse (1963) für *Ph. nicotianae* var. *nicotianae* angegeben, überwiegend terminal, mit einer Papille oder gelegentlich auch zwei hervorstehenden, verhältnismäßig großen Papillen, Basis der Sporangien rund, nie zugespitzt; lösen sich manchmal von den Trägern, dann mit kurzer Fußzelle, keimen in flüssigen Medien meist indirekt. Die Größe der Sporangien geht aus Tab. 27 hervor.

Tab. 27. Größe und Verhältnis Länge/Breite der Zoosporangien bei *Ph. nicotianae* var. *parasitica* von MDA (N = 100)

Stamm Nr.	Größe in Mikron		Verhältnis Länge : Breite
	Durchschnitt	Absolute Schwankung	
2	34,2 × 25,6	20—52 × 15—42	1,33 : 1
3	41,1 × 30,2	23—63 × 19—40	1,36 : 1
4	40,8 × 32,2	28—56 × 23—45	1,26 : 1
13	35,2 × 26,9	24—47 × 17—37	1,30 : 1
14	43,1 × 32,0	30—63 × 21—41	1,39 : 1
23	39,5 × 29,1	22—56 × 19—37	1,35 : 1
24	40,0 × 28,6	31—52 × 19—38	1,40 : 1
28	42,8 × 27,2	30—56 × 20—43	1,57 : 1
31	46,8 × 34,2	17—70 × 16—45	1,37 : 1
39	38,5 × 29,7	23—56 × 17—42	1,30 : 1
43	37,8 × 28,1	25—58 × 19—36	1,34 : 1
44	33,2 × 25,1	33—49 × 13—41	1,32 : 1
57	36,9 × 25,1	22—55 × 16—35	1,46 : 1

Chlamydosporen — reichlich, aber erst nach 2—3 Wochen gebildet, kugelig oder fast kugelig, interkalar oder terminal, hell- bis dunkler braun; Größe s. Tab. 28.

Tab. 28. Größe der Chlamydosporen bei *Ph. nicotianae* var. *parasitica* von MDA (N = 100)

Stamm Nr.	Größe in Mikron	
	Durchschnitt	Absolute Schwankung
2	30,4	18—47
3	29,0	18—40
4	30,7	15—45
13	30,9	20—44
22	27,7	12—40
24	32,3	18—45
27	29,0	15—40
44	19,4	13—30

Oogonien — in Einzelhyphenkulturen nur bei Stämmen 4 und 44 gebildet, bei allen anderen Hauptfruchtformen erst nach Zusammenwachsen mit Stämmen 39 bzw. 23, und zwar nach 1—2 Wochen, entlang der Kontaktzone zwischen den verschiedenen Kulturen; kugelig, glattwandig und fast hyalin; Größe geht aus Tab. 29 hervor.

Tab. 29. Größe der Oogonien von *Ph. nicotianae* var. *parasitica* auf MDA (N = 100)

Stamm Nr.	Größe in Mikron	
	Durchschnitt	Absolute Schwankung
2	26,0	21—38
3	28,5	23—38
4	25,2	19—33
13	27,0	23—32
23	27,3	21—30
24	27,9	23—32
27	29,1	25—36
31	30,7	25—37
43	22,6	25—32
44	25,6	16—30
57	28,6	25—33

Antheridien — immer amphigyn, elliptisch, kugelig, eiförmig oder auch unregelmäßig geformt, fast hyalin; die ermittelten Größen sind in Tab. 30 zusammengestellt.

Tab. 30. Größe der Antheridien von *Ph. nicotianae* var. *parasitica* auf MDA  
(N = 50)

Stamm Nr.	Größe in Mikron	
	Durchschnitt	Absolute Schwankung
2	11,3 × 11,1	5—17 × 8—14
3	12,2 × 12,6	9—17 × 10—15
4	16,4 × 14,8	10—26 × 10—19
13	12,2 × 11,7	8—17 × 9—14
23	13,0 × 11,6	9—22 × 8—16
24	13,3 × 13,2	9—19 × 10—16
27	13,3 × 12,4	10—18 × 10—16
31	12,7 × 12,2	9—17 × 9—15
43	11,6 × 11,8	9—16 × 9—15
44	12,4 × 11,7	8—16 × 8—15
57	13,4 × 12,6	8—18 × 9—15

Oosporen — kugelig, fast hyalin, später ± gelblich, glattwandig, füllen Oogonien nicht aus; Größe und Wanddicke gehen aus Tab. 31 hervor.

Tab. 31. Größe und Wanddicke der Oosporen von *Ph. nicotianae* var. *parasitica*  
auf MDA (N = 50)

Stamm Nr.	Oosporen		Wanddicke	
	Durchschnitt	Schwankung	Durchschnitt	Schwankung
4	22,2	15—30	2,3	2,0—3,0
13	20,8	17—26	2,7	1,5—3,5
23	21,4	17—24	2,1	1,0—3,0
31	24,1	21—27	2,6	2,0—4,0
44	24,5	15—30	2,0	1,0—5,0

Temperaturverhalten (Abb. 21) — stimmte bei den iranischen Stämmen weitgehend überein: Maximum bei 37,5°, Minimum bei 7,5° und Optimum zwischen 27,5 und 32,5° C.

