

Aus der Biologischen Zentralanstalt der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin,
Institut für Phytopathologie Aschersleben

Die Bedeutung der Chlorogensäure als Resistenzfaktor des Kartoffelschorfes

Von H. WOLFFGANG und G. M. HOFFMANN

Mit 2 Abbildungen

Die alljährlich notwendigen Aufwendungen zur chemischen Bekämpfung der wichtigsten pflanzlichen und tierischen Parasiten der Kulturpflanzen sind beträchtlich und mit einer weiteren Steigerung darf gerechnet werden. Vielfach bleiben Rückstände der Bekämpfungsmittel, deren toxische Eigenschaften bekannt sind, auf oder in den für die menschliche und tierische Ernährung dienenden Ernteprodukten, so daß eine gewisse Beunruhigung in der Öffentlichkeit besteht (EICHHOLTZ, 1956). Bei zahlreichen Kulturpflanzen ist es gelungen, resistente Formen gegenüber pflanzlichen Parasiten zu finden, deren wertvolle Eigenschaften in der Resistenzzüchtung mit denen hochentwickelter Kulturformen zu kombinieren versucht wird. Obgleich es in vielen Fällen gelang, Sorten von Kulturpflanzen mit ausreichender Resistenz zu züchten, traten vielfach Rückschläge durch Anpassung des Parasiten an diese widerstandsfähigen Formen auf, so daß es zu einer Art Wettlauf zwischen der Resistenzzüchtung und dem Parasiten gekommen ist. Vielfach ist dabei die Resistenzzüchtung durch die Schwerfälligkeit ihrer Verfahren benachteiligt. Eine Vereinfachung der Resistenzprüfungsmethoden ist daher von besonderem Wert. Bei der Resistenzzüchtung gegen den Kartoffelschorf war man früher allein auf eine mehrjährige Feldprüfung angewiesen. Nach HOFFMANN (1954) kann eine wesentliche Verkürzung der Prüfungsdauer mit Hilfe der Lochtopfmethode erreicht werden. Für den normalen Zuchtbetrieb ist diese Methode nicht sonderlich geeignet, so daß eine weitere Vereinfachung des Prüfungsverfahrens wünschenswert war. Diese Möglichkeit eröffnete sich, als JOHNSON und SCHAAL (1952) feststellten, daß die Schorfresistenz der Kartoffelknolle auf ihrem Gehalt an Chlorogensäure beruht. Mit einer einfachen Farbreaktion gelang es, resistente und anfällige Sorten zu unterscheiden. Eigene Nachprüfungen dieses Verfahrens an je zehn ausgereiften Knollen unterschiedlicher Größe von 70 Sorten ergaben eindeutig, daß der von JOHNSON und SCHAAL (1952) benutzte FeCl_3 -Test nicht spezifisch genug auf Chlorogensäure anspricht und eine deutliche Differenzierung resistenter und anfälliger Sorten auf diesem Wege nicht möglich ist.

Die Bedeutung der Chlorogensäure für die Schorfresistenz ist nicht unbestritten geblieben. EMILSSON (1953) fand bei Untersuchungen an 15 Kartoffelsorten mit unterschiedlichem Resistenzverhalten, daß keine Beziehung zwischen dem Chlorogensäuregehalt und der Schorfresistenz besteht. JOHNSON und SCHAAL (1957 a) haben inzwischen auf papierchromatographischem Wege die mit dem Eisenchloridtest gewonnenen Ergebnisse bestätigen können. Trotzdem erschien es uns notwendig, diese Feststellungen an einem größeren Kartoffelsortiment mit bekannten Resistenzeigenschaften nachzuprüfen.

Material und Methode

Mit einer von HOFFMANN (1954) beschriebenen Methode wurde ein größeres Kartoffelsortiment auf seine Resistenz bzw. Anfälligkeit gegen *Streptomyces scabies* untersucht. Zur Ermittlung der Resistenz wurde der Befallsgrad (5 Abstufungen) der nach künstlicher Infektion erkrankten Knollen bestimmt und für die jeweilige Sorte eine Wertzahl errechnet. Die Untersuchungen ergaben, daß u. a. die Sorten „Ontario“, „Menominee“, „Bürs 2466“, „Jubel“, „Carnea“ und „Ackersegen“ Resistenz besitzen. Eine unmittelbar nach der Ernte durchgeführte Prüfung auf Chlorogensäuregehalt mit Hilfe des FeCl_3 -Testes ergab keine Übereinstimmung mit dem Resistenzverhalten. Auch Sorten mit starker Anfälligkeit zeigten u. a. eine intensive Farbreaktion nach Behandlung mit FeCl_3 .

Die Untersuchungen erstreckten sich 1956 auf die Bestimmung des Chlorogensäuregehaltes in den Knollen von 43 Sorten. 1957 beschränkten sich die Untersuchungen auf die folgenden sechs Sorten: „Ontario“ (res.), „Menominee“ (res.), „Carnea“ (res.), „Erstling“ (anf.), „Frühmölle“ (anf.) und „Bintje“ (anf.), von denen Material aus Knollen (gesund und erkrankt), Stolonen, Wurzeln, Stengeln und Blättern auf ihren Chlorogensäuregehalt geprüft wurde.

