

werden diskutiert. Solange keine eindeutigen Beziehungen zwischen WW und Kornertragsleistung von Sorten nachgewiesen sind, erscheint eine Analyse der oberirdischen Ertragsstruktur sinnvoller als eine Selektion auf maximales Wurzelwachstum.

#### Literatur

1. ÅKERBERG, E.: Aktuelle Sortenfragen im heutigen schwedischen Pflanzenbau. Z. Acker- u. Pflanzenbau **121**, 29–48 (1964). — 2. BAUMANN, H., und M. L. KLAUSS: Über die Wurzelbildung bei hohem Grundwasserstand. Z. Acker- und Pflanzenbau **99**, 410–426 (1955). — 3. BERGMANN, W.: Wurzelwachstum und Ernteertrag. Z. Acker- u. Pflanzenbau **97**, 337–368 (1953). — 4. CHAPIN, P.: Einfluß der Kohlensäure auf das Wachstum. Flora **91**, 348–379 (1902). — 5. D'ANS, J., und E. LAX: Taschenbuch für Chemiker und Physiker. Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer 1949. — 6. ENGEL, K. H.: Methoden der Kartoffelzüchtung unter besonderer Berücksichtigung der Selektionsverfahren auf Leistung. Der Züchter **34**, 235–242 (1964). — 7. GEISLER, G.: Die Bedeutung des Wurzelsystems für die Züchtung dürreresistenter Rebenunterlagssorten. Ber. Rebenforsch. **1**, 14–31 (1957), Ref. Ldw. Zbl. Abt. II, 1959, 1515. — 8. GEISLER, G.: Morphogenetic influence of (CO<sub>2</sub> + -HCO<sub>3</sub>) on roots. Plant Physiol. **38**, 77–80 (1963). — 9. GEISLER, G.: Untersuchungen zum Einfluß der Bodenluft auf das Wurzelwachstum. Z. Acker- u. Pflanzenbau **118**, 399–410 (1964). — 10. KAMPE, K.: Studien über Bewurzelungsstärke und Wurzeindringungsvermögen verschiedener Kulturpflanzen. Inauguraldissertation Halle 1929. — 11. KAÜTER, A.: Beiträge zur Kenntnis des Wurzelwachstums der Gräser. Ber. d. Schweiz. Bot. Ges. **42**, 37–108 (1933). — 12. KLÄSNER, O.: Wurzelentwicklung verschiedener Kartoffelsorten nach den Verhältnissen des Göttinger Versuchsfeldes. J. f. Landwirtschaft. **72**, 65–102 (1924). — 13. KIRIČENKO, F. G.: Der Einfluß der Auslese der Pflanzen nach der Stärke des Wurzelsystems auf die Erhöhung des Kornertrages und die Verbesserung dieser Eigenschaften in der Nachkommenschaft (russ.). In: Vestnik selskochozjajstvennoj nauki, Moskau **4**, 3–20 (1963). — 14. KÖHNLEIN, J., und H. VETTER: Ernterückstände und Wurzelbild. Hamburg/Berlin: Parey 1953. — 15. VAN LIESHOUT, J. W.: De toepassing van radioactive isotopen, in het bijzonder van <sup>32</sup>P, bij het wortelonderzoek. Land-

bouwkund. Tijdschr. **71**, 22–29; 48–55 (1959), Ref. Ldw. Zbl. II 1959, 1860. — 16. MICHAEL, G., und W. BERGMANN: Bodenkohlensäure und Wurzelwachstum. Z. f. Pflanzenernährung, Düngung, Bodenkunde **65**, 180 bis 194 (1954). — 17. OPITZ, K.: Untersuchungen über Bewurzelung und Bestockung einiger Getreidesorten. Inaugural-Diss. Breslau 1904. — 18. ORTLEPP, H.: Studien über die Wirkung von Wachstumsfaktoren auf den Wurzelertrag (Experimentelle Wurzeluntersuchungen unter Freilandbedingungen). Kühn-Archiv **71**, 553–555 (1957). — 19. OSTERMANN, W.: Vergleichende morphologische und physiologische Untersuchungen am Wurzelsystem verschiedener Kartoffelsorten. Inaugural-Diss. Berlin 1931. — 20. PHILIPP, L.: Ein Beitrag zur Morphologie der Wurzel von *Avena sativa* L. Z. Acker- u. Pflanzenbau **97**, 71–100 (1954). — 21. RACZ, G. J., D. A. RENNIE, and W. L. HUTCHEON: The <sup>32</sup>P injection method for studying the root system of wheat. Canad. J. Sci. **44**, 100–108 (1964). — 22. ROEMER, TH., and F. SCHEFFER: Lehrbuch des Ackerbaues. Berlin: Parey 1951. — 23. SANDHU, A. S., and H. H. LAUDE: Tests of drought and heat hardness of winter wheat. Agron. **50**, 78–81 (1958). — 24. SCHNEIDER, G.: Vegetationsversuche mit 88 Hafersorten. Landw. Jahrb. **42**, 767–833 (1912). — 25. SEWARD, E. ALLEN, and FOLKE SKOOG: Stimulating of seedling growth by seed treatments with N-phenyl-succinimide derivatives. Plant Physiol. **27**, 179 bis 183 (1952). — 26. SIMON, W., und D. EICH: Probleme und Methoden der Wurzeluntersuchungen (unter besonderer Berücksichtigung leichter Böden). Z. Acker- u. Pflanzenbau **100**, 179–196 (1956). — 27. SIMON, E., D. EICH und A. ZAJONZ: Vorläufiger Bericht über Beziehungen zwischen Wurzelmenge und Vorruchwert bei verschiedenen Klee- und Grasarten als Hauptfrucht auf leichten Böden. Z. Acker- u. Pflanzenbau **104**, 71–88 (1957). — 28. SSABININ und KOLOSSOW: In: J. J. Gunara: Posschije dlja praktičeskich sanjati po fiziologije rastei. Moskva 1956. — 29. STOLWIJK, J. A., and K. V. THIMANN: On the uptake of carbon dioxide and bicarbonate by roots and its influence on growth. Plant Physiol. **72**, 513–520 (1957). — 30. WALTER, H.: Grundlagen der Pflanzenverbreitung. Stuttgart: Eugen Ulmer 1949. — 31. WEAVER, J. E.: Root development of field crops. New York: McGraw-Hill Book Comp. 1926. — 32. WIELER, A.: Ein Beitrag zum Verständnis des Wesens der aktuellen Bodenazidität und ihres Einflusses auf das Wurzelwachstum. Jahrb. f. wiss. Bot. **76**, 333–406 (1932).