Die 17 zu *Ph. nicotianae* var. *parasitica* gestellten iranischen Stämme passen nur in die von Waterhouse (1963) durch große Papillen und amphigyne Antheridien gekennzeichnete Gruppe. Obwohl bei den Stämmen 28 und 57 das Verhältnis Länge/Breite der Zoosporangien größer als 1,4:1 ist und bei einigen die Oogonien- und Oosporenmaße etwas über den von Waterhouse (1963) angegebenen liegen, kann es sich um keine anderen *Phytophthora* dieser Gruppe handeln. Es scheiden aus: wegen des Temperaturmaximums von 37,5° C und der Sporangienform *Ph. beveae*, *Ph. meadii*, *Ph. mexicana* und *Ph. palmivora*; wegen der Sporangienform und der reichlich vorhandenen Chlamydosporen *Ph. capsici*; wegen des Temperaturmaximums von 37,5° C *Ph. arecae*, *Ph. boehmeriae* und *Ph. citrophthora*; und wegen fehlender





Abb. 36. *Ph. nicotianae* var. *parasitica*. Rechts spontan befallene, links künstlich infizierte *Sesamum*-Pflanzen nach 5 Tagen (außen Kontrolle)

malig *Ailanthus altissima* als Wirtspflanze von *Ph. nicotianae* var. *parasitica* nachgewiesen. Bei *Washingtonia filifera* führte die Inokulation mit Stamm 44 an der Basis des Blattstieles zum Absterben des Blattes (vgl. Darley und Wilbur, 1953). Von den mit Stamm 4 inokulierten Nelkenpflanzen waren etwa 50 % der verletzten und unverletzten nach einem Monat verwelkt; am Stengelgrund trat eine leicht wäßrige Fäule ein, und an den Inokulationsstellen war das Gewebe unter der Rinde bräunlich verfärbt (vgl. Hine und Aragaki, 1962; Anonym, 1967 b; Tramier und Andreoli, 1969). An Tabakspflanzen (Sorte 'Trabusan') riefen die Isolate 4, 28 und die von *Nicotiana* stammenden 50 und 57 in einem über 3 Monate laufenden Versuch keine Krankheitssymptome hervor. Für *Sesamum indicum* erwiesen sich die 3 von dieser Pflanzenart isolierten Stämme 23, 27 und 43 als pathogen (Abb. 36); die ersten befallenen Pflänzchen waren bereits nach 3 Tagen zu erkennen, und bei Versuchsende nach 20 Tagen waren 33—40 % der unverletzt und 40—60 % der verletzt inokulierten Pflanzen abgestorben. An etwa zweijährigen Apfelbäumchen rief Stamm 13 in einem Versuch von 8 Monaten Dauer keinen Befall hervor. Eierfruchtpflanzen wurden von dem aus einer abgefallenen Frucht isolierten Stamm 28 nicht befallen; an Früchten rief dieses Isolat jedoch innerhalb weniger Tage eine kräftige Fäule hervor, wobei das faulende Gewebe um die Infektionsstelle herum heller wurde (vgl. Reitsma und Slooff, 1947; Sarejanni, 1952; Katsura und Tokura, 1953). An Kartoffelpflanzen waren Infektionsversuche mit den zwei geprüften, von Knollen stammenden Isolaten 2 und 22 erfolglos; an verletzten Kartoffelknollen riefen diese und alle anderen Stämme jedoch eine Fäule hervor, die der von *Ph. erythroseptica* verursachten weitgehend entsprach. An Tomatenpflanzen erwiesen sich in 3 verschiedenen Versuchen die Stämme 14 und 53, die davon isoliert worden waren, als pathogen, allerdings nur nach Verletzung; bereits nach 2 Tagen zeigte sich der erste Befall, und nach 20 Tagen waren alle verletzten,

inokulierten Pflanzen abgestorben. Bei Tomatenfrüchten verursachten alle 17 Isolate eine Fäule, etwa wie auch andere hier beschriebene *Phytophthora*-Arten. Gurkenfrüchte wurden von allen Stämmen befallen, von den meisten aber nur schwach; lediglich 5 riefen leicht eingesenkte, unter der Schale bräunlich verfärbte Faulstellen hervor (vgl. Abb. 4). An Zuckerrüben verhielten sich die Stämme unterschiedlich: 3, 23, 24 und 27 erwiesen sich als nicht pathogen, 22, 28 und 31 als schwach und die anderen als mäßig virulent (vgl. Abb. 4). Die an Apfelsinen von allen Stämmen verursachte Bräunfäule war von der, die nach Inokulation mit *Ph. citrophthora* entstand, nicht zu unterscheiden.