Die Pflanzen wurden in Lochtöpfen angezogen. Da laufend Material für die chemische Untersuchung entnommen wurde, war es nicht möglich, die Resistenz nach der Ernte in der üblichen Weise zu bonitieren. Deshalb wurde nur der Befallsgrad der zur Untersuchung entnommenen Knollen festgestellt. Die infizierten Knollen der resistenten Sorten zeigten entweder keinen oder nur ganz leichten Schorfbefall, während die infizierten Knollen der anfälligen Sorten wesentlich stärker befallen waren.

1956 wurde die für die Untersuchung benötigte Knollenschale mit dem Messer abgeschält, wobei darauf geachtet wurde, daß der Anteil des mitgeschälten Knollenfleisches möglichst klein und gleichmäßig gehalten wurde. 1957 wurde die Schale vorsichtig abgezogen, ohne Fleisch mitzunehmen. Für jede Probe wurden 1 g Schale bzw. 2 g Knollenfleisch benutzt. Die Gehalte der Schalen an Chlorogensäure (I) und Kaffeesäure (II) können also bei den beiden Untersuchungen nicht unmittelbar verglichen werden. Von den anderen Pflanzenteilen gelangten jeweils 10 g zur Extraktion. Das möglichst schnell gewonnene und grob zerkleinerte Material wurde in etwa die zwanzigfache Menge siedenden Methanols eingetragen, 5 Minuten gekocht und nach dem Abkühlen in verschlossenen Kölbchen bis zur Weiterverarbeitung im Dunkeln unter gelegentlichem Schütteln aufbewahrt. Es wurde dann filtriert, mit Methanol gewaschen und das mit der Waschflüssigkeit vereinte Filtrat i. V. stark eingengt. Dabei fiel ein Niederschlag aus, der abfiltriert und gewaschen wurde. Die Filtrate wurden vereinigt und auf 10 ml aufgefüllt. Von jeder Probe wurden mindestens fünf Papierchromatogramme mit Butanol-Eisessig-Wasser (4:1:5) angefertigt. Es wurde aufsteigend auf modifizierten Matthiasstreifen (MATTHIAS, 1954) chromatographiert. Unter der UV-Analysenlampe wurden die I und II entsprechenden Stellen der Chromatogramme markiert, die Flecke ausgeschnitten, zerkleinert und mit

0,002 n NaOH eluiert. Insgesamt wurden 7 ml NaOH in mehreren Portionen zum Eluieren benutzt. Das Eluat filtrierte wir in 10 ml-Meßkölbchen, die wir dann mit 0,5 ml halbgesättigter Harnstofflösung, 1 ml Natriumnitritlösung (10 g/l), 0,5 ml Essigsäure (10%) und nach 5 Minuten mit 1 ml KOH (20%) auffüllten. Dann wurde bei 491,6 m μ die Extinktion im Universalspektrophotometer von Zeiss-Jena gemessen. Als Blindprobe diente ein gleich behandeltes Eluat aus einem nichtfluoreszierenden Teil eines Chromatogrammes. Die Auswertung erfolgte mit Hilfe von Eichkurven¹.

das Ergebnis verfälschen. Die Gefahr, daß solche Substanzen auch dieselbe Farbreaktion geben wie die gesuchten, halten wir für sehr viel geringer.

Ergebnisse

1. Prüfung auf Resistenz und Chlorogen- und Kaffeesäuregehalt

Die Ergebnisse sind in der Abb. 1 dargestellt. Die Sorten sind nach steigender Resistenz geordnet, wie sie die Prüfung ergeben hatte. Es zeigt sich, daß die Gehalte an I und II zur beobachteten Resistenz in keiner Beziehung stehen. Trägt man die Resistenz in Abhängigkeit von den I- und II-Gehalten auf, so findet man wiederum keinen Zusammenhang zwischen den beiden Größen (Abb. 2). Schwache Resistenz tritt sowohl bei hohen als auch bei niederen I- und II-Gehalten auf, wie auch umgekehrt. Zu den acht Sorten mit dem höchsten I-Gehalt gehören sowohl sehr anfällige als auch sehr resistente. Ähnlich liegen die Verhältnisse bei den acht Sorten mit den geringsten I-Gehalten. Wenn man von den acht Sorten mit den höchsten I-Gehalten absieht, könnte man von einer gewissen Anhäufung hoher Gehalte bei den resistenteren Sorten sprechen. Eine Regel über den Zusammenhang zwischen Resistenz und I-Gehalt läßt sich aber schwerlich ableiten, da sie mit zu vielen Ausnahmen belastet werden müßte.

