

# ACTA FORESTALIA FENNICA

Vol. 111, 1970

Über die antagonistische Einwirkung der  
insektenpathogenen Pilze *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill.  
und *B. tenella* (Delacr.) Siem. auf den Wurzelschwamm  
(*Fomes annosus* (Fr.) Cooke).

Lalli Laine und Matti Nuorteva

SUOMEN METSÄTIETEELLINEN SEURA



## **Suomen Metsätieteellisen Seuran julkaisusarjat**

**ACTA FORESTALIA FENNICA.** Sisältää etupäässä Suomen metsätaloutta ja sen perusteita käsitteleviä tieteellisiä tutkimuksia. Ilmestyy epäsäännöllisin väliajoin niteinä, joista kukin käsittää yhden tutkimuksen.

**SILVA FENNICA.** Sisältää etupäässä Suomen metsätaloutta ja sen perusteita käsitteleviä kirjoitelmia ja lyhyehköjä tutkimuksia. Ilmestyy neljästi vuodessa.

Tilaukset ja julkaisuja koskevat tiedustelut osoitetaan Seuran toimistoon, Unioninkatu 40 B, Helsinki 17.

## **Publications of the Society of Forestry in Finland**

**ACTA FORESTALIA FENNICA.** Contains scientific treatises mainly dealing with Finnish forestry and its foundations. The volumes, which appear at irregular intervals, contain one treatise each.

**SILVA FENNICA.** Contains essays and short investigations mainly on Finnish forestry and its foundations. Published four times annually.

Orders for back issues of the publications of the Society, subscriptions, and exchange inquiries can be addressed to the office: Unioninkatu 40 B, Helsinki 17, Finland.

## EINLEITUNG

# ÜBER DIE ANTAGONISTISCHE EINWIRKUNG DER INSEKTENPATHOGENEN PILZE *BEAUVERIA BASSIANA* (BALS.) VUILL. UND *B. TENELLA* (DELACR.) SIEM. AUF DEN WURZELSCHWAMM (*FOMES ANNOSUS* (FR.) COOKE).

LALLI LAINE und MATTI NUORTEVA

Forstliche Forschungsanstalt in Finnland; Landwirtschafts- und Forstzoologisches Institut der Universität Helsinki.

## METHODEN

Die Versuche wurden im Landwirtschafts- und Forstzoologischen Institut der Universität Helsinki in Viikki gemacht. Zur Verfügung standen Klimastricke mit Temperatur- und Feuchtigkeitsregulierung. Die Kulturen wurden in gläsernen Petri-schalen mit einem inneren Durchmesser von 8 cm ausgeführt. Sie wurden, sofern nicht anders erwähnt, bei 20°C bei +18°C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von ungefähr 95% gehalten.

Die Inokulation der Pilze lagert einander gegenüber 2 cm vom Rand der Schale. Die Transplantate wurden mit einem Korbbohrer mit einer Bohrweite von 5 mm gemacht.

Der Fortgang des Wachstums der Pilze wurden in bestimmten Zeitabständen auf dem Boden der Schale

und ausgedrückt wurden die Kulturen im Lauf des Versuchs fotografiert. Nach Abschluss der Kultur kopierten wir die Abdrücke auf transparentem Papier, wo die Abstände zwischen den Myzelstrahlen gemessen und die Areale mit Hilfe des Planimeters ermittelt wurden.

Die Laborkulturen hat Kard. v. Ag. u. Pöytä. Rajala eine mit großer Sorgfalt besorgt, und wir danken für ihre besten für ihre Hilfe.

Der Wurzelschwamm wurde, wenn nicht anders erwähnt, der Stamm Fx 120 benutzt, der von einer Birke (*Betula*) in der Lücke einer Kieferbestände in Järvelä, Südfinnland 25 VII 1955 isoliert worden war. In den Versuchsversuchen haben wir noch folgende Stammes angewandt:

HELSINKI 1970

ÜBER DIE ANTAGONISTISCHE EINWIRKUNG DER  
INSEKTENPATHOGENEN PILZE BEAUFVERIA BASSIANA  
(BALS.) VUILF. UND B. TENWELII (DELLER) GERM. AUF DEN  
WURZELSCHWAMM (FOMES ANNOBUS (FR.) COOKE)

... ja tutkimus on suoritettu Suomessa, ja sen tulokset on  
... tutkimus on suoritettu Suomessa, ja sen tulokset on  
... tutkimus on suoritettu Suomessa, ja sen tulokset on  
... tutkimus on suoritettu Suomessa, ja sen tulokset on  
... tutkimus on suoritettu Suomessa, ja sen tulokset on  
... tutkimus on suoritettu Suomessa, ja sen tulokset on  
... tutkimus on suoritettu Suomessa, ja sen tulokset on  
... tutkimus on suoritettu Suomessa, ja sen tulokset on  
... tutkimus on suoritettu Suomessa, ja sen tulokset on  
... tutkimus on suoritettu Suomessa, ja sen tulokset on

### Publications of the Society of Forestry in Finland

ACTA FORESTALIA FINNICA. Contains scientific treatises mainly dealing with Finnish forestry and its foundations. The volumes, which appear at irregular intervals, contain one treatise each.

SILVA FINNICA. Contains essays and short investigations mainly on Finnish forestry and its foundations. Published four times annually.

Orders for back issues of the publications of the Society, subscriptions, and exchange inquiries can be addressed to the office: Unioninkatu 40 B, Helsinki 17, Finland.

## EINLEITUNG

Bei der Suche nach Methoden zur Abwehr des Wurzelschwamms (*Fomes annosus* (Fr.) Cooke) hat man die Lösung des Problems auch im Bereich der biologischen Bekämpfung zu finden versucht, wobei zuvörderst die antagonistischen Pilze in Frage kommen (vgl. z.B. TWAROWSKA 1967; HYPPEL 1968 a). Von derartigen Möglichkeiten sei z.B. die bereits in Gebrauch gekommene Behandlung der frischen Kiefernstubben mit dem Pilz *Pentophora gigantea* (Fr.) Massee gegen die Sporenfektion des Wurzelschwamms (RISHBETH 1959, 1967) genannt. Auch unter den Mykorrhiza-Pilzen sind Arten gefunden worden, die das Wachstum des Wurzelschwamms einschränken (HYPPEL 1968 a und b).

Die frischen Kiefernstubben werden auch von Insekten befallen (z.B. *Blastophagus pini-perda* L. und *Hylobius abietis* L.), die sich dort vermehren und dann den Wald oder Jungwuchs der Umgebung schädigen. Zur Bekämpfung dieser Schädlinge ist Entfernung, Schälen oder Vergiften der Stümpfe empfohlen und gelegentlich auch vorgenommen worden (vgl. z.B. ELTON et al. 1964;

TROPIN 1968). Beim Beurteilen der Schädlichkeit der in den Stümpfen lebenden Insekten muss auch die Möglichkeit in Betracht gezogen werden, dass sie eventuell an der Verbreitung des Wurzelschwamms beteiligt sind (NUORTEVA & LAINE 1968).

Für die biologische Bekämpfung von Insekten werden zur Züchtung gewisser insektenpathogener Pilze bereits Massenkulturmethoden entwickelt. Am weitesten ist man bei dieser Arbeit mit *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. gekommen (PRISTAVKO & GORAL 1967). Wenn diese insektenpathogenen Pilze zugleich auch Antagonisten des Wurzelschwamms wären, könnten sich hier interessante Anwendungsmöglichkeiten für die Behandlung der Stubben zur Abwehr sowohl der Insekten wie auch des Wurzelschwamms bieten.

In der vorliegenden Untersuchung werden zunächst die antagonistischen Wirkungen der insektenpathogenen Pilze *Beauveria bassiana* und *B. tenella* (Delacr.) Siem. gegen *Fomes annosus* aufgrund von Laborkulturen geprüft.

## METHODE

Die Versuche wurden im Landwirtschafts- und Forstzoologischen Institut der Universität Helsinki in Viikki gemacht. Zur Verfügung standen Klimaschränke mit Temperatur- und Feuchtigkeitsregelung. Die Kulturen wurden in gläsernen Petrischalen mit einem inneren Durchmesser von 9 cm ausgeführt. Sie wurden, sofern nicht anders erwähnt, im Dunkeln bei +18°C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von ungefähr 95 % gehalten.

Die Impfstellen der Pilze lagen einander gegenüber 2 cm vom Rand der Schale. Die Transplantate wurden mit einem Korkbohrer mit einer Rohrweite von 5 mm gemacht.

Der Fortgang des Wachstums der Pilze wurden in bestimmten Zeitabständen unten auf dem Boden der Schalen eingezeichnet,

und ausserdem wurden die Kulturen im Lauf des Versuchs fotografiert. Nach Abschluss der Kultur kopierten wir die Aufzeichnungen auf transparentem Papier, wo die Abstände zwischen den Myzelrasen gemessen und die Areale mit Hilfe des Planimeters ermittelt wurden.

Die Laborkulturen hat Kand. d. Agr.- u. Forstw. Raija Ellä mit grosser Sorgfalt durchgeführt, und wir danken ihr hier bestens für ihre Hilfe.

