

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland, Braunschweig und Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Deutsch-Niederländische Kartoffelsammlung, Braunschweig-Völkenrode

Reaktion von *Solanum*-Wildarten gegenüber dem Erreger der *Phoma*-Fäule der Kartoffelknollen (*Phoma exigua* var. *foveata*)

Reaction of *Solanum* wild species against the cause of *Phoma* rot of potato tubers (*Phoma exigua* var. *foveata*)

Von E. Langerfeld und R. Hoekstra

Zusammenfassung

In sechs Prüffahren wurde die Knollenreaktion von Populationen von mehr als 60 *Solanum*-Arten gegenüber *Phoma exigua* var. *foveata*, einem pilzlichen Trockenfäuleerreger, untersucht. Dabei zeigten sich deutliche Unterschiede in der Resistenz, weniger zwischen den Arten als innerhalb derselben. Die Ergebnisse gaben keinen ausreichenden Hinweis auf das Vorhandensein von absoluter Resistenz (Immunität) bei den untersuchten Arten.

Abstract

The tuber reaction of accessions of more than 60 *Solanum* species against *Phoma exigua* var. *foveata*, a fungal dry rot pathogen, was investigated in six test years. Clear differences in resistance could be detected above all within the species and not between them. The results showed no definite indications of absolute resistance (immunity) of the examined species.

Einleitung

Phoma exigua (Desm.) var. *foveata* (Boerema) Foister (*P. e. foveata*) ist ein pilzlicher Erreger von Trockenfäule an Kartoffelknollen und tritt bevorzugt in den feuchteren, kühleren Regionen Europas auf (COPELAND und FOX, 1987). Über wirtschaftlich bedeutsame Schäden wird vor allem von den Britischen Inseln berichtet (u. a. LANGTON, 1971; BOYD, 1972). In Schweden reicht die wirtschaftliche Bedeutung bis über den Polarkreis hinaus (BANG, 1989). Obwohl verschiedentlich über Knollenfäulen durch *P. e. foveata* in Deutschland berichtet worden ist (BRAUN und VOSS, 1954; KRANZ, 1959; JANKE und ZOTT, 1980), scheint der Erreger hier kein vergleichbares Problem zu sein.

Neben der chemischen Bekämpfungsmöglichkeit durch Knollenbehandlung mit Benzimidazolverbindungen (COPELAND und LOGAN, 1975) und Imazalil (CAYLEY et al., 1981) interessiert vor allem die physiologisch und mechanisch bedingte Widerstandsfähigkeit der Kartoffelsorten. Es lag deshalb nahe, die Knollenreaktion von Herkünften (hier „Mustern“) verschiedener *Solanum*-Arten und -Unterarten gegenüber *P. e. foveata* zu untersuchen. Sortenresistenz gegenüber Schaderregern (Viren, Bakterien, Pilze, Nematoden) konnte in zahlreichen Fällen durch Einkreuzung wilder *Solanum*-Arten und -Unterarten in das Kulturkartoffel-Sortiment erzielt werden (ROSS, 1986).

Material, Methoden

Die geprüften Knollen stammten aus Gewächshaus-Vermehrungen von Mustern verschiedener *Solanum*-Arten und -Unterarten der Deutsch-Niederländischen Kartoffelsammlung im Institut für Pflanzenbau der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft in Braunschweig-Völkenrode. Die Untersuchungen liefen von 1987 bis 1993 (Ausnahme: 1988) im Institut für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Braunschweig-Gliesmarode.

Zur Inokulation wurde ein Gemisch von drei Herkünften des Pilzes aus Westdeutschland verwendet. Dazu wurden ca. drei Wochen alte Kulturen auf Czapek-Dox-Agar (Unipath, Wesel) in gleicher Volumenmenge Leitungswasser mazeriert (Starmix, ½ Minute mittlere Umdrehungszahl). Dieses Mazemat aus Myzelfragmenten und Pyknosporen wurde mit weichem Pinsel auf die Knollenbeschädigungen getupft. Je Muster wurden 10 bis 15 Knollen (1 bis 2 cm Durchmesser) mit einer Muskatreibe flach beschädigt (ca. 1 mm tief) und dann mit der Beschädigung nach oben 6 Wochen lang bei 8,5° bis 9,5°C in Plastikbehältern inkubiert. Die mit Deckel verschlossenen Behälter (20 × 20 × 6 cm) erhielten eine ca. 1 cm hohe Schicht feuchten Sand, um eine feste Position der Knollen (durch Eindrücken derselben) und hohe Luftfeuchtigkeit zu gewährleisten. Zwei gegenüberliegende Luftschlitze (0,5 × 2 cm) erlaubten Luftaustausch. Wegen der relativ geringen Knollengröße wurde die Fäuleausbreitung an den Schnittflächen lediglich geschätzt (vgl. Abb. 1):

