

Literatur

1. Basile, R.: Razze fisiologiche di *Puccinia graminis tritici* Erikss. et Henn. isolate da ecidioconidi di *Berberis vulgaris* raccolto durante l'estate 1956, in zone alpine. Boll. Staz. Pat. veg. 3. Ser. **14**. 1956, 183-188.
2. Basile, R.: Relazione quinquennale (1953-1957) sulle razze fisiologiche di *Puccinia graminis* var. *tritici* in Italia. Boll. Staz. Pat. veg. 3. Ser. **16**. 1958, 109-119.
3. Basile, R.: Races physiologiques de *Puccinia graminis* var. *tritici* identifiées de écidiospores de *Berberis* recueilli en Italie dans les années 1959-1960. 2. Coll. Europ. sobre la roya negra de los cereales. Madrid 1961.
4. Basile, R.: Razze fisiologiche di ruggini identificate da ecidioconidi prelevati da *Berberis aetnensis* Presl e *Berberis vulgaris* L. e da uredoconidi di *Puccinia graminis* var. *tritici* Erikss. et Henn. e di *P. recondita* Rob. provenienti da Graminaceae spontanee raccolte in Italia durante gli anni 1962 e 1963. Phytopath. med. **3**. 1964, 79-85.
5. Basile, R., Leonori-Ossicini, A., e Zitelli, G.: Razze fisiologiche di *Puccinia graminis* var. *tritici* (Erikss. et Henn.) isolate da materiale raccolto in Italia (anni 1953, 1954 e 1955). Boll. Staz. Pat. veg. 3. Ser. **15**. 1957, 5-16.
6. Basile, R., Leonori-Ossicini, A., e Zitelli, G.: Specializzazione fisiologica di razze di ruggini dei cereali isolate da materiale raccolto durante la stagione 1956. Boll. Staz. Pat. veg. 3. Ser. **15**. 1957, 195-200.
7. Basile, R., Leonori-Ossicini, A., e Zitelli, G.: Razze fisiologiche di ruggine nera del frumento (*P. graminis* var. *tritici*) identificate in Italia nel 1958. Boll. Staz. Pat. veg. 3. Ser. **17**. 1959, 37-44.
8. Basile, R., Leonori-Ossicini, A., e Zitelli, G.: Razze fisiologiche di *Puccinia graminis* var. *tritici*, identificate in Italia nel 1959. Boll. Staz. Pat. veg. 3. Ser. **18**. 1960, 19-22.
9. Basile, R., Leonori-Ossicini, A., e Zitelli, G.: Rapporto annuale sulle razze fisiologiche di ruggine nera del frumento presenti in Italia nel 1960. Boll. Staz. Pat. veg. 3. Ser. **19**. 1961, 87-94.
10. Basile, R., Leonori-Ossicini, A., e Zitelli, G.: Rapporto annuale sulle razze fisiologiche di *Puccinia graminis* var. *tritici* identificate in Italia nel 1961. Boll. Staz. Pat. veg. 3. Ser. **20**. 1962, 185-190.
11. Basile, R., Leonori-Ossicini, A., e Zitelli, G.: Razze fisiologiche di *P. graminis* var. *tritici* identificate in Italia durante anni 1962 e 1963. Boll. Staz. Pat. veg. 3. Ser. **21**. 1963, 105-116.
12. Gerechter, Z. K., Levine, M. N., Minz, G., Schreiter, S., and Wahl, I.: Parasitic specialization of the major cereal rusts in the state of Israel. Robigo Nr. **11**. 1961, 15-19.
13. Gerechter, Z. K., Minz, G., and Wahl, I.: Physiologic specialization of wheat stem rust in Israel. 2. Coll. Europ. sobre la roya negra de los cereales. Madrid 1961.
14. Gerechter, Z. K., and Wahl, I.: Studies on physiologic specialization of wheat stem rust in Israel, 1961 to 1963. 3rd Europ. Coll. on black rust of cereals. Cambridge 1964.
15. Hassebrauk, K.: Untersuchungen über die biologische Spezialisierung von *Puccinia graminis tritici* (Pers.) Erikss. et Henn. und *P. graminis avenae* (Pers.) Erikss. et Henn. in Deutschland und Südeuropa. Arb. Biol. Reichsanst. **22**. 1936, 65-70.
16. Hassebrauk, K.: Untersuchungen über die physiologische Spezialisierung des Weizen- und Haferschwarzrostes in Deutschland im Jahre 1937. Arb. Biol. Reichsanst. **22**. 1938, 479-482.
17. Hassebrauk, K.: Die Getreiderostsituation in Europa, kein kontinentales, sondern ein interkontinentales Problem. Omagiu lui Trajan Săvulescu. Bukarest 1959, S. 275 bis 281.
18. Hoenser, K.: Untersuchungen über die physiologische Spezialisierung des Weizenschwarzrostes. Phytopath. Z. **22**. 1954, 301-304.
19. Hoenser, K.: Untersuchungen über das Auftreten physiologischer Rassen von *Puccinia graminis tritici* in Deutschland. 2. Coll. Europ. sobre la roya negra de los cereales. Madrid 1961.
20. Massenot, M.: Les races physiologiques de *Puccinia tritici* en Europe et dans les pays du Bassin Méditerranéen. 2. Coll. Europ. sobre la roya negra de los cereales. Madrid 1961.
21. Santiago, J. C.: Estudos de epidemiologia e de especialização fisiológica da ferrugem negra do trigo. Elvas 1962.
22. Santiago, J. C., and Luna Pais, A.: Evolution of physiologic specialization of the wheat stem rust fungus in Europe during the period 1958-1963. 3rd Europ. Coll. on black rust of cereals. Cambridge 1964.
23. Sibilía, C., e Basile, R.: Quelques races physiologiques de rouille noire sur Graminées spontanées en Italie en 1960. 2. Coll. Europ. sobre la roya negra de los cereales Madrid 1961.
24. Straib, W.: Weitere Beiträge zur Kenntnis der Spezialisierung der Getreideroste und des Leinrostes. Arb. Biol. Reichsanst. **23**. 1941, 233-263.
25. Watson, I. A., and Luig, N. H.: The classification of *Puccinia graminis* var. *tritici* in relation to breeding resistant varieties. Proc. Linn. Soc. N. S. Wales **88**. 1963, 235 bis 258.