Vom Wurzelschwamm wurde, wenn nicht anders erwähnt, der Stamm Fa 120 benutzt, der von einer Birke (*Betula*) in der Lücke eines Kiefernbestandes in Toivakka, Süd-Finnland, 23. VII. 1966 isoliert worden war.

Für Spezialversuche haben wir noch folgende *Fomes annosus*-Stämme angewandt:



- Fa 26. Von *Juniperus* isoliert, Lohja, 26. V. 1966.  
 Fa 27. Von *Picea* isoliert, Lohja, 26. V. 1966.  
 Fa 67. Von *Betula* isoliert, Valkeala, 12. VII. 1966.  
 Fa 80. Von *Pinus* isoliert, Puumala, 14. VII. 1966.  
 Fa 96. Von *Pinus* isoliert, Mäntyharju, 15. VII. 1966.  
 Fa 99. Von *Pinus* isoliert, Pyhtää, 23. VII. 1966.

Alle Wurzelschwammstämme sind aus der Stammsammlung der Forstlichen Forschungsanstalt in Finnland, Helsinki, (Mag. Lalli Laine).

Von *Beauveria bassiana* haben wir den Stamm Bb benutzt. Der Pilz für die Kultur wurde von einem im Freiland tot gefundenen, verseuchten *Blastophagus piniperda* L.-Exemplar isoliert. Aus der Stammsammlung des Pflanzenpathologischen Instituts der Universität Helsinki, (Liz. d. Agr.- u. Forstw. Arvi Salonen).

Von *B. tenella* wurden zwei Stämme verwendet, Stamm Bt 5, von einer Imago von *Melolontha melolontha* L. isoliert, 18. XI. 1957. Stamm Bt 9, von einer  $L_3$  von *Melolontha* sp. isoliert, 9. V. 1961. Bt 5 und Bt 9 aus der Stammsammlung des Instituts für Biologische Bekämpfung, Darmstadt, (Dr. Erwin Müller-Kögler).

Ausserdem benutzten wir bei unseren Versuchen zum Vergleich der Stärke des Antagonismus einen aus den Wurzeln von *Monotropa hypopitys* L. (*Pyrolaceae*) isolierten undeterminierten Mykorrhizapilz, Stamm D 37, aus der Stammsammlung des Forstbotanischen Instituts der Königlichen Forstlichen Hochschule in Stockholm (Dr. Arne Hyppel).

Für die uns zur Verfügung gestellten Pilzstämme danken wir den oben genannten Personen auf das Beste.

Bei unseren Kulturen verwendeten wir folgende Nährböden:

S = ein speziell für die Isolierung des Wurzelschwamms entwickelter Nährboden, der folgendermassen zusammengesetzt ist: Bacto-Pepton 5 g,  $MgSO_4$  0,25 g,  $KHPO_4$  0,5 g, PCNB 190 ppm, Agar 20 g, Streptomycin 100 ppm, Milchsäure (50 %) 2 ml, Wasser 1 000 ml (s. KUHLMAN & HENDRIX 1962).

M = Malz-Agar, der nach HYPPEL (1968a p. 4) hergestellt wurde: 2,5 % Malzextrakt (Difco) und 1,5 % Agar in Wasser.

H = Hagem-Agar, hergestellt nach HINTIKKA (HINTIKKA 1964, p. 5, s. auch MIKOLA 1955): Glucose 5 g, Malzextrakt 5 g,  $MgSO_4$  0,5 g,  $NH_4Cl$  0,5 g,  $KH_2PO_4$  0,5 g,  $FeCl_3$  (1 %) 1 ml, Agar 15 g und dest. Wasser 1 000 ml.

## EINWIRKUNG DER LEBENSBEDINGUNGEN AUF DIE UNTERSUCHTEN PILZE

Um die gegenseitige Einwirkung des Wurzelschwamms und der *Beauveria*-Pilze untersuchen zu können, mussten Lebensbedingungen gefunden werden, in denen die zu untersuchenden Pilze zusammen gut gedeihen können. Diese Pilze lassen sich im allgemeinen leicht auf verschiedenerlei Nährböden kultivieren, es ist aber beobachtet worden, dass die Beschaffenheit des Kultursubstrats das Wachstum der in der Natur gewöhnlich in Insekten lebenden *Beauveria*-Pilze empfindlich beeinflusst (MACLEOD 1954).

Ausser dem Kultursubstrat mussten für die untersuchten Pilze auch geeignete Temperatur- und Feuchteverhältnisse ausfindig gemacht werden. Die fraglichen Pilze gedeihen in möglichst grosser Feuchtigkeit am besten. Weil die *Beauveria*-Pilze langsam wachsen, und die Versuchskulturen deswegen viel Zeit in Anspruch nehmen, ist es bedeutsam, dass

die Kulturen in genügend feuchten Bedingungen ausgeführt werden.

Bezüglich der Temperatur war die Sache insofern einfach, als die optimale Temperatur für das Wachstum sowohl der *Fomes annosus*- wie der *Beauveria*-Myzel bei etwa 22—24° C liegt, und die Pilze ausserdem auch bei ziemlich niedrigen Temperaturen gedeihen (z.B. ROLL-HANSEN 1940; RENNERFELT & PARIS 1952—53; MÜLLER-KÖGLER 1965, p. 252—254). Freilich muss berücksichtigt werden, dass die Temperatur auch die Intensität des Antagonismus zwischen dem Wurzelschwamm und anderen Pilzen beeinflussen kann (RENNERFELT & PARIS 1952—53; BRAUN 1958, p. 74—75; PERSSON-HÜPPEL 1963).

Bei allen drei von uns benutzten *Beauveria*-Stämmen wurde gelegentlich ausser dem superfiziellen Luftmyzel noch Wachstum im

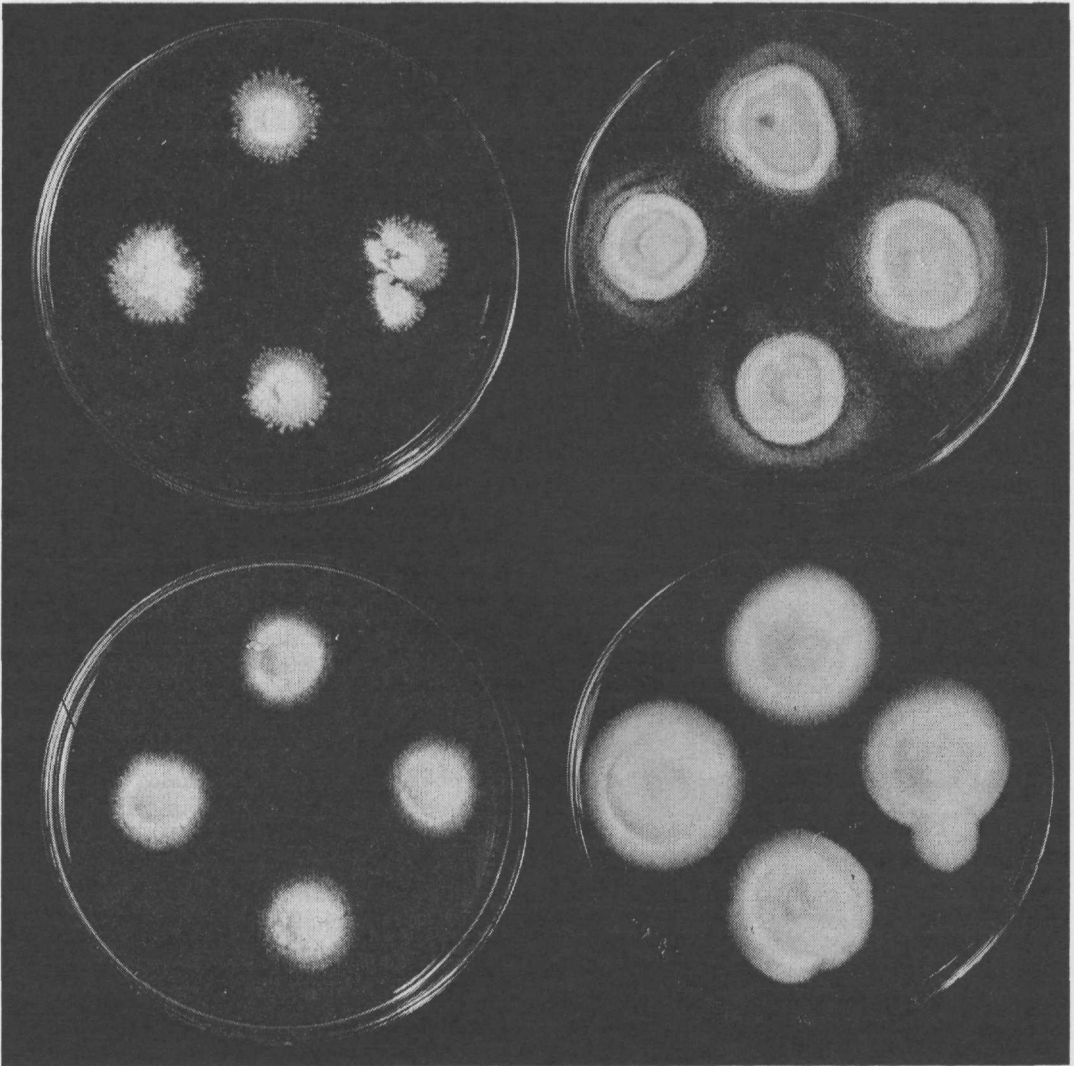


Abb. 1. Wachstum von *B. bassiana* auf H-Nährboden (links) und auf S-Nährboden (rechts). In der oberen Reihe Kulturtemperatur + 23 °C und r.F. 40 %, in der unteren Reihe + 11 °C und r.F. 95 %. Alle Aufnahmen von L. Laine.