- 1 = Infektion gelungen, Erregerausbreitung im Wundbereich lokalisiert.
- 2 = Fäuleausbreitung geringer als die halbe Knollenschnittfläche.

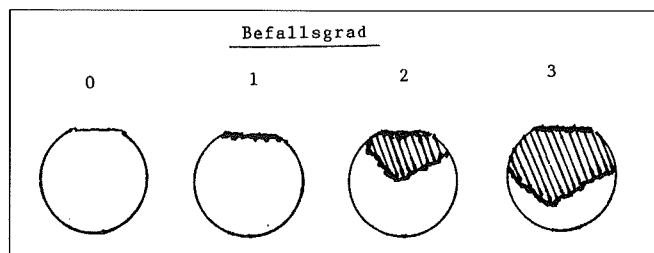


Abb. 1. Bewertung der Fäuleausbreitung an der Knollenschnittfläche (schematisch).

3 = Fäuleausbreitung größer als die halbe Knollenschnittfläche.

Ein Wert „0“ (Infektion nicht gelungen) ergab sich in den vorliegenden Untersuchungen nicht.

Des weiteren wurde der prozentuale Anteil Knollen mit progressiver, also nicht im Wundbereich lokalisierter Fäule registriert.

Beide beschriebenen Bewertungen, „Befallsindex“ und „Anteil fauler Knollen in Prozent“, wurden zur Beurteilung der Muster in Tabellen 1 und 2 verwendet. Aus den Mittelwerten ergaben sich drei „Resistenzgruppen“ (Beispiel 1993):

- I = Befallsindex maximal 1,30, Anteil fauler Knollen maximal 30 %.
= hohe Widerstandsfähigkeit.
- II = Befallsindex 1,31–1,80, Anteil fauler Knollen 31–70 %.
= mittlere Widerstandsfähigkeit.
- III = Befallsindex über 1,80, Anteil fauler Knollen über 70 %.
= geringe Widerstandsfähigkeit.

In den 1993 vorhergehenden Prüfungsjahren mußten die Abgrenzungen, je nach der durchschnittlichen Gesamthöhe des Knollenbefalls, in einigen Fällen leicht verschoben werden.

Tab. 1. Reaktion von *Solanum*-Mustern gegenüber *Phoma exigua* var. *foveata*. 6 Prüfungsjahre, vgl. Text

Serie Art, Unterart	Muster insges.	Anzahl Muster in Resistenz- gruppe		
		I	II	III
<i>bulbocastana</i>				
<i>S. Bulboxastanum</i>	7			7
<i>Circaeifolia</i>				
<i>S. capsicibaccata</i>	1			1
<i>S. circaeifolium</i>	2		1	1
<i>Commersonia</i>				
<i>S. commersonii</i>	3	3		
<i>Cuneolata</i>				
<i>S. infundibuliforme</i>	7	2	3	2
<i>Demissa</i>				
<i>S. demissum</i>	5	4		1
<i>S. papita</i>	2	1		1
<i>S. polytrichum</i>	1			1
<i>S. schenkii</i>	1		1	
<i>S. stoloniferum</i>	2	1		1
<i>Lignicaulia</i>				
<i>S. lignicaule</i>	1			1
<i>Longipedicellata</i>				
<i>S. fendleri</i>	1			1
<i>S. hjertingii</i>	3	1		2
<i>Maglia</i>				
<i>S. maglia</i>	1		1	
<i>Megistacroloba</i>				
<i>S. boliviense</i>	2	1		1
<i>S. megistacrolobum</i>	4	2	2	
<i>S. raphanifolium</i>	2	1		1
<i>S. toralapanum</i>	1			1
<i>Pinnatisecta</i>				
<i>S. brachistotrichum</i>	2	1		1
<i>S. cardiophyllum</i>	5	1	3	1
<i>S. jamesii</i>	2		1	1
<i>S. pinnatisectum</i>	2	1		1
<i>S. trifidum</i>	1		1	
<i>Polyadenia</i>				
<i>S. polyadenium</i>	4	2	2	