### Vorkommen und Bedeutung in Iran

*Ph. nicotianae* var. *parasitica* ist nach *Ph. drechsleri* die in Iran am häufigsten nachgewiesene *Phytophthora* und weit verbreitet — vom Kaspischen Meer bis Südiran; denn sie kann verhältnismäßig hohe Temperaturen vertragen. Welche wirtschaftliche Bedeutung als Krankheitserreger dieser Pilz bisher erlangt hat, läßt sich nicht sicher sagen. Wahrscheinlich ist sie am größten beim Komplex „Citrus-Gummosis“, in den Anbaugebieten am Kaspischen Meer (s. *Ph. citrophthora*). Auch im Zusammenhang mit Wurzel- und Stengelgrundfäule an *Sesamum* (vgl. Abb. 36), die in einigen Anbaugebieten Persiens vorkommt und in einzelnen Beständen erheblichen Schaden verursacht hat — bis zu 50% vor der Reife abgestorbene Pflanzen —, dürfte *Ph. nicotianae* var. *parasitica* eine  $\pm$  große Rolle spielen (vgl. Kranti et al., 1963; Gemawat und Prasad, 1964). Als Krankheitserreger an Tomatenpflanzen (vgl. McKay, 1949; Satour und Butler, 1967; Aleksić, Aleksić und Sutić, 1969) hat sie sich bisher wirtschaftlich kaum ausgewirkt und in den anderen Fällen praktisch überhaupt keine Bedeutung erlangt. Da dieser Pilz mit etwa 130 Pflanzenarten aus 58 Familien (Waterhouse und Waterston, 1964c; Anonym, 1968a) einen außerordentlich weiten Wirtspflanzenkreis hat, ist jedoch auch in Iran mit Befall an anderen, hier nicht genannten Pflanzen zu rechnen.

Die erstmalig für Iran und an *Ailanthus* als neue Wirtspflanze nachgewiesene *Ph. nicotianae* var. *parasitica* ist seit Jahren aus vielen Ländern Asiens, auch aus Israel, bekannt (Waterhouse und Waterston, 1964c) und kürzlich im Libanon (Fruchtfäule an Tomate) ebenfalls festgestellt worden (Saad und Nienhaus, 1969).

10. *Phytophthora palmivora* (Butler) Butler  
(Abb. 37)

Die von dieser Art verfügbaren 3 Isolate (21, 52 und 55) stammen alle aus Teheran, und zwar 21 und 52 von der Stengelbasis welkender *Petunia*-Hybriden, 55 von der Wurzel einer *Pelargonium*-Pflanze (vgl. Tab. 2 und Abb. 1).

**Morphologie und Kulturverhalten**

**Wachstum** — auf Agarnährböden langsamer als das von *Ph. cryptogea* und *Ph. drechsleri*; Wuchsbild der Kolonien von der Unterseite fast ohne Struktur oder leicht geflammt, von der Oberseite nur wenig myzelig, Luftmyzel besonders bei den Stämmen 52 und 55 nesterartig verteilt; Möhrenstücke mehltauartig überzogen, kaum Luftmyzel vorhanden.

**Hyphen** — fein, ziemlich gleichförmig, spitz- bis fast rechtwinklig verzweigt, auf MDA im Durchschnitt (N = 300) 3,7 (2,5—6)  $\mu$  breit.

**Sporangienträger** — schlank, kaum von normalen Hyphen zu unterscheiden, durchschnittlich 3,2 (2—6)  $\mu$  breit, meist dicht oder locker sympodial verzweigt.

**Zoosporangien** — entstehen reichlich in flüssigen Medien und auch auf festen Nährböden, auf diesen besonders bei Stämmen 52 und 55 nesterartig gehäuft und mit bloßem Auge erkennbar, meist terminal, nur ausnahmsweise interkalar, überwiegend länglich-elliptisch oder -eiförmig, selten umgekehrt birnförmig oder von unregelmäßiger Gestalt, mit verhältnismäßig großer, deutlich hervorstehender, manchmal auch halbmondförmiger Papille; sie lösen sich leicht von den Trägern, wobei fast immer ein kleines, im Schnitt 4,4 (2—9)  $\mu$  langes Stück des Trägers (Fußzelle) am Sporangium haften bleibt; Keimen in der Regel indirekt, auf festen Nährböden direkt, gewöhnlich an oder in der Nähe der Papille, manchmal entsteht dann ein zweites Sporangium oder eine Chlamydospore; die ermittelten Größen und Verhältnisse Länge : Breite gehen aus Tab. 33 hervor.

Tab. 33. Größe und Verhältnis Länge/Breite der Zoosporangien bei *Ph. palmivora* auf MDA (N = 100)

Stamm Nr.	Größe in Mikron		Verhältnis Länge : Breite
	Durchschnitt	Absolute Schwankung	
21	45,6 $\times$ 28,7	27—60 $\times$ 22—35	1,59 : 1
52	45,1 $\times$ 23,9	27—62 $\times$ 19—37	1,88 : 1
55	43,7 $\times$ 22,2	32—60 $\times$ 16—33	1,90 : 1

Die für die Stämme 52 und 55 ermittelten Verhältnisse Länge/Breite liegen zwar über den von Waterhouse (1963) angegebenen, aber innerhalb der aus der Literatur ersichtlichen großen Variationsbreite von 1,2—2,03 : 1 (s. Tab. 34).