## Die Bedeutung der Samenschale für die Resistenz von Buschbohnsensorten (*Phaseolus vulgaris* L. var. *nanus* Aschers.) gegenüber *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. et Magn.)\* Bri. et Cav.

E. PRESSER

Institut für Pflanzenzüchtung Quedlinburg der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin

### The importance of the seed coat to resistance of dwarf bean varieties (*Phaseolus vulgaris* L. var. *nanus* Aschers.) against *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. et Magn.) Bri. et Cav.

**Summary.** The occurrence of bean anthracnosis is caused chiefly by the use of diseased seeds. It was, therefore, to be determined whether the seed coats of different bean varieties have an influence on resistance to *Colletotrichum lindemuthianum*.

1. Infections of white and colored mature bean seeds give different experimental results. Generally, seeds with colored seed coats did not show any susceptibility. Decoats of colored seed coats contain antifungal substances which doubtlessly inhibit the development of *C. lindemuthianum* on their decoats more than on those of white-seeded varieties.

2. This inhibition can be demonstrated not only by means of growth intensity studies, but also by the number of spores produced. The latter is inhibited more than is mycelial growth.

3. Fungistatic substances in the seed coats can be found in mature as well as in maturing seeds, at a time when the seed is not yet colored.

4. Infections of bean hypocotyls show that the susceptibility of herbaceous parts differs from seed susceptibility. Hypocotyls of some colored seed varieties are highly susceptible.

5. The possible usefulness of the inhibitory effect of colored seed coats in breeding of bean varieties is pointed out.

Ein Überblick über die bisher vorliegenden Arbeiten zum Problem der *Colletotrichum*-Resistenz bei Bohnen ergibt, daß der Beschaffenheit der Samenschale wenig Aufmerksamkeit geschenkt wurde. Das ist um so erstaunlicher, als über die Bedeutung

\* Quedlinburger Beiträge z. Züchtungsforschung Nr. 73.

brennfleckeninfizierter Samen für die Ausbreitung der Krankheit keinerlei Zweifel besteht. SCHAFFNIT und BÖNING (1925) waren die ersten, die diesen Faktor in ihre Untersuchungen einbezogen und nach anatomischen Unterschieden im Aufbau der Samenschalen verschiedener Sorten und Reifegrade suchten. Sie fanden allerdings keine wesentlichen Unterschiede und erklärten die Differenzen im Befall aus dem Zeitpunkt der Infektion: „Ältere Samen scheinen nicht mehr angegriffen zu werden, so wurde z. B. festgestellt, daß die Samen der Sorte Flageolet rote Pariser selten infiziert waren, obwohl die Früchte starken Befall aufwiesen.“ Es ist allerdings verwunderlich, daß gerade diese Sorte, die sich bei den von SCHAFFNIT und BÖNING durchgeführten Infektionsversuchen an krautigen Pflanzenteilen als höchst anfällig erwiesen hatte, so spät infiziert worden sein soll, daß es nur noch selten zur Infektion des Samens kommen konnte.

Ein indirekter Hinweis auf die Bedeutung der Samenschale als „Resistenzfaktor“ kann aus der Mitteilung LAMPRECHTS (1950) entnommen werden, wonach Bohnensamen gewisser norwegischer und schwedischer Sorten längere Zeit in gequollenem Zustand im Boden liegen können, ohne von Pilzen befallen zu werden. Schweden und Norwegen gehören aber zu den Ländern, die bevorzugt Sorten mit farbiger Testa anbauen. Auch KNAPP (1941) geht in seinem „Beitrag zur Frage der Qualitäts- und Immunitätszüchtung bei Buschbohnen“ auf die Bedeutung der Samenschale ein und schreibt: „Andererseits hört man immer wieder Stimmen aus der Praxis, in erster Linie von süddeutschen Bohnenbauern und -züchtern, die behaupten, buntkörnige Sorten besäßen eine — allgemein gesprochen — „größere Resistenz gegen Krankheiten und Schädlinge“ als Sorten mit weißem Korn.“ Dem stehen die an krautigen Pflanzenteilen gewonnenen Ergebnisse gegenüber. So führt SCHREIBER (1932) wörtlich aus: „Denn viele buntsamige Sorten sind hochanfällig (rote Flageolet, Ilsenburger bunte, Karlsruher Markt, Neger usw.), während gerade weißkörnige Sorten, wie z. B. Perlbohnen es sind, sich als höchst widerstandsfähig erwiesen. Diese irrierte Ansicht ist wohl darauf zurückzuführen, daß man an einem hellen Korn die Flecke deutlicher erkennen kann als an einem dunklen.“ Auch ROEMER, FUCHS und ISENBECK (1938) messen den buntkörnigen Sorten keinerlei Bedeutung für die Resistenzzüchtung bei: „Mehr und mehr werden die schwarzen, braunen und marmorierten Sorten verschwinden und die weißkörnigen Sorten die Oberhand gewinnen. Dies stört die R. Z. in keiner Weise.“

Diese widersprüchlichen Auffassungen über die Bedeutung der Samenschale für die Resistenz gegenüber *Colletotrichum lindemuthianum* veranlaßten eine erneute Bearbeitung des Problems. Dabei sollte geklärt werden, welche Aussagekraft künstliche Infektionen krautiger Pflanzenteile besitzen bzw. welche Rolle Besonderheiten der Samenschale für die Ausbreitung der Krankheit spielen können. Das schien um so notwendiger, als PAPE (1920) zu dem Schluß kam, daß das Auszählen der bei der Ernte erhaltenen kranken Samen ein zuverlässigeres Bild über die Anfälligkeit der Sorten ergibt als die Bonitierung des Krankheitsbefalls der krautigen Pflanzenteile.

