

Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt
für Land- und Forstwirtschaft
Berlin-Dahlem

Heft 127

Mai 1968



Untersuchungen über die morphologische
und biologische Differenzierung in der
Fusarium-Sektion *Sporotrichiella*

von

Dr. E. Seemüller

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft
Institut für Mykologie, Berlin-Dahlem

Berlin 1968

Herausgegeben von der
Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem

Kommissionsverlag Paul Parey, Berlin und Hamburg
1 Berlin 61, Lindenstr. 44--47 (Westberlin)

Inhaltsübersicht

Allgemeine Einführung	5
A) Taxonomische Untersuchungen	
I. Einleitung	6
II. Material und Methodik	
1. Untersuchungsmaterial	8
2. Kultur- und Beurteilungsverfahren	17
III. Ergebnisse	
1. Abgrenzung des Untersuchungsmaterials und der Sektion	19
2. Taxa der Sektion	20
<i>Fusarium poae</i> (Pk.) Wr.	20
<i>Fusarium sporotrichioides</i> Sherb.	29
<i>Fusarium sporotrichioides</i> Sherb. var. <i>minus</i> Wr.	36
<i>Fusarium tricinctum</i> (Cda.) Sacc.	39
<i>Fusarium chlamydosporum</i> Wr. et Rg.	46
3. Bestimmungsschlüssel	53
IV. Schlußbetrachtung zu den taxonomischen Untersuchungen	53
B) Infektionsversuche mit <i>Sporotrichiella-Fusarien</i>	
I. Einleitung und Literaturübersicht	55
II. Material und Methodik	59
III. Ergebnisse	
1. Infektionsversuche an Koniferensämlingen	
a) Junge Sämlinge	60
b) Ältere Sämlinge	62
2. Infektionsversuche an Koniferentrieben	62
3. Auflaufversuche mit Weizen	65
4. Auflaufversuche mit Erbse	67
5. Auflaufversuche mit Lupine	71
6. Infektionsversuche an Weizenähren	72
7. Infektionsversuche an Maiskolben	74
8. Infektionsversuche an Maisstengeln	78
9. Infektionsversuche an Nelkenknospen	79
10. Infektionsversuche an Apfelfrüchten	81
IV. Schlußbetrachtung zu den Infektionsversuchen	82
Zusammenfassung	85
Summary	86
Literaturverzeichnis	87

Allgemeine Einführung

Über die taxonomischen Verhältnisse in der Formgattung *Fusarium* bestehen verschiedene, teilweise stark voneinander abweichende Auffassungen. Die Ursache dafür ist in erster Linie die unterschiedliche Bewertung der einzelnen Merkmale und die durch Kultureinflüsse bedingte Variabilität dieser Pilze. Heute liegen 5 verschiedene Vorschläge zur Gliederung der Gattung nebeneinander vor.

Nach etwa 30jährigen Studien hat Wollenweber (1931, 1943) mit seiner *Fusarium*-Monographie ein System zur Gliederung dieser ehemals schwer überschaubaren Pilzgattung geschaffen. Es beruht auf oftmals recht eng gefaßten taxonomischen Unterschieden, ist dementsprechend stark gegliedert und umfaßt 16 Sektionen, 65 Arten und 55 Varietäten. Die später eingehend untersuchte Variabilität mancher Merkmale und die ihrer Meinung nach für den praktischen Gebrauch zu weitgehende Untergliederung im System von Wollenweber veranlaßten Snyder und Hansen (1940, 1941 b, 1945) zu einer außerordentlich starken und ebenso umstrittenen Vereinfachung der *Fusarium*-Systematik. Sie reduzierten die Zahl der morphologisch zu unterscheidenden Typen auf 8 (später wurde noch eine 9. Art anerkannt). Von den in den Folgejahren veröffentlichten Gliederungsvorschlägen entspricht der von Raïllo (1950) weitgehend dem von Wollenweber (17 Sektionen, 58 Arten, 59 Varietäten), während bei Bilai (1955) deutlich der Zug zur Zusammenlegung und Vereinfachung zu erkennen ist (9 Sektionen, 26 Arten, 30 Varietäten). Die Vorstellungen von Gordon (1952, 1954, 1956, 1959, 1960) basieren nach eigenen Angaben auf dem System von Wollenweber, das er dort, wo es gerechtfertigt erschien, unter Berücksichtigung der Vorschläge von Snyder und Hansen, Raïllo und Bilai modifizierte.

Von den verschiedenen Auffassungen über die Gliederung der Gattung ist auch die Sektion *Sporotrichiella* betroffen (s. Übersicht S. 4). Angesichts dieser unübersichtlichen Situation erschien es angebracht, die Sektion kritisch zu überarbeiten und nach Möglichkeiten einer sicheren Differenzierung innerhalb dieser Gruppe zu suchen.

Die phytopathologische Bedeutung der Vertreter der Sektion *Sporotrichiella* ist, gemessen an der einiger anderer *Fusarium*-Arten, nicht sehr groß (vgl. Literaturübersicht unter B). Im Zusammenhang mit Toxikosen wurden sie jedoch vor allem in jüngerer Zeit verhältnismäßig häufig genannt und mit ihren Stoffwechselprodukten als Erreger von Erkrankungen bei Mensch und Tier nachgewiesen. Ohne Anspruch auf Vollständigkeit zu erheben, sei ein kurzer Überblick über dieses Gebiet gegeben. Er veranschaulicht gleichzeitig die verworrenen Verhältnisse: Die einzelnen Autoren folgen verschiedenen Gliederungsvorschlägen und bedienen sich der entsprechenden Nomenklatur, so daß oft nicht klar zu erkennen ist, welcher Pilz tatsächlich vorlag.

Seit ungefähr 100 Jahren ist die in bestimmten Gebieten Sibiriens, Nordchinas und Nordkoreas endemische sogenannte Kashin-Beck- oder Urov-Krankheit bekannt, die sich in chronischer Arthritis äußert und bei Kindern Wachstumsstörungen und Deformierungen des Knochengerüsts hervorruft, in Extremfällen auch Verkrüppelung und Zwergwuchs. Nach neueren Untersuchungen von Nesterov (1964) ist mit *F. sporotrichiella* Bilai verseuchtes Getreide die Ursache der Krankheit. Die „alimentary septic angina“, eine ernste und meist tödlich verlaufende Krankheit, trat in den Kriegs- und Nachkriegsjahren in den östlichen Teilen der Sowjetunion auf. Sie wurde Joffe (1960 a, 1960 b,

1962) zufolge durch den Verzehr von Getreide verursacht, das „auf dem Halm“ überwinterte und stark verpilzt war. Aus der reichhaltigen Mykoflora der Getreidekörner wurden vor allem *F. poae* (Pk.) Wr. und *F. sporotrichioides* Sherb. als die verantwortlichen Toxinbildner nachgewiesen. Die Beifütterung von Kulturen toxischer Stämme dieser beiden Arten an Mäuse, Meerschweinchen, Kaninchen, Katzen und Pferde führte bei entsprechender Dosierung schon nach verhältnismäßig kurzer Zeit zu schwerer Erkrankung mit letalem Ausgang. Auf die Haut von Kaninchen applizierte Kulturextrakte solcher Isolate verursachten dort Ödeme, Blutungen und andere Krankheitserscheinungen. In Versuchen mit Ratten konnten Gilg an et al. (1966) mit Extrakten von *F. tricinctum* (Cda.) Sacc. emend. Sn. et H. ähnliche Symptome hervorrufen. Koroleva (1967) prüfte die Toxizität mehrerer Stämme von *F. sporotrichioides* Sherb. var. *toxica* Sark. et Kvashn. und von *F. poae* (Pk.) Wr. f. *pallens* Wr. ebenfalls im Hauttest an Kaninchen. Erstere erwiesen sich hierbei als toxisch oder stark toxisch, während letztere nicht oder nur schwach toxisch waren.

Futtergetreide, das mit *F. sporotrichioides* Sherb. verseucht war, verursachte bei Schweinen innere Blutungen, gehemmttes Wachstum, Schrumpfung des Magens, Depression, Gleichgewichtsstörungen und andere Krankheitserscheinungen (Sarkisov, 1954; Fomichev, 1959; Marchenko und Resnyanskaya, 1959; Burdelev und Akulin, 1966), gelegentlich sogar Todesfälle (Fomichev, 1959). *F. sporotrichiella* Bilai (Kurmanov, 1963) und *F. sporotrichioides* Sherb. var. *minus* Wr. (Loginov, 1958) können ebenfalls Vergiftungen verursachen. Auch bei Rindvieh, Schafen und Pferden führten verpilztes Futtergetreide oder Rauhfutter zu Erkrankungen und Ausfällen. Unter den Erregern befanden sich *F. poae* (Pk.) Wr. (Kurmanov, 1961), *F. sporotrichiella* Bilai (Izmailov et al. 1963; Marchenko, 1963) und *F. sporotrichioides* Sherb. (Sarkisov, 1954; Burnside et al., 1957). An Enten verfütterte Kulturen von *F. sporotrichioides* Sherb. führten zur Erkrankung und manchmal auch zum Tod der Tiere (Birbin, 1966). Ein Toxin von *F. tricinctum* (Cda.) Sacc. emend. Sn. et H. rief, dem Fischfutter beigemischt, bei *Salmo gairdneri* schwere Vergiftungen hervor; als LD₅₀ wurden 6,1 mg/kg des gereinigten Toxins ermittelt (Marasas et al., 1967).

A. Taxonomische Untersuchungen

I. Einleitung

Die Sektion *Sporotrichiella* wurde von Wollenweber (apud Lewis, 1913) mit *F. poae* als einziger Art begründet. Für das auffälligste und charakteristischste Merkmal hielt er das zahlreiche Vorkommen von mehr oder weniger birnförmigen Mikrokonidien (Wollenweber, 1918 a; Wollenweber et al., 1925), bis mit *F. chlamydosporum* auch eine Art mit fast ausschließlich länglichen und spindeligen Mikrokonidien der Sektion zugeordnet wurde. In seiner *Fusarium*-Monographie gliederte Wollenweber (1943) die Sektion in 5 Arten mit einer Varietät (s. Übersicht S. 4). Snyder und Hansen (1945), die eine Einteilung in Sektionen verwarfen, faßten die ganze Gruppe zu einer einzigen Art zusammen und trennten hiervon lediglich eine morphologisch nicht zu unterscheidende, an Nelken pathogene Form — f. *poae* — ab (s. Übersicht S. 4). Riallo (1950) ließ *F. citrifforme* unberücksichtigt und stellte *F. chlamydosporum* synonym zu *F. sporotrichioides* var. *minus*, behielt aber sonst im wesentlichen die Konzeption von Wollenweber bei (s. Übersicht S. 4). Bilai (1955) betrachtete das Vorkommen von kugeligen, birn- oder zitronenförmigen Mikrokonidien als das maßgebliche Merkmal für die Abgrenzung der Sektion und erweiterte sie deshalb um *F. sarcochromum* (Desm.) Sacc. und *F. moniliforme* Sheld.

Übersicht

über die Vorschläge zur Gliederung der Sektion *Sporotrichiella*
(Synonymie auf Wollenweber bezogen)

Wollenweber (1943)	Snyder und Hansen (1945)
<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	<i>F. tricinctum</i> (Cda.) Sacc. emend. Sn. et H.
<i>F. citriforme</i> Jamalainen	= <i>F. chlamydosporum</i> Wr. et Rg.
<i>F. chlamydosporum</i> Wr. et Rg.	= <i>F. poae</i> (Pk.) Wr. pr. p.
<i>F. tricinctum</i> (Cda.) Sacc.	= <i>F. tricinctum</i> (Cda.) Sacc.
<i>F. sporotrichioides</i> Sherb.	= <i>F. sporotrichioides</i> Sherb. pr. p.
<i>F. sporotrichioides</i> Sherb. var. <i>minus</i> Wr.	= <i>F. sporotrichioides</i> Sherb. var. <i>minus</i> Wr.
Raillo (1950)	<i>F. tricinctum</i> (Cda.) Sacc. emend. Sn. et H. f. <i>poae</i> (Pk.) Sn. et H.
<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	= <i>F. poae</i> (Pk.) Wr. pr. p.
<i>F. poae</i> (Pk.) Wr. f. 1 Raillo	= <i>F. sporotrichioides</i> Sherb. pr. p.
<i>F. sporotrichioides</i> Sherb.	Bilal (1955)
<i>F. sporotrichioides</i> Sherb. subsp. <i>minus</i> (Wr.) Raillo	<i>F. sporotrichiella</i> Bilal
= <i>F. sporotrichioides</i> Sherb. var. <i>minus</i> Wr.	<i>F. sporotrichiella</i> Bilal var. <i>poae</i> (Pk.) Bilal
= <i>F. chlamydosporum</i> Wr. et Rg.	= <i>F. poae</i> (Pk.) Wr.
<i>F. sporotrichioides</i> Sherb. subsp. <i>minus</i> Wr. f. 1 Raillo	= <i>F. citriforme</i> Jamalainen
<i>F. sporotrichioides</i> Sherb. var. <i>tricinctum</i> (Cda.) Raillo	<i>F. sporotrichiella</i> Bilal var. <i>sporotrichioides</i> (Sherb.) Bilal
= <i>F. tricinctum</i> (Cda.) Sacc.	= <i>F. sporotrichioides</i> Sherb.
Gordon (1952)	= <i>F. sporotrichioides</i> Sherb. var. <i>minus</i> Wr.
<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	= <i>F. chlamydosporum</i> Wr. et Rg.
= <i>F. citriforme</i> Jamalainen	<i>F. sporotrichiella</i> Bilal var. <i>tricinctum</i> (Cda.) Bilal
<i>F. sporotrichioides</i> Sherb.	= <i>F. tricinctum</i> (Cda.) Sacc.
<i>F. chlamydosporum</i> Wr. et Rg.	<i>F. sporotrichiella</i> Bilal var. <i>anthophilum</i> (A. Br.) Bilal
	= <i>F. moniliforme</i> Sheld.
	var. <i>anthophilum</i> (A. Br.) Wr.
	<i>F. sarcochroum</i> (Desm.) Sacc.

var. *anthophilum* (A. Br.) Wr., wo gelegentlich solche Formen zu beobachten sind. Die von Wollenweber unterschiedenen 6 Typen erscheinen als 3 Varietäten einer *F. sporotrichiella* genannten Grundart bzw. als Synonyme dieser Varietäten (s. Übersicht S. 4). *F. chlamydosporum* wurde trotz der vom Ordnungsprinzip abweichenden Mikrokonidien in der Sektion belassen. Von Gordon (1952,

1959, 1960) liegt keine eingehende Bearbeitung der *Sporotrichiella*-Fusarien vor. Er unterschied zwar 3 Arten, nahm aber zu *F. tricinctum* (Cda.) Sacc. und *F. sporotrichioides* var. *minus* nicht Stellung (s. Übersicht S. 4).

In diesen Systemen ist, abgesehen von den beiden durch Bilai hinzugenommenen Taxa, jeweils das gleiche Material geordnet. Darüber hinaus sind jedoch noch weitere Fusarien bekannt, die u. U. zur Sektion *Sporotrichiella* gehören bzw. in den bestehenden Gliederungen noch nicht berücksichtigt sind. Wellman (1943) beschrieb eine an Tomate pathogene neue Art, *F. retusum*, die *F. poae* nahestehen soll, und Blakotova (1959, 1960) einen an *Schizandra chinensis* auftretenden Welkeerreger als *F. sporotrichioides* f. *schizandrae*. Toxinbildende Stämme von *F. sporotrichioides* werden mitunter als var. *toxica* Sark. et Kvashn. von der Grundart abgetrennt (Sarkisov, 1954).

II. Material und Methodik

1. Untersuchungsmaterial

Um die für derartige Untersuchungen unerläßliche breite Basis zu erhalten, wurde eine möglichst große Zahl an Pilzstämmen verschiedener Herkunft (Wirtspflanze, Klimagebiet usw.) angestrebt. Bei Abschluß der Untersuchungen lagen 128 Isolate vor (Tab. 1). Von diesen konnten 119 der Sektion *Sporotrichiella* zugeordnet werden, die restlichen gehörten zu anderen Arten. Sie wurden in die Untersuchungen eingeschlossen, da sie entweder als *Sporotrichiella*-Fusarien übernommen wurden oder als Übergangstypen zu anderen Sektionen anzusehen sind.

Das untersuchte Pilzmaterial stammt von 26 Wirtspflanzengattungen (60 % von Gramineen), aus dem Boden, der Luft und von einem Insekt. Das Verbreitungsspektrum der *Sporotrichiella*-Fusarien ist jedoch noch wesentlich größer (vgl. Übersichten bei Wollenweber und Reinking, 1935 b; Raillio, 1950; Bilai, 1955; Jamalainen, 1955; Gordon, 1959, 1960). Bei einem Teil der eingesandten Isolate war die Matrix nicht mehr oder nicht mehr sicher zu ermitteln. Bezüglich der geographischen Herkunft des Untersuchungsmaterials fällt auf, daß es fast ausschließlich aus Mittel- und Nordeuropa sowie Nordamerika stammt; aus warmen Gebieten waren trotz intensiver Bemühungen nur wenige Stämme zu beschaffen. Bei den von Wollenweber studierten *Sporotrichiella*-Fusarien lagen ähnliche Verhältnisse vor¹⁾. Auch im Schrifttum finden sich nur wenige Hinweise auf das Vorkommen von *Sporotrichiella*-Fusarien in warmen Klimaten. Sie dürften daher — abgesehen von *F. chlamydosporum* — hauptsächlich in den gemäßigten Zonen vorkommen.

Von den eingehend untersuchten 128 Stämmen wurden 83 übernommen, die meisten als frische Isolate oder doch in einwandfreiem Kulturzustand. Einige waren jedoch durch fortwährende Kultur auf künstlichen Substraten so degeneriert, daß sie für taxonomische Untersuchungen nicht mehr oder nur noch bedingt brauchbar waren. Die übrigen Stämme wurden im Verlauf von 2 Jahren selbst isoliert. Darüber hinaus fielen bei den eigenen Isolierungsversuchen und durch Einsendung noch weitere Stämme von *F. poae* an, die aber nicht mehr berücksichtigt wurden, nachdem von dieser Art genügend Material vorlag.

¹⁾ Wollenweber's Aufzeichnungen und Herbarmaterial liegen am Institut für Mykologie der BBA Berlin-Dahlem noch vollständig vor und wurden eingehend studiert.

Tab. 1. Untersuchte Pilzstämme

Abkürzungen und Symbole:

ARI = USSR Antibiotics Research Institute (Moskau)
 CBS = Centraalbureau voor Schimmelcultures (Baarn)
 CMI = Commonwealth Mycological Institute (Kew)
 ATC = American Type Culture Collection (Washington)
 IM = Institute of Microbiology USSR (Moskau)

+ = „Myzeltyp“ (s. S. 14)
 (+) = „Myzelvariante“ (s. S. 14)
 -- = „Amyzelige Variante“ (s. S. 14)

Stamm Nr.	Matrix	Herkunft	Jahr	übernommen als	bestimmt als	Kulturtyp
4 380	Getreide	?	1930	<i>F. tricinatum</i> (Cda.) Sacc.	<i>F. tricinatum</i> (Cda.) Sacc.	-
7 032	Boden	Deutschland	1944	Sekt. <i>Sporotrichiella</i>	<i>F. sporotrichioides</i> Sherb.	+
7 105	Boden	Deutschland	1944	Sekt. <i>Sporotrichiella</i>	<i>F. sporotrichioides</i> Sherb.	+
7 630	<i>Lycopersicon esculentum</i> (Frucht)	Berlin	1954	<i>F. tricinatum</i> (Cda.) Sacc.	<i>F. tricinatum</i> (Cda.) Sacc.	+
8 145	<i>Pinus sylvestris</i> (Zweig)	Berlin	1956	Sekt. <i>Sporotrichiella</i>	<i>F. sporotrichioides</i> Sherb.	+
8 994	<i>Pisum sativum</i> (Fuß)	Niedersachsen	1959	unbestimmt	<i>F. arthrosporioides</i> Sherb.	+
8 997	<i>Dianthus caryophyllus</i> (Stengel)	Berlin	1959	<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	+
8 999	<i>Avena fatua</i> (Halm)	Württemberg	1959	Sekt. <i>Sporotrichiella</i>	<i>F. sporotrichioides</i> Sherb.	+
9 000	<i>Avena fatua</i> (Halm)	Württemberg	1959	Sekt. <i>Sporotrichiella</i>	<i>F. sporotrichioides</i> Sherb.	+
9 001	<i>Avena fatua</i> (Spelzfrucht)	Württemberg	1959	Sekt. <i>Sporotrichiella</i>	<i>F. sporotrichioides</i> Sherb.	+
9 047	<i>Zea mays</i>	Brandenburg	1959	<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	+
9 326	<i>Avena fatua</i> (?)	Württemberg	1959	Sekt. <i>Sporotrichiella</i>	<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	(+)
9 327	<i>Dianthus</i> sp.	Deutschland	1960	Sekt. <i>Sporotrichiella</i>	<i>F. tricinatum</i> (Cda.) Sacc.	+
9 441	<i>Avena fatua</i>	Württemberg	1960	Sekt. <i>Sporotrichiella</i>	<i>F. sporotrichioides</i> Sherb.	(+)
9 454	<i>Diprion pini</i> (Insekt)	Schweden	1960	unbestimmt	<i>F. tricinatum</i> (Cda.) Sacc.	+
9 954	Getreide (Saatgut)	England	1963	<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	+
9 955	Getreide (Saatgut)	England	1963	<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	+
10 192	<i>Secale cereale</i> (Wurzel)	Berlin	1964	<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	+

Tab. 1. (Fortsetzung)

Stamm Nr.	Matrix	Herkunft		übernommen als	bestimmt als	Kultur-typ
10 283	<i>Zea mays</i> (Stengel)	Württemberg	Rintelen	<i>F. sporotrichioides</i> Sherb.	<i>F. sporotrichioides</i> Sherb.	+
10 284	<i>Zea mays</i> (Stengel)	Württemberg	Rintelen	<i>F. sporotrichioides</i> Sherb.	<i>F. sporotrichioides</i> Sherb.	+
10 285	<i>Zea mays</i> (Stengel)	Österreich	Rintelen	<i>F. sporotrichioides</i> Sherb.	<i>F. sporotrichioides</i> Sherb.	+
10 286	<i>Zea mays</i> (Stengel)	Österreich	Rintelen	<i>F. sporotrichioides</i> Sherb.	<i>F. sporotrichioides</i> Sherb.	+
10 287	<i>Zea mays</i> (Stengel)	Österreich	Rintelen	<i>F. sporotrichioides</i> Sherb.	<i>F. sporotrichioides</i> Sherb.	+
10 288	<i>Zea mays</i> (Kolben)	Württemberg	Rintelen	<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	+
10 289	<i>Zea mays</i> (Kolben)	Württemberg	Rintelen	<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	+
10 290	<i>Zea mays</i> (Lieschblatt)	Bayern	Rintelen	<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	+
10 291	<i>Zea mays</i> (Lieschblatt)	Bayern	Rintelen	<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	+
10 292	<i>Zea mays</i> (Kolben)	Bayern	Rintelen	<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	+
10 293	<i>Zea mays</i> (Stengel)	Österreich	Rintelen	<i>F. sporotrichioides</i> Sherb.	<i>F. sporotrichioides</i> Sherb.	+
10 294	<i>Zea mays</i> (Stengel)	Württemberg	Rintelen	<i>F. sporotrichioides</i> Sherb.	<i>F. tricinatum</i> (Cda.) Sacc.	+
10 295	<i>Zea mays</i> (Stengel)	Württemberg	Rintelen	<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	+
10 296	<i>Trifolium pratense</i> (Wurzel)	Finnland	Jamalainen	Sekt. <i>Sporotrichiella</i>	<i>F. moniliforme</i> Sheld. var. <i>anthophilum</i> (A. Br.) Wr.	+
10 297	<i>Trifolium pratense</i> (Wurzel)	Finnland	Jamalainen	Sekt. <i>Sporotrichiella</i>	<i>F. tricinatum</i> (Cda.) Sacc.	(+)
10 298	<i>Trifolium pratense</i> (Wurzel)	Finnland	Jamalainen	Sekt. <i>Sporotrichiella</i>	<i>F. tricinatum</i> (Cda.) Sacc.	(+)
10 299	<i>Trifolium pratense</i> (Wurzel)	Finnland	Jamalainen	Sekt. <i>Sporotrichiella</i>	<i>F. tricinatum</i> (Cda.) Sacc.	(+)
10 304	Boden	Schleswig-Holstein	Gams	Sekt. <i>Sporotrichiella</i>	<i>F. sporotrichioides</i> Sherb.	+
10 308	<i>Triticum aestivum</i> (Karyopse)	Berlin	Eigenisolat		<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	+
10 316	<i>Avena sativa</i> (Spelzfrucht)	Berlin	Eigenisolat		<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	+

Tab. 1. (Fortsetzung)

Stamm Nr.	Matrix	Herkunft		übernommen als	bestimmt als	Kulturtyp
10 317	<i>Avena sativa</i> (Spelzfrucht)	Württemberg	Eigenisolat	1965	<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	+
10 318	<i>Triticum aestivum</i> (Karyopse)	Württemberg	Eigenisolat	1965	<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	+
10 319	<i>Triticum aestivum</i> (Karyopse)	Württemberg	Eigenisolat	1965	<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	+
10 320	<i>Triticum aestivum</i> (Karyopse)	Württemberg	Eigenisolat	1965	<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	+
10 328	<i>Triticum aestivum</i> (Karyopse)	Württemberg	Eigenisolat	1965	<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	+
10 329	<i>Malus sylvestris</i> (Fruchstiel)	?	Eigenisolat	1965	<i>F. sporotrichioides</i> Sherb.	+
10 334	?	Sowjetunion	ARI (über CBS)	1961	<i>F. sporotrichiella</i> Bilai var. <i>poae</i> (Pk.) Bilai	+
10 335	Getreide (?)	Schweiz	Zogg (über CBS)	1951	<i>F. tricinatum</i> (Cda.) Sacc.	(+)
10 336a	?	?	Wollen- weber (über CBS)	1925	<i>F. chlamydosporum</i> Wr. et Rg.	+
10 336b	?	?	? wie 10 336a		nicht bestimmbar	-
10 337	<i>Hordeum sativum</i> (Spelzfrucht)	Finnland	Jamalainen (über CBS)	1938	<i>F. tricinatum</i> (Cda.) Sacc.	(+)
10 338	?	?	Stakman (über CBS)	1924	<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	-
10 339	<i>Avena sativa</i>	Berlin	Wollen- weber (über CBS)	1929	<i>F. sporotrichioides</i> Sherb. var. <i>minus</i> Wr.	+

Tab. 1. (Fortsetzung)

Stamm Nr.	Matrix	Herkunft	übernommen als	bestimmt als	Kulturtyp	
10 340	<i>Pisum sativum</i>	Japan	1929 Togashi (über CBS)	<i>F. sporotrichioides</i> Sherb.	<i>F. sporotrichioides</i> Sherb.	-
10 341	<i>Pisum sativum</i>	Japan	1928 Wollen- weber (über CBS)	<i>F. sporotrichioides</i> Sherb.	<i>F. sporotrichioides</i> Sherb.	-
10 342	<i>Triticum aestivum</i> (Stoppel)	Schweiz	1946 Zogg	<i>F. tricinatum</i> (Cda.) Sacc.	Sekt. <i>Sporotrichiella</i>	-
10 343	<i>Triticum aestivum</i> (Stoppel)	Schweiz	Zogg	<i>F. tricinatum</i> (Cda.) Sacc.	Sekt. <i>Sporotrichiella</i>	-
10 344	<i>Triticum aestivum</i> (Stoppel)	Schweiz	Zogg	<i>F. tricinatum</i> (Cda.) Sacc.	Sekt. <i>Sporotrichiella</i>	-
10 346	?	USA (?)	1954 Weber (über ATC)	<i>F. sporotrichioides</i> Sherb.	<i>F. semitectum</i> Berk. et Rav.	+
10 347	<i>Hordeum vulgare</i> (Stoppel)	Schweiz	Zogg	<i>F. tricinatum</i> (Cda.) Sacc.	nicht bestimmbar	(+)
10 348	<i>Zea mays</i> (Karyopse)	Brandenburg	Kühnel	<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	(+)
10 353	<i>Triticum</i> sp. (Karyopse)	England	Hewett (CMI 86 744)	<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	+
10 354	Luft	Pakistan	Quraishi (CMI 80 116)	<i>F. sporotrichioides</i> Sherb.	Sekt. <i>Arthrosporiella</i>	(+)
10 355	?	?	?	<i>F. sporotrichioides</i> Sherb.	<i>F. tricinatum</i> (Cda.) Sacc.	-
10 356	<i>Populus canadensis</i>	England	Booth (CMI 94 871)	<i>F. sporotrichioides</i> Sherb.	<i>F. chlamydosporum</i> Wr. et Rg.	+

Tab. 1. (Fortsetzung)

Stamm Nr.	Matrix	Herkunft		übernommen als	bestimmt als	Kultur-typ	
10 357	<i>Triticum</i> sp.	Australien	Gordon (CMI 96 270)	1961	<i>F. sporotrichioides</i> Sherb.	<i>F. chlamydosporum</i> Wr. et Rg.	+
10 359	<i>Picea abies</i> (Samen)	Niedersachsen	Eigenisolat	1965		<i>F. sporotrichioides</i> Sherb. var. <i>minus</i> Wr.	+
10 360	<i>Picea abies</i> (Samen)	Niedersachsen	Eigenisolat	1965		<i>F. sporotrichioides</i> Sherb. var. <i>minus</i> Wr.	+
10 361	<i>Pinus nigra</i> (Samen)	Niedersachsen	Eigenisolat	1965		<i>F. sporotrichioides</i> Sherb.	+
10 362	<i>Pinus nigra</i> (Samen)	Niedersachsen	Eigenisolat	1965		<i>F. sporotrichioides</i> Sherb.	+
10 371	<i>Medicago</i> sp.	Kanada	Gordon	1962	<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	<i>F. sporotrichioides</i> Sherb.	+
10 372	?	?	Gordon	?	<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	<i>F. sporotrichioides</i> Sherb.	+
10 373	<i>Sambucus nigra</i>	Kanada	Gordon	1955	<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	<i>F. sporotrichioides</i> Sherb.	+
10 374	<i>Poa pratensis</i> (Rispe)	Kanada	Gordon	1960	<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	+
10 375	<i>Avena sativa</i> (Rispe)	Kanada	Gordon	1961	<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	<i>F. sporotrichioides</i> Sherb.	+
10 376	<i>Triticum aestivum</i> (Karyopse)	Schottland	Gordon	1962	<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	+
10 377	<i>Triticum aestivum</i> (Karyopse)	Schottland	Gordon	1962	<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	+
10 378	<i>Triticum aestivum</i> (Karyopse)	Schottland	Gordon	1962	<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	+
10 379	<i>Scirpus americanus</i>	Schottland	Gordon	1945	<i>F. sporotrichioides</i> Sherb.	<i>F. tricinatum</i> (Cda.) Sacc.	+
10 380	<i>Avena sativa</i>	Kanada	Gordon	1946	<i>F. sporotrichioides</i> Sherb.	Sekt. <i>Arthrosporiella</i>	(+)
10 381	Boden	Ohio (USA)	Gordon	1957	<i>F. chlamydosporum</i> Wr. et Rg.	<i>F. equiseti</i> (Cda.) Sacc.	+
10 382	<i>Triticum</i> sp. (Karyopse)	Kanada	Gordon	1957	<i>F. chlamydosporum</i> Wr. et Rg.	<i>F. equiseti</i> (Cda.) Sacc.	+
10 383	<i>Zea mays</i> (Stengel)	Sachsen-Anhalt	Focke	1963	Sekt. <i>Sporotrichiella</i>	<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	(+)

Tab. I. (Fortsetzung)

Stamm Nr.	Matrix	Herkunft		übernommen als	bestimmt als	Kultur-typ
10 384	<i>Zea mays</i> (Karyopse)	Sachsen-Anhalt	Focke	Sekt. <i>Sporotrichiella</i>	<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	+
10 385	<i>Zea mays</i> (Karyopse)	Sachsen-Anhalt	Focke	Sekt. <i>Sporotrichiella</i>	<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	+
10 386	<i>Zea mays</i> (Stengel)	Sachsen-Anhalt	Focke	Sekt. <i>Sporotrichiella</i>	<i>F. sporotrichioides</i> Sherb.	+
10 387	<i>Zea mays</i> (Stengel)	Sachsen-Anhalt	Focke	<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	+
10 388	?	USA (?)	Snyder	<i>F. tricinatum</i> (Cda.) Sacc. emend. Snyder et Hansen	<i>F. sporotrichioides</i> Sherb.	+
10 389	<i>Pinus sylvestris</i> (Sämling)	Niedersachsen	Eigenisolat		<i>F. sporotrichioides</i> Sherb.	+
10 390	<i>Trifolium pratense</i> (Wurzel)	Württemberg	Eigenisolat		<i>F. tricinatum</i> (Cda.) Sacc.	+
10 401	<i>Picea abies</i> (Sämling)	Niedersachsen	Eigenisolat		<i>F. sarcothroum</i> (Desm.) Sacc.	+
10 402	<i>Pinus sylvestris</i> (Sämling)	Niedersachsen	Eigenisolat		<i>F. arthrosporioides</i> Sherb.	+
10 426	<i>Anthoxanthum odoratum</i> (Ährenrispe)	Berlin	Eigenisolat		<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	+
10 427	<i>Anthoxanthum odoratum</i> (Ährenrispe)	Berlin	Eigenisolat		<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	+
10 428	<i>Arrhenatherum elatius</i> (Rispe)	Berlin	Eigenisolat		<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	+
10 429	<i>Arrhenatherum elatius</i> (Rispe)	Berlin	Eigenisolat		<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	+
10 430	<i>Arrhenatherum elatius</i> (Rispe)	Berlin	Eigenisolat		<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	+
10 432	<i>Holcus mollis</i> (Rispe)	Berlin	Eigenisolat		<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	+
10 433	<i>Holcus mollis</i> (Rispe)	Berlin	Eigenisolat		<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	+
10 434	<i>Agrostis tenuis</i> (Rispe)	Berlin	Eigenisolat		<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	+
10 436	<i>Agrostis tenuis</i> (Rispe)	Berlin	Eigenisolat		<i>F. tricinatum</i> (Cda.) Sacc.	+

Tab. 1. (Fortsetzung)

Stamm Nr.	Matrix	Herkunft			übernommen als	bestimmt als	Kulturtyp
10 454	<i>Agropyron caninum</i> (Ähre)	Berlin	Eigenisolat	1965		<i>F. tricinatum</i> (Cda.) Sacc.	+
10 455	<i>Agropyron repens</i> (Halm)	Berlin	Eigenisolat	1965		<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	+
10 456	<i>Dianthus caryophyllus</i> (Blüte)	Berlin	Eigenisolat	1965		<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	+
10 457	<i>Dianthus caryophyllus</i> (Blüte)	Berlin	Eigenisolat	1965		<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	+
10 458	<i>Calamagrostis epigeios</i> (Halm)	Berlin	Eigenisolat	1965		<i>F. tricinatum</i> (Cda.) Sacc.	+
10 459	<i>Calamagrostis epigeios</i> (Halm)	Berlin	Eigenisolat	1965		<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	+
10 465	<i>Festuca ovina</i> (Halm)	Sachsen (?)	Mühle	1965	<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	+
10 466	<i>Festuca ovina</i> (Halm)	Sachsen (?)	Mühle	1965	<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	+
10 467	<i>Festuca ovina</i> (Halm)	Sachsen (?)	Mühle	1965	<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	+
10 474	<i>Trisetum flavescens</i> (Halm)	Berlin	Eigenisolat	1965		<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	+
10 475	<i>Trisetum flavescens</i> (Halm)	Berlin	Eigenisolat	1965		<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	+
10 476	<i>Phragmites communis</i> (Rispe)	Württemberg	Eigenisolat	1965		<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	+
10 477	<i>Phragmites communis</i> (Rispe)	Württemberg	Eigenisolat	1965		<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	+
10 478	<i>Phragmites communis</i> (Rispe)	Württemberg	Eigenisolat	1965		<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	+
10 479	<i>Phragmites communis</i> (Rispe)	Württemberg	Eigenisolat	1965		<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	+
10 480	<i>Phragmites communis</i> (Rispe)	Württemberg	Eigenisolat	1965		<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	+

Tab. I. (Fortsetzung)

Stamm Nr.	Matrix	Herkunft		übernommen als	bestimmt als	Kultur-typ
10 481	<i>Phragmites communis</i> (Rispe)	Württemberg	Eigenisolat	1965	<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	+
10 482	<i>Pinus sylvestris</i> (Sämling)	Berlin	Eigenisolat	1965	<i>F. sporotrichioides</i> Sherb.	+
10 483	<i>Pinus sylvestris</i> (Sämling)	Berlin	Eigenisolat	1965	<i>F. sporotrichioides</i> Sherb.	+
10 484	<i>Calamagrostis epigeios</i> (Halm)	Sudbaden	Eigenisolat	1965	<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	+
10 488	<i>Pinus sylvestris</i> (Sämling)	Berlin	Eigenisolat	1965	<i>F. sporotrichioides</i> Sherb.	+
10 494	<i>Triticum aestivum</i> (Halm)	Berlin	Eigenisolat	1965	<i>F. tricinatum</i> (Cda.) Sacc.	+
10 501	<i>Zea mays</i>	Schleswig-Holstein	Gams	1965	<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	+
10 630	<i>Triticum aestivum</i> (Halm)	Berlin	Eigenisolat	1966	<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	+
10 631	<i>Pisum sativum</i> (Samen)	Sachsen-Anhalt (?)	Focke	1966	<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	+
10 632	<i>Pisum sativum</i> (Samen)	Sachsen-Anhalt (?)	Focke	1966	<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	+
10 761	<i>Linum usitatissimum</i>	Polen	Czyzewska	?	<i>F. poae</i> (Pk.) Wr.	+
10 926	?	Sowjetunion	IM F-815	?	<i>F. sporotrichioides</i> Sherb. subsp. <i>minus</i> (Wr.) Raillo <i>F. sporotrichiella</i> Bilai var. <i>sporotrichioides</i> (Sherb.) Bilai	-
10 927	?	Sowjetunion	IM F-846	?	<i>F. sporotrichiella</i> Bilai var. <i>poae</i> (Pk.) Bilai	+
10 928	?	Sowjetunion	IM F-1242	?	<i>F. sporotrichiella</i> Bilai var. <i>tricinatum</i> (Cda.) Bilai	(+)

Die Ausprägung der Merkmale ist bei Fusarien (wie bei vielen anderen Pilzen) vom Kulturzustand abhängig (S h e r b a k o f f, 1915; M i t t e r, 1929; B e n n e t t, 1935; O s w a l d, 1949; G e r l a c h, 1954; A b a w i u n d L o r b e e r, 1965 u.a.). In Kulturen auftretende Varianten wurden deshalb besonders beachtet. Nach ihren morphologisch-kulturellen Besonderheiten konnten 3 verschiedene Kulturtypen unterschieden werden (vgl. Tab.1, letzte Spalte und Abb. 9):

1. „Myzeltyp“ — entspricht der frisch isolierten Kultur und ist gekennzeichnet durch arttypische Luftmyzelentwicklung und -färbung, durch Sklerotien- und Sporodochienbildung bei sklerotialen bzw. sporodochialen Typen, durch charakteristische Stroma- und Substratfarben und gut ausgebildete, verhältnismäßig einheitliche Konidien. (Mit dem Typ I von O s w a l d [1949] und dem „Myzeltyp“ von S c h n e i d e r [1958] identisch.)
2. „Myzelvariante“ — unterscheidet sich vom „Myzeltyp“ durch spärlicheres oder hinsichtlich Beschaffenheit und Färbung atypisches Luftmyzel. Sklerotien und Sporodochien werden in der Regel kaum noch gebildet und Stroma- und Substratfarben sind meist deutlich verändert. Die Konidien sind manchmal atypisch. (Teilweise mit dem „Kurzmyzeltyp“ von S c h n e i d e r [1958] identisch.)
3. „Amyzelige Variante“ — stark degenerierter Kulturtyp, der kein, sehr wenig oder nur strähniges, auf dem Substrat oder an der Glaswand kriechendes, ungefärbtes Luftmyzel bildet. Sklerotien und typische Sporodochien fehlen, pionnotale Lager manchmal reichlich. Im Endstadium treten keine Stroma- und Substratfarben mehr auf. Die Konidien sind oft mißgestaltet und atypisch. (Mit dem Typ II von O s w a l d [1949] identisch und außerdem den „degenerierten Myzeltyp“ und den „Pionnotesyp“ von S c h n e i d e r [1958] umfassend.)

