

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Mikrobiologie, Berlin-Dahlem, Institut für Angewandte Botanik der Universität Hamburg, Pflanzenschutzamt Hamburg und Gartenbaubetrieb Walter Süptitz, Hamburg

Erstes Auftreten einer Fusarium-Welke der Chrysantheme in Deutschland

First occurrence of Fusarium wilt of chrysanthemum in Germany

Von W. Gerlach, F. Schickedanz und J. Dalchow

Zusammenfassung

Im Sommer 1976 trat in einem westdeutschen Gartenbaubetrieb an Chrysanthemen der Sorte 'Bonnie Jean' eine bis dahin hier unbekannte Welkekrankheit auf. Aus verfärbten Gefäßen kranker Pflanzen wurden einheitlich Fusarien vom Typ *F. oxysporum* isoliert. Durch Infektionsversuche und wiederholte Reisolierungen konnte nachgewiesen werden, daß es sich dabei um den Erreger – höchstwahrscheinlich *F. oxysporum* f. sp. *chrysanthemi* – handelt. Von den vier geprüften Sorten erwiesen sich 'Yellow Bonnie Jean' als sehr anfällig, 'Brunhilde Eckström', 'Indianapolis White' und 'Snowdon' dagegen als resistent.

Es war dies offenbar das erste und bisher einzige Auftreten einer *Fusarium*-Welkekrankheit der Chrysantheme in Deutschland.

Abstract

In summer 1976 a wilt disease on Chrysanthemum var. 'Bonnie Jean', being not observed till now, occurred in West Germany. From the brown coloured vascular system of infected plants a *Fusarium* of the type *F. oxysporum* has been isolated. By inoculation tests and reisolations it was established that this fungus – in all probability *F. oxysporum* f. sp. *chrysanthemi* – is the pathogen. From four tested varieties of Chrysanthemum 'Yellow Bonnie Jean' was susceptible only, whereas 'Brunhilde Eckström', 'Indianapolis White' and 'Snowdon' showed to be resistant. This occurrence of a *Fusarium* wilt disease of Chrysanthemum has been the first one in Germany.

Im Juli 1976 wurden dem Pflanzenschutzamt Hamburg kranke Chrysanthemen-Pflanzen (*Chrysanthemum-Indicum*-Hybriden) der Sorte 'Bonnie Jean', die aus einem westdeutschen Gartenbaubetrieb stammten, zur Untersuchung zugeleitet. Sie wiesen abgestorbene Blätter und verfärbte Gefäße im Stengel auf. Es lag daher der Verdacht nahe, daß es sich um *Verticillium*-Befall handeln könnte. In wiederholten Isolierungsversuchen wuchs jedoch regelmäßig und sehr einheitlich aus verbräunten Gefäßpartien ein *Fusarium* heraus. Da bis dahin offenbar eine *Fusarium*-Welke der Chrysantheme (Abb. 1) in Deutschland noch nicht festgestellt worden war, wurde der Fall aufgegriffen und gemeinsam weiterbearbeitet. Über die am Pflanzenschutzamt Hamburg begonnenen und später auf breiterer Basis am Institut für Mikrobiologie der Biologischen Bundesanstalt in Berlin-Dahlem fortgeführten Untersuchungen und deren Ergebnisse wird hier berichtet.