Ergebnisse, Diskussion

Soweit mehrere Muster derselben Art bzw. Unterart von *Solanum* geprüft werden konnten, zeigten sich fast durchweg Vertreter in verschiedenen Reaktionsgruppen (Tabelle 1). Auch wenn die vorliegenden Ergebnisse Lücken aufweisen, so kann daraus doch gefolgert werden, daß Reaktionsunterschiede gegenüber *P. e. foveata* weniger zwischen den Arten bzw. Unterarten von *Solanum* als vielmehr innerhalb derselben vorkommen. Reaktionsunterschiede zwischen Sorten von *S. tuberosum* ssp. *tuberosum*, der Kulturkartoffel, beobachtet bereits Alcock und Foister (1936), die den Pilz erstmalig als Fäuleerreger in Schottland beschrieben.

Eine weitere Erkenntnis bestätigt Berichte über sortenbedingte Abwehrreaktionen gegenüber *P. e. foveata*: es gibt deutliche Abstufungen im Resistenzgrad, jedoch keine absolute Resistenz oder Immunität (u. a. MALCOLMSON, 1958; KRANZ, 1959; FOX und DASHWOOD, 1969; LANGTON, 1971; NIELSEN, 1977; BOYD, 1972; HAUSVATER und MUSIL, 1983; SCHEITZA und HOFFMANN, 1986). Auch die in den vorliegenden Untersuchungen mit „1“ bewerteten Knollen weisen „echte“ Infektionen auf, diese waren jedoch im Wundbereich lokalisiert (Abb. 1 und 2). WASTIE et al. (1990) empfehlen bei Prüfung relativ kleiner Knollen als Kriterium ausschließlich den Anteil Knollen mit lokalisierten, also im Wundbereich abgekapselten Infektionen.

Tab. 1. Fortsetzung

Serie Art, Unterart	Muster insges.	Anzahl Muster in Resistenz- gruppe		
		I	II	III
<i>Tuberosa</i> (wild)				
<i>S. ajanhuiri</i>	1		1	
<i>S. andreaeanum</i>	1			1
<i>S. alandiae</i>	1			1
<i>S. berthaultii</i>	1			1
<i>S. brevicaula</i>	2	1	1	
<i>S. bukasovii</i>	1	1		
<i>S. canasense</i>	1	1		
<i>S. chankayense</i>	1			1
<i>S. gourlayi</i>	8	3	3	2
<i>S. hawkesianum</i>	1		1	
<i>S. incamayoense</i>	2		2	
<i>S. leptophyes</i>	1		1	
<i>S. kurtzianum</i>	7		1	6
<i>S. microdontum</i>	8	2	4	2
<i>S. mochicense</i>	3		2	1
<i>S. multiinterruptum</i>	1	1		
<i>S. neocardenasii</i>	1		1	
<i>S. neorossi</i>	1		1	
<i>S. okadae</i>	1	1		
<i>S. oplocense</i>	5	1	2	2
<i>S. pampasense</i>	4		4	
<i>S. sparsipilum</i>	6	1	3	2
<i>S. spegazzinii</i>	4	2	1	1
<i>S. sucrense</i>	7	2	4	1
<i>S. valardei</i>	1		1	
<i>S. venturii</i>	1		1	
<i>S. vernei</i>	6	5	1	
<i>S. verrucosum</i>	2		1	1
<i>S. virgultorum</i>	1			1
<i>Tuberosa</i> (primitiv)				
<i>S. curtilobum</i>	1	1		
<i>S. ochoanum</i>	1		1	
<i>S. phureja</i>	9	1	2	6
<i>S. stenotomum</i>	3		3	
<i>S. t. andigena</i>	56	10	22	24
<i>Yungasensa</i>				
<i>S. chacoense</i>	9	1		8
<i>S. tarijense</i>	5	1	3	1
<i>S. yungasense</i>	1	1		