2. Kultur- und Beurteilungsverfahren

Zur Isolierung wurde befallenes oder befallsverdächtiges Material — gegebenenfalls nach äußerlicher Sterilisation — auf Bierwürzeagar ausgelegt oder in der Feuchtkammer bebrütet. Nach dem Einsetzen der Sporulation wurden mit Hilfe des K o c h s c h e n Plattengußverfahrens Einsporkulturen hergestellt, und zwar von allen Isolaten mindestens 6, um für die Weiterkultur eine typische und wüchsige Kultur auswählen und ein etwaiges Auftreten von Varianten feststellen zu können.

Um die jungen Kulturen in einem möglichst unveränderten Zustand zu erhalten, wurden sie unmittelbar nach der Isolierung in ein sterilisiertes Erdgemisch geimpft und als Dauerkultur aufbewahrt (s. S c h n e i d e r, 1958), eine Methode, bei der erfahrungsgemäß eine Variantenbildung nicht oder nur sehr selten auftritt (M i l l e r, 1945; C o r m a c k, 1951; G o r d o n, 1952; S c h n e i d e r, 1958; G e r l a c h, 1965). Mit den nicht selbst isolierten Stämmen wurde ebenso verfahren, nachdem mittels Plattenguß ihre Reinheit und anhand mehrerer Einsporkulturen ihr Zustand überprüft worden waren. Fast bei allen Untersuchungen wurde von diesen Erdkulturen ausgegangen, nur in bestimmten Fällen (s. unten) von sporodochialen Makrokonidien.

Um den Pilzen vielfältige Entwicklungsmöglichkeiten zu bieten, wurden sie gleichzeitig auf verschiedenen sterilisierten Substraten kultiviert. In der Regel fanden die im folgenden als „Serie“ bezeichneten Nährböden Verwendung: Bierwürze- (BA), Möhrensaft- (MA) und Hafermehl- (HA), Gersten- (GÄ), Luzernestengel (LS) und Reisbrei (Reis) (s. G e r l a c h, 1954). Zum Vergleich dienten mitunter auch der häufig verwendete Kartoffeldextroseagar (KDA), für spezielle Untersuchungen außerdem Kartoffelstücke (s. W o l l e n w e b e r et al., 1925) sowie sterilisierte Weizenkörner.

Die Nährböden wurden in der Regel mit Myzelstücken von jungen Plattenkulturen beimpft. Da nach W o l l e n w e b e r et al. (1925) und R a i l l o (1950) *Fusarium*-Kulturen wieder bevorzugt das Reproduktionsstadium ausbilden sollen, von dem sie ausgegangen sind, wurde in Fällen, in denen für sporologische Untersuchungen Sporodochien erwünscht waren, manchmal mit Sichelkonidien aus Sporodochien von Kiefern

(s. unten) beimpft. Die Sporenaufschwemmungen waren so weit verdünnt, daß der als Inokulum dienende Tropfen nur eine oder höchstens wenige Sporen enthielt.

Die Sporodochienbildung der *Sporotrichiella*-Fusarien war jedoch auf den o. a. Substraten häufig unbefriedigend. Als besser geeignet erwiesen sich bis zu 8 Wochen alte Kiefernssämlinge und -triebabschnitte. Die Kultur auf Sämlingen erfolgte nach oberflächiger Sterilisation in der Feuchtkammer. Die Triebabschnitte stammten von 1- bis 2jährigen Zweigen, die an der Pflanze mit Myzel zwischen Rinde und Holz beimpft worden waren. Nach einer Entwicklungszeit von 4 bis 6 Wochen wurden die Triebstücke herausgeschnitten und anschließend in Kulturröhrchen gehalten.

Entsprechend den Erfahrungen über den Einfluß des Lichtes (z. B. Appel und Wollenweber, 1910; Harter, 1939; Snyder und Hansen, 1941 a; Oswald, 1949) sowie der Temperatur (z. B. Appel und Wollenweber, 1910; Zachariah et al., 1956) auf die Ausprägung taxonomisch wichtiger Merkmale wurden die Pilze bei Tageslicht, aber geschützt vor direkter Sonneneinstrahlung, und bei Zimmertemperatur kultiviert. (Diese Verhältnisse sollen in Verbindung mit den Substraten der „Serie“ als „Normalbedingungen“ bezeichnet werden.) Außerdem wurden Kulturen auch an einer geschützten Stelle im Freien gehalten. Da Leach (1965) sowie Leach und Trione (1966) über einen günstigen Einfluß von langwelligem UV-Licht auf die Sporulation berichteten, wurde geprüft, ob mit dieser Behandlung die Sporodochienbildung bei *Sporotrichiella*-Fusarien gefördert werden kann. Nach positiven Vorversuchen wurden nach dem von Schneider (1965) beschriebenen Verfahren Bestrahlungen in größerem Umfang vorgenommen. Als Substrate dienten HA und GÄ. Die frisch beimpften Kulturen wurden 1 Woche im Labor bei Tageslicht gehalten und anschließend 14 bis 18 Tage kontinuierlich bestrahlt. Orientierende Versuche mit einer alternierenden Behandlung von 12 Stunden Bestrahlung und 12 Stunden Dunkelheit brachten ungünstigere Ergebnisse.

Zur Beurteilung des Untersuchungsmaterials wurden hauptsächlich die von Wollenweber et al. (1925) vorgeschlagenen Kriterien herangezogen, auf denen im wesentlichen auch die jüngeren Gliederungen der Gattung basieren, wenn auch den einzelnen Merkmalen von den jeweiligen Autoren oft eine unterschiedliche Bedeutung beigemessen worden ist. Darüber hinaus wurden hier noch die Morphologie der Konidienträger, die Verhältniszahlen gewisser Sporenwerte, die Wuchsleistung und das Temperaturverhalten zur Differenzierung verwendet.

Die taxonomisch verwertbaren Merkmale wurden im allgemeinen während einer Kulturdauer von 2 bis 8 Wochen auf allen Substraten der „Serie“ beurteilt. Die in Tabellen zusammengefaßten sporologischen Befunde beruhen jedoch fast ausschließlich auf den zusammengefaßten Werten von Kulturen auf HA, GÄ und LS, da diese Proben am einheitlichsten und typischsten ausgebildet und hinsichtlich der Sporenmaße praktisch nicht zu unterscheiden waren. Das Zahlenmaterial setzt sich außerdem aus Ergebnissen aller oder einer repräsentativen Anzahl der verfügbaren Stämme zusammen. Von jeder untersuchten Probe wurden 30 bis 50 Sporen gezeichnet, von den charakteristischen Sporentypen jeweils ebensoviele gemessen und die Zusammensetzung durch Auszählen von 200 Konidien ermittelt. Die sporologischen Werte sind getrennt nach „Mikrokonidienproben“ und „Makrokonidienproben“ angegeben. Erstere setzen sich ganz oder überwiegend aus Mikrokonidien zusammen. Diese Sporen finden sich einzeln im Luftmyzel, in falschen Köpfchen (von einer sporogenen Zelle gebildet) oder in mehr oder weniger großen „Sporenbällchen“ (von mehreren sporogenen Zellen verzweigter Konidienträger gebildet), seltener auch in sporodochialen oder pionnotalen Lagern. „Makrokonidienproben“ stammen aus schleimigen Tröpfchen im Luftmyzel oder Sporodochien, mitunter auch aus pionnotalen Lagern. Mikrokonidien sind in diesen Proben kaum vorhanden. Konidien und Konidienträger werden im folgenden dementsprechend als „nichtsporodochial“ bzw. „sporodochial“ bezeichnet. Außerdem erwies es sich in manchen Fällen als zweckmäßig, die 1- und 2-zelligen Konidien in 2 Gruppen einzuteilen: \pm birnförmig (kugelig, oval,

birnförmig, zitronenförmig, oval-ellipsoidisch) und \pm länglich (spindelrig, ellipsoidisch, länglich, schwach sichelförmig).

Das Vorkommen von sklerotialen Plektenchymen wurde auf den Substraten der „Serie“ beurteilt sowie in speziellen Kulturversuchen im Labor und im Freien mit Reis und Weizenkörnern untersucht, da sklerotienbildende *Sporotrichiella*-Fusarien sie hier besonders willig entwickeln. Die Chlamydosporenbildung wurde unter denselben Bedingungen und zusätzlich noch auf KDA und Kartoffelstücken geprüft, die dafür besonders geeignet sein sollen (Wollenweber et al., 1925). Die Kulturen wurden bis 1 Jahr lang regelmäßig durchgesehen. Bei *F. poae*, wo über das Auftreten zunächst Unklarheit bestand, wurden außerdem Dauerkulturen in sterilisierter Erde untersucht. Das Luftmyzel sowie die Stroma- und Substratfarben wurden auf der „Serie“ sowie auf KDA und BA-Platten beurteilt. Da in der Intensität der Substratfarben zwischen den Typen charakteristische Unterschiede bestehen, wurden Stroma und Substrat getrennt bonitiert.

Der tägliche Myzelzuwachs wurde im Plattenversuch mit fast allen verfügbaren Stämmen ermittelt. Bei diesem umfangreichen Material war aus technischen Gründen eine einheitliche Wiederholungszahl nicht einzuhalten. Sie richtete sich nach der Anzahl der von den einzelnen Typen vorhandenen Isolate (vgl. Tab. 4). Als Substrat diente BA. Die Platten wurden mit einheitlichen Myzelstücken junger und gleichaltriger Kulturen beimpft und im Labor bei ca. 20° C gehalten. Nach einer 2-tägigen „Anwachperiode“ wurde der Zuwachs im Zeitraum von weiteren 2 Tagen festgestellt. Am 5. Tag hatten raschwüchsige Typen schon den Plattenrand erreicht. Der Einfluß der Temperatur auf die Myzelausbreitung wurde ebenfalls durch Messen des Koloniedurchmessers auf BA-Platten mit repräsentativen Stämmen bei 3-facher Wiederholung bestimmt. Der Abstand der Temperaturstufen betrug im Bereich der Kardinalpunkte 2,5° C, sonst 5° C.

Zur statistischen Beurteilung der Mittelwerte wurde bei 2 zu vergleichenden Meßreihen der t- bzw. F-Test und bei mehr als 2 der Duncan-Test herangezogen (Mudra, 1958; Weber, 1964). In der Varianzanalyse wurde die hierarchische Einteilung gewählt, da übergeordnete (Taxa) und untergeordnete (Stämme) Gruppen vorlagen (Bonnier und Tedin, 1959). Differenzen mit einer Überschreitungswahrscheinlichkeit zwischen $P = 5 - 1\%$ werden wie üblich als signifikant (*) und solche unter $P = 1\%$ als hoch signifikant (**) angesehen.

Den Beschreibungen der einzelnen Typen liegen ausschließlich solche Isolate zugrunde, die im Kulturzustand „Myzeltyp“ vorlagen und außerdem unter „Normalbedingungen“ kultiviert wurden. Wo sich Angaben auf Kulturvarianten oder abweichende Kulturbedingungen beziehen, ist dies jeweils vermerkt.

III. Ergebnisse

1. Abgrenzung des Untersuchungsmaterials und der Sektion

Unter dem Untersuchungsmaterial dürften alle die von Wollenweber (1943), Snyder und Hansen (1945), Raïllo (1950), Bilai (1955) und Gordon (1952, 1959, 1960) der Sektion *Sporotrichiella* zugeordneten Fusarien vertreten gewesen sein. Auch wenn nicht in allen Fällen das Originalmaterial überprüft werden konnte, so ließ sich doch aus den Beschreibungen und der Synonymie ersehen, welcher Typ jeweils vorlag. *F. retusum* Wellman (1943), das der Autor in die Sektion *Sporotrichiella* stellte, war unter dem verfügbaren Material nicht vertreten und kann daher nicht beurteilt werden. Dieses eigenartige *Fusarium* stimmt mit keinem der von den obenstehenden Autoren beschriebenen überein, steht aber der Sektion zweifellos nahe. Bei *F. poae* sind — im Gegensatz zu den Angaben von Wellman — mitunter ähnlich geformte Scheitelzellen zu beobachten, Chlamydosporen und Sklerotien kommen aber nicht vor. Andere Merkmale, wie z. B. Mikrokonidien und Konidienträger sowie die

vorkommenden Farbtöne, sprechen ebenfalls für die Sektion *Sporotrichiella*. In der Literatur liegen außer der Veröffentlichung von Wellman (1943) offenbar keine Hinweise auf diesen Pilz vor. Von *F. sporotrichioides* Sherb. f. *schizandrae* Ablakotova (Ablakotova, 1959, 1960) und *F. sporotrichioides* Sherb. var. *toxica* Sark. et Kvashn. (Sarkisov, 1954) standen weder Beschreibungen noch Kulturen zur Verfügung, so daß nicht geklärt werden konnte, ob hier Typen vorliegen, die von der Grundart abweichen.

Die Abgrenzung der Sektion erfolgte entsprechend den Vorstellungen von Wollenweber (1943), Raillo (1950) und Gordon (1952, 1959, 1960). Die von Bilai (1955) durch die Aufnahme von *F. moniliforme* Sheld. var. *anthophilum* (A. Br.) Wr. und *F. sarcochroum* (Desm.) Sacc. vorgenommene Erweiterung der *Sporotrichiella*-Gruppe erscheint nach eingehendem Studium dieser beiden Pilze nicht angebracht. Diese bilden zwar gelegentlich birnförmige Mikrokonidien, gehören aber wegen ihrer Makrokonidien und weiterer wichtiger Merkmale eindeutig in andere Sektionen.

Die Diagnose der Sektion ist bei Wollenweber und Reinking (1935) sowie Wollenweber (1943) gegeben. Sie muß allerdings dahingehend abgeändert werden, daß Chlamydosporen nicht bei allen Arten vorkommen (vgl. S. 20).

2. Taxa der Sektion

Die Untersuchungsergebnisse veranlaßten zur Differenzierung von 5 Typen, die sich wie folgt charakterisieren lassen:

Fusarium poae (Peck) Wollenweber

Peck, 1903 (Saccardo, 1906); Peck, 1906 (Saccardo, 1913); Wollenweber apud Lewis, 1913; Wollenweber, 1916–1935 (Nr. 110, 554 und 885); Wollenweber und Reinking, 1935; Wollenweber, 1943; Jamalainen, 1943; Raillo, 1950; Gordon, 1952; Bilai, 1955; Focke und Kühnel, 1964.

Syn.:

Sporotrichum poae Peck, N. Y. State Mus. Bull. 67. 29, 1903. — Saccardo, Syll. Fung. 18. 525, 1906

S. anthophilum Peck, loc. cit. 105. 28, 1906. — Saccardo, Syll. Fung. 22. 1283, 1913

Fusarium poae (Pk.) f. *pallens* Wollenweber, Fus. aut. del., Nr. 885, 1930

F. poae (Pk.) Wr. sensu Wollenweber et Reinking pr. p., Die Fusarien, 47, Abb. 11/1, 1935

F. tricinatum (Cda.) Sacc. emend. Snyder et Hansen pr. p., Amer. J. Bot. 32. 661, 663, 1945

F. tricinatum (Cda.) Sacc. emend. Snyder et Hansen f. *poae* (Pk.) Snyder et Hansen pr. p., loc. cit. 32. 661, 663, 1945

F. poae (Pk.) Wr. sensu Raillo pr. p., (Pilze der Gattung *Fusarium*), 194–195, Tafel XXXIV/1, 1950

F. poae (Pk.) Wr. f. 1 Raillo, loc. cit., 194–195, Tafel XXXIV/2, 1950

F. poae (Pk.) Wr. sensu Gordon pr. p., Canad. J. Bot. 30. 219, fig. 5, plate III fig. 26, 1952

F. sporotrichiella Bilai var. *poae* (Pk.) Bilai pr. p., (Fusarien), 277, Abb. 49/3, 1955

? *Sporotrichum exile* Schulz. et Sacc., Fungi Slavon. no. 65, Schulzer von Muggenburg, Fungi Slavon. III no. 446, 1869; Saccardo, Syll. Fung. 4. 98, 1884. (Fide Wollenweber, Zbl. Bakt. II. Abt. 106. 127, 1943)

Von *F. poae* wurden insgesamt 58 Stämme untersucht, davon waren 55 in einwandfreiem Kulturzustand.

Beschreibung

Luftmyzel — im typischen Fall reichlich, von lockerer, watteartiger Beschaffenheit; bei Kulturvarianten filzig-dicht, spärlich oder fehlend. Es ist im allgemeinen weiß, seltener leicht rosig und nur unmittelbar über dem Stroma gelegentlich stärker karminrot gefärbt, aber nie so intensiv und ausgedehnt wie z. B. bei *F. tricinctum*. Bräunliche und ockerfarbene Töne fehlen.

Stroma- und Substratfarben — werden in Abhängigkeit von Kulturalter, Substrat und Stamm sehr unterschiedlich, im allgemeinen aber deutlich schwächer als bei den übrigen *Sporotrichiella*-Fusarien ausgebildet. Es lassen sich verschiedene Typen unterscheiden, zwischen denen fließende Übergänge bestehen. Der eine Exponent bildet keine kräftigen Rottöne aus und dürfte der von *Wollenweber* (1916—1935, Nr. 885) beschriebenen, später aber wieder aufgegebenen „forma *pallens*“ entsprechen. Auf BA und HA ist hier das Stroma cremefarben, fleischfarben oder höchstens gelborange, eine stärkere Substratfärbung unterbleibt. Die Töne auf Reis sind terrakott-, fleisch- oder pfirsichfarben. Auf den übrigen Substraten kommt praktisch keine Färbung vor. Die verhältnismäßig stark färbenden Stämme bilden hingegen auf BA und HA kräftige karmin- oder weinrote Farbtöne aus, die auch stärker auf das Substrat übergehen. Auf MA und KDA treten vor allem helle violette Stromafarben auf, das Substrat wird aber kaum gefärbt. Neben diesen Hauptfarben sind auf Agarsubstraten noch pfirsichfarbene und purpurrote Töne zu beobachten, braune und ockerfarbene dagegen kaum. Die Farben auf Reis sind wie beim anderen Typ, mitunter mit karminroten Flecken versetzt. GÄ und LS bleiben auch hier ungefärbt. Andere Stämme liegen sowohl hinsichtlich der vorkommenden Farbtöne als auch der Intensität der Färbung zwischen den beiden Extremen. Die innerhalb der Art so variable Farbstoffbildung erwies sich bei den einzelnen Stämmen als recht konstant. Von Kulturvarianten werden keine Farben mehr ausgebildet (vgl. auch *Cooper*, 1940). Bei dem „*Pallens*-Typ“ handelt es sich jedoch nicht um solche Stämme, vielmehr waren diese sonst in jeder Hinsicht typisch und z. T. frisch isoliert.

Sklerotiale Plektenchyme — konnten entsprechend den Befunden von *Jamalin* (1943) und *Raillio* (1950) niemals festgestellt werden (Abb. 1), auch nicht bei gezielten Untersuchungen auf speziellen Substraten (s. S. 16).

Konidienträger (Abb. 2) — sind unverzweigt oder mehr oder weniger reich, unregelmäßig oder wirtelig (2- bis mehrzählig) verzweigt, mit bauchigen, 6—18 (— 33) μ langen und 3—6 μ dicken, oft mit einem kleinen Kragen („collarete“) versehenen Phialiden, die — im Gegensatz zu *F. sporotrichioides* — an der Spitze unverzweigt sind.

Konidien (Abb. 2) — meist im Luftmyzel verstreut, einzeln (selten zu wenigen auch kettig verbunden) oder zu falschen Köpfchen und Sporenbällchen verklebt, die als weißes oder cremefarbenes Pulver im Myzel erscheinen. Mitunter treten auch sporodochiale oder pionnotale Lager auf, entweder als schleimige Tröpfchen im Luftmyzel oder als größere Ansammlungen dem Stroma aufgelagert. Sie setzen sich in der Regel fast nur aus Mikrokonidien zusammen und erscheinen dann creme-, hanf- oder terrakottfarben. Nur selten enthalten sie einen höheren Anteil Sichelkonidien und sind dann orange- oder fleischfarben.

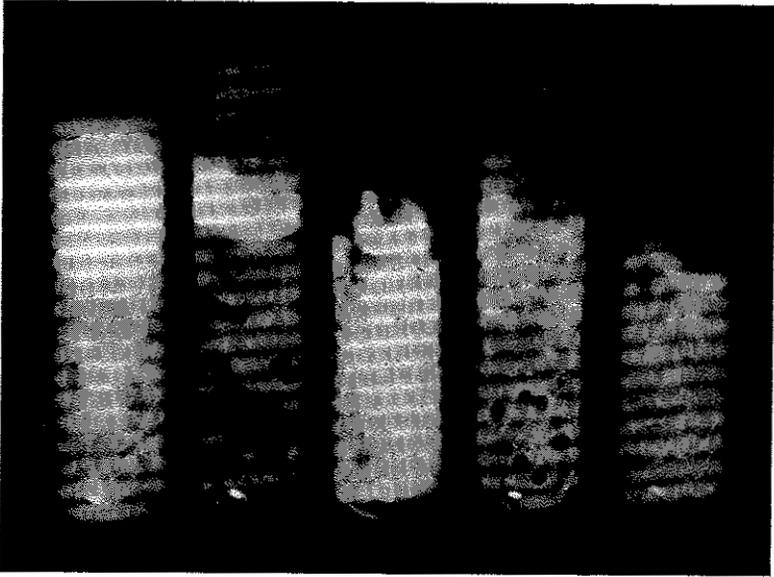


Abb. 1. Bildung sklerotialer Plektenchyme bei *Sporotrichiella*-Fusarien auf Reis.
 Von links: *F. poae*, *F. sporotrichioides*, *F. sporotrichioides* var. *minus*, *F. tricinctum*,
F. chlamydosporum

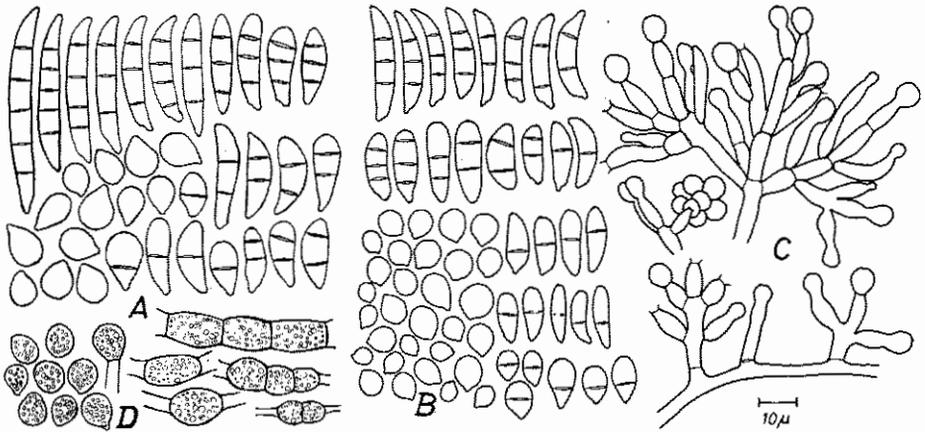


Abb. 2. *Fusarium poae*.

Konidien von sporodochialen Sporenbällchen (A), Konidien aus dem Luftmyzel (B),
 Konidienträger (C), Hyphenabschnitte und Konidien mit granuliertem Inhalt (D) (500 : 1)

Die in allen Proben stark vorherrschenden einzelligen Konidien sind meist annähernd kugelig oder breitoval, seltener birnförmig und oft mit einem Basalzäpfchen versehen; zitronenförmige, spindelige und längliche O-Septaten fehlen (Abb. 2). Die Gestalt der Konidien kommt deutlich in dem Quotienten Konidienlänge/-dicke („Länge/Dicke-Index“) zum Ausdruck. *F. poae* unterscheidet sich hierin mehr oder weniger stark von den übrigen *Sporotrichiella*-Fusarien mit

gleich oder ähnlich (zitronenförmig, oval-ellipsoidisch) geformten einzelligen Konidien (= „± birnförmig“), die im allgemeinen über $4\ \mu$ dick sind. Bei allen anderen in Frage kommenden Typen ist der Quotient größer (Tab. 2), besonders bei *F. tricinctum*, doch sind schon die Unterschiede zu *F. sporotrichioides* var. *minus* und *F. sporotrichioides* hoch signifikant.

Tab. 2. „Länge/Dicke-Index“ ± birnförmiger 0-Septaten

	Gemessene		\bar{x}	$s_{\bar{x}}$	Variationsbereich der Probenmittelwerte
	Proben n	Sporen N			
<i>F. poae</i>	28	1050	1,148	0,006	1,077–1,254
<i>F. sporotrichioides</i> var. <i>minus</i>	15	600	1,222	0,007	1,147–1,293
<i>F. sporotrichioides</i>	18	700	1,270	0,012	1,115–1,398
<i>F. tricinctum</i>	35	1250	1,650	0,032	1,320–2,380

Die 1-Septaten sind breitoval, birnförmig, mitunter auch spindelig-ellipsoidisch oder länglich. Ihr Anteil beträgt im Durchschnitt nicht mehr als 1,5 %, kann aber in Proben aus sporodochialen Lagern bis zu 20 % erreichen. Höher septierte Konidien, die birn-, spindel- oder schwach sichelförmig sein können, sind in der Regel selten und fehlen in vielen Proben vollständig. Der höchste Anteil an 3-Septaten betrug in einer Probe aus lebhaft gefärbten Sporenbällchen 3 %. 4- und 5-septierte Konidien traten nur vereinzelt in ganz wenigen Proben auf. Auf Kiefernssämlingen und anderen Natursubstraten waren die Verhältnisse ebenso. Lediglich die ersten Sporen frischer Isolate sind zuweilen etwas höher septiert. Dasselbe gilt auch für Proben von UV-bestrahlten Kulturen. Die Bildung von Sporodochien mit einem hohen Anteil an Sichelkonidien konnte aber auch durch diese Behandlung nicht erzielt werden. Kulturvarianten zeigen mitunter ein verändertes Sporenbild. Die 0-Septaten können etwas länger sein oder sind mißgestaltet, und der Anteil spindeliger, septierter Konidien ist zuweilen etwas höher.

Sporenmaße und -verteilung sind in Tab. 3 zusammengestellt.

Chlamydosporen — wurden, entsprechend den Befunden von J a m a l a i n e n (1943) und M e s s i a e n et al. (1965), auch bei gezielten Untersuchungen (s. S. 16) niemals festgestellt, obwohl sie nach W o l l e n w e b e r und R e i n k i n g (1935), W o l l e n w e b e r (1943), R a i l l o (1950), G o r d o n (1952), B i l a i (1955) sowie F o c k e und K ü h n e l (1964) vorkommen sollen. Allem Anschein nach sind dicke, septierte und mitunter etwas angeschwollene Hyphenabschnitte mit homogenem oder granuliertem Zellinhalt die Dauerorgane des Pilzes (vgl. auch M e s s i a e n et al., 1965), sicherlich auch intakte Konidien mit granuliertem Inhalt, wie sie in viele Monate alten Kulturen noch auftreten (Abb. 2).

Duft — ist ein charakteristisches Merkmal von *F. poae*. Der deutlich fruchtige, an Pfirsich erinnernde Geruch, der von der Kultur ausgeht, wirkt bei älteren Kulturen und Kulturvarianten oftmals süßlich und leicht unangenehm. Auch auf faulendem Material, wie z. B. Maiskolben, soll der Geruch widerlich süßlich sein (M e s s i a e n, 1954; F o c k e und K ü h n e l, 1964). Bei den übrigen *Sporotrichiella*-Fusarien konnte niemals die Ausbildung eines charakteristischen Duftes wahrgenommen werden.

Tab. 3. *Fusarium poae*. Maße und Verteilung der Konidien

Septenzahl	Sporengröße (in μ)				Septierungsverhältnisse (in %)		
	Gemessene Sporen N	\bar{x}	Variationsbereich der Probenmittelwerte	Absoluter Variationsbereich	Ausgezählte Proben n	Häufigkeit der Sporentypen Mittel	Variationsbereich
0	1050	$7,4 \times 6,4$	$6,0-9,7 \times 5,5-7,4$	$4,8-16 \times 4,0-9,0$	60	ca. 98	$73 - 100$
1	300	$13 \times 5,7$	$9,4-17 \times 4,6-7,4$	$7,5-21 \times 3,5-9,9$	60	1,5	$0 - 20$
2	100	$20 \times 5,3$	—	$13-32 \times 3,6-8,0$	60	< 1	$0 - 4$
3	140	$26 \times 5,0$	—	$18-38 \times 3,8-7,0$	60	≤ 1	$0 - 3$
4	40	$35 \times 5,4$	—	$26-45 \times 4,0-7,0$	60	≤ 1	$0 - < 1$
5	20	$47 \times 5,3$	—	$42-56 \times 4,3-5,8$	60	≤ 1	$0 - < 1$

Tab. 4. Lineares Myzelwachstum der *Sporotrichiella*-Fusarien (in mm/Tag)

	Geprüfte		\bar{x}	s \bar{x}	Absoluter Variationsbereich
	Stämme n	Kulturen n			
<i>F. poae</i>	50	75	17,8	0,33	$13,8-22,0$
<i>F. sporotrichioides</i>	26	52	17,8	0,39	$13,2-20,8$
<i>F. sporotrichioides</i> var. <i>minus</i>	5	15	16,9	0,26	$16,5-19,0$
<i>F. tricinctum</i>	10	30	8,8	0,89	$4,8-12,5$
<i>F. chlamydosporum</i>	2	10	12,4	0,35	$10,0-13,2$

Wachstum — *F. poae* erwies sich im Plattenversuch (s. S. 16) als vergleichsweise rasch und regelmäßig wachsender Pilz (Abb. 3; Tab. 4), Wuchssektoren konnten nicht beobachtet werden. Die meisten Stämme verhielten sich einheitlich, nur wenige wichen durch stärkeres oder schwächeres Wachstum merklich vom Mittelwert ab. Diese Unterschiede traten auch bei späteren Versuchen immer auf. Die Farbvarianten unterschieden sich in der Wuchsleistung nicht.

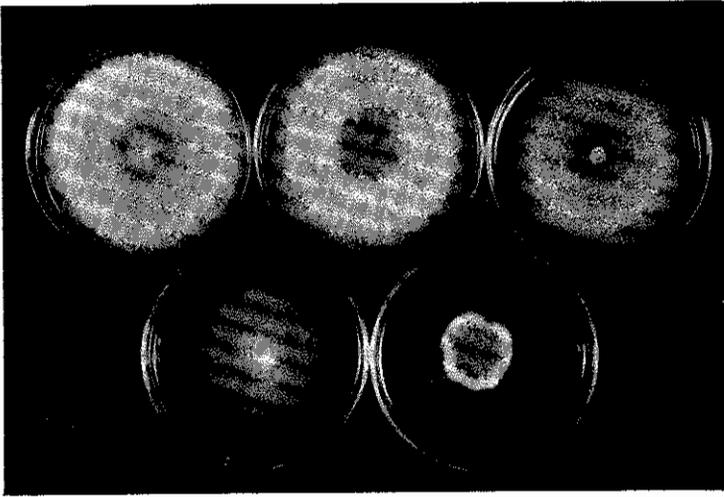


Abb. 3. Kolonien der *Sporotrichiella*-Fusarien nach 5 Tagen auf Bierwürzeagar bei Zimmertemperatur.

Von links oben: *F. poae*, *F. sporotrichioides*, *F. sporotrichioides* var. *minus*; unten: *F. chlamydosporum*, *F. tricinatum*

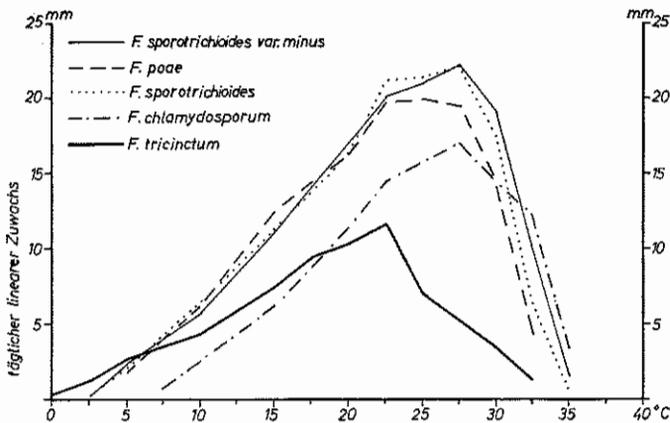


Abb. 4. Einfluß der Temperatur auf die Myzelausbreitung der 5 *Sporotrichiella*-Fusarien (Mittel der geprüften Stämme)

Temperaturverhalten — Bei *F. poae* wurden unter Berücksichtigung der Wuchs- und Farbvarianten 6 repräsentative Stämme geprüft. Diese zeigten in ihrem Temperaturverhalten eine sehr gute Übereinstimmung, die charakteristischen Unterschiede in der Wuchsleistung blieben jedoch auch im optimalen Temperaturbereich bestehen. Die wahrnehmbare Entwicklung des Pilzes setzte bei 2,5° C ein, ein meßbarer Zuwachs war bei einer Versuchsdauer von 14 Tagen aber erst bei 5° C zu verzeichnen. Das Optimum liegt im Bereich von 22,5–27,5° C, die kaum ausgeprägte Spitze bei 25° C. Als obere Grenze für das Wachstum wurden 32,5° C ermittelt, bei 35° C war keinerlei Entwicklung mehr zu verzeichnen. (Das Temperaturverhalten von *F. poae* und den übrigen *Sporotrichiella*-Fusarien zeigt Abb. 4.) Die eigenen Befunde weichen von den Angaben in der Literatur etwas ab: Cormack (1937) ermittelte die Kardinalpunkte mit –2° C, 20–24° C und 32° C, Bilai (1955) stellte bei 2° C noch eine deutliche Entwicklung und ein etwa gleichstarkes Wachstum bei 24 und 30–32° C fest, und Joffe (1962) zufolge wachsen toxische Stämme von *F. poae* noch im Bereich von –2 bis –7° C.

F. poae kommt in der Natur häufig mit *Siteroptes (Pediculopsis) graminum* Reuter vergesellschaftet vor. In Berichten über parasitisches Auftreten des Pilzes an oberirdischen Pflanzenteilen ist meist auch diese Milbe erwähnt, wie im Zusammenhang mit der „Weißfäule“ an Maiskolben (Peyronel, 1950; Gaudineau und Messiaen, 1954; Messiaen, 1954; Focke und Kühnel, 1964), der Weißährigkeit bei Gräsern (Stewart und Hodgkiss, 1908; Keil, 1946; Scholl, 1947; Hardison, 1959) und der Knospenfäule bei Nelken (u. a. Molz und Morgenthaler, 1912; Reiter, 1935; Cooper, 1940; Andreucci, 1962). Bei den eigenen Isolierungsversuchen kam die Milbe häufig auf Platten vor, auf denen sich *F. poae* entwickelte (vgl. auch Keil, 1946; Messiaen, 1954). Zwischen den beiden Organismen scheinen symbiontische Beziehungen zu bestehen, wobei die Milbe dem Pilz als Vektor dient und sich von Myzel und Sporen des Pilzes ernährt. Durch den vom Pilz verursachten Fäulnisprozeß werden die für die Entwicklung der Milbe notwendigen feuchten Bedingungen geschaffen, und außerdem sollen auch faulende Pflanzenteile der Milbe als Nahrung dienen (u. a. Molz und Morgenthaler, 1912; Cooper, 1940; Keil, 1946; Messiaen, 1954; Cherewick und Robinson, 1958). Da *Siteroptes graminum* sich auch in Reinkulturen von *F. poae* gut entwickeln und fortpflanzen kann, wurde untersucht, ob das nur für diesen Pilz oder auch für andere *Sporotrichiella*-Fusarien zutrifft¹⁾. Zu diesem Zweck wurden voll entwickelte gravide ♀ Prosopa oder ♀ Nymphen und ♂ Prosopa auf frische, aber vollbewachsene Plattenkulturen aller *Sporotrichiella*-Typen übersetzt. In die insgesamt 5 aufeinanderfolgenden Versuche wurden 25 Stämme von *F. poae*, 15 Stämme von *F. sporotrichioides* und alle verfügbaren Isolate der übrigen Taxa eingeschlossen. Die Kulturen standen im Labor bei Temperaturen zwischen 18 und 24° C und wurden durch Bedecken mit Folie ausreichend lange feucht gehalten. Die Entwicklung verlief sehr unterschiedlich. Bei *F. poae* konnten schon nach 10 Tagen die auffallenden graviden Weibchen in meist großer Zahl nachgewiesen werden (Abb. 5). Nach dem Schlüpfen der ersten Generation waren die Kulturen ganz oder stellenweise so dicht mit Nymphen bevölkert, daß das Myzel wie mit orange- oder rostfarbenem Pulver bestreut aussah.

¹⁾ Herrn Dr. Krczal, Heidelberg, sei auch an dieser Stelle für die Nachbestimmung der Milbe gedankt.