### Infektionsversuche an Bohnenhypokotylen

Als Grundlage für alle weiteren Versuche wurde ein größeres Sortiment verschiedener Bohnensorten auf ihre Anfälligkeit gegenüber *C. lindemuthianum* getestet.\* Als Teststamm fand ein Stamm Verwendung, der 1958 aus einem infizierten Bohnensamen einer nicht bestimmten Sorte isoliert wurde. Das infizierte Material stammte aus Quedlinburg. Dieser Stamm zeigte auf Bohnenmehl-Agarplatten und auf Filtrierpapier (Kulturmethode nach SÖRGEL, 1951) ein gleichmäßiges Wachstum ohne Sektorenbildung. Aus einer an der Luft getrockneten Filtrierpapierkultur konnte der Pilz nach 21 Monaten wieder in Kultur genommen werden. Ein Vergleich mit den Kulturen, die unter „normalen“ Bedingungen weiterkultiviert waren, zeigte keinerlei Unterschiede. Die von diesem Stamm gebildeten *Aceruli* waren von fast gleicher Größe und durch die reichlich gebildeten Setae gut zu erkennen. Die Sporenbildung war auch nach längerer Kulturdauer gut.

An moderne Infektionsmethoden wird die Forderung gestellt, daß sie einfach zu handhaben sind und Wiederholungen unter gleichen Bedingungen gestatten. Zur Prüfung von Bohnen auf ihre Anfälligkeit gegenüber *C. lindemuthianum* bereitet die Verwendung von Hülsen Schwierigkeiten. Werden mehrere Sorten gleichzeitig geprüft, worauf aus methodischen Gründen Wert gelegt werden muß, so tritt das Problem der verschieden langen Vegetationsdauer der einzelnen Bohnensorten auf. Auch durch gestaffelte Aussaat gelingt es — wegen der sich ständig ändernden Umweltbedingungen — praktisch nicht, von verschiedenen Bohnensorten zur gleichen Zeit Früchte zu ernten, die sich in physiologisch gleichem Entwicklungszustand befinden. Aus den Untersuchungen von SCHAFFNIT und BÖNING (1925) ging hervor, daß Hypokotyle die gleiche Anfälligkeit wie die Hülsen der entsprechenden Sorten besitzen. Infektionsversuche an Hypokotylen sind einfacher durchzuführen und garantieren, daß ein Versuch unter praktisch gleichen Bedingungen wiederholt werden kann. Deshalb werden Infektionsversuche heutzutage meist an jungen Bohnenpflanzen durchgeführt (v. ARX 1957, FRANSEN 1953 u. a.).

Zur Bereitung des Inokulums wurde der Pilz auf einem 2%igen Bohnenmehl-Dekokt gezogen (Filtrierpapiermethode nach SÖRGEL, 1951). Die 14 Tage alten Kulturen wurden in Leitungswasser abgespült und die Sporensuspension mit Hilfe eines Zerstäubers über den zu infizierenden Pflanzen versprüht. Die Infektionsversuche wurden in kleinen Gewächshauskabinen mit einer Grundfläche von 1,8 × 1,8 m durchgeführt. Es wurde nur völlig gesundes Saatgut der letzten Ernte verwendet. Die Versuche wurden in drei verschiedenen Jahren jeweils im Februar durchgeführt, wobei pro Sorte 10 Pflanzen geprüft wurden. Zur Anzucht der Keimpflanzen fanden mit Sand gefüllte Pikierkästen Verwendung. Die Bohnen wurden einzeln ausgelegt und nur leicht in den Sand gedrückt. Infiziert wurde, als das gekrümmte Hypokotyl etwa 10 mm lang war. Zur Kontrolle der Dichte der Sporensuspension und ihrer Verteilung

\* Für die Überlassung der Bohnensorten möchte ich auch an dieser Stelle Herrn F. FABIG (Quedlinburg) und Herrn Dr. h. c. PECH (Aschersleben) meinen Dank aussprechen.

wurden zwischen den Keimpflanzen geöffnete Agar-schalen aufgestellt. Die Kästen mit den zu infizierenden Pflanzen waren mit starkem Filtrierpapier bedeckt, welches durch täglich mehrmaliges Besprühen feucht gehalten wurde. Die Temperaturen schwankten in dem Bereich von 20 bis 25 °C. Die ersten Symptome traten bei den anfälligen Sorten in der Regel nach 4 Tagen auf. Zur Auswertung der Versuche wurde die Fruktifikationszeit benutzt. Bei den hochanfälligen Sorten waren nach 9 Tagen die ersten Sporen feststellbar. Zu diesem Zeitpunkt wurde bonitiert. Bei der Bonitierung wurde nach folgendem Schema verfahren:

