

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 Pathotypen des Kartoffelkrebses (*Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc.)

Reaction of wild species of *Solanum* to pathotypes of potato wart (*Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc.)

Von E. Langerfeld und R. Hoekstra

Zusammenfassung

Knollen aus Kreuzungspopulationen von mehr als 50 *Solanum*-Arten und -Unterarten wurden im Laufe von 11 Jahren auf ihr Verhalten gegenüber den Pathotypen 2, 6 und 8 des Kartoffelkrebses (*Synchytrium endobioticum*) untersucht. Dabei zeigten die meisten der geprüften Arten und Unterarten sowohl resistente als auch anfällige Stämme bzw. Knollen. Südamerikanische Wildarten zeigten dabei mehr resistent reagierende Knollen als südamerikanische Primitivformen und mittelamerikanische Wildarten. Dennoch ließ sich die bereits früher in der Fachliteratur wiedergegebene Auffassung nicht widerlegen, nach welcher Krebsresistenz, auch gegen neuere Pathotypen, in ausreichendem Maße bereits in den üblicherweise für Kartoffelzüchtung verwendeten *Solanum*-Arten und -Unterarten vorhanden ist.

Abstract

Tubers from crossing populations of more than 50 *Solanum* species and subspecies have been tested on their reaction to the pathotypes 2, 6 and 8 potato wart (*Synchytrium endobioticum*) over a period of 11 years. Most of the tested species and subspecies revealed both resistant and susceptible strains or tubers. South American wild species showed more resistant tubers than South American primitive forms and Central American wild species. The results are, however, not in contrast to earlier literature statements, that resistance to potato wart, including new pathotypes, can be sufficiently found in the conventionally for potato breeding used *Solanum* species and subspecies.

Einleitung

Eine wirksame Bekämpfung des Kartoffelkrebses (*Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc.) ist unter heutigen toxikologisch und ökologisch vertretbaren Gesichtspunkten chemisch nicht mehr möglich (u. a. PROUDFOOT, 1977; HAMPSON, 1977; NØHR RASMUSSEN und MYGIND, 1977). Nur durch quarantänetechnische, phytosanitäre und züchterische Maßnahmen läßt sich die Ausbreitung dieses langlebigen bodenbürtigen Erregers verhindern. So schützen gesetzlich abgesicherte Quarantänenvorschriften mit „Nulltoleranz“ (absolute Befallsfreiheit) als Auflage vor Import und Verbreitung von befallenem Knollenmaterial. Phytosanitäre Regulierungen umfassen unter anderem das Verbot der Wiederbepflanzung von Befallsflächen mit Kartoffeln, die Errichtung von Sicherheitszonen im Bereich von Krebsvorkommen und die Behandlung von befallenem Knollenmaterial (u. a. Anonym 1972; 1977; 1986). Sortenresistenz hat eine zentrale Bedeutung in der Reihe praktisch

realisierbarer Möglichkeiten zur Vermeidung von Krebsbefall an Kartoffelknollen oder -pflanzen (u. a. APPEL, 1918; GOUGH, 1920; KÖHLER, 1931). Allen bisherigen Beobachtungen zufolge scheint diese spezifische, auf einem bestimmten Sorten-Pathotypen-Verhältnis beruhende Resistenz relativ dauerhaft zu sein, wahrscheinlich bedingt durch a) geringe Ausbreitungsgeschwindigkeit des Erregers (bodenbürtig!), b) relativ geringe Individuenzahl (Zoosporen aus Dauer- und Sommersori) und c) geringe Generationenzahl pro Vegetationsperiode (s. LANGERFELD, 1984). Von diesem Aspekt her gesehen erscheint die Züchtung von Kartoffelsorten mit inkorporierter Resistenz gegen mehrere oder alle (bekannten) Pathotypen des Krebsregers durchaus erfolgversprechend.

Material, Methoden

Die geprüften Knollen stammten aus Gewächshaus-Vermehrungen von Mustern verschiedener *Solanum*-Arten und -Unterarten der Deutsch-Niederländischen Kartoffelsammlung im Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft in Braunschweig-Völkenrode. Die Untersuchungen liefen von 1980 bis 1991 (Ausnahme: 1987) im Institut für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Braunschweig-Gliesmarode.