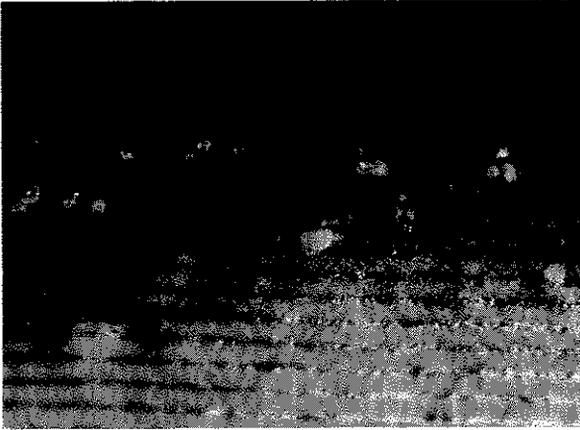


Abb. 5. Gravide ♀ der Milbe *Siteroptes graminum* auf Plattenkultur von *F. poae*
(Lupenaufnahme)

Bis zum Vertrocknen der Kulturen wurde noch eine zweite Generation ausgebildet. Bei den anderen *Sporotrichiella*-Fusarien konnte sich *Siteroptes graminum* nicht entwickeln. Die Milben verließen die Mutterkugel nur sehr zögernd und gingen meist bald darauf ein. Bei Abschluß eines bis zu 7 Wochen dauernden Versuches waren zwar vereinzelt noch lebende Tiere vorhanden, aber nie gravide Stadien.

D i s k u s s i o n

Der Pilz wurde — läßt man das fragliche *Sporotrichum exile* außer acht — als *Sporotrichum poae* von Peck (1903; Saccardo, 1906) erstmals beschrieben. Mit der Beschreibung seines *S. anthophilum*, das sich mit *S. poae* als identisch erwies, gab Peck 1906 (Saccardo, 1913) eine etwas ausführlichere Diagnose. Wollenweber (apud Lewis, 1913) wies schließlich spindelig-sichelförmige septierte Sporen nach und stellte den Pilz deshalb zu Recht in die Gattung *Fusarium*.

Beim Studium der Literatur ist festzustellen, daß über die Abgrenzung des Pilzes von anderen *Sporotrichiella*-Fusarien oft unklare Vorstellungen bestehen. Dies dürfte vor allem auf die zu starke Erweiterung der Diagnose durch Wollenweber und Reinking (1935) zurückzuführen sein. Während Peck (1903, 1906; Saccardo, 1906, 1913) nur kugelige und breitovale, einzellige Konidien beschrieb und die anderen, meist selten vorkommenden Sporentypen außer acht ließ, gingen Wollenweber und Reinking weiter und nahmen auch längliche, spindelige und zitronenförmige 0-Septaten sowie Chlamydosporen in die Diagnose auf. Dadurch wurden die Grenzen zu *F. tricinctum*, *F. sporotrichioides* und *F. sporotrichioides* var. *minus* weitgehend verwischt. (Wollenweber hinterlegte beim CBS in Baarn einen Stamm dieses *F. poae* sensu extenso [Nr. 10 339], der neben polymorphen Mikro- auch ± zahlreich sichelförmige Makrokonidien und Chlamydosporen bildet und sich bei der Nachuntersuchung als *F. sporotrichioides* var. *minus* erwies.) Später engte Wollenweber (1943) die Diagnose wieder ein, indem er zitronenförmige Mikrokonidien nunmehr für *F. citrifforme* Jamalainen (= *F. tricinctum* (Cda.) Sacc., s. dort) vorbehielt und

das Vorkommen von länglich-spindeligen 0-Septaten und Chlamydosporen einschränkte. Nach der Durchsicht von Wollenwebers Unterlagen ist anzunehmen, daß seine Auffassung über das Vorkommen von Chlamydosporen darauf beruhte, daß er Grenzfälle von *F. sporotrichioides* und dessen Varietät *minus*, bei denen diese vorkommen, mitunter als *F. poae* bestimmte (s. auch Wollenweber, 1916—1935, Nr. 1130). Da bei beiden *Sporotrichioides*-Typen gelegentlich Sporenproben zu beobachten sind, die solchen von *F. poae* weitgehend entsprechen, kann es zu Fehlbestimmungen kommen, wenn über die Existenz von Chlamydosporen keine Klarheit besteht. *F. poae* läßt sich jedoch — abgesehen von fehlenden Chlamydosporen — schon anhand andersartiger Konidienträger, kultureller Unterschiede (fehlende sklerotiale Plektenchyme usw.) sowie des charakteristischen Geruchs abgrenzen.

Andere maßgebliche Autoren scheinen sich an der Diagnose von Wollenweber und Reinking (1935) orientiert zu haben, faßten die Art jedoch zum Teil noch etwas weiter. Raïllo (1950) übernahm im wesentlichen diese Beschreibung, trennte aber von der Grundart noch eine forma I ab, die mit der ehemaligen f. *pallens* Wr. identisch sein soll. Diese Abgrenzung erscheint nicht gerechtfertigt, da zwischen den *Pallens*-Typen und den intensiv karminrot färbenden Stämmen fließende Übergänge bestehen, sonst aber keine Unterschiede beobachtet werden konnten. *F. poae* (Pk.) Wr. sensu Gordon (1952) und *F. sporotrichiella* Bilai var. *poae* (Pk.) Bilai (Bilai, 1955) umfassen denselben Kreis wie *F. poae* (Pk.) Wr. im Sinne von Wollenweber und Reinking (1935); *F. citrifforme* ist synonym gestellt. Unter den 8 nachuntersuchten „*Poae*“-Isolaten, die von Gordon stammten (Nr. 10 371—10 378), waren 4 in Wirklichkeit *F. sporotrichioides*, und das beim CBS in Baarn befindliche Isolat von *F. sporotrichiella* var. *poae* (Nr. 10 334) erwies sich ebenso wie der von Wollenweber dort hinterlegte Stamm (Nr. 10 339) als *F. sporotrichioides* var. *minus*.

Snyder und Hansen (1945) trennten von ihrer heterogenen Sammelart *F. tricinatum* (Cda.) Sacc. emend. eine angeblich morphologisch nicht unterscheidbare f. *poae* ab (s. Übersicht S. 4), welche die an Nelkenknospen pathogenen *Sporotrichiella*-Fusarien umfassen soll. Diese Abgrenzung ist aus verschiedenen Gründen nicht zu halten. Einmal sind bisher von *F. poae* keine auf Nelken spezialisierten Stämme nachgewiesen worden. Auch bei den eigenen Infektionsversuchen an Nelkenknospen (Näheres s. unter B) mit *Poae*-Isolaten von verschiedenen Pflanzenarten und aus dem Boden waren keine Anzeichen dafür zu erkennen. Gegen eine Spezialisierung bei *F. poae* sprechen außerdem die Ergebnisse der Kulturversuche mit dem Vektor *Siteroptes graminum* (s. S. 23) — von dem das Auftreten der Krankheit abhängt —, denn die Milbe konnte sich auf allen geprüften *Poae*-Stämmen der verschiedensten Herkunft entwickeln. Ungerechtfertigt erscheint auch, daß Snyder und Hansen *F. sporotrichioides* partiell der „forma *poae*“ zuordneten, da — wie bei *F. poae* — ein Auftreten von auf Nelkenknospen spezialisierten Typen weder aus der Literatur bekannt ist noch bei den eigenen Infektionsversuchen festgestellt werden konnte. *F. tricinatum*, das nach Lewis (1913) ebenfalls eine Knospenfäule hervorrufen kann, ist in der „forma *poae*“ gar nicht berücksichtigt.

***Fusarium sporotrichioides* Sherbakoff**

Karsten, 1887 (Saccardo, 1892); Sherbakoff, 1915; Wollenweber, 1916–1935 (Nr. 111, 887–889); Wollenweber und Reinking, 1935; Wollenweber, 1943; Jamalainen, 1943; Raillo, 1950; Gordon, 1952; Bilai, 1955.

Syn.:

Sporotrichella rosea Karsten, Meddel. Soc. F. F. Fennica 14. 96, 1887. — Saccardo, Syll. Fung. 10. 534, 1892

F. tricinctum (Cda.) Sacc. emend. Snyder et Hansen pr. p., Amer. J. Bot. 32. 661, 663, 1945

F. tricinctum (Cda.) Sacc. emend. Snyder et Hansen f. *poae* (Pk.) Snyder et Hansen pr. p., loc. cit. 32. 661, 663, 1945

F. sporotrichioides Sherb. subsp. *minus* (Wr.) Raillo pr. p., (Pilze der Gattung *Fusarium*), 196, Tafel XXXIV/5, 1950

F. sporotrichioides Sherb. subsp. *minus* Wr. f. 1 Raillo pr. p., loc. cit., 196, 1950

F. poae (Pk.) Wr. sensu Gordon pr. p., Canad. J. Bot. 30. 219, fig. 5, plate III fig. 26, 1952

F. sporotrichiella Bilai, (Fusarien), 276–277, Abb. 49/1, 1955

F. sporotrichiella Bilai var. *sporotrichioides* (Sherb.) Bilai pr. p., loc. cit., 277–278, Abb. 49/2, 1955

F. sporotrichiella Bilai var. *poae* (Pk.) Bilai pr. p., loc. cit., 277, Abb. 49/3, 1955

Von *F. sporotrichioides* wurden insgesamt 31 Stämme untersucht, davon waren 27 in einwandfreiem Kulturzustand.

Beschreibung

Luftmyzel — wie bei *F. poae* reichlich und von lockerer, watteartiger Beschaffenheit, anfänglich ebenfalls weiß, später aber unterschiedlich gefärbt: weißlich, gelb, rosig, karmin- oder purpurrot, ockerfarben oder bräunlich. Unterschiede zwischen den Stämmen reichen von überwiegend weißem bis zu überwiegend karminrot gefärbtem Luftmyzel. Bei Kulturvarianten ist es weiß oder ungefärbt, spärlich oder strähnig, oder es wird überhaupt kein Luftmyzel mehr ausgebildet.

Stroma- und Substratfarben — sind innerhalb der Art dagegen verhältnismäßig einheitlich, sie variieren aber je nach Nährboden beträchtlich. BA und HA werden rasch und intensiv karmin- bis weinrot, später braunrot bis dunkelbraun gefärbt. Auf KDA und MA ist die Substratfärbung deutlich schwächer und neben karminroten kommen auch häufig purpurrote und violette Töne vor. GÄ und LS bleiben ungefärbt, oder es werden dieselben Farben ausgebildet wie bei den Agarsubstraten. Allen Stämmen gemeinsam sind die intensiven, später dunklen Ockerfarben auf Reis, wie sie bei den anderen Arten und auch bei *F. sporotrichioides* var. *minus* nicht vorkommen. Von Kulturvarianten werden Stroma- und Substratfarben nur noch atypisch (ockerfarben, bräunlich), spärlich oder überhaupt nicht mehr gebildet.

Sklerotiale Plektenchyme — kommen auf Reis und Weizenkörnern regelmäßig und mehr oder weniger zahlreich vor (Abb. 1). Auf BA und HA treten sie oft, auf MA seltener auf und auf KDA, GÄ und LS fehlen sie in der Regel. Sie sind oval oder unregelmäßig geformt und von dunkelroter bis dunkelbrauner Farbe. Bei Kulturvarianten konnten keine sklerotialen Plektenchyme beobachtet werden.

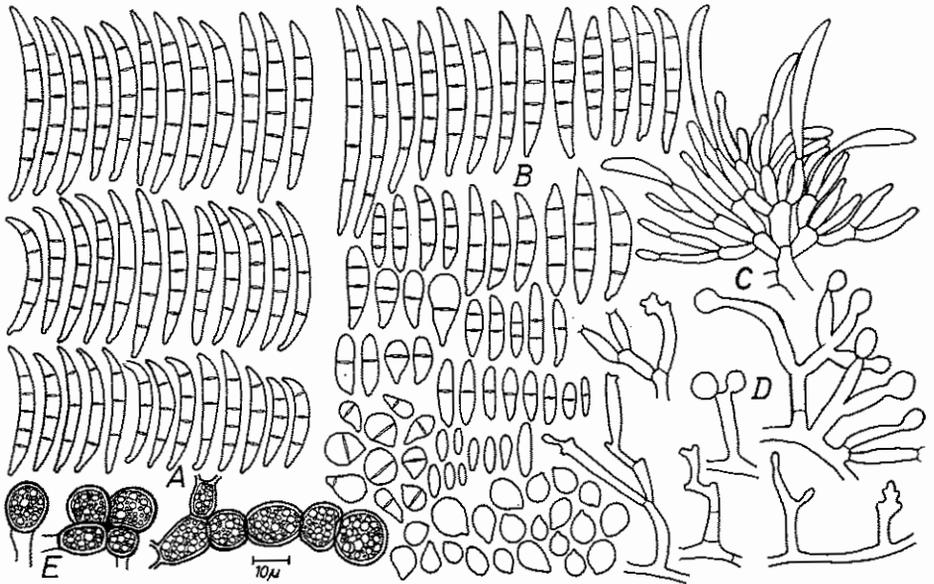


Abb. 6. *Fusarium sporotrichioides*.

„Sporodochiale“ (A) und „nichtsporodochiale“ (B) Konidien, „sporodochiale“ (C) und „nichtsporodochiale“ (D) Konidienträger, Chlamydosporen (E) (500 : 1)

Konidienträger (Abb. 6) — sind unverzweigt oder mehr oder weniger reich, unregelmäßig oder wirtelig (2- bis mehrzählig) verzweigt. Die sporogenen Zellen sind sehr unterschiedlich ausgebildet. Im Luftmyzel kommen schwach bauchige, keulenförmige oder fast zylindrische, 5–18 (– 25) μ lange und 3–5,5 μ dicke Phialiden vor, die an der Spitze nicht selten verzweigt sind. Daneben finden sich noch sporenbildende Zellen, die morphologisch an die Sektion II von H u g h e s (1953) erinnern. Bei „sporodochialen“ Trägern sind die Phialiden leicht bauchig oder keulenförmig, 10–20 μ lang und 2,8–4 μ dick.

Konidien (Abb. 6) — Mikrokonidien sehr heterogen, fast kugelig und mit mehr oder weniger deutlicher Ansatzpapille, oval, birnförmig, spindelig-ellipsoidisch, länglich oder leicht sichelförmig, 0- bis 2-septiert. Sie finden sich verstreut im Luftmyzel, einzeln, selten zu wenigen auch kettig verbunden oder zu falschen Köpfchen und Sporenbällchen verklebt, die als weißliches, cremefarbenes oder bräunliches Pulver im Myzel erscheinen. Mitunter treten auch — ähnlich wie bei *F. poae* — größere, creme-, hanf- oder terrakottfarbene Lager auf. Makrokonidien entstehen ebenfalls verstreut im Luftmyzel und sind dann spindelig-sichelförmig und relativ uneinheitlich oder sie treten in mehr oder weniger ausgeprägten sporodochialen Lagern auf, und zwar als lebhaft gefärbte schleimige Tröpfchen im Luftmyzel oder als größere Sporodochien mit stromatischer Basis. In der Masse sind sie orange-, fleisch- oder ockerfarben, später dunkler. Die in der Regel hochentwickelten und verhältnismäßig einheitlichen, 3-, 4- oder 5-septierten Makrokonidien aus „ausgereiften“ Sporodochien (Abb. 7) sind fast ausnahmslos sichelförmig, jedoch nur schwach gekrümmt und nur selten deutlich fußzellig. Das Dickenmaximum liegt oft in der oberen Sporenhälfte. Die Scheitelzelle ist verhältnismäßig kurz und häufig stärker gebogen als der übrige Teil der Konidie.

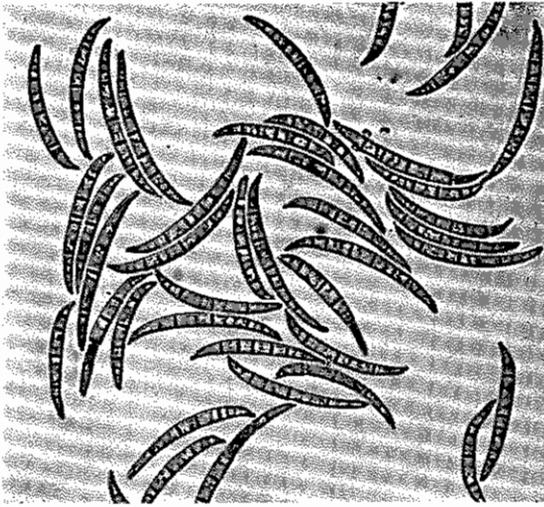


Abb. 7. *F. sporotrichioides*; Makrokonidien aus einem Sporodochium einer 6 Wochen alten Kultur auf Hafermehlagar (500 : 1)

Sporodochien, insbesondere größere Lager, werden unter „Normalbedingungen“ nur sehr unregelmäßig ausgebildet. Bei verschiedenen Stämmen traten im Verlauf der Untersuchungen überhaupt keine auf. Sie kamen noch verhältnismäßig häufig auf LS, seltener auf GÄ und HA vor, auf den anderen Nährböden kaum.

Das Beimpfen mit sporodochialen Sichelkonidien scheint nach den eigenen Beobachtungen die Sporodochienbildung zu fördern (vgl. auch Wollenweber et al., 1925; R a i l l o , 1950). Am willigsten entstanden Sporodochien auf Kiefernsubstraten, und bei UV-bestrahlten Kulturen traten sie regelmäßig auf. Die Bestrahlung kann jedoch Konidiengröße und -form beeinflussen. Die Sporen waren in der Regel schlanker, mitunter auch deformiert und wirkten durch schnabelförmige Scheitelzellen oftmals untypisch. Auch bei Kulturvarianten, bei denen Sporodochien meist fehlen, sind die Konidien hinsichtlich Form und Größe häufig verändert.

Die Zusammensetzung von „Mikrokonidienproben“ ist sehr variabel (Tab. 5). Es wurden einerseits Proben gefunden, die — ähnlich wie bei *F. poae* — fast ausschließlich aus \pm birnförmigen Mikrokonidien bestanden und andererseits solche, in denen diese Formen selten waren und spindelige vorherrschten. Der „Länge/Dicke-Index“ \pm birnförmiger 0-Septaten betrug im Durchschnitt 1,270 (s. Tab. 2). Der Anteil der Sichelkonidien schwankt ebenfalls stark und ist bei Proben von jungen Kulturen meist niedrig. „Makrokonidienproben“ bestehen aus 3- bis 5-, selten höher oder niedriger septierten spindelig-sichelförmigen Sporen, wobei die Häufigkeit der einzelnen Septaten sehr unterschiedlich sein kann (Tab. 5).

Die statistische Prüfung des Substrateinflusses (einschließlich Kiefernsubstrate) auf die Größenverhältnisse bei den taxonomisch wichtigen Gruppen der 3- und 5-septierten „sporodochialen“ Sichelkonidien ergab, daß zwischen den sterilisierten Substraten in keinem Fall und zwischen diesen und Kieferntrieben nur einmal in der Länge signifikante Unterschiede bestanden. Die Sporen von Kiefernssämlingen waren dagegen hoch signifikant dicker als von den anderen Substraten (Tab. 6).

Tab. 5. *Fusarium sporotrichoides*. Maße und Verteilung der Konidien

Septenzahl (Sporenform)	Sporengröße (in μ)				Septierungsverhältnisse (in %)		
	Gemessene Sporen N	\bar{x}	Variationsbereich der Probenmittelwerte	Absoluter Variationsbereich	Ausgezählte Proben n	Häufigkeit der Sporentypen Mittel	Variations- bereich
0 (\pm birnförmig)	700	$7,8 \times 6,1$	„Mikrokonidienproben“ $6,1-8,6 \times 5,3-7,1$	$4,6-12 \times 4,0-9,5$	24	28	3 — 90
0 (\pm länglich)	250	$9,8 \times 3,2$	$8,4-11 \times 3,0-3,6$	$5,0-14 \times 2,0-4,2$	24	29	1 — 50
1 (\pm birnförmig)	250	$11 \times 6,3$	$8,6-14 \times 5,1-7,1$	$6,8-19 \times 4,0-9,7$	24	5	1 — 10
1 (\pm länglich)	250	$14 \times 3,7$	$13-16 \times 3,2-4,2$	$6,0-26 \times 2,2-4,8$	24	20	< 1 — 63
2	100	$20 \times 4,5$	—	$13-33 \times 3,0-9,0$	24	5	< 1 — 11
3	500	$30 \times 4,3$	$21-34 \times 3,6-5,0$	$17-49 \times 3,0-6,4$	24	10	< 1 — 23
4	150	$37 \times 4,5$	$34-40 \times 3,9-4,5$	$30-51 \times 3,3-5,9$	24	2	0 — 9
5	150	$44 \times 4,8$	$38-50 \times 4,1-5,4$	$33-61 \times 3,8-6,0$	24	1	0 — 5
3	1020	$32 \times 4,1$	„Makrokonidienproben“ $29-36 \times 3,7-4,8$	$21-48 \times 3,0-5,5$	30	48	15 — 94
4	700	$38 \times 4,3$	$36-41 \times 4,0-5,1$	$24-50 \times 3,1-6,0$	30	31	4 — 51
5	950	$43 \times 4,6$	$40-46 \times 4,1-5,3$	$32-58 \times 3,8-6,0$	30	21	2 — 55
6	8	$55 \times 5,3$	—	$50-66 \times 4,6-6,0$	30	<< 1	0 — < 1

Tab. 6. *Fusarium sporotrichoides*
„Makrokonidienproben“ von verschiedenen Substraten (Maße in μ)

Substrat	3-septiert				5-septiert			
	Ausgew. Proben n	Gemess. Sporen N	\bar{x}	Stat. gesich. Differenz zu Länge	Ausgew. Proben n	Gemess. Sporen N	\bar{x}	Stat. gesich. Differenz zu Länge
				Dicke				Dicke
a) Hafermehlagar	10	420	32,9 × 4,1	—	10	350	43,4 × 4,5	e**
b) Gerstenähre	8	300	32,4 × 4,1	—	8	300	42,5 × 4,5	e**
c) Luzernestengel	8	300	30,3 × 4,1	d*	8	300	42,5 × 4,7	e**
d) Kieferntrieb	11	420	35,0 × 4,2	c*	11	420	44,7 × 4,6	e**
e) Kiefern sämpling	10	400	33,6 × 4,6	—	10	400	45,3 × 5,1	a** b** c** d**

Tab. 7. Vergleich der „Scheitelzellenindizes“ von *F. sporotrichoides* und *F. tricinatum*

	Ausgezählte Proben n	Gemessene Sporen N	Quotient (Mittelwert)	Variationsbereich der Probenmittelwerte	F-Wert „zwischen Arten“	F-Wert „zwischen Stämmen“
<i>F. sporotrichoides</i>	15	450	0,218	5-septiert 0,202—0,232	217	6,2
	15	450	0,275			
<i>F. tricinatum</i>	15	450	0,233	3-septiert 0,218—0,253	145	5,7
	15	450	0,295			
F für P = 0,1 ^{0/0}					13,4	2,0

„Makrokonidienproben“ von *F. sporotrichioides* lassen sich nicht in allen Fällen zweifelsfrei von entsprechenden Proben von *F. tricinctum* unterscheiden. Da jedoch bei *F. sporotrichioides* die Scheitelzellen eindeutig kürzer sind, können die beiden Arten sicher mit dem „Scheitelzellenindex“ (Quotient Scheitelzellenlänge/Konidienlänge) gegeneinander abgegrenzt werden. (Es wurden die Scheitelzellen auf der Ventralseite der Konidien gemessen und die dafür verwendeten Proben zufallsmäßig von allen Substraten — einschließlich Kiefern — ausgewählt.) Bei allen untersuchten Proben von *F. sporotrichioides* war die Verhältniszahl kleiner; die Differenzen zwischen den Mittelwerten sind hoch gesichert (Tab. 7).

Chlamydosporen (Abb. 6) — interkalar, seltener terminal, einzeln oder in Ketten und Knäueln, ockerfarben oder braun, 7–15 μ dick und regelmäßig in großer Zahl vorhanden.

Duft — wird, im Gegensatz zu *F. poae*, nicht ausgebildet.

Wachstum — *F. sporotrichioides* erwies sich im Plattenversuch (s. S. 16) als rasch und regelmäßig wachsender Pilz und ist in dieser Hinsicht von *F. poae* nicht zu unterscheiden (Abb. 3; Tab. 4). Zwischen den Stämmen waren ebenfalls deutliche Unterschiede in der Ausbreitungsgeschwindigkeit festzustellen.

Temperaturverhalten (Abb. 4) — wurde unter Einschluß der Wuchsvarianten anhand 6 repräsentativer Stämme geprüft. Diese stimmten in ihrem Temperaturverhalten weitgehend überein, nur die Wachstumsgrenzen waren bei den einzelnen Stämmen etwas verschieden. Bei 3 Isolaten setzte die wahrnehmbare Entwicklung bei 0° C ein und der erste meßbare Zuwachs bei 2,5° C. Für die übrigen 3 lagen diese Marken bei 2,5 bzw. 5° C. Im Bereich von 22,5–27,5° C war das Wachstum am stärksten, die Optimaltemperatur lag für alle Stämme einheitlich bei 27,5° C. Auch im Bereich des Optimums blieben die charakteristischen Unterschiede der Wuchsvarianten in der Wachstumsgeschwindigkeit bestehen. Als obere Grenze wurde für 3 Stämme 32,5 und für 3 Isolate 35° C ermittelt. Diese Gruppen sind mit denen der unteren Wachstumsgrenze nicht identisch. In der Literatur finden sich nur spärliche Angaben über das Temperaturverhalten, die mit den eigenen Ergebnissen meist gut übereinstimmen. Nach T o g a s h i (1931) wächst der Pilz noch unter 3 und über 33° C, bei einem Optimum in dem weit gefaßten Bereich von 18–30° C. B i l a i (1955) fand bei 2° C noch eine deutliche Entwicklung und ein etwa gleich starkes Wachstum bei 24 und 30–32° C. J o f f e (1962) zufolge wachsen toxische Stämme von *F. sporotrichioides* noch bei –2, aber nicht mehr bei –7° C, nichttoxische dagegen schon bei –2° C nicht mehr.

D i s k u s s i o n

Der Pilz wurde nicht von S h e r b a k o f f (1915), sondern von K a r s t e n (1887; S a c c a r d o, 1892), der ihn auf einem Umbelliferenstengel in Finnland fand, erstmals beschrieben, und zwar als *Sporotrichella rosea*¹⁾. Die Gattung *Sporotrichella* Karsten (1887), mit der Typus-Art *S. rosea*, wurde von H u g h e s (1958) zu Recht synonym zu *Fusarium* Link (1809) gestellt. Die von G o r d o n (s. bei H u g h e s) vermutete Identität von *Sporotrichella rosea* mit *Fusarium poae* ist jedoch nicht gegeben, wie schon aus K a r s t e n s Diagnose hervorgeht (S a c c a r d o, 1892: . . . ; conidiis fusoido-elongatis, utrimque acutis, rectis, continuis, eguttatis, hyalinis, 10–30 \times 3–4). Entgegen dem Grundsatz der Priorität

¹⁾ Das überprüfte, sehr gut erhaltene Originallexiccat (1865) von K a r s t e n befindet sich im Botanischen Museum der Universität Helsinki.

sollte für diesen Pilz jedoch der Name *F. sporotrichioides* Sherb. beibehalten werden, da nach Art. 69 des „Internationalen Code der Botanischen Nomenklatur“ (1966) ein Name zu verwerfen ist, der in verschiedenem Sinne angewendet wird und deshalb wiederholt zu Irrtum Anlaß gegeben hat. Das trifft für *F. roseum* zu, wie der Pilz nach seiner Umstellung zu *Fusarium* heißen müßte. Dieser bereits 1809 von Link eingeführte Name ist nach Wollenweber (1918 b, s. auch Appel und Wollenweber, 1910, S. 11–12 sowie Wollenweber und Reinking, 1935, S. 333–334) als Sammelbegriff für sehr verschiedene Fusarien anzusehen und deshalb auszuschließen. Ob unter diesen auch Karstens Pilz vertreten war, konnte nicht mehr einwandfrei geklärt werden. In dem von Snyder und Hansen (1945) wieder eingeführten, sehr weit gefaßten *F. roseum* (Lk.) emend. ist jedenfalls dieses *Fusarium* nicht enthalten.

Eine sichere Abgrenzung des Pilzes von den übrigen Arten der Sektion und auch von anderen Fusarien auf der Grundlage früherer Beschreibungen bereitet Schwierigkeiten, wie die nicht seltenen Fehlbestimmungen zeigen. Berücksichtigt man von den eingesandten Stämmen nur die, die noch einwandfrei identifiziert werden konnten, so waren im Falle von *F. sporotrichioides* nicht weniger als 13 von 22 anders bestimmt (s. Tab. 1). Als Ursache dafür kann u. a. angesehen werden, daß die maßgeblichen Autoren wichtige Kriterien oftmals nicht klar genug herausgestellt und andererseits variable oder untypische Merkmale überbewertet haben. Außerdem scheinen den Diagnosen teilweise Kulturvarianten zugrunde gelegen zu haben. Dies gilt zweifelslos für die Beschreibung von Sherbakoff (1915), in der zu viele untypische Konidien abgebildet sind¹⁾. Auch die angegebenen Maße, die außerdem meist nur an 10 Sporen ermittelt worden waren, sprechen dafür. Die eigenen Untersuchungen an Kulturvarianten haben ergeben, daß die Sporen hier stark verändert sein können und die höher-, vor allem 5-septierten Konidien oftmals länger und schlanker sind. Die Maße solcher Proben stimmten mit den Angaben von Sherbakoff sowie von Wollenweber (1943, s. auch Wollenweber, 1916–1935, Nr. 887–889), der die 5-Septaten für den typischen Fall ebenfalls zu lang und zu schlank angab, gut überein. Von Wollenweber wurde außerdem der Sporodochienbildung eine zu große Bedeutung beigemessen, indem er dieses unter „Normalbedingungen“ nur unregelmäßig ausgebildete Merkmal für die Untergliederung der Sektion und zur Kennzeichnung von *F. sporotrichioides* verwendete. Raillo (1950) und Bilai (1955) stellten den taxonomischen Wert dieses Merkmals ebenfalls in Frage.

Eine weitere Aufgliederung von *F. sporotrichioides* nach der vorherrschenden Septenzahl in sporodochialen Proben und den vorkommenden Substratfarben, wie sie Raillo (1950) vornahm, ist wegen der Variabilität dieser Eigenschaften nicht vertretbar. Es mögen zwar in der Zusammensetzung der Proben Unterschiede zwischen den Stämmen bestehen, doch kommen auch bei Isolaten, die bevorzugt 3-septierte Konidien bilden, mitunter hochseptierte Proben mit vorherrschenden 4- und 5-Septaten vor und umgekehrt. Auch die Substratfarbe variiert zwischen den Stämmen, hängt aber in stärkerem Maße vom Kulturzustand ab. *F. sporotrichioides* Sherb. subsp. *minus* (Wr.) Raillo (einschließlich f. 1) kann mit *F. spo-*

¹⁾ Bei dem Stamm von Sherbakoff, den dieser Wollenweber zur Verfügung stellte (s. Wollenweber, 1916–1935, Nr. 111) und der an Herbarmaterial nachgeprüft werden konnte, handelt es sich um eine stark veränderte Kulturvariante.

rotrichioides Sherb. var. *minus* Wr. nicht voll identisch sein, da Raillo — im Gegensatz zu Wollenweber (1943) — zwischen diesem Typ und der Grundart hinsichtlich des Vorkommens von Sporodochien nicht unterschied und bei der Differenzierung (nach der vorherrschenden Septenzahl) bei beiden von sporodochialen Proben ausging.

Gordon (1952) hielt offensichtlich *F. tricinatum* für *F. sporotrichioides*. Seine Angabe, daß *F. sporotrichioides* nur weniger als halb so schnell wüchse wie *F. poae*, trifft in Wirklichkeit für *F. tricinatum* zu. Außerdem erwies sich eines der beiden von ihm als *F. sporotrichioides* übernommenen Isolate (10 379) als *F. tricinatum* (das andere —10 380— als *Arthrosporiella-Fusarium*). *F. sporotrichioides* hielt er dagegen für *F. poae* (s. S. 25).

F. sporotrichiella Bilai (Bilal, 1955) wird hier als Synonym von *F. sporotrichioides* aufgefaßt, da die Beschreibung weitgehend auf diesen Pilz zutrifft. Die Varietät *sporotrichioides* (Sherb.) Bilal umfaßt dagegen noch *F. sporotrichioides* Sherb. var. *minus* Wr. und *F. chlamydosporum* Wr. et Rg. (vgl. Übersicht S. 4).

***Fusarium sporotrichioides* Sherbakoff var. *minus* Wollenweber**

Wollenweber, 1916—1935 (Nr. 886); Wollenweber und Reinking, 1935; Wollenweber, 1943; Raillo, 1950.

Syn.:

F. poae (Pk.) Wr. sensu Wollenweber und Reinking pr. p., Die Fusarien, 47, Abb. 11/1, 1935

F. tricinatum (Cda.) Sacc. emend. Sn. et H. pr. p., Amer. J. Bot. 32. 662, 663, 1945

F. sporotrichioides Sherb. subsp. *minus* (Wr.) Raillo pr. p., (Pilze der Gattung *Fusarium*), 196, Tafel XXXIV/5, 1950

F. sporotrichioides Sherb. subsp. *minus* (Wr.) f. 1 Raillo pr. p., loc. cit., 196, 1950

F. poae (Pk.) Wr. sensu Raillo pr. p., loc. cit., 194—195, Tafel XXXIV/2, 1950

F. sporotrichiella Bilal var. *sporotrichioides* (Sherb.) Bilal pr. p., (Fusarien), 277—278, Abb. 49/2, 1955

F. sporotrichiella Bilal var. *poae* (Pk.) Bilal pr. p., loc. cit., 277, Abb. 49/3, 1955

Von diesem *Fusarium* wurden insgesamt 5 Stämme untersucht.

Beschreibung

Luftmyzel — ähnlich wie bei der Grundart watteartig, aber deutlich schwächer entwickelt. Es wird nur 2—3 mm hoch, während bei der Grundart meist das ganze Kulturröhrchen ausgefüllt ist. Die Farbe ist weiß bis höchstens leicht rosig und — im Unterschied zur Grundart — nicht gelb, ocker oder kräftig rot.

Stroma- und Substratfarben — sind auf den Agarsubstraten ähnlich wie bei der Grundart, aber blasser und etwas mehr violett; rotbraune und dunkelbraune Töne fehlen meist. Das Substrat wird von der Färbung kaum erfaßt. GÄ und LS sind meist nicht, selten schwach rosa gefärbt, die Töne auf Reis sind creme-, fleisch- oder hell ockerfarben.

Sklerotiale Plektenchyme — konnten nicht beobachtet werden, obwohl umfangreiche spezielle Kulturversuche (s. S. 16) durchgeführt worden sind (Abb. 1).

Konidienträger — sind wie bei der Grundart, typische „sporodochiale“ Träger waren jedoch nicht nachzuweisen (Abb. 8).

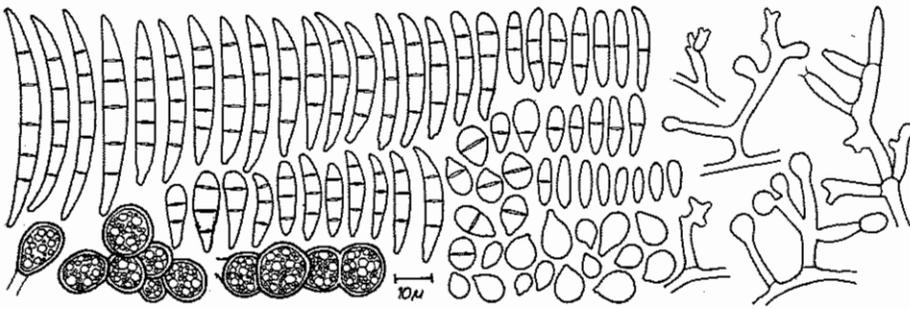


Abb. 8. *Fusarium sporotrichioides* var. *minus*.
Konidien, Konidienträger und Chlamydosporen (500 : 1)

Konidien (Abb. 8) — entsprechend denen der Grundart, verstreut im Luftmyzel oder zu falschen Köpfchen und Sporenbällchen verklebt. Vereinzelt kommen auch pionnotale, hanf- bis pfirsichfarbene Lager vor, die überwiegend \pm birnförmige 0-Septaten, aber auch spindelige Mikrokonidien und einzelne mehrseptierte, spindel-sichelförmige Makrokonidien enthalten. Aus Makrokonidien bestehende Sporodochien traten nie auf. Sie waren auch durch Verwendung unsterilisierter Substrate, wie Kiefern sämlinge und -triebe, Lupinen- und Erbsenstengel, Weizenähren und Maiskolben, durch Kultur im Labor und im Freien sowie durch alternierende und kontinuierliche UV-Bestrahlung von verschiedener Dauer nicht zu erzielen.

Die Sporenverteilung ist ähnlich abgestuft wie bei vergleichbaren Proben der Grundart. Kugelig-birnförmige 0-Septaten sind aber bei der Varietät auf Kosten spindel-länglicher Mikrokonidien und der Makrokonidien im allgemeinen stärker vertreten (Tab. 8) und manchmal so vorherrschend, daß derartige Sporenproben von denen von *F. poae* kaum zu unterscheiden sind. Proben von Kiefernsubstrat sind meist höher septiert. Im höchsten Falle waren die wichtigsten Sporentypen wie folgt vertreten: 16 % 5- und 30 % 3-Septaten, 2 % 0-sept. \pm birnförmige und 3 % 0-sept. \pm längliche Mikrokonidien.

Die Sporenmaße weichen von entsprechenden Werten der Grundart („Mikrokonidienproben“) nur wenig ab. In der durchschnittlichen Länge der Konidien bestehen in keinem Fall nennenswerte Unterschiede und in der Dicke nur teilweise, und zwar sind bei der Varietät die \pm birnförmigen 0-Septaten und die 3- bis 5-septierten Makrokonidien etwas dicker (Tab. 8). Ähnlich wie bei „Mikrokonidienproben“ der Grundart zeigen die Durchschnittswerte der größeren Konidien eine beachtliche Variabilität. Der „Länge/Dicke-Index“ \pm birnförmiger 0-Septaten ist mit 0,222 etwas kleiner als bei der Grundart, die Differenz ist — ebenso wie zu *F. poae* — hoch signifikant (Tab. 2).

Chlamydosporen (Abb. 8) — wie bei der Grundart.

Duft — wird, im Gegensatz zu *F. poae*, nicht ausgebildet.

Wachstum — sehr regelmäßig, im Plattenversuch (S. 16) nur wenig langsamer als bei der Grundart; der Unterschied ist jedoch statistisch nicht gesichert (Abb. 3; Tab. 4).