Innern des Substrats angetroffen. Im allgemeinen war dieses »Substratmyzelgebiet« ausserhalb des vom normalen Luftmyzel bedeckten Gebiets als eine trübe, aussen scharf begrenzte Zone zu sehen (s. u.a. Abb. 2 A). Gelegentlich wuchs aus dieser Zone reichlich Luftmyzel nach oben (s. z.B. Abb. 1 oder 3).

Die Substratmyzelzone kam in manchen Fällen schon 21 Tage nach dem Anlegen der Kultur zum Vorschein, wie z.B. aus den Zahlen in Tabelle 1 hervorgeht, aber meistens

verging bis dahin beträchtlich mehr Zeit. Die sichtbare Fläche der Substratmyzelzone war u.U. grösser als das vom eigentlichen Myzelrasen eingenommene Gebiet.

Wie schon erwähnt, war die Substratmyzelzone nicht immer zu sehen, und ihr Auftreten sowie die Intensität und Beschaffenheit des Wachstums variierten in verschiedenen Lebensbedingungen. Höhere Temperatur schien ihre Entwicklung zu fördern. Das Wesen der Substratmyzelzone wurde jedoch nicht ge-

Tabelle 1. Entwicklung des Flächeninhalts in cm<sup>2</sup> des von einem Impfpunkt ausgehenden Luftmyzels (a) und der dieses säumenden Substratmyzelzone (b) in Versuch I, *B. bassiana* allein wachsend.

Versuchsreihe	Substrat	8 Tage			21 Tage			32 Tage		
		a	b	Zus.	a	b	Zus.	a	b	Zus.
B	S	0.3	—	0.3	2.1	—	2.1	6.0	—	6.0
	H	0.4	—	0.4	1.4	1.6	3.0	2.7	7.4	10.1
C	S	1.9	—	1.9	3.6	10.7	14.3	5.2	9.1	14.3
	H	1.8	—	1.8	2.7	—	2.7	3.0	—	3.0
D	S	1.9	—	1.9	4.0	8.9	12.9	4.0	9.8	13.8
	H	1.3	—	1.3	2.1	1.0	3.1	2.9	0.2	3.1
Durchschn.	S	1.4	—	1.4	3.2	6.5	9.7	5.1	6.3	11.4
	H	1.2	—	1.2	2.0	0.9	2.9	2.9	2.5	5.4

nauer untersucht, aber ihr Vorkommen bei unseren Versuchen wird in jedem einzelnen Fall für sich erwähnt.

Zur Prüfung des Einflusses unterschiedlicher Lebensbedingungen wurde Versuch I durchgeführt, der aus vier Versuchsreihen von je 16 Petrischalen bestand. Drei von diesen Reihen wurden in Klimaschränken gehalten, jede in einer anderen Temperatur (Reihe A = +3° C, Reihe B = +11° C und Reihe C = +23° C), und die vierte (Reihe D) in einem Laborraum mit Klimaanlage (etwa +23° C, r.F. etwa 40 %). Die halbe Anzahl der Schalen war mit S-Nährboden besetzt und die übrigen mit H-Nährböden. Jede Schale wurde an vier Stellen beimpft, und zwar entweder mit nur dem einen von den untersuchten Pilzen (*B. bassiana* oder *F. annosus*) oder mit beiden zusammen. Die Kulturen der Versuchsreihe A mussten 21 Tage nach der Untersuchung wegen einer Störung in der elektrischen Anlage des Klimaschranks aufgegeben werden.

Im Wachstum des Wurzelschwamms konnten im Versuch I keine wesentlichen Unterschiede zwischen den zwei benutzten Nährböden beobachtet werden. Bei +23° C (Reihe C und D) überwuchs der Pilz das ganze Substrat schon im Lauf von 8 Tagen, aber bei +11° (Reihe B) war es erst bei der Kontrolle am 21. Tage so weit. Bei +3° brachte der Wurzelschwamm nur wenige 4–5 mm lange Hyphen hervor. Im Feuchten und Warmen entwickelte das Myzel sich üppig und wuchs kräftig vom Substrat aufwärts. Im Kühlen wuchs das Myzel mehr längs der Oberfläche.

*B. bassiana* war in unseren Versuchen bei allen Bedingungen beträchtlich langsam-

wüchsiger als *F. annosus*. Er wuchs auf S-Nährboden im allgemeinen deutlich kräftiger als auf H-Nährboden (Abb. 1 und Tab. 1). Bei +3° war das Myzel von *Beauveria* im Lauf von 21 Tagen überhaupt nicht über die Impfstellen hinausgewachsen.

Weitere Beobachtungen über die Bedeutung des Substrats für alle drei angewandten *Beauveria*-Stämme wurden im Zusammenhang mit dem Kulturversuch II gemacht. Diese Kulturen führten wir auf S-, H- und M-Nährböden aus. Die Petrischalen wurden in Klimaschränken bei +18° C im Dunkeln und Feuchten (r.F. = 95 %) gehalten. Die Pilze wurden sowohl allein als auch zusammen mit dem Wurzelschwamm kultiviert. Im ganzen hatten wir 72 Schalen.

Unten sind die Mittelwerte vom Flächeninhalt des Myzelrasens in den ausschliesslich *Beauveria*-Pilze enthaltenden Schalen in cm<sup>2</sup> zusammengestellt. Die Flächen sind pro eine Impfstelle 30 Tage nach der Anlage der Kultur berechnet.

Kultursubstrat	Bb	Bt 5	Bt 9
S	9.5	7.1	10.5
H	3.2	3.0	4.8
M	9.0	13.2	15.2

Bei dieser Kultur zeigte sich, wie auch schon früher im Versuch I, dass der H-Nährboden vom Gesichtspunkt des Myzelwachstums am schlechtesten war. In diesem Kulturversuch traten auf den verschiedenen Substraten auch ziemlich grosse, subfizielle Wachstumszonen auf, aus denen reichlich Luftmyzel heraufwuchs. Diese Substratmyzelzonen sind in den Flächeninhalten natürlich miteinbezogen.



Bei den anderen vorbereitenden Versuchen wurde weiter festgestellt, dass Pepton oder ein aus zerdrückten Insekten hergestelltes Extrakt das Wachstum der *Beauveria*-Pilze verstärkte (vgl. z.B. SCHAERFFENBERG 1957;

MÜLLER-KÖGLER 1965, s. 178—179). Wenn dagegen im S-Nährboden das Pepton ganz weggelassen wurde, wuchsen sowohl der Wurzelschwamm wie auch die *Beauveria*-Pilze sehr schwach.

## AUFTRETEN DES ANTAGONISMUS

Bei unseren Kulturen von Wurzelschwamm und *Beauveria*-Pilzen miteinander waren mancherlei Umstände zu beobachten, die erkennen liessen, dass zwischen diesen Pilzen ein Antagonismus besteht.

Wenn man zwei verschiedene Pilze zusammen auf Agar-Nährboden kultiviert, äussert der Antagonismus sich meistens darin, dass die gegeneinander vorrückenden Myzel-fronten stehenbleiben, so dass zwischen ihnen ein leeres Gebiet bleibt. Die Breite der leeren Hemmzone ist oft als Mass für die Stärke des Antagonismus gebraucht worden (s. z.B. RENNERFELT 1949; HYPPEL 1968 a). Ausser der Breite der leeren Zone haben wir in der vorliegenden Untersuchung manchmal zu diesem Zweck auch die Flächeninhalte der Myzelrasen und der leeren Zwischenzonen benutzt, die die Intensität des Antagonismus oft besser veranschaulichen als die blossen Abstände.

In vielen Fällen haben wir bei unseren Kulturen ausserdem die Beobachtung gemacht, dass das Myzel des Wurzelschwamms, das am Rand der vom Pilz Bb oder Bt 5 hervorgerufenen Hemmzone stehen geblieben war, dort mit der Zeit allmählich schwächer wurde (s. Abb. 2; die abgebildete Schale ist, 5 Wochen alt, auch auf Abb. 4 zu sehen, unterste Reihe, zweite von links). Derartige Schwächezonen konnten in 1 Monat alten Kulturen bis zu 9 mm breit sein, und gelegentlich kamen in ihnen auch Kristalle vor.

Der Antagonismus kann sich auch als morphologische Veränderungen der Myzelien geltend machen (z.B. GUNDERSEN 1961), wie auch viele Antibiotika sie hervorrufen können (vgl. Lit. z.B. bei Baráthová et al. 1969). In manchen von unseren Kulturen erschienen im Substratmyzel des Wurzelschwamms gelbliche Kügelchen und Missbildungen des

Myzels. Sie bildeten dort, wo das gegen *B. bassiana* vorrückende Myzel stehen geblieben war, eine deutliche Zone (Abb. 2).