Tab. 2. Prüfung von *Solanum*-Mustern hinsichtlich ihrer Reaktion gegenüber *Phoma exigua* var. *foveata*. Beispiel 1993. Einzelheiten vgl. Text

Muster	Art, Unterart	Befalls-Index	Anteil fauler Knollen in %	Resistenz-Gruppe
28079	<i>S. ajanhuiri</i>	1,44	44	II
28079	<i>S. bukasovii</i>	1,00	0	I
53682	<i>S. bulbocastanum</i>	1,75	75	III
55175	<i>S. cardiophyllum</i>	1,00	0	I
8063	<i>S. chacoense</i>	1,90	90	III
8074	<i>S. chacoense</i>	1,89	89	III
17006	<i>S. chacoense</i>	1,82	82	III
27036	<i>S. circaifolium</i>	1,88	88	III
27124	<i>S. curtilobum</i>	1,25	25	I
9974	<i>S. demissum</i>	1,11	10	I
10030	<i>S. demissum</i>	1,00	0	I
10046	<i>S. demissum</i>	1,00	0	I
16899	<i>S. gourlayi</i>	1,64	64	II
17348	<i>S. gourlayi</i>	1,44	44	II
8091	<i>S. hjertingii</i>	2,00	89	III
8096	<i>S. infundibuliforme</i>	1,90	80	III
17192	<i>S. infundibuliforme</i>	2,20	90	III
17241	<i>S. infundibuliforme</i>	1,40	40	II
17251	<i>S. infundibuliforme</i>	1,60	60	II
18539	<i>S. infundibuliforme</i>	2,00	86	III
17587	<i>S. kurtzianum</i>	2,14	86	III
17508	<i>S. kurtzianum</i>	2,88	100	III
15436	<i>S. megistacrolobum</i>	1,80	70	II
7196	<i>S. microdontum</i>	1,80	80	III
17567	<i>S. microdontum</i>	1,25	25	I
18568	<i>S. microdontum</i>	1,50	50	II
24566	<i>S. microdontum</i>	1,63	63	II
8160	<i>S. pampasense</i>	1,56	56	II
15442	<i>S. papita</i>	1,27	27	I
55202	<i>S. schenkii</i>	1,40	40	II
16921	<i>S. spegazzinii</i>	1,91	82	III
16924	<i>S. spegazzinii</i>	1,60	60	II
27370	<i>S. sucreense</i>	1,44	44	II
27383	<i>S. sucreense</i>	1,60	60	II
53677	<i>S. velardei</i>	1,44	44	II
8239	<i>S. venturii</i>	1,58	50	II
17538	<i>S. vernei</i>	1,29	29	I
24733	<i>S. vernei</i>	1,30	30	I
8258	<i>S. verrucosum</i>	1,67	67	II
27159	<i>S. virgultorum</i>	1,80	80	III
55209	<i>S. trifidum</i>	1,59	53	II

In den vorliegenden Untersuchungen wurde als zweites Prüfkriterium die Fäuleausbreitung im Knollengewebe hinzugenommen. Dadurch werden zwei höchstwahrscheinlich genetisch unabhängig voneinander wirkende Faktoren kombiniert: 1. die im Wundbereich wirksame Abwehrkraft (Peridermbildungsgeschwindigkeit, Suberinisierungsgrad) und 2. der im Knolleninneren mehr oder weniger starke Widerstand gegen das Myzelwachstum (Fäuleausbreitung).