Die verwendeten Pathotypen 2, 6 und 8 kommen auf dem Gebiet einiger der alten Bundesländer von Deutschland natürlich vor und wurden zwischen 1951 und 1957 erstmalig registriert (LANGERFELD, 1984). Die Bildung eines „neueren“, vom Grundtyp (Pathotyp 1, Rasse 1, common race) abweichende Pathotypen wurde 1941 erstmalig ermittelt, nachdem sich Befall auf einer bis dahin krebsresistenten Kartoffelsorte gezeigt hatte (BRAUN, 1942).

Die Prüfungen wurden nach der Methode GLYNNE-LEMMERZahl (HILLE, 1965) durchgeführt, die Inokulation der Keime erfolgte also über Sommersori aus frischen Krebswucherungen. Im Gegensatz zum amtlichen Prüfschema (6 Befallsklassen, s. HILLE, 1965) wurde in Tabelle 1 nach lediglich 3 Reaktionsgruppen aufgeteilt:

Befallsklasse r	(resistent): Frühe und späte Abwehnekrosen. Entspricht den Befallsklassen 1 und 2 des amtlichen Prüfschemas.
Befallsklasse i	(intermediär): Sehr späte Abwehnekrosen. Entspricht der Befallsklasse 3 des amtlichen Prüfschemas.

Tab. 1. Reaktion von Mustern von *Solanum*-Wildarten gegenüber Pathotypen des Kartoffelkrebses (*Synchytrium endobioticum*). n = Anzahl, r = resistent, i = intermediär (schwach resistent), a = anfällig