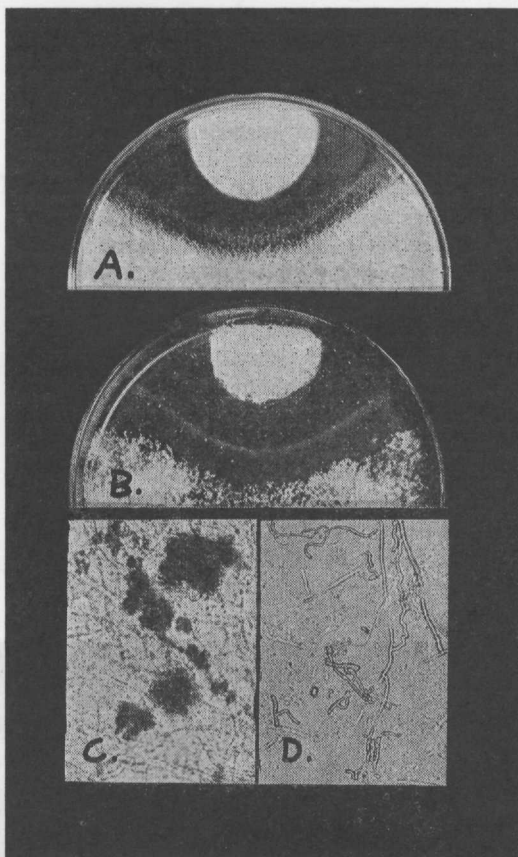


Abb. 2. A. Durch *B. bassiana* verursachte Abschwächung des Wachstums im Randgebiet des Wurzelschwamm-Myzels in einer 56 Tage alten Kultur. B. Die gleiche Schale im Alter von fast einem Jahr und fast ganz trocken. Die seinerzeit im Kultursubstrat im Randgebiet des Wurzelschwamm-Myzels entstandene Kügelchenzone ist noch zu sehen. Von dieser Zone stammen die Aufnahmen C und D.

## EINFLUSS DER WACHSTUMSBEDINGUNGEN AUF DEN ANTAGONISMUS

Feuchtigkeit und Temperatur hatten den Beobachtungen gemäss (Kulturversuch I) Einfluss auf den Antagonismus. Wenn nämlich der Wurzelschwamm zusammen mit *B. bassiana* in trockenen und warmen Bedingungen wuchs (+23° C, r.F. etwa 40 %), schien sein Wachstum sowohl auf S- wie H-Nährboden schon nach 20 Tagen aufzuhören (Abb. 3). Das Wachstum des Substratmyzels von *B. bassiana* war in diesen Verhältnissen im allgemeinen stark.

Schärfer begrenzt war der Rand des *F. annosus*-Myzelrasens zu dem leeren Zwischenbereich hin im Kühlen und Feuchten (+11° C, r.F. = 95 %), und das Myzel wuchs dann an der Oberfläche. Auf S-Nährboden war die Grenze am klarsten ausgeprägt (Abb. 3). Im Warmen und Feuchten dagegen (+23° C, r.F. = 95 %) wuchs das Myzel des Wurzelschwamms kräftig aufwärts und fiel über Grenze, so dass der Myzelrand unebenmässig wurde und schwer zu messen war.

Aufgrund dieser Beobachtungen wählten wir die Kulturbedingungen für unsere weiteren Versuche.

Weil die Beschaffenheit des Nährbodens nicht nur das Wachstum der Pilze sondern höchstwahrscheinlich auch den Antagonismus zwischen ihnen beeinflusst, führten wir diesbezügliche Vergleiche zwischen drei verschiedenen Substraten aus (Kulturversuch II). Dabei stellte sich heraus, dass der Nährboden die Grösse des leeren Bereichs zwischen

den Pilzen beeinflusste. In der folgenden Zusammenstellung ist die Grösse des leeren Zwischenraums in Prozent vom Flächenraum der ganzen Schale 30 Tage nach dem Anlegen der Kultur angegeben:

Substrat	Fa 120	Bb + Fa 120	Bt 5 + Fa 120	Bt 9 + Fa 120
S	2.8	17.3	15.3	11.3
H	2.5	31.3	17.0	32.2
M	0	4.1	2.8	3.0

Auf H-Nährboden war die Hemmzone am grössten, und auch auf dem S-Substrat war sie noch beträchtlich, aber auf dem M-Substrat wuchsen die Pilze fast aneinander heran und füllten mit ihrem Myzel die ganze Schale aus.

*F. annosus* seinerseits hemmte auch das Wachstum der *Beauveria*-Pilze. Unten sind die Mittelwerte des Flächenraums der von jeweils einem Impfpunkt ausgegangenen Myzelien verschiedener *Beauveria*-Pilze, die zusammen mit *F. annosus* in der gleichen Schale wuchsen, in cm<sup>2</sup> angegeben. Die Resultate stammen aus dem Kulturversuch II, 30 Tage nach Beginn der Kultur.

Substrat	Bb	Bt 5	Bt 9
S	8.9	6.8	9.7
H	3.8	1.8	2.7
M	2.1	1.6	3.4

Vergleicht man diese Werte mit den entsprechenden Flächenräumen, die die gleichen

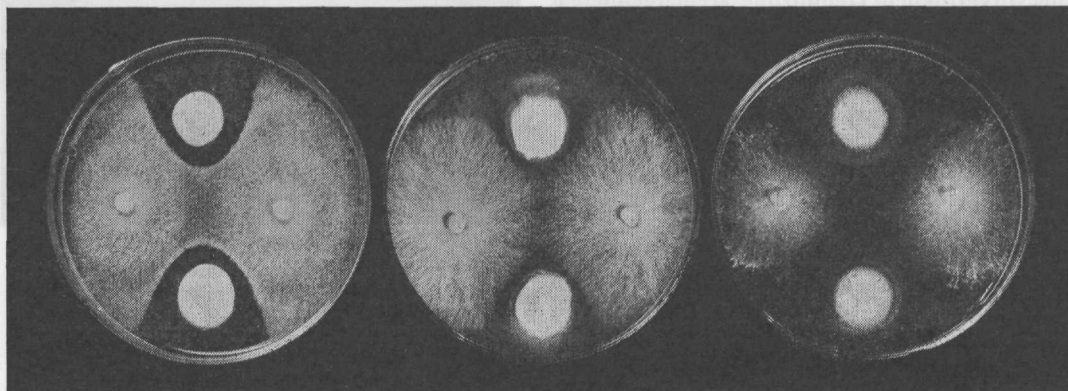


Abb. 3. Einwirkung von Temperatur und Feuchtigkeit auf das Pilzwachstum und auf den Antagonismus auf S-Nährboden nach 21 Tagen. Von links: +11° C, r.F. 95 %; +23° C, r.F. 95 % und +23° C, r.F. 40 %.

Pilze ausfüllten, wenn sie allein wuchsen (S. 6), so sieht man ohne weiteres, dass sie hier kleiner sind, was insbesondere auf dem M-Substrat deutlich hervortritt.

Wenn der leere Zwischenraum gross war, schien dies im allgemeinen nicht darauf zu beruhen, dass das Myzel von *Beauveria* klein blieb, sondern eher darauf, dass das Wachstum des Wurzelschwamm-Myzels zum Stillstand kam.

Wenn *Beauveria* starkes Wachstum des Substratmyzels aufwies, drang merkwürdigerweise dieses Myzel als gleichbreite Zone gelegentlich weit unter das vom Wurzelschwamm eroberte Gebiet vor, ohne dass das darüberliegende *F. annosus*-Myzel sein Wachstum gehemmt hätte. Beispielsweise im

Kulturversuch I begrenzte der Wurzelschwamm auf S-Nährboden unverkennbar das Wachstum des oberflächlichen Myzels von *B. bassiana*, aber dank des Wachstums des Substratmyzels war der gesamte Flächenraum des Myzels doch ungefähr ebenso gross, wie wenn der Pilz allein wuchs. Allein wachsend nahm der superfizielle Myzelrasen der Pilze durchschnittlich einen Flächenraum von 5,1 cm<sup>2</sup> ein (Tabelle 1), das Substratmyzel entsprechend 6,3 cm<sup>2</sup>, zusammen also 11,4 cm<sup>2</sup>. Wenn der Pilz zusammen mit *F. annosus* wuchs, waren die entsprechenden Flächenräume 2,5, 8,0 und 10,5 cm<sup>2</sup>. Die gleiche Tendenz war auch auf H-Nährboden zu beobachten.

## EINFLUSS DES IMPFZEITPUNKTES AUF DEN ANTAGONISMUS

Wenn ein Pilz ausserhalb seines Myzels in den Nährboden antagonistische Stoffe gegen andere Pilze ausscheidet, nimmt dies Zeit in Anspruch. Wenn zwei Pilze in der gleichen Schale kultiviert werden, hängt die Grösse der zwischen ihren Myzeln freibleibenden Hemmzone grossenteils davon ab, welcher von beiden früher oder später eingepflanzt worden ist. Ausserdem hat natürlich der schnellerwüchsige Pilz gewisse Vorteile. Wie schon früher erwähnt, hat von den in unseren Versuchen benutzten Pilzen der Wurzelschwamm ein bedeutend schnelleres Myzelwachstum als die anderen.