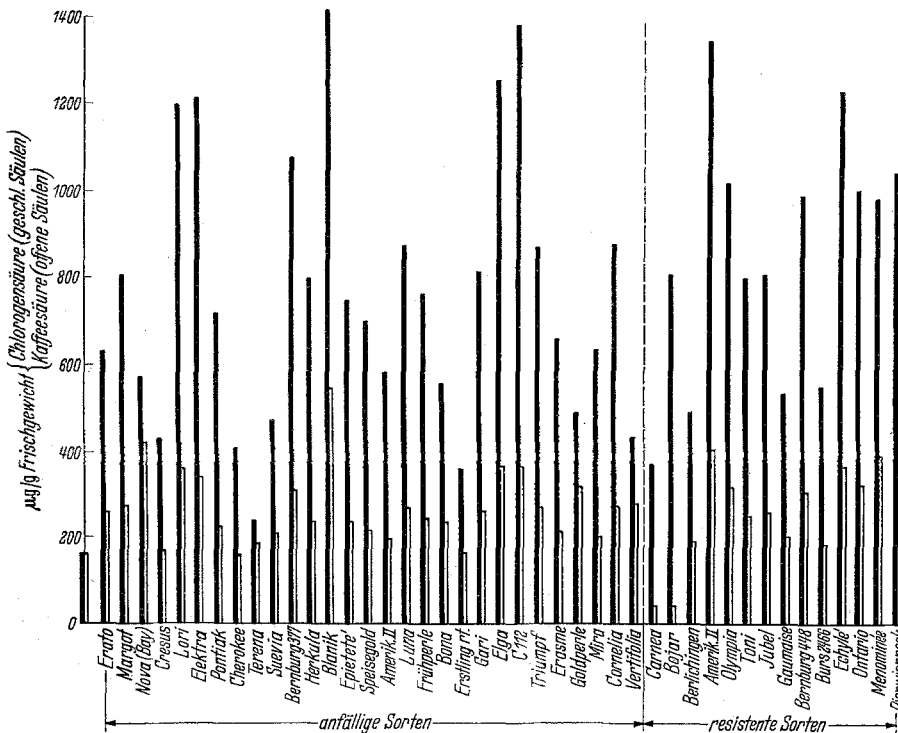


Abb. 1. Resistenz von Kartoffelsorten gegen Streptomyces scabies und Gehalt an Chlorogen- und Kaffeesäure.

2. Chlorogen- und Kaffeesäuregehalte in den Organen einiger resistenter und anfälliger Sorten

a) Schale

Die Gehalte der Schale der Knollen an I und II schwanken sehr stark, sie können von nicht mehr nachweisbaren Konzentrationen bis zu 1% des Frischgewichtes übersteigenden liegen. Von der Aussaat bis zur Ernte wird im allgemeinen eine Zunahme beobachtet. Bei manchen infizierten Knollen findet man nach der Infektion erhöhte, bei anderen verringerte I- und II-Gehalte. Der Gehalt an I verläuft unabhängig von dem an II. Die Ergebnisse sind in Tab. 1 dargestellt.

Der Durchschnittsgehalt der anfälligen Sorten an I liegt etwa ebenso hoch wie der der resistenten Sorten, der an II liegt bei den resistenten Sorten höher.

b) Gehalt des Knollenfleisches an Chlorogen- und Kaffeesäure

„Frühmölle“ und „Bintje“ enthielten am 21. 5. 1,649 bzw. 1,970 mg/g Frischgewicht I im Fleisch aus der Knollenmitte. Er stieg bei „Frühmölle“ bis zum 19. 7. auf 2,131 mg/g, bei „Bintje“ fiel er auf 0,173 mg/g. In den anderen Sorten fanden sich höchstens Spuren von I und II. Auch bei den er-

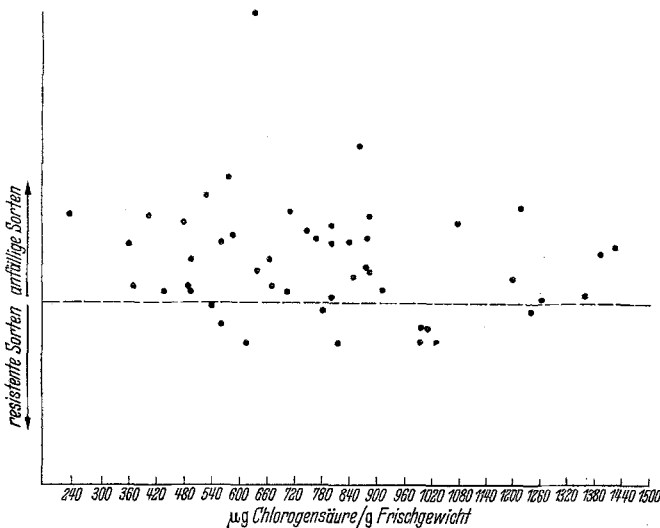


Abb. 2. Abhängigkeit der Resistenz der geprüften Kartoffelsorten vom Chlorogensäuregehalt.