Chlamydosporen — bereits früh und zahlreich gebildet, kugelig, meist terminal, seltener interkalar, bräunlich, im Schnitt (N = 300) auf MDA 28,9 (14—43)  $\mu$  groß.

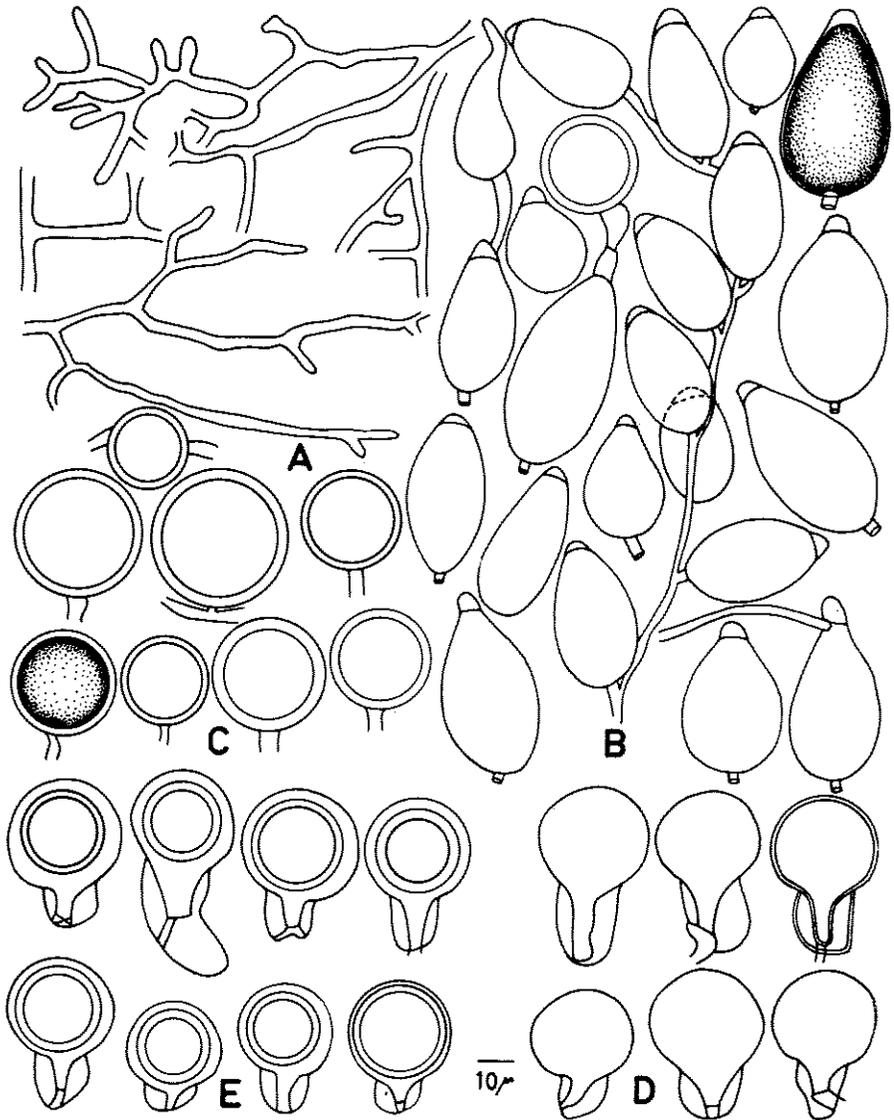


Abb. 37. *Ph. palmivora*. Hyphen (A), Zoosporangien (B), Chlamydosporen (C), Oogonien (D), Oosporen (E), (500 : 1)

**Oogonien** — traten bei den vorliegenden Stämmen weder in jungen noch in alten (bis 1 Jahr) Kulturen auf, auch nicht, wenn sie miteinander oder mit 2 eigenen Isolaten von *Ph. nicotianae* v. *parasitica* (13 und 39) sowie einem Stamm von *Ph. nicotianae* v. *nicotianae* (BBA Nr. 10 534) zusammengebracht wurden (vgl. Waterhouse, 1963); Hauptfruchtformen entstanden lediglich nach Kreuzung mit dem BBA-Stamm Nr. 11 089 von *Ph. palmivora*, und zwar Oogonien mit amphigynen Antheridien nach 10 Tagen; Oogonien annähernd kugelig, anfangs fast hyalin, später leicht gelblich, im Durchschnitt ( $N = 300$ ) auf MSA 28,6 (23—37)  $\mu$  groß.

