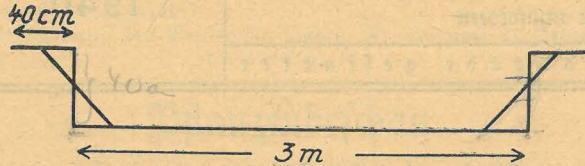


Käfermassen ein im Keimlingstadium stehendes Feld nur dann gerettet werden kann, wenn dem Bauern ein billiges, aber auch rasch und radikal wirkendes Bekämpfungsmittel zur Verfügung steht. Infolge der regenerischen Witterung schieden die Quarzmehlpräparate von vornherein aus, und auch von arsenhaltigen Fraßgiften konnte man sich nach Lage der Dinge nicht allzuviel versprechen.

Gegen den Rapsglanzkäfer hatte sich in unseren Versuchen dieses Sommers, deren Ergebnisse demnächst an anderer Stelle veröffentlicht werden, das niedrigprozentige Derrismittel »R 08«²⁾ der Chemischen Werke Lübeck sehr gut bewährt. Da der Preis wesentlich geringer ist als bei den bisher gebräuchlichen, an sich wirksamen und hochprozentigen Pyrethrum- und Derrismitteln (vgl. Merkblatt 8/9 der B. R. A.), lag es nahe, mit diesem Präparat



Tragegerät zum Bestäuben niedriger Pflanzen mit Hilfe von Gazebeuteln.

auch gegen die Kohlerdflöhe vorzugehen, um dem Schadsfraß wenigstens einen Riegel vorzuschieben. Schon der erste Versuch auf einer Fläche von einigen Hektar fiel außerordentlich günstig aus, obgleich der ständige Wind das Verstäuben nicht gerade erleichterte. Es zeigte sich, daß schon 2 Stunden nach dem Stäuben praktisch alle Käfer auf der behandelten Fläche gelähmt und damit ausgeschaltet waren. Die Tiere lagen, vom Winde verweht, in Erdspalten, kleinen Vertiefungen oder auch zwischen den Pflanzen und haben sich auch später nicht mehr erholt. Die Versuche sind dann in den nächsten Tagen noch einmal systematisch wiederholt worden³⁾. Wichtig ist nun, daß auch bei den späteren Behandlungen jedesmal die ganz ausgezeichnete und rasche Wirkung des Mittels »R 08« wieder festgestellt werden konnte. Die Aufwandmenge in diesen Versuchen war 25 kg/ha, und das Stäuben wurde mit Gazebeuteln, die an einer langen Holzstange aufgehängt waren, durchgeführt. Um zu verhindern, daß die Staubwolke durch den Wind zu weit fortgetragen wurde, war es nötig, die Stäubebeutel möglichst niedrig über die Pflanzen hinwegzutragen. Durch Anbringen von rechtwinkligen Verlängerungsgriffen am Ende der Stangen

²⁾ Dieses Mittel ist nach Auskunft der Herstellerfirma mit dem anerkannten Präparat »Kümer« identisch.

³⁾ Herrn Dr. h. c. Lembke, der uns seine Felder freundlicherweise zur Verfügung stellte, sei auch an dieser Stelle herzlich Dank gesagt.

wurde den Arbeitern das tiefe Tragen der Beutel bequem gemacht (s. Abbildung). Die Arbeitsbreite der Stange betrug 3 m, die Länge der freien Enden 40 cm. Das Gerät wird von den Arbeitern vor dem Körper getragen und im Gehen ruckartig erschüttert. Die Dosierung des Pulvers konnte durch die Stärke der Erschütterung und Gangart erreicht werden. Bei leichtem Wind (bis höchstens Windstärke 3) reichten 4 Stäubebeutel für die Stange aus, bei Windstille wurden 5 bis 6 benutzt. Eine Behandlung bei mehr als Windstärke 3 wird sich in der Regel nicht empfehlen. Mit einer Dosierung von 25 kg/ha wurde schon nach 2 Stunden ein Käferrückgang von 95 % festgestellt. In den Auszählungen nach 1, 2 und 3 Tagen wurden lebende Käfer nur noch so vereinzelt aufgefunden, daß praktisch von einer 100%igen Abtötung gesprochen werden kann.