Eingegangen am 11. Dezember 1964

DK 633.491:632.481.144 *Phytophthora*
631.521.6

Die Überempfindlichkeitsresistenz von 15 deutschen Kartoffelsorten gegenüber dem Erreger der Kraut- und Braunfäule, *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary

Von Johannes Ullrich, Biologische Bundesanstalt, Institut für Botanik, Braunschweig

Über die Resistenz der Kartoffelsorten der Bundesrepublik gegenüber dem Erreger der Kraut- und Braunfäule (*Phytophthora infestans*) sind wir nur schlecht informiert. Zwar haben Höppner und Geidel (1958) sowie Kirste (1958) über mehrjährige Beobachtungen des Krautfäulebefalls im Felde berichtet, jedoch liefern derartige Beobachtungen kein zuverlässiges Bild von der Resistenz der Sorten, da der Befall im Felde nicht nur von den jeweils herrschenden Witterungsbedingungen, sondern auch von dem Rassenpektrum des Erregers abhängt.

Bekanntlich sind bei der Kartoffel zwei verschiedene Resistenzformen zu unterscheiden: 1. Die relative Re-

sistenz auf polyfaktorieller Grundlage, ein Resistenztyp, der nach unseren derzeitigen Kenntnissen weitgehend rassunenabhängig ist. 2. Die auf spezifischen Resistenzgenen (R-Genen) beruhende Überempfindlichkeitsresistenz, die an bestimmte Erregerrassen gebunden ist. Beide Resistenzformen können in einer Sorte nebeneinander vorhanden sein. Will man also das Verhalten der Sorten im Felde beurteilen, so ist es wichtig zu wissen, welchem Resistenztyp diese angehören, aber auch welche Resistenzgene und Erregerrassen vorhanden sind. Bisher wurden z. B. Sorten mit dem Gen R₁ selbst bei fehlender relativer Resistenz im Felde geringer befallen, weil diese Sorten gegen-

über der vorherrschenden und früh im Laufe der Vegetationszeit auftretenden Rasse 4 völlig resistent sind, während die Rassen 1 und 1.4, die diese Sorten zu befallen vermögen, weniger häufig und auch später auftreten. Würde die Rasse 1 die Rasse 4 im Laufe der Zeit verdrängen, so wäre die Überempfindlichkeitsresistenz einer R₁-Sorte wirkungslos, während sich dann eine Sorte mit dem Gen R₄, wie z. B. 'Isola', beim Anbau als „resistent“ erweisen würde. Wenn schließlich die Rasse 1.4 vorherrschte, so würden R₁- und R₄-Sorten gleichermaßen befallen werden.

Über die Resistenz der Sorten gegenüber der speziell durch *Phytophthora infestans* hervorgerufenen Braunfäule der Knollen ist kaum etwas bekannt. Hinweise auf eine Knollenfäule finden sich im Sortenatlas von Siebeneick und Höppner (1950 ff.).

Untersuchungen über die R-Gene in den meisten bis 1959 im Handel befindlichen Sorten der Bundesrepublik wurden von Schick und Mitarbeitern durchgeführt und veröffentlicht (Schick, Möller, Haubdörfer und Schick 1958; Schick und Hoppe 1962). Vergleicht man diese Angaben mit den anerkannten Vermehrungsflächen des Jahres 1963 sowie früherer Jahre (Kartoffelbau 15. 1964, 32-33), so fällt auf, daß unter den Sorten mit einer Vermehrungsfläche von mehr als 1500 ha bzw. mehr als 2% Anteil an der Gesamtvermehrungsfläche die Sorten mit Überempfindlichkeitsresistenz überwiegen. Bei einigen in den letzten Jahren neu zugelassenen Sorten ließen die Angaben über Abstammung und Krautfäuleresistenz das Vorhandensein von R-Genen vermuten. Wir haben daher das Verhalten von 15 derartigen Sorten gegenüber den verbreitetsten *Phytophthora*-Rassen untersucht.