**Antheridien** — amphigyn, ziemlich variabel, meist elliptisch bis fast kugelig, manche annähernd dreieckig, einzelne auch unregelmäßig geformt, fast hyalin, im Durchschnitt ( $N = 300$ ) auf MSA  $16,0 \times 14,0$  ( $11-35 \times 10-21$ )  $\mu$  groß.

**Oosporen** — kugelig, bräunlich, füllen nur gelegentlich Oogonien nahezu aus (vgl. dagegen Waterhouse, 1963); ihr Durchmesser beträgt im Schnitt ( $N = 300$ ) auf MSA 23,4 (18—31)  $\mu$ , die Wanddicke 2,1 (1,5—3,5)  $\mu$ .

**Temperaturverhalten** (Abb. 21) — stimmt bei den 3 Isolaten hinsichtlich des Minimums bei 12,5 und des Maximums bei 35° C völlig überein, das Optimum liegt bei den Stämmen 21 und 52 bei 27,5, bei Stamm 55 mit 25° C etwas niedriger. Die 3 iranischen Stämme von *Ph. palmivora* entsprechen demnach in ihren Temperaturansprüchen Pilzen aus tropischen Gebieten. Sie wurden zwar von Freilandpflanzen isoliert, doch ist fraglich, ob sie im Boden überwinterten; denn in den vorliegenden Fällen können sie mit den Pflanzen aus Gewächshäusern verschleppt worden sein.

Insgesamt gesehen stimmen die drei Stämme aus Iran recht gut mit den Angaben für *Ph. palmivora* von Waterhouse (1963) überein, wenn man von dem bei den Stämmen 52 und 55 etwas abweichenden Verhältnis Länge : Breite der Zoosporangien absieht, zumal dieses innerhalb der für diese Art in der Literatur angegebenen gesamten Variationsbreite liegt. In Tab. 34 sind die eigenen Befunde den von anderen Autoren ermittelten Werten für die verschiedenen Organe und die Kardinalpunkte von *Ph. palmivora* gegenübergestellt.

Dabei wurde auch *Ph. botryosa* Chee (1969) berücksichtigt, die sich hauptsächlich durch die in Klumpen gebildeten Zoosporangien und kleinere Chlamydosporen von *Ph. palmivora* unterscheiden soll. Die beiden iranischen Stämme 52 und 55 weisen zwar ebenfalls nesterartig gehäufte Zoosporangien auf, besitzen aber größere Chlamydosporen und nehmen daher eine Mittelstellung ein. Die von Chee (1969) angeführten Merkmale reichen m. E. nicht für eine neue Art aus; denn er hat quantitative Merkmale überbewertet und selbst angegeben, daß manche Stämme von *Ph. palmivora* Zoosporangien ebenfalls in Klumpen gehäuft bilden; außerdem hatten früher andere Autoren auch für *Ph. palmivora* Verhältnisse Länge/Breite der Zoosporangien über 1,64 : 1 ermittelt (vgl. Tab. 34). Da *Ph. palmivora* heute als eine hinsichtlich morphologischer Merkmale sehr variable Sammelart aufzufassen ist, lassen sich ihr auch die Stämme 52 und 55 zwanglos zuordnen und kann *Ph. botryosa* nicht als besondere Art gehalten werden.

Tab. 34. Vergleich der eigenen und von anderen Autoren ermittelten Werte für die verschiedenen Organe von *Ph. palmivora* (Größen in Mikron)

Autor	Zoosporangien Verhältnis Länge : Breite	Oogonien	Oosporen	Chlamydo- sporen	Kardinal- punkte (in °C)
Butler (1919) (n. Waterhouse, 1956)	1,42 : 1	—	35—45	—	—
Ashby (1929)	1,43—2,03 : 1	—	22—24	32—42	—
Tucker (1931)	1,73 : 1	—	—	31,24	10, 27,5—30, 32,5
Schwinn (1959)	—	—	—	34,50	5, 27, 36
Turner (1960)	1,2—1,81 : 1	31	20,3	—	—
Waterhouse (1963)	über 1,4 : 1 (—1,8)	30 (—42)	—	30—35 (—55)	11, 27,5—32, 35
Chee (1969) für <i>Ph. palmivora</i>	1,44 : 1	—	24,8	36,8 (20—44)	< 9, 26, 35
<i>Ph. botryosa</i>	über 1,65 : 1	25 (—30)	22 (—24)	18,7 (14—30)	< 9, 26, > 32
Eigene Befunde (Ø aller 3 Isolate)	1,79 : 1	28,6 (23—37)	23,4 (18—31)	28,9 (14—43)	12,5, 25—27,5, 35

#### Nachweis der Pathogenität

Die Ergebnisse der mit den Stämmen 21, 52 und 55 unternommenen Infektionsversuche sind in Tab. 35 dargelegt.