Zur Ergänzung der Feldversuche wurden Laboratoriumsversuche in der Lang-Welteschen Glocke durchgeführt, die die ausgezeichnete Wirksamkeit des »R 08« gegen Kohlerdflöhe vollauf bestätigten. In diesen Versuchen wurde sogar mit einer Aufwandmenge, die einem Verbrauch von nur 10 kg/ha entspricht, nach 4 Stunden eine 100%ige Abtötung erzielt. Nach diesen Ergebnissen dürfte es möglich sein, die vorläufig gewählte Dosierung von 25 kg/ha noch wesentlich zu unterschreiten. Das gleichmäßige Ausbringen geringerer Mengen mit nicht geübten Arbeitskräften dürfte jedoch einige Schwierigkeiten bereiten.

Das Mittel »R 08« kostet in feingemahlenem Zustand, wie es für das Gazebeutel-Verfahren benötigt wird, 0,85 R. M. das Kilo. Bei diesem Preis ist die Wirtschaftlichkeit auch bei Anwendung auf größeren Flächen auf alle Fälle gesichert. Die Behandlung kostet bei Anwendung von 25 kg/ha (21,25 R. M.) jedenfalls noch nicht halb so viel wie bei Anwendung von Quarzmehlpräparaten, die gerade wegen ihrer Preiswürdigkeit immer besonders empfohlen werden. (Aufwandmenge 600 kg/ha = 48 R. M.) Der Preis gestattet sogar ohne weiteres eine zweimalige Anwendung, wenn nach der ersten Bekämpfung und einer Schlechtwetterperiode eine neue Zuwanderung von Käfern stattfinden sollte.

Ein Nachteil des Mittels besteht augenblicklich darin, daß es ausländische Rohstoffe enthält. Da die Fabrik aber noch über größere Mengen unverarbeiteter Rohprodukte verfügt, tritt dieser Mangel vorläufig nicht in Erscheinung.

Zu Feldversuchen mit dem Präparat »R 08« gegen den Rapserdflöhe ergab sich aus den obengenannten Gründen leider bisher keine Gelegenheit. Bei Vorversuchen im Laboratorium zeigte sich jedoch, daß auch diese Tiere ebenso rasch und radikal damit abgetötet werden können wie die Kohlerdflöhe.

Neuere Untersuchungen über die Phytophthora-Resistenz der Kartoffel

Von Regierungsrat Prof. Dr. R. D. Müller.

Dienststelle für Vererbungslehre und Immunitätszüchtung der Biologischen Reichsanstalt.

Seit mehr als 1½ Jahrzehnten ist Verf. um die Züchtung von phytophthorawiderstandsfähigen Kartoffelsorten bemüht. Ausgangspunkt dieser Arbeiten war die Entdeckung von südamerikanischen Primitivformen¹⁾, welche von der Biotypengruppe A, die in Mitteleuropa das Feld beherrscht, nicht befallen werden. Schon früh

¹⁾ Formen aus den Brouillischen El-Stämmen! Unter Benutzung dieser A-resistenten Primitivformen wurden an der BRA die sogenannten W-Sorten gezüchtet. Im Laufe der Jahre gelang es, durch planmäßige Kreuzungen mit Kultursorten und unter Anwendung des bekannten Frühselektionsverfahrens A-resistente Zuchten aufzubauen, die heute in bezug auf Ertrag,

wurde festgestellt, daß die »A-Resistenz« dieser Formen auf nur wenigen Erbfaktoren beruht, die höchstwahrscheinlich als eine multiple Reihe und entsprechend der tetraploiden Struktur der Kulturkartoffel in vierfacher Auflage vertreten sind. Seinerzeit wurde auch von dem Verfasser die Hypothese aufgestellt, daß die Wirkung dieser Resistenzgene kumulativer Art ist, d. h. erst von einer bestimmten »Gen-

Qualität und andere Eigenschaften mit den besten Kultursorten weiterfeinern. An diesen Arbeiten waren auch einige deutsche Kartoffelzüchter beteiligt, deren Züchtungen bereits vom Reichsnährstand geprüft worden sind und zu den besten Hoffnungen berechtigen.

dosis« an erfährt die Phytophthora-Resistenz A ihre phänotypische Ausprägung.

