

Diss. ETH

Prom. No. 4353 ex. B

Über die Bedeutung parasitogener
Toxine bei Mischinfektionen
mit erbsenpathogenen Fusarien

ABHANDLUNG
ZUR ERLANGUNG
DER WÜRDE EINES DOKTORS DER
NATURWISSENSCHAFTEN

DER

EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN
HOCHSCHULE IN ZÜRICH

VORGELEGT VON

DOROTHEA MEILER

DIPL. NATW. ETH
geboren 2. Mai 1942
von Flims, Kanton Graubünden



Cat.

Angenommen auf Antrag von
Prof. Dr. H. KERN, Referent
Prof. Dr. H. ZOGG, Korreferent

1970

A. W. Hayn's Erben, Berlin (West)

stimulieren. Ob die bei *Fusarium solani* f. *phaseoli* gemachten Beobachtungen auch für *Fusarium Martii* var. *pisi* zutreffen und inwieweit dadurch der Krankheitsverlauf bei Mischinfektion beschleunigt wird, müßte in weiteren Untersuchungen abgeklärt werden.

Zusammenfassung

1. Zwei erbsenpathogene Fusarienstämmen, deren Toxinbildungsvermögen *in vitro* und *in vivo* untersucht ist, wurden auf ihre parasitische Eignung geprüft. Der Fußfäuleerreger *Fusarium Martii* var. *pisi* war für Erbsen stärker pathogen als der Welkeerreger *Fusarium oxysporum* f. *pisi*.

2. In sterilisierter Erde kultivierte Erbsen reagierten auf Mischinfektion nach dem Typus Indifferenz oder Addition. Nur auf Nährlösung kultivierte Pflanzen zeigten bei hundertfachem Übergewicht des Welkeerreger eine Depression.

3. In autoklavierter Erde behinderte der Welkeerreger den Fußfäuleerreger an seiner Entwicklung. In Wurzelnähe verschwand dieser Antagonismus im Verlauf der Pathogenese.

4. Beide Erreger induzierten in autoklavierter Erde Bodenfungistase. Die pilzdurchwachsene Erde hemmte die Keimung von Mikrokonidien bei *Fusarium Martii* stärker als bei *Fusarium oxysporum*. Unter verbesserten Ernährungsbedingungen konnte indessen der Wurzelfäuleerreger bei Kontakt mit fungistatischer Erde das Wachstum seines Antagonisten übertreffen.

5. Der Wurzelfäuleerreger vermag seine spezifisch antifungischen Naphthazarinderivate Novarubin und Norjavanicin in Spuren auch in Erdabsud und in der Rhizosphäre von Erbsen zu bilden. Fusarinsäure als vom Welkeerreger synthetisiertes Toxin ließ sich in fungistatisch wirksamen Erdkulturen von *Fusarium oxysporum* nur indirekt in Spuren nachweisen.

6. Novarubin hemmt das Hyphenwachstum beider Erbsenparasiten sehr stark. *Fusarium oxysporum* entwickelte sich jedoch bei allen Toxinkonzentrationen wesentlich schneller als *Fusarium Martii*.

7. Fusarinsäure hemmte die Konidienkeimung bei *Fusarium Martii* stärker als bei *Fusarium oxysporum*. Auch das Hyphenwachstum des Welkeerreger war unter 50 µg Fusarinsäure/ml rascher als dasjenige des Fußfäuleerreger. Die wirksamen Toxinkonzentrationen lagen jedoch über denjenigen von Novarubin. Bei Kontakt mit fungistatischer, von *Fusarium oxysporum* durchwachsener Erde wurde die Hemmwirkung der Fusarinsäure gegenüber *Fusarium Martii* bedeutend erhöht. Toxinproduktion in Spuren könnte neben Nahrungskonkurrenz bei der fungistatischen Wirkung von pilzdurchwachsener Erde eine Rolle spielen.

8. Das vom Wurzelfäulepilz *in vivo* gebildete, phytotoxisch wirksame Naphthazarinderivat Isomarticin und Fusarinsäure als Stoffwechselprodukt von *Fusarium oxysporum* wirkten synergistisch auf die Pflanzensprosse ein, wenn diese mit unterschwelligen Dosen vergiftet wurden. Die bei Mischinfektionen auftretende additive Schädigung der Erbsenpflanzen kann darum bei einmal

haftender Infektion beider Parasiten durch Toxinausschüttungen im gemeinsam befallenen Wirt zustande kommen.

Summary

Studies on the Significance of Parasitogenic Toxins in Mixed Inoculations of *Fusaria* on Pea Plants

1. Two species of *Fusarium*, *Fusarium Martii* var. *pisi* and *Fusarium oxysporum* f. *pisi*, both of which produce toxins *in vitro* and *in vivo*, were tested for their pathogenicity to peas. The root rot fungus *Fusarium Martii* var. *pisi* was more pathogenic than the wilt fungus *Fusarium oxysporum* f. *pisi*.

2. Disease severity in response to infection with mixed inoculum in sterilized soil was usually the same or greater than with *Fusarium Martii* alone. Disease was depressed below this level only in liquid medium and when the proportion of *Fusarium oxysporum* in the inoculum was increased one hundred fold.

3. Growth of the root rot fungus in autoclaved soil was reduced when inoculated together with the wilt fungus. However, this antagonism disappeared in the area around the roots during the course of disease development.

4. Autoclaved soil colonized by either fungus was fungistatic to microconidia of both species, but in both cases the fungistasis was stronger against *Fusarium Martii*. However, spores of the latter in agar containing certain nutrients, when placed in contact with such soil, germinated better than *Fusarium oxysporum*.