Von der Bestimmung von I und II durch Messung ihrer Absorption im Maximum der UV-Absorption wurde abgesehen, weil die Substanzen bei der Chromatographie ihre UV-Absorption verändern und immer die Gefahr besteht, daß unentdeckte Substanzen mit gleichem Rf

¹ Der Beginn unserer Arbeit wurde aufgehalten, weil es zunächst nicht gelang, Chlorogensäure zu beschaffen. Herr Dr. A. H. WILLIAMS, Long Ashton Research Station, hat uns damals mit einer Probe Chlorogensäure sehr unterstützt. Wir möchten ihm an dieser Stelle herzlich dafür danken.

Tabelle 1. *Gehalt der Schalen von Knollen an Chlorogen- und Kaffeesäure in mg/g Frischgewicht.*

Sorte	Chlorogensäure Datum der Probenahme			Kaffeesäure Datum der Probenahme		
	21. 5.	19. 7.	28. 8. 1957	21. 5.	19. 7.	28. 8. 1957
	Ontario	0,789	—	gesund 16,373 krank 4,85	0,953	—
Menominee	0,0	—	gesund 0,240 krank 10,715	2,068	—	gesund 0,731 krank 1,481
Carnea	0,163	—	gesund 11,579 krank 10,21	0,533	—	gesund 2,443 krank 0,722
Erstling	0,716	—	gesund — krank —	0,915	—	gesund — krank —
Frühmölle	0,0	1,219	gesund — krank 6,630	0,514	1,153	gesund — krank 1,340
Bintje	0,240	1,479	gesund — krank 8,066	0,570	1,709	gesund — krank 1,321

wähten beiden Sorten ließen sich später höchstens noch Spuren feststellen. Im äußeren, direkt unter der Schale liegenden Fleisch fanden wir sehr wechselnde Gehalte an I (Tab. 2). II trat bis auf einen Fall —, „Menominee“ infiziert, untersucht am 28. 8. mit 0,493 mg/g — gar nicht oder nur in Spuren auf.

Soweit die wenigen Daten überhaupt Aussagen zulassen, kann man feststellen, daß auch hier im Verlauf der Vegetationsperiode eine Erhöhung des I-Gehaltes stattfindet. In infizierten resistenten Pflanzen ist der Anstieg nicht so steil wie in nicht infizierten bzw. es findet sogar eine Abnahme statt.

Tabelle 2. *Gehalt des äußeren Knollenfleisches an Chlorogensäure in mg/g Frischgewicht.*

Sorte	Datum der Probenahme		
	21. 5.	19. 7.	28. 8. 1958
Ontario	Spuren	—	gesund 0,466 krank 0,466
Menominee	2,908	—	gesund 0,545 krank 0,350
Carnea	Spuren	—	gesund 2,211 krank 0,948
Erstling	Spuren	—	gesund — krank —
Frühmölle	2,598	—	gesund — krank 7,721
Bintje	Spuren	1,870	gesund — krank 2,490

c) Der Gehalt an Chlorogen- und Kaffeesäure in den Stolonen, Wurzeln, Stengeln und Blattspreiten der untersuchten Kartoffelsorten

Während in den Wurzeln resistenter Pflanzen die I-Konzentrationen höher sind als in den Wurzeln anfälliger, liegen die Verhältnisse in den Stengeln

Tabelle 3. *Chlorogen- und Kaffeesäuregehalt in Stolonen, Wurzeln, Stengeln und Blattspreiten in mg/g Frischgewicht.*

(Proben entnommen am 21. 5.; + = Proben am 19. 7.; ++ = Proben am 28. 8. 1957 entnommen).

Sorte	Wurzeln		Stolonen		Stengel		Blattspreiten	
	I	II	I	II	I	II	II	II
Ontario	0,039	0,032	—	—	0,910	—	1,721	0,248
Menominee	0,524	—	0,574+	0,052+	0,046	—	2,890	0,374
Carnea	1,816	—	1,017++	—++	0,336	—	Spuren	Spuren
Erstling	0,254	—	—	—	2,123	0,140	9,377	0,088
Frühmölle	Spuren	Spuren	0,651	—	2,224	0,092	2,420	0,525
Bintje	—	Spuren	1,551+	—+	0,214	—	—	—

umgekehrt. Auch in den Blattspreiten enthalten anfällige Pflanzen mehr I als resistente (Tab. 3).

Auch hier stehen I- und II-Gehalt nicht in Beziehung zueinander. Es treten sowohl hohe Gehalte an I mit geringen an II als auch entgegengesetzte Fälle auf.