Von einer ganz andern Seite gingen wir nun bei den Untersuchungen aus, welche die Wirkungsweise jener Gene aufhellen sollten. In Rücksicht darauf, daß der Parasit auch in das Gewebe der Resistenten eindringt, schien ein aussichtsvoller Weg zu diesem Ziel die physiologisch-anatomische Untersuchung der Reaktion zu sein, die wir nach dem Zustandekommen des parasitischen Verhältnisses bei Wirt und Parasiten beobachten können. Hierbei war nicht nur das Verhalten der Kombination »W-Sorte + Phytophthorabiotyp A« (Resistenz) zu untersuchen, sondern auch das der anderen für die Analyse des ganzen Reaktionsablaufes so wichtigen Kombination »Kultursorte + Phytophthorabiotyp A« (Anfälligkeit), wobei es in erster Reihe um die Klärung der Frage ging: Worin unterscheidet sich der Reaktionsablauf bei den resistenten von dem bei den anfälligen Genotypen?

Als diese Untersuchungen in Angriff genommen wurden, war bereits durch die Arbeiten von Müller und Börger (2) der Nachweis erbracht worden, daß nicht der »Zustand« der Zelle vor dem Angriff des Parasiten darüber entscheidet, ob dieser zur normalen Entwicklung gelangt oder vorzeitig abgestoppt wird (letzterenfalls würde Resistenz vorliegen). Entscheidend für das Schicksal des Parasiten und auch des Wirtes ist nach den beiden Autoren vielmehr die Reaktion, mit der die befallene Wirtszelle den Angriff des Parasiten beantwortet. Genetisch formuliert heißt das: Nicht der resistente »Zustand« an sich wird auf die Nachkommen übertragen, sondern die Fähigkeit, den Angriff des Parasiten mit irgendeiner Reaktion zu beantworten, die ein vorzeitiges Absterben des Phytophthorapilzes zur Folge hat. Ferner wußten wir bereits, daß die gleichen Gene bei den W-Sorten die Resistenz des Laubes und der Knollen bedingen, und ferner, daß der Grad der Anfälligkeit bei den Knollen der Kultursorten erheblichen Modifikationen durch die Außenbedingungen (z. B. Temperatur) unterworfen ist.

Hieraus ergaben sich zwei Folgerungen, die von großer methodischer Bedeutung waren:

1. als Untersuchungsobjekte konnten die Knollen anstatt der oberirdischen Teile der Pflanze benutzt werden; die Schwierigkeiten, die man bei der Untersuchung von ganzen Pflanzen in der Regulierung der Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsverhältnisse hat, fielen also hier weg;
2. damit ein direkter Vergleich zwischen dem Reaktionsmodus der anfälligen und resistenten Genotypen möglich war, mußten die Versuche bei konstanter Temperatur durchgeführt werden (19° C).

Infiziert wurde mit Sporangien suspensionen, die auf die Schnittflächen der halbierten Knollen aufgeträufelt wurden. Die Aufbewahrung der infizierten Knollen erfolgte in feuchten Kammern bei einer Luftfeuchtigkeit von annähernd 100%.

Die wichtigsten Ergebnisse der Arbeit von Meyer (1), dem diese Untersuchungen übertragen wurden, lassen sich wie folgt zusammenfassen: Der wesentlichste Unterschied in der Reaktion der anfälligen und resistenten Genotypen besteht in der Schnelligkeit, mit der die Wirtszelle auf den Angriff des Parasiten reagiert. Dagegen ist der Endzustand, den die mit dem Phytophthorapilz in Kontakt gelangten Zellen erreichen, bei den resistenten und anfälligen der gleiche: Stets geht die Zelle in den Todzustand über. Diesen erreichen aber die Anfälligen viel später als die Resistenten. Während er bei den Resistenten schon nach 36 Stunden erreicht ist, bleiben bei den Anfälligen die Zellen viel länger am Leben (7 bis 9 Tage); manche sind sogar nach 12 Tagen noch funktionsfähig.