Methoden

Wir testeten die Blätter von Feldpflanzen aus Hochzuchtsaatgut, von denen nach Erreichen des 12-Blatt-Stadiums das 7. bis 9. Blatt entnommen wurde. Entsprechend der Methode von Hodgson (1961, 1962) wurden aus den Blättern mit einem Korkbohrer von 15 mm Durchmesser je Sorte 100 Scheiben ausgestanzt und auf eine gut durchfeuchtete, 6 mm starke Schaum-

stoffplatte in einer 200 x 200 x 60 mm großen Plastikdose ausgelegt. Auf jede Scheibe wurde ein Tropfen (0,05 ml) mit etwa 200 Zoosporen von *P. infestans* aufgebracht. Die Plastikdosen wurden verschlossen und für 7 Tage in einer Klimakammer mit einer Temperatur von 15,5 ± 0,5° C und einer 16stündigen Belichtung (etwa 2500 Lux) aufgestellt. Am 7. Tage beurteilten wir die Sporulationsintensität jeder Scheibe in 3 Stufen: a = schwach, b = mittel, c = stark. Nach der Formel

$$S = \frac{\%a \cdot 1 + \%b \cdot 2 + \%c \cdot 3}{3}$$

wurde der Sporulationsindex bestimmt, der maximal 100 betragen kann.

Die zu diesen Testen angezogenen Pflanzen wurden im Herbst gerodet. Im Winter wurden von jeder Sorte 5-10 Knollen längs durchgeschnitten und auf die Schnittflächen 0,1 ml einer Suspension aufgebracht, die 1000 Schwärmer je ml enthielt (Ulrich 1964). Nach einer Inkubationszeit von 5 Tagen bei 20° C wurde die Stärke der Sporulation auf der inokulierten Schnittfläche ermittelt. Als Stufen wurden gewählt: Vereinzelt = (+), schwach = +, mittel = ++ und stark = +++; 0 = nur Nekrosen vorhanden (Tab. 2, S. 38).

Die Infektionen wurden mit Einsporlinien der in der Bundesrepublik verbreitetsten Rassen 1, 4 und 1.4 durchgeführt, außerdem wurde die Rasse 1.2.3.4 verwendet, die die Resistenz der Gene R₁, R₂, R₃ und R₄ und Kombinationen dieser Gene überwindet. Zu den Knollentesten wurde noch die Rasse 0 hinzugezogen. Diese Rasse sporulierte auf den Knollen einiger Sorten, während das Laub aller 15 Sorten ihr gegenüber eindeutig mit Abwehrnekrosen reagierte. Von jeder Rasse wurden zwei Herkünfte aus der Umgebung von Braunschweig verwendet (mit a und b bezeichnet). Eine Herkunft der Rasse 1.2.3.4 verdanken wir Herrn Professor Dr. R. Schick, der uns auch sein Testsortiment für *Phytophthora*-Rassen zur Verfügung stellte. Alle Herkünfte wurden auf Kartoffelknollen kultiviert (Ulrich 1964).

Tabelle 1

Krautfäuleresistenz (Sporulationsindex) von 15 Kartoffelsorten mit Überempfindlichkeitsresistenz

Sorten	Phytophthora-Rassen								Resistenzgene
	1		4		1.4		1.2.3.4		
	a	b	a	b	a	b	a	b	
I 'Erstling'	100	100	92	99	100	100	98	100	r
'Carmen'	68	98	29	33	67	36	23	87	r
II 'Datura'	36	32	0	0	54	46	27	50	R ₁
'Eva'	62	71	0	0	80	73	86	77	R ₁
'Feldeslohn'	75	79	0	0	91	86	88	88	R ₁
'Lori'	55	36	0	0	76	50	56	66	R ₁
'Maritta'	61	69	0	0	94	77	70	71	R ₁
'Rheinhort'	79	63	0	0	99	79	80	95	R ₁
'Isola'	0	0	76	37	95	31	33	62	R ₄
'Delos'	0	0	0	0	0	0	43	62	R ₃
III 'Carla'	76	39	0	0	100	56	89	82	R ₁
'Poet'	64	54	0	0	82	74	73	79	R ₁
'Susanna'	0	0	0	0	0	0	80	81	R ₁ , R ₃
'Vertifolia'	0	0	0	0	0	0	28	28	R ₃ , R ₄
IV 'Aga'	0	0	0	0	0	0	90	95	?
'Arensa'	0	0	0	0	0	0	97	93	?
'Tondra'	0	0	0	0	0	0	68	90	?