Diskussion

Über die Aufgaben von I und II im Stoffwechsel der Pflanze gibt es bis jetzt nur Vermutungen. Wahrscheinlich greifen sie in den Atmungsstoffwechsel, vielleicht in die Endoxydation ein. HERZMANN (1957)

stellte fest, daß Peroxydase in Gegenwart solcher und ähnlicher Verbindungen Dopa stärker oxidiert. I und II könnten demnach als Stoffwechselregulatoren dienen. Ihre weite Verbreitung im Pflanzenreich läßt es unwahrscheinlich erscheinen, daß sie Luxusprodukte des Stoffwechsels sind; sie macht es aber auch unwahrscheinlich, daß sie spezielle Resistenzfaktoren sind. Wären sie das, so müßten alle Pflanzen, die über höhere Konzentrationen dieser Stoffe verfügen, ihren Konkurrenten ökologisch im Vorteil sein. Das bis jetzt vorliegende Material reicht aus, um diese Möglichkeit unwahrscheinlich erscheinen zu lassen. Hemmwirkungen solcher Stoffe auf Reinkulturen von Pathogenen beweisen noch nicht, daß diese Stoffe im befallenen Wirt ebenso wirken. Wenn man die Ergebnisse von Kulturversuchen mit Hemmstoffen auf die Verhältnisse beim natürlichen Wirt-Parasit-Verhältnis überträgt, macht man stillschweigend einige Annahmen, deren Gültigkeit sehr zweifelhaft ist. So ist im Kulturmedium die Konzentration des geprüften Stoffes überall gleich. Er befindet sich in einem homogenen Medium, in dem ein schwacher O₂- und eventuell ein schwacher Lichtgradient vorliegen. Im Wirt muß sich der Parasit mit einer Vielzahl polyheterogener Systeme auseinandersetzen. Selbst der schlüssige Beweis der Hemmstoffnatur eines Stoffes und sein Vorkommen in hemmenden Konzentrationen in einer Wirtspflanze brauchen keine Resistenz zu bedingen, wenn er z. B. in einer Form oder an einer Stelle der Wirtszelle vorkommt, die ihn nicht mit dem Parasiten zusammenkommen läßt bzw. nicht in der Form, in der er im Hemmversuch benutzt wurde.

Im Kulturversuch auf Hemmstoff enthaltenden Medien hat sich der Parasit mit einem statischen Partner auseinanderzusetzen. Wenn man von den

Veränderungen absieht, die das Medium im Verlauf des Wachstums des aufgeimpften Parasiten durch Luft und Licht erfährt, verändert es sich nur auf zweierlei Art und Weise: Es können sich Stoffwechselprodukte des Parasiten anreichern und es kann die Konzentration der vorgegebenen Stoffe abnehmen. In der befallenen Wirtszelle sind weitausmehr und stärkere Reaktionen möglich. Die Wirts-

zelle spricht auf Reize an und reagiert darauf mit Veränderungen ihres Stoffwechsels, ihres physikalischen und ihres chemischen Zustandes. Diese Veränderungen werden wahrscheinlich noch durch Reaktionen benachbarter, nicht befallener Zellen unterstützt. Es ist anzunehmen, daß die Reaktionen der befallenen und der ihr benachbarten Zellen wiederum auf den Parasiten wirken und ihn zu Änderungen seines eigenen Stoffwechsels veranlassen. Es ist sogar denkbar, daß die zur Resistenz führenden Reaktionen des Wirtes nicht nur aus solchen bestehen, die zur Produktion von Abwehrstoffen im Sinne der Phytoalexine von K. O. MÜLLER (1956, 1958) führen. So kann man sich vorstellen, daß auf resistenten Wirten bestimmte Reaktionen ausbleiben, die beim Parasiten lebenswichtige Reaktionen auslösen.

Aus der Ähnlichkeit von I und II mit den Bausteinen gewisser Gerbstoffe glaubte man, ihnen eine, bisher unbewiesene, Rolle bei der Resistenz gegen pilzliche Krankheiten zuschreiben zu dürfen. Dabei stützte man sich auf die Beobachtung, daß gerbstoffreiche Hölzer oft fäulnisresistenter sind als gerbstoffarme, und daß Gerbstoffe Eiweiße ausfällen. Die bakteriostatische Wirkung vieler Phenole schien diese Auffassung zu bestätigen. Da beide untersuchten Verbindungen recht reaktionsfreudig sind, konnte man annehmen, daß, wenn nicht sie selbst, dann ihre Oxydationsprodukte auf Mikroorganismen hemmend wirken. So vermutet SCHWIMMER (1957), daß die Kaffeesäure der I Phosphorylasen hemmt. McLEAN, LE TOURNEAU und GUTHRIE (1956) und LE TORNEAU, McLEAN und GUTHRIE (1956) stellten bei Kartoffeln einen Zusammenhang fest zwischen *Verticillium*-Resistenz und der Stärke der Phenolreaktion mit FeCl_3 bzw. Erhöhung der Resistenz nach Besprühen mit Phenolen und Chinonen. SIEBS (1955) fand, daß freies Hydrochinon die Resistenz von Birnenblättern gegen *Venturia pirina* anscheinend erhöht. Auch KIRKHAM (1957) beobachtete eine Hemmwirkung von I auf *Venturia inaequalis* und *V. pirina* bei Äpfeln bzw. Birnen. Die Injektion von I hemmt Äpfel- und Birnenschorf, ist aber auch für die Wirte nicht ungiftig, wie KIRKHAM und FLOOD (1956) feststellten. Am stärksten sollen die beiden Parasiten von Zimtsäure gehemmt werden. Aus Long Ashton (Anonym 1956) wird berichtet, daß die pectolytischen Enzyme von *Sclerotinia fructigena* durch hohe Konzentrationen oxydierter Phenole, wie sie in resistenten Apfelsorten vorkommen, gehemmt werden. Nach KUČ, HENZE, ULLSTRUP und QUAKENBUSCH (1956) stehen I und II in engem Zusammenhang mit der Resistenz von Kartoffeln gegen *Helminthosporium carbonium*. In weiteren Arbeiten zeigten JOHNSON und SCHAAL (1957 a und b), daß Resistenz und Chlorogensäuregehalt einhergehen bzw. daß I sich in nekrotischen und Wundbezirken von Kartoffeln anreichert. MENON und SCHACHINGER (1957) stellten in mit *Fusarium lycopersici* infizierten Tomaten höhere Polyphenoloxydase-Aktivitäten fest. Der Phenolgehalt war proportional der Resistenz, infizierte Pflanzen hatten meist höhere Phenolgehalte.

