

zur Erzeugung von Hybridsaatgut bei Fremdbefruchttern (Mohrrüben, Zwiebeln usw.) und bei Selbstbefruchttern (aufgezeigt am Beispiel der Tomate) ausgearbeitet. Weiterhin führte man Untersuchungen zur Ausarbeitung von Methoden für eine Frühdiagnose des Heterosiseffektes durch.

#### Literatur

1. MAČKOV, F. F., i S. G. MANZJUK: Soderžanie v tkanjach gibrídov kukuruzy polnych i uravnovešennych sistem rostowych veščestv kak odin iz faktorov geterozisa. Oplodotvorenie i geterozis sel'skochozjajstvennykh raste-

nij. Ukrainskij naučno-issledovatel'skij institut rastenievodstvo, selekcii i genetiki, Ukrainskaja Akademija sel'skochozjajstvennykh nauk, Char'kov, Trudy 4, 199 bis 210 (1959). — 2. MAČKOV, F. F., i S. G. MANZJUK: O vozmozhnosti prognoza projavlenija geterozisa u gibrídov kukuruzy. Wie vorstehend, 211—218 (1959). — 3. OVEČKIN, S. Ch., N. Ja. SIMOČKINA, A. N. DMITRIEVA, N. P. ZALJUBOVSKAJA: Issledovaniye po fiziologii i biochimii samoopylennych linij i geterozisnykh gibrídov kukuruzy. Wie vorstehend, 175—198 (1959). — 4. ČERVONENKO, T. A.: Osobennosti morfogeneza reproduktivnykh organov geterozisnykh gibrídov kukuruzy. Wie vorstehend, 219—224 (1959).

(Übersetzung A. Vetter)

Aus dem Institut für Pflanzenzüchtung Bernburg/Saale der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin

## Prüfung der *Fusarium*-Resistenz beim Mais im Embryonentest\*

Von I. FOCKE und R. FOCKE

Gleichlaufend mit der Prüfung der *Pythium*-Resistenz wurden *Fusarium*-Arten und -Stämme, die im Institutsbereich von Mais isoliert werden konnten, auf ihr Verhalten im Embryonentest untersucht. Es wurde bereits hervorgehoben (FOCKE 1962), daß mehrere *Fusarium*-Arten den Mais im Bernburger Raum besiedeln und daß einige davon gehäuft an Maiskaryopsen sowohl an der Spindel als auch im Boden anzutreffen sind. Es lag daher nahe, den Einfluß dieser Fusarien auf Keimung und Anfangsentwicklung des Maises zu prüfen. Uns erschien dabei die Suche nach Maisformen mit geringem Anfälligkeitgrad sowie die Prüfung der Erblichkeit vorhandener Unterschiede für die züchterische Arbeit bedeutsam.

#### Methodisches

Der Embryonentest wurde bereits eingehend besprochen (FOCKE u. FOCKE 1960). Geringfügige Abänderungen mußten je nach Pathogenität des betreffenden *Fusarium*-Stammes und nach Fragestellung getroffen werden. Als Nährboden wurde in diesem Fall Kartoffeldextroseagar verwendet. Wie die Tabelle 1 zeigt, wäre für den Infektionserfolg der zwei- bis viertägige Verbleib der auf pilzbewachsenen Agarplatten liegenden Embryonen im Kühlschrank bei 11° nicht notwendig, weil die geprüften Fusarien im Gegensatz zu den *Pythium*-Arten die Keimlinge bei höheren Temperaturen genau so stark, meist sogar noch stärker angreifen. Die bekannte Methode wurde dennoch beibehalten, weil uns eine Prüfung der Aktivität der Fusarien bei niederen Temperaturen im Hinblick auf die Anfangsentwicklung des Maises bei kühler Frühjahrswitterung sinnvoller erschien.

Tabelle 1. Vergleich der Embryonenschädigung durch *Fusarium culmorum* bei 11°C und 20°C.

	Temperatur	Schädigungsmittelwert Sproß	Schädigungsmittelwert Wurzel	prozentuale Schädigung des 1. Nodiums
P 702	11°	2,4	3,5	71
	20°	2,7	4,0	79
S 702	11°	1,7	1,5	19
	20°	2,3	3,1	40

\* Herrn Prof. Dr. OBERDORF zum 65. Geburtstag gewidmet.

Die Auswertung vollzog sich im *Fusarium*-Test in etwas abgeänderter Weise, weil die Embryonen ein anderes Befallsbild zeigten als im *Pythium*-Test. Während die geprüften *Pythium*-Arten zuerst die Spitzen der Maiswurzeln oder auch die Sproßspitzen befielen, um sich von dort zur Mitte hin auszubreiten und nur in Fällen sehr starken Befalls das 1. Nodium zu erreichen, dringen die Fusarien vorwiegend vom 1. Nodium aus in die Keimpflanze ein, von dort auf Sproß<sup>1</sup> und Wurzel übergreifend. Der Pilz bevorzugt die Durchbruchstellen der Adventivwurzeln als Eingangspforten, wie schon PEARSON (1931) für *Gibberella saubinetii* an Maispflanzen im Feld beschrieb. So finden wir im Gegensatz zum *Pythium*- bei *Fusarium*-Befall oft die Sproß- bzw. Wurzelspitze noch völlig gesund, während die an das Nodium grenzenden Teile gebräunt bis weichfaul sind. Von den 5 aufgestellten Befallsklassen (siehe *Pythium*-Test) muß die 3. demnach richtiger in folgender Weise definiert werden: Sproß- bzw. Wurzelbasis braun und weichfaul. Wir sahen aus diesem Grund als wichtiges Kriterium für die Stärke des Befalls der Embryonen durch Fusarien neben Sproß- und Wurzelschädigung auch die Schädigung des 1. Nodiums an. Eine Klassifizierung des Nodiumschadens hielten wir für unnötig; es wurde lediglich die Zahl der Embryonen mit gebräuntem bis weichfaulem Nodium pro Prüfnummer ermittelt und in den Tabellen in Prozenten angegeben.