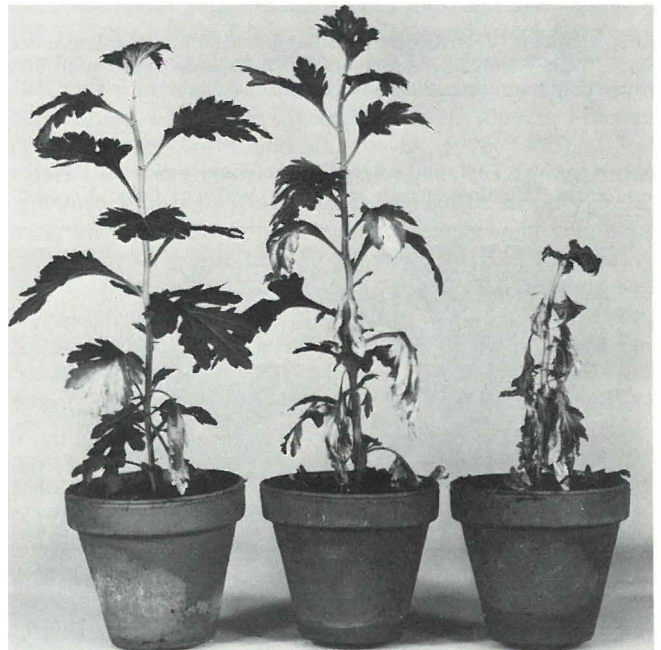


Abb. 1. *Fusarium*-Welke der Chrysantheme; verschiedene Befallsstadien bei Pflanzen der Sorte 'Yellow Bonnie Jean' aus einem Infektionsversuch nach vier Wochen.

Erreger

Von dem isolierten *Fusarium* (Stamm Nr. 63890) wurden mehrere Subkulturen und Reisolat aus künstlich infizierten Pflanzen als Einsporkulturen weitergezüchtet, auf einer Serie von sieben verschiedenen Substraten bei unterschiedlichen Bedingungen gehalten und über Monate eingehend studiert. Sie stimmen untereinander völlig überein. Alle bilden reichlich Luftmyzel, Sklerotien und Sporodochien und entsprechen sowohl im makroskopischen Gesamtbild als auch in den mikroskopischen Merkmalen denen frisch isolierter, wüchsiger und gut sporulierender Stämme von *Fusarium oxysporum* (Abb. 2). In Proben aus reifen Sporodochien sind die Makrokonidien ungewöhnlich einheitlich im Typ, fast ausnahmslos nur 3-septiert und insgesamt verhältnismäßig kurz (meist 25–35 μ) und dick (meist 4,0–4,7 μ). Sehr auffallend ist der intensive aromatische Duft dieses Stammes, besonders stark

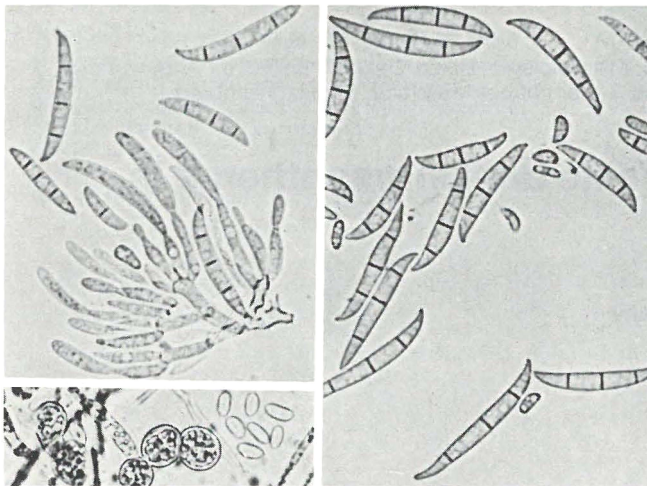


Abb. 2 (oben). Konidienträger, Makro- und Mikrokonidien und Chlamydosporen des Erregers – *Fusarium oxysporum* Stamm 63890 – aus einer fünf Wochen alten Kultur auf Hafermehlagar (500:1).



Abb. 3 (unten). Verschiedenartige Befallssymptome an Blättern der Sorte 'Yellow Bonnie Jean' aus einem Infektionsversuch nach drei Wochen; unten rechts: Blatt einer Kontrollpflanze.