Krankheitsbild	Anfälligkeitsgrad
keine oder nur vereinzelte, mit dem bloßen Auge kaum wahrnehmbare Läsionen	praktisch resistent (1)
mehr oder weniger deutlich ausgebildete Brennstreifen, keine Sporenbildung	schwach anfällig (2)
deutlich ausgebildete Brennstreifen. Ausbildung von Acervuli, mitunter Sporulation	mittel anfällig (3)
Pflanzen z. T. stark geschädigt, deutlich ausgebildete Acervuli, fast immer Sporulation	anfällig (4)
die meisten Pflanzen sterben ab	stark anfällig (5)

Aus den Ergebnissen der Infektionsversuche an Hypokotylen ist ersichtlich, daß es sowohl unter den weißsamigen Bohnensorten als auch unter denen mit einer farbigen Testa Sorten gibt, die von *C. lindemuthianum* bzw. dem verwendeten Stamm so gut wie nicht, und solche, die sehr stark befallen werden. Sorten mit farbiger Testa, die den Anfälligkeitsgrad 1 hatten, waren in dem geprüften Sortiment nicht vorhanden. Die Ergebnisse stimmen also mit den von SCHREIBER (1932) bei Hypokotylinfektionen erhaltenen überein.

Wegen der Bedeutung infizierter Samen für die Verbreitung der Krankheit war darüber hinaus zu prüfen, ob die durch Hypokotylinfektion erzielten Ergebnisse auf das Verhalten der Samen übertragbar sind.

### Infektionsversuche an Bohnensamen

#### a) Reife Samen

Es wurden dazu aus dem Bohnensortiment weiß- und buntsamige Sorten ausgewählt, die bei den Infektionsprüfungen am Hypokotyl eine unterschiedliche Anfälligkeit gegenüber *C. lindemuthianum* gezeigt hatten. Die Versuche wurden bei Zimmertemperatur durchgeführt. Zur Infektion wurden je Sorte 20 unbeschädigte Samen in feuchten Kammern ausgelegt und 48 Stunden später mit einer Impfnadelöse voll Sporensuspension beimpft. Da die Bohnen das Wasser des Impftropfens mitunter stark einzogen, wurde es an den ersten beiden Tagen nach Bedarf durch Zutropfen von Leitungswasser erneuert. Um zu verhindern, daß die sich spreizenden Kotyledonen die Samenschale abstreiften, wurden bei Beginn der Keimung Plumula und Radicula vorsichtig herauspräpariert. Die Versuche wurden 10 Tage nach dem Beimpfen ausgewertet. Dabei wurde mit Hilfe von Stereomikroskop und Mikroskop festgestellt, ob die Samenschale von *C. lindemuthianum* befallen

Tabelle 1. Anfälligkeit verschiedener Bohnensorten nach Hypokotylinfektion.

Nr.	Sorte	Samenfarbe	Anfälligkeit
1	Nordstern	weiß	4
2	Granda I	weiß	4
3	Consista	weiß	1
4	Grandimuna	weiß	1
5	Imuna	weiß	1
6	Saskia	weiß	1
7	Herold	weiß	3
8	Doppelte holl. Prinzeß	weiß	4
9	Probator	weiß	2
10	Lange Brech I	weiß	4
11	Lange Brech II	weiß	3
12	Kora	weiß	5
13	Universal	weiß	5
14	Lintorfer Frühe	weiß	5
15	Glückauf	weiß	5
16	Selenta	weiß	5
17	Dickfleischige Wachs	weiß	5
18	Wachs Helia Schr.	weiß	4
19	Wachs Helia	weiß	4
20	Wachs Saxagold	weiß	5
21	Wachs Unerschöpfliche	weiß	4
22	Wachs Resista	weiß	1
23	Wachs Gärtnerstolz	weiß (mit braun)	5
24	Harzgruß	weiß	3
25	Sollux	weiß	1
26	Wachs Goldquelle	weiß	4
27	Wachs Goldmarie	weiß	3
28	Frühe Wachs I	weiß	5
29	Frühe Wachs II	weiß	5
30	Nobila	weiß	1
31	Longimuna	weiß	1
32	Maaßliebchen	weiß	4
33	Robusta	weiß	4
34	Konservanda	weiß	4
35	Heinrichs Riesen	weiß (rosa marmor.)	4
36	Plena	weiß	2
37	St. Andreas	braun	2
38	Domina	weiß	5
39	Regina	weiß	4
40	Saxa	braun	4
41	Saxanova	weiß	2
42	Ora	weiß	5
43	Genfer Markt	schwarz	2
44	Wunder von Paris	weiß	2
45	Pariser Eier	gelb	4
46	Stella	hellbraun	2
47	Canadian Wonder	rot	2
48	Magpee	schwarz mit weiß	5
49	The Stork	rot	2
50	Pariser Markt	schwarz	5
51	Wachs Wunder Butter	schwarz	2
52	Zukunft	schwarz	5
53	Caffeeton	braun	5
54	Allererste	schwarz	4
55	Wachs Amtsrat Koch	schwarz	5
56	Kleine weiße Kochbohne	weiß	3
57	Gloria de Aubagne	rot	3
58	Brunetta	graubraun	2
59	Wunderfein	weiß	2
60	Buboke	schwarz	3
61	Drabant	weiß	3
62	Canadian Wonder	weiß	4
63	Supermetis	rot	5
64	Bagnols Feinschotige	schwarz	5
65	Aladdin	weißgrün	3
66	Le Complet (nain)	weiß	5
67	Grünschotige Königin von Belgien	weiß	5
68	Aka virides	braun	5

war. Als Befall wurde gewertet, wenn der Pilz die Samenschale durchwachsen hatte und zwischen Testa und Kotyledonen sporulierte. Ein Befall der Kotyledonen war unter den gegebenen Versuchs-

bedingungen niemals zu beobachten. Die einzelnen Bohnensamen einer Sorte verhielten sich, was ihre Anfälligkeit betraf, grundsätzlich gleich.