Serie Species	Pathotyp 2				Pathotyp 6				Pathotyp 8															
	Knollen insg.				Muster insg.				Knollen insg.				Muster insg.											
	n	r	i	a	n	r	i	a	n	r	i	a	n	r	i	a								
<i>Bulbocastana</i>																								
<i>S. bulbocastanum</i>	7	2	1	4	2			2	18	5	3	10	4			4	24	8	4	12	5			5
<i>Pinnatisecta</i>																								
<i>S. brachistotrichum</i>	6	6			1	1			4	1	2	1	1			1	8	7	1		1	1		
<i>S. cardiophyllum</i>	6	4	1	1	1			1	31	16	7	8	6			6	25	11	2	12	4			4
<i>S. jamesii</i>																	2	2			1			1
<i>S. pinnatisectum</i>	5	5			1	1			14	8	3	3	2	1		1	2	2			1	1		
<i>Polyadenia</i>																								
<i>S. polyadenium</i>	12	11	1		2	2			6	6			1	1			43	27	8	8	6	3		3
<i>Commersonia</i>																								
<i>S. commersonii</i>									9	8		1	2	1		1	5	2	3		1			1
<i>Circaeifolia</i>																								
<i>S. circaeifolium</i>	8	5	1	2	2	1		1																
<i>Lignicaulia</i>																								
<i>S. lignicaule</i>	6	6			1	1											7	6	1		1	1		
<i>Yungasensa</i>																								
<i>S. chacoense</i>	61	42	4	15	9	4		5	165	93	22	50	26	5		21	13	6	1	6	3			3
<i>S. tarijense</i>	3	1		2	1			1	39	25	3	11	8	2		6	7	5		2	1			1
<i>S. yungasense</i>	6	1		5	2	1		1	5	2	1	2	1			1	7	5		2	1			1
<i>Megistacroloba</i>																								
<i>S. boliviense</i>									4	1	2	1	1			1	5	5			1	1		
<i>S. megistacrolobum</i>	4	4			1	1			8	6	2		2	2			11	9	2		2	2		
<i>S. raphanifolium</i>									4	3	1		1	1			12	9	1	2	3	2		1
<i>Conicibaccata</i>																								
<i>S. chomatophilum</i>									6	3	2	1	1			1	4	2	2		1	1		
<i>Tuberosa (wild)</i>																								
<i>S. alandiae</i>	23	11	8	4	5	2		3	37	20	3	14	8	2		6								
<i>S. andreanum</i>	8	3	2	3	1			1	10	8		2	1			1								
<i>S. berthaultii</i>	17	9	4	4	4	1		3	11	5	4	2	3	2		1	7	5	1	1	1			1
<i>S. brevicaule</i>																	5	2	1	2	1			1
<i>S. canasense</i>	8	5	1	2	2			2	6	6			1	1										
<i>S. gourlayi</i>	9	9			2	2			30	27	2	1	6	5		1	12	8		4	2	1		1
<i>S. hondelmannii</i>																	11	11			2	2		
<i>S. kurtzianum</i>	5	1	2	2	1	1			15	1	2	12	3			3	5	2	3		1			1
<i>S. leptophyes</i>	4	1	2	1	1			1	4	4			1	1										
<i>S. medians</i>	4	4			1	1			3	2	1		1	1										
<i>S. microdontum</i>	36	26	7	3	5	3		2	22	22			5	5			28	23	3	2	4	2		2
<i>S. neorossi</i>	3	3			1	1			8	8			1	1										
<i>S. okadae</i>									1			1	1			1								
<i>S. oplocense</i>	8	7	1		2	1		1	22	17	1	4	5	2		3	9	5	2	2	3	1		2
<i>S. pampasense</i>									4	2	2		1	1			4	1		3	1			1
<i>S. setulostylum</i>	17	17			3	3			20	20			3	3										
<i>S. sparsipilum</i>	21	13	5	3	4	3		1	25	24	1		5	5			20	18	2		4	4		
<i>S. spegazzinii</i>	8			8	2			2	8	2	1	5	3	1		2								
<i>S. sucrense</i>	62	47	1	13	13	9		4	75	58	6	11	16	10		6	34	32	1	1	6	5		1
<i>S. venturii</i>	6	6			1	1			7	7			1	1										
<i>S. vernei</i>	10	8	2		2	2			29	21	1	7	5	2		3	7	7			1	1		
<i>S. verrucosum</i>									14	3	4	7	2			2	13		2	11	3			3
<i>S. virgultorum</i>	11	6	2	3	3	1		2	19	10	5	4	3	1		2								
<i>S. weberbauerii</i>	9	5		4	2	1		1	6	3	1	2	2	1		1								
<i>Tuberosa (primitiv)</i>																								
<i>S. curtlobum</i>	21	4	3	14	3			3	16	3	8	5	3	1		2								
<i>S. phureja</i>	10	5	2	3	2	2			33	21	4	8	5	3		2	16	3	1	12	4			4
<i>S. stenotomum</i>	51	31	2	18	11	3		8	77	40	10	27	17	7		10	55	15	11	29	6			4
<i>S. t. andigena</i>	588	350	69	169	71	15		56	582	245	109	228	88	12		76	320	145	55	120	39	3		36
<i>Acaulia</i>																								
<i>S. acaule</i>	26	18	2	6	5	4		1	15	10		5	3	2		1								
<i>Longipedicellata</i>																								
<i>S. hjertingii</i>	2	1	1		1	1			14	8	2	4	3			3	6	1	5		1			1
<i>S. fendleri</i>									5	2	2	1	1			1	18	5	3	10	3	1		2
<i>S. polytrichon</i>	4	1		3	1			1	11	1	5	5	2			2	7	2	2	3	1			1

Fortsetzung von Tab. 1 auf S. 116

Tab. 1. Fortsetzung

Serie Species	Pathotyp 2				Pathotyp 6				Pathotyp 8				
	Knollen insg.		Muster insg.		Knollen insg.		Muster insg.		Knollen insg.		Muster insg.		
	n	r	i	a	n	r	i	a	n	r	i	a	
<i>Demissa</i>													
<i>S. brachycarpum</i>									7	7		1	1
<i>S. demissum</i>						8	2		6	1		1	
<i>S. guerreroense</i>													
<i>S. iopetalum</i>	11	2		9	2			2	11	8	1	2	2
<i>Sonstige</i>													
„Hybriden“	63	26	7	30	10	5	5		73	23	16	34	14
<i>S. nov. spec.</i>	29	15	4	10	4	2	2		22	15	6	1	5

Befallsklasse a (anfällig): Zerstreuter bis dichter Befall ohne Nekrotisierung. Entspricht den Befallsklassen 5 und 6 des amtlichen Prüf-schemas.