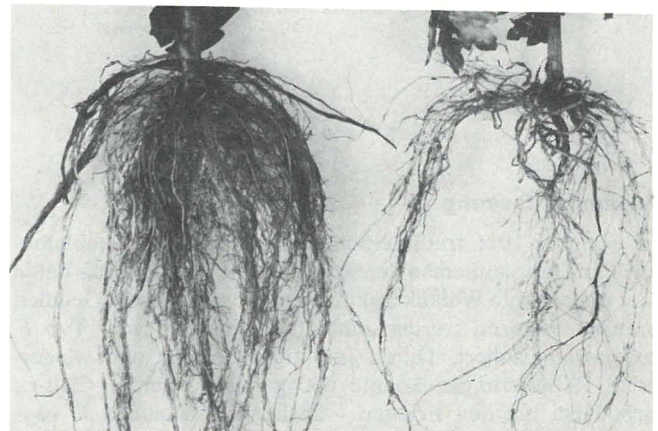
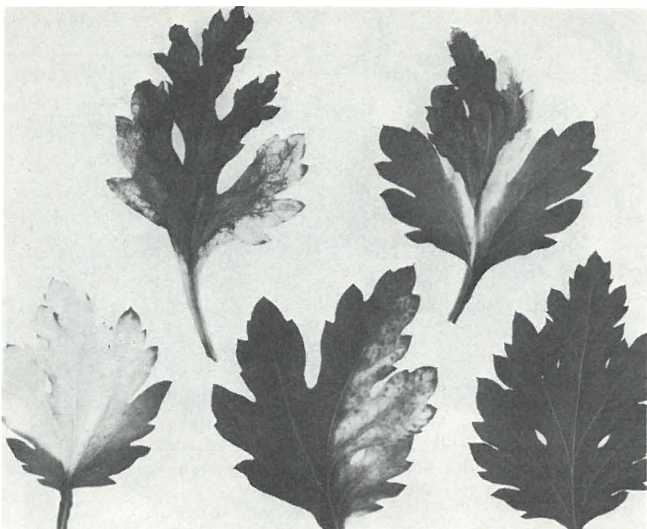


Abb. 4 (rechts). Topf- und ausgewaschene Wurzelballen von Pflanzen aus einem Infektionsversuch nach vier Wochen; links: Kontrollpflanze.



auf Bierwürze-Agar und auf Reisbrei, wie er auch einigen anderen spezialisierten Pathotypen von *F. oxysporum*, wie z. B. dem Erreger der *Fusarium*-Fäule der Tulpenzwiebel, und praktisch allen Isolaten von *F. redolens* eigen ist. Er war von Anfang an ausgeprägt und hat sich bis jetzt – auch bei allen Reisolaten – unvermindert erhalten.

Infektionsversuche

In den Jahren 1977 bis 1979 wurden mehrere Infektionsversuche in Hamburg und Berlin, zu unterschiedlichen Zeiten und bei verschiedenartigen Kulturbedingungen mit den Sorten 'Yellow Bonnie Jean', 'Brunhilde Eckström' (ein Sämling aus 'Bonnie Jean'), 'Indianapolis White' und 'Snowdon' vorgenommen. Der Krankheitsverlauf und die aufgetretenen Sym-

ptome (Abb. 1, 3, 4, 5) variierten dabei beträchtlich, vor allem in Abhängigkeit von der Sorte, den vorherrschenden Temperaturen, dem Alter der Versuchspflanzen, der Infektionsmethode und dem Grad der Substratverseuchung; sie lagen aber insgesamt innerhalb der für diese Fusariose bei Spontanbefall und in Versuchen festgestellten und aus der Literatur ersichtlichen Variationsbreite (vgl. u. a. ENGELHARD und WOLTZ, 1971, 1973a, 1973c, GARIBALDI und GULLINO, 1975). Äußerlich sichtbare Krankheitserscheinungen traten in unseren Versuchen stets nur bei 'Yellow Bonnie Jean' auf, in keinem Falle bei Pflanzen einer der anderen geprüften Sorten (Abb. 6). Je höher die Temperaturen, je jünger die Versuchspflanzen und je massiver die Kultursubstrate mit einem vom Erreger durchwachsenen Torf-Häcksel-Sand-Gemisch verseucht waren, desto früher zeigten sich die ersten Symptome und desto heftiger verlief – wenigstens anfangs – in der Regel die Krankheit. Wurden frisch bewurzelte Stecklinge in stark verseuchtem Substrat bei überwiegend 25 bis 30 °C gehalten, traten bereits nach knapp einer Woche die ersten Blattsymptome (Abb. 3) auf. Meist die unteren Blätter zuerst, manchmal aber auch Blätter im mittleren Stengelbereich, beginnen sich in der Regel einseitig vom Rande her oder in einzelnen Sektoren gelblich zu verfärben. Chlorotische Blattpartien können anfangs scharf von einer Blattader begrenzt bleiben. Im weiteren Verlauf vergilben die Blätter ganz, werden braun, verdorren und hängen vertrocknet am Stengel herab. Häufig sind diese Erscheinungen über einen längeren Zeitraum auf nur eine Seite des Stengels beschränkt. Dann krümmt sich manchmal die Sproßspitze nach dieser Seite hin, wie das bei Nelken mit *Fusarium*-Welke die Regel ist. Unterirdisch macht sich der Befall in einer fortschreitenden Wurzelfäule bemerkbar. Wurzeln, über die der Erreger eingedrungen ist, werden braun und vermorschen, so daß schließlich nur noch der