ROGERS und KILLICK (1975) sehen wie JELLIS (1981) und WASTIE et al. (1990) in der Infektionsrate das primäre Kriterium für die Beurteilung der Abwehrfähigkeit. Tabelle 2 zeigt als Beispiel aus dem Prüfprogramm 1993, daß die beiden verwendeten Bewertungskriterien in ihrer Höhe gut korrelieren, hier natürlich auch durch das nur 3klassige Bewertungssystem bedingt (der Wert „0“ ergab sich in keinem Falle). Wie in allen entsprechenden Berichten deuten vor allem die abgestuften Befallsgrade auch bei den hier geprüften Mustern auf eine unspezifische, „horizontale“ Resistenz im Sinne VANDERPLANCKS (1961) hin. In der Literatur herrscht dementsprechend Übereinstimmung über das Fehlen von Rassen, Biotypen oder Pathotypen bei *P. e. foveata*. JELLIS (1981), der ebenso wie ROGER und KILLICK (1975) zwischen Kartoffelsorten und Pilzisolaten Wechselwirkungen fand, hält seine Beobachtungen nicht für ausreichend, um daraus auf rassenspezifische Spezialisierung schließen zu können.

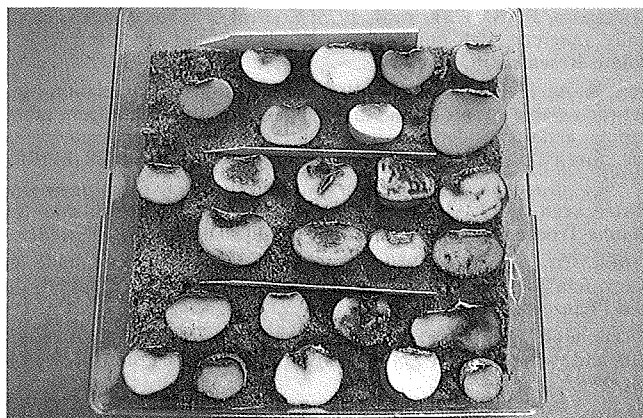


Abb. 2. Muster von *Solanum*-Arten 6 Wochen nach Inokulation mit *Phoma exigua* var. *foveata*.

Gegen die Bildung von Rassen (Pathotypen) spricht auch die vermutlich relativ kurze Zeitdauer des pathologischen Verhältnisses zwischen Erreger und Wirt. 1936 wurde *P. e. foveata* zum ersten Mal als Fäuleerreger an Kartoffeln in Schottland beschrieben (ALCOCK und FOISTER, 1936). Aus dem Genzentrum der Kartoffel (Südamerika, Andenhochland) sind keine Berichte über *P. e. foveata* als Fäuleerreger an Kartoffeln bekannt, obwohl dieser Pilz dort endemisch auf *Chenopodium quinoa* vorkommt (OTAZU et al., 1979). *Phoma*-Isolate von *Ch. quinoa* erwiesen sich nach OTAZU et al. bei Kartoffeln als pathogen. Nach von ADERKAS und BREWER (1983) parasitiert *P. e. foveata* in Kanada an jungen Wedeln von *Matteuccia struthiopteris*, einem Farn („ostrich fern“). Erst das Zusammentreffen zweier „befallskompatibler“ Organismen aus Amerika in Europa scheint zu einem pflanzenpathologischen Problem geführt zu haben.

Erstaunlich ist, daß Populationen verschiedener *Solanum*-Arten auch ohne vorhergehenden Selektionsdruck bereits derartige Unterschiede im Resistenzgrad aufweisen. Gleiches zeigt sich in allen hier zitierten Berichten über Resistenzprüfungen mit zugelassenen Kartoffelsorten, welche nach STEGEMANN und SCHNICK (1985) zum überwiegenden Teil von den Subspezies 'andigena' und 'tuberosum' von *S. tuberosum* abstammen. Die hier dargestellten Ergebnisse geben deshalb zu der Annahme Anlaß, daß sich die „wild“en *Solanum*-Arten und -Unterarten in ihrem Resistenzverhalten gegenüber *P. e. foveata* nicht grundsätzlich anders verhalten als die Kulturkartoffelsortimente und daß bei der klassischen Kartoffelzüchtung (deshalb) nicht in jedem Falle auf vergleichsweise schwer einkreuzbare Wild- und Primitivsortimente zurückgegriffen werden muß.