I Vergleichssorten ohne Überempfindlichkeitsresistenz

II Sorten mit einem Anteil an der Gesamtvermehrungsfläche von über 2%

III Vergleichssorten mit bekannter genetischer Konstitution

IV Neue Sorten mit Überempfindlichkeitsresistenz unbekannter genetischer Konstitution

Tabelle 2

Knollenresistenz (Sporulationsgrad auf der infizierten Schnittfläche) von 15 Sorten mit Überempfindlichkeitsresistenz

Sorten	Phytophthora-Rassen									
	0		1		4		1.4		1.2.3.4	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
I 'Erstling'	+++	++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
'Carmen'	++	++	+++	++	++	+++	+++	++	+++	++
II 'Datura'	0	0	+++	+++	0	0	+++	++	++	++
'Eva'	0	0	++	++	0	0	++	++	++	++
'Feldeslohn'	0	0	+++	+++	0	0	+++	+++	+++	+++
'Lori'	0	0	++	+++	0	(+)	+++	+++	++	++
'Maritta'	0	0	++	++	0	0	++	++	++	+++
'Rheinhort'	0	++	+++	+++	+	+	++	+++	++	+++
'Isola'	++	++	+	++	+++	+++	+++	+++	++	++
'Delos'	++	++	0	0	++	+	+	0	++	+++
III 'Carla'	++	++	+++	+++	++	++	+++	++	++	+++
'Poet'	+	+	++	+++	0	(+)	+++	+++	++	+++
'Susanna'	0	0	+	0	0	0	(+)	0	+	++
'Vertifolia'	+	++	0	+	+	++	+	++	++	+++
IV 'Aga'	0	0	0	0	0	0	(+)	(+)	+++	+++
'Arensa'	(+)	+	0	0	0	0	0	0	+++	+++
'Tondra'	0	+	(+)	(+)	0	0	+	++	+	+++

I, II, III und IV: siehe Tabelle 1

Besprechung der Ergebnisse

Unter den Sorten mit einem Anteil an der Gesamtvermehrungsfläche von über 2 % im Jahre 1963 befanden sich folgende überempfindlichkeitsresistente Sorten: 'Datura', 'Feldeslohn', 'Lori', 'Maritta' und 'Rheinhort' mit dem Gen R_1 , die Sorte 'Delos' mit dem Gen R_3 und 'Isola' mit dem Gen R_4 . 1964 kam noch die R_1 -Sorte 'Eva' hinzu (Vogt 1964). Zum Vergleich mit diesen Sorten wurden weiterhin untersucht die Sorten 'Erstling' und 'Carmen', die keine Überempfindlichkeitsresistenz besitzen, die erst 1959 bzw. 1960 zugelassenen R_1 -Sorten 'Poet' und 'Carla' sowie die Sorten 'Susanna' mit der Genkombination R_1R_3 und 'Vertifolia' mit der Kombination R_3R_4 .

Wie die Werte der Tab. 1 zeigen, verhielten sich alle Sorten im Hodgson-Test gegenüber den verwendeten Rassen ihrer genetischen Konstitution entsprechend. Die Sorten mit dem Gen R_1 wurden nur von der Rasse 1 oder Kombinationen mit 1 wie 1.4 und 1.2.3.4 befallen, die Sorte 'Isola' mit dem Gen R_4 nur von der Rasse 4 und Kombinationen mit 4 usw.

Aus der Tab. 1 geht weiter hervor, daß die Sorte 'Datura' neben der Überempfindlichkeitsresistenz eine mittlere relative Resistenz besitzt. Der höchste Sporulationsindex betrug bei dieser Sorte 54 gegenüber 100 bei der hochanfälligen Sorte 'Erstling'. Gleiches gilt für die Sorte 'Delos', bei der jedoch nur das Verhalten gegenüber einer Rasse (1.2.3.4) beurteilt werden konnte. 'Vertifolia' zeigte gegenüber derselben Rasse eine hohe relative Resistenz (Sporulationsindex 28).

Im Jahre 1959 waren außer 'Rheinhort' und 'Poet' die Sorten 'Anco' und 'Arensa' zugelassen worden, für die im Sortenatlas (Siebeneick und Höppner) eine gute, bzw. sehr gute Resistenz angegeben wird, 1960 kamen die Sorten 'Carla' und 'Tondra', 1961 die Sorte 'Aga' hinzu; diese Sorten sollen eine mittlere bis gute Resistenz besitzen. Für die Sorte 'Anco' geben Schick und Hopfe (1962) die Genkombination R_1R_3 an. In unseren vorläufigen Testen stimmte das Verhalten dieser Sorte nicht ganz mit der Sorte 'Susanna' überein, für die die gleiche Genkombination angegeben wird. Über die genetische Konstitution der Sorten 'Aga', 'Arensa' und 'Tondra' ist nichts Näheres bekannt, jedoch läßt die Abstammung eine Überempfindlichkeitsresistenz vermuten. Wie unsere Tests zeigen, wurden diese drei Sorten von den Rassen 1, 4 und 1.4 nicht befallen, sie waren hochgradig anfällig gegenüber den Herkünften der Rasse 1.2.3.4. Die Gene R_1

und R_4 scheiden daher aus, es liegen andere Gene oder Genkombinationen vor.