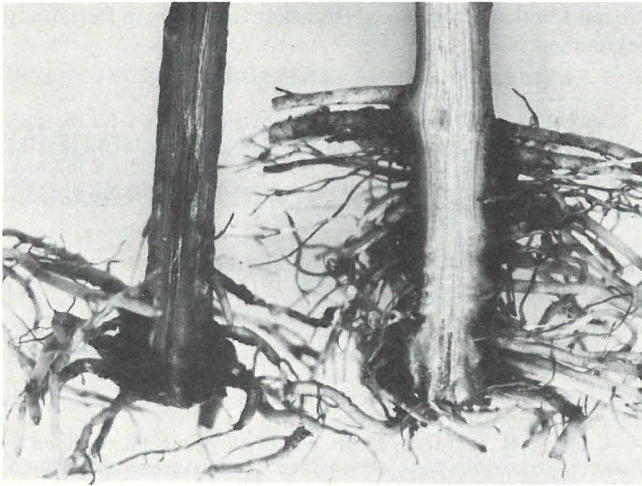
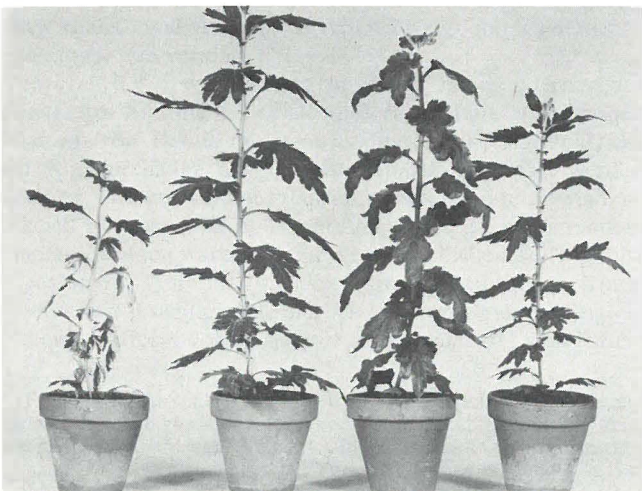


Abb. 5. Längsschnitte durch den Stengelgrund von Pflanzen aus einem Infektionsversuch nach fünf Wochen; rechts: Kontrollpflanze.

drahtige Zentralzylinder übrig bleibt. In fortgeschrittenen Stadien ist bei befallenen Pflanzen die Wurzelmasse stark reduziert (Abb. 4, 5). Im Innern sichtbar kranker Pflanzen sind anfangs die Gefäßbündel, später auch die umgebenden Gewebe der Stengel und Blattstiele verbräunt, und der Stengelgrund kann schließlich durchgehend schwarzbraun und morsch werden (Abb. 5). Selbst unter ungünstigsten Bedingungen sterben befallene Pflanzen meist nicht vollständig ab. Besonders bei schwacher Infektion in einem fortgeschrittenen Entwicklungsstadium und schleppendem Krankheitsverlauf, wie er im Herbst und Winter die Regel sein dürfte, entwickeln sich die Pflanzen bis zur Blüte weiter. Allerdings bleiben sie mehr oder weniger im Wachstum zurück und blühen später, so daß – neben zum Teil verwelkten Blättern – auch dadurch eine beachtliche Qualitätsminderung eintritt.