Bei der amtlichen Sortenprüfung mit mindestens 50 Knollenstücken pro Stamm wird die Gruppe „i“ noch als resistent gewertet, weil Knollen bzw. Sorten mit derartiger Reaktion unter Freilandbedingungen befallsfrei bleiben (KÖHLER, 1931; HILLE, 1965; PRATT, 1977).

Im vorliegenden Fall, mit teilweise nur sehr wenigen zur Verfügung stehenden Knollen (Tab. 1), sind Stämme bzw. Knollen mit „i“ jedoch kritischer zu bewerten, zumal bei Vorkommen dieser Befallsklasse das Vorkommen einzelner Knollen in der Befallsklasse „a“ (besonders bei Prüfung größerer Knollenzahlen je Muster) nicht ausgeschlossen werden kann.

Dennoch wurden Muster hier nur dann als anfällig eingestuft, wenn mindestens eine der geprüften Knollen entsprechend der Befallsklasse „a“ reagierte. Dabei wurde berücksichtigt, daß auch sehr späte Abwehrenekrosen (Befallsklasse „i“) genetisch gesehen als Resistenzerscheinung zu werten sind, wenn auch in weniger ausgeprägter Form als bei der Befallsklasse „r“.

Ergebnisse, Diskussion

Auch wenn man die oft geringen Knollenzahlen und die intermediären Werte („i“) in Tabelle 1 berücksichtigt, weist die Mehrzahl der geprüften Arten und Unterarten gegenüber mindestens einem der Krebspathotypen doch eindeutig resistente Reaktionen auf. Geht man außerdem davon aus, daß Resistenz gegen einen der neueren Krebspathotypen überwiegend mit Resistenz gegen weitere Pathotypen gekoppelt ist (ROTHACKER et al., 1974; SCHEIDT und HUNNIUS, 1981; LANGERFELD und BÄTZ, 1990; STACHEWICZ, 1990), kann man bei den meisten der angeführten und untersuchten Arten durchaus von einem bestimmten Anteil an Vertretern mit Resistenz gegen neuere Krebspathotypen ausgehen.

Faßt man die taxonomischen Serien (vgl. HAWKES, 1990) nach Ursprungsgebieten zusammen, ergeben die südamerikanischen Wildarten (Serien: *Circaeifolia*, *Lignicaulia*, *Yungasensa*, *Megistacroloba*, *Conicibaccata*, *Tuberosa* (ohne *S. verrucosum*) und *Acaulia*) durchschnittlich einen höheren Anteil resistenter Genotypen als die südamerikanischen Primitivformen (*Tuberosa*) und die mittelamerikanischen Wildarten (Serien: *Bulbocastana*, *Pinnatisecta*, *Polyadenia*, *Demissa* sowie *S. verrucosum* aus *Tuberosa*) (Tabelle 2):

Schon ROTHACKER und MÜLLER (1960) waren der Meinung, daß viele Wildarten bereits in Südamerika, dem mutmaßlichen Herkunftsbereich des Kartoffelkrebses, einem Selektionsdruck gegenüber Pathotypen von *S. endobioticum* ausgesetzt waren.

Der höhere Anteil resistenter Knollen südamerikanischer Wildarten zeigt sich in Tabelle 1 insbesondere bei *S. megistacrolobum*, *S. gourlayi*, *S. microdontum*, *S. oplocense*, *S. sparsipilum* und *S. sucrense* (ein Allotetraploid von *S. oplocense* und *S. t. andigena*). Diese meist leicht kreuzbaren Arten wurden zum Teil auch schon in der praktischen Kartoffelzüchtung verwendet. Dennoch lassen sich mit den hier dargestellten Ergebnissen nicht die Beobachtungen früherer Untersucher (HEY, 1948; ROTHACKER, 1957; FRANDSEN, 1958; ROTHACKER und MÜLLER, 1960) widerlegen, denenzufolge es sich beim Faktor Resistenz gegen die Pathotypen des Kartoffelkrebses weniger um Unterschiede zwischen den *Solanum*-Arten und -Unterarten als vielmehr um Unterschiede innerhalb der Arten und Unterarten handelt.