Aus der Tab. 2 geht hervor, daß die gequollene Samenschale aller weißsamigen Sorten von *C. lindemuthianum* durchwachsen wird, während die Testa

Samen erhaltenen Ergebnissen. Läßt man den geringen Befall der Sorten 'Stella' (46) und 'Canadian Wonder' (47) außer acht, so ergeben sich zwei deutlich unterschiedliche Gruppen, wobei die Sorten 'Pariser Eier' (45) und 'Brunetta' (58) sich wiederum wie die weißsamigen Sorten verhalten. Interessant

ist jedoch die Tatsache, daß bis auf 'The Stork' (49) ein Teil der Samen der buntsamigen Sorten in der Hilumregion Infektionen zeigt. Die Ursache kann darin gesehen werden, daß am Hilum sich nicht färbende Gewebereste befinden und daß von hier ausgehend der Pilz die benachbarten Teile der Samenschale besiedeln kann. Bei den weißsamigen Sorten war eine Bevorzugung der Hilumregion nicht festzustellen.

Tabelle 2. Befall reifer Bohnensamen. (Die in Klammern stehenden Zahlen geben die laufenden Nummern der Tab. 1 wieder.)

Befall positiv			Befall negativ		
Sorte und Nr.		Testafarbe	Sorte und Nr.		Testafarbe
Consista	(3)	weiß	Genfer Markt	(43)	schwarz
Kora	(12)	weiß	Stella	(46)	hellbraun
Lintorfer Frühe	(14)	weiß	Canadian Wonder	(47)	rot
Glückauf	(15)	weiß	The Stork	(49)	rot
Nobila	(30)	weiß	Wachs Amtsrat Koch	(55)	schwarz
Longimuna	(31)	weiß	Buboke	(60)	schwarz
Domina	(38)	weiß	Supermetis	(63)	rot
Pariser Eier	(45)	gelb	Aka virides	(68)	braun
Brunetta	(58)	graubraun			
Aladdin	(65)	weißgrün			
Grünschotige Königin von Belgien	(67)	weiß			

der meisten buntsamigen Sorten das Durchwachsen und die Sporulation verhindert. Eine Ausnahme bilden die Sorten 'Pariser Eier' und 'Brunetta'. Bei diesen Sorten ist die Färbung der Samenschale allerdings wenig intensiv. Daraus könnte geschlossen werden, daß die Testa buntsamiger Sorten fungistatische bzw. fungizide Inhaltsstoffe besitzt. Für diese Deutung spricht auch der folgende Versuch.

Die Sorte 'Wachs Gärtnerstolz' besitzt ein weißes Korn, welches jedoch vor allem in Hilumnähe braune Flecken aufweist. Bei sonst gleichen Versuchsbedingungen wurden 20 Samen einmal auf den gefärbten und einmal auf den weißen Testateilen beimpft, außerdem wurden 10 Samen nur auf den weißen und 10 Samen nur auf den gefärbten beimpft. Während auf den weißen Teilen der Samenschale die Infektion in jedem Fall gelang, war das Ergebnis auf den gefärbten Testateilen stets negativ.

Wegen der Möglichkeit eines direkten Zusammenhanges zwischen Testafarbstoff und antifungaler Wirkung und in Anbetracht der Tatsache, daß die Ausfärbung der Samenschale erst relativ spät erfolgt, war zu überprüfen, ob noch nicht gefärbte Samen buntsamiger Sorten bereits während ihrer Jugendentwicklung einen antifungalen Effekt zeigen.

#### b) Samen im Jugendstadium

Aus vollentwickelten Hülsen mit äußerlich deutlich erkennbaren Samen, d. h. einige Tage nach der „Gemüsereife“, wurden ca. 100 Samen herauspräpariert. Die Samen buntsamiger Sorten waren in diesem Entwicklungszustand noch völlig ungefärbt. Je 20 Samen von jeder Sorte, die auf Grund ihrer Größe den gleichen Entwicklungszustand vermuten ließen, wurden in feuchten Kammern mit Sporensuspensionen übersprüht. Der Vorgang wurde 24 Stunden später wiederholt. Die feuchten Kammern wurden im Zimmer bei 22 bis 24 °C aufgestellt. Die Auswertung erfolgte nach 8 Tagen, wobei als Befall wieder die Sporulation als Kriterium galt.

Wie aus den in Abb. 1 dargestellten Ergebnissen ersichtlich ist, entspricht das Resultat im wesentlichen den bei den Infektionsversuchen an reifen

Ganz allgemein kann aus dem Versuch geschlossen werden, daß die Samenschale der buntsamigen Sorten auch schon im jugendlichen Stadium *C. lindemuthianum* widerstehen kann. Trotz dieser Hinweise auf

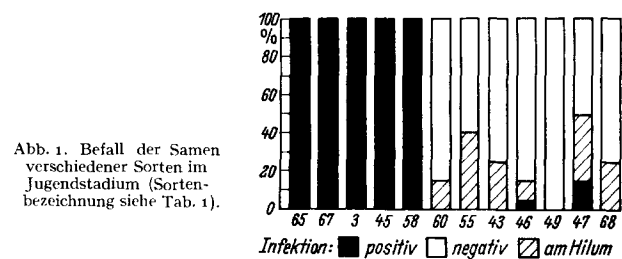


Abb. 1. Befall der Samen verschiedener Sorten im Jugendstadium (Sortenbezeichnung siehe Tab. 1).

die Bedeutung der Inhaltsstoffe der Testae buntsamiger Sorten wurde weiterhin geprüft, ob es sich bei dem vorliegenden fungistatischen Prinzip um lösliche Inhaltsstoffe oder um strukturelle Besonderheiten handelt.