Durch wiederholte Reisolierungen und Überprüfung von Reisolaten in einem Infektionsversuch wurde der für Stamm 63890 erbrachte Nachweis der Pathogenität an Chrysanthenen der Sorte 'Yellow Bonnie Jean' abgesichert. Der Erreger konnte aber bisher – im Gegensatz zu den Befunden von

Abb. 6. Pflanzen vier verschiedener Chrysanthenen-Sorten aus einem Infektionsversuch nach vier Wochen; von links: 'Yellow Bonnie Jean', 'Brunhilde Eckström', 'Indianapolis White' und 'Snowdon'.



ENGELHARD und WOLTZ (1973a) – immer nur aus solchen Gefäßpartien der Stengel und Blattstiele sichtbar kranker Chrysanthenen isoliert werden, die im Bereich von Blättern mit Symptomen lagen und bereits bräunlich verfärbt waren.

Diskussion

Mit den hier beschriebenen Untersuchungen ist der Nachweis einer für die Bundesrepublik Deutschland – höchstwahrscheinlich zugleich für den gesamten mittel- und nordeuropäischen Raum – neuen Welkekrankheit der Chrysantheme erbracht worden. Zuverlässige Angaben über das Auftreten einer entsprechenden Fusariose liegen der verfügbaren Literatur zufolge nur aus Nordamerika (ARMSTRONG und ARMSTRONG, 1964, 1965, ARMSTRONG, ARMSTRONG und LITRELL, 1970, ENGELHARD und WOLTZ, 1971, 1972, 1973a, 1973b, 1973c, LITRELL, 1966, LITRELL und HEALD, 1967, TOOP, 1963, WOLTZ und ENGELHARD, 1973) und Italien (GARIBALDI und GULLINO, 1975) vor. Ob es sich bei der von STENINA (1970) aus der UdSSR berichteten *Fusarium*-Welke um die gleiche Krankheit handelt, läßt sich nicht sagen, ist aber zumindest sehr zweifelhaft. In diesem Zusammenhang soll auf eine andere Fusariose der Chrysantheme hingewiesen werden, die vor einigen Jahren in den USA festgestellt worden ist: Eine durch *F. solani* hervorgerufene, als „stem rot“ bezeichnete Fäule von Stecklingen und älteren Pflanzen (ENGELHARD, CRANE und MELLINGER, 1974, 1976).

Der erste zuverlässige Bericht über das Vorkommen einer typischen *Fusarium*-Welke (Tracheomykose) an Chrysanthenen, und zwar der Sorte 'Encore', stammt wohl von TOOP (1963); den Erreger hielt er seinerzeit für identisch mit *F. oxysporum* f. sp. *callistephi*, dem lange bekannten und weit verbreiteten Welke-*Fusarium* der Sommeraster. Durch Kreuzinfektionsversuche konnten jedoch ARMSTRONG und ARMSTRONG (1964, 1965) nachweisen, daß es sich bei diesem *Chrysanthemum*-Welkeerregere tatsächlich um *F. oxysporum* f. sp. *tracheiphilum* (E. F. Smith) Snyder et Hansen Rasse 1 Armstrong et Armstrong handelt, einen ursprünglich als spezialisiert auf *Vigna sinensis* angesehenen Pathotyp. LITRELL (1966) berichtete dann von einem anderen *F. oxysporum*, das neben 'Encore' auch die Sorte 'Yellow Delaware' befällt, aber nicht an *Vigna sinensis* 'Climax' Welke verursacht. Es wurde als *F. oxysporum* f. sp. *chrysanthemi* Littrell, Armstrong et Armstrong beschrieben und mit seinem Wirtspflanzenkreis der Rasse 1 von f. sp. *tracheiphilum* und einigen Rassen anderer spezialisierter Formen von *F. oxysporum* tabellenartig gegenübergestellt (ARMSTRONG, ARMSTRONG und LITRELL, 1970). In Italien sind durch die Untersuchungen von GARIBALDI und GULLINO (1975) ebenfalls beide Welkeerregere an Chrysanthenen aus dem Formenkreis von *F. oxysporum* nachgewiesen worden: Durch Vergleich mit definierten *Fusarium*-Stämmen aus USA an den Sorten 'Yellow Delaware', 'Yellow Bonnie Jean', 'Escapade' und 'White Sands', deren jeweiliges Resistenzverhalten aus den umfangreichen Sortimentsprüfungen von ENGELHARD und WOLTZ (1971, 1973c) bekannt ist, konnten zwei der aus Ligurien stammenden Isolate *F. oxysporum* f. sp. *chrysanthemi*, ein drittes hingegen *F. oxysporum* f. sp. *tracheiphilum* zugeordnet werden. Welcher Erregertyp in der Bundesrepublik vorliegt, läßt sich zwar nicht mit völliger Sicherheit sagen, doch spricht die Anfälligkeit von 'Bonnie Jean' und 'Yellow Bonnie Jean' für f. sp. *chrysanthemi*. Zur endgültigen Klärung sind weitere Versuche mit Vergleichsstämmen an einem breiteren Sortiment vorgesehen, in das auch *Vigna*, Sommeraster und Tagetes (OLSEN, 1965) einbezogen werden sollen.