Um den Einfluss des Zeitfaktors zu untersuchen, haben wir folgenden Kulturversuch III ausgeführt: Der Wurzelschwamm wurde in eine Petrischale 10 Tage vor, gleichzeitig sowie ferner 10 Tage, 20 Tage und 30 Tage später als *B. bassiana* eingepflanzt. Das Gleiche wurde noch mit den Pilzen Bt 5, Bt 9 und D 37 entsprechend zusammen mit *F. annosus* gemacht. Alle diese Kulturen wurden in je 4 parallelen Reihen angelegt. Der Stamm D 37, der sich in HYPPELS (1968 a) eigenen Versuchen als einer von den effektivsten Antagonisten des Wurzelschwamms erwiesen hatte, wurde mit in die Kulturen genommen, um ein Vergleichsobjekt für den in unseren Kulturbedingungen auftretenden Antagonismus zu bekommen.

Die Resultate dieser Kulturen sind in den Tabellen 2 und 3 zusammengestellt (s. auch Abb. 4 und 5). Die angegebenen Werte sind 40 Tage nach dem Anlegen der Kulturen gemessen. Die Kulturen des Stammes D 37 sowie die Versuchsreihen, in denen der Wurzelschwamm 30 Tage später als der andere Pilz eingepflanzt worden war, wurden erst 55 Tage später gemessen. Die Ergebnisse zeigten, dass, je früher der andere Pilz eingepflanzt wurde, der Wurzelschwamm ein umso kleineres Gebiet bewuchs, und die myzelfreie Zwischenzone umso grösser war.

Den stärksten Antagonismus entwickelte *B. bassiana* und den zweitstärksten der Stamm D 37. Die beiden *B. tenella*-Stämme dagegen waren in dieser Hinsicht deutlich schwächer als die anderen.

Tabelle 2. Einfluss des Impfzeitpunktes auf den kürzesten Abstand zwischen den Myzelfronten in mm.

Impfzeitpunkt von <i>F. annosus</i> im Vergleich zur Einimpfung des anderen Pilzes	Bt 5	Bt 9	B b	D 37
10 Tage früher	—	—	0.8	—
Gleichzeitig	0.3	—	0.5	2.8
10 Tage später	0.8	—	3.8	4.9
20 » »	2.3	1.3	9.3	5.1
30 » »	6.6	4.1	17.0	13.5

Tabelle 3. Einfluss des Impfzeitpunktes auf den Flächenraum der Myzel und der zwischen ihnen freibleibenden Hemmzone in cm<sup>2</sup>.

Impfzeitpunkt von <i>F. annosus</i> im Vergleich zur Einimpfung des anderen Pilzes	Bt 5 + Fa			Bt 9 + Fa			B b + Fa			D 37 + Fa		
	Bt 5	Hemmzone	Fa	Bt 9	Hemmzone	Fa	B b	Hemmzone	Fa	D 37	Hemmzone	Fa
10 Tage früher	1	—	63	1	—	63	1	1	62	—	—	64
Gleichzeitig	8	—	56	10	—	54	8	5	51	1	3	60
10 Tage später	12	—	52	18	—	46	13	9	42	2	5	57
20 » »	29	6	29	21	4	39	21	16	27	7	7	50
30 » »	43	12	9	30	7	27	34	23	7	11	19	34

Wenn der Wurzelschwamm 10 Tage früher eingepflegt wurde, bildete nur *B. bassiana* eine kleinere antagonistische Zone um sich herum. Bei gleichzeitiger Impfung vermochte auch D 37 eine deutliche myzelfreie Hemmzone um sich herum auszubilden. Bei den *B. tenella*-Stämmen entstand in diesem Falle und auch dann, wenn sie 10 Tage vor dem Wurzelschwamm eingepflegt worden waren, noch überhaupt keine antagonistische Zone, wenschon zwischen den Pilzen gelegentlich ein deutlicher Spalt blieb.

Als *F. annosus* 30 Tage später als *B. bassiana* in die Schale geimpft wurde, vermochte er überhaupt nicht zu wachsen. Aus Tabelle 3 ist ferner ersichtlich, dass der Wurzelschwamm in der gleichen Schale zusammen mit Bt 5 in 55 Tagen fast ebenso wenig gewachsen war, aber die antagonistische Zone war hier kleiner. In Gesellschaft von Bt 9 dagegen wuchs der Wurzelschwamm am besten. Als die Situation in der 85 Tage alten Kultur untersucht wurde, war *F. annosus* kaum weitergewachsen, aber Bt 9 war bis an

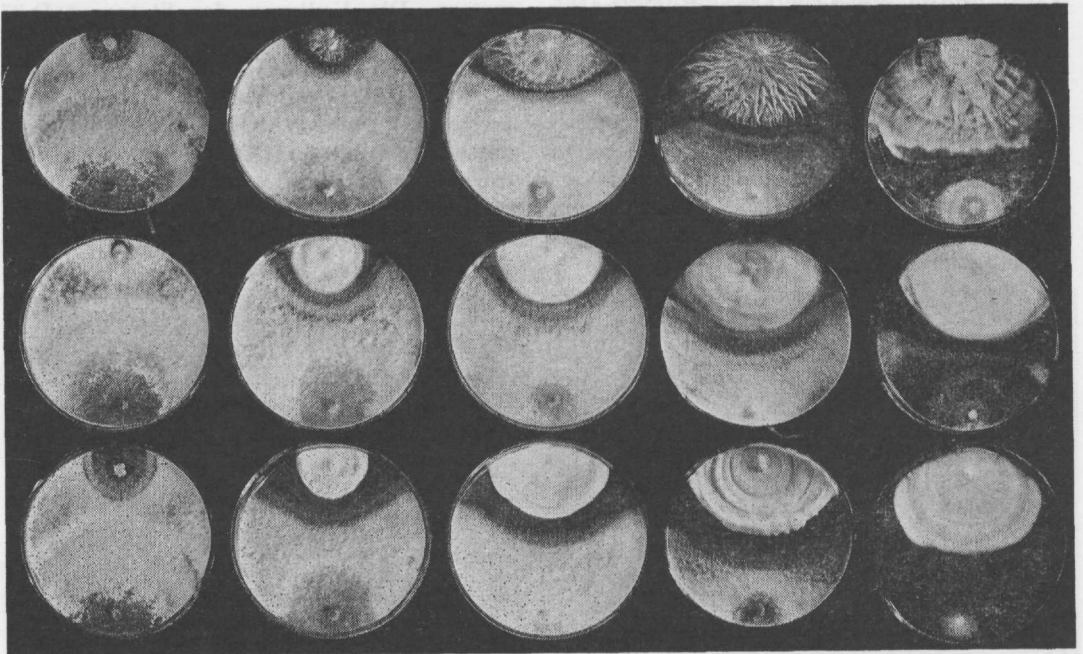


Abb. 4. Einfluss des Zeitpunkts des Beimpfung. Einimpfung des Wurzelschwamms von links: 10 Tage vor *Beauveria*, gleichzeitig, 10 Tage später, 20 Tage später und 30 Tage später. In der oberen Reihe Stamm Bt 5, in der mittleren Bt 9 und in der unteren Bb. Die Aufnahmen wurden gemacht, als der Wurzelschwamm 26–37 Tage alt war.



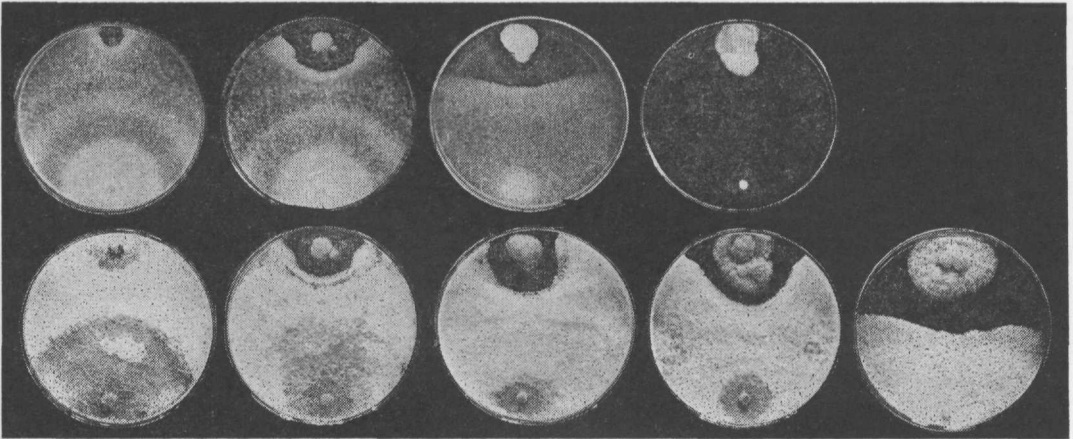


Abb. 5. Einfluss des Impfzeitpunktes auf den vom Pilzstamm D 37 verursachten Antagonismus. Wurzelschwamm eingepflegt, von links: 10 Tage vor D 37, gleichzeitig, 10 Tage später, 20 Tage später und 30 Tage später. Obere Reihe 26 Tage nach Einimpfung von D 37 fotografiert. In der unteren Reihe die gleichen Schalen ein Monat später.

ihn herangerückt, und das Wachstum von Bb war insbesondere im Innern des Substrats weitergegangen (s. Abb. 6).