Jeder in den Tabellen angegebene Wert für Sproß-, Wurzel- und Nodienschädigung basiert im Minimum auf 80 Einzelwerten; in der Mehrzahl der Fälle konnten wir auf mehr als 5 mal 80 Einzelwerte zurückgreifen. Die Sicherung erfolgte durch Berechnung der Streuung (*s*) bzw. des Fehlers der Mittelwerte (*s<sub>x̄</sub>*). Bei der Auswahl des Maismaterials verfahren wir in gleicher Weise wie im *Pythium*-Test.

Das Arbeiten mit *Fusarium*-Arten wird durch deren Eigenschaft, in Kultur schnell die Pathogenität zu verlieren, sehr erschwert. Zur Vermeidung dieser Schwierigkeit wurden jährlich einige Kolben im Feld mit den entsprechenden *Fusarium*-Arten bzw.

<sup>1</sup> Unter „Sproß“ wollen wir hier lediglich Mesokotyl, Koleoptile sowie die später aus letzterer hervorbrechende Plumula verstehen und das 1. Nodium gesondert betrachten.

-Stämmen beimpft. Von diesen Kolben wurde in 3wöchigem Abstand frisches Pilzmaterial in Kultur genommen. So konnten wir eine fast gleichbleibende Pathogenität erhalten, wie uns die Werte eines zur Kontrolle stets mitgeführten Standards bestätigten.

Bei besonders aggressiven *Fusarium*-Stämmen mußten wir von der viertägigen auf eine zweitägige Infektionsdauer heruntergehen, weil die Embryonen sonst radikal vom Pilz zerstört wurden. Tab. 2 gibt einige Beispiele dazu.

Tabelle 2. Chinesische Zahnmaise auf einem stark pathogenen *Fusarium*-Stamm. Infektionsdauer 4 und 2 Tage.

Zahnmaise	Inf.-Dauer in Tagen	Schädigungsmittelwert		prozentuale Schädi- gung des 1. Nodiums
		Sproß	Wurzel	
704	4	100% der gepr. Embryonen weichfaul, nicht meßbar		
	2	2,4	3,2	70
724	4	99,0% der gepr. Embryonen weichfaul, nicht meßbar		
	2	2,3	4,0	77,5
732	4	49,4% der gepr. Embryonen weichfaul, nicht meßbar		
	2	2,6	3,5	67,5

### Ergebnisse

Mit Hilfe des Embryonentestes wurde folgenden Fragestellungen nachgegangen:

1. Erweisen sich einige unserer vom Mais isolierten Fusarien im Embryonentest als pathogen?
2. Besteht zwischen den geprüften Convarietäten bzw. Sorten/Hybriden/Stämmen ein Unterschied im Grad der Anfälligkeit gegen bestimmte pathogene Fusarien?
3. Sind Erblichkeit in der *Fusarium*-Anfälligkeit und gegebenenfalls Hybrideffekte erkennbar?

Sieben Fusarien wurden zunächst im Embryonentest auf ihre Pathogenität geprüft. Es handelte sich um zwei Stämme einer *Fusarium*-Art, die wegen mangelnder Konidienbildung auf den verschiedensten Nährsubstraten nicht mit Sicherheit bestimmt werden konnte (Bezeichnung: F2 und F5)<sup>1</sup>. Sie wurden von Maiskolben isoliert. Weiterhin wurde ein Stamm von *Fusarium poae* (Pk.) Wr. — ebenfalls von einem Maiskolben — geprüft, *F. culmorum* (W. G. Sm.) Sacc. von einem Maiskorn, ein weiteres *F. culmorum* von einem Maisstengel und zwei Stämme von *F. moniliforme* Sheld., von denen einer das Mesokotyl einer jungen Maispflanze besiedelt hatte, der andere ein Maiskorn.

Ein Hartmais (Strenzfelder) und ein Zahnmais (WIR 25) wurden für diese Prüfung ausgewählt (Tab. 3).

Je ein Stamm von *F. moniliforme* und *F. culmorum* sowie *F. poae* griff die Embryonen unwesentlich bzw. gar nicht an. F2 und F5 verursachten dagegen bemerkenswerte Schäden. Wir wählten den wüchsigesten dieser beiden Fusarien (F5) für die weiteren Unter-

<sup>1</sup> Fehlen von Sporodochien und Pionnotes, karminfarbenes, später braungetöntes Stroma, üppiges weißes Luftmyzel sowie gelegentlich auftretende lederfarbene, kugelige Sklerotien weisen auf evtl. Zugehörigkeit zur Gruppe *Arthrosporiella* hin.