Bei unseren Knollentests interessierte zunächst nur die Frage, ob die durch R-Gene bedingte Überempfindlichkeitsresistenz des Laubes gegenüber bestimmten Rassen auch bei den Knollen vorhanden ist. Sieht man von der vereinzelt Sporulation nach Beimpfung mit der Herkunft b der Rasse 4 bei der Sorte 'Lori' ab, so entspricht die Reaktion der Knollen der Sorten 'Datura', 'Eva', 'Feldeslohn', 'Lori' und 'Maritta' der des Laubes (Tab. 2). Bei den anderen Sorten finden wir ein mehr oder weniger abweichendes Verhalten, z. T. ist sogar eine Sporulation mittlerer Stärke anzutreffen. So unterscheidet sich die Sorte 'Carla' in ihrem Verhalten gegenüber den Herkünften der Rassen 0 und 4 kaum von der Sorte 'Carmen', die keine Resistenzgene besitzt.

Diese Befunde sind nicht überraschend. Schon K. O. Müller (1935) sowie Müller und Griesinger (1942) hatten gezeigt, daß die Erregerrasse, die das Laub einer hypersensiblen Sorte nicht befällt, die Knollen durchwuchern und auf den beimpften Schnittflächen sogar sporulieren kann. Entsprechende Beobachtungen liegen auch von anderen Autoren vor. Takase (1957) fand Luftmyzelbildung auf Knollenstücken von R_3 - und R_4 -Typen nach Beimpfung mit den Rassen 0 und 4 bzw. 1. Lapwood und McKee (1961) zeigten, daß Knollenstücke der R_3 -Sorten 'Pentland Ace' und 'Pentland Beauty' von den Rassen 4, 1.2, 1.4 und 2.4 befallen wurden und dort sporulierten, schwache Sporulation fand sich auch nach Beimpfung der R_1 -Sorte 'Fortuna' mit der Rasse 4. Diese R-Typen wurden jedoch nicht mit der Rasse 0 geprüft. In den Untersuchungen von Davila, Monson und Eide (1962) war die R_1 -Sorte 'Cherokee' jedoch von der Rasse 0 befallen worden. Über diese Untersuchungen hinaus zeigen unsere Ergebnisse, welche Vielfalt von Resistenzdurchbrechungen bei Knollen von Sorten mit R-Genen möglich sind.

Wir haben bei unseren Tests nur die Sporulation auf der Schnittfläche untersucht. Es bedarf einer weiteren Klärung, wie weit der Pilz bei Kombinationen, in denen die Überempfindlichkeitsresistenz durchbrochen wird, in die Knollen einzudringen und dort auszu-dauern vermag.

Eine befriedigende Methode zur Bestimmung der *Phytophthora*-Resistenz der Kartoffelknollen gibt es z. Z. nicht. Aus der Tab. 2 geht hervor, daß bei der

hier angewendeten Methode die Sporulation aller Rassen und Herkünfte bei der Sorte 'Eva' nur eine mittlere Stärke erreicht. Das trifft auch für die Sorte 'Maritta' zu. Hier zeigte allerdings eine Herkunft der Rasse 1.2.3.4 ein anderes Verhalten. Wir überprüfen z. Z. diese Sorten im Vergleich zu hochanfälligsten Sorten mit einer an anderer Stelle veröffentlichten Methode (Ullrich 1964).

Diskussion

Schick und Hopfe (1962) halten die Züchtung auf Überempfindlichkeitsresistenz für aussichtslos, falls sich der Pilz infolge seiner hohen Plastizität tatsächlich an jeden neuen Wirt anpassen kann. Inzwischen konnten Graham und Mitarbeiter (1961) nachweisen, daß für diese Anpassung in der Tat nur wenige Wirtspassagen erforderlich sind. Andererseits können sich höher spezialisierte Rassen, die auf Sorten mit R-Genen selektiert worden sind, rückentwickeln, wenn keine R-Gen-Sorten mehr gebaut werden (Black 1960). Infolge dieser hohen Anpassungsfähigkeit des Pilzes bietet auch nach Black die Züchtung auf Hypersensibilität keinen dauerhaften Schutz. Es ist daher auch fraglich, ob der von Toxopeus (1956) vorgeschlagene Weg erfolgreich sein kann; Toxopeus zufolge sollte man, nachdem zahlreiche Sorten mit einem R-Gen vorhanden sind, möglichst schnell solche mit 3-4 Genen schaffen, um Zwischenwirte für eine eventuelle stufenweise Mutation des Erregers auszuschalten. Inzwischen besitzen wir jedoch bereits einige deutsche Sorten mit jeweils zwei R-Genen.