Temperaturverhalten — wurde an 2 Stämmen geprüft. Diese stimmten untereinander und mit der Grundart sehr weitgehend überein; als Wachstumsgrenzen wurden 0 bzw. 35° C ermittelt (Abb. 4).

Tab. 8. *Fusarium sporotrichoides* var. *minus*. Maße und Verteilung der Konidien

Septenzahl (Sporenform)	Sporengroße (in μ)			Septierungsverhältnisse (in %)			
	Gemess. Sporen N	\bar{x}	Variationsbereich der Probenmittelwerte	Absoluter Variationsbereich	Ausgez. Proben n	Häufigkeit der Sporentypen Mittel	Variations- bereich
0 (± birnförmig)	600	8,1 × 6,6	7,4–8,8 × 6,0–7,5	5,0–13 × 4,0–9,3	15	78	48–94
0 (± länglich)	200	9,9 × 3,3	9,1–11 × 3,1–3,6	5,0–18 × 2,0–4,0	15	9	2–22
1 (± birnförmig)	150	12 × 6,2	11–13 × 5,6–6,5	8,0–15 × 4,8–10	15	4	<1–8
1 (± länglich)	150	15 × 3,8	14–18 × 3,4–4,1	8,0–24 × 2,5–5,0	15	5	<1–25
2	50	22 × 4,7	—	14–27 × 2,9–6,5	15	1	<1–3
3	300	30 × 4,7	24–34 × 4,3–5,0	20–49 × 3,8–7,0	15	2	<1–6
4	250	38 × 4,8	35–43 × 4,5–5,4	25–54 × 3,9–6,3	15	1	0–3
5	250	45 × 5,1	41–50 × 4,6–5,5	34–60 × 4,0–6,8	15	<1	0–2

Diskussion

F. sporotrichioides var. *minus* unterscheidet sich von der Grundart durch das Fehlen sklerotialer Plektenchyme, aus Makrokonidien bestehender Sporodochien und kräftiger Rotfarben im Luftmyzel, durch schwächere Luftmyzelentwicklung, blässere, kaum auf das Substrat übergehende Stromafarben sowie durch größere Dicke einiger Konidientypen und eine etwas andere Sporenverteilung. Wie für *F. sporotrichioides* und noch deutlicher für *F. tricinctum* nachzuweisen war, sind dies Merkmale, in denen sich bei einer und derselben Art Kulturvarianten vom „Myzeltyp“ unterscheiden können. Im Falle von *F. sporotrichioides* var. *minus* dürften diese Eigenarten jedoch nicht kulturbedingt sein, da die beiden selbst isolierten Stämme sich von Anfang an in diesem Zustand zeigten und die zahlreichen eigenen Isolate der anderen *Sporotrichiella*-Fusarien immer als „Myzeltyp“ auftraten. Als weiteres Indiz für die Eigenständigkeit der Varietät *minus* ist deren Stabilität in Kultur anzusehen. Der Typ blieb — in Abständen von 4 Wochen übergeimpft — bei Kultur auf BA ein Jahr lang ebenso unverändert erhalten wie „Myzeltyp“-Isolate der Grundart, während mitgeprüfte Kulturvarianten der Grundart rasch weiter „degenerierten“.

F. sporotrichioides var. *minus* soll sich nach Wollenweber und Reinking (1935) — abgesehen von dem Fehlen oder seltenen Vorkommen von Sporodochien und Pionnotes — von der Grundart durch fehlende karminrote Stromafärbung unterscheiden. Die untersuchten Stämme zeigten jedoch ausnahmslos solche Farbtöne, sie waren aber deutlich blässer als bei der Grundart. Auch hinsichtlich der Sporenmaße weichen die eigenen Befunde von den Angaben der beiden Autoren ab. Sie charakterisierten die Grundart durch ein Länge/Dicke-Verhältnis der 5-Septaten von 12–13 : 1 und die Varietät durch ein solches von 7 : 1. Die bei den eigenen Untersuchungen ermittelten Verhältniszahlen sind dagegen kaum voneinander verschieden (9,2 : 1 bzw. 8,8 : 1). Nach der Untersuchung des Originallexsiccates und der Durchsicht von Wollenwebers Aufzeichnungen besteht jedoch kein Zweifel, daß es sich bei den vorliegenden Stämmen um den von Wollenweber beschriebenen Pilz handelt.

Raillo (1950) benutzte für die Abgrenzung ihrer subsp. *minus* andere Kriterien als Wollenweber (1943), so daß diese nicht voll mit der var. *minus* Wr. übereinstimmt (vgl. S. 32).

Fusarium tricinctum (Corda) Saccardo

Corda, 1838; Saccardo, 1886; Wollenweber, 1916–1935 (Nr. 122–129, 556–558 und 1131 — sub *F. poae* —); Bennett, 1935; Wollenweber und Reinking, 1935; Wollenweber, 1943; Raillo, 1950; Bilai, 1955.

Syn.:

Selenosporium tricinctum Corda, Icones Fung. 2. 7, t. IX fig. 33, 1838

Fusarium roseum Lk. var. *helianthi* Sacc., Michelia 2. 295, 1881. — Saccardo, Syll. Fung. 4. 700, 1886. (Fide Wollenweber, Zbl. Bakt. II. Abt. 106. 129, 1943)

F. Müntzii Del., Bull. Soc. Myc. France 8. 192, t. 17 fig. 5, 1892. — Saccardo, Syll. Fung. 11. 653, 1895. (Fide Wollenweber, Zbl. Bakt. II. Abt. 106. 129, 1943)

F. helianthi (Sacc. ut var.) Wr. apud Lewis, Maine Agric. Exp. Sta. Bull. 219. 254–258, fig. 86–93, 95, 96, 101, 111 (2 et 4), 113, 115, 117, 118, 1913. (Fide Wollenweber, Zbl. Bakt. II. Abt. 106. 129, 1943)

- F. roseum* Lk. var. *phaseoli* Gonz.-Frag., Hispan. Microm. in Trab. Mus. Nac. Cienc. Nat. Madrid, ser. bot. 10. 173, 1916. — Saccardo, Syll. Fung. 25. 968, 1931. (Fide Wollenweber, Zbl. Bakt. II. Abt. 106. 129, 1943)
- F. poae* (Pk.) Wr. sensu Wollenweber et Reinking pr. p., Die Fusarien, 47, Abb. 11/1, 1935
- F. citrifforme* Jamalainen, Über die Fusarien Finnlands. II. 8–11, Abb. 2, 1943
- F. tricinatum* (Cda.) Sacc. emend. Snyder et Hansen pr. p., Amer. J. Bot. 32. 661, 663, 1945
- F. sporotrichioides* Sherb. var. *tricinatum* (Cda.) Raullo, (Pilze der Gattung *Fusarium*), 197, Tafel XXXIV/3, 1950
- F. poae* (Pk.) Wr. sensu Raullo pr. p., loc. cit., 197, Tafel XXXIV/2, 1950
- F. sporotrichioides* Sherb. sensu Gordon pr. p., Canad. J. Bot. 30. 219–220, fig. 6, plate IV fig. 27, 1952
- F. sporotrichiella* Bilai var. *tricinatum* (Cda.) Bilai, (Fusarien), 278, Abb. 49/4, 1955
- F. sporotrichiella* Bilai var. *poae* (Pk.) Bilai pr. p., loc. cit., 277, Abb. 49/3, 1955

Von *F. tricinatum* wurden insgesamt 18 Stämme untersucht, davon waren 10 in einwandfreiem Kulturzustand.

Beschreibung

Luftmyzel — reichlich, aber im Gegensatz zu den bisher beschriebenen Typen nicht locker und watteartig, sondern meist als verhältnismäßig dichtes Polster mit flockiger Oberfläche dem Substrat aufliegend. Die Färbung ist überwiegend intensiv karmin-, wein-, rosa- oder purpurrot, stellenweise auch weiß oder ockerfarben. Bei Kulturvarianten kann das Luftmyzel noch reichlich ausgebildet sein,

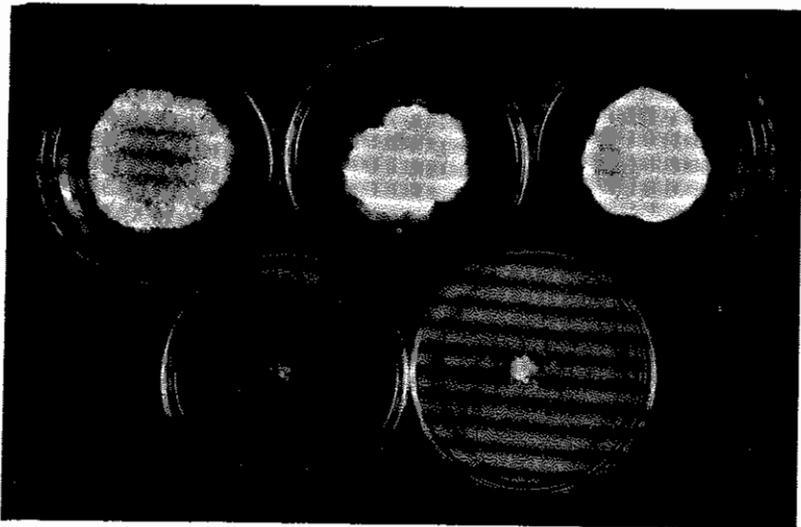


Abb. 9. Kulturtypen bei *F. tricinatum*.

Von links, oben: „Myzeltyp“, „Myzelvariante“, „*F. citrifforme*“;
 unten: „Amyzelige Varianten“ mit (links) und ohne (rechts) Substratfärbung.
 (Alle Kulturen 8 Tage alt, mit Ausnahme von „*F. citrifforme*“ Stamm 10 458; Näheres s. Text)

ist dann aber filzig-dicht und weiß. Bei stärker degenerierten Stämmen tritt es immer mehr zurück, bis es nur noch strähnig dem Substrat aufliegt oder praktisch ganz verschwindet (Abb. 9).

Stroma- und Substratfarben — auf BA und HA kräftig karmin-, wein- oder später dunkelrot; Ockerfarben sind selten. Auf KDA und MA ist das Stroma karmin- oder purpurrot oder violett gefärbt, das Substrat aber nur schwach. Auf GÄ und LS kommen dieselben Farben vor wie auf den Agarsubstraten, oder sie bleiben ungefärbt. Die Töne auf Reis sind creme-, fleisch- oder pfirsich-, seltener hell ockerfarben. Bei Kulturvarianten sind die Stroma- und Substratfarben untypisch, oder sie fehlen ganz.

Sklerotiale Plektenchyme — werden auf BA, HA, MA, vor allem aber auf Reis und Weizenkörnern regelmäßig und zahlreich, auf den übrigen Substraten oft ausgebildet (Abb. 1). Sie kommen vor als einzelne Knötchen, meist jedoch als größere, blumenkohlartige Gebilde und sind sehr unterschiedlich gefärbt: oft creme-, hanf- oder fleischfarben, aber auch ockerfarben, weinrot, dunkelrot, braun, blaugrau, grauschwarz oder schwarz. Bei Kulturvarianten werden sklerotiale Plektenchyme nur noch vereinzelt, meist jedoch überhaupt nicht mehr gebildet.

Konidienträger — unverzweigt oder \pm reich, unregelmäßig oder wirtelig (2- bis mehrzählig) verzweigt und verhältnismäßig locker aufgebaut; Phialiden schlank, zylindrisch oder selten leicht bauchig, an der Spitze — im Gegensatz zu *F. sporotrichioides* — unverzweigt, 10–30 (–50) μ lang und 2–3 (–4) μ dick (Abb. 10).

Konidien (Abb. 10) — Mikrokonidien verstreut im Luftmyzel, häufig aber zu falschen Köpfchen und Sporenbällchen verklebt und dann als weißliches oder hell cremefarbenes Pulver im Myzel erscheinend. Seltener kommen sie auch — ähnlich

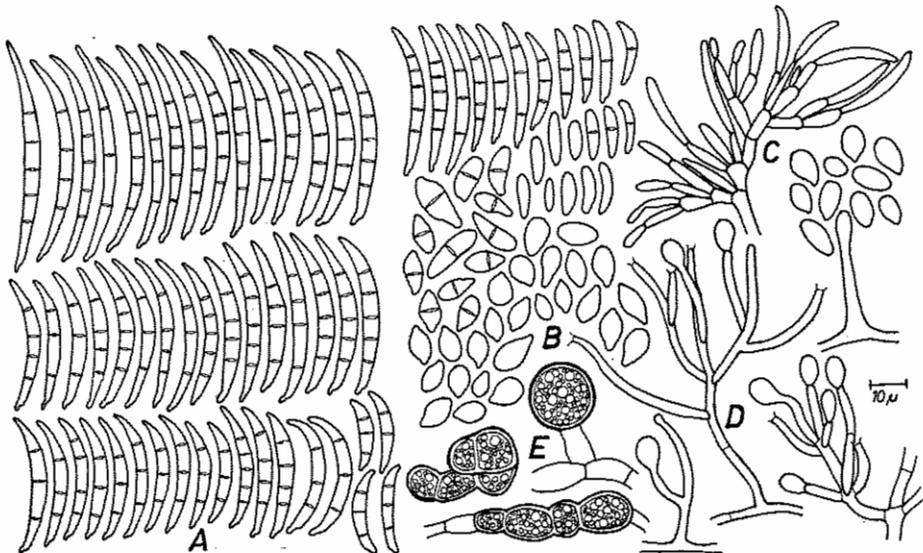


Abb. 10. *Fusarium tricinctum*.

„Sporodochiale“ (A) und „nichtsporodochiale“ (B) Konidien, „sporodochiale“ (C) und „nichtsporodochiale“ (D) Konidienträger, Chlamydosporen (E) (500 : 1)

sporodochialen oder pionnotalen Lagern vor. Sie sind überwiegend zitronen-, seltener birnförmig, breitoval, oval-ellipsoidisch, spindelig-länglich oder leicht sichelförmig, vorwiegend ein-, seltener zweizellig. Bei wenigen der untersuchten Stämme waren auch breitovale, birnförmige oder oval-ellipsoidische Typen vorherrschend. Der Anteil \pm länglicher Mikrokonidien betrug im Durchschnitt nicht mehr als 6%. 2 ältere, aber im Kulturbild noch typische Stämme bildeten \pm birnförmige Mikrokonidien nur noch spärlich oder gar nicht mehr aus (vgl. auch Bennett, 1935). Der „Länge/Dicke-Index“ der \pm birnförmigen Mikrokonidien variiert beträchtlich, ist aber im Durchschnitt deutlich größer als bei den anderen *Sporotrichiella*-Fusarien mit ähnlich geformten Konidien (Tab. 2).

Makrokonidien kommen nur vereinzelt zusammen mit Mikrokonidien vor. Im typischen Falle werden sie in Sporodochien gebildet, die meist als hervorbrechende, mehr oder weniger ausgedehnte, orangefarbene oder fleischfarbene Lager mit stromatischer oder sklerotialer Basis erscheinen, seltener als schleimige Tröpfchen im Luftmyzel. Obwohl unter den *Sporotrichiella*-Fusarien bei *F. tricinatum* Sporodochien noch am häufigsten auftreten, kommen sie unter „Normalbedingungen“ keinesfalls regelmäßig vor. Manchmal fehlten sie auf einer ganzen „Nährbodenreihe“ völlig. Mitunter werden sie auch verhältnismäßig spät ausgebildet und erscheinen erst nach einer Kulturdauer von 6–8 Wochen. Auf beimpften Kiefern-sämlingen und bestrahlten Kulturen entstanden sie immer. Makrokonidien aus Sporodochien (Abb. 10, 11) sind sichelförmig gebogen, verhältnismäßig schlank und verzüngen sich von dem in der Sporenmittle liegenden Dickenmaximum nach beiden Seiten gleichmäßig. Die Basis ist in der Regel deutlich, seltener nur schwach fußzellig. Die Scheitelzelle ist verhältnismäßig lang, meist nicht stärker gebogen als der übrige Teil der Spore, mitunter auch gestreckt. Der „Scheitelzellenindex“ ist eindeutig größer als bei *F. sporotrichioides* (Tab. 7).

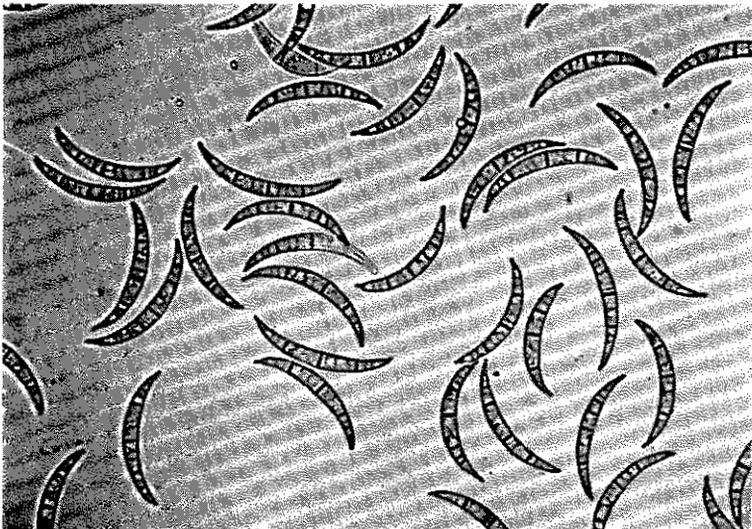


Abb. 11. *F. tricinatum* (Stamm 10 458 — „typisch“); Makrokonidien aus einem Sporodochium einer 6 Wochen alten Kultur auf Hafermehlagar (500 : 1)

Tab. 9. *Fusarium tricinctum*. Maße und Verteilung der Konidien

Septenzahl (Sporenform)	Sporengröße (in μ)			Septierungsverhältnisse (in %)o			
	Gemessene Sporen N	\bar{x}	Variationsbereich der Probenmittelwerte	Absoluter Variationsbereich	Ausgezählte Proben n	Häufigkeit der Sporentypen Mittel	Variations- bereich
0 (\pm birnförmig)	1250	$9,3 \times 5,7$	8,3–11 \times 4,6–7,5	4,5–14 \times 3,6–9,0	35	93	70–ca. 100
0 (\pm länglich)	300	$11 \times 2,9$	8,7–14 \times 2,1–3,6	6,0–18 \times 2,0–4,2	35	5	0–30
1 (\pm birnförmig)	250	$12 \times 5,2$	10–15 \times 4,6–5,7	8,0–17 \times 3,9–7,9	35	< 1	$\ll 1$ –15
1 (\pm länglich)	250	$16 \times 3,2$	11–21 \times 2,8–3,8	8,0–27 \times 2,0–4,5	35	1	0–7
2	100	$24 \times 3,5$	–	16–32 \times 2,4–6,3	35	$\ll 1$	0–2
3	200	$30 \times 3,7$	–	19–45 \times 2,8–4,9	35	$\ll 1$	0–5
3	1800	$32 \times 3,7$	24–46 \times 3,2–4,1	19–58 \times 2,9–5,0	45	72	23–ca. 100
4	1000	$37 \times 3,9$	32–47 \times 3,5–4,6	25–56 \times 3,0–5,0	45	18	< 1 –55
5	1000	$40 \times 4,0$	33–50 \times 3,6–4,6	25–60 \times 3,1–5,0	45	10	0–40
6	20	$52 \times 4,2$	–	34–63 \times 3,3–4,8	45	$\ll 1$	0–1

Sporenverteilung und Konidienlänge sporodochialer Proben variieren außerordentlich stark (Tab. 9), und zwar weniger als bei den anderen *Sporotrichiella*-Fusarien innerhalb eines und desselben Stammes als vielmehr zwischen verschiedenen Isolaten. Dem „typischen“ *F. tricinctum* entsprechende Stämme bilden — in guter Übereinstimmung mit den Angaben von Wollenweber (1943) — zu 90–100 % 3-septierte, im Durchschnitt $31 \times 3,6 \mu$ große Konidien (Abb. 11). Die seltenen 5-Septaten messen $36 \times 4,0 \mu$. Für derartige Isolate sind außerdem fast ausschließlich zitronen- bis birnförmige Mikrokonidien charakteristisch. Neben diesen „typischen“ lagen noch wenige Stämme mit wesentlich höher septierten Konidien vor (bis zu 77 % 4- und 5-Septaten). Die Konidien dieser abweichenden Isolate waren z. T. deutlich länger und erinnerten im Typ an *Roseum*-Fusarien (Abb. 12). Beim extremsten Stamm (10 390) waren im Durchschnitt von 6 Proben die 3-Septaten $42 \times 3,9 \mu$ und die 5-Septaten $47 \times 4,0 \mu$ groß. Alle abweichenden Stämme unterschieden sich auch in den Mikrokonidien etwas vom „typischen“ *F. tricinctum*. Vorherrschend waren hier nicht zitronen- bis birnförmige Typen, sondern breitovale, birnförmige oder oval-ellipsoidische. Trotz dieser recht auffälligen Unterschiede hinsichtlich der Septierungsverhältnisse, der Konidienlänge und der Mikrokonidien stimmten aber alle hier bei *F. tricinctum* einbezogenen Stämme doch im Typ der sporodochialen Sichelkonidien, deren Dicke und dem „Scheitelzellenindex“ gut überein.

Bei Kulturvarianten waren die Abweichungen sehr vielfältig: Sporenlager wurden teils nicht mehr, teils nur noch vereinzelt auf UV-bestrahlten Kulturen oder Kiefernssämlingen, teils aber so reichlich ausgebildet, daß das Substrat davon übersät war; \pm birnförmige Mikrokonidien traten nicht mehr bei allen Stämmen



Abb. 12. *F. tricinctum* (Stamm 10 390 — „hochseptiert“); Makrokonidien aus einem Sporodochium einer 6 Wochen alten Kultur auf Hafermehlagar (500 : 1)

auf; die Makrokonidien waren oft untypisch (spindelrig oder nur leicht gekrümmt, schwach fußzellig, verhältnismäßig dick — Mittelwerte von 3-Septaten bis $4,5\ \mu$, von 5-Septaten bis $4,9\ \mu$ — und mit kurzer Scheitelzelle) — *F. sporotrichioides* ähnlicher als *F. tricinctum*. Derartige untypische Makrokonidien können ausnahmsweise auch bei „Myzeltyp“-Isolaten vorkommen, und zwar bei Proben von weniger geeigneten Nährböden wie BA. Im Plattenguß entstanden bei solchen Proben ausschließlich Kolonien im Zustand der „amyzeligen Variante“.

Chlamydosporen — sind im allgemeinen selten, konnten aber nach wiederholten Untersuchungen bei allen Stämmen nachgewiesen werden, und zwar bei den sporologisch abweichenden Stämmen stets zahlreicher als bei „typischen“. Sie kommen meist interkalar, seltener terminal, einzeln, in Ketten oder Knäueln vor und sind $7-18\ \mu$ dick. Bei Kulturvarianten fehlen Chlamydosporen. Auch J a m a l a i n e n (1943) konnte bei dem als Kulturvariante anzusehenden *F. citriforme* (s. S. 43) keine nachweisen. Die eigenen Befunde stimmen mit den Angaben von B e n n e t t (1935) überein.

Duft — wird, im Gegensatz zu *F. poae*, nicht ausgebildet.

Wachstum — *F. tricinctum* ist ein verhältnismäßig langsam wachsender Pilz (Abb. 3). Der tägliche Zuwachs war im Plattenversuch (s. S. 16) im Durchschnitt etwa nur halb so groß wie bei *F. poae* und *F. sporotrichioides* (Tab. 4). Innerhalb der Art bestehen — wie sich in wiederholten Versuchen zeigte — beträchtliche Unterschiede zwischen den Isolaten, jedoch waren zwischen Zuwachsraten und sporologischen Eigenarten keine Beziehungen festzustellen. Das Wachstum ist nicht immer, wie bei den übrigen Arten der Sektion, symmetrisch und regelmäßig, vielmehr häufig durch Wuchssektoren, unregelmäßig verlaufenden Kolonierand und gestauchten Habitus (hochgewölbtes Luftmyzel am Rand der Kolonie) gekennzeichnet. „Amyzelige Varianten“ wachsen wesentlich schneller als der „Myzeltyp“ (Abb. 9).

Temperaturverhalten — wurde mit 6 repräsentativen Stämmen verschiedener Wuchsstärke geprüft. Bei allen lagen die Kardinalpunkte auf der gleichen Temperaturstufe. Ein gerade noch meßbares Wachstum war bei 0°C — der niedrigsten geprüften Temperaturstufe — zu verzeichnen, das Optimum lag bei $22,5^{\circ}\text{C}$ und die obere Grenze für das Wachstum bei $32,5^{\circ}\text{C}$ (Abb. 4).

F. tricinctum neigt in Kultur stärker zur Variantenbildung als die anderen *Sporotrichiella*-Fusarien. In gezielten Untersuchungen (1-jährige Dauerkultur auf BA, im Abstand von 4 Wochen übergeimpft) mit 5 Stämmen, die alle als Myzeltyp vorlagen, traten zunächst kleine weiße Flecke filzig-dichten Luftmyzels auf und schon nach der 5. Passage Varianten mit rein weißem Luftmyzel und schwacher oder fehlender Substratfärbung (vgl. auch M i l l e r, 1945). Nach 7 Passagen war das Luftmyzel bei 2 Stämmen fast verschwunden und nach 12 nur noch bei einem Isolat spärlich vorhanden (vgl. Abb. 9).

D i s k u s s i o n

Der erstmals von C o r d a (1838) als *Selenosporium tricinctum* beschriebene und von S a c c a r d o (1886) zu *Fusarium* gestellte Pilz war von W o l l e n w e b e r (1918 a) anfänglich der Sektion *Roseum* zugeordnet worden. Erst später (W o l l e n w e b e r, 1931) wurde er von ihm in die Sektion *Sporotrichiella* überführt. Ohne Zweifel besteht eine verhältnismäßig enge Berührung mit der

Sektion *Roseum*, und zwar vor allem zwischen den *Tricinctum*-Stämmen mit langen und überwiegend 4- und 5-septierten Sichelkonidien und *F. arthrosporioides* Sherb. Diese Stämme unterscheiden sich jedoch von *F. arthrosporioides* durch die stark vorherrschenden und wesentlich größeren \pm birnförmigen Mikrokonidien in „Mikrokonidienproben“, durch das Vorkommen von Chlamydosporen sowie durch polsterartiges, größtenteils intensiv rotgefärbtes Luftmyzel. Alle diese Merkmale haben sie mit den „typischen“ Stämmen von *F. tricinctum* gemeinsam, mit denen sie auch hinsichtlich der Zuwachsrates des Myzels, des Temperaturverhaltens (und nicht zuletzt des Verhaltens in Infektionsversuchen) völlig übereinstimmen. Sie wurden deshalb nicht abgetrennt, sondern bei *F. tricinctum* einbezogen, und diese Art wurde entsprechend weiter gefaßt.

F. tricinctum wurde von Raillio (1950) als Varietät von *F. sporotrichioides* aufgefaßt, da sich die beiden Pilze ihrer Meinung nach nur in der Dicke der Konidien eindeutig unterscheiden lassen¹⁾. Die eigenen Untersuchungen ergaben jedoch, daß außerdem bei *F. tricinctum* die Scheitelzelle im Verhältnis zur ganzen Konidie deutlich länger und meist auch gestreckter ist. Darüber hinaus waren Unterschiede im Typ der Sichelkonidie insgesamt, in der Fußzelle, in der Form und der Verteilung der Mikrokonidien, im Kulturbild und im physiologischen Verhalten festzustellen. Es erschien daher gerechtfertigt, *F. tricinctum* als selbständige Art zu führen.

F. citriforme Jamalain (1943), von dem eine Abimpfung des beim CBS in Baarn hinterlegten Originalstammes überprüft wurde, und die von Jamalain übersandten *Sporotrichiella*-Stämme aus Finnland (10 297—10 299), die dem CBS-Belegstamm (10 337) völlig entsprachen, zeigten im Verlauf der Untersuchungen Übereinstimmungen mit *F. tricinctum*: Mikrokonidien, Konidienträger, Sporenverteilung, Wachstumsgeschwindigkeit und Temperaturverhalten waren gleich. Sie bildeten jedoch keine sklerotialen Plektenchyme und unter „Normalbedingungen“ auch keine Sporodochien; bei UV-Bestrahlung und auf Kiefern-sämlingen traten letztere aber mitunter auf. Sporodochiale Sichelkonidien entsprachen ebenfalls *F. tricinctum*. Den einwandfreien Nachweis, daß *F. citriforme* mit *F. tricinctum* identisch ist, erbrachten die gezielten Untersuchungen über die Veränderlichkeit von *F. tricinctum* in Kultur (s. S. 42), bei denen Varianten entstanden, die mit *F. citriforme* völlig übereinstimmten. Bei dem von Jamalain beschriebenen Pilz handelt es sich daher lediglich um eine Kulturvariante von *F. tricinctum* (Abb. 9).

***Fusarium chlamydosporum* Wollenweber et Reinking**

Wollenweber und Reinking, 1925; Reinking und Wollenweber, 1927; Wollenweber, 1916—1935 (Nr. 883); Wollenweber und Reinking, 1935; Doidge, 1938; Wollenweber, 1943.

Syn.:

F. tricinctum (Cda.) Sacc. emend. Snyder et Hansen pr. p., Amer. J. Bot. 32. 661, 663, 1945

F. sporotrichioides Sherb. subsp. *minus* (Wr.) Raillo pr. p., (Pilze der Gattung *Fusarium*), 196, Tafel XXXIV/5, 1950

¹⁾ Raillo betrachtete als entscheidende taxonomische Kriterien in der Sektion *Sporotrichiella* für die Abgrenzung von Arten die Form der Scheitelzelle, für die Abgrenzung von Unterarten die Zahl der Septen und für die Abgrenzung von Varietäten die Dicke der Konidien.

F. sporotrichiella Bilai var. *sporotrichioides* (Sherb.) Bilai pr. p., (Fusarien), 277–278, Abb. 49/2, 1955

Von diesem *Fusarium* lagen nur 2 Stämme vor.

Beschreibung

Luftmyzel — mittelstark entwickelt, als verhältnismäßig dichtes, 2–3 mm hohes Polster dem Substrat aufliegend. Es ist auf BA und HA meist intensiv rosa-, karmin- oder weinrot gefärbt, seltener weißlich, gelblich, ockerfarben oder bräunlich. Die Farben auf den übrigen Substraten sind hauptsächlich weißlich, rosig und hellviolett, kräftige Rottöne kommen hier seltener vor.

Stroma- und Substratfarben — auf BA und HA intensiv karmin-, wein-, später auch braunrot, seltener ockerfarben oder bräunlich. Auf MA und KDA sind die Farben etwas blasser (pfirsichfarben, blaßviolett, purpurrot und weinrot) und gehen kaum auf das Substrat über. Auf Reis kommen creme-, fleisch-, pfirsich- oder terrakottfarbene Töne vor, GÄ und LS bleiben ungefärbt.

Sklerotiale Plektenchyme — kommen bei jüngeren Kulturen und auch auf Reis und Weizenkörnern nie typisch vor (Abb. 1). Allenfalls treten auf den Agarsubstraten ausgedehnte plektenchymatische Polster auf, die dicht mit weißlichem Luftmyzel bedeckt sind, oder wulstartige Stromagebilde an der Glaswand. In älteren, austrocknenden Kulturen konnten nach dem Zusammensinken des Luftmyzels auf diesen Nährböden auch vereinzelt kleine, dunkel gefärbte sklerotiale Knötchen gefunden werden.

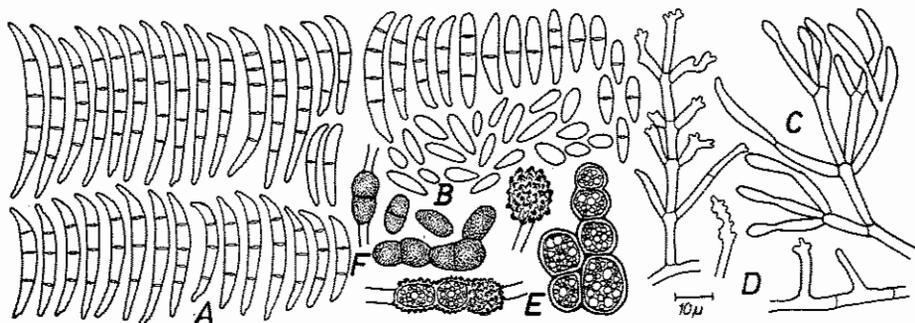


Abb. 13. *Fusarium chlamydosporum*.

„Sporodochiale“ (A) und „nichtsporodochiale“ (B) Konidien, „sporodochiale“ (C) und „nichtsporodochiale“ (D) Konidienträger, Chlamydosporen (E), verdickte Hyphenglieder (F) (500 : 1)

Konidienträger (Abb. 13) — unverzweigt oder \pm reich, unregelmäßig oder wirtelig (2- bis mehrzählig) verzweigt. Bei *F. chlamydosporum* kommen 2 prinzipiell verschiedene Sporulationstypen im Sinne von Hughes (1953) vor. Sporodochiale Makrokonidien entstehen an typischen Phialiden und sind daher Phialosporen. Mikrokonidien werden dagegen von sporogenen Zellen, die der Sektion II entsprechen, gebildet und sind somit „terminus spores“. Derartige sporenbildende Zellen haben meist bis zu 5, häufig aber auch bis zu 10 höckerartige Ansatzstellen.

Konidien (Abb. 13) — Mikrokonidien sitzen infolge ihrer Entstehungsweise meist einzeln, nur selten sind sie \pm zusammengelagert. Sie sind im Gegensatz

Tab. 10. *Fusarium chlamydosporum*. Maße und Verteilung der Konidien

Septenzahl	Sporengröße (in μ)				Septierungsverhältnisse (in %)		
	Gemessene Sporen N	\bar{x}	Variationsbereich der Probenmittelwerte	Absoluter Variationsbereich	Ausgezählte Proben n	Häufigkeit der Sporentypen Mittel	Variationsbereich
0	400	$9,2 \times 2,8$	—	„Mikrokonidienproben“*)	12	98	95—ca. 100
1	150	$14 \times 3,3$	$8,6-10 \times 2,4-3,0$	$5,0-14 \times 1,9-4,2$	12	ca. 2	$< 1-5$
2	20	$22 \times 4,0$	$12-15 \times 3,0-3,7$	$9,0-17 \times 2,8-4,2$	12	ca. 0	$0-\ll 1$
3	50	$29 \times 3,8$	—	$23-29 \times 3,8-4,3$	12	ca. 0	$0-\ll 1$
3	400	$32 \times 3,5$	—	„Makrokonidienproben“**)	10	85	47—99
4	200	$37 \times 3,9$	$30-34 \times 3,0-3,9$	$21-41 \times 2,4-4,5$	10	12	$< 1-46$
5	100	$42 \times 4,0$	—	$36-38 \times 3,4-4,2$	10	3	$< 1-7$
				$37-47 \times 3,6-4,5$			

*) Sporenmaße der 2- und 3-Septaten von Proben UV-bestrahler oder bei 32° C gehaltenen Kulturen (s. Text).

***) Werte von UV-bestrahlten Kulturen auf Hafermehlagar (s. Text).

zu Sporen der anderen *Sporotrichiella*-Fusarien verhältnismäßig „trocken“. In Proben aus dem Luftmyzel („Mikrokonidienproben“) kommen in der Regel ausschließlich spindelige oder längliche und nur vereinzelt etwas dickere, oval-ellipsoidische, 1-, mitunter auch 2-zellige Sporen vor. Makrokonidien fehlten in solchen Proben bei zahlreichen Kulturversuchen unter „Normalbedingungen“ und auf Kiefernssämlingen sowie anderen Natursubstraten praktisch völlig. Bei UV-bestrahlten und bei 32° C im Thermostaten gehaltenen Kulturen waren sie jedoch mit einem gewissen Anteil (bis zu 0,5 % 2-sept., 1 % 3-sept., 0,5 % 4-sept. und 0,5 % 5-sept.) vertreten (vgl. Tab. 10). Makrokonidien können aber — im Gegensatz zu der bisherigen Ansicht (s. Literatur S. 43) — auch bei dieser Art in Sporodochien gebildet werden. Zwar waren die eigenen diesbezüglichen Versuche unter „Normalbedingungen“ sowie auf Kiefern und anderen Pflanzenarten unter Labor-, Freiland- und Gewächshausbedingungen sowie im Thermostaten bei Temperaturen bis zu 32° C ebenfalls erfolglos, bei UV-bestrahlten Kulturen auf HA (nicht auf GÄ) entstanden jedoch regelmäßig Sporodochien. Konidien aus derartigen Lagern (Abb. 13, 14) sind in der Masse orange-, fleisch-, ockerfarben oder bräunlich. Sie



Abb. 14. *F. chlamydosporum*; Makrokonidien aus einem Sporodochium einer 4 Wochen alten, UV-bestrahlten Kultur auf Hafermehlagar (500 : 1)

sind spindelig-sichelförmig, überwiegend 3-, aber auch 4- und 5-septiert, meist nur verhältnismäßig schwach gebogen und nicht oder nur schwach, selten deutlich fußzellig. Das Dickenmaximum liegt meist in der oberen Sporenhälfte. Die Scheitelzelle ist relativ kurz, meist deutlich stärker gebogen als der übrige Teil der Spore und am Rücken häufig etwas eingedrückt, so daß sie ein schnabelförmiges Aussehen bekommt; dies dürfte nach Beobachtungen bei anderen Arten jedoch eine Folge der Bestrahlung sein.

Sporenmaße und Septierungsverhältnisse bei *F. chlamydosporum* sind in Tabelle 10 zusammengestellt.

Chlamydosporen (Abb. 13) — zahlreich, rauh oder glatt, terminal oder interkalar, einzeln, paarig, in Ketten oder Knäueln, im fortgeschrittenen Stadium braun gefärbt und 7–17 μ dick. Außer diesen typischen Chlamydosporen kommen mehr oder weniger zahlreich kleinere, 4–10 μ dicke Strukturen vor, die Rein king und Wollenweber (1927) als „swellings in some hyphae“ bezeichneten. Sie haben meist keine doppelte Zellwand, immer ein völlig homogenes Plasma und werden einzeln, paarig oder in Ketten gebildet. Letztere zerfallen aber bei der Präparation sehr leicht, und die rundlichen oder ovalen, 1- oder 2-zelligen Glieder (Abb. 13) finden sich dann frei im Präparat. Besonders zahlreich entstanden sie auf Kiefernssämlingen.

Duft — wird, im Gegensatz zu *F. poae*, nicht ausgebildet.

Wachstum — im Plattenversuch (s. S. 16) einheitlich und regelmäßig, deutlich schwächer als bei *F. poae* und *F. sporotrichioides*, aber stärker als bei *F. tricinctum* (Tab. 4, Abb. 3).