#### Die Entwicklung von *C. lindemuthianum* auf Testa-Dekokten

Bei der Versuchsdurchführung bedienten wir uns der Filtrierpapiermethode nach SÖRGE (1951). Die zur Aufnahme des Nährmediums bestimmten Schalen hatten, einschließlich der vom Filtrierpapier („488 gehärtet“ der Spezialpapierfabrik Niederschlag) aufgesogenen Flüssigkeitsmenge, einen Inhalt von 40 ml. Zur Dekoktherstellung (Dampftopf 30 min., über G3-Filter abfiltriert, Autoklav bei 1,3 atü 30 min.) wurde Aqua bidest. verwendet. Beimpft wurde mit myzeldurchwachsenen, zylindrischen Agarstücken. Die Kultur erfolgte im Dunkelthermostaten bei 24 °C. Nach einer Kulturzeit von 11 Tagen löste sich bei den Kulturen auf Dekokten weißer Samenschalen der von dem Pilz durchwachsene Teil des Filtrierpapiers heraus. Die Versuche wurden deshalb nach 11 Tagen abgebrochen. Die Kulturen wurden getrocknet und anschließend in einer bestimmten Wassermenge aufgeschwemmt. Die Anzahl der in der Suspension befindlichen Sporen wurde durch Auszählen mit Hilfe von Zählkammern (Netzeinteilung nach Thoma) ermittelt.

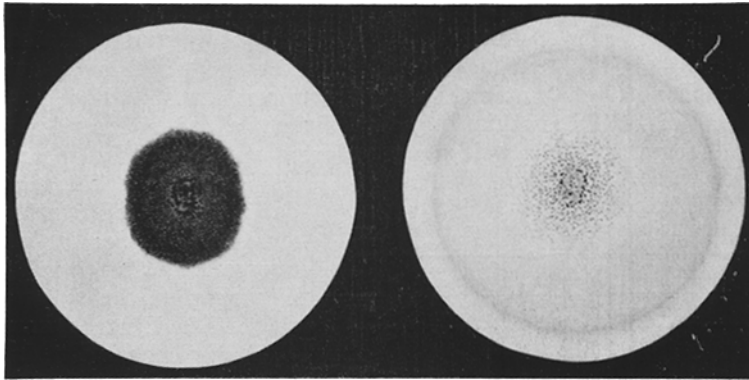


Abb. 2. 11 Tage alte Kulturen von *C. lindemuthianum* auf einem 1,5%igen Testa-Dekokt einer weißsamigen Sorte (Consista, links) und einer buntsamigen (Wachs Amtsrat Koch, rechts).

Tabelle 3. Sporenbildung von *C. lindemuthianum* auf 1,5%igem Testa-Dekokt verschiedener Bohnensorten.

Sorte und Nr.	Testafarbe	Anzahl der Sporen
Kora (12)	weiß	119 760 000
Consista (3)	weiß	66 480 000
Aladdin (65)	weißgrün	49 240 000
Pariser Eier (45)	gelb	46 848 000
Brunetta (58)	graubraun	42 800 000
Buboke (60)	schwarz	28 340 000
Wachs Amtsrat Koch (55)	schwarz	242 000
Genfer Markt (43)	schwarz	226 000
The Stork (49)	rot	116 000
Canadian Wonder (47)	rot	72 000
Stella (46)	braun	46 000
Aka virides (68)	braun	46 000

Wie aus der Tab. 3 ersichtlich ist, sporulierte *C. lindemuthianum* auf den Testa-Dekokten weißsamiger Sorten weitaus stärker als auf den meisten buntsamigen. Ausnahmen bilden wieder die Sorten 'Pariser Eier' und 'Brunetta' sowie unerwarteterweise die Sorte 'Buboke'. Zur Überprüfung eines eventuellen tropischen Einflusses bei den Sorten mit ungefärbter Samenschale wurden Mischdekotte hergestellt. Auf einem 1,5%igen Dekokt aus Samenschalen der Sorte 'Consista' (weißsamig) wurden 68,9 Millionen Sporen gebildet. Die Sorte 'Aka virides' (buntsamig) lieferte unter den gleichen Bedingungen 44 000 Sporen. Ein im Verhältnis 1:1 gemischter Dekokt beider Sorten ergab dagegen nur 326 000 Sporen. Damit ist auszuschließen, daß die große Sporenmenge bei 'Consista' auf tropische Ursachen zurückzuführen ist, sondern es muß gefolgert werden, daß die geringe Sporenzahl der buntsamigen Sorte auf fungistatische Substanzen zurückzuführen ist.

Im Prinzip das gleiche Ergebnis bringen Messungen der Myzelausbreitung auf Agarschalen, zu deren Herstellung Testa-Dekokt verwendet wurde. Die Unter-

schiede zwischen weiß- und buntsamigen Sorten sind vorhanden (Abb. 3), aber geringer. Für eindeutige Hemmung des Myzelwachstums auf Dekokt-Agarschalen buntsamiger Sorten spricht der folgende Versuch, bei dem mit verschiedenen Dekoktkonzentrationen gearbeitet wurde. Wie aus Abb. 4, in der als Beispiel die Sorten 'Aladdin' (65) und 'Aka virides' (68) gegenübergestellt wurden, hervorgeht, ist das Myzelwachstum bei der weißsamigen Sorte (Aladdin) bei allen Konzentrationsstufen praktisch gleich, während bei der buntsamigen Sorte (Aka virides) mit steigender Dekoktkonzentration eine deutliche Hemmwirkung auftritt.