Die näheren Umstände, wie es zum Auftreten dieser Fusariose im Rheinland gekommen ist, sind nicht bekannt. Der Verdacht, daß der Erreger mit scheinbar gesunden Chrysanthemen in den betroffenen Gartenbaubetrieb gelangt ist (vgl. ENGELHARD und WOLTZ, 1973a), liegt zwar nahe, ist aber angesichts des einmaligen Falles nicht wahrscheinlich, da Jungpflanzen aus der gleichen Herkunft in anderen Betrieben der Bundesrepublik Deutschland und anderen westeuropäischen Ländern gesund aufwuchsen bzw. ein Krankheitsbefall nicht bekannt wurde. Die Möglichkeit der Einschleppung mit Kultursubstrat bei Bezug auch anderer Pflanzenarten aus Betrieben, in denen der Erreger – erkannt oder unerkannt – gegenwärtig ist, kann nicht ausgeschlossen werden.

Nähere Kenntnisse über Einflüsse verschiedener Faktoren auf Befall und Symptomausprägung – und damit zugleich Hinweise auf geeignete Gegenmaßnahmen – beruhen fast ausschließlich auf Forschungen in Bradenton/Florida und Trifton/Georgia mit u. a. folgenden Ergebnissen: Gleichzeitiger Befall durch *Meloidogyne hapla* kann die Welkesymptome bei einer anfälligen Sorte ('Yellow Delaware') verstärken, aber die Resistenz einer widerstandsfähigen Sorte ('Yellow Iceberg') nicht brechen und ohne Einfluß auf das Wachstum bleiben, obwohl den Nematoden der vollständige Entwicklungszyklus in den Wurzeln beider Sorten möglich ist (LITTRELL und HEALD, 1967); mit zunehmender N-Düngung erhöht sich die Anfälligkeit (LITTRELL, 1966); N-Gaben in Form von NaNO_3 wirken günstiger als NH_4NO_3 und können zusammen mit starker Kalkung – CaCO_3 und Ca(OH)_2 – (und folglich mehr oder weniger stark alkalischen Bodenverhältnissen) die Krankheit beträchtlich reduzieren (WOLTZ und ENGELHARD, 1973) und schließlich in Kombination mit Fungizid (Benzimidazole)-Behandlungen ("integrated fungicide, high-lime, all-nitrate-nitrogen regime") die *Fusarium*-Welke völlig unterdrücken (ENGELHARD und WOLTZ, 1973b). Grundsätzlich bieten sich aber Betrieben vorbeugend oder nach Einschleppung alle Maßnahmen an, die sich zur Abwehr oder Ausrottung entsprechender *Fusarium*-Tracheomykosen bei anderen Zier- und auch Gemüsepflanzen bewährt haben: Verwendung einwandfreien, getesteten Pflanzenmaterials aus befallsfreien Vermehrungsbetrieben; Umstellung des angebauten Sortiments – soweit wie irgend möglich – auf resistente oder tolerante Sorten; Kultur in Substraten und auf Flächen, die an sich frei von den Erregern oder sorgfältig chemisch oder durch Dämpfen entseucht worden sind; gewissenhafte Beachtung sonstiger hygienischer Maßnahmen, wie laufende Überwachung der Bestände und unverzügliches Entfernen und Vernichten befallsverdächtiger Pflanzen, Desinfektion von Gefäßen, Stellflächen, Geräten und anderen Gegenständen,

die mit kranken Pflanzen, verseuchter Erde usw. in Berührung gekommen sind.