Tabelle 3. Pathogenitätstest mit verschiedenen Fusarien.

Fusarium-Art	Schädigungsmittelwert		Schädigungsmittelwert	
	(Sproß)	Strenzfelder   WIR 25	(Wurzel)	Strenzfelder   WIR 25
<i>F. spec. (F2)</i>		2,2	2,5	3,8
<i>F. spec. (F5)</i>		2,5	1,9	3,9
<i>F. moniliforme</i>	o	o	1,8	0,6
<i>F. moniliforme</i>		2,2	2,8	3,2
<i>F. poae</i>	o	o,1	0,1	o
<i>F. culmorum</i>	0,2	o	0,8	1,1
<i>F. culmorum</i>	1,5	0,9	3,1	3,5

suchungen. Hier reichte eine Infektionsdauer von zwei Tagen aus. Der pathogene Stamm von *F. moniliforme* verlor seine Aggressivität sehr schnell; sie konnte auch durch Wirtspassage nicht wiederhergestellt werden. Weitere, z. T. später isolierte Stämme von *F. moniliforme* erwiesen sich stets als schwach bis apathogen. Die unterschiedliche ökonomische Bedeutung dieses Pilzes in den maisanbauenden Ländern ist bekannt (vgl. dazu auch LEONIAN 1932<sup>1</sup> sowie VOORHEES 1934).

An dieser Stelle sei kurz auf ein Ergebnis der Pathogenitätsprüfung einiger Stämme von *F. moniliforme* hingewiesen. Sechs verschiedene Stämme des Pilzes wurden gegen die in Tab. 4 aufgeführten Maissorten bzw. -hybriden getestet. Alle sechs Fusarien riefen keine nennenswerten Befallssymptome an den Embryonen hervor. Auffallend war aber die Förderung des Sproßwachstums im Vergleich zu den Kontrollen. Daneben erfuhr auch die Adventivwurzelbildung in einigen Fällen eine Förderung, besonders stark bei 'Schindelmeiser', F/5 und W 805. Die Keimwurzeln zeigten dagegen die übliche Hemmung durch Pilzeinwirkung. Kein anderer im Embryonentest geprüfter Pilz rief eine derartige Reaktion hervor. Eine Wuchsförderung ganzer Maiskeimlinge durch *F. moniliforme* beobachteten schon DE HAAN (1937) sowie PHILIPP (1959). Wuchsstoffwirkung ist naheliegend; eine entsprechende Nachprüfung ist vorgesehen. In Tab. 4 sind die Sproß- und Wurzelängen sowie Adventivwurzelzahlen mit den Kontrollwerten verglichen.

Eine Anzahl Sorten, Hybriden und Stämme aus verschiedenen Convarietäten wurden mit dem *Fusarium*-Stamm F5 auf ihren Anfälligkeitgrad geprüft. Es handelte sich um 19 Zahnmaise, 7 Halbzahnmaise, 24 Hartmaise und 2 Zuckermaise. Je nach dem Grad ihrer Schädigung wurden die Maisen drei Befallsgruppen zugeordnet. Als schwach befallen galten die, die im Embryonentest einen Schädigungsmittelwert von 1,7 für den Sproß (extreme Werte 0,7 und 2,7), von 2,7 für die Wurzel (extreme Werte 1,7 und 3,8) und eine 54prozentige Nodienschädigung (extreme Werte 30,5% und 78,1%) nicht überschritten. Wird einer der drei festgelegten Schädigungsmittelwerte überschritten, gilt der entsprechende Mais als mäßig anfällig, werden zwei oder alle drei Werte überschritten, gilt der entsprechende Mais als stark anfällig. Tab. 5 gibt eine diesbezügliche Übersicht. Die drei Befallsgruppen ließen sich, abgesehen von der Wurzelschädigung zwischen „mäßig“ und „stark“, gegeneinander absichern.

<sup>1</sup> LEONIAN, L. H.: The pathogenicity and the variability of *Fusarium moniliforme* from corn. Agric. Exp. Stat. Coll. Agric. West Virginia Bull. 248, 1–16 (1932).

Tabelle 4. Förderung von Sproßwachstum und Adventivwurzelbildung durch 6 Stämme von *Fusarium moniliforme* Sheld.