Aus den Untersuchungen ist ersichtlich, daß die in den Samenschalen buntsamiger Bohnensorten enthaltenen Inhaltsstoffe — zumindestens bei einem Teil der Sorten — die Entwicklung von *C. lindemuthianum* hemmen. Diese Hemmung läßt sich experimentell am deutlichsten in bezug auf die Sporulation nachweisen. Hinweise auf den chemischen Charakter der fungistatischen Substanzen liefern die Untersuchungen von FEENSTRA (1960), der in farbigen Samenschalen phenolische Inhaltsstoffe fand. Aus diesen sowie aus den Untersuchungen von SÖRSEL (1952 und 1956), SCHNEIDER (1952) und CLAUSS (1963) kann geschlossen werden, daß die antifungale Wirkung von buntsamigen Bohnen und Erbsen auf die gleiche stoffliche Grundlage zurückzuführen ist.

Über die antifungale Wirkung von Testa-Inhaltsstoffen, insbesondere von Phenolkörpern, ist des öfteren berichtet worden (CLAUSS 1963). Anderer-

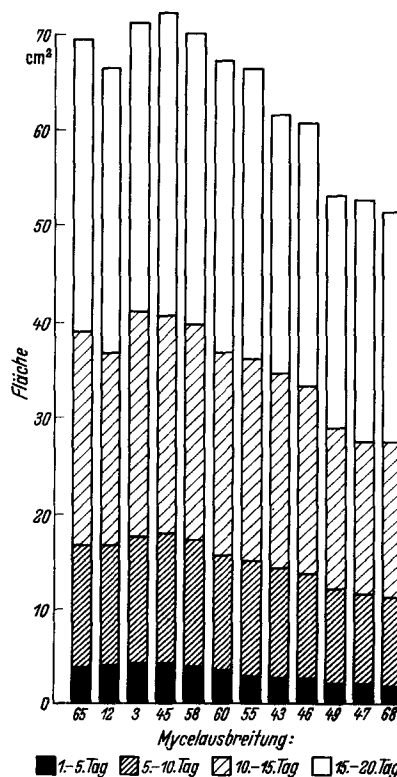


Abb. 3. Ausbreitung des Myzels von *C. lindemuthianum* auf Agarschalen, zu deren Herstellung 1,5%iger Testa-Dekokt verschiedener Bohnensorten verwendet wurde (Sortenbezeichnung siehe Tab. 1).

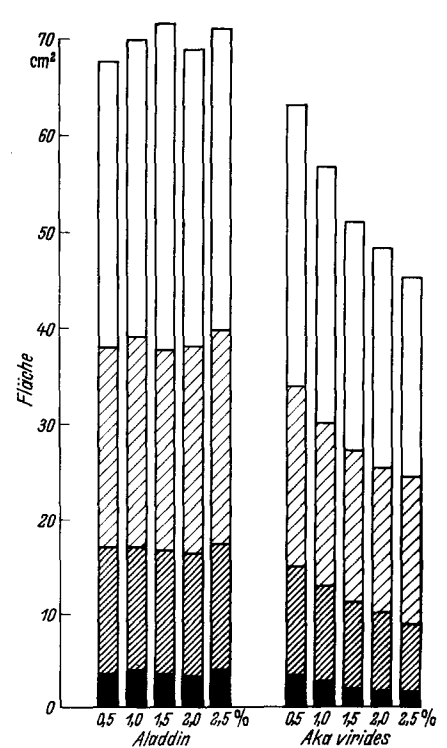


Abb. 4. Myzelausbreitung auf Agarschalen, zu deren Herstellung Testa-Dekokt verschiedener Konzentration der Sorten 'Aladdin' (weißsamig) und 'Aka virides' (buntsamig) verwendet wurde.

seits berichten MARUZELLA und FREUNDLICH (1959), die allerdings nicht mit Samenschalen-, sondern mit Samenextrakten arbeiteten, daß bei den von ihnen geprüften Bohnensorten (Contender, Tender Long, Black Valentine, Pinto Bean III und Pinto Bean Tenderpod — die unseres Wissens sämtlich bunt-samig sind) gegenüber *C. lindemuthianum* sowie 8 anderen Testorganismen keinerlei antimikrobielle Wirkung festzustellen war.

Wie bereits erwähnt, ergaben die vorliegenden Untersuchungen, daß in den Samenschalen bunt-samiger Sorten antifungal wirkende Stoffe enthalten sein können. Daraus ergibt sich die Frage, ob diese Tatsache eine Bedeutung für die Aufklärung der in der Einleitung dargestellten Diskrepanz hat. Infektionsversuche an krautigen Pflanzenteilen, wie sie von SCHREIBER (1932) und anderen vorgenommen worden sind, ergaben keine erhöhte Resistenz bunt-samiger Sorten. Auf der anderen Seite wurde vor allem von Praktikern darauf hingewiesen, daß solche Sorten „resistenter“ wären. Diese Auffassung läßt sich nach den hier vorliegenden Ergebnissen so interpretieren, daß bunt-samige Sorten — selbst bei hoher Anfälligkeit der krautigen Pflanzenteile — wegen der Barrierewirkung der Testa einen höheren Prozentsatz gesunden Saatgutes liefern und damit zu gesünderen Beständen führen. Damit kann auch die von SCHAFFNIT und BÖNING (1925) gemachte Beobachtung, wonach die Sorte 'Flageolet rote Paris' trotz hoher Krautanfälligkeit wenig krankes Saatgut liefert, erklärt werden.

Es scheint daher erforderlich, die Bedeutung der Testafarbe bei der Resistenzzüchtung von Buschbohnen erneut zu diskutieren. Die übliche Praxis, resistente Typen allein nach dem Ergebnis einer künstlichen Infektion krautiger Teile (Hypokotyle) zu selektieren, verzichtet von vornherein auf eine eventuell vorhandene Barrierewirkung der Testa. Da diese Barrierewirkung sehr wahrscheinlich auf Phenolkörpern beruht, die gegen sehr viele Mikroorganismen toxisch wirken, bleibt dieselbe auch bei einem Auftreten neuer Biotypen wirksam. Außerdem würde die Krankheit, die ja in erster Linie über den Samen verbreitet wird, eingeschränkt.