Literatur

- ADERKAS, P. VON, D. BREWER, 1983: Gangrene on the ostrich fern caused by *Phoma exigua* var. *foveata*. Canadian Journal of Plant Pathology 5, 164-167.
- ALCOCK, N. L., C. E. FOISTER, 1936: A fungus disease of stored potatoes. Scottish Journal of Agriculture 19, 1-6.
- BANG, ULLA, 1989: Cultivation measures for potatoes (*Solanum tuberosum* L.) and climatic factors affecting the gangrene pathogen *Phoma foveata* Foister. Dissertation, Uppsala, 103 S.
- BOYD, A. E. W., 1972: Potato storage diseases. Review of Plant Pathology 51, 297-321.
- BRAUN, H., TH. VOSS, 1954: Die *Phoma*-Trockenfäule der Kartoffel. Kartoffelbau 5, 15-17.
- CAYLEY, G. R., G. R. HIDE, Y. TILLOTSON, 1981: The determination of imazalil on potatoes and its use in controlling potato storage diseases. Pesticide Science 12, 103-109.

- COPELAND, R. B., C. LOGAN, 1975: Control of tuber diseases, especially gangrene with benomyl, thiabendazole and other fungicides. *Potato Research* **18**, 179-188.
- FOX, R. A., E. P. DASHWOOD, 1975: Observations of the relationships between viable counts on the tuber sphere and soils, data from tuber baiting, and the incidence in stored tubers of gangrene (*Phoma exigua* var. *foveata*). Proceedings of the 6th Trien. Conference of EAPR, 24-25.
- HAUSVATER, E., J. MUSIL, 1983: Anfälligkeit der Kartoffelsorten für *Phoma*-Trockenfäule (in Tschechisch). *Vedecke Prace* **9**, 153-159.
- JANKE, CH., A. ZOTT, 1980: Auftreten der *Phoma*-Trockenfäule an Kartoffeln in Lagerhäusern der DDR. *Archiv für Phytopathologie und Pflanzenschutz* **16**, 325-332.
- JELLIS, G. J., 1981: Differential interaction between two potato cultivars and two isolates of *Phoma exigua* var. *foveata*. *Potato Research* **24**, 89-92.
- KRANZ, J., 1959: Über sortenbedingte Anfälligkeit der Kartoffelknolle für *Fuvarium caeruleum* (Lib.) Sacc. und *Phoma foveata* Foister und ihre Beeinflussung durch den Anbaustandort. *Phytopathologische Zeitschrift* **35**, 135-147.
- LANGTON, F. A., 1971: The development of a laboratory test for assessing potato varietal susceptibility to gangrene caused by *Phoma exigua* var. *foveata*. *Potato Research* **14**, 29-38.
- MALCOLMSON, J. F., 1958: Some factors affecting the occurrence and development in potatoes of gangrene caused by *Phoma solanicola* Prill. et Delacr. *Annals of applied Biology* **46**, 639.
- NIELSEN, A. F., 1977: Anfälligkeit von Kartoffelsorten gegenüber *Phoma*-Befall (dänisch). *Tidskrift for Planteavl* **81**, 228-234.
- OTAZU, V., G. H. BOEREMA, J. C. MOOI, B. SALAS, 1979: Possible geographical origin of *Phoma exigua* var. *foveata*, the principal causal organism of potato gangrene. *Potato Research* **22**, 333-338.
- ROGERS, W. G., R. J. KILLICK, 1975: Factors affecting the assessment of resistance of potatoes to gangrene (*Phoma exigua* var. *foveata*). *Annals of applied Biology* **81**, 51-59.
- ROSS, H., 1986: Potato breeding - prospects and perspectives. *Fortschritte der Pflanzenzüchtung* **13**, 132 S.
- SCHAITZA, R., G. M. HOFFMANN, 1986: Resistenzverhalten von Kartoffelsorten gegen *Phoma*-Knollenfäule (Erreger: *Phoma exigua* var. *foveata*). *Zeitschrift über Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* **93**, 278-284.
- STEGEMANN, H., D. SCHNICK, 1985: Index 1985 Europäischer Kartoffelsorten. *Mitteilungen der BBA (Berlin-Dahlem)* **227**, 128 S.
- VANDERPLANCK, J. E., 1961: *Disease resistance in plants*. Academic Press, New York.
- WASTIE, R. L., G. R. MACKEY, P. D. S. CALIGARI, H. E. STEWARD, 1990: A glasshouse progeny test for resistance to gangrene. *Potato Research* **33**, 131-133.