Sorte/Hybride	Fus.-Stamm	Sproßlänge in cm	Sproßlänge Kontr.	Wurzel-länge in cm	Wurzel-länge Kontr.	Adventiv-wurzeln %	Adventiv-wurzeln Kontr. %
P 702	1	1,9	1,3	3,2	4,7	235,5	240,8
	2	1,7		3,2		235,0	
	3	2,1		1,7		238,3	
	4	1,8		3,3		235,0	
	5	1,6		3,0		222,3	
	6	1,8		2,8		221,7	
Schindelmeiser	1	2,0	1,5	3,2	5,5	40,7	20,8
	2	2,1		3,2		10,0	
	3	2,5		1,6		58,3	
	4	2,0		3,4		40,0	
	5	2,0		3,6		45,0	
	6	1,8		3,1		20,3	
S 702	1	2,2	1,4	3,5	5,4	108,3	147,4
	2	1,8		3,8		127,4	
	3	2,4		1,5		120,0	
	4	1,7		3,4		144,0	
	5	1,9		3,2		153,3	
	6	2,2		3,0		50,0	
F/5	1	2,1	1,6	3,4	5,8	33,3	29,2
	2	1,9		3,5		3,3	
	3	2,2		1,2		23,3	
	4	1,9		3,8		40,0	
	5	1,9		3,7		33,8	
	6	1,9		3,5		46,7	
S 705	1	2,3	1,6	3,1	5,5	100,0	140,8
	2	1,8		3,7		115,0	
	3	2,1		1,4		135,0	
	4	2,2		3,0		128,3	
	5	2,1		3,9		164,4	
	6	1,8		3,4		106,1	
WIR 25	1	2,0	1,5	2,3	4,3	188,3	231,8
	2	2,0		2,5		220,3	
	3	2,5		1,6		193,3	
	4	2,3		2,1		182,5	
	5	2,3		2,6		246,7	
	6	2,1		2,7		183,3	
W 802	1	2,1	1,4	2,7	5,1	89,8	155,0
	2	1,8		2,9		106,8	
	3	2,2		1,5		106,7	
	4	2,3		3,1		133,3	
	5	2,0		3,3		115,0	
	6	2,4		3,7		120,0	
W 805	1	1,9	1,2	2,9	4,6	62,2	102,5
	2	1,7		2,4		100,0	
	3	2,2		1,6		156,4	
	4	2,0		2,8		168,3	
	5	2,0		3,6		128,3	
	6	2,2		3,3		118,2	
Pet. Goldflut	1	2,0	1,6	2,4	3,7	261,7	236,3
	2	1,6		2,0		211,9	
	3	2,0		1,2		228,3	
	4	1,9		2,4		228,3	
	5	1,7		2,7		238,3	
	6	2,0		2,8		277,1	
Zuckermais	1	2,4	1,4	3,5	4,8	57,4	84,2
	2	1,7		3,2		54,5	
	3	2,2		1,8		138,3	
	4	2,0		3,4		129,3	
	5	2,4		3,7		127,9	
	6	1,8		3,1		67,2	

Im Gegensatz zu den Ergebnissen des *Pythium*-Testes lassen sich nach Tab. 5 keine eindeutigen Aussagen über Unterschiede in der Anfälligkeit auf der Basis der Convarietäten machen. Zwar befinden sich die Zuckermaise wiederum in der Befallsgruppe „stark“, der Anteil der Zahnmaise ist in den Befalls-

gruppen „mäßig“ und „stark“ höher, die Halbzahnmaise sind vorwiegend schwach bis mäßig befallen, aber die geprüften Hartmaise befinden sich zu fast gleichen Teilen in allen drei Befallsgruppen.

Die beiden geprüften Zuckermaise sowie die stark befallenen chinesischen Zahnmaise zeichnen sich neben hoher Nodien- und Wurzelschädigung auch durch besonders starke Schädigung der Sprosse aus (im allgemeinen zeigten die Sprosse größere Widerstandsfähigkeit als die Wurzeln). Die Anfälligkeit der Zuckermaise für verschiedene Pilzgattungen und -arten ist hinlänglich bekannt (vgl. auch SENN 1932). Wir konnten sie sowohl im Embryontest als auch bei der Kolbenresistenzprüfung bestätigen. Den schwächsten Befall und damit die geringste Anfälligkeit gegen den geprüften *Fusarium*-Stamm zeigen stets ‘Pet. Goldflut’ und der Hartmais ‘Bündener Herrschaft’. Zu den schwach anfälligen Maisen gehören fernerhin ‘WIR 25’, ‘Schindelmeiser’, F/5, S 702, S 705, W 802, W 805, zu den stark anfälligen ‘Strenzfelder’, ‘Mahndorfer’, K/4, S 704, P 702, D 480 sowie fünf Mv-Stämme.

Die Prüfung mit einem später vom Mais isolierten pathogenen Stamm von *F. culmorum* ergab die gleiche Tendenz. Nach diesmal vier-tägiger Infektionsdauer erwies sich ‘Pet. Goldflut’ als am wenigsten anfällig, es folgte der ebenfalls schwach anfällige ‘WIR 25’. ‘Schindelmeiser’ und F/5 sowie die Bernburger Hybriden W 802 und W 805 mußten hier allerdings der Befallsgruppe „mäßig“ zugeordnet werden. Stark befallen waren wieder ‘Mahndorfer’, K/4, P 702, D 480 und Zuckermais. Auch unter der Einwirkung eines schwach pathogenen Stammes von

Tabelle 5. Verteilung der Convarietäten auf drei Befallsgruppen.