Frau I. ECKART, Institut für Mikrobiologie, sind wir für die stets interessierte und zuverlässige Mitarbeit sowie die Anfertigung der Abbildung 2, Herrn C. DINKLOH, Bildstelle Biologische Bundesanstalt, Berlin-Dahlem, für die Anfertigung der Abbildungen 1, 3, 4, 5, 6 sehr zu Dank verpflichtet.

Literatur

- ARMSTRONG, G. M. and J. K. ARMSTRONG, 1964: Wilt of chrysanthemum caused by race 1 of the cowpea *Fusarium*. *Phytopathology* **54**, 886.
- , –, 1965: Wilt of chrysanthemum caused by race 1 of the cowpea *Fusarium*. *Plant Dis. Repr.* **49**, 673–676.
- , –, and R. H. LITTRELL, 1970: Wilt of chrysanthemum caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *chrysanthemi*, forma specialis nov. *Phytopathology* **60**, 496–498.
- ENGELHARD, A. W., G. L. CRANE, and H. C. MELLINGER, 1974: *Fusarium solani*, a new pathogen on chrysanthemum. *Proc. Am. Phytopathol. Soc.* **1**, 121.
- , –, 1976: Stem rot, a new disease on chrysanthemum incited by *Fusarium solani*. *Plant Dis. Repr.* **60**, 437–441.
- , and S. S. WOLTZ, 1971: *Fusarium* wilt of chrysanthemum: Symptomatology and cultivar reactions. *Proc. Florida State Hort. Soc.* **84**, 351–354.
- , –, 1972: Complete control of *Fusarium* wilt of chrysanthemum with chemotherapeutants combined with a high lime and nitrate – nitrogen culture regime. *Phytopathology* **62**, 756.
- , –, 1973a: Pathogenesis and dissemination of the *Fusarium* wilt pathogens of chrysanthemum. *Phytopathology* **63**, 441.
- , –, 1973b: *Fusarium* wilt of chrysanthemum: Complete control of symptoms with an integrated fungicide – lime – nitrate regime. *Phytopathology* **63**, 1256–1259.
- , –, 1973c: Symptomatology and cultivar reaction of chrysanthemum to *Fusarium* wilt. *Phytopathology* **63**, 1435.
- GARIBALDI, A. e G. GULLINO, 1975: Malattie delle piante da fiore ed ornamentali nuove o poco note in Italia. IV – Sulla presenza in Italia di due formae speciales di *Fusarium oxysporum* patogene del Crisantemo. *Inform. Fitopatol.* **25**, (11), 9–12.
- LITTRELL, R. H., 1966: Effects of nitrogen nutrition on susceptibility of chrysanthemum to an apparently new biotype of *Fusarium oxysporum*. *Plant Dis. Repr.* **50**, 882–884.
- , and C. M. HEALD, 1967: The effect of *Meloidogyne hapla* and *Fusarium oxysporum* on severity of *Fusarium* wilt of chrysanthemum. *Plant Dis. Repr.* **51**, 736–738.
- OLSEN, C. M., 1965: A *Fusarium* wilt of *Tagetes marigolds*. *Phytopathology* **55**, 711–714.
- STENINA, N. P., 1970: Fuzariozne uvyadanie Khrisantem. *Zap. leningr. sel'-khoz. Inst.* **127**, 166–169.
- TOOP, E. W., 1963: The effect of pre-inoculation treatment of rooted chrysanthemum cuttings on subsequent vascular wilt development. *Plant Dis. Repr.* **47**, 284–287.
- WOLTZ, S. S. and A. W. ENGELHARD, 1973: *Fusarium* wilt of chrysanthemum: Effect of nitrogen source and lime on disease development. *Phytopathology* **63**, 155–157.