

Fakultät für Biologie, Lehrstuhl für Phytopathologie
der Universität Konstanz

**Einsatz von *V. lecanii* als biologisches
Schädlingsbekämpfungsmittel gegen den Bohnenrostpilz
U. appendiculatus var. *appendiculatus*
im Feld und im Gewächshaus**

Von

G. C. GRABSKI und K. MENDGEN

Mit 3 Abbildungen

Eingegangen am 21. Dezember, 1984

Abstract

**The use of *Verticillium lecanii* as a biological control agent
against the bean rust fungus *Uromyces appendiculatus* var. *appendiculatus*
in the field and in the glasshouse**

The deuteromycete *V. lecanii* parasites uredo- and teliospores of the bean-rust-fungus *U. appendiculatus* var. *appendiculatus*. We investigated the conditions for the use of the hyperparasite as biological control agent in the field and in glasshouses.

The growth rate of the hyperparasite was 0,3 cm per day at 25 °C. Under suitable conditions in the lab (25 °C, 100 % r. h.) it took about 20 days to invade 100 % of uredospores and 65 % of teliospores.

We failed to prevent the spread of bean-rust-fungus spores in the field, but we succeeded in the glasshouse by 68 %, compared to the untreated controls, using the hyperparasite *V. lecanii* as biological control agent.

Zusammenfassung

Der Deuteromycet *V. lecanii* befällt die Uredo- und Teleutosporen des Bohnenrostpilzes *U. appendiculatus* var. *appendiculatus*.

Es wurde untersucht, unter welchen Bedingungen und mit welchem Erfolg der hyperparasitäre Pilz im Freiland und im Gewächshaus zur biologischen Bekämpfung des Bohnenrostpilzes eingesetzt werden kann.

Die Wachstumsrate des Hyperparasiten betrug bei 25 °C 0,3 cm pro Tag. Unter optimalen Bedingungen im Labor (25 °C, 100 % r. L.) wurden Uredosporen nach 20 Tagen zu 100 % und Teleutosporen nach 20 Tagen zu 65 % infiziert.

Versuche, die Ausbreitung des Bohnenrostpilzes im Feld durch den Einsatz von *V. lecanii* zu verhindern, scheiterten. Im Gewächshaus dagegen konnte die Verbreitung der Rostsporen zu 68 % unterbunden werden, verglichen mit der Ausbreitung in der unbehandelten Kontrollparzelle.

Im Rahmen des „Integrierten Pflanzenschutzes“ ist es von zunehmender Bedeutung, die Biologie natürlicher Antagonisten von Schaderregern aufzuklären und zu prüfen, inwieweit sich diese „nützlichen“ Organismen als Hilfsmittel im Pflanzenschutz einsetzen lassen.

Lebensbedingungen, wie z. B. Temperatur- und Luftfeuchteansprüche, sowie Möglichkeiten zum künstlichen Masseneinsatz und zur Lagerung von Infektionsmaterial müssen ebenso untersucht werden, wie die Spezifität und Effektivität des „nützlichen“ Organismus.

Bereits seit 1936 wird der Hyperparasit *V. lecanii* aus Bodenproben, zusammen mit Rostpilzsporen, oder von rostpilzinfiziertem Pflanzenmaterial isoliert und beschrieben (DOMSCH 1960, FLANAGAN und SCARBOROUGH 1974, GAMS 1971, HASSEBRAUK 1936, HERING 1965, v. SCHROEDER und HASSEBRAUK 1957). Die Abhängigkeit des Befalls von Uredolagern des Getreidegelbrostes *Puccinia striiformis* von der Lichtstärke, Temperatur und Luftfeuchtigkeit wurde von Mendgen untersucht (MENDGEN 1979 a, b). Licht- und Elektronenmikroskopie dokumentieren den Zerfall von Uredo- und Teleutosporenlagern der Rostpilze (GRABSKI eingereicht, HÄNSSLER *et al.* 1981, MENDGEN 1981). Die vorliegende Arbeit berichtet von unseren Versuchen, die Biologie des Hyperparasiten weiter aufzuklären, ihn in einem Masseneinsatz im Feld und Gewächshaus auszubringen und seine Wirkung gegen die Ausbreitung des Bohnenrostpilzes *U. appendiculatus* var. *appendiculatus* zu prüfen.