Das Spektrum der geprüften Arten unterlag naturgemäß einer unvermeidbaren Einseitigkeit – die züchterische Auswahl fand nicht im Hinblick auf das hier beschriebene Thema statt. So weist die Unterart *S. t. andigena* zwar 198 geprüfte Stämme auf (30 „r“, 168 „a“), die hier ebenfalls sehr interessierende Art *S. demissum* fehlt jedoch fast völlig. In der

Tab. 2. Reaktion der in Tabelle 1 dargestellten *Solanum*-Wildarten, nach Herkunftsgebieten zusammengefaßt, gegenüber neuen Pathotypen von *Synchytrium endobioticum*. Durchschnitt der Befallswerte für die Pathotypen 2, 6 und 8. Erläuterungen s. Tabelle 1

Ursprungsgebiet	Anzahl geprüfte Spezies	Anzahl geprüfter Knollen			
		gesamt n	r	i	a
Mittelamerika (wild)	14	357	47	16	37
Südamerika (primitiv)	4	1769	49	15	36
Südamerika (wild)	33	1199	69	11	20

Tab. 3. Anzahl der zitierten *Solanum*-Wildarten und Unterarten bei 601 europäischen bzw. auf dem europäischen Markt befindlichen Kartoffelsorten. Zusammengestellt aus STEGEMANN und SCHNICK (1985)

<i>Solanum</i> -Art bzw. Unterart	Zahl der Einkreuzungen
<i>S. demissum</i>	267
<i>S. tuberosum</i> ssp. <i>andigena</i>	248
<i>S. tuberosum</i> ssp. <i>tuberosum</i>	98
<i>S. vernei</i>	30
<i>S. stoloniferum</i>	27
<i>S. acaule</i>	25
<i>S. phureja</i>	18
<i>S. chilense</i> (<i>S. t. tuberosum</i> -Variante)	17
<i>S. spegazzinii</i>	7
<i>S. rybinii</i> (<i>S. phureja</i>)	1
<i>S. catarthrum</i> (<i>S. sparsipilum</i>)	1
<i>S. microdontum</i>	1

Tab. 4. Anzahl zitierter *Solanum*-Wildarten und Unterarten als Einkreuzungen bei 42 Kartoffelsorten*), die seit 1950 Resistenz gegen mindestens einen der neueren Pathotypen des Kartoffelkrebses gezeigt haben

<i>Solanum</i> -Art bzw. Unterart	Zahl der zitierten Einkreuzungen
<i>Solanum tuberosum</i> ssp. <i>andigena</i>	30
<i>S. demissum</i>	29
<i>S. chiloense</i> (siehe Tabelle 2)	22
<i>S. t. ssp. tuberosum</i>	5
<i>S. acaule</i>	4
<i>S. spegazzinii</i>	3
<i>S. stoloniferum</i>	2
<i>S. polyadenium</i>	1
<i>S. chacoense</i>	1

*) größtenteils nicht mehr auf dem Markt befindliche Sorten.

Fachliteratur wird jedoch auch *S. demissum* als Art mit resistenten und anfälligen Vertretern beschrieben (HEY, 1953; ROTHACKER, 1957; ROSS, 1986).

Bekannt ist auch, daß die ersten im damaligen Kultursortiment gefundenen Kartoffelsorten mit Resistenz gegen neue Krebspathotypen reine *S. t. tuberosum*-Abkömmlinge waren, wie beispielsweise Ultimus, Urgenta, Desirée, Fram, Frühe Hörnchen, Fortuna u. a. m.

Der Zuchtstamm BRA 9089 – Ausgangselter einer Vielzahl pathotypenresistenter Kartoffelsorten, soll eine *S. t. tuberosum*-Primitivsorte von der Insel Chiloe gewesen sein (FRANSEN, 1958; ROSS, 1986).