Während alle diese Arbeiten einen Zusammenhang zwischen Resistenz und Gehalt an bestimmten Phenolen vermuten lassen oder beweisen, gibt es auch Hinweise darauf, daß die Verhältnisse nicht ganz so einfach liegen. So fanden CRUICKSHANK und

SWAIN (1957), daß bei Lein hohe Rostresistenz mit geringem Gehalt an I und einem hohen Verhältnis I zu Gesamtphenol einhergeht. EMILSSON (1953) prüfte den I-Gehalt von 16 Kartoffelsorten. Er konnte keine Beziehung zwischen I und Schorffresistenz finden. Japanische Forscher fanden in den von der Schwarzfäule befallenen Teilen der Süßkartoffel, besonders aber in den gesunden benachbarten Geweben reichlich I und andere phenolische Stoffe (URITANI, 1953). FUCHS und ROHRINGER (1953) fanden, daß der Gehalt des Weizenblattes an Polyphenolderivaten nicht durch Infektion mit *Puccinia graminis tritici* beeinflußt wird.

Es ist von erheblicher theoretischer Bedeutung, ob tatsächlich und, wenn ja, wie die Konzentration eines Stoffes auf die Resistenz eines pflanzlichen Wirtes Einfluß nimmt. Trotz der vielen zitierten Arbeiten kann es durchaus noch nicht als bewiesen gelten, daß präformierte Stoffe so weitgehende Einflüsse ausüben. Wahrscheinlich ist die Antwort auf die Frage nach den Ursachen der Resistenz viel schwieriger zu beantworten. Eine Erklärung, die einem Stoff resistenzgebende Eigenschaften zuschreibt, vergleicht ihn mit einem Schloß, das vor der Pflanze liegt und sie dem Angriff des Pathogens verschließt. Fehlt dieses Schloß oder ist es erst einmal erbrochen, so überwältigt das Pathogen die Pflanze, ohne weiteren Widerstand zu finden. Die Erfahrung lehrt, daß das durchaus nicht so ist. So werden resistente Pflanzen durch ungünstige Umwelteinflüsse oder durch Narkose dem Zugriff des Pathogens zugänglich, so breiten sich Pathogene in Pflanzen aus, die durch Hitze abgetötet wurden, ohne daß dabei ihr Gehalt an Schutzstoffen verändert wurde. Die resistente Pflanze ist in den meisten Fällen wahrscheinlich nicht deshalb resistent, weil sie sich durch den besonders hohen Gehalt eines bestimmten Stoffes vor dem Pathogen wie durch einen Panzer schützt, sondern deshalb, weil sie nach dem Befall Maßnahmen ergreift, die es dem Krankheitserreger verwehren, seine ganze pathogene Kraft zur Wirkung zu bringen. Eindrucksvolle Beispiele für diese Auffassung liefern die Arbeiten von K. O. MÜLLER (1956, 1958) über Phytoalexine.

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit lassen es unwahrscheinlich erscheinen, daß Chlorogen- und Kaffeesäure die von anderen Autoren zugeschriebene Rolle als Resistenzfaktoren gegen den Kartoffelschorf zukommt. Wir zweifeln nicht an der Existenz von resistenzbedingenden Stoffen, glauben aber, daß sie nur in seltenen Fällen in der Pflanze vorgebildet bereitliegen. Wir nehmen vielmehr an, daß sie erst im Verlauf einer Infektion gebildet werden. Obgleich unsere Ergebnisse keinen unmittelbaren Zusammenhang zwischen Schorffresistenz und I- und II-Gehalt ergaben, wagen wir nicht zu behaupten, daß es überhaupt keinen Zusammenhang zwischen Resistenz und Konzentration dieser Stoffe gibt. Wenn aber ein solcher besteht, so kann er nur mittelbar sein, d. h. daß noch andere Faktoren vorhanden sein müssen, um hohe Konzentrationen dieser Stoffe resistenzwirkend werden zu lassen. Als solche Faktoren kämen in Frage Transportphänomene, Aktivitäten von Enzymen, die für den Transport oder die Umwandlung der betreffenden Stoffe in die endgültig wirkenden verantwortlich sind sowie eine Reihe anderer, hier nicht diskutierbarer Eigenheiten der Wirtszellen.