Meyer untersuchte nun vor allem, welche Phasen die vom Parasiten angegriffenen Zellen bis zum Erreichen des Todzustandes durchlaufen. Bei den anfälligen Genotypen sind in den ersten Tagen keine augenfälligen Änderungen festzustellen; erst am dritten Tage nach der Infektion sind die ersten Anzeichen eines beginnenden Zellverfalles mit Hilfe der Vitalfärbungstechnik zu beobachten. Hierbei werden zunächst die Membran und die angrenzenden Plasmaschichten in Mitleidenschaft gezogen; ein wenig später läßt sich eine Zellkernvergrößerung nachweisen. Trotzdem bleiben noch verschiedene Teilfunktionen der Zelle erhalten; der Kern vermag sich zu teilen, die Zelle ist plasmolysierbar und ist noch turgeszent. Doch läßt sich schon in dem geschädigten Plasma ein erhöhter Gerbstoffgehalt nachweisen. Aber erst am fünften und sechsten Tage machen sich stärkere Verfallserscheinungen geltend. Plasma und Membran beginnen jetzt zu verbraunen, der Zellkern schrumpft wieder zusammen, das Plasma wird grobkörnig, und die Wasserabgabe der Zellen nimmt erheblich zu. Schließlich kollabiert die Zelle, nachdem sie eine tiefbraune Verfärbung angenommen hat. Diese beruht auf der Infiltration von Plasma und Membran mit einer braunen Substanz, die offenbar durch Polymerisation der vorher gebildeten Gerbstoffverbindungen entstanden ist.

Dieser bei den Anfälligen über eine relativ lange Zeitspanne sich hinwegziehende Zerfallsprozeß geht nun bei den Resistenten viel schneller vor sich. Schon nach etwa 24 Stunden setzt die Verbraunung von Membran und Plasma ein, der eine erhöhte Wasserabgabe und baldiges Kollabieren der Zelle auf dem Fuße folgt. Eine Vergrößerung des Kernes konnte allerdings bei diesem schnellen Verfall der Zelle nicht mehr festgestellt werden. Der Verlauf der Nekrose, die auch hier wieder von der Bildung von gerbstoffartigen Verbindungen und deren Polymerisationsprodukten begleitet wird, ist also im Grunde der gleiche wie bei den Anfälligen; nur darin besteht ein wesentlicher Unterschied, daß er viel schneller als bei diesen verläuft.

Da, wie andere noch unveröffentlichte und an einem umfangreichen genetischen Material durchgeführte Untersuchungen gelehrt haben, die Widerstandsfähigkeit um so größer ist, je schneller die Verbraunung und der Kollaps von dem Pilz angegriffenen Zellen eintritt, ergibt sich der wichtige Schluß: Je schneller die Reaktion der Zellen auf den Angriff der Parasiten, desto größer ist auch die Resistenz der ganzen Pflanze. Da man die schnellere Reaktion als Ausdruck einer größeren Empfindlichkeit der Zelle auffassen kann, lassen sich diese Verhältnisse auch durch folgenden Satz kennzeichnen: Je größer die Empfindlichkeit der Zellen gegenüber irgendwelchen stofflichen Beeinflussungen seitens des Pilzes, desto größer die Widerstandsfähigkeit.

Interessant ist nun das Verhalten des Parasiten auf den Resistenten und Anfälligen. Zwischen der Schnelligkeit der im Gefolge des Pilzangriffes auftretenden Nekrose und dem Schicksal des Parasiten besteht nämlich eine enge Beziehung. Je früher das Kollabieren der Wirtszellen und je schneller die Entstehung jener Stoffe, die die Verbraunung von Plasma und Membran hervorrufen, einsetzt, desto größer ist auch die Entwicklungshemmung des Parasiten. Bei den hochresistenten W-Knollen dringt der Parasit mit seinen Hyphen nur höchstens 20 Zellschichten tief in das Wirtsgewebe ein, ohne zur Haustorienbildung zu gelangen; dann stellt er sein Wachstum ein. Unter solchen Bedingungen gelangt er auch nicht mehr zur Fruktifikation, die bei den anfälligen Genotypen nach vier bis fünf Tagen einsetzt. Da wir annehmen