Befallsgruppen	zugeordnete Convarietäten	Sproßschädigung in %					Wurzelschädigung in %					Nodenschädigung in %
		0	1	2	3	4	0	1	2	3	4	
schwach	8 Hartmaise 4 Halbzahnmaise 2 Zahnmaise o Zuckermaise	44,9	25,8	14,8	9,2	5,3	11,7	15,3	18,7	21,8	32,5	42,7
mäßig	6 Hartmaise 2 Halbzahnmaise 10 Zahnmaise o Zuckermaise	39,9	27,1	15,3	10,0	7,8	4,5	10,1	13,5	24,5	47,4	47,6
stark	10 Hartmaise 1 Halbzahnmais 7 Zahnmaise 2 Zuckermaise	32,6	23,7	15,9	14,0	13,7	4,5	7,4	13,8	21,4	52,9	66,2

*F. moniliforme* steht 'Pet. Goldflut' gesichert an der Spitze (vgl. Tab. 6).

Da die Reaktion einiger Maisen auf verschiedene Fusarien in der Tendenz übereinstimmt, kann angenommen werden, daß im Keimplingsstadium kein spezifisches Verhalten auf einzelne *Fusarium*-Arten vorliegt. Das entspricht den Ergebnissen mit *Pythium* spp.

Tabelle 6. Embryonen auf *Fusarium moniliforme*. 4-tägige Infektionsdauer.

	Schädigungsmittelwert		Nodenschädigung %
	Sproß	Wurzel	
Pet. Goldflut	0,1	0,6	0
S 702	0,5	1,7	18,1
Strenzfelder	0,6	1,9	20,1
P 702	0,5	2,2	50,6

Wenden wir uns nun der Frage nach der Erblichkeit vorhandener Unterschiede in der Anfälligkeit zu. In der Tab. 7 sind die Bernburger S-Hybriden mit ihren Eltern in dieser Beziehung verglichen worden. Danach ist eine Erblichkeit des Anfälligkeitgrades gegen *Fusarium* vorhanden. Besonders augenfällig ist der Einfluß der Mütter auf die Hybriden. Der Grad der *Pythium*-Anfälligkeit wurde gleichfalls durch

den jeweiligen mütterlichen Elter bestimmt; da alle geprüften Hartmaismütter gegen *Pythium* aber schwach anfällig waren, zeichnete sich der Einfluß nicht so deutlich ab wie in Tab. 7 bei verschiedengradig anfälligen Müttern. Ganz allgemein sind im *Fusarium*-Test die Unterschiede zwischen den Befallsgruppen nicht so groß wie im *Pythium*-Test, aber ein Hybrideffekt ist dennoch erkennbar. Er zeigt sich bei S 702 und S 705 in positiver Richtung, bei S 704 in negativer. Da weder die Sproß- noch die Wurzellänge noch die Bildung von Adventivwurzeln pro Zeiteinheit in Beziehung zum Anfälligkeitgrad standen, wurden diese Werte in den Tabellen nicht berücksichtigt.

In Tab. 8 ist ein entsprechender Vergleich zwischen Eltern und Bernburger W-Hybriden. Die beiden geprüften W-Hybriden zeigen keinen faßbaren Unterschied im Grad der Anfälligkeit gegen *Fusarium*. Sie sind den Eltern in der Widerstandsfähigkeit von Sproß und Wurzel nur geringfügig überlegen. Der auf Grund der schwachen Anfälligkeit beider Elternteile erhoffte Effekt blieb aus.

Letztlich haben wir wie im *Pythium*-Test auch die Zahnmaishybriden mit INRA 200 als mütterlichem Elter und 4 Primitivformen mittelamerikanischer Herkunft als väterlichen Eltern auf *Fusarium*-An-

Tabelle 7. Vergleich der Anfälligkeit von Eltern und Bernburger S-Hybriden.

Sorte/Hybride	Befallsgruppe	Sproßschädigung in %					Wurzelschädigung in %					Nodenschädigung in %
		0	1	2	3	4	0	1	2	3	4	
♂ P 702	stark	40,8	21,8	13,8	9,6	14,0	9,7	7,7	10,2	16,8	55,6	58,6
♀ Strenzfelder	stark	31,4	21,1	22,5	12,2	12,8	3,6	6,1	14,7	17,8	57,8	57,0
S 701	mäßig	35,3	24,2	21,2	9,7	9,6	4,3	6,6	12,6	17,0	59,6	48,7
♀ Schindelmeiser	schwach	32,5	19,5	20,2	16,0	11,8	12,4	12,8	14,1	15,4	45,3	46,8
S 702	schwach	46,8	19,8	13,8	10,9	8,7	14,3	8,7	12,2	17,1	47,7	45,3
♀ K/4	stark	38,7	27,9	14,7	10,3	8,4	2,3	8,3	15,7	22,1	51,6	62,2
S 704	stark	38,4	19,2	12,9	11,3	18,2	5,2	8,3	9,7	11,1	65,7	61,6
♀ F/5	schwach	42,4	24,3	13,7	11,3	8,3	14,4	14,0	14,4	21,8	35,5	51,3
S 705	schwach	55,0	20,9	11,7	7,9	4,5	14,8	9,9	15,7	18,4	41,3	45,7

Tabelle 8. Vergleich der Anfälligkeit von Eltern und Bernburger W-Hybriden.