Zusammenfassung

1. Der Chlorogensäure- und Kaffeesäuregehalt der Knollenschale von über 40 Kartoffelsorten verschiedener Anfälligkeit gegen Kartoffelschorf wurde bestimmt.

2. Von fünf dieser Sorten wurde der Gehalt an Chlorogensäure und Kaffeesäure in der Schale der Knollen, ihrem Fleisch, den Wurzeln, Stolonen, Stengeln und Blattspreiten bestimmt.

3. Es konnte kein Zusammenhang zwischen der Resistenz der Kartoffeln gegen Kartoffelschorf und ihrem Gehalt an Chlorogen- und Kaffeesäure festgestellt werden.

Wir danken Fräulein IRMGARD KREUZFELD, Fräulein CHRISTA JACOBSEN und Herrn ARNO KECK für gewissenhafte und verständnisvolle Mitarbeit.

Literatur

1. Anonym: Ann. Rep. Long Ashton Res. Stat., S. 33 (1956). — 2. CRUICKSHANK, I. A. M., und T. SWAIN: Study of phenolic compounds in oilflax (*Linum usitatissimum*). J. exp. Bot. 7, 140—415 (1957). — 3. EICHHOLTZ, F.: Die toxische Gesamtsituation auf dem Gebiet der menschlichen Ernährung. Berlin 1956. — 4. * EMILSSON, B.: Die Beziehung zwischen Chlorogensäuregehalt und Schorfresistenz bei Kartoffelsorten. Acta agric. Scand. 3, 328—333 (1953). — 5. FUCHS, W. H., und R. ROHRINGER: Biochemische Veränderungen im Weizenblatt durch Infektion mit *Puccinia graminis tritici*. Naturwiss. 42, 20 (1955). — 6. HERZMANN, H.: Über die Aktivierung der Peroxydase. Naturwiss. 44, 377—378 (1957). — 7. HOFFMANN, G. M.: Die Schorfresistenzprüfung im Freiland, ihre Möglichkeiten und Anwendung. Der Züchter 24, 11—17 (1954). — 8. JOHNSON, G., und L. A. SCHAAL: Relation of chlorogenic acid to scab resistance in potatoes. Science 115, 627—629 (1952). — 9. JOHNSON, G., und L. A. SCHAAL: Chlorogenic acid and other orthodihydricphenols in scabresistant Russet Burbank and scabsusceptible — Triumph potato tubers of different maturities. Phytopathology 47, 253—255 (1957a). — 10. JOHNSON, G., und L. A. SCHAAL: Accumu-

lation of phenolic substances and ascorbic acid in potato tuber tissue upon injury and their possible role in disease resistance. Amer. Potato J. 34, 200—209 (1957b). — 11. KIRKHAM, D. S.: The significance of polyphenolic metabolites of apple and pear in the host relations of *Venturia inaequalis* and *Venturia pirina*. J. gen. Microbiol. 17, 491—504 (1957). — 12. KIRKHAM, D. S., und A. E. FLOOD: Inhibition of *Venturia* spp. by analogues of host metabolites. Nature 178, 422 (1956). — 13. KUČ, J., R. E. HENZE, A. J. ULLSTRUP und F. W. QUAKENBUSCH: Chlorogenic and caffeic acids as fungistatic agents produced by potatoes in response to inoculation with *Helminthosporium carbonum*. J. Amer. chem. Soc. 78, 3123—3125 (1956). — 14. MATTHIAS, W.: Serienuntersuchungen mit Hilfe einer neuen Form der Streifenpapierchromatographie. Naturwiss. 41, 17 (1954). — 15. McLEAN, J. G., D. LE TOURNEAU und J. W. GUTHRIE: *Verticillium* wilt resistance of potatoes correlated with histochemical tests for phenols. Phytopathology 46, 638 (1956). — 16. MENON, R., und L. SCHACHINGER: Die Rolle des Phenols bei der Widerstandsfähigkeit von Tomatenpflanzen gegen Infektionen. Ber. dtsh. bot. Ges. 70, 11—20 (1957). — 17. MÜLLER, K. O.: Einige einfache Versuche zum Nachweis von Phytoalexinen. Phytopath. Z. 27, 237—254 (1956). — 18. MÜLLER, K. O.: Studies on phytoalexins. I. The formation and the immunological significance of phytoalexin produced by *Phaseolus vulgaris* in response to infections with *Sclerotinia fruticulosa* and *Phytophthora infestans*. Austral. J. biol. Sci. 11, 275—300 (1958). — 19. SCHWIMMER, S.: Phosphorylase inhibitor in potato: Separation from activator and possible relation to chlorogenic acid. Nature 180, 149—150 (1957). — 20. SIEBS, E.: Untersuchungen über die Schorfresistenz von Birnen (III). Stofflicher Hinweis auf die Grundlagen der Blattschorfresistenz. Phytopath. Z. 23, 37—48 (1955). — 21. LE TOURNEAU, D., J. G. McLEAN und J. W. GUTHRIE: Effect of some phenols and quinones on growth in culture of *Verticillium albo-atrum*. Phytopathology 46, 638 (1956). — 22. * URITANI, J.: Phytopathologische Chemie der Süßkartoffel mit Schwarzfäule. 7. Mitt. Isolierung und Identifizierung von Polyphenolen aus befallenen Süßkartoffeln. J. agric. chem. Soc. Japan 27, 168—174 (1953).