Für ihr ständiges Interesse am Fortgang der Arbeit sowie für viele anregende Diskussionen möchte ich Herrn Prof. Dr. G. GRÜMMER (Greifswald) und Herrn Prof. Dr. A. SCHNEIDER (Quedlinburg) meinen verbindlichsten Dank aussprechen.

### Zusammenfassung

Da für das Auftreten der Brennfleckenkrankheit an Bohnen die Verwendung kranken Saatgutes die Hauptursache bildet, sollte geklärt werden, inwieweit die Samenschalen der verschiedenen Bohnensorten einen Einfluß auf den Befall der Samen mit *C. lindemuthianum* ausüben.

1. Infektionsversuche an reifen Bohnensamen ergeben bei weiß- und bunt-samigen unterschiedliche Ergebnisse. Bohnensamen mit einer gefärbten Samenschale werden in der Regel nicht befallen. In wäßrigen Auszügen farbiger Samenschalen sind

antifungal wirkende Stoffe enthalten. Die Entwicklung von *C. lindemuthianum* auf Dekokten von Samenschalen bunt-samiger Sorten ist im Vergleich zu weiß-samigen eindeutig gehemmt.

2. Ein Nachweis dieser Hemmwirkung ist sowohl mit Hilfe der Wachstumsintensität als auch der Anzahl der gebildeten Sporen möglich. Dabei wird die Sporenbildung stärker als das Myzelwachstum beeinflusst.

3. Die fungistatisch wirkenden Substanzen sind bereits in reifenden, noch nicht gefärbten Samenschalen bunt-samiger Bohnensorten enthalten.

4. Infektionsversuche an Bohnenhypokotylen zeigen, daß die Anfälligkeit der krautigen Pflanzenteile nicht mit der Anfälligkeit der Samen parallel geht. Auch die Hypokotyle bunt-samiger Sorten sind zum Teil hochanfällig.

5. Es wird auf die Möglichkeit der züchterischen Nutzung der Barrierewirkung der farbigen Samenschalen von Buschbohnsorten hingewiesen.

### Literatur

1. ARX, J. A. v.: Kultur- und Infektionsversuche mit einigen *Colletotrichum*-Arten. T. Pflanzenzielt., Wageningen, **63**, 171–188 (1957). — 2. CLAUSS, E.: Über physiologische Ursachen der *Ascochyta*- und *Mycosphaerella*-Resistenz der Erbse (*Pisum sativum* L.). Die phenolischen Inhaltsstoffe der Samenschale und ihre Bedeutung für die Fußinfektion. Der Züchter **33**, 323–337 (1963). — 3. FEENSTRA, W. J.: Biochemical aspects of seedcoat colour inheritance in *Phaseolus vulgaris* L. Meded. Landbouwhogeschool, Wageningen, **60** (2), 1–53 (1960). — 4. FRANDSEN, N. O.: Zur physiologischen Spezialisierung von *Colletotrichum lindemuthianum*. Z. Pflanzenkrankh. (Pflanzenpath.) Pflanzenschutz **60**, 113–125 (1953). — 5. KNAPP, O.: Beitrag zur Frage der Qualitäts- und Immunitätszüchtung bei Buschbohnen. Der Züchter **13**, 19–21 (1941). — 6. LAMPRECHT, H.: *Phaseolus*-Arten. In: Handbuch der Pflanzenzüchtung Band V. Berlin und Hamburg 1950. — 7. MARUZELLA, J. C., and M. FREUNDLICH: Antimicrobial substances from resistant and non-resistant seeds. Nature, London, **183**, 972–973 (1959). — 8. PAPE, H.: Versuche mit Busch- und Stangenbohnen. A. *Gloeosporium*-Befall verschiedener Bohnensorten in den Jahren 1917, 1918 und 1919. Mitt. biol. Reichsanst. Land- u. Forstwirtschaft **18**, 42–44 (1920). — 9. ROEMER, TH., W. H. FUCHS und K. ISENBECK: Die Züchtung resistenter Rassen der Kulturpflanzen. Berlin 1938. — 10. SCHAFFNIT, E., und K. BÖNING: Die Brennfleckenkrankheit der Bohnen. Forschungen auf dem Gebiet der Pflanzenkrankheiten und der Immunität im Pflanzenreich **1** (1925). — 11. SCHNEIDER, A.: Über das Vorkommen gerbstoffartiger Kondensationsprodukte von Anthocyanidinen in den Samenschalen von *Pisum arvense*. Naturwiss. **39**, 452–453 (1952). — 12. SCHREIBER, F.: Resistenzzüchtung bei *Phaseolus vulgaris*. Phytopath. Z. **4**, 415–454 (1932). — 13. SÖRGEL, G.: Über eine neue Kulturmethode für Mikroorganismen. Der Züchter **21**, 322–324 (1951). — 14. SÖRGEL, G.: Über die Ursachen der unterschiedlichen Resistenz verschiedener Erbsensorten gegenüber den Fußkrankheits-erregern *Ascochyta pisi* LIB., *Ascochyta pinodella* JONES und *Mycosphaerella pinodes* (BERK. et BLOX.) STONE. I. Vergleichende Untersuchungen zum Verhalten der Pilze auf einer stark und einer schwach anfälligen Sorte. Der Züchter **22**, 4–26 (1952). — 15. SÖRGEL, G.: Die Problematik der bisherigen Vorstellungen über die Resistenz gegen pilzliche Krankheitserreger, erläutert am Beispiel der Fuß- und Fleckenkrankheit der Erbsen. Sitz.-Ber. Dt. Akad. Landwirtschaftswiss. Berlin **V**, H. 16, 1–20 (1956).