Temperaturverhalten — die Wachstumsgrenzen liegen höher als bei den anderen *Sporotrichiella*-Fusarien (Abb. 4); die beiden geprüften Stämme verhielten sich einheitlich. Eine erste wahrnehmbare Entwicklung war bei 5° C zu verzeichnen, der erste meßbare Zuwachs bei 7,5° C. Das Optimum wurde mit 27,5° C, die obere Grenze des meßbaren Zuwachses mit 35° C ermittelt, eine geringe Entwicklung war aber auch noch bei 37,5° C festzustellen.

D i s k u s s i o n

Das wärmeliebende und anscheinend seltene *F. chlamydosporum* ist wegen der meist völlig fehlenden mehrseptierten Konidien am Sporenbild kaum als *Fusarium* zu erkennen. Es steht nach der Form der Mikrokonidien der Sektion *Arthrosporiella* nahe, diese treten dort aber nicht so ausschließlich auf. Im Kulturbild besteht eine große Ähnlichkeit mit *F. semitectum*, hinsichtlich der Konidienträger unterscheiden sich jedoch die beiden Pilze deutlich. Für die Zugehörigkeit zur Sektion *Sporotrichiella* sprechen die Form der nur unter bestimmten Bedingungen gebildeten Sichelkonidien und auch die auftretenden Farben. *F. chlamydosporum* wurde deshalb in dieser Sektion belassen.

Von allen anderen *Sporotrichiella*-Fusarien ist *F. chlamydosporum* an der Sporenverteilung in „Mikrokonidienproben“, der Form der Mikrokonidien, dem Typ „nichtsporodochialer“ Konidienträger, den oft rauhen Chlamydosporen und den auffallenden „Schwellungen in Hyphen“ leicht zu unterscheiden. Trotzdem wird der Pilz nicht immer erkannt, oder es werden andere Fusarien mit ihm verwechselt. So wurden die beiden einzigen verfügbaren Stämme (10 356, 10 357) als *F. sporotrichioides* vom CMI übernommen. In den Fällen, in denen der Pilz in der Literatur genannt oder beschrieben wurde, dürfte es sich meist nicht um ihn gehandelt haben. Allem Anschein nach hat ihn nur D o i d g e (1938) richtig erkannt. Die beiden als *F. chlamydosporum* übernommenen Stämme von G o r d o n (10 381, 10 382) erwiesen sich dagegen nach dem Auftreten von Sporodochien als *F. equiseti* (Cda.) Sacc. (Abb. 15); im nichtsporodochialen Zustand bestand bei diesen Isolaten (die erst nach wiederholten Versuchen Sporodochien bildeten) allerdings eine gewisse Übereinstimmung mit der von Wollenweber und Rein king (1925) für *F. chlamydosporum* gegebenen Beschreibung. L i n n a s a l m i (1952) und M u k u l a (1957) haben offenbar denselben Pilz vor sich gehabt wie G o r d o n ; ihre Angaben über Sporenverteilung und

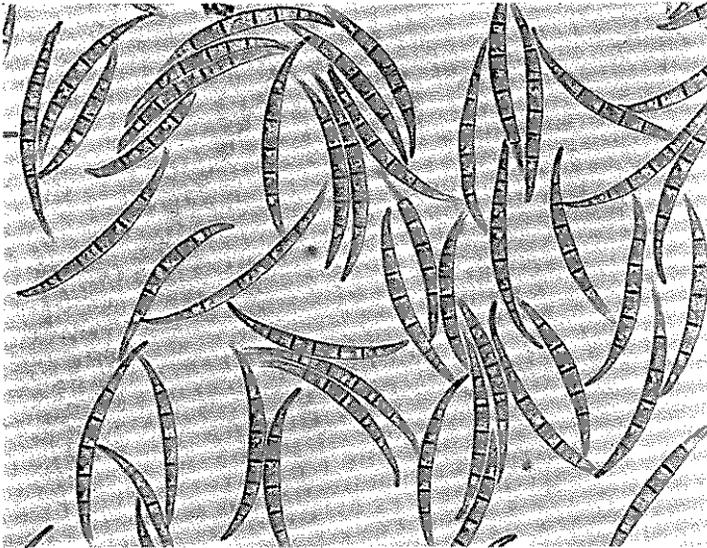


Abb. 15. „*F. chlamydosporum*“ — Stamm Gordon, Nr. 10382 = *F. equiseti* (s. Text); Makrokonidien aus einem Sporodochium einer 7 Wochen alten Kultur auf Hafermehlagar (500 : 1)

-maße sprechen ebenso für „Myzelproben“ von *F. equiseti* wie die Zeichnung von Linnasalmi. Mukula beschrieb das Luftmyzel als „white, abundant“, was für *F. chlamydosporum* nicht zutrifft, und berichtete außerdem, daß der Pilz noch bei einer Lagertemperatur von 4° C leichte Faulschäden an Möhren verursachte. Auch das spricht gegen *F. chlamydosporum* (vgl. S. 47) und für *F. equiseti* (Minimumtemperatur für die beiden Gordon-Stämme 0–2,5° C). Außerdem dürfte Finnland als Verbreitungsgebiet für diesen thermophilen Pilz, den Wollenweber und Reinking (1925) nach Herkünften aus Honduras und Südwesafrika beschrieben, kaum in Frage kommen. Auch Maia (1960) hat sehr wahrscheinlich ein anderer Pilz vorgelegen (O-sept. 11–14 × 4,5 µ; 1-sept. 11–21 × 5,6 µ).

F. chlamydosporum erscheint bei Raïllo (1950) und Bilai (1955) als Synonym von *F. sporotrichioides* subsp. *minus* bzw. *F. sporotrichiella* var. *sporotrichioides*. Der hier behandelte Pilz unterscheidet sich jedoch so deutlich von diesen beiden Taxa, daß es fraglich ist, ob ihnen *F. chlamydosporum* tatsächlich vorgelegen hat. Da sich eine Abimpfung des von Wollenweber als *F. chlamydosporum* beim CBS in Baarn hinterlegten Stammes bei der Überprüfung als *F. sporotrichioides* var. *minus* erwies (10336 a), liegt die Vermutung nahe, daß Raïllo und Bilai nach dem Studium desselben Stammes zu ihren Befunden gekommen sind¹⁾.

¹⁾ Bei diesem Stamm dürfte es zu einer Verwechslung gekommen sein, der Fall konnte jedoch nicht geklärt werden: Vom CBS Baarn wurde auf eine zweite Anfrage hin ein völlig degenerierter Pilz übersandt (10336 b), der nicht mehr sporulierte und nicht mehr identifiziert werden konnte; auch eine von Frau Prof. Bilai gegebene Auskunft brachte keine Klarheit.

Tab. 11. Gegenüberstellung einiger Merkmale der *Sporotrichiella*-Fusarien

	<i>F. poae</i>	<i>F. sporotrichioides</i>	<i>F. sporotrichioides</i> var. <i>minus</i>	<i>F. tricinatum</i>	<i>F. chlamydosporum</i>
Makrokonidien					
Vorkommen in „Mikrokonidienproben“	seltener oder fehlend	meist \pm zahlreich	seltener als bei der Grundart	meist selten oder fehlend	fehlend oder sehr selten
Mittelwerte „sporodochialer“ („nicht sporodochialer“) Proben)	(3-sept. $26 \times 5,0$) (5-sept. $47 \times 5,3$)	3-sept. $32 \times 4,1$ 5-sept. $43 \times 4,6$	(3-sept. $30 \times 4,7$) (5-sept. $45 \times 5,1$)	3-sept. $32 \times 3,7$ 5-sept. $40 \times 4,0$	3-sept. $32 \times 3,5$ 5-sept. $42 \times 4,0$
Mikrokonidien					
Typen	kugelig, oval, seltener birnf.	kugelig, oval, birnf., spindel.-ellipsoid., längl.	wie bei Grundart; \pm birnf. häufiger	zitronenf., auch oval, birnf., seltener \pm längl.	spindel., längl., seltener oval-ellipsoid.
Mittelwerte \pm birnf. 0-Septaten	$7,4 \times 6,4$	$7,8 \times 6,1$	$8,1 \times 6,6$	$9,3 \times 5,7$	—
„Länge/Dicke-Index“ \pm birnf. 0-Septaten	1,15	1,27	1,22	1,63	—
Chlamydosporen	fehlend	zahlreich	zahlreich	meist selten	zahlreich, oft rauh
Sklerot. Plektenchymen	fehlend	vorkommend	fehlend	zahlreich	meist fehlend
Luftmyzel					
Bildung	üppig	üppig	mittelstark	üppig	mittelstark
Beschaffenheit	locker-watteartig	locker-watteartig	locker-watteartig	dicht-polsterartig	dicht-polsterartig
Rotfärbung	fehlend od. schwach	meist mittelstark	fehlend od. schwach	intensiv	meist intensiv
Ockerfärbung auf Reis	nicht ockerfarben	intensiv ockerfarben	nicht oder hell ockerfarben	nicht oder hell ockerfarben	nicht ockerfarben
Intensität der Substratfärbung	schwach, selten mittelstark	intensiv	schwach	intensiv	intensiv
Wachstum	rasch, regelmäßig	rasch, regelmäßig	rasch, regelmäßig	schwach, oft unregelmäßig	mittelstark, regelmäßig

3. Bestimmungsschlüssel

(Der in Klammern angegebene Schwankungsbereich bezieht sich auf Probenmittelergebnisse)

1. 0-Septaten spindelig oder länglich, $9,2 \times 2,8$ ($8,6-10 \times 2,4-3,0$) μ , \pm birnförmige meist fehlend; Mehrseptaten im Luftmyzel fehlend oder selten; Chlamydosporen zahlreich, häufig rau; sklerotiale Plektenchyme meist und Sporodochien unter „Normalbedingungen“ fehlend

F. chlamydosporum

- 1*. 0-Septaten nicht oder nicht ausschließlich spindelig oder länglich 2

2. 0-Septaten kugelig, oval, seltener birnförmig, $7,4 \times 6,4$ ($6,0-9,7 \times 5,5-7,4$) μ („Länge/Dicke-Index“ 1,15), nicht spindelig-ellipsoidisch oder länglich; Mehrseptaten im Luftmyzel selten oder fehlend; Chlamydosporen, sklerotiale Plektenchyme und aus Makrokonidien bestehende Sporodochien fehlend

F. poae

- 2*. 0-Septaten wenigstens teilweise auch anders 3

3. 0-Septaten kugelig, oval, birnförmig, ca. $8,0 \times 6,4$ ($6,1-8,8 \times 5,3-7,5$) μ („Länge/Dicke-Index“ ca. 1,25), außerdem spindelig-ellipsoidisch oder länglich, ca. $9,8 \times 3,2$ ($8,6-14 \times 3,0-3,6$) μ ; Mehrseptaten im Luftmyzel \pm zahlreich; Chlamydosporen zahlreich;

- a) sklerotiale Plektenchyme und aus Makrokonidien bestehende Sporodochien fehlend

F. sporotrichioides var. *minus*

- b) sklerotiale Plektenchyme und aus Makrokonidien bestehende Sporodochien vorkommend; sporodochiale 3-Septaten $4,1$ ($3,7-4,8$) μ und 5-Septaten $4,6$ ($4,1-5,3$) μ dick, Scheitelzelle rel. kurz („Index“ 3-sept. 0,233, 5-sept. 0,218)

F. sporotrichioides

- 3*. 0-Septaten meist zitronenförmig, mitunter auch breitoval, birnförmig oder oval-ellipsoidisch, $9,3 \times 5,7$ ($8,3-11 \times 4,6-7,5$) μ („Länge/Dicke-Index“ 1,62), spindelig-ellipsoidische oder längliche meist nur vereinzelt oder fehlend, $11 \times 2,9$ ($8,7-14 \times 2,1-3,6$) μ ; Mehrseptaten im Luftmyzel meist selten; Chlamydosporen vorkommend, aber selten zahlreich; sklerotiale Plektenchyme und aus Makrokonidien bestehende Sporodochien vorkommend; sporodochiale 3-Septaten $3,7$ ($3,2-4,1$) μ und 5-Septaten $4,0$ ($3,6-4,6$) μ dick, Scheitelzelle rel. lang („Index“ 3-sept. 0,295, 5-sept. 0,275)

F. tricinatum

IV. Schlußbetrachtung zu den taxonomischen Untersuchungen

Die Ergebnisse morphologisch-taxonomischer Untersuchungen hängen bei vielen Fusarien entscheidend vom Kulturzustand des zugrunde liegenden Materials ab. In zahlreichen einschlägigen Arbeiten ist nachgewiesen worden, daß mit der Variantenbildung alle taxonomisch wichtigen Merkmale schwerwiegende Veränderungen erfahren können. Aufgrund der eigenen Untersuchungen trifft dies auch für *Sporotrichiella*-Fusarien zu. Die Ausprägung der Merkmale ist bei Varianten mitunter so verändert, daß diese nach dem System von Wollenweber (1931,

1943) eigentlich anderen Arten oder sogar anderen Subsektionen und Sektionen zugeordnet werden müßten als die Ausgangskultur (Mitter, 1929; Snyder und Hansen, 1940, 1941 b, 1945; Oswald, 1949; Gerlach, 1954). Im vorliegenden Fall war eine sichere Differenzierung von *F. sporotrichioides* und *F. tricinctum* oft nicht möglich, wenn Varianten dieser Arten vorlagen. Unter solchen Umständen können sich auch die Unterschiede zwischen *F. sporotrichioides*, *F. sporotrichioides* var. *minus* und *F. poae* verwischen.

Snyder und Hansen (1940, 1941 b, 1945) berücksichtigten in ihrem System die in Kultur auftretenden Varianten. Durch die starken Abweichungen dieser Kulturtypen vom Ausgangsmaterial und ihre große Variabilität sahen sie sich veranlaßt, den Artbegriff sehr weit zu fassen. Als Alternative zu diesem Vorgehen ist die ausschließliche Verwendung des „Myzeltyps“ in der *Fusarium*-Taxonomie anzusehen, wie es in der vorliegenden Arbeit geschehen ist. Dieser Typ, der bei den eigenen Isolierungsversuchen stets gefunden wurde und der mit der Erdkulturmethode über einen längeren Zeitraum erhalten werden kann, gewährleistet eine genügend sichere Ausprägung der taxonomisch wichtigen Merkmale. Dies gilt vor allem dann, wenn den Pilzen geeignete Substrate und günstige Umweltbedingungen geboten werden. Unter diesen Umständen ist zwar mit einer gewissen Variabilität zu rechnen, die aber bei den einzelnen Merkmalen der verschiedenen Typen unterschiedlich ist. Berücksichtigt man die weitgehend stabilen oder weniger variablen Merkmale, so ist eine sichere Abgrenzung wesentlich enger gefaßter taxonomischer Einheiten möglich, als es nach Snyder und Hansen der Fall ist. Da Kulturvarianten nicht das in der Natur vorkommende Spektrum repräsentieren, ist das von den beiden Autoren vorgeschlagene vereinfachte *Fusarium*-System wie in anderen Fällen auch in bezug auf die Sektion *Sporotrichiella* ungeeignet, auch für den praktischen Gebrauch, dem es vor allem dienen sollte. Wenn mehrere, in ihrem noch nicht durch Kultureinflüsse veränderten Zustand sicher zu unterscheidende und in ihren physiologischen Eigenschaften verschiedene Pilze zusammengefaßt werden, ist eine klare Verständigung über sie als Krankheitserreger, Toxinbildner usw. nicht mehr möglich.

Die morphologischen Merkmale der *Sporotrichiella*-Fusarien haben in ihrer Bedeutung als taxonomische Kriterien in der vorliegenden Arbeit teilweise eine andere Wertung erfahren als bei früheren Vorschlägen. Außerdem wurden einige bisher nicht zur Differenzierung herangezogene Merkmale berücksichtigt. Als weitgehend stabil erwiesen sich das Vorkommen von Chlamydosporen und — bei Verwendung entsprechender Substrate — von sklerotialen Plektenchymen. Dasselbe gilt auch für die Morphologie „nichtsporodochialer“ Träger, vor allem der sporogenen Zellen („sporodochiale“ Träger scheinen dagegen keine Möglichkeit zur Differenzierung zu bieten). Diese Kriterien sind in keiner der bestehenden Gliederungen gebührend berücksichtigt. Ein zuverlässiges Merkmal, das auch von Wollenweber (1943) und Rallo (1950) herangezogen wurde, sind außerdem die Mikrokonidien, besonders die vorkommenden morphologischen Typen, z. T. auch deren Maße. Eine sichere Bestimmung erlauben — wie allgemein anerkannt — in der Regel die sporodochialen Makrokonidien, die hinsichtlich Scheitelle, Krümmung und Dicke meist typische Eigenarten aufweisen; sie stehen jedoch nicht immer zur Verfügung. Die Konidienlänge und die von Wollenweber (1943), Rallo (1950) und Bilai (1955) zur Abgrenzung benutzten Septierungsverhältnisse erwiesen sich infolge ihrer zu großen Variabilität als weniger brauchbare Kriterien. Auch das Auftreten von Sporodochien ist von Wollen-

w e b e r (1943) in seiner Bedeutung als taxonomisches Merkmal zweifellos überbewertet worden, da auch die von ihm als sporodochiale Vertreter der Sektion bezeichneten Arten diese oftmals nur unregelmäßig ausbilden. Andererseits kommen bei dem nichtsporodochialen *F. poae* mitunter ebenfalls Sporenlager vor, die zwar — anders als die sporodochialen Arten im Sinne von W o l l e n w e b e r — fast nur Mikrokonidien enthalten, aber durch ihr Auftreten Unsicherheit verursachen. Als brauchbare Hilfsmerkmale erwiesen sich Menge, Färbung und Beschaffenheit des Luftmyzels. Von Bedeutung sind außerdem die Färbung auf Reis, nach der *F. sporotrichioides* von den übrigen Typen unterschieden werden kann, sowie die Intensität der Substratfärbung. Im übrigen bieten aber Stroma- und Substratfarben kaum Unterscheidungsmöglichkeiten innerhalb der Sektion. — Teilweise recht deutliche Unterschiede zwischen den einzelnen Typen bestehen noch in der Ausbreitungsgeschwindigkeit des Myzels und im Temperaturverhalten.

Bei den 5 hier unterschiedenen *Sporotrichiella*-Fusarien handelt es sich um gut gegeneinander abzugrenzende Pilze. Die vorgenommene Gliederung stimmt mit dem Vorschlag von W o l l e n w e b e r (1943) weitgehend überein, nur *F. citri-forme* war nicht aufrecht zu erhalten. Von den beibehaltenen Typen mußten *F. poae* etwas enger und *F. tricinctum* etwas weiter gefaßt werden. Außerdem war es notwendig, genügend stabile Kriterien nachzuweisen und die Diagnosen zu ergänzen oder zu verändern, um die einzelnen Typen klar unterscheiden zu können. Zu den Gliederungen von R a i l l o (1950), B i l a i (1955) und auch G o r d o n (1952) bestehen sowohl hinsichtlich der Abgrenzung der einzelnen Typen als auch ihrer Benennung größere Unterschiede. Die Abweichungen im einzelnen wurden von Fall zu Fall diskutiert. Dem Vorgehen von S n y d e r und H a n s e n (1945), die alle Typen zu einer einzigen Art zusammenfaßten, konnte aus den bereits dargelegten Gründen nicht gefolgt werden.

Charakteristische Isolate von den 5 *Sporotrichiella*-Fusarien wurden dem Centraalbureau voor Schimmelcultures in Baarn übersandt. Sie werden dort unter folgenden Nummern in der Sammlung geführt: 445.67 = *F. chlamydosporum* (Stamm 10357); 446.67 = *F. poae* (Stamm 10426); 447.67 = *F. sporotrichioides* (Stamm 10362); 448.67 = *F. sporotrichioides* var. *minus* (Stamm 10360); 449.67 = *F. tricinctum* (Stamm 10458).

B. Infektionsversuche mit *Sporotrichiella*-Fusarien

I. Einleitung und Literaturübersicht

Zur Abgrenzung von Pilzen — auch von Arten und Varietäten — können wachstums- und stoffwechselfysiologische Charakteristika, wie beispielsweise Temperaturverhalten oder Verwertbarkeit bestimmter Substrate, von mehr oder weniger großem Wert sein. Bei Erregern von Pflanzenkrankheiten bieten sich daneben pathogene Fähigkeiten, Wirtsspektrum und Spezialisierung besonders an.

Über Wachstum und Temperaturverhalten der *Sporotrichiella*-Fusarien wurde schon unter A) berichtet, ebenfalls über die Affinität zu der Milbe *Siteroptes* (*Pediculopsis*) *graminum* Reuter. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen wurden bei der Abgrenzung der Typen berücksichtigt. Durch Infektionsversuche sollte nun geklärt werden, ob sich die einzelnen Taxa auch in ihren pathogenen Eigenschaften unterscheiden und ob innerhalb dieser Typen eine Spezialisierung vorliegt, wie sie von S n y d e r und H a n s e n (1945) unterstellt wurde. Außerdem sollte an

einem Teil der Pflanzenarten, an denen Schäden durch *Sporotrichiella*-Fusarien bekannt geworden bzw. diese Pilze nachgewiesen sind, geprüft werden, welche Typen hier als Krankheitserreger tatsächlich in Frage kommen. Wie schon unter A) anhand zahlreicher Beispiele dargelegt, sind die in der Literatur angegebenen Namen (Art, Varietät, Form) oft mit Skepsis zu betrachten. Selbst bei der Bestimmung der Sektion kam es mitunter zu Irrtümern. Ein weiteres Unsicherheitsmoment bei der Auswertung der Literatur ist das Nebeneinanderbestehen verschiedener Systeme — die alle ihre Anhänger haben —, da eine Bestimmung nach einem System nicht immer ohne weiteres auf ein anderes übertragen werden kann. Bei der im folgenden gegebenen Literaturübersicht wird daher die Nomenklatur der jeweiligen Autoren beibehalten.

An Koniferen verursachten in Infektionsversuchen *F. poae* (Tint, 1945; Zhuravlev, 1952) und *F. sporotrichioides* (Rathbun-Gravatt, 1925, 1931; Tint, 1945) Auflaufverluste („emergence loss“) und Sämlingsumfall („damping-off“). Den genannten Autoren zufolge können die beiden Arten hier zu den am stärksten pathogenen Fusarien gerechnet werden. Bei Tint reduzierte *F. poae*, das insgesamt etwas stärkere Schäden verursachte als *F. sporotrichioides*, die Zahl der aufgelaufenen Pflanzen im Durchschnitt von 8 Koniferenarten und bezogen auf die Kontrolle auf 6,2 %. Zhuravlev berichtete von Ausfällen bei Kiefern durch *F. poae* in der Größenordnung von 75–95 %. Aus der Forstbaumschulpraxis ist jedoch bisher offenbar nur wenig über Verluste durch *Sporotrichiella*-Fusarien bekannt geworden. Jančařík (1961) fand in der ČSR u. a. auch *F. sporotrichioides* auf umgefallenen Sämlingen verschiedener Forstpflanzen, einschließlich Koniferen, und in Kanada wurde von Kiefernensämlingen („red pine“) neben anderen Schadpilzen auch *F. tricinctum* (Cda.) Sacc. emend. Sn. et H. isoliert (Anomy, 1955).

Gramineen gehören zu den bevorzugten Wirtspflanzen der *Sporotrichiella*-Fusarien. Von fußkranken Pflanzen der kleinfrüchtigen Getreidearten wurden *F. poae* (Peyronel, 1926), *F. sporotrichioides* (Gordon und Sprague, 1941) und *F. sporotrichiella* Bilai (Bochkareva, 1964) isoliert. Zogg (1952) wies im Infektionsversuch *F. tricinctum* (Cda.) Sacc. als mittelstarken Fußkrankheitserreger nach. In anderen Versuchen verursachten *F. tricinctum* (Cda.) Sacc. (Bennett, 1935) und *F. poae* (Colhoun und Park, 1964) keine Schäden. Gordon (1952) beurteilte die Pathogenität von *F. poae* und *F. sporotrichioides* als mittel bis schwach und Sprague (1950) hielt *F. poae* für einen schwachen Parasiten oder Saprophyten. Bei den 4 Hauptgetreidearten wirkte sich eine Substratverseuchung bzw. Infektion des Saatgutes mit verschiedenen Isolaten von *F. sporotrichiella* Bilai teils hemmend, teils fördernd auf die Pflanzenentwicklung aus (Bilal, 1955).

F. poae ist in der Lage, Blüten- und Fruchtstände zu befallen und soll dort Verfärbungen, leichte Weißfärbigkeit oder partielle Taubfärbigkeit verursachen (Peyronel, 1926; Sprague, 1937, 1950; Connors, 1940; Simard und Ludwig, 1948). Das Auftreten wird durch feuchte Witterung begünstigt (Peyronel, 1926). Durch den Befall des Kornes (Verfärbung, „scabby grain“) wird der Wert des Getreides gemindert (Wollenweber und Reinking, 1935; Sprague, 1950). *F. sporotrichioides* kann ebenfalls Ähren- und Kornschäden verursachen (Wollenweber und Reinking, 1935). Nach Gordon (1944, 1952) zählt *F. poae* zu den in Kanada auf Getreidekörnern am häufigsten vorkommenden Fusarien, während *F. sporotrichioides* seltener isoliert wurde. Insgesamt betrachtet scheinen jedoch beiden Pilzen keine größeren Schäden zugeschrieben zu werden. Auf brandbefallenen (*Ustilago* spp.) Ähren und Rispen wurde wiederholt *F. poae* nachgewiesen (Wollenweber, 1932; Sprague, 1937; Vandervalle, 1953; Cherewick und Robinson, 1958); der Pilz verursachte dort eine Fäule, die sich z. T. auch auf die Blattscheiden erstreckte.

Auch an M a i s kommen *Sporotrichiella*-Fusarien häufig vor, vor allem *F. poae*. Dieser Pilz hat als Erreger einer Kolbennykose („Weißfäule“) eine größere Bedeutung. Er gilt in Mitteldeutschland neben *F. culmorum* und *F. moniliforme* als die häufigste Ursache von Kolbenfäule. Feuchte Witterung, Perikarpschäden und offenbar auch die Anwesenheit des Vektors *Siteroptes graminum*, dessen Populationsdichte ebenfalls von der Witterung abhängt, begünstigen das Auftreten der Krankheit, deren Erreger als Schwächeparasit angesehen wird (F o c k e und K ü h n e l, 1964; F o c k e und K a p p e l, 1967). Da *F. poae* auf diese Voraussetzungen angewiesen ist, gelingen künstliche Infektionen nur teilweise, und die Kolbenfäule tritt — wenn überhaupt — selten so stark auf wie bei spontanem Befall (F o c k e, 1962; F o c k e und K ü h n e l, 1964). R i n t e l e n (1966) fand neben *F. poae* vereinzelt auch *F. sporotrichioides* an Maiskolben. In Polen tritt die „Weißfäule“ ebenfalls häufig auf, sie ist außerdem aus Frankreich, Italien, Rumänien und der ČSR bekannt geworden (Literatur s. bei F o c k e und K ü h n e l, 1964). Auf das gleichzeitige Vorkommen der Milbe wurde verschiedentlich hingewiesen. Von *F. poae* befallene Karyopsen keimen nur bei schwachem, oberflächlichem Pilzbesatz; geschwächte Keimpflanzen werden abgetötet, und auch an wüchsigen werden kleine nekrotische Stellen hervorgerufen (F o c k e und K ü h n e l, 1964). In Polen soll dieses *Fusarium* häufig Wurzeln und junge Pflanzen befallen (Literatur s. bei F o c k e und K ü h n e l, 1964). Im Embryonentest erwies sich *F. poae* jedoch als apathogen (F o c k e und F o c k e, 1963). In Infektionsversuchen von R i n t e l e n (1966) verursachte dieser Pilz — ebenso wie *F. sporotrichioides* — an Sämlingen nur leichte Schäden. Von Pflanzen mit Stengelfäule wurden neben anderen Pilzen auch *F. poae* (F o c k e und K ü h n e l, 1964; R i n t e l e n, 1966), *F. sporotrichioides* (R i n t e l e n, 1966), *F. sporotrichiella* (G r i s e n k o, 1964) und *F. tricinatum* (R i n t e l e n, Tab. 1, Nr. 10294) isoliert, *F. poae* außerdem von Blattscheiden, nicht geschobenen Fahnen, rudimentären Kolben und unreifen Brandbeulen, wo der Pilz eine Naßfäule verursachen soll (F o c k e und K ü h n e l, 1964). Im Infektionsversuch riefen *F. poae* und *F. sporotrichioides* an Maisstengeln — verglichen mit *F. culmorum* — nur leichtere bis mittelstarke Schäden hervor (R i n t e l e n, 1966).

Von faulenden Wurzeln verschiedener G r ä s e r wurden neben anderen Fusarien auch *F. sporotrichioides* und *F. poae* isoliert (G o r d o n und S p r a g u e, 1941; S p r a g u e, 1950). Außerdem ist *F. tricinatum* (Cda.) Sacc. emend. Sn. et H. zusammen mit *F. roseum* als Erreger einer Rasenkrankheit nachgewiesen worden, die zum fleckenweisen Ausbleichen und Absterben des Rasens führte (C o u c h und B e d f o r d, 1966). Nach S p r a g u e (1950) können Isolate von *F. poae* auf ausgebrachtem Gräsersaatgut eine Samenfäule verursachen. Über die Rolle, die dieser Pilz bei der Weißährigkeit („silver top“) spielt, scheint noch keine Klarheit zu bestehen. Er galt zusammen mit *Siteroptes graminum* lange Zeit zumindest als eine der Ursachen dieser Krankheit (S t e w a r t und H o d g k i s s, 1908; K e i l, 1946; S c h o l l, 1947). Die beiden letztgenannten Autoren wiesen nach, daß auch der Pilz allein Krankheitssymptome hervorrufen kann. H a r d i s o n (1958) fand dagegen bei umfangreichen Isolierungsversuchen *F. poae* teils zahlreich, oftmals aber auch nur selten oder gar nicht an erkrankten Pflanzen. Eine Vergesellschaftung von Pilz und Milbe ließ sich nur teilweise nachweisen¹⁾. H a r d i s o n bezweifelte daher einen kausalen Zusammenhang zwischen Pilz und Milbe einerseits und der Weißährigkeit andererseits und hält *F. poae* für sekundär.

An N e l k e n verursacht *F. poae* eine Blütenknospenfäule („central bud rot“ nach C o o p e r, 1940). Diese Krankheit, die gelegentlich zu ernsteren Schäden führen kann,

1) Die Ergebnisse dieses Autors können durch die Beobachtungen bei den eigenen Isolierungsversuchen bestätigt werden. Neben Teilen von Blütenständen mit partieller Taubährigkeit wurden auch zahlreiche befallene Halmstücke mit typtischen „silver-top“-Symptomen untersucht. Aus diesen Abschnitten entwickelte sich zwar verhältnismäßig häufig *F. poae* (Pflanzen und Isolate s. Tab. 1), aber auch andere Pilze, einschließlich *F. tricinatum*. In einem Teil der Fälle war kein Pilzbefall festzustellen. Beim Auftreten von *F. poae* konnte nicht immer die Milbe nachgewiesen werden; verschiedentlich fanden sich auch Thripse mit dem Pilz vergesellschaftet, die C o o p e r (1940) für mögliche Überträger hält.

ist bisher aus den USA (Peck, 1903, 1906; Heald, 1908; Stewart und Hodgkiss, 1908), Deutschland (Molz und Morgenthaler, 1912; Reiter, 1935), Australien (Anonym, 1939), Bulgarien (Christova und Aleksandrova, 1960) und Italien (Andreucci, 1962) bekannt geworden. Sie tritt gewöhnlich im Gewächshaus auf, kann aber auch Freilandnelken befallen (Reiter, 1935)¹). Die Anfälligkeit der Knospen scheint von der Blütenfarbe abzuhängen, und zwar sollen weiße oder helle Sorten anfälliger sein als dunkler gefärbte (Stewart und Hodgkiss, 1908; Molz und Morgenthaler, 1912; Cooper, 1940). Eine wichtige Voraussetzung für den Befall ist eine hohe rel. Luftfeuchtigkeit (Molz und Morgenthaler, 1912; Andreucci, 1962; Peterson und Spencer, 1963). Des weiteren dürfte die Milbe *Siteroptes graminum*, die in allen aufgeführten Fällen beobachtet wurde, als Überträgerin des Pilzes eine entscheidende Rolle spielen. Bei entsprechenden Umweltbedingungen führte jedoch auch der inokulierte Pilz allein zu einer Knospenfäule (Heald, 1908; Lewis, 1913; Anonym, 1939; Cooper, 1940; Peterson und Spencer, 1963). Auch *F. tricinctum* (Cda.) Sacc. erwies sich im Infektionsversuch an Nelkenknospen als pathogen (Lewis, 1913). *F. sporotrichioides* kann ebenfalls eine Knospenfäule hervorrufen und ist außerdem als schwacher Fußkrankheitserreger an Nelken bekannt (White, 1928). — Aus den USA wurde von einer Blütenfäule an Chrysanthemen berichtet, die der Nelkenknospenfäule ähnlich sein soll und von *F. tricinctum* (Cda.) Sacc. emend. Sn. et H. f. *poae* (Pk.) Sn. et H. verursacht wurde (Peterson und Spencer, 1963).

An Leguminosen wurden im Zusammenhang mit Wurzelfäulen, Fußkrankheiten und Welkeerscheinungen *Sporotrichiella*-Fusarien wiederholt genannt. Togashi (1928) konnte *F. sporotrichioides* als verhältnismäßig schwachen Welkeerreger an Erbse nachweisen. Inzwischen wurde dieses *Fusarium* auch von anderen Autoren an fuß- und welkekranken Pflanzen gefunden (Poeteren, 1937/38; Anonym, 1941; Sawaryn, 1961), ebenso *F. poae*, dessen Vorkommen aber als saprophytisch angesehen wird (Anonym, 1941). *F. poae* kommt auch an Samen von Sojabohne vor, die durch den Befall geschädigt werden sollen (Pietkiewicz, 1959). Dieser Pilz gilt außerdem als relativ schwacher Erreger einer Wurzelfäule an Luzerne, *Melilotus* sp. (Cormack, 1937) und Rotklee (Ylimäki, 1967). An Wurzeln von *Lotus corniculatus* erwies sich *F. tricinctum* (? sensu Snyder et Hansen) als stark pathogen (Kainski, 1960). Von fußkranken Lupinen wurde neben anderen Fusarien auch *F. sporotrichioides* isoliert (Zgórkiewicz, 1962).

Bei Ölkürbis wurde in Polen *F. sporotrichioides* als stark pathogen an Samen und Keimpflanzen nachgewiesen. Besonders bei verhältnismäßig niedrigen Temperaturen (10–16°C) waren das Auflaufergebnis stark beeinträchtigt und die aufgelaufenen Pflanzen geschädigt. An den Früchten kann derselbe Pilz eine Fäule verursachen (Balul, 1959; Czyżewska und Zarzycka, 1961). Auch *F. tricinctum* (Cda.) Sacc. ist an Kürbisfrüchten pathogen (Lewis, 1913).

Aus Sibirien wurde *F. sporotrichioides* Sherb. f. *schizandrae* Ablakatova (s. S. 5) als Erreger einer Triebwelke an *Schizandra chinensis* genannt; der Pilz soll auch an Sämlingen schädlich sein (Ablakatova, 1959, 1960). Eine Welke können auch *F. poae* bei feuchter Witterung an *Clarkia elegans* (Ruokola, 1960) und das unklare *F. retusum* (s. S. 16) an Tomate verursachen (Wellman, 1943). Im letztgenannten Fall sollen Schäden auftreten wie bei einem Befall durch *F. oxysporum* f. *lycopersici*.

Als Erreger einer Fruchtfäule an Pfirsich, die offenbar von Insektenverletzungen ausging, trat *F. poae* in Italien auf (Goidanich, 1934). In Georgien verursachte derselbe Pilz unter bestimmten Verhältnissen eine Lagerfäule an *Citrus*-Früchten (Tzereteli und Tchaturia, 1939). Im Infektionsversuch bewirkte er eine Fruchtfäule an Pfirsich, Aprikose, Kirsche, Pflaume und Gurke (Carrera,

¹) Die beiden von *Dianthus caryophyllus* stammenden Isolate (Nr. 10456 und 10457) sind ebenfalls von faulenden Knospen von Freilandnelken.

1940). An Apfelfrüchten können *F. sporotrichioides* und *F. tricinctum* (Cda.) Sacc. eine Fäule hervorrufen (Wollenweber und Reinking, 1935), *F. tricinctum* außerdem an Birne (Lewis, 1913). Dieses *Fusarium* tritt gelegentlich auch als Fäuleerreger an Kartoffelknollen auf (McKee, 1952; Anonym, 1957). Von fusariösen Baumwollkapseln wurde neben anderen Fusarien auch *F. sporotrichioides* isoliert (Jaczewski, 1929), desgleichen von Kaffeeblüten, die sich nicht öffneten und steril blieben (Hansford, 1937). Auf Samen von Ginseng (*Panax* sp.) wurde *F. sporotrichioides* var. *minus* nachgewiesen (Bunkina, 1960).

Bei dem Pilz, den Linnasalmi (1952) und Mukula (1957) in Infektionsversuchen prüften, dürfte es sich nicht um *F. chlamydosporum* gehandelt haben, sondern um ein *Gibbosum-Fusarium* (s. S. 47).

II. Material und Methodik

In verschiedenen Vorversuchen wurden zahlreiche Nutzpflanzen, an denen *Sporotrichiella*-Fusarien bereits aufgetreten bzw. als Krankheitserreger nachgewiesen sind, auf ihre Eignung für vergleichende Infektionsversuche überprüft. Hierbei erwiesen sich verschiedene Koniferenarten (vor allem Kiefern), Weizen, Mais, Erbsen, Lupinen, Nelken und Apfelfrüchte als Testobjekte, an denen einmal Vertreter dieser Sektion eindeutig pathogen sind, gleichzeitig aber auch im Verhalten der einzelnen Typen charakteristische Unterschiede bestehen, sei es hinsichtlich der Pathogenität oder des Krankheitsbildes.

Die Pathogenitätsuntersuchungen wurden hauptsächlich in den Jahren 1965 und 1966 durchgeführt, z. T. auch noch 1967. Mit Ausnahme der im Freiland angestellten Infektionsversuche an Weizenähren sowie Maisstengeln und -kolben fanden alle Untersuchungen im Gewächshaus während der Vegetationszeit statt. Nur die Nelkenknospeninokulationen wurden auch in den Wintermonaten vorgenommen. Die Temperaturen im Gewächshaus schwankten meistens in dem Bereich von 15–30° C, die Mittelwerte lagen bei den einzelnen Versuchen zwischen 19,5 und 22,5° C.