* nur im Referat zugänglich gewesen.

BUCHBESPRECHUNGEN

DOBZHANSKY, THEODOSIUS: Die Entwicklung zum Menschen. Evolution, Abstammung und Vererbung. Aus dem Amerikanischen übersetzt von HANNA SCHWANITZ, herausgegeben von FRANZ SCHWANITZ. Hamburg u. Berlin: Paul Parey 1958. 407 S., 215 Abb., Geb. DM 32,—.

Wenn der Ausdruck für wissenschaftliche Werke erlaubt ist, dann sollte das vorliegende der biologische Bestseller des Jahres 1958 sein. DOBZHANSKY beginnt mit den genetischen Grundlagen, geht dann zu den Problemen der Evolution über und endet mit einer Besprechung bzw. Kritik der naturwissenschaftlichen und philosophischen Theorien über die Entwicklung des Tier- und Pflanzenreiches. Im Vordergrund steht dabei immer der Mensch als das am höchsten entwickelte Lebewesen. Durch diese Anordnung entsteht ein schön geschlossenes, allgemein verständliches Bild des biologischen Geschehens auf der Erde, wie es bisher noch nicht geboten wurde. Der Stoff, der sonst auf Lehrbücher der Vererbungslehre, der Biologie, der Zoologie, der Botanik und der Paläontologie aufgeteilt ist, ist hier konzipiert zusammengefaßt und in allen seinen Verzweigungen besprochen. Außer Mimikry und Mimikry hat Ref. keine wichtigere biologische Erscheinung unerwähnt gefunden.

Dem Buch ist weiteste Verbreitung in Fachkreisen, in Schulkreisen und unter biologisch Gebildeten zu wünschen.

Dem Forscherpaar SCHWANITZ gebührt der Dank aller Deutschsprechenden, ihnen durch eine musterhafte Übersetzung dieses einzigartigen Werk zugänglich gemacht zu haben, und dem immer rührigen Verlag für die ganz hervorragende, solide und schöne Ausstattung.

Otto Wettstein, Wien.

„Der Erwerbsobstbau“. Berichte aus Wissenschaft und Praxis. Berlin u. Hamburg: Paul Parey 1959. Bezugspreis DM 12,— vierteljährlich.

Im April dieses Jahres erschien das erste Heft der neu begründeten Zeitschrift „Der Erwerbsobstbau“. Die Herausgeber sind die Direktoren der maßgeblichen Obstbauinstitute der Bundesrepublik. Im Geleitwort bringt KEMMER zum Ausdruck, daß dieses Fachblatt ausschließlich den marktbeliefernden Obstbau ansprechen soll. Dabei wird eine sehr enge Verbindung von Wissenschaft und Praxis angestrebt. Die neuesten wissenschaftlichen Erkenntnisse sollen ohne Verzug der Praxis nutzbar gemacht werden. Soweit wichtige Arbeitsergebnisse der Wissenschaft nicht im Originaltext übernommen werden können, beabsichtigt man, diese in Form von Referaten zu bringen.

Im ersten Heft berichtet KEMMER, wohl auch in der Absicht, die Aufgaben der neuen Zeitschrift klar herauszustellen, über die Abgrenzung des Erwerbsobstbaues vom Selbstversorgeranbau. HILKENBÄUMER bringt Ergebnisse über Trieb- und Ertragsleistungen von Schattenmorellen auf verschiedenen Standorten und Unterlagen bei unterschiedlicher Schnittbehandlung. FEUCHTE legt anhand botanisch-morphologischer Untersuchungen dar, welche Zusammenhänge zwischen Wachstumshabitus der Bäume und Ertragsbildung bei Äpfeln bestehen. Er geht in diesem Zusammenhang den Ursachen der Alternanz nach. DE HAAS zeigt auf, welche Zusammenhänge zwischen Mineralstoffwechsel und Fruchtqualität beim Apfel bestehen. Er macht dem Praktiker an einigen Beispielen klar, daß der Mineralstoffwechsel und somit