An Petunien traten in 2 Infektionsversuchen mit allen 3 Stämmen die ersten Symptome schon nach wenigen Tagen auf, und zwar sowohl bei verletzten als auch

Tab. 35. Ergebnisse der Infektionsversuche mit *Ph. palmivora*

Stamm Nr.	<i>Petunia</i> , Stengel- basis	<i>Pelargo- nium</i> , Stengel- basis	Tomate, Frucht	Kartoffel, Knolle	Gurke, Frucht	Zucker- rübe	Apfel- sine
21	+	—	—	+	+	+	+
52	+	—	+	+	+	+	+
55	+	—	—	+	+	+	+



Abb. 38. *Ph. palmivora*. Infektionsversuch mit Petunien nach 5 Tagen, rechts Kontrolle

unverletzten Pflanzen. Die Petunien welkten und starben rasch ab (Abb. 38). Angaben über Befall dieser Zierpflanze lagen bisher nicht vor; *Petunia*-Hybriden wurden daher hier als neue Wirtspflanze für *Ph. palmivora* nachgewiesen.

Für Pelargonien erwies sich der von einer *Pelargonium*-Hybride isolierte Stamm 55 als nicht pathogen; an Tomatenfrüchten verursachte lediglich Stamm 52 eine Fäule mit Symptomen wie bei Infektion mit *Ph. cactorum*. Bei Kartoffeln riefen alle 3 Isolate eine Weichfäule hervor; befallenes Knollengewebe verfärbte sich wie bei *Ph. erythroseptica* an der Luft rasch rosa. An Gurkenfrüchten waren lediglich bei Inokulation mit Stamm 21 die Faulstellen leicht eingesenkt, bei den beiden anderen Isolaten hingegen nur schwach bräunlich verfärbt; an Zuckerrüben erwiesen sich die Stämme 51 und 52 als schwach, Stamm 55 als mäßig virulent (vgl. Abb. 4). Die von allen Isolaten an Apfelsinen verursachten Faulstellen entsprachen im Ausmaß etwa denen, wie sie nach Inokulation mit *Ph. citrophthora* und *Ph. nicotianae* v. *parasitica* entstanden, waren aber weniger stark verfärbt.

#### Vorkommen und Bedeutung in Iran

Die 3 verfügbaren Isolate von *Ph. palmivora* stammten von Petunien und einer *Pelargonium*-Pflanze aus einem Haushof in Teheran und ursprünglich wahrscheinlich aus ein und derselben Gärtnerei. Das Ausmaß des entstandenen Schadens sowie weitere Fälle sind nicht bekannt geworden; Verbreitung und wirtschaftliche Bedeutung von *Ph. palmivora* in Iran läßt sich daher noch nicht übersehen.

Obwohl diese *Phytophthora*-Art der Literatur zufolge einen sehr großen, zumindest 50 verschiedene Gattungen umfassenden Wirtspflanzenkreis hat und in wärmeren Gebieten aller Kontinente — auch in Fernost — beachtliche wirtschaftliche Bedeutung haben kann, war sie bisher im Mittleren und Nahen Osten noch nicht nachgewiesen. Demnach ist durch die eigenen Befunde nicht nur mit *Petunia*-Hybriden eine neue Wirtspflanze von *Ph. palmivora*, sondern auch der Pilz erstmalig in diesem Raum festgestellt worden.

## Zusammenfassung

In den Jahren 1968—1970 wurden alle in Iran als Reinkulturen verfügbaren sowie zahlreiche selbst isolierte Pilz-Stämme der phytopathologisch wichtigen Gattung *Phytophthora* morphologisch untersucht und auf ihre Pathogenität geprüft. Das Material umfaßte insgesamt 56 Isolate verschiedener Herkunft, und zwar von 27 Pflanzenarten aus 16 Familien.

Neben den bereits früher in Iran festgestellten Arten *Ph. erythroseptica*, *Ph. infestans* und *Ph. nicotianae* v. *parasitica* konnten folgende weitere nachgewiesen werden: *Ph. cactorum*, *Ph. capsici*, *Ph. citrophthora*, *Ph. cryptogea*, *Ph. drechsleri*, *Ph. palmivora* und *Ph. iranica*, eine neue Art. Bis auf *Ph. infestans* werden von allen *Phytophthora*-Arten die Stämme iranischer Herkunft eingehend beschrieben und durch Abbildungen veranschaulicht.

Die zum Nachweis der Pathogenität unternommenen Infektionsversuche erstrecken sich zumindest auf die Pflanzenarten und -teile, von denen die Isolate jeweils stammen, sowie auf verschiedene Früchte (Gurke, Tomate, Apfelsine u. a.), Kartoffelknollen und Zuckerrüben. Die Ergebnisse dieser Versuche werden an Hand der vorliegenden Literatur diskutiert. Als neue Wirtspflanzen konnten ermittelt werden: *Diospyros kaki* für *Ph. citrophthora*, *Solanum melongena* für *Ph. cryptogea*, *Cicer arietinum* und *Helianthus annuus* für *Ph. drechsleri*, *Ailanthus altissima* für *Ph. nicotianae* v. *parasitica* sowie *Petunia*-Hybriden für *Ph. palmivora*.