können, daß die »braune Substanz«, die die kollabierten Zellen durchsetzt, durch Polymerisation gerbstoffähnlicher Verbindungen entsteht, so vermutet Meyer (1) in Anlehnung an Dufrenoy, daß das Prinzip, das die Entwicklungshemmung des Parasiten hervorruft, Gerbstoffe wären. Dieser Gedanke läge nach Meyer um so näher, als die Gerbstoffe entwicklungshemmend und in höheren Konzentrationen abtötend auf viele pilzliche Organismen wirken.

Wie haben wir uns aber auf dem Grunde der Meyer'schen Ergebnisse nun die Wirkungsweise jener Gene vorzustellen, durch die sich die widerstandsfähigen von anfälligen Genotypen unterscheiden? Bei der Beantwortung dieser Frage müssen wir von der Tatsache ausgehen, daß zwischen der Reaktion der anfälligen und der resistenten Knollen keine »grundsätzlichen« Unterschiede bestehen. Sie sind offenbar gradueller Natur und bestehen nur darin, daß die Geschwindigkeit, mit welcher die Abwehrenekrose bei den Anfälligen zum Ablauf gelangt, zu gering ist, als daß der Parasit in seiner Entwicklung gehemmt werden könnte. Hiernach bestimmen also jene Gene, durch die sich die W- von den Kultursorten unterscheiden, nur die Schnelligkeit der Abwehrenekrose, wobei es im Grunde nur auf das Verhältnis zwischen der genotypisch bedingten Reaktionsgeschwindigkeit der Wirtspflanze und der Schnelligkeit ankommt, mit welcher der Parasit mit seinen Hyphen das Wirtsgewebe durchwuchert und zur Fruktifikation gelangt (4).

Diese Auffassung steht nun wieder in guter Übereinstimmung mit der schon früher aufgestellten These, daß die Wirkung der Resistenzgene kumulativer Art ist. Erst wenn eine bestimmte Mindestschnelligkeit gegeben ist, kann — so müssen wir doch aus den oben geschilderten Ergebnissen folgern — das Wachstum des Parasiten zum Stillstand gebracht werden. Wird diese nicht erreicht, so vermag der Parasit die ganze Knolle zu durchwuchern und zu

fruktifizieren; der Wirt ist also anfällig. Hierbei ist es gleichgültig, ob die Differenz zwischen der Mindest- und der jeweilig gegebenen Reaktionsgeschwindigkeit größer oder kleiner ist. Auf jeden Fall ist die Knolle anfällig, wenn der Schwellenwert nicht erreicht wird. Aber auch oberhalb dieses kritischen Schwellenwertes, der für den Umschlag von Anfälligkeit zu Resistenz maßgebend ist, sind die Unterschiede in der Reaktionsgeschwindigkeit nur noch von geringem Einfluß auf den Endeffekt. Wohl wird der Parasit früher oder später abgefangen, je nach der Schnelligkeit, mit der die verschiedenen Phasen der Abwehrenekrose durchlaufen werden. Schließlich wird er doch noch früh genug abgefangen, so daß er nicht mehr zur Fruktifikation gelangt. Solche quantitativen Abstufungen hat auch Meyer (1) bei den resistenten Sorten BRA W 9/31 und 23/31 gefunden, die er mit der Geschwindigkeit der Bildung gerbstoffartiger Verbindungen in den von dem Parasiten angegriffenen Wirtszellen in Beziehung bringt. Und hieraus würden sich auch jene Unterschiede im Verhalten der Knollen erklären, die für die W-Sorten bereits in einer früheren Arbeit beschrieben worden sind (3).