Frandsen (1958) hielt es für empfehlenswert, mit der Überempfindlichkeitsresistenz eine hohe relative Resistenz zu kombinieren. Nach unseren Untersuchungen scheint aber diese Kombination bisher nur bei der Sorte 'Vertifolia' gelungen zu sein. Indessen schreitet offenbar die Züchtung von Sorten mit R-Genen fort. Im Jahre 1959 kamen allein fünf derartige Sorten in den Handel. Der Anteil der Sorten mit Überempfindlichkeitsresistenz an der Vermehrungsfläche des Jahres 1963 betrug, wie schon eingangs betont, fast 50 %.

Nachdem die deutschen Kartoffelzüchter lange Jahre ihr Hauptaugenmerk auf die Virosen gerichtet hatten, dürfte für sie die *Phytophthora*-Resistenz, besonders der Knollen, im Zusammenhang mit der Vollernteträglichkeit der Sorten wieder interessant werden. Daher möchten wir erneut auf die Nachteile einer Züchtung von Sorten mit R-Genen hinweisen. Durch diese Sorten werden neue Erregerrassen ausgelesen. Sollten sie ihren hohen Anteil an der Kartoffelanbaufläche behalten, werden sie zweifellos eine Verschiebung des Rassenspektrums bewirken. Damit würde aber der gewonnene Erfolg der Krautfäulerresistenz zunichte.

Black (1960) hat kürzlich darauf hingewiesen, daß die Zahl der Rassen von den gebauten Sorten mit R-Genen abhängt. Das haben die Rassenanalysen in verschiedenen Ländern gezeigt. In Italien sind Sorten mit R-Genen kaum vorhanden, es existieren nur wenige, auf Kartoffel und Tomate spezialisierte Rassen. In Mexiko, wo die vielfältigsten R-Genotypen vorkommen, findet sich das weiteste Rassenspektrum. Mehrfach ist auch auf das breite Rassenspektrum im Bereich von Kartoffelzuchtstätten hingewiesen worden (Schick, Schick und Haubdörfer 1958, Frandsen 1956, Toxopeus 1956). Bei den Analysen der Rassen von Einsammlungen in der Bundesrepublik zeichnet sich bereits eine Rassenverschiebung ab. Frandsen hatte 1956 aus 34 niedersächsischen Einsammlungen 33mal die Rasse 4 und einmal die Rasse 1.4 isoliert. Schick, Schick und Haubdörfer fanden bereits 1958 unter 89 Einsammlungen aus der Bundesrepublik 19mal die Rasse 1 und 14mal

die Rasse 1.4 gegenüber 40 Isolierungen der Rasse 4. Wir fanden in der weiteren Umgebung von Braunschweig 1962 die Rasse 1.4 allein bereits genau so häufig wie die Rasse 4, auch wurde mehrfach die Rasse 1 isoliert. Diese beiden Rassen überwinden die Resistenz der so verbreiteten Sorten mit dem Gen R₁. Aus nur 27 Einsammlungen konnten wir auch einmal die Rasse 1.2.3.4 isolieren, die die Resistenz der Gene R₁ bis R₄ sowie aller entsprechenden Kombinationen überwindet.

Zusammenfassung

Das Verhalten von 15 deutschen Kartoffelsorten mit Überempfindlichkeitsresistenz wurde gegenüber je zwei Herkünften der fünf häufigsten Rassen von *Phytophthora infestans* untersucht und mit dem Verhalten von zwei Sorten ohne Überempfindlichkeitsresistenz verglichen. Das Resistenzverhalten der Knollen stimmte nicht immer mit dem des Laubes überein. Bei einigen Sorten können verschiedene Rassen auf der Knollenschnittfläche sporulieren, obwohl auf dem Blatt nur Abwehrnekrosen auftreten. Die neueren Sorten 'Aga', 'Arensa' und 'Tondra' mit bisher unbekannter genetischer Konstitution sind gegenüber den Rassen 0, 1, 4 und 1.4 überempfindlichkeitsresistent. Eine Koppelung von relativer Resistenz mit der Überempfindlichkeitsresistenz ist nur in wenigen Fällen vorhanden. Es besteht dabei keine Übereinstimmung zwischen der relativen Resistenz des Laubes und der Knollen.

Der Anteil der gegenüber bestimmten Rassen resistenten Sorten an der Kartoffelvermehrungsfläche der Bundesrepublik beträgt fast 50 %. Damit besteht die Gefahr einer Veränderung des Rassenspektrums, die den z. Z. noch bestehenden Züchtungserfolg zunichte macht.