Material und Methoden

1. Vermehrung von *V. lecanii*

In der vorliegenden Arbeit wurde mit dem *V. lecanii* Isolat VK 1 gearbeitet, das 1977 in Göttingen von Gelbrost isoliert wurde. Zur Gewinnung großer Volumina von Verticilliumsporen in Suspension wurden 30 g/l Biomalz in aqua dest. gelöst und 20 Min. bei 120 °C autoklaviert. Myzel des Hyperparasiten wurde steril in die Kolben überführt und bei 25 °C und 200 UpM in einem Schüttler (Fa. Brunswick) inkubiert. Nach 10 Tagen wurden Myzel und Sporen durch Filtration durch eine Zellstoffgaze getrennt. Die Sporen wurden in einer Sigma 2 KD Minifuge bei 4500 UpM und 4 °C für 10 Min. oder in einer Sorvall RC 5B Superspeed Zentrifuge bei 4000 g und 4 °C für 15 Min. gewaschen. Die Sporensuspension wurde auf eine Konzentration von 10⁸ Sporen/ml eingestellt und sogleich verwendet.

2. Untersuchungen zum temperaturunabhängigen Wachstum von *V. lecanii*, mit/ohne Lichteinwirkung

Von einer 16 Tage alten *V. lecanii* Kultur auf Malzagar wurden 21 Scheiben von 0,5 cm Durchmesser ausgestanzt und auf je 1 frische Agarplatte überführt. 1 beimpfte Agarplatte diente als neue Stammkultur, die anderen Platten wurden bei verschiedenen Temperaturen bebrütet. 10 Platten wurden mit Aluminiumfolie abgedeckt, die anderen 10 Platten wurden mit 10 000 Lux aus Quecksilberdampflampen beleuchtet. Die Auswertung erfolgte nach 16 Tagen durch Ausmessen des Koloniedurchmessers. Danach wurde die nächste Temperatur gewählt und Agarplatten wie oben beschrieben beimpft. Wachstum von *V. lecanii* wurde bei 4, 10, 15, 20, 25 und 30 °C getestet.

3. Zeitabhängigkeit der Infektion

Uredo- und Teleutosporen eines Rostpilzisolates von der Insel Reichenau (RBR), freundlicherweise von Herrn Dr. R. GOLD zur Verfügung gestellt, wurden mit FC 40 vermischt und mit einem Pinsel auf einen „Sartorius“-Filterpapierstreifen aufgestrichen. Das Filterpapier wurde auf eine Wasseragarplatte (1,5 % Agar in Aqua dest., autoklaviert bei 120 °C, 20 Min.) aufgebracht und mit einer wäßrigen *Verticillium*sporensuspension mit 10⁷ Sporen/ml besprüht. Nach 5, 15 und 20 Tagen wurden Proben entnommen und im Zeiss-Lichtmikroskop untersucht. Es wurden jeweils ca. 500 Sporen ausgewertet und der Prozentsatz der infizierten Sporen ermittelt.

4. Freilandversuche

Im Sommer 1981 und 1982 wurden Freilandversuche im botanischen Garten der Universität Konstanz in Egg durchgeführt. Anfang Mai wurden Samen der Stangenbohne „Neckarkönigin“ ausgelegt und mit wenig Torf bedeckt. Insgesamt wurden 54 Stangen gesteckt und zwar so, daß sich 6 Reihen à 9 Stangen ergaben. Hatten die ausgekeimten Bohnen eine Höhe von ca. 1,5 m erreicht, wurden sie mit einer Suspension mit 0,33 mg/ml Uredosporen des RBR Isolates besprüht, der 0,05 % v/v Tween 20 und 0,2 mg/ml Talkum zugesetzt wurde. Inokuliert wurden nur die Reihen 2 und 5. Benachbarte Reihen wurden von einer Plastikplane vor Inokulation geschützt. Erste Rostpusteln traten nach etwa 10 Tagen auf. Zu diesem Zeitpunkt wurde die Reihe 5 mit einer wäßrigen *Verticillium*sporensuspension mit 10⁸ Sporen/ml inokuliert.

Wachstum des hyperparasitären Pilzes und Ausbreitung des Bohnenrostpilzes im Feld wurde täglich geprüft. Wiederholungen von Inokulationen mit Sporen des Hyperparasiten erfolgten im Abstand von ca. 10 Tagen. Eine Kontrolle des Vorhandenseins von *V. lecanii* im Feld wurde durchgeführt, indem ein Teil der Versuchsreihe 5 mit einer Plastikplane abgedeckt wurde, wodurch ein Treibhauseffekt bewirkt wurde.