5. The root rot fungus produces two highly antifungal derivatives of naphthazarin: novarubin and norjavanicin. Both these could be detected in cultures on soil exudates and in the rhizosphere of peas. Fusaric acid, the toxin produced by the wilt fungus could only be detected indirectly in fungistatic soil cultures of this fungus.

6. Novarubin inhibited hyphal growth of both fungi. *Fusarium oxysporum* grew more rapidly than *Fusarium Martii* at all concentrations tested and in the control but at the lowest concentrations tended to be relatively more strongly inhibited.

7. Germination of conidia of *Fusarium oxysporum* was less affected by fusaric acid than that of conidia of *Fusarium Martii*. At concentrations of fusaric acid below 50 µg/ml the mycelial growth of *Fusarium oxysporum* was also more rapid than that of *Fusarium Martii*. The effective concentrations of this toxin were, however, much higher than those of novarubin. Inhibition of the germination of microconidia of *Fusarium Martii* in agar was greatly enhanced by contact with fungistatic soil produced by infestation with *Fusarium oxysporum*, but not by sterile soil. Production of small amounts of toxins may by addition to the effects of nutritional factors, play a role in the development of soil fungistasis.

8. Isomarticin — a phytotoxic derivative of naphthazarin — and fusaric acid were found to act synergistically in the production of disease symptoms in plant shoots. The greater damage produced by mixed infections may possibly be explained by the release of toxins in the host after infection is established.

Die vorliegende Arbeit wurde durch den Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung ermöglicht. Mein besonderer Dank gilt Frau Dr. S. NAEF-ROTH für ihre wertvollen Anregungen und für die sorgfältige Durchsicht des Manuskriptes.

Literaturverzeichnis

- ADAMS, P. B., J. A. LEWIS, and G. C. PAPAIVAS, 1968: Survival of root-infecting fungi in soil. IV. The nature of fungistasis in natural and cellulose-amended soil on chlamydo-spores of *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli*. *Phytopathology* **58**, 378—383.
- ARNSTEIN, H. R. V., and A. H. COOK, 1947: Production of antibiotics by fungi. Part III. Javanicin, an antibacterial pigment from *Fusarium javanicum*. *J. Chem. Soc.* **189**, 1021.
- AYERS, W. A., and R. H. THORNTON, 1968: Exudation of amino acids by intact and damaged roots of wheat and peas. *Plant and Soil* **28**, 193—207.
- BÄR, H., 1963: Untersuchungen über die Wirkungsweise der Fusarinsäure. *Phytopath. Z.* **48**, 149—177.
- BOLTON, A. T., V. W. NUTTALL, and L. H. LYALL, 1966: A new race of *Fusarium oxysporum* f. *pisi*. *Canad. J. Plant Sci.* **46**, 343—347.
- BOULTER, D., J. J. JEREMY, and M. WILDING, 1966: Amino acids liberated into the culture medium by seedling roots. *Plant and Soil* **24**, 121—127.
- BUXTON, E. W., 1955: *Fusarium* diseases of peas. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* **38**, 309—316.
- , and D. A. PERRY, 1959: Pathogenic interactions between *Fusarium oxysporum* and *Fusarium solani* on peas. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* **42**, 378—387.
- , and I. F. STOREY, 1954: The occurrence of pea wilt in Britain. *Plant Pathol.* **3**, 13—16.
- CHINN, S. H. F., 1953: A slide technique for the study of fungi and actinomycetes in soil with special reference to *Helminthosporium sativum*. *Canad. J. Bot.* **31**, 718—724.
- COCHRANE, V. W., 1958: *Physiology of fungi*. John Wiley & Sons, Inc., New York.
- COCHRANE, J. C., V. W. COCHRANE, F. G. SIMON, and J. SPAETH, 1963: Spore germination and carbon metabolism in *Fusarium solani*. I. Requirements for spore germination. *Phytopathology* **53**, 1155—1160.
- DOBBS, C. G., and W. H. HINSON, 1953: A widespread fungistasis in soils. *Nature* **172**, 197 bis 199.
- GÄUMANN, E., 1951: *Pflanzliche Infektionslehre*. Verlag Birkhäuser, Basel.
- , 1957: Über Fusarinsäure als Welketoxin. *Phytopath. Z.* **29**, 1—44.
- , 1958: Über die Wirkungsmechanismen der Fusarinsäure. *Phytopath. Z.* **32**, 359—398.
- , S. NAEF-ROTH und H. KOBEL, 1952: Über Fusarinsäure, ein zweites Welketoxin des *Fusarium lycopersici* Sacc. *Phytopath. Z.* **20**, 1—38.
- HOAGLAND, D. R., and W. C. SNYDER, 1933: Nutrition of strawberry plant under controlled conditions. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* **30**, 288—293.
- HOHL, H. R., 1959: Toxine. In: H. F. LINSKENS (ed.), *Papierchromatographie in der Botanik*, 315—326. Springer-Verlag, Berlin—Göttingen—Heidelberg.
- JONES, F. R., 1923: Stem and rootrot of peas in the United States caused by species of *Fusarium*. *J. agric. Res.* **26**, 459—475.
- KALYANASUNDARAM, R., 1955: Antibiotic production by *Fusarium vasinfectum* Atk. in soil. *Curr. Sci.* **24**, 310—311.
- , 1958: Production of fusaric acid by *Fusarium lycopersici* Sacc. in the rhizosphere of tomato plants. *Phytopath. Z.* **32**, 25—34.
- , and C. S. VENKATA RAM, 1956: Production and systemic translocation of fusaric acid in *Fusarium* infected cotton plants. *J. Ind. Bot. Soc.* **35**, 7—10.