Einen größeren Raum nahmen Versuche ein, bei denen das Substrat verseucht wurde. Als Infektionsmaterial diente hauptsächlich ein vom Pilz durchwachsendes Gemisch, bestehend aus 3 Teilen Weißtorf, 1 Teil Sand und 1 Teil Strohhacksel (jeweils Volumen), dem Malzextrakt zugefügt war (3,5 g pro 500-cm³-Weithalskolben). Bei einem Teil der Versuche erfolgte die Verseuchung auch mit Reiskultur (50 cm³ Reis + 60 cm³ H₂O pro 500-cm³-Kolben). Das Infektionsmaterial wurde mit Myzel von jungen Plattenkulturen beimpft, die auf Erdkulturen (s. S. 14) zurückgingen und vor der Verwendung auf ihren Kulturzustand überprüft worden waren. Die Vorkultur betrug ca. 4 Wochen. Bei allen Versuchen fanden 12-cm-Töpfe Verwendung, wobei auf jeweils 2 ein Kolben Infektionsmaterial kam, das der oberen Hälfte des in allen Fällen gedämpften Substrates beigegeben wurde. (Diese massive Verseuchung wurde bewußt gewählt, um eine Vorstellung über die potentiellen Fähigkeiten der Pilze zu bekommen.) Den Kontrollen wurden die nicht beimpften Kulturmedien zugesetzt. Die Auflaufversuche dauerten 4 Wochen und die Versuche mit Kiefern sämlingen solange, bis keine Pflanzen mehr ausfielen. Die Versuche mit den einzelnen Testpflanzen wurden mehrfach wiederholt. An den verwendeten Pflanzenarten sind jeweils 22–32 Stämme von *F. poae* und alle Isolate der übrigen *Sporotrichiella*-Fusarien geprüft worden. Die Wiederholungszahl je Stamm richtete sich bei den einzelnen Versuchen vor allem nach der Zahl der von den verschiedenen Typen verfügbaren Stämme und schwankte meist zwischen 2 (bei *F. poae*) und 8 (bei *F. chlamydosporum*). In manchen Versuchen wurden jedoch auch die stärker vertretenen Fusarien häufiger wiederholt, ebenso solche Stämme, die aus bestimmten Gründen besonders interessierten. — Bei Versuchen mit anderer Infektionsmethodik als der Substratverseuchung ist diese jeweils beschrieben, auch ist die Zahl der geprüften Stämme und der Wiederholungen jeweils angegeben.

Soweit die Versuche nicht durch Auszählen oder Wiegen ausgewertet werden konnten, wurde der Befall bonitiert, und zwar in der Regel nach einem Schema mit 5 Befallsgraden: 0 = kein Befall, 1, 2, 3 = leichter, mittelstarker bzw. starker Befall, 4 = Pflanzen nicht aufgelaufen oder nach dem Auflaufen abgestorben oder umgefallen bzw. befallene Pflanzenteile vollkommen verfault (Nelkenknospen, Maiskolben, infiziertes Internodium bei Maisstengeln) oder ausgebleicht (Weizenähren). Wo eine feinere Abstufung notwendig war, wurden noch Zwischenstufen gebildet. Bei der Bonitierung der Auflaufversuche bzw. der Ähreninfektionen wurde der ganze Topf bzw. die ganze Parzelle bewertet, bei den übrigen Versuchen jede Pflanze einzeln. Zur Umrechnung der Bonitierungsergebnisse in die Krankheitsindizes ($K\%$) diente folgende Formel:

$$K (\%) = \frac{\text{Summe} \left[\frac{\text{Anzahl der Töpfe, Knospen,} \times \text{Befallsgrad}}{\text{Kolben etc. je Befallsgrad}} \right]}{\text{Gesamtzahl der Töpfe, Knospen, Kolben etc.} \times 4} \times 100$$

Die Ergebnisse der Versuche mit den einzelnen Pflanzenarten sind zusammengefaßt, nur die der Freilandversuche mit Mais und Weizen sowie der Koniferen-Triebinokulationen werden einzeln wiedergegeben, da entweder zwischen den Versuchen beachtliche Unterschiede bestanden oder aus anderen Gründen (Fehlen von Wiederholungen oder Versuchsgliedern usw.) eine Zusammenfassung nicht möglich war. Die statistische Beurteilung der Ergebnisse, bei der die Stämme eines Typs als Wiederholungen behandelt wurden, erfolgte mit der Varianzanalyse und dem multiplen t-Test (M u d r a, 1958). Sofern inhomogene Einzelvarianzen vorlagen, was nicht selten der Fall war, wurde der t-Test angewandt und dieser einer Korrektur unterzogen (C o c h r a n und C o x, 1950). Mittelwerte mit statistisch gesicherten Differenzen zur Bezugsgröße werden wie üblich mit * ($P = 5-1\%$), ** ($P = 1-0,1\%$) und *** ($P < 0,1\%$) gekennzeichnet.

Die Pilze wurden in allen Versuchen im Zustand des „Myzeltyps“ (s. S. 14) geprüft, der somit allen Ergebnissen zugrunde liegt. Wo Angaben sich auf Kulturvarianten beziehen, ist dies jeweils vermerkt. Neben den 5 *Sporotrichiella*-Fusarien wurden in verschiedene Versuche auch Stämme von *F. arthrosporioides* (8994, 10 402), *F. equiseti* (10 381, 10 382), *F. moniliforme* var. *anthophilum* (10 296), *F. sarcochrom* (10 401) und *F. semitectum* (10 346) einbezogen, da sie als *Sporotrichiella*-Fusarien übernommen worden sind bzw. diese Pilze der Sektion *Sporotrichiella* nahestehen. In einigen Fällen wurden außerdem für Vergleichszwecke noch Fusarien hinzugenommen, deren Pathogenität an den betreffenden Pflanzenarten bekannt ist.

III. Ergebnisse

1. Infektionsversuche an Koniferensämlingen

a) Junge Sämlinge

In insgesamt 5 Versuchen wurde das Verhalten der *Sporotrichiella*-Fusarien geprüft, und zwar hauptsächlich an *Pinus sylvestris*, in kleinerem Umfang auch an *Pinus nigra* und *Picea abies*. Zur Anzucht der Versuchspflanzen diente Einheitserde; das Saatgut wurde mit TMTD oder TMTD + Benquinox trocken gebeizt. Nachdem die den Kotyledonen folgenden Nadeln eine Länge von 3–7 mm erreicht hatten (was ungefähr 4 Wochen nach der Aussaat der Fall war), wurden die Sämlinge in das unmittelbar zuvor verseuchte, aus 2 Teilen Kompost, 1 Teil Sand und 1 Teil Torfmull bestehende Substrat gepflanzt (10 Sämlinge/Topf), dessen pH (KCl) zwischen 5,6 und 6,6 schwankte. Als Infektionsmaterial diente Torf-Häcksel-Sand-Gemisch, für Vergleichszwecke auch Reiskultur oder Sporensuspension. Die Versuche konnten nach 2–3 Wochen abgebrochen werden, da nach dieser Zeit keine neuen Ausfälle mehr eintraten.

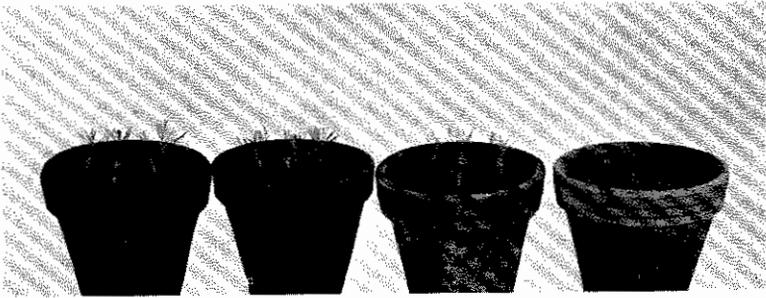


Abb. 16. Pathogenität von *Sporotrichiella*-Fusarien an 4 Wochen alten Sämlingen von *Pinus sylvestris*.

Von links: *F. poae*, *F. chlamydosporum*, *F. tricinctum*, *F. sporotrichioides*

In allen Versuchen zeigten die 5 *Sporotrichiella*-Fusarien ein charakteristisches Verhalten (Tab. 12; Abb. 16). Bei *Pinus sylvestris* verursachte *F. sporotrichioides* starken Umfall, der schon nach 2—4 Tagen einsetzte und rasch fast alle Sämlinge erfaßte. *F. sporotrichioides* var. *minus* war nur wenig schwächer pathogen. *F. tricinctum* führte dagegen nur zu leichten bis mittleren Schäden. Bei hoher Luftfeuchtigkeit entwickelten diese Pilze auf den abgestorbenen Sämlingen üppig Myzel und die sporodochialen Vertreter auch reichlich Sporenlager. *F. poae* und *F. chlamydosporum* verursachten praktisch keine Ausfälle; die Differenzen zur Kontrolle sind statistisch nicht gesichert. Kulturvarianten von *F. sporotrichioides* und *F. tricinctum* erwiesen sich als apathogen. — Reiskultur als Infektionsmaterial beschleunigte und verstärkte bei *F. sporotrichioides* und *F. sporotrichioides* var. *minus* noch den Umfall (meist 100%), bei den anderen Typen jedoch nicht. Sporensuspension brachte in der Tendenz ähnliche Resultate wie Torf-Häcksel-Sand-Gemisch, sie waren aber uneinheitlicher. — Bei *Pinus nigra* und *Picea abies* war die Pathogenität ähnlich abgestuft wie bei *Pinus sylvestris*.

Tabelle 12

Ergebnisse der Infektionsversuche an etwa 4 Wochen alten Sämlingen von *Pinus sylvestris* (Infektionsmaterial: Torf-Häcksel-Sand-Gemisch)

	Geprüfte Stämme n	Versuchs- pflanzen n	Durchschn. Umfall %	GD 1 % zu	
				a) %	b) %
a) <i>F. sporotrichioides</i>	26	1250	87***		
b) <i>F. sporotrichioides</i> var. <i>minus</i>	5	500	79***	5	
c) <i>F. tricinctum</i>	10	800	26***	3	5
d) <i>F. chlamydosporum</i>	2	400	7		
e) <i>F. poae</i>	32	1500	6		
f) Kontrolle		300	5		

Bei den gekennzeichneten Mittelwerten bestehen gesicherte Differenzen sowohl zur Kontrolle als auch zu den Taxa, die sich von der Kontrolle statistisch nicht unterscheiden (d und e).

Von den mitgeprüften Fusarien anderer Sektionen (s. S. 57) bewirkten *F. equiseti* und *F. arthrosporioides* ebensolche Verluste wie *F. sporotrichioides*, *F. semi-*

tectum dagegen keine Schäden. Die Ergebnisse stimmen, was *F. sporotrichioides* anbetrifft, mit den Angaben in der Literatur (s. S. 53) gut überein, die von T i n t (1945) und Z h u r a v l e v (1952) angegebene starke Pathogenität von *F. poae* konnte aber nicht bestätigt werden. Da T i n t Auflaufversuche durchführte bzw. mit noch jüngeren Sämlingen arbeitete, besteht die Möglichkeit, daß dieser Pilz an Samen, Keimpflanzen oder ganz jungen Sämlingen Schäden verursacht, aber nicht mehr an etwas älteren. Andererseits ist aber auch eine Verwechslung mit *F. sporotrichioides* oder dessen Varietät nicht ausgeschlossen.

b) Ältere Sämlinge

Für diese Versuche (insgesamt 4) wurden ca. 20 Wochen alte und 8–15 cm hohe Pflanzen von *Pinus sylvestris* verwendet, die wie unter a) beschrieben herangezogen worden waren. Auch das Pflanzsubstrat war das gleiche. Als Infektionsmaterial diente Reiskultur.

Bei *F. sporotrichioides* und *F. sporotrichioides* var. *minus* kam es schon nach 10 Tagen zum Welken und Vertrocknen der jüngeren Nadeln. Später vertrockneten auch ältere und schließlich die ganze Pflanze. Beide Typen verursachten im Durchschnitt einen Ausfall von 97 ‰. Bei den übrigen *Sporotrichiella*-Fusarien kam es zu keinen Verlusten (Abb. 17).



Abb. 17 Pathogenität von *Sporotrichiella*-Fusarien an 20 Wochen alten Sämlingen von *Pinus sylvestris*.

Von links: *F. poae*, *F. tricinctum*, *F. sporotrichioides* var. *minus*, *F. sporotrichioides*

2. Infektionsversuche an Koniferentrieben

Anlaß, die Pathogenität der *Sporotrichiella*-Fusarien auch an Koniferentrieben zu prüfen, gab die Isolierung des Stammes 8145 von *F. sporotrichioides* (s. Tab. 1) aus Rindenläsionen eines abgestorbenen Kiefernzweiges. Die Versuche wurden in 3 aufeinanderfolgenden Jahren an 2- bis 5jährigen, in Töpfen herangezogenen Pflanzen angestellt, und zwar hauptsächlich an *Pinus sylvestris*, in kleinerem Umfang auch an *Pinus nigra* und *Larix leptolepis*. Zur Inokulation, die in der Zeit von Anfang Juni bis Anfang Juli stattfand, wurde an 1- oder 2jährigen, seltener älteren Trieben (meist Mitteltriebe) ein Rindenlappen gelöst und ein ca. 4 × 4 mm großes Myzelstück von junger Plattenkultur zwischen Rinde und Holz gebracht. Um das Austrocknen der Schnittstellen zu verhindern, wurden diese mit feuchter Watte und Isolierband umwickelt und die Verbände täglich angefeuchtet; außerdem wurde eine hohe Luftfeuchtigkeit angestrebt. Im Verlauf der Versuche

konnten die meisten Stämme von *P. poae* und alle der anderen *Sporotrichiella*-Fusarien geprüft werden, vielfach in allen 3 Jahren. Je Stamm und Versuch wurden jeweils 3 Pflanzen an mindestens einem Trieb inokuliert.

An *Pinus sylvestris* waren alle Stämme von *F. sporotrichioides* und *F. sporotrichioides* var. *minus* eindeutig pathogen, die der Varietät allerdings etwas schwächer als die der Grundart (Tab. 13; Abb. 18); die zu beobachtenden Stammunterschiede erstreckten sich nur auf das Schadensmaß. Schon 7 Tage nach der Inokulation verfärbten sich — meist von der Spitze der Jungtriebe ausgehend — über der Inokulationsstelle die Nadeln und vertrockneten, oder es zeigten junge Triebe Welkesymptome. Später starben einzelne Triebe ganz ab (Teilschaden), häufig aber auch alle Pflanzenteile über der Inokulationsstelle (Totalschaden). An dieser selbst war die Rinde auf dem ganzen Umfang oder einem mehr oder weniger großen Teil davon zerstört und das Holz bräunlich verfärbt und glasig. Dieser Bereich erstreckte sich auch auf einige cm ober- und unterhalb der Inokulationsstelle. Bei entsprechender Luftfeuchtigkeit entwickelten sich auf der abgestorbenen Rinde üppige Myzelrasen, bei der Grundart auch Sporenlager. Das Schadensmaß war abhängig von der Lage der Inokulationsstelle, und zwar traten die stärksten Schäden dann auf, wenn diese im einjährigen Holz lag. Inokulationen in älteres Holz wirkten sich deutlich geringer aus. Außerdem waren kräftigere Pflanzen widerstandsfähiger als schwächere. Hohe Temperaturen und Luftfeuchtigkeit erwiesen sich als günstig für Infektion und Krankheitsverlauf; die unterschiedlichen Ergebnisse der einzelnen Versuche (Tab. 13) sind auf Unterschiede in der Temperatur und Luftfeuchtigkeit zurückzuführen.

Tabelle 13

Ergebnisse der Infektionsversuche an Trieben von *Pinus sylvestris* (Inokulationen im einjährigen Holz)

	Geprüfte Stämme	Inokul. Pflanzen	Pflanzen ohne Trieb- schäden %	Pflanzen mit Teil- schaden %	Pflanzen mit Total- schaden %
	n	n			
			1965		
<i>F. sporotrichioides</i>	22	66	0	30	70
<i>F. sporotrichioides</i> var. <i>minus</i>	5	15	0	33	67
			1966		
<i>F. sporotrichioides</i>	26	78	30	47	23
<i>F. sporotrichioides</i> var. <i>minus</i>	5	15	60	40	0
			1967		
<i>F. sporotrichioides</i>	15	45	0	58	42
<i>F. sporotrichioides</i> var. <i>minus</i>	5	15	7	73	20
			1965—1967		
<i>F. sporotrichioides</i>		189	12	44	44
<i>F. sporotrichioides</i> var. <i>minus</i>		45	22	49	29

P. poae, *F. tricinatum*, *F. chlamydosporum* und Kulturvarianten von *F. sporotrichioides* verursachten an Zweigen von *Pinus sylvestris* — abgesehen von einer begrenzten Rindenfäule, die rasch wieder verheilte — keine Schäden (Abb. 18). Dasselbe gilt auch für die mitgeprüften Stämme (s. S. 57) von *F. arthrosporioides*, *F. sarcocroum*, *F. moniliforme* var. *anthophilum* und *F. semitectum*. *F. equiseti* bewirkte dagegen ähnliche Schäden wie *F. sporotrichioides*.

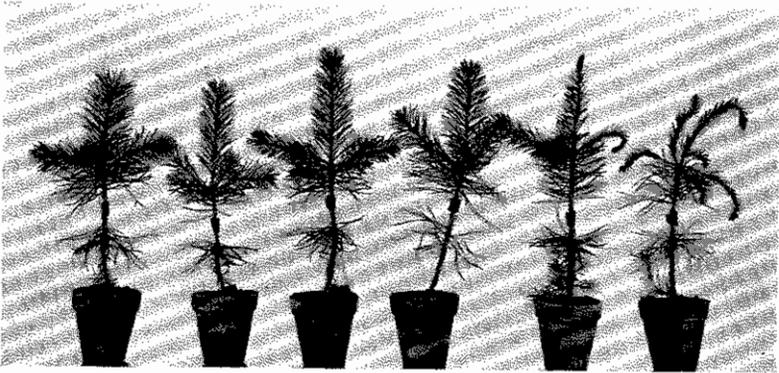


Abb. 18. Pathogenität der *Sporotrichiella*-Fusarien an Trieben von *Pinus sylvestris*. Von links: Kontrolle, *F. poae*, *F. chlamydosporum*, *F. tricinatum*, *F. sporotrichioides* var. *minus*, *F. sporotrichioides*

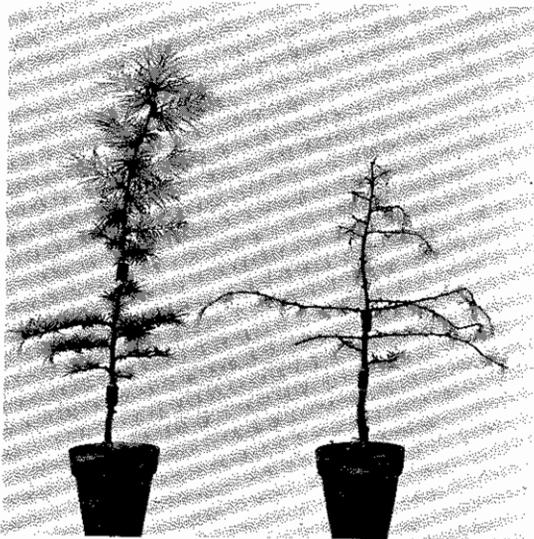


Abb. 19. Pathogenität von *F. sporotrichioides* an *Larix leptolepis* (links *F. poae*).

Infektionsversuche an Lärchen brachten ähnliche Ergebnisse. Als pathogen erwiesen sich auch hier *F. sporotrichioides* (Abb. 19) und — nur wenig schwächer — *F. sporotrichioides* var. *minus*. Die Pflanzen reagierten bei günstigen Infektions-

bedingungen noch rascher und empfindlicher (Welken der Jungtriebe, Vertrocknen und Abfallen der Nadeln, Absterben der Zweige) als *Pinus sylvestris*; in allen Fällen kam es zum Totalschaden. Bei ungünstigeren Bedingungen verursachten hingegen beide Typen nur Teilschäden, oder es traten gar keine Symptome auf. *F. poae* und *F. chlamydosporum* waren auch an Lärchen apathogen. Ebenso verhielten sich die meisten Stämme von *F. tricinctum*, 2 dagegen riefen fast gleichstarke Absterbeerscheinungen hervor wie *F. sporotrichioides*.

Bei *Pinus nigra* wirkten sich Zweiginfektionen nur verhältnismäßig schwach aus. *F. sporotrichioides* und *F. sporotrichioides* var. *minus* verursachten nur leichte bis mittelstarke, alle übrigen *Sporotrichiella*-Fusarien keine Schäden. An *Pinus strobus*, *Picea abies*, *Abies alba* und *Taxus baccata* rief *F. sporotrichioides* in entsprechenden Versuchen von Gerlach (1959–1961) ähnliche Krankheitserscheinungen hervor, wie sie hier für *Pinus sylvestris* und *Larix leptolepis* beschrieben worden sind.

3. Auflaufversuche mit Weizen

Die pathogenen Fähigkeiten der *Sporotrichiella*-Fusarien an Halmbasis und Wurzeln wurden in insgesamt 5 Versuchen an Sommerweizen („Heines Peko“) geprüft. Als Substrat diente hauptsächlich Sand, vergleichsweise auch ein Kompost-Sand-Gemisch (2 : 1). Zur Verseuchung wurde in der Regel grob (mit der Hand) zerkleinerte Reiskultur der oberen Hälfte des Topfinhaltes, in einige Fällen

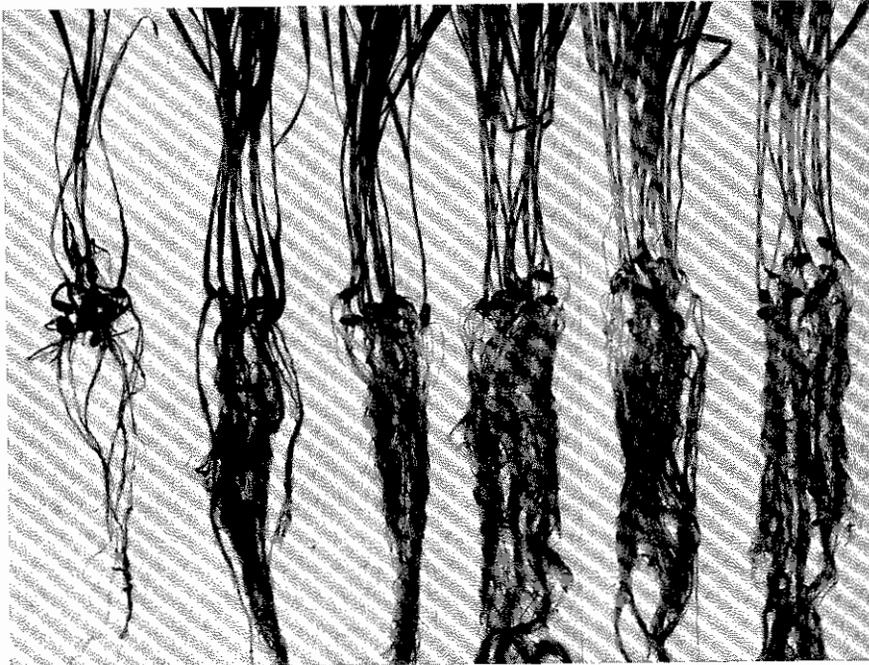


Abb. 20. Pathogenität der *Sporotrichiella*-Fusarien an Weizen.
Von links: *F. tricinctum*, *F. sporotrichioides*, *F. sporotrichioides* var. *minus*,
F. chlamydosporum, *F. poae*, Kontrolle (Infektionsmaterial: grob zerkleinerte Reiskultur)

auch fein (mit dem Mixer) zerkleinerte Reis- oder Plattenkultur (3 Platten je Topf) dem gesamten Substrat beigemischt; in einem Versuch fand zusätzlich noch Torf-Häcksel-Sand-Gemisch Verwendung. Der pH-Wert (KCl) betrug bei der Kombination Sand + Reis- bzw. Plattenkultur 7,8–8, bei Sand + Torf-Häcksel-Sand-Gemisch 7,6–7,7 und bei Kompost-Sand + Torf-Häcksel-Sand-Gemisch 7,1–7,2. Das mit „Ceresan Naßbeize“ behandelte (0,1 ‰, 30 min.) und anschließend wieder gut ausgewaschene Saatgut wurde ca. 3 cm tief eingebracht (12 Körner je Topf).

Der beste Infektionserfolg wurde mit Sand + grob zerkleinerter Reiskultur erzielt; diese Methode fand auch im allgemeinen Verwendung (Tab. 14; Abb. 20). *F. tricinctum* vernichtete hier schon vor dem Auflaufen durchschnittlich über die Hälfte der Keimpflanzen. Die Variation war jedoch beträchtlich, sowohl zwischen den Stämmen als auch zwischen den einzelnen Versuchen (von 0–100 ‰ Auflauf). Die aufgelaufenen Pflanzen waren häufig deutlich geschwächt und gingen mitunter auch ein. Bei allen anderen *Sporotrichiella*-Fusarien war das Auflaufergebnis nicht beeinträchtigt, auch bestanden bis zum Abschluß der Versuche in der oberirdischen Entwicklung nur geringe Unterschiede zwischen ihnen. Die ausgewaschenen Pflanzen wurden getrennt nach Schäden an der Halmbasis und den Wurzeln bonitiert, da sich an diesen Pflanzenteilen die einzelnen Typen in der Pathogenität eindeutig unterschieden. An der Halmbasis verursachten nur *F. tricinctum* und *F. sporotrichioides* deutliche Schäden (Abb. 20). Der Krankheitsindex bei *F. sporotrichioides* ist aber trotz der häufig recht starken Basalfäule (Halmgrund praktisch vollständig dunkelbraun – schwarz verfärbt) relativ niedrig, da hier – im Gegensatz zu *F. tricinctum* – keine Pflanzen ausfielen. Bei *F. sporotrichioides* var. *minus* traten nur vereinzelt unbedeutende Verfärbungen auf, und bei *F. chlamydosporum* und *F. poae* war die Halmbasis in allen Fällen völlig frei von Symptomen. An den Wurzeln, die allgemein mehr in Mitleidenschaft gezogen wurden als der Halmgrund, bewirkten *F. tricinctum* und *F. sporotrichioides* meist eine starke Fäule mit braunen bis schwarzen Verfärbungen, allerdings fast ausschließlich in dem Bereich, in dem sich das Infektionsmaterial befand (Abb. 20). Bei *F. sporotrichioides* var. *minus* war der Schaden relativ gering und bei *F. chlamydosporum* noch schwächer; in beiden Fällen kam es kaum zu Verfärbungen, vielmehr war das Wurzelvolumen durch Abfaulen der feineren Wurzeln vermindert. *F. poae* kann auch an den Wurzeln als apathogen bezeichnet werden; die nur ganz vereinzelt in Erscheinung getretene und nicht an bestimmte Stämme gebundene Wurzelfäule war unbedeutend. – Die Stammunterschiede waren bei den stärker pathogenen Arten – *F. tricinctum* und *F. sporotrichioides* – zwar beträchtlich, doch kamen keine apathogenen Stämme vor. Kulturvarianten verursachten jedoch keine Schäden. Bei *F. sporotrichioides* var. *minus* und *F. chlamydosporum* verhielten sich die Stämme einheitlich.

Die Anwendung anderer Kultur- oder Infektionsbedingungen ergab ein anderes Schadbild bzw. einen geringeren Infektionserfolg. Bei der Kombination Sand + fein zerkleinerter Reis- oder Plattenkultur traten – ähnlich abgestuft wie oben – nur Symptome an den Wurzeln auf, und zwar war lediglich die Wurzelmasse mehr oder weniger stark reduziert; deutliche Verfärbungen fehlten (Abb. 21). Bei der Verwendung des Torf-Häcksel-Sand-Gemisches als Infektionsmaterial bzw. Kompost + Sand als Substrat kam es selbst bei den pathogenen Typen nur zu leichten oder gar keinen Schäden.

Tab. 14. Ergebnisse der Auflaufversuche mit Weizen
(Infektionsmaterial: grob zerkleinerte Reiskultur)

	Geprüfte Stämme n	Töpfe (je 12 Körner) n	Aufgelauf. Pflanzen Mittel ¹⁾ o/o	Krankheitsindizes (in o/o)			
				Halmbasis Mittel ²⁾	GD 1 o/o zu a)	Wurzeln Mittel ³⁾	GD 1 o/o zu a) b) c)
a) <i>F. tricinctum</i>	10	90	43,0***	73,5***		76,3***	
b) <i>F. sporotrichioides</i>	26	150	96,7	37,8***	4,0	63,5***	4,7
c) <i>F. sporotrichioides</i> var. <i>minus</i>	5	40	97,5	3,1		31,3***	7,5 2,0
d) <i>F. chlamydosporum</i>	2	40	97,5	0		12,5***	9,1 3,2 4,7
e) <i>F. poae</i>	30	132	98,4	0		4,5	
f) Kontrolle (<i>F. culmorum</i>)	(1)	26 (20)	97,1 (3,1)	0 (100)		0 (100)	

Bei den gekennzeichneten Mittelwerten bestehen gesicherte Differenzen:

1) sowohl zur Kontrolle als auch zu den Taxa, die sich von der Kontrolle statistisch nicht unterscheiden (b-e).

2) zu *F. sporotrichioides* var. *minus*.

3) zu *F. poae*.

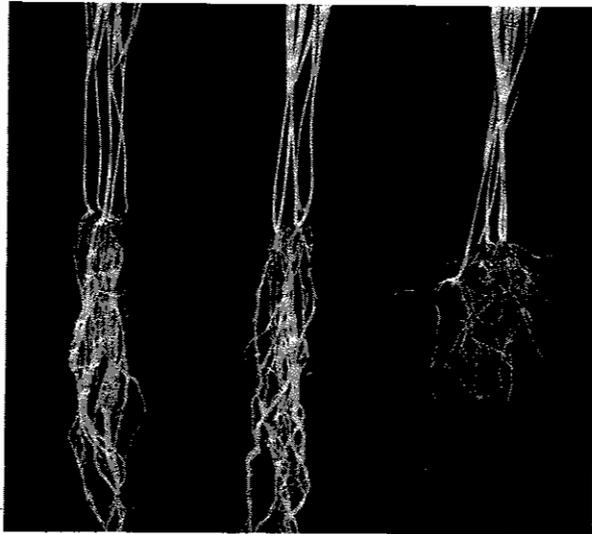


Abb. 21. Durch *F. sporotrichioides* verursachte Wurzelfäule an Weizen; links Kontrolle, Mitte *F. poae* (Infektionsmaterial: fein zerkleinerte Reiskultur).

Die vergleichsweise mitgeprüften Fusarien anderer Sektionen (s. S. 57) zeigten folgendes Verhalten: *F. culmorum* war deutlich (s. Tab. 14), *F. arthrosporioides* nur wenig stärker pathogen als *F. tricinctum*, und *F. equiseti* verhielt sich etwa wie *F. sporotrichioides*; *F. semitectum* verursachte dagegen keinerlei Schäden. Nach diesen Ergebnissen zu schließen, handelt es sich bei den beiden genannten *Sporotrichiella*-Fusarien um etwa mittelstarke Fußkrankheitserreger. Die übrigen dürften kaum Bedeutung haben, am wenigsten *F. poae*. Diese Befunde stimmen im wesentlichen mit den Ansichten anderer Autoren überein (vgl. S. 53), nur zu der Angabe von Bennett (1935), daß *F. tricinctum* apathogen sei, stehen sie in deutlichem Gegensatz. Dafür können jedoch andere Versuchsbedingungen oder die Verwendung von Kulturvarianten verantwortlich sein.

4. Auflaufversuche mit Erbse

Für die insgesamt 4 Versuche wurde die Schalerbse (*Pisum sativum*), Sorte ‚Kleine Rheinländerin‘, verwendet. Als Substrat diente Kompost + Sand (2 : 1), als Infektionsmaterial Torf-Häcksel-Sand-Gemisch. Der pH-Wert (KCl) des verseuchten Substrates betrug 6,8–7,2. Vergleichsweise erfolgte auch die Verseuchung unmittelbar nach dem Auflaufen mit Sporensuspension. Das Saatgut wurde mit „Ceresan“ naß gebeizt (0,1 ‰, 15 min.) und anschließend gut ausgewaschen. Die Saattiefe betrug ca. 4 cm und die Samenzahl je Topf 10.

In allen Versuchen mit Torf-Häcksel-Sand-Gemisch als Infektionsmaterial zeigten die einzelnen *Sporotrichiella*-Fusarien ein charakteristisches Verhalten (Tab. 15; Abb. 22). *F. sporotrichioides* zerstörte durchschnittlich etwa $\frac{2}{3}$ der keimenden Samen bzw. der Keimpflanzen. Auch *F. sporotrichioides* var. *minus* verminderte den Auflauf beträchtlich. Die nicht zerstörten Pflanzen liefen bei beiden Typen sehr verzögert auf und waren auch deutlich schwächer. Zu weiteren

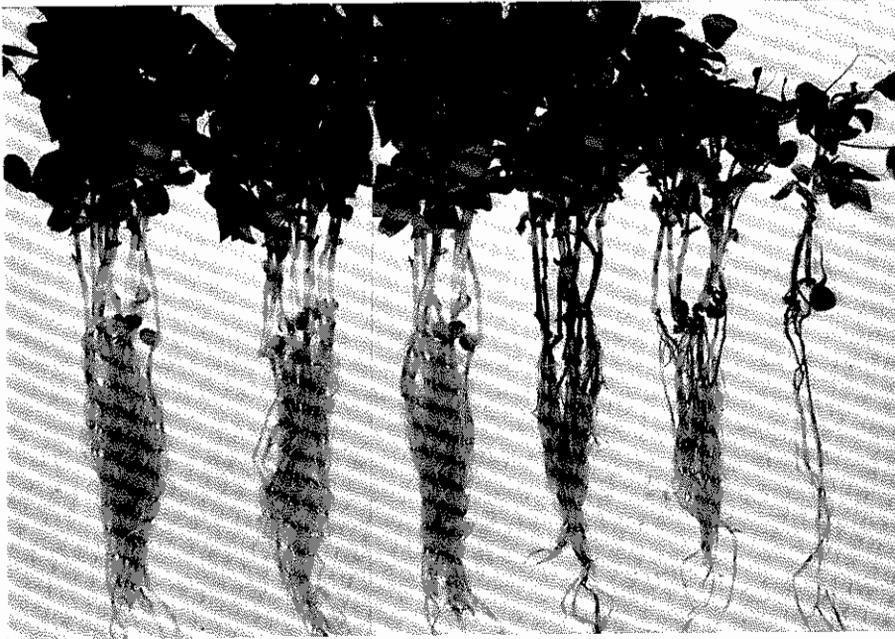


Abb. 22. Pathogenität der *Sporotrichiella*-Fusarien an Erbse.
 Von links: Kontrolle, *F. poae*, *F. tricinctum*, *F. chlamydosporum*, *F. sporotrichioides* var.
minus, *F. sporotrichioides*

Ausfällen kam es jedoch bis zum Schluß der Versuche nicht mehr. Von *F. tricinctum* wurde das Auflaufergebnis nur leicht beeinträchtigt, von *F. poae* und *F. chlamydosporum* überhaupt nicht. An Triebbasis und Wurzeln verursachte *F. sporotrichioides* schwere Schäden, vor allem im verseuchten Substratbereich; hier waren oft alle Pflanzenteile stark vermorscht. *F. sporotrichioides* var. *minus* war deutlich schwächer pathogen und rief an der Basis nur leichte Verfärbungen und an den Wurzeln nur eine mittelstarke Fäulnis hervor. Starke Fußkrankheitssymptome verursachte *F. chlamydosporum*. Die Schäden waren hier — ohne Berücksichtigung der Auflaufverluste — im Durchschnitt größer als bei *F. sporotrichioides*. Auch bei *F. chlamydosporum* blieben die Pflanzen schwächer als bei der Kontrolle. Bei *F. tricinctum* kam es nur ganz vereinzelt zu einer unbedeutenden Wurzelfäule. *F. poae* erwies sich als völlig apathogen. — Die Stämme der einzelnen Typen zeigten in ihrem Verhalten an Erbse eine gute Übereinstimmung, nur die Auflaufverluste bei *F. sporotrichioides* schwankten etwas stärker. Kulturvarianten von *F. sporotrichioides* und *F. tricinctum* verursachten keine Schäden. — Bei der Verwendung von Sporensuspension als Infektionsmaterial kam es nur zu schwachen Symptomen, die außerdem sehr uneinheitlich waren.

Von den mitgeprüften Fusarien anderer Sektionen (s. S. 57) rief *F. equiseti* ähnliche Symptome und Schäden hervor wie *F. sporotrichioides*; *F. arthrosporioides* (Stamm 8994) war etwas schwächer pathogen. Im Gegensatz zum letztgenannten Befund stellte T o g a s h i (1928) bei *F. arthrosporioides* eine wesentlich stärkere Virulenz fest als bei *F. sporotrichioides*. *F. semitectum* verursachte in keinem Versuch irgendwelche Schäden.

Tab. 15. Ergebnisse der Auflaufversuche mit Erbse
(Infektionsmaterial: Torf-Häcksel-Sand-Gemisch)

	Geprüfte Stämme n	Töpfe (je 10 Samen) n	Aufgelaufene Pflanzen GD I %/o zu		Krankheitsindizes (in %/o) GD I %/o
			Mittel ¹⁾ %/o	a) c)	
a) <i>F. sporotrichioides</i>	26	160	36,7***		82,2***
b) <i>F. chlamydosporum</i>	2	36	93,6		68,4***
c) <i>F. sporotrichioides</i> var. <i>minus</i>	5	42	69,3***	10,0	51,4***
d) <i>F. tricinatum</i>	10	85	88,0***	5,5 3,6	10,8
e) <i>F. poae</i>	27	160	94,1		0
f) Kontrolle		24	95,0		0

Bei den gekennzeichneten Mittelwerten bestehen gesicherte Differenzen:

- 1) sowohl zur Kontrolle als auch zu den Taxa, die sich von der Kontrolle statistisch nicht unterscheiden (b und e).
2) zu *F. tricinatum*.

5. Auflaufversuche mit Lupine

Für die insgesamt 4 Versuche wurde *Lupinus angustifolius* (keine Sortenangabe) verwendet. Als Substrat diente Sand, als Infektionsmaterial Torf-Häcksel-Sand-Gemisch. Der pH-Wert (KCl) des verseuchten Substrates schwankte zwischen 7,4 und 7,9. Das Saatgut wurde wie bei Erbse angegeben behandelt und ca. 3 cm tief ausgelegt (10 Samen/Topf).