Ein Blick auf die elterliche Zusammensetzung von 601 auf dem europäischen Markt befindlichen Kartoffelsorten (1984) ergibt die in Tabelle 3 dargestellten Zahlen über bekannte Einkreuzungen von *Solanum*-Wildarten und -Unterarten, zusammengestellt von STEGMANN und SCHNICK, 1985. Auch wenn derartige Zahlen aller Erfahrung nach unvollständig sind (abhängig vom Einverständnis der befragten Züchter und Institutionen), so geben sie doch den überwiegenden Anteil von *S. demissum*, *S. t. andigena* und *S. t. tuberosum* wieder. Da es wohl kaum eine Kartoffelsorte ohne größeren genetischen Anteil an *S. t. tuberosum* gibt, sollten die hier zusammengestellten Angaben mit mindestens ebenso großer Vorsicht betrachtet werden wie die Angaben über den Anteil an Wildarten.

Auch wenn man die elterliche Zusammensetzung von Kartoffelsorten ausschließlich mit Resistenz gegen neuere Krebspathotypen analysiert, ändert sich das Bild nicht wesentlich. Tabelle 4 zeigt die Anteile von *Solanum*-Wildarten und -Unterarten im elterlichen Erbgefüge von 42 Kartoffelsorten, die sich seit 1950 als resistent gegen mindestens einen der neuen Krebspathotypen erwiesen haben (zusammengestellt aus STEGMANN und SCHNICK, 1985; LANGERFELD, 1984; ROSS, 1987 sowie persönliche Mitteilungen von SCHEIDT, 1990 und HEMME, 1990).

Das in der Tabelle 4 relativ häufig beteiligte *S. chiloense* (chilenische Kulturform von *S. t. tuberosum*) deutet auf häufige Einkreuzung des Stammes BRA 9089 hin (s.v.). Im übrigen gibt es in der Fachliteratur keine eindeutigen Hinweise auf bestimmte *Solanum*-Arten, die, abweichend vom Artenspektrum in Tabelle 2, bei Sorten mit Krebspathotypen-Resistenz bevorzugt als Eltern verwendet worden waren. Alles in allem bestätigen die Tabellen 3 und 4 indirekt die in Tabelle 1 bereits ersichtliche Erkenntnis, daß bei der Kartoffelzüchtung Resistenz gegen neuere Krebspathotypen innerhalb der „gebräuchlichen“ Einkreuzungsarten und -unterarten der Gattung *Solanum* gefunden werden kann.

Danksagung

Dank sei gesagt Frau Regina Eggeling, geb. Konrad, für langjährige und gewissenhafte Mithilfe sowie den Herren H. Hemme, Max-Planck-Institut, Neustadt, und M. Scheidt, Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau, Freising, für wertvolle Hinweise.