Die Kulturergebnisse, die wir mit unserem *F. annosus*-Stamm Fa 120 und dem gleichzeitig mit diesem kultivierten D 37 erzielten, waren ähnlich wie die in HYPPELS Untersuchung auf der Abbildung S. 13 dargestellte Situation. Als die Kultur aber noch einen Monat lang weitergeführt worden war (im

ganzen 55 Tage), wurden die Zwischenzonen viel kleiner (Abb. 5).

Um herauszubekommen, ob die Empfindlichkeit der verschiedenen *F. annosus*-Stämme hinsichtlich des Antagonismus vielleicht variierte, machten wir noch den Kulturversuch IV nach dem gleichen Verfahren wie Versuch III. Alle Kulturen wurden in diesem Versuch in zwei parallelen Reihen angelegt. Im ganzen wurden 6 von verschiedenen

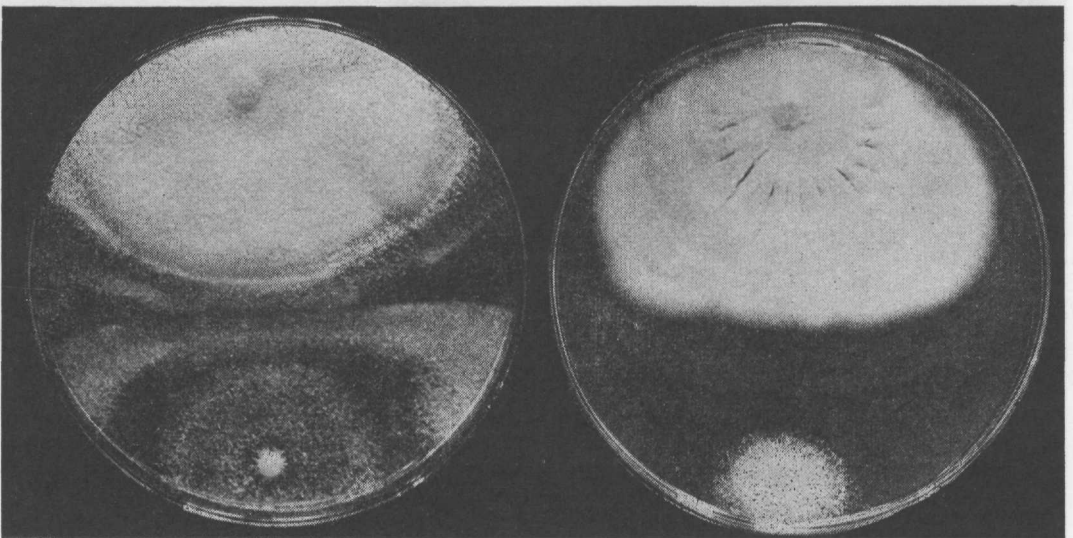


Abb. 6. Situation nach 85 Tagen, wenn der Wurzelschwamm 30 Tage später als *Beauveria* eingepflegt worden war. Links der *Beauveria*-Stamm Bt 9, rechts Bb.



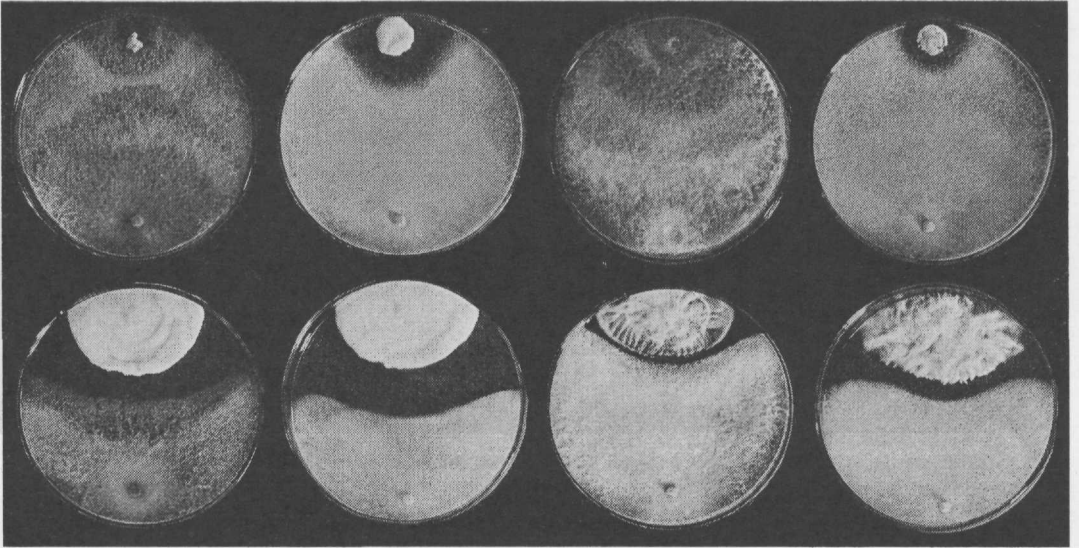


Abb. 7. Empfindlichkeit zweier *F. annosus* -Stämme (Stamm Fa 26 = 1. und 3. senkrechte Reihe von links; Stamm Fa 27 = 2. und 4. Reihe) für den Antagonismus. In den zwei senkrechten Reihen links *Beauveria*-Stamm Bb, in den zwei Reihen rechts Stamm Bt 5. In der oberen Reihe *F. annosus* 10 Tage vor *Beauveria* eingepflzt, in der unteren Reihe umgekehrt.

Wirtspflanzen isolierte *F. annosus*-Stämme getestet (s. S. 4), die zusammen mit Bb und Bt 5 als Gegenspieler kultiviert wurden.

Die Unterschiede zwischen den verschiedenen Wurzelschwammstämmen waren nicht sehr gross. Der von uns verwendete Stamm Fa 120 war einer von den dauerhaftesten.

Resistent gegen den Antagonismus der *Beauveria*-Pilze schien auch der von Wacholder isolierte Stamm Fa 26 sowie der von Kiefer isolierte Stamm Fa 80 zu sein (Tabelle 4). Empfindlich dagegen war u.a. der von Fichte isolierte Stamm Fa 27. Abb. 7 zeigt Beispiele von diesen extremen Kulturreihen. Die Scha-

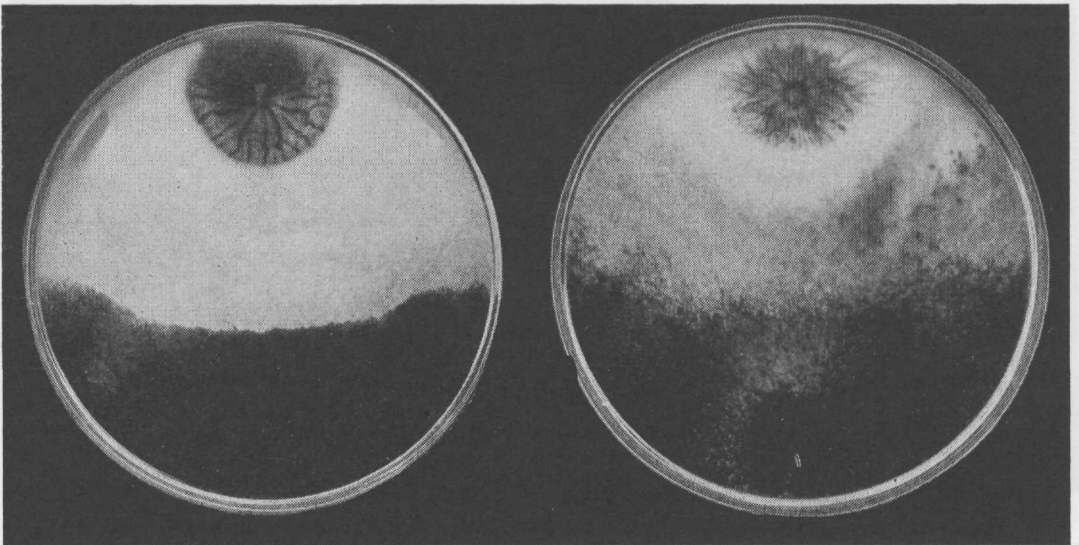


Abb. 8. Durchleuchtungsaufnahme von der durch die Pilze Bb (links) und Bt 5 (rechts) verursachten dunklen Verfärbung im Bereich des Myzelrasens des *F. annosus* -Stamms Fa 26.

Tabelle 4. Eine Versuchsreihe als Beispiel vom Verhalten verschiedener *F. annosus*-Stämme zum Antagonismus in Kulturversuch IV. *Beauveria*-Pilze 20 Tage früher eingimpft als die Wurzelschwämme. Nach 40 Tagen gemessen.

Fa Stamm	Bt 5			B b		
	Abstand mm	Hemmzone cm <sup>2</sup>	Fa Areal cm <sup>2</sup>	Abstand mm	Hemmzone cm <sup>2</sup>	Fa Areal cm <sup>2</sup>
Fa 120	2.3	6	29	9.3	16	27
Fa 26	3.0	6	28	9.5	15	25
Fa 27	6.0	14	20	10.0	20	21
Fa 67	4.0	9	21	14.0	19	22
Fa 80	2.5	10	22	8.0	13	28
Fa 96	3.5	9	30	12.0	20	22
Fa 99	5.0	17	21	10.5	17	25

len sind 37 Tage nach dem Anlegen der Kulturen fotografiert.