Angaben über Vorkommen und Bedeutung der einzelnen Arten vervollständigen diese erste grundlegende Darstellung der bisher in Iran nachzuweisenden Pilze der Gattung *Phytophthora*.

## Summary

During 1968—1970 all strains of the phytopathologically important genus *Phytophthora* in Iran available as pure cultures as well as numerous freshly isolated strains were investigated with regard to their morphological characters and tested for pathogenicity. The material included 56 strains of different origin, i. e. 27 species of plants belonging to 16 families.

Besides those species formerly registered in Iran, namely *Ph. erythroseptica*, *Ph. infestans*, and *Ph. nicotianae* v. *parasitica*, the following could be found: *Ph. cactorum*, *Ph. capsici*, *Ph. citrophthora*, *Ph. cryptogea*, *Ph. drechsleri*, *Ph. palmivora*, and *Ph. iranica*, a new species. The strains of Iranic origin of these *Phytophthora* species, except *Ph. infestans*, are described and illustrated in details.

The pathogenicity of all strains was checked in infection tests, including at least the original host plant, different kinds of fruits (cucumber, tomato, orange, etc.), potato tubers, and sugar beets. The results of these experiments are discussed on the basis of the existing literature. As new host plants could be identified *Diospyros kaki* for *Ph. citrophthora*, *Solanum melongena* for *Ph. cryptogea*, *Cicer arietinum* and *Helianthus annuus* for *Ph. drechsleri*, *Ailanthus altissima* for *Ph. nicotianae* v. *parasitica*, and *Petunia*-hybrids for *Ph. palmivora*.

Informations on the distribution and importance of each species complete this first basic report on fungi of the genus *Phytophthora* hitherto found in Iran.

## Literaturverzeichnis

- Aleksić, C., Aleksić, Z., et Sutić, D., La pourriture du collet de la tomate provoquée par *Phytophthora* sp. Ann. Phytopath. 1. 1969, (N° Hors-série), 161—169.
- Anastasiou, C. J., and Churchland, L. M., Fungi on decaying leaves in marine habitats. Canad. J. Bot. 47. 1969, 251—257.
- Anonymous, Distrib. Maps Pl. Dis. C.M.I., Kew, No. 277. edition 2, 1961.
- Anonymous, Distrib. Maps Pl. Dis. C.M.I., Kew, No. 35. edition 3, 1962.
- Anonymous, Distrib. Maps Pl. Dis. C.M.I., Kew, No. 83. edition 3, 1965 a.
- Anonymous, Distrib. Maps Pl. Dis. C.M.I., Kew, No. 99. edition 3, 1965 b.
- Anonymous, Distrib. Maps Pl. Dis. C.M.I., Kew, No. 280. edition 2, 1965 c.
- Anonymous, A list of new diseases in Iran. Iran. J. Plant Path. 4. 1967 a, (1), 40.
- Anonymous, A list of new diseases in Iran. Iran. J. Plant Path. 4. 1967 b, (2), 30.
- Anonymous, Plant host-pathogen index to volumes 1—40 (1922—1961), Rev. appl. Mycol. 1968 a.
- Anonymous, Distrib. Maps Pl. Dis. C.M.I., Kew, No. 281. edition 2, 1968 b.
- Anonymous, A list of new diseases in Iran. Iran. J. Plant Path. 5. 1969 a, 11.
- Anonymous, Phytopathological news. Iran. J. Plant Path. 5. 1969 b, 35.
- Ashby, S. F., The oospores of *Phytophthora nicotianae* Br. de Haan, with notes on the taxonomy of *P. parasitica* Dastur. Trans. Brit. mycol. Soc. 13. 1928, 86—94.
- Ashby, S. F., Strains and taxonomy of *Phytophthora palmivora* Butler (*P. faberi* Maubl.). Trans. Brit. mycol. Soc. 14. 1929, 18—38.
- \*Bates, G. R., Branch of botany, plant pathology and seed testing. Rept. Minist. Agric. Rhod. Nyasaland, 1959—1960. 1961, 50—57.
- Blackwell, E., Terminology in *Phytophthora*. C.M.I., Kew, Mycol. Pap. 30. 1949.
- \*Bornmüller, J., Beiträge zur Flora der Elbursgebirge Nord-Persiens. Bull. Herb. Boissier 2, Ser. 8. 1908, 915—930.
- Bouriquet, G., Dadant, R., Bassino, J. P., et Lasoa, Un chancre de l'écorce de l'*Albizia stipulata* à Madagascar. Agron. trop., Paris, 14. 1959, 711—720.
- Braun, H., und Kröber, H., Untersuchungen über die durch *Phytophthora cactorum* (Leb. u. Cohn) Schroet. hervorgerufene Kragenfäule des Apfels. Phytopath. Ztschr. 32. 1958, 35—94.
- \*Buddin, W., The grey bulb rot of tulips and its control. J. Minist. Agric. 44. 1937, 54—59.
- Burrell, R. G., Clayton, C. W., Gallegly, M. E., and Lilly, V. G., Factors affecting the antigenicity of the mycelium of three species of *Phytophthora*. Phytopathology 56. 1966, 422—426.
- Bywater, J., and Hickman, C. J., A new variety of *Phytophthora erythroseptica*, which causes a soft rot of pea roots. Trans. Brit. mycol. Soc. 42. 1959, 513—524.
- Cairns, H., and Muskett, A. E., Pink rot of potato. Ann. appl. Biol. 20. 1933, 381—403.
- Cairns, H., and Muskett, A. E., *Phytophthora erythroseptica* Pethybr. in relation to its environment. Ann. appl. Biol. 26. 1939, 470—480.
- \*Campbell, W. A., and Presley, J. T., Diseases of cultivated guayule and their control. Circ. U.S. Dep. Agric. 749. 1946.
- \*Carranza, J. M., Podredumbre del cuello y raíces de la cineraria (*Senecio cruentus*) producida por *Phytophthora drechsleri*. Rev. Fac. Agron. la Plata, 39. 1963, 1—9.