Schrifttum:

- (1) G. Meyer, Zellphysiologische und anatomische Untersuchungen über die Reaktion der Kartoffelknolle auf den Angriff der *Phytophthora infestans* bei Sorten verschiedener Resistenz. Arb. Biol. Reichsanst. 1940, 23, 97—132.
- (2) R. D. Müller und S. Börger, Studien über den »Mechanismus« der *Phytophthora*-Resistenz der Kartoffel. Biologische Reichsanstalt f. l. u. F., Wissenschaftl. Jahresbericht 1937, 45.
- (3) R. D. Müller, Über den augenblicklichen Stand unserer Kenntnis zur biologischen Spezialisierung des Krautfäuleerregers der Kartoffel (*Phytophthora infestans*). Züchter 1935, 7, 5—12.
- (4) R. D. Müller, G. Meyer und M. Plinkowski, Physiologisch-genetische Untersuchungen über die Resistenz der Kartoffel gegenüber *Phytophthora infestans*. Naturwissenschaften 1939, 27, 765—768.

Wird der Kornkäfer durch Kälte geschädigt?

Von Dr. G. Runike.

Dienststelle zur Erforschung und Bekämpfung der Vorratschädlinge der Biologischen Reichsanstalt.

Die Frage, ob der Kornkäfer, *Calandra granaria*, durch die Einwirkung von tiefen Temperaturen geschädigt wird, ist an Hand von Laboratoriumsversuchen schon mehrfach untersucht worden. (S. a. Nachrichtenblatt f. d. Dt. Pflanzenschutzdienst, 20. Jg., Nr. 10, Hans-Alfred Kirchner: Versuche über den Einfluß der Winterkälte auf den Kornkäfer.) Da aber gerade bei der Getreidelagerung, besonders in Großlagern, die Umweltsbedingungen für den Kornkäfer wesentlich anders geartet sind als bei Laboratoriumsversuchen, kann man die Ergebnisse von Kleinversuchen nicht ohne weiteres auf die Verhältnisse der Lagerpraxis übertragen. Die strenge und langanhaltende Kälte des Winters 1939/40 bot nun Gelegenheit, auch unter praktischen Verhältnissen neue Erkenntnisse über den Einfluß tiefer Temperaturen auf den Kornkäfer im Lagergetreide zu gewinnen. Die Pflanzenschutzämter waren in einem Rundschreiben gebeten worden, ihre Beobachtungen auf diesem Gebiete der Biologischen Reichsanstalt mitzuteilen. Von 23 Antworten lauten 15 auf Verminderung des Befalles, 8 auf gleichgebliebene Befallsstärke. Die letzteren stammen nur aus westlichen Teilen des Reichsgebietes. In den Antworten wird mit Recht darauf hingewiesen, daß eine sichere Feststellung nur möglich gewesen wäre, wenn die Befallsverhältnisse des Vorjahres im einzelnen bekannt gewesen

wären. Übereinstimmend stellen die Pflanzenschutzämter fest, daß bei Speicherlagerung größerer Getreidemengen eine Schädigung des Kornkäfers kaum zu verzeichnen ist, daß auf Bauernspeichern, wo unter den Schütthöden ständig warme Räume oder Ställe liegen, der Kornkäfer nicht gelitten hat, und daß nur in frei stehenden Gebäuden, in denen durch Lüftung in den Wintermonaten die Kälte längere Zeit zur Einwirkung kam, Kornkäfer und Brut in hohem Prozentsatz oder völlig abgetötet wurden.

Aus den Feststellungen der Pflanzenschutzämter läßt sich folgende Nutzenanwendung ziehen:

1. In Großgetreidelagern mit der üblichen Schütthöhe von 1,20 m und darüber kann man tiefe Temperaturen in den Wintermonaten für die Abtötung von Kornkäfern und Brut nicht mit Erfolg anwenden, weil die Abkühlung viel zu langsam vor sich geht und auch selten die zur Abtötung erforderliche Tiefe erreicht wird. Es genügt, wenn sich das Getreide auf + 6 bis 8° C abkühlt, weil der Kornkäfer bei diesen Temperaturen mit der Eiablage aufhört und die Fraßtätigkeit fast ganz ruht. Für Großbetriebe ist die richtige Belüftung des Lagergetreides wichtiger als die unbedingte Lüftung zur Erzielung niedriger Temperaturen.