Sorte/Hybride	Befallsgruppe	Sproßschädigung in %					Wurzelschädigung in %					Nodenschädigung in %
		0	1	2	3	4	0	1	2	3	4	
♂ WIR 25	schwach	43,0	19,7	13,9	11,8	11,6	17,5	12,1	11,9	18,7	39,8	48,1
♀ Schindelmeiser	schwach	32,5	19,5	20,2	16,0	11,8	12,4	12,8	14,1	15,4	45,3	46,8
W 802	schwach	43,7	24,9	16,9	10,1	4,4	19,4	12,8	19,4	20,4	28,1	47,8
♀ F/5	schwach	42,4	24,3	13,7	11,3	8,3	14,4	14,0	14,4	21,8	35,5	51,3
W 805	schwach	40,3	27,3	15,9	11,2	5,4	12,3	13,1	22,1	21,5	31,1	51,4

Tabelle 9. Vergleich der Anfälligkeit von Eltern und Hybriden.

	Befallsgruppe	Sproßschädigung in %					Wurzelschädigung in %					Nodenschädigung in %
		0	1	2	3	4	0	1	2	3	4	
♂ Zahnmaise	mäßig	36,9	19,8	16,1	11,6	15,8	3,8	6,7	10,8	19,0	59,8	53,4
♀ INRA 200	mäßig	23,7	24,5	26,8	15,2	9,9	3,4	3,2	9,1	26,2	58,2	49,7
Hybriden	mäßig	36,6	22,5	15,6	11,5	13,9	6,3	5,7	11,7	19,8	56,5	48,2

fälligkeit geprüft. Die Ergebnisse sind in Tabelle 9 zu finden.

Eltern und Hybriden sind derselben Befallsgruppe zugeordnet. Die Hybriden unterscheiden sich in ihrer Anfälligkeit nicht wesentlich von den Eltern. Sie verhalten sich intermediär bis dominant.

### Diskussion

Pilze der Gattung *Fusarium* spielen unter den Erregern von Kolben-, Stengel-, Fuß- und Keimlingskrankheiten des Maises in vielen maisanbauenden Ländern eine vorrangige Rolle (vgl. Lit.-Zus.-Stellg. bei FOCKE u. FOCKE 1960 sowie FOCKE 1962<sup>1</sup>). So sind auch die Bestrebungen groß, Maishybriden zu schaffen, die gegen *Fusarium*-Befall eine gute Resistenz besitzen. Viele *Fusarium*-Arten gehören aber zu den Krankheitserregern des Maises, die fast sämtliche Teile der Pflanze ernstlich zu schädigen vermögen. Da noch keine allgemeingültige Klärung darüber vorliegt, ob die Prüfung eines der häufig befallenen Teile genügt, um Schlüsse auf den Anfälligkeitssgrad aller Teile zu ziehen, sind wir gezwungen, Kolben, Stengel, Stengelbasis und Keimlinge gesonderten Resistenztesten zu unterziehen. Nach HOOKER (1956) sowie MESSIAEN und LAFON (1956) bestehen zwei unabhängig voneinander wirkende Resistenzursachen für Keimlings- und Kolbenfäule. Zwischen dem Anfälligkeitssgrad für Keimlings-, Wurzel- und Fußfäule sind dagegen mehrfach enge Beziehungen gefunden worden (HOOKER 1956, REILLY 1952). Nach Abschluß eigener Untersuchungen hoffen wir, zu dieser Frage einen Beitrag liefern zu können. HOOKER fand außerdem, daß Resistenz im Keimlingsstadium beim Mais nicht spezifisch, sondern gleichzeitig gegen eine große Anzahl von Krankheitserregern wirksam ist. Wir konnten bei einem Vergleich der Keimlingsanfälligkeit gegen Pilze der Gattungen *Pythium* einerseits und *Fusarium* andererseits diese Feststellung nicht bestätigen. Beispielsweise gehören die im *Fusarium*-Test schwach befallenen Zahnmaise 'Pet. Goldflut' und 'WIR 25' im *Pythium*-Test zur Befallsgruppe „stark“. Andererseits sind die gegen *Pythium* nur schwach anfälligen Hartmaise 'Strenzfelder' und K/4 sowie die Hybride S 704 im *Fusarium*-Test stark anfällig. Auch die im *Pythium*-Test beobachtete allgemein geringere Resistenz der Zahnmaise im Vergleich zu den Hartmaisen erwies sich für Fusarien als unzutreffend. Dagegen besteht nach unseren Untersuchungen eine annähernd gleichartige Reaktion auf Pilze innerhalb der Gattung *Pythium* sowie innerhalb der Gattung *Fusarium*.

Das dürfte die Selektion auf geringe Anfälligkeit gegen die durch diese Pilze hervorgerufenen Keimlingsfäulen wesentlich erleichtern.

Nach unseren Untersuchungen über Kolben- und Keimlingsresistenz sowie Angaben von SMITH u. MADSEN (1949), ALABOUVETTE u. RAUTOU (1950) und McKEEN (1951/53) sind immune Maislinien, -sorten, -varietäten und -hybriden schwerlich zu finden. Bemerkenswerte Unterschiede im Grad der Anfälligkeit sind aber stets vorhanden.