Literatur

- Black, W.: Races of *Phytophthora infestans* and resistance problems in potatoes. Scott. Plant Breed. Stat. Report 1960, p. 29-38.
- Davila, E., Monson, A., and Eide, C. J.: Late blight infection of potato tubers. Amer. Potato J. 39. 1962, 390. (Abstr.).
- Frandsen, N. O.: Rasse 4 von *Phytophthora infestans* als Feldrasse in Deutschland. Phytopath. Z. 26. 1956, 124-130.
- Frandsen, N. O.: Resistenzzüchtung gegen pilzliche und bakterielle Krankheiten der Kartoffel. Handb. Pflanzenzüchtg. 2. Aufl. Hrsg. H. Kappert und W. Rudolf. Bd. 3. Berlin u. Hamburg 1958, S. 71-97.
- Graham, K. M., Dionne, L. A., and Hodgson, W. A.: Mutability of *Phytophthora infestans* on blight-resistant selections of potato and tomato. Phytopathology 51. 1961, 264-265.
- Hodgson, W. A.: Laboratory testing of the potato for partial resistance to *Phytophthora infestans*. Amer. Potato J. 38. 1961, 259-264.
- Hodgson, W. A.: Studies on the nature of partial resistance in the potato to *Phytophthora infestans*. Amer. Potato J. 39. 1962, 8-13.
- Höppner, E.: Sortenprüfung 1959. Kartoffelbau 11. 1960, 46-50.
- Höppner, E., und Geidel, H.: Krautfäuleanfälligkeit unserer Kartoffelsorten. Kartoffelbau 9. 1958, 82-84.
- Kirste, H.: Ergebnisse von Krautfäule-Spritzversuchen. Kartoffelbau 9. 1958, 114-115.
- Lapwood, D. H., and McKee, R. K.: Reaction of tubers of R-gene potato clones to inoculation with specialized races of *Phytophthora infestans*. Eur. Potato J. 4. 1961, 3-13.
- Müller, K. O.: Über den augenblicklichen Stand unserer Kenntnisse zur biologischen Spezialisierung des Krautfäuleerregers der Kartoffel (*Phytophthora infestans*). Züchter 7. 1935, 5-12.

- Müller, K. O., und Griesinger, R.: Der Einfluß der Temperatur auf die Reaktion von anfälligen und resistenten Kartoffelsorten gegenüber *Phytophthora infestans*. Angew. Bot. **24**. 1942, 130–149.
- Schick, R., und Hopfe, A.: Die Züchtung der Kartoffel. In: Die Kartoffel. Ein Handbuch. Hrsg. R. Schick und M. Klinkowski. Bd. 2. Berlin 1962, 1462–1563.
- Schick, R., Möller, K. H., Haußdörfer, M., und Schick, E.: Die Widerstandsfähigkeit von Kartoffelsorten gegenüber der durch *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary hervorgerufenen Krautfäule. Züchter **28**. 1958, 99–105.
- Schick, R., Schick, E., und Haußdörfer, M.: Ein Beitrag zur physiologischen Spezialisierung von *Phytophthora infestans*. Phytopath. Zeitschr. **31**. 1958, 225–236.

- Siebeneick, H., und Höppner, E.: Kartoffelatlas. I. Teil: Deutsche Sorten. Hamburg 1950 ff.
- Takase, N.: An additional report on the difference in phenotypic expressions between genes, R_1 and R_4 , controlling resistance to *Phytophthora infestans* in potatoes. Euphytica **6**. 1957, 189–192.
- Toxopeus, H. J.: Reflections on the origin of new physiologic races in *Phytophthora infestans* and the breeding for resistance in potatoes. Euphytica **5**. 1956, 221–237.
- Ulrich, J.: Eine einfache Methode zur Infektion von Kartoffelknollen mit *Phytophthora infestans*. Phytopath. Zeitschr. **51**. 1964, 73–78.
- Vogt, W.: Vorschau auf die Pflanzguterzeugung 1964. Kartoffelbau **15**. 1964, 199–201.

Eingegangen am 23. Januar 1965.

DK 632.954.2.024.4: 633.417

Blattmißbildungen bei jungen Beta-Rüben nach Anwendung von Diallylate vor der Aussaat

Von Werner Steudel und Rolf Jakob-Haupt, Biologische Bundesanstalt, Institut für Hackfruchtkrankheiten und Nematodenforschung, Außenstelle Elsdorf/Rhld., und Pflanzenschutzamt Bad Godesberg

Von der zweiten Maihälfte des Jahres 1964 an wurden – zunächst in zahlreichen Zuckerrübenfeldern der Kreise Euskirchen, Düren und Bergheim, später aber auch in anderen Kreisen – eigenartige salatkopffartige Mißbildungen gefunden, die bisher im Rheinland nicht beobachtet worden waren. Da niemand eine Erklärung für diese Abnormitäten fand, versuchten wir, durch umfangreiche Feldbesichtigungen den Grund für die Mißbildungen herauszufinden, die im Laufe der Wochen praktisch in allen Zuckerrübenbau betreibenden Kreisen des Rheinlandes beobachtet werden konnten.