Literatur

- ANONYM, 1972: Bundesrepublik Deutschland, Verordnung zur Bekämpfung des Kartoffelkrebses. Vom 20. 4. 1972. Bundesgesetzblatt, Teil I, Nr. 35, S. 625.
- ANONYM, 1977: Europäische Wirtschaftsgemeinschaft. Richtlinie des Rates vom 21. Dezember 1976 über Maßnahmen zum Schutze gegen das Verbringen von Schadorganismen der Pflanzen oder Pflanzenerzeugnisse in die Mitgliedsstaaten. Amtsblatt Europäische Gemeinschaften L 26, S. 20.
- ANONYM, 1986: Pflanzkartoffelverordnung vom 21. Januar 1986. Bundesgesetzblatt, Jahrgang 1986, Teil I, S. 192.
- APPEL, O., 1918: Über die Anfälligkeit und Widerstandsfähigkeit verschiedener Kartoffelsorten gegen Krebs. Arbeiten Gesellschaft Förderung des Baus und wirtschaftlicher Verwendung der Kartoffeln. Zitiert nach KÖHLER, 1931.
- BRAUN, H., 1942: Biologische Spezialisierung bei *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. Z. Pflkrankh. Pflschutz 52, 481–486.
- FRANSEN, N.O., 1958: Züchtung auf Resistenz gegen Kartoffelkrebs, In KAPPERT, H. und RUDOLF, W.: Handbuch der Pflanzenzüchtung, Berlin, 3, 83–88.
- GOUGH, G.C., 1920: Wart disease of potatoes (*Synchytrium endobioticum* Perc.). A study of its history, distribution, and the discovery of immunity. Journal Royal Horticultural Society 45, 301–312.
- HAMPSON, M.C., 1977: Screening systemic fungicides for potato wart. Canadian Plant Disease Survey 57, 75–78.
- HAWKES, J.G., 1990: The potato. Evolution, biodiversity and genetic resources. Belhaven Press. London. 259 S.
- HEY, A., 1948: Die Biotypenforschung beim Erreger des Kartoffelkrebses (*Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc.) in Deutschland. Nachrichtenblatt deutscher Pflanzenschutzdienst (Berlin) N.F. 2, 1–3.
- HEY, A., 1953: Zur Biotypenfrage des Kartoffelkrebses. Mitteilungen BZA (Berlin-Dahlem) 75, 173–175.
- HILLE, M., 1965: Die Beurteilung von Kartoffelsorten hinsichtlich ihres Verhaltens gegenüber *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Pers. Nachrichtenblatt deutscher Pflanzenschutzdienst 17, 137–142.
- KÖHLER, E., 1931: Über das Verhalten von *Synchytrium endobioticum* auf anfälligen und widerstandsfähigen Kartoffelsorten. Arbeiten BRA 19, 263–284.
- LANGERFELD, E., 1984: *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc., Zusammenfassende Darstellung des Erregers des Kartoffelkrebses anhand von Literaturberichten. Mitteilungen BBA (Berlin-Dahlem) 219, 142 S.
- LANGERFELD, E. und W. BÄTZ, 1990: Verhalten von Kartoffel-Neuzüchtungen gegenüber verschiedenen Pathotypen von *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc., dem Erreger des Kartoffelkrebses. Mitteilungen BBA (Berlin-Dahlem) 266, 479.
- NGHR RASMUSSEN, A. und H. MYGIND, 1977: Control of potato wart disease (*Synchytrium endobioticum*) through methyl bromide soil disinfection. Tijdschrift for Planteavl 81, 25–31.
- PRATT, M.A., 1977: The relation between field and laboratory susceptibility of potato cultivars to wart disease. EPPO-Bulletin 6, 111–117.
- PROUDFOOT, K.G., 1977: Working Doc. 2885. Working Party on potato wart disease. EPPO Publication Series C 50, 55–56.
- ROSS, H., 1986: Potato breeding – Problems and Perspectives. Fortschritte der Pflanzenzüchtung 13, 132 S.
- ROTHACKER, D., 1957: Arbeiten zur Züchtung krebsresistenter Kartoffeln. I. Wild- und Primitivkartoffeln als Ausgangsmaterial für die Züchtung auf Krebsbiotypenresistenz. Der Züchter 27, 181–183.
- ROTHACKER, D. und W.A. MÜLLER, 1960: Arbeiten zur Züchtung krebsresistenter Kartoffeln. II. Untersuchung kultivierter südamerikanischer Kartoffelspecies auf ihr Verhalten gegenüber dem Krebsbiotypen G₁. Der Züchter 30, 340–343.
- SCHEIDT, M. und W. HUNNIUS, 1981: Vererbung der Resistenz gegen die Pathotypen 2 und 6 des Kartoffelkrebses (*Synchytrium endobioticum*). Zeitschrift Pflanzenzüchtung 86, 158–173.
- STACHEWICZ, H., 1990: Anfälligkeit von Kartoffel-Neuzüchtungen aus der ehemaligen DDR gegenüber Pathotypen von *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. Nachrichtenblatt des deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) 42, 187–188.
- STEGEMANN, H. und D. SCHNICK, 1985: Index 1985 Europäischer Kartoffelsorten. Mitteilungen BBA (Berlin-Dahlem) 227, 128 S.