Manche *F. annosus*-Stämme führten im späteren Stadium der Kultur eine dunkelbraune Verfärbung des Substrats herbei. In der Kultur zusammen mit Bb war die Grenze des vom Wurzelschwamm braun verfärbten Gebiets schärfer und dessen Rand ebenmäßiger als in der Kultur zusammen mit Bt 5. Die Verfärbung des Substrats war am besten zu sehen, wenn man die Schalen von unten betrachtete. Abb. 8 ist von unten her von einer 55 Tage alten Kultur genommen, in welche beide Pilze gleichzeitig eingimpft worden waren.

## BESPRECHUNG

Der Wurzelschwamm ist empfindlich für die antagonistischen Einwirkungen vieler Bodenbakterien und Bodenpilze (z.B. BJÖRKMAN 1949). So vermag sein Myzelium u.a. nur sehr begrenzt in nicht sterilisierter Walderde zu wachsen (z.B. FRANCKE-GROSMANN 1962, KATÓ 1967). Desgleichen ist *Beauveria bassiana* empfindlich für den Antagonismus anderer Pilze und der Bakterien (vgl. z.B. HUBER 1958, SAMŠIŇÁKOVÁ 1966), und dies wirkt prohibitiv u.a. auf das Auskeimen seiner Sporen (vgl. MÜLLER-KÖGLER 1965, p. 318—322). Als *Beauveria*-Pilze zusammen mit *F. annosus* kultiviert wurden, stellte sich ein Antagonismus zwischen ihnen heraus. *B. bassiana* schien kräftiger zu sein, indem er das Wachstum des Wurzelschwamms zum Stillstand brachte, während er selber im Substrat allmählich unter den Myzelrasen des ersteren zu wachsen vermochte. Beim Ausdeuten der Resultate und insbesondere beim Messen der leeren Zwischenzone muss daher der Zeitfaktor berücksichtigt werden.

Ein bedeutsamer Umstand ist es, dass die Temperaturanforderungen der untersuchten Pilze ziemlich gleich waren. Bei der Beurteilung der Resultate muss ferner berücksichtigt werden, dass sie im Labor erzielt worden sind.

Die untersuchten *Beauveria*-Pilze sind insofern interessant, als sie abgesehen von ihren insektenpathogenen Eigenschaften in gewissem Grade auch imstande sind, als Saprophyten zu leben (MÜLLER-KÖGLER 1965, p. 318—322). Ausserdem kann ihre Fähigkeit, Chitin zu zersetzen (vgl. z.B. HUBER 1958, CLAUS 1961, CORDON & SCHWARTZ 1962, LEOPOLD & SAMŠIŇÁKOVÁ 1970) eine bedeutende Eigenschaft sein, wenn man sie als Vertilger anderer Pilze betrachtet. Ferner kann *B. bassiana* erfolgreich zusammen mit Insekticiden (z.B. DDT und HCH) angewandt werden (s. MÜLLER-KÖGLER op.c. p. 123—125).

## ZUSAMMENFASSUNG

In der Untersuchung werden die antagonistischen Wirkungen der insektenpathogenen Pilze *Beauveria bassiana* und *B. tenella* gegen den Wurzelschwamm (*Fomes annosus*) geprüft. Die Versuchskulturen wurden im

Labor in Petrischalen auf verschiedenerlei Agar-Nährböden ausgeführt. Bei diesen Kulturen waren mancherlei Umstände zu beobachten, die erkennen lassen, dass zwischen diesen Pilzen ein Antagonismus besteht. Der

Antagonismus äusserte sich meistens darin, dass zwischen den Myzeln ein leeres Gebiet bleibt. In den Versuchen wurde die Wirkung einiger Kulturbedingungen, zuvörderst der Beschaffenheit des Nährbodens und des Zeitpunktes der Impfung, auf den Antagonismus untersucht. Dabei stellte sich heraus, dass der Nährboden die Grösse des leeren Bereichs zwischen den Pilzen beeinflusste. Die Ergeb-

nisse zeigten auch, dass, je früher der andere Pilz eingepflegt wurde, der Wurzelschwamm ein umso kleineres Gebiet bewuchs, und die myzelfreie Zwischenzone umso grösser war. Der benutzte Stamm von *B. bassiana* erwies sich als der stärkste Antagonist gegen alle untersuchten *F. annosus*-Stämme, während dagegen bei *B. tenella* diese Eigenschaft schwächer ausgebildet war.

Nährboden	Zeitpunkt der Impfung	Grösse des leeren Bereichs (cm)	
		<i>B. bassiana</i>	<i>F. annosus</i>
Sand	1. Tag	1.5	2.0
	3. Tag	1.0	1.5
	5. Tag	0.5	1.0
Humus	1. Tag	2.0	2.5
	3. Tag	1.5	2.0
	5. Tag	1.0	1.5
Torf	1. Tag	1.0	1.5
	3. Tag	0.5	1.0
	5. Tag	0.2	0.5

Die Untersuchungen von Müller-Köster (1957) zeigen, dass die Wirkung von *B. bassiana* auf *F. annosus* durch die Beschaffenheit des Nährbodens beeinflusst wird. In humosen Böden ist die Wirkung von *B. bassiana* gegenüber *F. annosus* stärker ausgeprägt als in sandigen Böden. Dies ist auf die bessere Nährstoffversorgung und die höhere Feuchtigkeit in humosen Böden zurückzuführen. Die Untersuchungen von Müller-Köster (1957) zeigen auch, dass die Wirkung von *B. bassiana* auf *F. annosus* durch den Zeitpunkt der Impfung beeinflusst wird. Je früher *B. bassiana* in den Versuchsaufbau eingebracht wird, desto größer ist die myzelfreie Zwischenzone zwischen den Pilzen.

Die Untersuchungen von Müller-Köster (1957) zeigen, dass die Wirkung von *B. bassiana* auf *F. annosus* durch die Beschaffenheit des Nährbodens beeinflusst wird. In humosen Böden ist die Wirkung von *B. bassiana* gegenüber *F. annosus* stärker ausgeprägt als in sandigen Böden. Dies ist auf die bessere Nährstoffversorgung und die höhere Feuchtigkeit in humosen Böden zurückzuführen. Die Untersuchungen von Müller-Köster (1957) zeigen auch, dass die Wirkung von *B. bassiana* auf *F. annosus* durch den Zeitpunkt der Impfung beeinflusst wird. Je früher *B. bassiana* in den Versuchsaufbau eingebracht wird, desto größer ist die myzelfreie Zwischenzone zwischen den Pilzen.

Die Untersuchungen von Müller-Köster (1957) zeigen, dass die Wirkung von *B. bassiana* auf *F. annosus* durch die Beschaffenheit des Nährbodens beeinflusst wird. In humosen Böden ist die Wirkung von *B. bassiana* gegenüber *F. annosus* stärker ausgeprägt als in sandigen Böden. Dies ist auf die bessere Nährstoffversorgung und die höhere Feuchtigkeit in humosen Böden zurückzuführen. Die Untersuchungen von Müller-Köster (1957) zeigen auch, dass die Wirkung von *B. bassiana* auf *F. annosus* durch den Zeitpunkt der Impfung beeinflusst wird. Je früher *B. bassiana* in den Versuchsaufbau eingebracht wird, desto größer ist die myzelfreie Zwischenzone zwischen den Pilzen.