Auffallend war, daß die Blätter der betroffenen Rüben mehr oder weniger stark untereinander verklebt waren und nicht voneinander gelöst werden konnten, ohne die Epidermis zu beschädigen. Sie blieben während des weiteren Wachstums fest miteinander verbunden und krampften sich teilweise derartig zusammen, daß der Eindruck entstand, es handele sich um einen kleinen Salat- oder Kohlkopf (Abb. 1). Bei anderen Pflanzen, wo nur die Spitzen der Blätter zusammenklebten, zeigten sich Symptombilder, die entfernt an das Bild der virösen Wanzenkräuselkrankheit erinnerten, doch war der Nachweis, daß es sich um eine andere Ursache handeln mußte, leicht zu erbringen. Bei genauerer Nachsuche fanden wir auch ganz leichte Verklebungen, die zur Verkrümmung von ein oder zwei Blättern führten, ohne daß es zu einer Mißbildung des gesamten Blattapparates gekommen wäre (Abb. 2).

Die beschriebenen Mißbildungen wurden von den Landwirten beim Vereinzeln der Bestände bemerkt und blieben teilweise bis etwa Mitte Juni erkennbar, als die Rüben bereits begannen, die Reihen zu schließen. Da die Pflanzen offenbar normal weiterwuchsen und sich an den später gebildeten Blättern keine Verklebungen mehr zeigten, wurde der verklebte Teil des Blattschopfes von den nachwachsenden Blättern auseinander gerissen, und Ende Juni sahen die ständig beobachteten Pflanzen wieder normal aus, ohne daß sie sichtbar im Wachstum zurückgeblieben wären. Allem Anschein nach lösten sich die Verklebungen schnell und leicht nach stärkeren Niederschlägen.

Die im gesamten rheinischen Raume durchgeführten Erhebungen über die Ursache dieser Mißbildungen ergaben folgendes: Stärkere Verklebungen oder „Salatköpfe“ wurden nur auf solchen Feldern oder Feldteilen gefunden, die vor der Saat mit einem Präparat auf Diallylatebasis behandelt worden waren. In einem einzigen Felde, wo mehrere Herbizide vergleichsweise angewendet worden waren, fanden wir die beschriebenen Mißbildungen vereinzelt auch in einem mit TCA + Chloralamid behandelten Streifen.

Sehr selten wurden ganz leichte Verklebungen einzelner Blätter auch in unbehandelten Feldern festgestellt. Insbesondere auf teilbehandelten Feldern war aber der Zusammenhang zwischen dem Diallylate und dem Auftreten der Mißbildungen ganz offensichtlich.

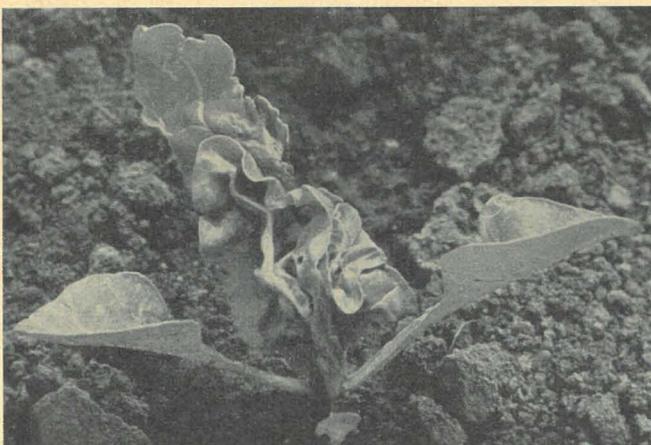


Abb. 1. Zuckerrübe mit salatkopffartigen Blattmißbildungen; dritte Maidekade 1964.

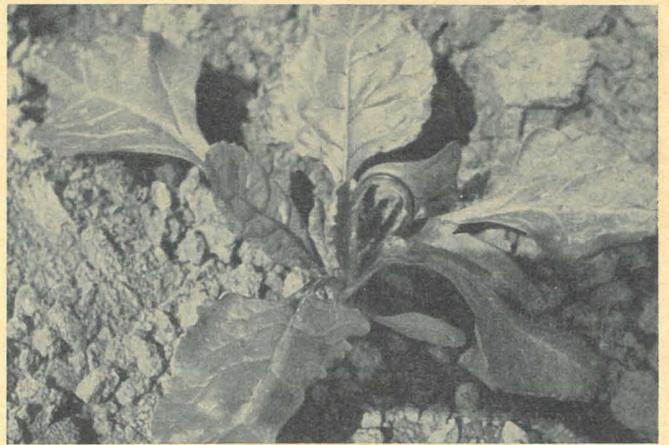


Abb. 2. Futterrübe mit einem verklebten und daher eingerollten Blatt; 10. Juli 1964.