Leider haben auch die in der Literatur als resistant bezeichneten Maize zumindest eine sehr variable Resistenz, nach MESSIAEN und LAFON (1957) vor allem die spätreifenden Hybriden. So wird u. a. die Doppelhybride 'WIR 25' für das Woronescher Gebiet als resistant gegen *Fusarium*-Kolbenfäule bezeichnet (TSCHEREMISSINOW 1958). In unseren Prüfungen zeigte 'WIR 25' sich als schwach anfällig gegen Keimlingsfusariose und, je nach verwendeter *Fusarium*-Art, schwach bis stark anfällig gegen Kolbenfusariose. Bis zu einem gewissen Grade widersteht 'WIR 25' also dem *Fusarium*-Befall, kann unter unseren Bedingungen aber noch nicht als resistant bezeichnet werden. Sehr ähnlich liegen die Verhältnisse bei der Linienhybride INRA 200, die für das Pariser Gebiet als *Fusarium*-resistant gegen Keimlingsfäule befunden wurde. An diesen abweichenden Ergebnissen dürften in erster Linie wohl die andersartigen Umwelt- und Witterungsverhältnisse schuld sein. Wie bedeutsam der Einfluß von Temperatur und Feuchte auf die Reife des Maikornes und wie bedeutsam wiederum die Reife für das Ergebnis der Resistenzprüfung ist, zeigen die Arbeiten von DICKSON und Mitarbeitern (1923/26/29/33), HOPPE (1929), HAYES, JOHNSON u. STAKMAN (1933), DE HAAN (1937) und HARPER (1954). Die Prüfungsmethodik dürfte aber auch eine Rolle spielen, wenn — wie im Fall von 'WIR 25' — Importsaatgut abweichende Ergebnisse liefert.

Der resistenzbestimmende Einfluß des mütterlichen Elters auf die Hybride konnte im Embryonentest mit Deutlichkeit gezeigt werden. Für Keimlingskrankheiten des Maises ganz allgemein wurde der mütterliche Einfluß bereits festgestellt (ANDREW 1954 und McKEEN 1953), für die Samenkeimung des Maises unter niederen Temperaturen fand PINNELL (1949) interessante Beziehungen zwischen mütterlichem Elter und Hybride.

In der Vererbung des Anfälligkeitgrades liegt nach unseren Ergebnissen entgegen HOPPE (1929) nicht in jedem Fall Dominanz vor. Wir stimmen in der Beziehung eher mit McINDOE (zit. nach HAYES und Mitarb. 1933) überein, der für *Gibberella saubinetii* uneinheitliche Ergebnisse in der *F*<sub>1</sub> fand. Einige Kreuzungen waren resistenter, einige anfälliger als die Eltern, wobei wir aber durchaus eine Beziehung

<sup>1</sup> Dazu die Arbeiten von MICZYŃSKA, Z., u. Mitarb. (Postępy Nauk Rolniczych 4, 111—118, 1957; Roczniki Nauk Rolniczych Serie A, 77, 357—371, 1957) sowie TRUSZKOWSKA, W., u. H. MORONIOWA (Acta Soc. Bot. Poloniae 29, 457—482, 1960).

zwischen der Reaktion der Eltern und der Hybriden feststellen konnten.

Kein Zweifel dürfte nach den bisher vorliegenden Arbeiten darüber bestehen, daß die Ursachen der *Fusarium*-Resistenz komplexer Natur sind.

### Zusammenfassung

52 Sorten, Hybriden und Stämme von Mais wurden im Embryonentest auf ihren Anfälligkeitgrad gegen Pilze der Gattung *Fusarium* geprüft. Aus den Ergebnissen sind folgende Einzelheiten hervorzuheben:

1. Einige der im Institutsbereich von Mais isolierten Fusarien erwiesen sich im Pathogenitätstest als stark pathogen, andere schädigten die Embryonen kaum oder gar nicht.

2. Zu den stark pathogenen Fusarien gehörten zwei Stämme von *F. culmorum*, ein Stamm von *F. moniliforme* und zwei Stämme, deren Artzugehörigkeit nicht mit Sicherheit bestimmt werden konnte. Zu den schwach pathogenen Fusarien zählten *F. poae* sowie je ein Stamm von *F. culmorum* und *F. moniliforme*, wobei 6 Stämme der letztgenannten Art das Sproßwachstum und in einigen Fällen auch die Adventivwurzelbildung der Embryonen förderten. Mit dem wünschsigsten der pathogenen Stämme wurden Resistenzprüfungen ausgeführt.

3. Alle geprüften Maisre erwiesen sich als mehr oder weniger anfällig. Geringe Anfälligkeit zeigten die beiden Zahnmaise 'Pet. Goldflut' und 'WIR 25', die Hartmaise 'Bündener Herrschaft', 'Schindelmeiser' und F/5 sowie die Bernburger Hybriden S 702, S 705, W 802 (Siloma), W 805. Die Zahnmaise P 702, D 480 sowie 5 Mv-Stämme waren stark anfällig, dazu die Hartmaise 'Strenzfelder', 'Mahndorfer' und K/4 sowie die Hybride S 704.

4. Auf andere *Fusarium*-Arten reagierten die geprüften Maisre in gleicher Weise.

5. Der Anfälligkeitgrad gegen *Fusarium*-Keimlingsfäule wird vererbt. Dabei überwiegt der Einfluß des mütterlichen Elters. Ein Hybrideffekt konnte bei S 702 und S 705 beobachtet werden.