## LITERATURVERZEICHNIS

- BARÁTHOVÁ, H. & BETINA, V. & NEMEC, P. 1969. Morphological changes induced in fungi by antibiotics. — *Folia Microbiol.* 14, p. 475–483.
- BJÖRKMAN, E. 1949. Soil antibiotics acting against the root-rot fungus (*Polyporus annosus* Fr.) — *Phys. Plant.* 1, p. 1–10.
- BRAUN, H. J. 1958. Untersuchungen über den Wurzelschwamm *Fomes annosus* (Fr.) Cooke. — *Forstwiss. Centralbl.* 77, p. 65–88.
- CLAUS, L. 1961. Untersuchungen über die Chitinase-wirkung des insektentötenden Pilzes *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. — *Arch. Microbiol.* 40, p. 17–46.
- CORDON, T. C. & SCHWARTZ, J. H. 1962. The fungus *Beauveria tenella*. — *Science* 138, p. 1265–1266.
- ELTON, E. T. G. & BLANKWAARDT, H. F. H. & BURGER, H. C. & STEEMERS, W. F. & TICHELMAN, L. G. 1964. Insect communities in barked and unbarked pine stumps, with special reference to the large pine weevil (*Hyllobius abietis* L., Col., *Curculionidae*). — *Z. angew. Ent.* 55, p. 1–54.
- FRANCKE-GROSMANN, H. 1962. Under what conditions can *Fomes annosus* grow in non-sterilized soils? Conference and study tour on *Fomes annosus*, Scotland, June 1960. — *IUFRO*, Firenze, p. 22–28.
- GUNDERSSEN, K. 1961. Cycloheximide, the active substance in *Streptomyces griseus* antagonism against *Fomes annosus*. — *Acta Horti Got.* 24, p. 1–24.
- HINTIKKA, V. 1964. Psychrophilic Basidiomycetes decomposing forest litter under winter conditions. — *Comm. Inst. Forest. Fenn.* 59: 2, p. 1–20.
- HUBER, J. 1958. Untersuchungen zur Physiologie insektentötender Pilze. — *Arch. Microbiol.* 29, p. 257–276.
- HYPPEL, A. 1968 a. Antagonistic effects of some soil fungi on *Fomes annosus* in laboratory experiments. — *Studia Forest. Suecica* 64, 18 pp.
- HYPPEL, A. 1968 b. Effect of *Fomes annosus* on seedlings of *Picea abies* in the presence of *Boletus bovinus*. — *Studia Forest. Suecica* 66, 16 pp.
- KATÓ, F. 1967. Auftreten und Bedeutung des Wurzelschwammes (*Fomes annosus* [Fr.] Cooke) in Fichtenbeständen Niedersachsens. In: Zycha, H. & Kató, F. Untersuchungen über die Rotfäule der Fichte. — *Schriftenreihe der Forstl. Fakult. der Univ. Göttingen* 39, p. 31–120.
- KUHLMAN, E. G. & HENDRIX, F. F. JR. 1962. A selective medium for the isolation of *Fomes annosus*. — *Phytopathology* 52, p. 1310–1312.
- LEOPOLD, J. & SAMŠIŇÁKOVÁ, A. 1970. Quantitative estimation of chitinase and several other enzymes in the fungus *Beauveria bassiana*. — *J. Invert. Path.* 15, p. 34–42.
- MACLEOD, D. M. 1954. Investigations on the genera *Beauveria* Vuill. and *Tritirachium* Limber. — *Can. J. Bot.* 32, p. 818–890.
- MIKOLA, P. 1955. Metsämaan kantasiemen puhdasviljely. Summ.: Growing forest soil Basidiomycetes in pure culture. — *Karstenia* 3, p. 5–16.
- MÜLLER-KÖGLER, E. 1965. Pilzkrankheiten bei Insekten. — 444 pp. Berlin und Hamburg.
- NUORTEVA, M. & LAINE, L. 1968. Über die Möglichkeiten der Insekten als Überträger des Wurzelschwammes (*Fomes annosus* (Fr.) Cooke). — *Ann. Ent. Fenn.* 34, p. 113–135.
- PERSSON-HÜPPEL, A. 1963. The influence of temperature on the antagonistic effect of *Trichoderma viride* Fr. on *Fomes annosus* (Fr.) Cke. — *Studia Forest. Suecica* 4, 13 pp.
- PRISTAVKO, W. P. & GORAL, V. M. 1967. The mass production of *Beauveria bassiana*. — In: van deer Laan, P.A. (ed.), *Insect Pathology and Microbial Control* (Proc. Intern. Colloq. Wageningen 1966), p. 118–119. Amsterdam.
- RENNERFELT, E. 1949. The effect of soil organisms on the development of *Polyporus annosus* Fr., the root rot fungus. — *Oikos* 1, p. 65–78.
- RENNERFELT, E. & PARIS, S. K. 1952–1953. Some physiological and ecological experiments with *Polyporus annosus* Fr. — *Oikos* 4, p. 58–76.
- RISHBETH, J. 1959. Dispersal of *Fomes annosus* Fr. and *Peniophora gigantea* (Fr.) Massee. — *Trans. Brit. Myc. Soc.* 42, p. 243–260.
- RISHBETH, J. 1967. Control measures against *Fomes annosus* in Great Britain. — XIV. IUFRO-Kongr. Bd. V, Sect. 24, München 1967, p. 299–306.
- ROLL-HANSEN, F. 1940. Undersøkelser over *Polyporus annosus*. — *Medd. Norske Skogsforsøksv.* 24, p. 1–100.
- SAMŠIŇÁKOVÁ, A. 1966. Growth and sporulation of submersed cultures of the fungus *Beauveria bassiana* in various media. — *J. Invert. Path.* 8, p. 395–400.
- SCHAERFFENBERG, B. 1957. *Beauveria bassiana* (Vuill.) Link als Parasit des Kartoffelkäfers (*Leptinotarsa decemlineata* Say). — *Anz. Schädlingsk.* 30, p. 69–74.
- TROPIN, I. V. (Тропин, И. В.) 1968. химическая защита леса от насекомых. — 379 pp. Moskau.
- TWAROWSKA, I. 1967. Untersuchungen zur Bekämpfung der Wurzelpilze in Polen. — XIV. IUFRO-Kongr., Bd. V, Sect. 24, München 1967, p. 307–313.







# ACTA FORESTALIA FENNICA

## EDELLISIÄ NITEITÄ — PREVIOUS VOLUMES

- VOL. 99, 1969 P. M. A. TIGERSTEDT.  
Progeny Tests in a *Pinus silvestris* (L.) Seed Orchard in Finland.
- VOL. 100, 1969. MATTI KÄRKKÄINEN.  
Metsän vaurioituminen kesäaikaisessa puunkorjuussa. Summary: The Amount of Injuries Caused by Timber Transportation in the Summer.
- VOL. 101, 1969. TIMO KURKELA.  
Antagonism of Healthy and Diseased Ericaceous Plants to Snow Blight on Scots Pine. Seloste: Terveen ja kuolleen Ericaceae — varvuston ja männyn lumikaristeen välisestä antagonismista.
- VOL. 102, 1969. PEKKA KILKKI and UNTO VÄISÄNEN.  
Determination of the Optimum Cutting Policy for the Forest Stand by means of Dynamic Programming. Seloste: Metsikön optimihakkuuohjelman määrittäminen dynaamisen ohjelmoinnin avulla.
- VOL. 103, 1970. YRJÖ ROITTO.  
Fuelwood Consumption in the City of Monrovia (Liberia) in 1965. Samenvatting: Verbruik van brandhout in de stad Monrovia (Liberia) in 1965. Seloste: Polttopuun kulutus Monroviassa (Liberia) vuonna 1965.
- VOL. 104, 1970. LEO HEIKURAINEN and JUHANI PÄIVÄNEN.  
The Effect of Thinning, Clear Cutting, and Fertilization on the Hydrology of Peatland Drained for Forestry. Seloste: Harvennuksen, avohakkuun ja lannoituksen vaikutus ojitetun suon vesioloihin.
- VOL. 105, 1970. LEO AHONEN.  
Diskonttausarvo metsän hinnoitusinformaationa. Referat: Der Diskontierungswert als Information für die Preisschätzung des Waldes.
- VOL. 106, 1970. OLAVI LAIHO  
*Paxillus involutus* as a Mycorrhizal Symbiont of Forest Trees.
- VOL. 107, 1970. TAUNO KALLIO.  
Aerial Distribution of the Root-Rot Fungus *Fomes annosus* (Fr.) Cooke in Finland.
- VOL. 108, 1970. YRJÖ ILVESSALO.  
Metsiköiden luontainen kehitys- ja puuntuottokyky Pohjois-Lapin kivennäismailla. Summary: Natural Development and Yield Capacity of Forest Stands on Mineral Soils in Northern Lapland.
- VOL. 109 1970. PÄIVIÖ RIIHINEN.  
The Forest Owner and his Attitudes toward Forestry Promotion — A Study Based on Forest Owners in Ostrobothnia, Finland.  
Selostus: Metsänomistaja ja hänen asenteensa metsätalouden edistämiseen — Pohjanmaan metsänomistajiin perustuva tutkimus.
- VOL. 110, 1970. YRJÖ VUOKILA.  
Harsintaperiaate kasvatushakkuissa. Summary: Selection from Above in Intermediate Cuttings.

**KANNATTAJAJÄSENET — UNDERSTÖDANDE MEDLEMMAR**

CENTRALSKOGSNÄMNDEN SKOGSKULTUR

SUOMEN PUUNJALOSTUSTEOLLISUUDEN KESKUSLIITTO

OSUUSKUNTA METSÄLIITTO

KESKUSOSUUSLIIKE HANKKIJA

SUNILA OSAKEYHTIÖ

OY WILH. SCHAUMAN AB

OY KAUKAS AB

RIKKIHAPPO OY

G. A. SERLACHIUS OY

TYPPI OY

KYMIN OSAKEYHTIÖ

SUOMALAISEN KIRJALLISUUDEN KIRJAPAINO

UUDENMAAN KIRJAPAINO OSAKEYHTIÖ

KESKUSMETSÄLAUTAKUNTA TAPIO

KOIVUKESKUS

A. AHLSTRÖM OSAKEYHTIÖ

TEOLLISUUDEN PAPERIPUUYHDISTYS R. Y.

OY TAMPELLA AB

JOUTSENO-PULP OSAKEYHTIÖ

TUKKIKESKUS

KEMI OY

MAATALOUSTUOTTAJAIN KESKUSLIITTO

VAKUUTUSOSAKEYHTIÖ POHJOLA

VEITSILUOTO OSAKEYHTIÖ

OSUUSPANKKIEN KESKUSPANKKI OY

SUOMEN SAHANOMISTAJAYHDISTYS

OY HACKMAN AB

YHTYNEET PAPERITEHTAAT OSAKEYHTIÖ