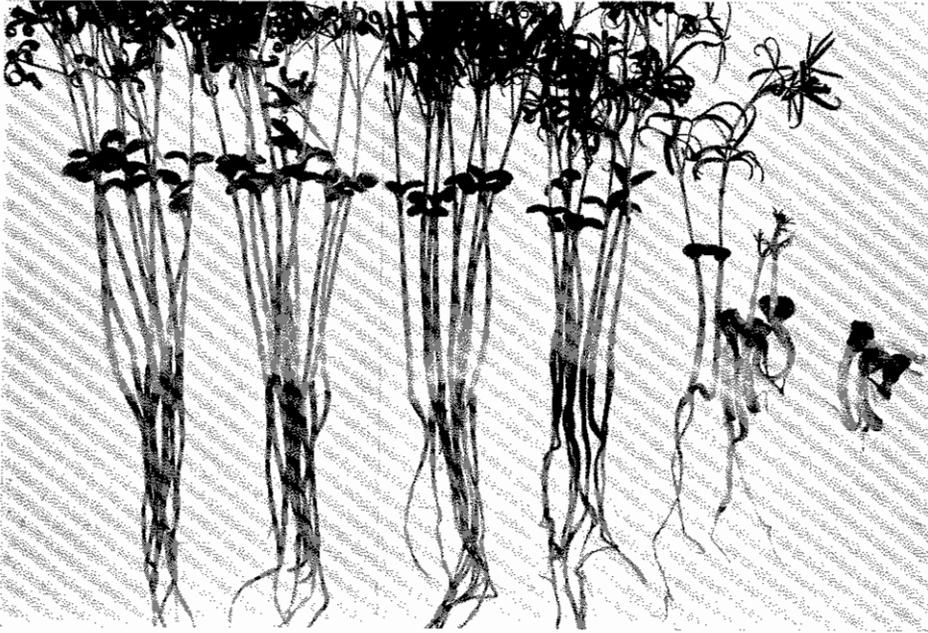


Abb. 23. Pathogenität der *Sporotrichiella*-Fusarien an Lupine.
 Von links: Kontrolle, *F. poae*, *F. chlamydosporum*, *F. tricinctum*, *F. sporotrichioides* var. *minus*, *F. sporotrichioides*

Wie an Erbse verursachten *Sporotrichiella*-Fusarien auch an Lupine Auflaufverluste und Basalfäule, die einzelnen Typen zeigten aber hinsichtlich Pathogenität und Symptome z. T. ein anderes Verhalten (Tab. 16; Abb. 23). *F. sporotrichioides* und *F. sporotrichioides* var. *minus* führten zu noch höheren Auflaufverlusten als bei Erbse. Die befallenen Keimpflanzen wurden jedoch nur selten rasch zerstört, sondern wuchsen meist noch unterirdisch weiter, aber mit gestörter geotropischer Reaktion und daher unorientiert. Sie waren oft eigenartig verbogen (Abb. 23). Zunächst wiesen sie nur streifenförmige, aufgeraute, kaum verfärbte Läsionen auf, von denen dann später eine Weichfäule ausging, welche die in der Erde steckengebliebenen Pflanzen zerstörte. Weniger geschädigte Keimpflanzen liefen stark verzögert auf, waren aber meist deutlich geschwächt, entwickelten sich oft nicht weiter und starben ab. Besonders bei *F. sporotrichioides* waren beim Abschluß der Versuche nur noch wenige Pflanzen vorhanden. Auch bei *F. sporotrichioides* var. *minus* starb etwa die Hälfte der aufgelaufenen Pflanzen ab. Bei *F. tricinctum* entstanden nur verhältnismäßig geringe Auflaufverluste. Hier kam

Tab. 16. Ergebnisse der Auflaufversuche mit Lupine

	Geprüfte Stämme n	Töpfe (je 10 Samen) n	Aufgelaufene Pflanzen GD I % zu		Pflanzen bei Versuchsende Mittel %/o	Krankheitsindizes (in %) GD I % zu	
			a)	b)		a)	b)
a) <i>F. sporotrichioides</i>	26	130	17,3***		9,6	90,6***	5,2
b) <i>F. sporotrichioides</i> var. <i>minus</i>	5	40	43,6***	4,4	21,4	70,4***	7,1
c) <i>F. tricinatum</i>	10	100	74,7***	3,0	36,0	54,8***	12,2
d) <i>F. poae</i>	22	105	83,1		81,6	7,4	
e) <i>F. chlamydosporum</i>	2	35	87,8		87,1	4,6	
f) Kontrolle		24	85,1		84,1	8,4	

1) Bei den gekennzeichneten Mittelwerten bestehen gesicherte Differenzen sowohl zur Kontrolle als auch zu den Taxa, die sich von der Kontrolle statistisch nicht unterscheiden (d und e).

es jedoch von Anfang an zu Ausfällen durch Befall der Keimblätter. Diese wurden einschließlich des jungen Sprosses mitunter schon vor der Entfaltung zerstört. Bei älteren Stadien führte auch ein von den Kotyledonen ausgehender Stengelbefall zum Absterben der Pflanzen, die über der Ansatzstelle der Keimblätter abknickten. Der größte Schaden entstand jedoch durch eine Basalfäule, die durch eine intensive Verbräunung und Vermorschung des Stengelgrundes gekennzeichnet war und rasch zum Umfall führte (Abb. 23). Die Variation zwischen den Stämmen, aber auch innerhalb der einzelnen Isolate war beträchtlich (10–100 % Umfall). Abgesehen von einem leichten Kotyledonenbefall kamen die von *F. tricinatum* verursachten Symptome bei *F. sporotrichioides* und *F. sporotrichioides* var. *minus* vor. *F. poae* und *F. chlamydosporum* waren sowohl hinsichtlich der Auflaufergebnisse als auch der Krankheitsindizes von der Kontrolle statistisch nicht zu unterscheiden, auch bestanden in der Entwicklung der Pflanzen keine Unterschiede. Kulturvarianten von *F. sporotrichioides* und *F. tricinatum* riefen keine Schäden hervor.

Von den mitgeprüften Fusarien anderer Sektionen (s. S. 57) verursachte *F. equiseti* ähnliche Symptome und Verluste wie *F. sporotrichioides*, *F. arthrosporioides* (Stamm 8994) dagegen Schadbilder wie *F. tricinatum*, aber wesentlich größere Ausfälle (K = 100 %). *F. semitectum* rief in keinem Fall Schäden hervor.

6. Infektionsversuche an Weizenähren

Für die Vorversuche im 1. Versuchsjahr (1965) fand Sommerweizen („Heines Peko“) Verwendung. Als Infektionsmaterial dienten Konidien, die von ca. 3 Wochen alten, in Kolleschalen herangezogenen Kulturen auf Bierwürzeagar

stammten. Die Schalen wurden mit je 200 ml Wasser abgespült. Mit den so gewonnenen Aufschwemmungen wurden die Ähren einer jeweils 1 m² großen Parzelle zur Zeit der Blüte im Abstand von 5 Tagen zweimal fein und gleichmäßig besprüht. Im 2. Versuchsjahr erfolgte eine exakte Prüfung (Dreisatzgitter) an Winterweizen ('Breustedts Werla'). Die Sporensuspensionen wurden diesmal von 3–4 Wochen alten Kulturen auf Strohhäcksel mit Malzextraktzusatz (15 g Häcksel + 50 ml 8 %igen Malzextrakt) gewonnen. Obwohl bei der Herstellung der Aufschwemmungen je nach der Sporulation 1–3 AnzuchtKolben genommen wurden, schwankte die Dichte zwischen 1,5 und 25 Mill. Konidien/cm³, was jedoch bei Konzentrationen in dieser Größenordnung keine Bedeutung haben dürfte (vgl. auch B o c k m a n n, 1962). Die Behandlung erfolgte sonst wie 1965, wegen zu trockener Witterung jedoch zu einem etwas späteren Zeitpunkt. Der Befall wurde 4 Wochen nach dem Besprühen der Ähren in Anlehnung an das von B o c k m a n n (1963) für *F. culmorum* verwendete Schema bonitiert. Zur abschließenden Beurteilung der einzelnen Typen wurden an einer repräsentativen Probe von 70 Ähren/Parzelle die Kornzahl pro Ähre, das Tausendkorngewicht und der Korn-ertrag pro Ähre ermittelt.

In beiden Versuchen verhielten sich die *Sporotrichiella*-Fusarien einheitlich. Allerdings war im 1. Jahr der Befall stärker, vermutlich infolge der günstigeren Infektionsbedingungen (zeitigerer Infektionstermin, feuchtere Witterung während der kritischen Periode). Hier waren jedoch die Ergebnisse der Ertragsanalyse nicht verwertbar, da der Bestand zu uneinheitlich und durch verschiedene Einflüsse unterschiedlich beeinträchtigt war; außerdem fehlten Wiederholungen. Die Befallsbonitierung gibt aber die Verhältnisse gut wieder, wie sich auch im 2. Versuchsjahr zeigte (Tab. 17).

Von allen Vertretern der Sektion *Sporotrichiella* verursachte nur *F. sporotrichioides* deutliche Schäden, die sich auch auf den Ertrag auswirkten. Der Befall zeigte sich zunächst in Form aufgehellter Flecke auf den Spelzen, später bleichten die infizierten Blüten und oft auch ganze Ährchen aus. Die stärker befallenen Ähren- teile waren häufig mit lachsfarbenen Sporenmassen bedeckt und außerdem leicht daran zu erkennen, daß sie infolge des vorzeitigen Absterbens eng der Spindel anlagen und vermorscht waren. Die Karyopsen selbst waren bei leichterem Befall gräulich verfärbt und ohne den typischen Glanz, bei stärkerem außerdem mehr oder weniger schlecht entwickelt (Schrumpfkorn) oder, bei frühzeitiger Infektion, auch vermorscht und von Myzel überzogen. Bei der Ertragsanalyse ergab sich, daß das Tausendkorngewicht und der Kornertrag pro Ähre hoch signifikant vermindert waren (im Einzelvergleich ergab sich bei allen 6 geprüften Stämmen eine statistisch gesicherte Differenz zur Kontrolle). Eine Beeinträchtigung der Kornzahl pro Ähre war aber nicht festzustellen. Verglichen mit *F. culmorum*, das alle Ertragskomponenten stark in Mitleidenschaft zog, war der Schaden allerdings gering, zumindest im 2. Jahr. Von den übrigen *Sporotrichiella*-Fusarien verursachte *F. sporotrichioides* var. *minus* zwar eine leichte Ausbleichung der Spelzen und Verfärbung der Körner, der Befall wirkte sich aber nicht auf den Ertrag aus. Bei *F. tricinctum* kamen außerdem noch lachsfarbene Sporenbeläge auf den Spelzen vor. Trotz deutlicher Stammunterschiede bei *F. tricinctum* konnten auch im Einzelvergleich keine signifikanten Abweichungen von der Kontrolle festgestellt werden. *F. poae* führte nur im 1. Jahr mitunter zu leichten Aufhellungen an den Spelzen; Symptome an den Körnern waren aber in beiden Versuchs-

jahren nicht nachzuweisen. *F. chlamydosporum*, das nur im 2. Jahr geprüft wurde, rief überhaupt keinen Befall hervor.

Von den mitgeprüften Fusarien anderer Sektionen (s. S. 57) verursachten — abgesehen von *F. culmorum* — *F. arthrosporioides* (8994) und *F. equiseti* ähnliche Symptome und Schäden wie *F. sporotrichioides*; *F. semitectum* war völlig apathogen.

In der Literatur (s. S. 53) wird — im Gegensatz zu den eigenen Befunden — im Zusammenhang mit Schäden an Getreideähren und -körnern *F. poae* eine größere Bedeutung beigemessen als *F. sporotrichioides*. Es erscheint jedoch nicht ausgeschlossen, daß zumindest in manchen Fällen die beiden Pilze verwechselt und von *F. sporotrichioides* verursachte Schäden *F. poae* zugeschrieben wurden.

Tab. 17. Ergebnisse der Infektionsversuche an Weizenähren

	Geprüfte Stämme n	Krankheitsindizes (Feldbonitierung)		Kornzahl pro Ähre	Tausend- korn- gewicht g	Ertrag pro Ähre g
		Mittel ‰	Variation ‰			
			1965			
<i>F. sporotrichioides</i>	5	43,7	31–55			
<i>F. sporotrichioides</i> var <i>minus</i>	1	20,5	—			
<i>F. tricinctum</i>	3	16,2	6–23			
<i>F. poae</i>	4	10,0	7–13			
Kontrolle (<i>F. culmorum</i>)	(1)	0 (60,0)	— (—)			
			1966			
<i>F. sporotrichioides</i>	6	31,2	25–50	47,9	45,0***	2,17***
<i>F. sporotrichioides</i> var. <i>minus</i>	2	12,2	—	48,4	48,8	2,34
<i>F. tricinctum</i>	6	12,2	0–19	48,2	48,3	2,33
<i>F. poae</i>	7	0	—	48,4	49,0	2,37
<i>F. chlamydosporum</i>	2	0	—	48,7	48,8	2,37
Kontrolle (<i>F. culmorum</i>)	(1)	0 (100)	— (—)	47,7 (38,8)	48,6 (24,2)	2,32 (0,94)

Bei den gekennzeichneten Mittelwerten der Ertragskomponenten bestehen gesicherte Differenzen sowohl zur Kontrolle als auch zu allen übrigen *Sporotrichiella*-Fusarien.

7. Infektionsversuche an Maiskolben

Im 1. Versuchsjahr (1965) wurden verschiedene Infektionsmethoden erprobt, da bei Infektionsversuchen mit *F. poae*, dem als einzigem *Sporotrichiella*-Fusarium der Literatur zufolge eine praktische Bedeutung als Erreger einer Kolbenfäule zukommt, bisher keine befriedigenden Ergebnisse erzielt werden konnten (Focke, 1962; Focke und Kühnel, 1964). Als Inokula dienten verpilzte Zahnstocher (s. Koehler, 1960) und Weizenkörner, sowie Sporensuspension. Die Zahnstocher wurden entweder durch die Austrittsöffnung der Narbenäste,

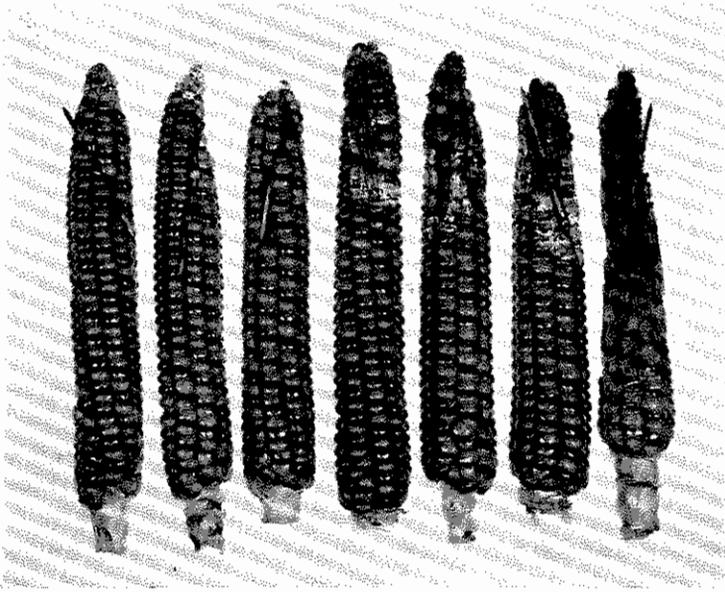


Abb. 24. Pathogenität der *Sporotrichiella*-Fusarien an Maiskolben.
 Von links: Kontrolle, *F. sporotrichioides* var. *minus*, *F. chlamydosporum*, *F. poae*, *F. trincinctum*, *F. sporotrichioides*; rechts: *F. culmorum*

ohne die Kolben zu verletzen, eingeführt oder — unter Zuhilfenahme einer Ahle — von der Seite in die jungen Kolben geimpft, die dabei deutlich verletzt wurden (s. Abb. 24). Die Weizenkörner wurden durch einen kleinen Schlitz in den Lieschblättern auf die Kolbenspitze gebracht, die Sporensuspension durch die Austrittsöffnung der „Seide“ mit einer Pipette ca. 2 cm tief zwischen die Lieschblätter (0,5—1 ml/Kolben). Die Inokulation erfolgte bei verschiedenen Entwicklungsstadien der Kolben: bei beginnender Entfaltung der Narbenäste, bei völliger Entfaltung, beim Abwelken und nach dem Abwelken. Im 2. Versuchsjahr wurde aufgrund der Erfahrungen im 1. Jahr nur noch bei voller Entfaltung oder beginnendem Abwelken der Narbenäste mit Zahnstochern beimpft, und zwar sowohl seitlich in die Kolben als auch durch die „Seide“. Beim letztgenannten Verfahren wurde das Inokulum jedoch so weit wie möglich hineingeschoben, so daß die Kolben oft vom Zahnstocher erreicht und verletzt worden sind. Alle Versuche wurden mit der Sorte ‚Gelber Badischer Landmais‘ durchgeführt.

In beiden Versuchsjahren zeigte sich eine deutliche Abhängigkeit des Infektionserfolges von der Impfmethode, besonders bei *F. poae*. Hier brachten Inokulationen, bei denen die Kolben nicht verletzt wurden (Sporensuspension, Weizenkörner und z. T. auch Zahnstocher von oben durch die „Seide“) unbefriedigende Ergebnisse. Zu stärkeren Schäden durch *F. poae* kam es nur bei den Verfahren, die eine Verletzung der Kolben mit sich brachten. Besonders deutlich war dies im 2. Versuchsjahr ersichtlich, wo bei der Methode „Zahnstocher durch die Seide“ die verletzten und unverletzten Kolben getrennt bonitiert worden sind. Während die unverletzten höchstens einen Befall einzelner, meist rissiger Körner aufwiesen (die auch bei den Kontrollen in der Regel verpilzt waren), waren die verletzten Kolben ebenso stark befallen wie solche, in die das Inokulum mit Hilfe einer Ahle

Tab. 18. Ergebnisse der Infektionsversuche an Maiskolben
 (Infektionsmaterial: verpilzte Zahnstocher)

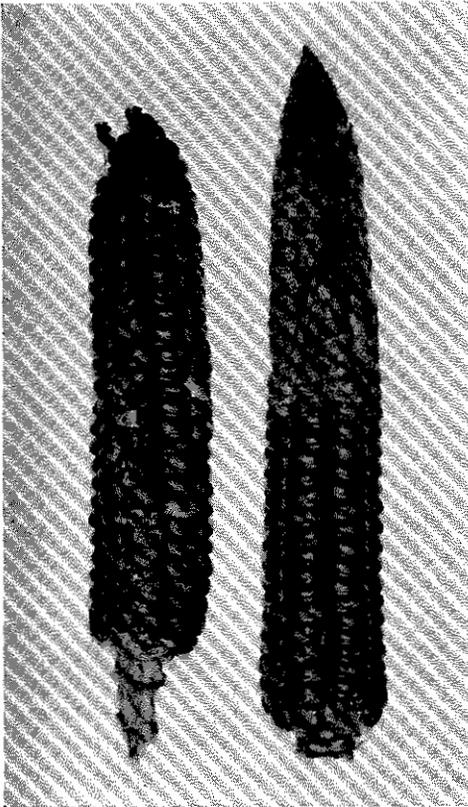
	Geprüfte Stämme n	Zahnstocher durch die „Seite“				Zahnstocher seitlich in den Kolben			
		Inokul. Kolben n		Krankheitsindizes (in ‰) GD I ‰ zu		Inokul. Kolben n		Krankheitsindizes (in ‰) GD I ‰ zu	
		a)	b)	a)	b)	a)	b)	a)	b)
		1965							
a) <i>F. sporotrichioides</i>	4	30		29,0***		31		57,7***	
b) <i>F. tritinctum</i>	3	38		22,7***	4,2	23		51,8***	6,7
c) <i>F. poae</i>	4	43		4,0		18		41,1***	7,9
d) Kontrolle (<i>F. moniliforme</i>)	(1)	16		2,5		14		4,2	
(<i>F. culmorum</i>)	(1)	(10)		(50,0)		(8)		(70,0)	
		(10)		(78,4)		(10)		(100,0)	
		1966							
		uv	v	uv	v	uv	v	uv	v
a) <i>F. sporotrichioides</i>	5	41	67	13,2***	33,4***	102		34,3***	
b) <i>F. tritinctum</i>	6	40	82	9,3**	20,3***	127		24,9***	1,2
c) <i>F. poae</i>	6	55	67	6,1	24,5***	126		24,3***	1,2
d) <i>F. sporotrichioides</i> var. <i>minus</i>	2	28	30	5,8	7,7	40		6,7	1,1
e) <i>F. chlamydo sporum</i>	2	25	30	5,1	5,8	39		5,8	
f) Kontrolle (<i>F. moniliforme</i>)	(1)	(10)	(19)	(22,2)	(66,9)	(27)		(84,1)	
(<i>F. culmorum</i>)	(1)	(10)	(20)	(91,4)	(94,7)	(22)		(95,5)	

uv = unverletzt; v = verletzt (Näheres s. Text).

Bei den gekennzeichneten Mittelwerten bestehen gesicherte Differenzen sowohl zur Kontrolle als auch zu den *Sporotrichiella*-Fusarien, die sich von der Kontrolle statistisch nicht unterscheiden.

seitlich eingebracht worden war (Tab. 18). Sie zeigten häufig eine unmittelbar vom Inokulum ausgehende zusammenhängende Faulstelle. Diese war um so größer, je stärker der Kolben beim Beimpfen verletzt worden war. Außerdem kam es auch hier zu einer Verpilzung einzelner, meist rissiger Körner, die wiederum, besonders wenn mehrere beieinander lagen, zum Ausgangspunkt größerer Befallsstellen werden konnten (ausführliche Beschreibung der Schadbilder s. bei F o c k e und K ü h n e l , 1964).

Einen deutlichen Einfluß auf den Befall hatte neben Impfmethode und Perikarpschäden (Rissigkeit) auch der Zeitpunkt der Inokulation. Der Befall war dort am stärksten, wo die Kolben bei der Inokulation im Stadium der Vollblüte waren oder die Narbenäste abzuwelken begannen; ältere und jüngere Kolben erwiesen sich als weniger anfällig (vgl. auch F o c k e und K ü h n e l , 1964). Die oben geschilderten Unterschiede bei der Methode „Zahnstocher durch die Seide“ (vgl. Tab. 18) dürften daher nicht nur durch die unterschiedliche Plazierung des Inokulums (verletzt oder unverletzt) bedingt gewesen sein, da die Kolben, die von den Zahnstochern nicht erreicht und verletzt wurden, noch in einem früheren Entwicklungsstadium und damit auch weniger anfällig waren. — Die Milbe *Siteroptes graminum* war auf Kolben, die von *F. poae* befallen waren, häufig zu beobachten.



Bei den beiden anderen an Maiskolben pathogenen *Sporotrichiella*-Fusarien — *F. sporotrichioides* und *F. tricinctum* — waren hinsichtlich Impfmethode und befallsfördernder Faktoren im wesentlichen dieselben Verhältnisse festzustellen. Sie verursachten jedoch auch ohne Verletzungen Schäden, deren Ausmaß allerdings in beiden Jahren verschieden und auch deutlich schwächer war als bei verletzten Kolben (Tab. 18). Ebenso wie bei *F. poae* traten beide Schadbilder auf (Abb. 25), zusammenhängende Faulstellen waren jedoch häufiger. Im Unterschied zu *F. poae* waren diese aber mit überwiegend rotgefärbtem Myzel bedeckt, mitunter traten auch Sporodochien auf.

Abb. 25. Befallsbilder: Einzelne verpilzte Körner (links) und zusammenhängende, unmittelbar vom Inokulum ausgehende Faulstelle (rechts)

Die Ergebnisse der Infektionsversuche mit Zahnstochern als Inokulum sind in Tab. 18 wiedergegeben (s. auch Abb. 24). In allen Versuchen verursachte *F. sporotrichioides* die stärksten Schäden. Dann folgte *F. tricinctum*; hier bestanden allerdings deutliche Unterschiede zwischen den Stämmen. Soweit die Kolben verletzt worden waren, stand *F. poae* diesen beiden Arten nur wenig nach. Wesentlich stärker als diese 3 *Sporotrichiella*-Fusarien wirkte sich *F. culmorum* aus, das bei allen Infektionsmethoden die Kolben größtenteils zerstörte. Auch *F. moniliforme* war stärker pathogen, während sich *F. equiseti* etwa wie *F. sporotrichioides* verhielt. Die beiden anderen, nur 1966 geprüften *Sporotrichiella*-Fusarien — *F. sporotrichioides* var. *minus* und *F. chlamydosporum* — erwiesen sich bei allen Versuchsvariationen ebenso wie Kulturvarianten von *F. tricinctum* (= *F. citriforme*) als praktisch apathogen.

8. Infektionsversuche an Maisstengeln

Als Infektionsmaterial dienten im 1. Versuchsjahr (1965) verpilzte Zahnstocher (s. Koehler, 1960), jedoch halbiert, und Weizenkörner. Die Inokulationen wurden nach den von Koehler (1960) beschriebenen Verfahren gegen Ende der Blütezeit vorgenommen, ein Termin, der für solche Versuche am günstigsten sein soll (Koehler, 1960; Rintelen, 1966 u. a.). Die bei der Beimpfung entstandenen Verletzungen wurden mit Isolierband zugeklebt. 1966 wurde nur noch mit Zahnstochern inokuliert, da bei dieser Methode einheitlichere Faulstellen entstanden als bei Weizenkörnern. Die Inokulation erfolgte in beiden Jahren in das über dem obersten Wurzelkranz gelegene Internodium, nur wenn dieses sehr kurz war, in das nächst höhere. Bei den Versuchspflanzen handelte es sich um die Sorte ‚Gelber Badischer Landmais‘.

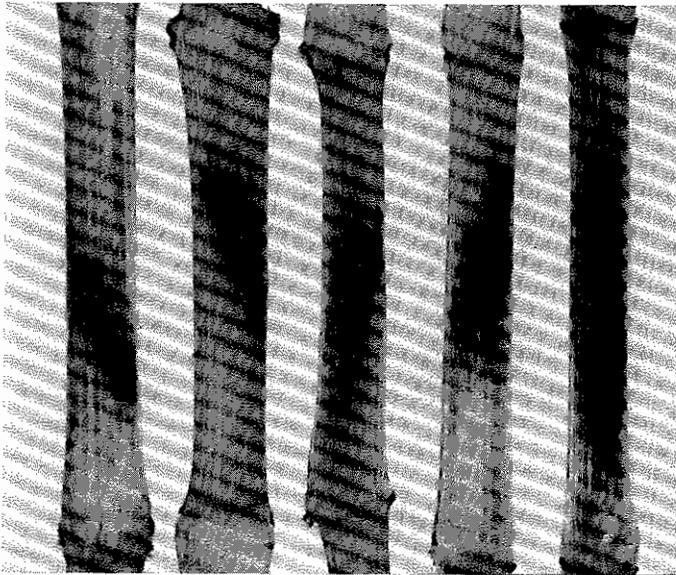


Abb. 26. Faulstellen an Maisstengeln bei Inokulation mit Zahnstochern.
 Von links: Kontrolle, *F. chlamydosporum*, *F. poae*, *F. sporotrichioides*; rechts: *F. culmorum*

Innerhalb des inokulierten Internodiums verursachten 4 von den 5 *Sporotrichiella*-Fusarien eine deutliche Fäule (Tab. 19; Abb. 26), deren Ausdehnung allerdings bei ein und demselben Stamm von Pflanze zu Pflanze stark variierte; kräftige Pflanzen erwiesen sich hierbei als widerstandsfähiger. Insgesamt betrachtet waren die Faulstellen am größten bei *F. sporotrichioides* und *F. sporotrichioides* var. *minus* (nur 1966 geprüft), es folgten *F. tricinctum* und *F. poae*. Bei *F. chlamydosporum* (nur 1966 geprüft), war meist nur das Markgewebe unmittelbar um das Inokulum verbräunt. Stärker pathogen als die *Sporotrichiella*-Fusarien waren auch hier *F. culmorum* und *F. moniliforme*, was bezüglich *F. sporotrichioides* und *F. poae* mit den Ergebnissen von Rintelen (1966) übereinstimmt. Dieser Autor gab auch eine Beschreibung des Schadbildes und des Schadensmaßes bei künstlichen *Fusarium*-Infektionen, auf die verwiesen wird.

Tab. 19. Ergebnisse der Infektionsversuche an Maisstengeln
(Zahnstocher als Inokulum; Krankheitsindizes beziehen sich auf das beimpfte Internodium)

	Geprüfte Stämme n	Inokul. Stengel n	Krankheitsindizes (in ‰)				
			Mittel	GD 1 ‰ zu	a)	b)	c)
1965							
a) <i>F. tricinctum</i>	3	17	61,8***				
b) <i>F. sporotrichioides</i>	3	19	51,3***	13,5			
c) <i>F. poae</i>	3	18	31,9**	14,0	13,1		
d) Kontrolle		15	11,7				
1966							
a) <i>F. sporotrichioides</i>	5	86	51,9***				
b) <i>F. sporotrichioides</i> var. <i>minus</i>	2	33	50,5***	2,5			
c) <i>F. tricinctum</i>	6	101	43,5***	1,4	2,4		
d) <i>F. poae</i>	6	109	37,9***	1,3	2,3	1,2	
e) <i>F. chlamydosporum</i>	2	37	18,9***	2,4	3,4	1,9	2,1
f) Kontrolle		25	7,0				
(<i>F. moniliforme</i>)	(1)	(15)	(66,7)				
(<i>F. culmorum</i>)	(1)	(20)	(80,0)				

Bei den gekennzeichneten Mittelwerten bestehen gesicherte Differenzen zur Kontrolle.

9. Infektionsversuche an Nelkenknospen

Diese Versuche wurden mit 100 Pflanzen der Sorte ‚White Sim‘ von September 1965 bis April 1967 fortlaufend durchgeführt. Sobald eine Anzahl Knospen den gewünschten Größenbereich erreicht hatte, fand eine Inokulation statt. Dabei wurden die nach ihrem Durchmesser in 2 Klassen (7–12 und 12–17 mm) eingeteilten Knospen in der Regel mit einem kleinen Skalpell seitlich eingeschnitten und in den Spalt ein kleines Myzelstück von frischer Plattenkultur eingeführt. In einer Reihe von Versuchen erfolgte bei etwa der Hälfte der mit *F. poae* beimpften Knospen noch eine zusätzliche Verseuchung mit Milben (*Siteroptes graminum*) verschiedener Stadien, vor allem ♀ Nymphen, aber auch graviden ♀ Prosopas.

Bei einem Teil der Untersuchungen mit *F. poae* und *Siteroptes graminum* blieben die Knospen unverletzt. Zur Beimpfung wurde hier ein Kelchblatt leicht angehoben und der Pilz allein oder zusammen mit der Milbe zwischen Kelch und Blütenblätter gebracht. Neben Myzel fand als Inokulum auch Sporensuspension Verwendung, die in die Knospen injiziert wurde. Bei den einzelnen Versuchen wurden meist alle 5 *Sporotrichiella*-Fusarien gleichzeitig geprüft, die errechneten Durchschnittsergebnisse sind daher vergleichbar.

Während der 20monatigen Untersuchungen herrschten z. T. sehr unterschiedliche Umweltbedingungen (Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Licht), auch änderte sich die Prädisposition der Pflanzen. Dementsprechend uneinheitlich waren die Ergebnisse. Besonders bei *F. poae*, das als einziges *Sporotrichiella-Fusarium* in diesem Zusammenhang von praktischem Interesse ist (vgl. S. 54), zeigte sich eine starke Abhängigkeit von diesen Faktoren. In der Mehrzahl der Versuche verursachte dieser Pilz entweder gar keine Schäden, oder es ging die Infektion zwar an, blieb aber unmittelbar um die Inokulationsstelle lokalisiert. Die Knospen entwickelten sich in diesem Fall normal, öffneten sich auch völlig regelmäßig, und lediglich wenige Blütenblätter wiesen einzelne kleine, verbräunte Nekrosen auf, die aber kaum auffielen. Zu stärkeren Schäden, der typischen, von Molz und Morgenthaler (1912) sowie Cooper (1940) ausführlich beschriebenen Knospenfäule, kam es nur unter ganz bestimmten Bedingungen. Sie trat nie in den Frühjahrs- und Sommermonaten auf und in den Herbst- und Wintermonaten, wenn das Gewebe „weicher“ ist, fast nur an Knospen, die von schwachen Trieben gebildet worden waren. Zur völligen Zerstörung von Knospen kam es nur in solchen Fällen. Als weitere Voraussetzung für einen stärkeren Befall erwies sich eine hohe rel. Luftfeuchtigkeit (s. auch S. 55).

An diesen Befunden änderte sich auch nichts, wenn die Knospen gleichzeitig mit Pilz und Milben verseucht wurden. Weder bei verletzten noch bei unverletzten Knospen kam es zu einer stärkeren Fäule als durch den Pilz allein, obwohl bei der Bonitierung (nach dem Aufblühen) die Milben noch mehr oder weniger zahlreich vorhanden waren (gravide Stadien nur an Faulstellen). Damit dürfte nachgewiesen sein, daß die Rolle der Milbe bei der Übertragung der Knospenfäule nur darin besteht, den Pilz in die Knospen zu bringen. Einen Einfluß auf das Angehen der Infektion und die Ausbreitung der Krankheit scheint sie jedoch nicht zu haben, da es — genau wie bei künstlichen Inokulationen des Pilzes allein — nur bei entsprechender Prädisposition der Pflanzen und bei günstigen Infektionsbedingungen zu Schäden kommt. Dieser Sachverhalt bietet eine Erklärung für das verhältnismäßig seltene Auftreten dieser Nelkenknospenfäule. Die von Cooper (1940) vertretene Ansicht, daß von den Milben verursachte Verletzungen Voraussetzung für einen spontanen Befall seien, trifft demnach nicht zu.

Im Durchschnitt der Versuche blieb der von *F. poae* verursachte Schaden gering (Tab. 20). Der Krankheitsindex schwankte jedoch zwischen den einzelnen Versuchen beachtlich; er lag bei ungünstiger Konstellation zwischen 0—5 % und betrug im Höchstfall 46,5 %. Wesentlich stärkere Fäulniserreger als *F. poae* waren *F. sporotrichioides* und *F. tricinctum* (Tab. 20). Unabhängig von der Prädisposition der Pflanzen zerstörten sie bei günstigen Infektionsbedingungen vor allem die kleineren Knospen (< 12 mm) fast immer vollständig. Knospen dieser Größenklasse entwickelten sich nach der Inokulation meist kaum noch weiter und starben nach kurzer Zeit ab. Nur wenige öffneten sich noch, entfalteten sich aber

Tab. 20. Ergebnisse der Infektionsversuche an Nelkenknospen

	Geprüfte Stämme n	Knospendurchmesser 7–12 mm			Knospendurchmesser 12–17 mm		
		Inokul. Knospen n	Krankheitsindizes (in ‰) GD 1 ‰ zu		Inokul. Knospen n	Krankheitsindizes (in ‰) GD 1 ‰ zu	
			a)	b)		a)	b)
a) <i>F. sporotrichioides</i>	9	99	59,5***	31	33,5***	6,5	9,9
b) <i>F. tricinatum</i>	7	80	52,6***	27	34,4***	7,4	9,9
c) <i>F. sporotrichioides</i> var. <i>minus</i>	2	40	28,2***	20	10,2*		
d) <i>F. chlamydosporum</i>	2	49	13,7	20	4,7		
e) <i>F. poae</i>	15	145	12,8	39	5,4		
f) Kontrolle		37	0,0	22	0,0		

Bei den gekennzeichneten Mittelwerten bestehen gesicherte Differenzen sowohl zu *F. poae* als auch zu *F. chlamydosporum*.

nicht mehr ganz, da sie innen verfault waren. *F. sporotrichioides* verursachte auch an unverletzten Knospen eine starke Fäule. Größere Knospen (> 12 mm) blühten in der Regel noch auf, oft aber asymmetrisch; sie zeigten im Innern eine mehr oder weniger ausgedehnte Fäule. Da diese nach dem Entfalten der Knospen zum Stillstand kam, blieb der Schaden geringer. Bei weniger günstigen Infektionsbedingungen kam es in beiden Größenklassen zu entsprechend leichteren Schäden, aber nur selten, wenn sich der Impfspalt öffnete und austrocknete, waren sie unbedeutend, oder die Knospen blieben gesund. *F. sporotrichioides* var. *minus* war deutlich schwächer pathogen als *F. sporotrichioides* und *F. tricinatum*. *F. chlamydosporum* erwies sich – ebenso wie *F. poae* – als ausgesprochener Schwächeparasit (Tab. 20). Dasselbe gilt für Kulturvarianten von *F. tricinatum* (= *F. citrifforme*). *F. equiseti* verhielt sich wie *F. sporotrichioides*. Inokulationen mit Sporensuspension brachten ähnliche Ergebnisse wie solche mit Myzel, die Schäden waren eher etwas schwächer.

Das von Snyder und Hansen (1945) unterstellte Vorkommen von an Nelken pathogenen und nichtpathogenen Typen bei *F. poae* und *F. sporotrichioides* kann nicht bestätigt werden, da alle geprüften Stämme der beiden Arten (bei *F. poae* einschließlich der beiden Nelkenknospenherkünfte 10 456 und 10 457) sich einheitlich verhielten. Auch bei den übrigen *Sporotrichiella*-Fusarien waren keine deutlichen Unterschiede zwischen den Stämmen nachzuweisen.

10. Infektionsversuche an Apfelrüchten

In 3 Versuchen mit repräsentativen Stämmen (insgesamt 30) aller Typen wurde die Pathogenität der *Sporotrichiella*-Fusarien an Apfelrüchten dreier Sorten („Gludius Herbstapfel“, „Roter Eiserapfel“, „Schöner von Nordhausen“) geprüft. Als

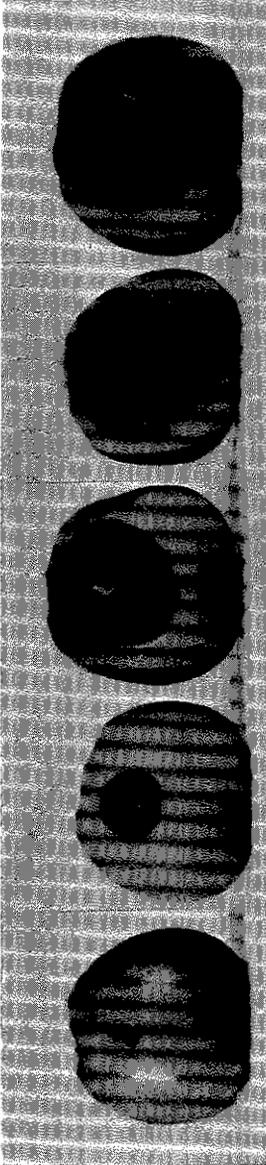


Abb. 27. Pathogenität der *Sporotrichiella*-Fusarien an Apfeifrüchten.
 Von links: *F. chlamydosporum*, *F. poae*, *F. tricinctum*, *F. sporotrichioides* var. *minus*,
F. sporotrichioides

Inokulum diente ein kleines Myzelstück, das in eine kleine Schnittstelle der vorher äußerlich desinfizierten Früchte gebracht wurde. Die Wunden wurden mit Wachs verschlossen und die Früchte anschließend in einer feuchten Kammer bei Zimmertemperatur gehalten.