6. Die vorliegenden Ergebnisse wurden mit denen des *Pythium*-Testes und einigen aus der Literatur bekannten Resistenzprüfungen verglichen.

Frl. Annemarie Dettmann sei für ihre zuverlässige Hilfe unser bester Dank gesagt.

### Literatur

1. ALABOUVETTE et RAUTOU: Les Hybrides américains de mais dans les régions méridionales en 1949. C. r. Acad. Agric. France **36**, 323–327 (1950). — 2. ANDREW, R. H.: Breeding maize for cold resistance. Euphytica **3**,

- 108–116 (1954). — 3. DICKSON, J. G.: Influence of soil temperature and moisture on the development of the seedling-blight of wheat and corn caused by *Gibberella saubinetii*. J. agric. Res. **23**, 837–870 (1923). — 4. DICKSON, J. G., and J. R. HOLBERT: The influence of temperature upon the metabolism and expression of disease resistance in selfed lines of corn. J. Americ. Soc. Agronomy **18**, 314–322 (1926). — 5. DICKSON, J. G., P. E. HOPPE, J. R. HOLBERT, and G. JANSEN: The influence of environment during maturation upon predisposition to seedling blight in wheat and corn strains. Phytopathology **19**, 79 (1929). — 6. DICKSON, J. G., K. P. LINK, and A. D. DICKSON: Nature of resistance of corn to seedling blight. Phytopathology **23**, 9 (Abstr.) (1933). — 7. FOCKE, I.: Resistenzverhalten einiger Maissorten und -hybriden auf künstlich erzeugte Kolbenmykosen unter Berücksichtigung der im Bernburger Raum häufig an Maiskolben auftretenden Pilzflora. Der Züchter **32**, 200–210 (1962). — 8. FOCKE, I., und R. FOCKE: Prüfung der *Pythium*-Resistenz beim Mais im Embryonentest. Der Züchter **30**, 285–291 (1960). — 9. HAAN, J. TH. DE: Untersuchungen über das Auftreten der Keimlings-Fusariose bei Gerste, Hafer, Mais und Reis. Phytopathol. Z. **10**, 235–305 (1937). — 10. HARPER, J. L.: Influence of temperature and soil water content on the seedling blight of maize. Nature (London) **173**, 391–393 (1954). — 11. HAYES, H. K., I. J. JOHNSON, and E. C. STAKMAN: Reaction of Maize seedlings to *Gibberella saubinetii*. Phytopathology **23**, 905–911 (1933). — 12. HOOKER, A. L.: Association of resistance to several seedling, root, stalk, and ear diseases in corn. Phytopathology **46**, 379–384 (1956). — 13. HOPPE, P. E.: Inheritance of resistance of seedling blight of corn caused by *Gibberella saubinetii*. Phytopathology **19**, 79–80 (Abstr.) (1929). — 14. McKEEN, W. E.: A corn root-and stalk-rot complex hitherto known as *Gibberella zeae* stalk rot. Phytopathology **41**, 26 (1951). — 15. McKEEN, W. E.: Preliminary studies of root and basal stalk rot of maturing corn in Ontario. Can. J. Bot. **31**, 132–141 (1953). — 16. MESSIAEN, C. M., et R. LAFON: L'intérêt des méthodes de contaminations artificielles dans l'amélioration du maïs. Ann. l'Amélioration Plantes III, 383–390 (1956). — 17. MESSIAEN, C. M., et R. LAFON: Les champignons nuisibles aux semis de mais. II. — Essais de traitements de semences. Ann. Épiphyties II, 209–224 (1957). — 18. PEARSON, N. L.: Parasitism of *Gibberella saubinetii* on corn seedlings. J. agric. Res. **43**, 569–596 (1931). — 19. PHILIPP, A.: Untersuchungen über *Marasmius* spec. an Mais. Ein Beitrag zur Kenntnis der Keimlings- und Fußkrankheiten des Maises. Kühn-Archiv **73**, 42–84 (1959). — 20. PINNELL, E. L.: Genetic and environmental factors affecting corn seed germination at low temperatures. Agronomy J. **41**, 562–568 (1949). — 21. REILLY, J. J.: Correlation of seedling-blight to stalk rot and nature of seedling resistance to *Diplodia zeae*. Phytopathology **42**, 473 (Abstr.) (1952). — 22. SENN, P. H.: The effect of the sugary gene in corn on resistance to seedling blight caused by *Gibberella saubinetii*. Phytopathology **22**, 675–697 (1932). — 23. SMITH, F. L., and C. B. MADSEN: Susceptibility of inbred lines of corn to *Fusarium* ear rot. Agronomy J. **41**, 347–348 (1949). — 24. TSCHEREMISSINOW, N. A.: Die Anwendung der Mitschurinschen Lehre bei der Bekämpfung der Maiskrankheiten. Sowjetwissenschaft, Nat. wiss. Beitr. **2**, 1316–1332 (1958). — 25. VOORHEES, R. K.: Histological studies of a seedling disease of corn caused by *Gibberella moniliformis*. J. agr. Res. **49**, 1009–1015 (1934).