- Chee, K. H., Variability of *Phytophthora* species from *Hevea brasiliensis*. Trans. Brit. mycol. Soc. 52. 1969, 425—436.
- \*Ciferri, R., Relazione sull'attività del Laboratorio Crittogamico, dell'Osservatorio Fitopatologico e del centro Studi Anticrittogamici durante l'anno 1943. Atti Ist. bot., Univ. Pavia 5. 1944, 279—362.
- Converse, R. H., and Schwartz, C. D., A root rot of red raspberry caused by *Phytophthora erythroseptica*. Phytopathology 58. 1968, 56—59.
- Cooper, D. C., and Porter, C. L., *Phytophthora* blight of peony. Phytopathology 18. 1929, 881—899.
- Critopoulos, P. D., Foot rot of tomato incited by *Phytophthora capsici*. Bull. Torrey bot. Club 82. 1955, 168—182.
- Darley, E. F., and Wilbur, W. D., *Phytophthora* rot of Washington plants. Phytopathology 43. 1953, 469—470.
- Dastur, J. F., *Phytophthora* spp. of potatoes (*Solanum tuberosum* L.) in the Simla Hills. Indian Phytopath. 1. 1949, 19—26.
- Drechsler, C., Foot-rot of *Lilium candidum* and *Lilium pyrenaicum* caused by *Phytophthora cactorum*. Phytopathology 16. 1926, 51—53.
- El-Helaly, A. F., Assawah, M. W., Elarosi, H. M., and Wasfy, E. H., Fruit rots of vegetable marrow in Egypt (United Arab Republic). Phytopath. Mediterranea 7. 1968, 107—115.
- Ershad, D., and Mostowfipoor, P., The die-back or root rot of cucurbits in Iran by *Phytophthora drechsleri* Tucker. Iran. J. Plant Path. 5. 1969, 38—45 u. Ann. Phytopath. 1. 1969 (N° Hors-Série), 177—179.
- Erwin, D. C., *Phytophthora* root rot of safflower in Nebraska caused by *Phytophthora drechsleri*. Plant Dis. Repr. 34. 1950, 306.
- Erwin, D. C., Root rot of alfalfa caused by *Phytophthora cryptogea*. Phytopathology 44. 1954, 700—704.
- Esfandiari, E., Neue iranische Pilze. Sydowia 3. 1951, 366—370.
- Forlot, P., Harranger, J., Payen, J., et Schwinn, F. J., *Phytophthora cryptogea* Pethybr. et Laff., nouvel agent de la pourriture des endives (*Cichorium intybus* L. var. *foliosum* Hegi) en cours de forçage. Phytopath. Ztschr. 56. 1966, 1—18.
- \*Frezzzi, M. J., Las especies de *Phytophthora* en la Argentina. Rev. Invest. agric., B. Aires, 4. 1950, 47—133.
- Gemawat, P. D. (Dabok, Udaipur), and Prasad, N., Further studies on *Phytophthora* blight of *Sesamum*. Indian Phytopath. 17. 1964, 273—283.
- Golato, C., Micoflora persiana. Primo elenco di batteri et miceti nocivi. Riv. Agric. subtrop. trop. 54. 1960, 106—113.
- Hine, R. B., and Aragaki, M., *Phytophthora* wilt of carnation. Phytopathology 52. 1962, 736.
- Jones, W., Pink rot of potato tubers on Vancouver Island. Canad. J. agric. Sci. 34. 1954, 504—506.
- Jørstad, I., Iranian plants collected by Per Wendelbo in 1959, II *Uredinales* and some other parasitic fungi. Arbok Univ. Bergen 11. 1960, 1—33.
- Kaiser, W. J., Danesh, D., et al., Diseases of pluse crops (edible legumes) occurring in Iran. Iran. J. Plant Path. 4. 1968, 2—6.
- \*Katsura, K., A *Phytophthora* rot of watermelon caused by *P. drechsleri*. Sci. Repts. Fac. Saikyo Univ. 10. 1958, 77—85.