In allen 3 Versuchen verhielten sich die einzelnen Typen in der Tendenz recht einheitlich, doch zeigten sich deutliche Unterschiede zwischen den Stämmen. Außerdem variierten die Ergebnisse in Abhängigkeit von der Sorte und dem Reifegrad der Früchte teilweise beachtlich. Am einheitlichsten waren die Ergebnisse bei *F. sporotrichioides* und *F. sporotrichioides* var. *minus*, die sich in allen Fällen als starke Fruchtfäuleerreger erwiesen. Bei *F. tricinctum* verursachte 1 Stamm eine ebenso starke Fäule wie *F. sporotrichioides*, die übrigen waren schwächer, teilweise auch kaum pathogen. Bei *F. poae* verhielten sich die Stämme ebenfalls ziemlich uneinheitlich; insgesamt betrachtet ist dieser Pilz im Vergleich zu *F. sporotrichioides* jedoch nur ein schwacher Fäuleerreger. *F. chlamydosporum* war in allen Versuchen völlig apathogen. — Das durchschnittliche Verhalten der einzelnen Typen geht aus Abb. 27 hervor.

IV. Schlußbetrachtung zu den Infektionsversuchen

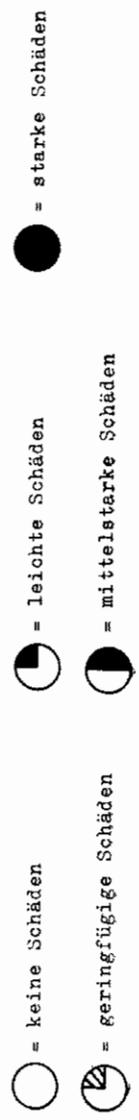
In allen Infektionsversuchen verursachten *Sporotrichiella*-Fusarien an den verwendeten Pflanzenarten mehr oder weniger große Schäden; eine Übersicht gibt Tab. 21. Ihre Pathogenität war jedoch in den meisten Fällen deutlich von der Infektionsmethode und (oder) den Umweltbedingungen abhängig. Diese müssen bei der Beurteilung der Ergebnisse berücksichtigt werden.

Als ausgesprochen polyphag erwies sich *F. sporotrichioides*, das an allen Testobjekten pathogen war und (außer an Weizenähren) mittelstarke bis starke Schäden hervorrief. *F. sporotrichioides* var. *minus* verhielt sich — abgesehen von Maiskolben — in der Tendenz wie die Grundart, schädigte aber meist weniger. *F. tricinctum* war wohl in der Mehrzahl der Versuche pathogen, es bestanden jedoch deutliche Unterschiede zu *F. sporo-*

Tabelle 21

Pathogenität der Sporotrichiella-Fusarien an den verwendeten Testpflanzen

	Koniferen		Weizen Auflauf-Ähren- schäden, schäden Fuß- und Wurzel- fäule	Mais		Erbse Auflauf- schäden, schäden, Fuß- und Wurzel- fäule	Lupine Auflauf- schäden, Fuß- und Wurzel- fäule	Melke Knos- pen- fäule	Apfel Frucht- fäule
	Umfall ca. 4 Wochen alter Sämlinge	Trieb- schäden an äl- teren Pflanzen		Sten- gel- fäule	Kol- ben- fäule				
F. sporotrichoides	●	●	◐	◐	◐	●	●	●	●
F. sporotrichoides v. minus	●	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐
F. tricinctum	◐	○	●	◐	◐	◐	◐	●	◐
F. chlamydosporum	○	○	◐	◐	◐	◐	○	◐	○
F. poae	○	○	○	◐	◐	○	○	◐	◐



trichioides, und zwar im Verhalten an Koniferen, Weizen, Erbse und Lupine. *F. chlamydosporum* verursachte nur an Erbse stärkeren Schaden, in allen übrigen Fällen praktisch keinen. *F. poae* erwies sich ebenfalls in der Mehrzahl der Versuche als apathogen, in den anderen nur als schwacher Fäuleerreger.

Die einzelnen Typen zeigten an den verschiedenen Testpflanzen meist ein recht einheitliches Verhalten, nur bei *F. tricinctum* traten mitunter größere Unterschiede auf. Diese waren jedoch nicht nur zwischen einzelnen Stämmen zu beobachten, sondern auch beim gleichen Stamm an der gleichen Pflanzenart sowohl innerhalb eines Versuches als auch zwischen den Versuchen. Möglicherweise handelte es sich dabei teilweise um Virulenzunterschiede, die sich bei der Vorkultur des Infektionsmaterials herausgebildet hatten; denn in Kulturversuchen (s. S. 45) neigte dieser Pilz besonders leicht zur Variantenbildung. Eine biologische Spezialisierung innerhalb von *F. poae* und *F. sporotrichioides*, wie sie von Snyder und Hansen (1945) angegeben wurde, konnte weder bei diesen beiden Pilzen noch bei den übrigen *Sporotrichiella*-Fusarien festgestellt werden.

In der phytopathologischen Literatur ist *F. poae* der am häufigsten genannte Vertreter der Sektion *Sporotrichiella* (vgl. Literaturübersicht). Die eigenen Befunde deuten jedoch darauf hin, daß dieser Pilz in einem Teil der Fälle entweder als Saprophyt aufgetreten ist oder mit anderen *Sporotrichiella*-Fusarien verwechselt wurde, besonders mit *F. sporotrichioides* und *F. sporotrichioides* var. *minus*. Durch die Untersuchungen konnte außerdem die Pathogenität von *Sporotrichiella*-Fusarien an verschiedenen Pflanzenarten erstmals nachgewiesen werden, wie z. B. die von *F. tricinctum* an Lupine und *F. chlamydosporum* an Erbse.

Durch die beiden, im Hinblick auf die Themastellung wichtigsten Ergebnisse der Infektionsversuche, daß sich nämlich einmal jeder der 5 morphologisch verschiedenen Typen an den jeweiligen Testobjekten weitgehend einheitlich verhielt, sich zum andern aber zwischen diesen Typen sehr deutliche Unterschiede in ihren pathogenen Eigenschaften zeigten (s. Tab. 21), erhält die in Teil A) vorgenommene Gliederung der Sektion eine gewichtige zusätzliche Stütze. Doch nicht nur die Selbständigkeit der Typen als solche kommt in diesen Ergebnissen zum Ausdruck, sondern auch deren Grad: Während sich die 4 Arten häufig dadurch unterschieden, daß sie an einer Pflanzenart deutlich bzw. schwach oder gar nicht pathogen waren, mitunter auch verschiedenartige Schadbilder verursachten, waren zwischen *F. sporotrichioides* und dessen Varietät fast ausschließlich nur geringe quantitative Pathogenitätsunterschiede festzustellen.

Zusammenfassung

1. Die taxonomischen Verhältnisse in der *Fusarium*-Sektion *Sporotrichiella*, über die z. T. sehr unterschiedliche Vorstellungen bestehen, wurden untersucht. Dafür standen insgesamt 119 Isolate von zahlreichen Pflanzenarten, aus dem Boden und von einem Insekt, sowie unterschiedlicher geographischer Herkunft zur Verfügung. Die Differenzierung dieses Materials erfolgte anhand morphologischer Kriterien. Es wurden jedoch nur die Merkmale des „Myzeltyps“ berücksichtigt, nicht die von Kulturvarianten, die eine klare Unterscheidung oft nicht ermöglichen. Außerdem wurden Wachstum, Temperaturverhalten, Duft der Kulturen und die Beziehungen zu der Milbe *Siteroptes (Pediculopsis) graminum* Reuter untersucht. Auch in dieser Hinsicht erwiesen sich die morphologisch unterscheidbaren Typen als z. T. deutlich verschieden. Folgende 5 Taxa, die ausführlich beschrieben und mit z. T. veränderter Diagnose neu charakterisiert werden, ließen sich sicher differenzieren:

F. poae (Pk.) Wr.

F. sporotrichioides Sherb.

F. sporotrichioides Sherb. var. *minus* Wr.

F. tricinctum (Cda.) Sacc.

F. chlamydosporum Wr. et Rg.

Die vorgenommene Gliederung stimmt in wesentlichen Punkten mit der von Wollenweber (1943) überein; von den Vorschlägen von Raïllo (1950), Gordon (1952), Bilai (1955) und — vor allem — Snyder und Hansen (1945) weicht sie dagegen stärker ab.

2. In Infektionsversuchen an Koniferensämlingen, Koniferentrieben, Weizenähren, Maiskolben und -stengeln, Nelkenknospen und Apfelfrüchten, sowie in Auflaufversuchen mit Weizen, Erbse und Lupine wurden alle verfügbaren Stämme der 5 *Sporotrichiella*-Fusarien bzw. eine repräsentative Auswahl davon geprüft. An diesen Pflanzenarten verhielten sich die einzelnen Typen verhältnismäßig einheitlich, eine biologische Spezialisierung innerhalb der einzelnen Taxa war nicht festzustellen. Zwischen den Typen bestanden jedoch in der Pathogenität oder dem Schadbild, das sie hervorriefen, meist sehr klare Unterschiede. Durch diese Ergebnisse wird die Selbständigkeit der nach morphologischen Gesichtspunkten unterschiedenen Typen bestätigt.

Von den 5 *Sporotrichiella*-Fusarien war *F. sporotrichioides* am stärksten pathogen. Dieser Pilz verursachte bei entsprechenden Infektionsmethoden und -bedingungen an allen Testpflanzenarten Schäden, die in fast allen Fällen mittelstark oder stark waren. Die anderen Vertreter waren nicht an allen Pflanzen und meist auch weniger stark pathogen. Das Verhalten der einzelnen Typen ist in einer tabellarischen Übersicht dargestellt (Tab. 21). *F. poae*, das in der phytopathologischen Literatur am häufigsten genannte *Sporotrichiella-Fusarium*, erwies sich in der Mehrzahl der Versuche als apathogen. Es besteht daher der Verdacht, daß dieser Pilz verschiedentlich mit anderen Vertretern der Sektion verwechselt wurde. An Maiskolben und Nelkenknospen, wo *F. poae* als Krankheitserreger eine gewisse Bedeutung hat, kam es nur unter ganz bestimmten Bedingungen zu Schäden. — Kulturvarianten von *F. sporotrichioides* und *F. tricinctum* waren in allen Versuchen praktisch apathogen.

Summary

The taxonomy of the section *Sporotrichiella* belonging to the genus *Fusarium* was investigated. 119 isolates the majority of which originated from numerous plant species, and a few isolates from soil and from an individual insect were used in this study. The various strains were representatives of several geographical regions. The material was differentiated on the basis of morphological criteria characterising the strains of the "Myzeltyp". No consideration was given to cultural variants because these aberrant forms often did not allow a clear-cut differentiation. In addition, growth, influence of temperature, the odor produced by the cultures, and the relationship between the fungus and the mite *Siteroptes (Pediculopsis) graminum* Reuter were studied. These characters likewise exhibited striking differences between the different morphological types. The following 5 taxa described in detail and characterized by an extended diagnosis could be differentiated:

F. poae (Pk.) Wr.

F. sporotrichioides Sherb.

F. sporotrichioides Sherb. var. *minus* Wr.

F. tricinctum (Cda.) Sacc.

F. chlamydosporum Wr. et Rg.

All the *Sporotrichiella*-isolates or a series of representative strains were tested for pathogenicity on seedlings and shoots of conifers, seedlings and ears of wheat, ears and stalks of maize, carnation buds, peas, and lupine. All the individuals of one type of *Sporotrichiella* acted the same way with these test plants and there was no pathological specialisation. On the other hand, a clear difference was observed between the 5 categories of the section. These results coincide with the morphological studies of the section *Sporotrichiella*.

Within the section *Sporotrichiella* *F. sporotrichioides* was the most severe pathogen. Under appropriate conditions and methods of infection this fungus attacked all the plants tested. The other types were not pathogenic for all plants used in the experiments and usually exhibited less pathogenic activity. *F. poae* the *Sporotrichiella-Fusarium* most frequently dealt with in literature, in most of the pathogenicity tests proved to be non-pathogenic. In many instances the reported isolates probably were misclassified. Maize ears and carnation buds, where *F. poae* sometimes occurs as a pathogen in nature, were attacked only under specific conditions. — Cultural variants of *F. sporotrichioides* and *F. tricinctum* in all experiments had no pathogenic ability.

Literaturverzeichnis

- Abawi, G. S., and Lorbeer, J. W., Cultural variability and pathogenicity of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae*. *Phytopathology* 55. 1965, 1051 (Abstr.).
- * Ablakato va, A. A., (Fusariosis wilt of *Schizandra shoots*). Soobsh. dal'nevost. Fil. Sib. Otdel. Akad. Nauk S. S. S. R., 11. 1959, 83—85 (russ.).
- * —, (Fungal diseases of *Schizandra* and *Actinidia* in the Primorskii krai). Mater. Izuch. Zhen'shenya Limonnika 4. 1960, 184—190 (russ.).
- Ainsworth, G. C., and Austwick, P. K. C., Fungal diseases of animals. Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, Bucks, England. 1959, 148 pp.
- * Andreucci, E., Osservazioni sul marciume centrale dei fiori di garofano. Riv. Ortoflorofruttic. 46. 1962, 171—179.
- * Anonym, Plant diseases. Notes contributed by the Biological Branch. Agric. Gaz. New South Wales 1. 1939, 623—627.
- * —, Divisions of Plant Pathology and Seed Investigations. Rep. New York Stat. agric. Exp. Sta., 1939—1940. 1941, 23—28.
- , Annual Report of the Forest, Insect, and Disease Survey, Canada Dep. Agric., 1954. 1955, 135 pp.
- * —, Plant pathology division. Res. exp. Rec. Minist. Agric. North Ireland 6. (1956) 1957, 158—181.
- Appel, O., and Wollenweber, H. W., Grundlagen einer Monographie der Gattung *Fusarium* (Link). Arb. Kais. Biol. Anstalt 8. 1910, 1—207.
- * Balul, W., (Experiments to determine the pathogenicity of fungi of the genus *Fusarium* infecting oil squash plants). Prace Inst. Ochr. Rośl. 1. 1959, 163—168 (poln.).
- Bartels, W., und Cramer, H. H., Über Nebenwirkungen von Pflanzenkrankheiten, Schädlingen und Unkräutern auf die Gesundheit von Mensch und Tier und auf die Qualität der Ernteprodukte. Pflanzenschutz-Nachr. „Bayer“, 19. 1966, 129—191.
- Bennett, F. T., *Fusarium* species on British cereals. Ann. Appl. Biol. 22. 1935, 479—507.
- Bilai, V. I., Fuzarii. Izd. Akad. Nauk. Ukrain. SSR, Kiev, 1955, 320 pp. (russ.).
- * Birbin, S. S., (On fusariotoxicosis of ducks). Veterinariya 43. 1966, (8), 54—55 (russ.).
- * Bochkareva, Z. A., (Winter wheat root rot in Kuban). Zashch. Rast., Moskva, 9. 1964, (8), 13—14 (russ.).
- Bockmann, H., Künstliche Freilandinfektionen mit den Erregern der Fuß- und Ährenkrankheiten des Weizens. I. Vorbereitung und Durchführung der Feldinfektionen sowie deren Neben- und Nachwirkungen. Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd., Braunschweig, 14. 1962, 153—156.
- , Desgl. II. Die Infektionswirkung und ihre Beurteilung nach dem Schadbild. Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd., Braunschweig, 15. 1963, 33—37.
- Bonnier, G., und Tedin, O., Biologische Varianzanalyse. Parey, Berlin u. Hamburg, 1959, 204 S.
- * Bunkina, I. A., (Results of the study of diseases of ginseng. Analysis of ginseng seed for fungal infection and pre-sowing treatment). Mater. Izuch-Zhen'shenya Limonnika 4. 1960, 131—162 (russ.).
- * Burdelev, T. E., and Akulin, N. A., (Fusariotoxicosis in pigs). Izv. timiryazev, sel'. Khoz.-Akad. 1966, (1), 143—157 (russ.).
- * Burnside, J. E., Sippel, W. L., Forgacs, J., Carll, W., Atwood, M. B., and Doll, E. R., A disease of swine and cattle caused by eating moldy

- corn. II. Experimental production with pure cultures of moulds. Amer. J. Veterinary Res. 18. 1957, 817—824 (zit. Bartels, W., und Cramer, H. H., 1966).
- Carrera, C. J. M., Especies de *Fusarium* que causan podredumbre en los frutos de carozo Lilloa Rev. Bot., Tucumán, 5. 1940, 169—180.
- Cherewick, W. J., and Robinson, A. G., A rot of smutted inflorescences of cereals by *Fusarium poae* in association with the mite *Siteroptes graminum*. Phytopathology 48. 1958, 232—234.
- Cochran, W. G., and Cox, G. M., Experimental designs. Wiley, New York, Chapman and Hall, London, 1950 (zit. Mudra, A., 1958).
- Colhoun, J., and Park, D., *Fusarium* diseases of cereals. I. Infection of wheat plants, with particular reference to the effects of soil moisture and temperature on seedling infection. Trans. Brit. mycol. Soc. 47. 1964, 559—572.
- *Connors, I. L., Nineteenth Annual Report of the Canadian Plant Disease Survey, 1939. 1940, 112 pp.
- Cooper, K. W., Relations of *Pediculopsis graminum* and *Fusarium poae* to central bud rot of carnations. Phytopathology 30. 1940, 853—859.
- Conda, A. C. I., Icones Fungorum 2. 1838, 7.
- *Cormack, M. W., *Fusarium* spp. as root parasites of alfalfa and sweet clover in Alberta. Canad. J. Res., Sect. C, 15. 1937, 493—510.
- , Variation in the cultural characteristics and pathogenicity of *Fusarium avenaceum* and *Fusarium arthrosporioides*. Canad. J. Bot. 29. 1951, 32—45.
- Couch, H. B., and Bedford, E. R., *Fusarium* blight of turfgrasses. Phytopathology 56. 1966, 781—786.
- Czyżewska, S., und Zarzycka, H., Ergebnisse der Bodeninfektionsversuche an *Linum usitatissimum*, *Crambe abyssinica*, *Cannabis sativa* und *Cucurbita pepo* var. *oleifera* mit einigen *Fusarium*-Arten. Deutsche Akad. Landwirtschaftsw. Berlin, Tagungsber. Nr. 41. 1961, 15—36.
- Doidge, E. M., Some South African Fusaria. Bothalia 3. 1938, 331—483.
- Focke, I., Resistenzverhalten einiger Maissorten und -hybriden auf künstlich erzeugte Kolbenmykosen unter Berücksichtigung der im Bernburger Raum häufig an Maiskolben auftretenden Pilzflora. Züchter 32. 1962, 200—210.
- , und Focke, R., Prüfung der *Fusarium*-Resistenz im Embryonentest. Züchter 33. 1963, 138—143.
- , und Kappel, W., Auftreten von Weißfäule (*Fusarium poae* [Pk.] Wr.) an Maiskolben verschiedenen Zuchtmaterials. Nachrichtenbl. Dtsch. Pflanzenschutzd., Berlin, NF 21. 1967, 182—184.
- , und Kühnel, W., Die Weißfäule der Maiskolben (*Fusarium poae* [Pk.] Wr.). Nachrichtenbl. Dtsch. Pflanzenschutzd., Berlin, NF 18. 1964, 116—123.
- *Fomichev, V. F., (A case of large-scale poisoning of pigs by *Fusarium sporotrichioides*). Veterinariya 36. 1959, (9), 73 (russ.).
- Gaudineau, M., et Messiaen, C. M., Quelques maladies cryptogamiques sur épis, tiges et feuilles de Maïs. Annal. Épiphyt. 5. 1954, 273—299.
- Gerlach, W., Die Welkekrankheit des Alpenveilchens. Phytopath. Ztschr. 22. 1954, 125—176.
- , Unveröffentlichte Untersuchungen, BBA Berlin-Dahlem. 1959—1961.
- , Mündliche Mitteilung. 1965.
- *Gilgan, M. W., Smalley, E. B., and Strong, F. M., Isolation and partial characterization of a toxin from *Fusarium tricinctum* on mouldy corn. Archs. Biochem. Biophys. 114. 1966, 1—3.

- * Goidanich, G., Un marciume delle pesche causato da due specie di „*Fusarium*“ (*Fusarium herbarum* [Cda.] Fr. f. 1 Wr. e *Fusarium poae* [Peck] Wr.). Boll. Staz. Pat. Veg., Roma, 14. 1934, 475–491.
- Gordon, W. L., The occurrence of *Fusarium* species in Canada. I. Species of *Fusarium* isolated from farm samples of cereal seed in Manitoba. Canad. J. Res., Sect. C. 22. 1944, 282–286.
- , Desgl. II. Prevalence and taxonomy of *Fusarium* species in cereal seed. Canad. J. Bot. 30. 1952, 209–251.
- , Desgl. III. Taxonomy of *Fusarium* species in the seed of vegetables, forage, and miscellaneous crops. Canad. J. Bot. 32. 1954, 576–590.
- , Desgl. V. Taxonomy and geographic distribution of *Fusarium* species in soil. Canad. J. Bot. 34. 1956, 833–846.
- , Desgl. VI. Taxonomy and geographic distribution of *Fusarium* species on plants, insects, and fungi. Canad. J. Bot. 37. 1959, 257–290.
- , The taxonomy and habitats of *Fusarium* species from tropical and temperate regions. Canad. J. Bot. 38. 1960, 643–658.
- , and Sprague, R., Species of *Fusarium* associated with rootrots of the Gramineae in the Northern Great Plains. Plant Dis. Repr. 25. 1941, 168–180.
- * Grisenko, G. V., (Stem rots of maize). Zashch. Rast., Moskva, 9. 1964, (10), 19–20 (russ.).
- * Hansford, C. G., Annotated host list of Uganda parasitic fungi and plant diseases. Part IV. East Afr. agric. J. 3. 1937, 235–240.
- Hardison, J. R., Evidence against *Fusarium poae* and *Siteroptes graminum* as causal agents of silver top of grasses. Mycologia 51. 1959, 712–728.
- Harter, L. L., Influence of light on the length of the conidia in certain species of *Fusarium*. Amer. J. Bot. 26. 1939, 234–243.
- Heald, F. D., The bud rot of carnations. Nebraska Exp. Sta. Bull. 103. 1908, 3–31 (zit. Wollenweber, H. W., und Reinking, O. A., 1935).
- Hughes, S. J., Conidiophores, conidia, and classification. Canad. J. Bot. 31. 1953, 577–659.
- , Revisiones Hyphomycetum aliquot cum appendice de nominibus rejiciendis. Canad. J. Bot. 36. 1958, 727–836.
- * Izmailov, I. A., Meshkov, N. V., Muratov, S. I., Moroshkin, B. F., Golubev, A. I., Samodelkina, E. N., Pavlov, V. F., Gauke, L. K., Urbanovich, P. P., and Starchenko, L. E., (Mycotoxiosis of cattle in western regions of the Ukraine). Trudy vses. nauchno-issled. Inst. vet. Sanit. 22. 1963, 186–196 (russ.).
- * Jaczewski, A. A., (Some diseases of cotton fibres). Microbiol. J. 9. 1929, 159–167 (russ.).
- Jamalainen, E. A., Über die Fusarien Finnlands. II. Staatl. Landw. Versuchstätigkeit, Nr. 123, 1943, 24 S.
- , *Fusarium* species causing plant diseases in Finland. Acta Agric. Fenn. 83. 1955, 159–172.
- * Jančařík, V., (Damping-off in forest nurseries and its control in Czechoslovakia). Za sots. sel.-khoz. Nauk 10. 1961, (1), 87–112 (tschech.).
- Joffe, A. Z., Toxicity and antibiotic properties of some Fusaria. Bull. Res. Council. Israel, 8 D, 1960 a, 81–95.
- , The mycoflora of overwintered cereals and its toxicity. Bull. Res. Council. Israel, 9 D, 1960 b, 109–126.
- , Biological properties of some toxic fungi isolated from overwintered cereals. Myco-path., Mycol. appl. 16. 1962, 201–221.

- Kain ski, J. M., Study of fungi involved in root rots and seedling diseases of birds-foot trefoil. Cornell Univ. Agric. Exp. Sta. Ithaca, 1960, Mem. 369.
- * Karsten, P. A., Symbolae ad Mycologiam Fennicam. XIII. Medd. Soc. pro Fauna et Flora Fenn. 14. 1887, 96 (Saccardo, P. A., 1892).
- Keil, H. L., White-heads of grasses. Doctorate thesis, Pennsylvania State College, 1946, 37 pp. (zit. Scholl, J. M., 1947).
- * Khristova, E., and Aleksandrova, I., (Diseases and pests of carnations and means of their control). Ovoshtarstvo 7. 1960, (7), 32–38 (bulg.).
- Koehler, B., Cornstalk rots in Illinois. Ill. Agr. Exp. Sta. Bull. 658, 1960, 90 pp.
- * Koroleva, V. P., (Toxic fungi infesting the grain of cereals in the course of germination). Mycol., Phytopath. 1. 1967, 82–84 (russ.).
- * Kurmanov, I. A., (Fusariotoxicosis of sheep in the Stavropol area). Veterinariya 38. (11), 1961, 30–31 (russ.).
- , (Experimental fusariotoxicosis in pigs). Trudy vses. nauchno-issled. Inst. vet. Sanit. 22. 1963, 206–209 (russ.).
- Leach, C. M., Ultraviolet-absorbing substances associated with light-induced sporulation in fungi. Canad. J. Bot. 43. 1965, 186–200.
- , and Trione, E. J., Action spectra for light-induced sporulation of the fungi *Pleospora herbarum* and *Alternaria dauci*. Photochem. and Photobiol. 5. 1966, 621–630.
- Lewis, C. E., Comparative studies of certain disease producing species of *Fusarium*. Maine Agric. Exp. Sta. Bull. 219. 1913, 203–258 (zit. Wollenweber, H. W., und Reinking, O. A., 1935, sowie Wollenweber, H. W., 1943).
- Linnasalmi, A., Damping-off on herbaceous vegetables and ornamental plants grown under glass in Finland. Ann. Bot. Soc. „Vanamo“ 26. 1952, 1–120.
- * Loginov, V. P., (Acute fusariotoxicosis in piglets). Veterinariya 33. 1958, (1), 67–68 (russ.).
- Maia, H. da Silva, Fungos diversos. Inst. Micologia Univ. Recife, Publicação 267, 1960.
- Marasas, W. F. O., Smalley, E. B., Degurse, P. E., Bamburg, J. R., and Nichols, R. E., Acute toxicity to rainbow trout (*Salmo gairdneri*) of a metabolite produced by the fungus *Fusarium tricinctum*. Nature 214. 1967, 817–818.
- * Marchenko, G. F., (Experimental *Fusarium* toxicosis in sheep). Veterinariya 40. (3), 1963, 46 (russ.).
- , and Resnyanskaya, E. V., (Fusariotoxicosis in the Stavropol area). Veterinariya 36. 1959, (9), 70–72 (russ.).
- * McKee, R. K., Dry-rot disease of the potato. II. Fungi causing dry rot of seed potatoes in Britain. Ann. Appl. Biol. 39. 1952, 38–43.
- Messiaen, C. M., Une curieuse association entre un champignon et un acarien. Rev. Zool. agric., appl. 4. trim., 1954, No. 10–12, 169–170.
- , Mas, P., Beyries, A., et Vendran, H., Recherches sur l'écologie des champignons parasites dans le sol. IV. Lyse mycélienne et les formes de conservation dans le sol chez les „*Fusarium*“. Ann. Epiphyt. 16. 1965, 107–128.
- Miller, J. J., Studies on the *Fusarium* of the muskmelon wilt. I. Pathogenic and cultural studies with particular reference in the causal organism. Canad. J. Res., Sect. C, 23. 1945, 16–43.
- Mitter, J. H., Studies on the genus *Fusarium*. VII. Saltation in the section *Discolor*. Ann. Bot. 43. 1929, 379–410 (zit. Oswald, J. W., 1949).
- Molz, E., und Morgenthaler, O., Die *Sporotrichum*-Knospenfäule, eine für Deutschland neue Neikrankheit. (Zugleich ein Fall von Symbiose.) Ber. Dtsch. Bot. Ges. 30. 1912, 654–662.

- M u d r a, A., Statistische Grundlagen für landwirtschaftliche Versuche. Parey, Berlin u. Hamburg, 1958, 336 S.
- M u k u l a, J., On the decay of stored carrots in Finland. Acta agric. Scand., Suppl. 2. 1957, 1-132.
- * N e s t e r o v, A. I., The clinical course of Kashin-Beck disease. Arthritis and Rheumatism 7. 1964, 29-40 (zit. Bartels, W., und Cramer, H. H., 1966).
- O s w a l d, J. W., Cultural variation, taxonomy and pathogenicity of *Fusarium* species associated with cereal foot rots. Phytopathology 39. 1949, 359-376.
- P e c k, C. H., Report of the State Botanist for 1902. New York State Mus. Bull. 67. 1903, 29 (zit. Wollenweber, H. W., 1943, sowie Wollenweber, H. W., und Reinking, O. A., 1935).
- , Report of the State Botanist for 1905. New York State Mus. Bull. 105. 1906, 28 (zit. Wollenweber, H. W., 1943, sowie Wollenweber, H. W., und Reinking, O. A., 1935).
- P e t e r s o n, J. L., and S p e n c e r, H. D., *Chrysanthemum* flower rot caused by *Fusarium tricinctum* f. *poae* (Pk.) Snyder et Hansen. Plant Dis. Repr. 47. 1963, 722-723.
- * P e y r o n e l, B., Il „mal del piede“ dei cereali. Boll. R. Staz. Pat. Veg. 4. 1926, 285-336.
- * —, Associazione mutualistica fra acari del genere „*Pediculopsis*“ e taluni funghi parassiti delle piante. Atti Accad. Torino 84. 1950, 9 pp.
- * P i e t k i e w i c z, T. A., (From studies of soybean seed microflora). Roczn. Nauk roln., Ser. A, 79. 1959, 1077-1090 (poln.).
- * P o e t e r e n, N. van, Verslag over de werkzaamheden van den Plantenziektenkundigen Dienst in het jaar 1936; 1937. Versl. Plantenziektenkdg. Dienst Wageningen, 87. 1937, 84 pp.; 89. 1938, 82 pp.
- R a i l l o, A. I., Griby roda *Fuzarium*. Gosudarstv. Izd. Sel'skochoz. Lit., Moskva, 1950, 415 pp.
- R a t h b u n - G r a v a t t, A., Direct inoculation of coniferous stems with damping-off fungi. J. Agric. Res. 30. 1925, 327-339.
- , Germination loss of coniferous seeds due to parasites. J. Agric. Res. 42. 1931, 71-92.
- R e i n k i n g, O. A., and W o l l e n w e b e r, H. W., Tropical Fusaria. Philipp. J. Sci. 32. 1927, 103-253.
- R e i t e r, K., Eine zu wenig bekannte Nelkenkrankheit. Blumen-, Pfl.bau ver. Gartenwelt 39. 1935, 118-119.
- R i n t e l e n, J., Untersuchungen zur *Fusarium*-Stengelfäule an reifenden Maispflanzen in Süddeutschland. Diss., Hohenheim, 1966, 54 S.
- * R u o k o l a, A.-L., Über die durch Pilze verursachte Welke an *Clarkia*. Maataloust. Aikakausk, 32. 1960, 158-160.
- S a c c a r d o, P. A., Sylloge Fungorum 4. 1886, 700.
- , Sylloge Fungorum 10. 1892, 534.
- , Sylloge Fungorum 18. 1906, 525.
- , Sylloge Fungorum 22. 1913, 1283.
- S a r k i s o v, A. C., (Mycotoxicoses). Moskva, 1954. (russ.) (zit. Ainsworth, G. C., and Austwick, P. K. C., 1959).
- * S a w a r y n, Z., (Studies on *Fusarium* spp. causing pea wilt and trials to control the disease by seed treatment and time of sowing. Part II). Biul. Inst. Ochr. Rośl. 13. 1961, 207-224 (poln.).

- Schneider, R., Untersuchungen über Variabilität und Taxonomie von *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc. Phytopath. Ztschr. 32. 1958, 95—126.
- , Nachweis des Erregers der „Pink-root“ der Zwiebel, *Pyrenochaeta terrestris*, in Deutschland. Phytopath. Ztschr. 53. 1965, 249—254.
- Scholl, J. M., Studies of certain factors affecting seed production and the yield and composition of the forage of some common grasses. II. Some arthropods affecting seed production in certain grasses. Doctorate thesis, Univ. Wisconsin, Madison, 1947, 47 pp.
- Sherbakoff, C. D., Fusaria of potatoes. Cornell Univ. Agric. Exp. Sta., Ithaca, Mem. 6. 1915, 270 pp.
- * Simard, T., et Ludwig, R. A., Études sur maladies de l'Orge disseminées par la semence. Rep. Quebec Soc. Prot. Pl. 1945—1947. ?1948, 79—81.
- Snyder, W. C., and Hansen, H. N., The species concept in *Fusarium*. Amer. J. Bot. 27. 1940, 64—67.
- , and —, The effect of light on taxonomic characters in *Fusarium*. Mycologia 33. 1941 a, 580—591.
- , and —, The species concept in *Fusarium* with reference to section *Martiella*. Amer. J. Bot. 28. 1941 b, 738—742.
- , and —, The species concept in *Fusarium* with reference to *Discolor* and other sections. Amer. J. Bot. 32. 1945, 657—666.
- Sprague, R., *Fusarium poae* on spring outs in Oregon. Plant Dis. Repr. 21. 1937, 87—88.
- , Diseases of cereals and grasses in North America. Ronald Press, New York, 1950, 538 pp.
- Stewart, F. C., and Hodgkiss, H. E., The bud-rot of carnations and the silver top of June grass. New York Agric. Exp. Stat. Techn. Bull. 7. 1908, 83—119. (zit. Cooper, K. W., 1940, sowie Molz, E., und Morgenthaler, O., 1912).
- Tint, H., Studies in the *Fusarium* damping-off of conifers. I. The comparative virulence of certain Fusaria. Phytopathology 35. 1945, 421—439.
- * Togashi, K., Three Fusaria which cause the wilt disease of pea. Japan. J. Bot. 4. 1928, 153—188.
- , Cardinal temperatures of pea-wilt Fusaria in culture. Japan J. Bot. 5. 1931, 385 bis 400.
- * Tzereteli, L. Y., and Tchanturia, N. N., (Diseases of *Citrus* fruits in storage). Sovetsk. Bot. 1939, 111—115 (russ.).
- * Vandervalle, R., Note sur l'alteration des graines et des épis d'orge atteints d'*Ustilago nuda* causée par *Fusarium poae* (Peck) Wr. Parasitica 9. 1953, 11—13.
- Weber, E., Grundriß der biologischen Statistik. 5. Aufl. Fischer, Jena, 1964, 582 S.
- Wellman, F. L., A new species of *Fusarium* causing vascular wilt of tomato. Phytopathology 33. 1943, 956—958.
- * White, H. L., Wilt disease of the carnation. 14. Ann. Rept. Chesunt Agric. Res. Sta. Hertfordshire, 1928, 62—75.
- Wollenweber, H. W., Fusaria autographice delineata. 1200 Tafeln, Selbstverlag, Berlin, 1916—1935.
- , Conspectus analyticus Fusariorum. Ber. Dtsch. Bot. Ges. 35. 1918 a, 732—742.
- , Über *Fusarium roseum* Link. Ber. Dtsch. Bot. Ges. 35. 1918 b, 743—745.
- , *Fusarium*-Monographie. Fungi parasitici et saprophytici. Ztschr. Parasitenkde. 3. 1931, 269—516.

- , *Hyphomycetes*. In: Sorauer, P. (Ed.), Handb. Pflanzenkrankh. 3. Teil 2, 5. Aufl., 1932, 577–830.
- , *Fusarium*-Monographie. II. Fungi parasitici et saprophytici. Zbl. Bakt. II. Abt. 106. 1943, 104–202.
- , and Reinking, O. A., Aliquot *Fusaria tropicalia* nova vel revisa. *Phytopathology* 15. 1925, 155–169.
- , und —, Die Fusarien, ihre Beschreibung, Schadwirkung und Bekämpfung. Parey, Berlin, 1935 a, 355 S.
- , und —, Die Verbreitung der Fusarien in der Natur. Friedländer und Sohn, Berlin, 1935 b, 80 S.
- , Sherbakoff, C. D., Reinking, O. A., Johann, H., and Bailay, A. A., Fundamentals for taxonomic studies of *Fusarium*. *J. Agric. Res.* 30. 1925, 833–843.
- Ylimäki, A., Root rot as a cause of red clover decline in leys in Finland. *Ann. Agric. Fenn.* 6. Suppl. 1, Ser. Phytopath. 18. 1967, 60 pp.
- Zachariah, A. T., Hansen, H. N., and Snyder, W. C., The influence of environmental factors on cultural characters of *Fusarium* species. *Mycologia* 48. 1956, 459–467.
- * Zgórkiewicz, A., (Fungus species of the genus *Fusarium* isolated from damping-off lupin seedlings). *Biul. Inst. Ochr. Rośl.* 17. 1962, 67–90 (poln.).
- * Zhuravlev, I. I., (The virulence of *Fusarium* responsible for the death of pine seedlings). *Microbiology, Moscow*, 21. 1953, 588–593 (russ.).
- Zogg, H., Studien über die Pathogenität von Erregergemischen bei Getreidefußkrankheiten. *Phytopath. Ztschr.* 18. 1952, 1–54.

Die mit * gezeichneten Arbeiten lagen nur im Referat, vorwiegend aus *Rev. appl. Mycol.* und *Rev. Medic. Vet. Mycol.*, vor. Deren Transkription kyrillischer Schrift wurde beibehalten.

Die vorliegende Arbeit wurde am Institut für Mykologie der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Berlin-Dahlem, angefertigt. Mein besonderer Dank gilt Herrn Dr. W. Gerlach, dem Leiter des Instituts, sowie Herrn Dr. G. Schumann für die Überlassung des Themas und die jederzeit hilfsbereite Unterstützung. Herrn Präsident Prof. Dr. H. Richter danke ich für die Überlassung des Arbeitsplatzes. Mein Dank gilt weiterhin Herrn E. Schälow für die Anfertigung der photographischen Abbildungen, der Deutschen Forschungsgemeinschaft für die finanzielle Unterstützung der Arbeit sowie all denen, die für die Untersuchungen Pilzkulturen zur Verfügung stellten.