Luftdruck, -temperatur und -feuchte wurden in unmittelbarer Nähe mittels eines Thermohygrographen gemessen und aufgezeichnet.

5. Gewächshausversuche

Im Sommer 1982 und 1983 wurden Versuche in Gewächshaus der Universität Konstanz durchgeführt, das mit Klappenbelüftung und Mattenbefeuchtung betrieben wurde. Dabei wurde die Verhinderung der Ausbreitung von Bohnenrost in Gewächshauskulturen geprüft, indem Buschboh-

Tabelle 1
Versuchsanlageplan/Gewächshaus

Reihe		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
„R“	a	0	R	0	R → ?	0	R	0	R → ?	0	
	b	0 ? ←	R	0	R	0 ? ←	R	0	R	0	
	c	0	R	0 ? ←	R	0	R	0 ? ←	R	0	
	d	0	R → ?	0	R	0	R → ?	0	R	0	
Plane											
	„V“	a	0	V	0	V → ?	0	V	0	V → ?	0
	b	0 ? ←	V	0	V	0 ? ←	V	0	V	0	
	c	0	V	0 ? ←	V	0	V	0 ? ←	V	0	
d	0	V → ?	0	V	0	V → ?	0	V	0		

0 = unbehandelte Pflanzen

R = Pflanzen mit Bohnenrost infiziert

V = Pflanzen mit Bohnenrost infiziert und mit *V. lecanii* besprüht

nen der Sorte „Fori“ in 9 Reihen à 8 Plastiktöpfe gesetzt wurden. Das Versuchsfeld wurde mit einer Plastikplane so aufgeteilt, daß sich zwei Hälften mit 9 Reihen à 4 Töpfen ergaben. In der Hälfte „R“ wurde die Ausbreitung des Bohnenrostes ohne *V. lecanii*, in der Hälfte „V“ dagegen wurde der Einfluß des Hyperparasiten auf die Rostpilzverbreitung geprüft (s. Tab. 1). Die Anzucht fand unter überwiegend natürlichen Lichtbedingungen statt, im späteren Herbst wurde zusätzlich mit Quecksilberdampflampen beleuchtet, so daß im gesamten Versuchszeitraum eine Lichtphase von 14 Std. gegeben war. Die Temperaturen sanken tagsüber nicht unter 20 °C, nachts nicht unter 15 °C. Die Infektion mit Rostsporen erfolgte nach ca. 30 Tagen unter Verwendung eines preßluftbetriebenen Lacksprüngerates. Inokuliert wurden die Bohnen der Reihen 2, 4, 6 und 8. Die Inokulation wurde außerhalb der Gewächshauskammer durchgeführt, um unbeabsichtigte Infektionen in den Kontrollen zu vermeiden. Rostpusteln wurden nach ca. 10 Tagen gebildet. Zu diesem Zeitpunkt erfolgte die erste Spritzung mit einer *V. lecanii* Sporensuspension mit 10^8 Sporen/ml in der Versuchshälfte „V“, in den Reihen 2, 4, 6 und 8. Gleichzeitig wurde die rel. Luftfeuchte auf über 90 % erhöht, indem bei geschlossenen Lüftungsclappen ständig Wasser in die Kammer gepumpt wurde. Die Inokulation von *Verticillium*sporen wurde alle 3 Tage wiederholt, bis Myzel des Hyperparasiten makroskopisch sichtbar wurde. Die Auswertung der Versuche erfolgte in der Regel 2 Monate nach Versuchsbeginn. Ausgewertet wurden die Anzahl Blätter/Topf, die Anzahl Rostpusteln pro Blatt, die Anzahl Pflanzen/Topf, die Anzahl Früchte/Topf und das Gewicht des Ertrages/Topf.

Ergebnisse

1. Untersuchungen zum temperaturabhängigen Wachstum von *V. lecanii* mit/ohne Lichteinwirkung

Es wurde festgestellt, daß zwischen 4 und 15 °C eine annähernd lineare Wachstumsgeschwindigkeitszunahme vorliegt (Korrelationskoeffizient $r = 0,999$). Das Temperaturoptimum wurde mit 25 °C ermittelt. Bei 30 °C verringerte sich die Wachstumsrate wieder: Unter Lichteinwirkung auf 48 %, ohne Lichteinwirkung auf 72,5 %, bezogen auf die maximale Wachstumsrate (Abb. 2).

2. Zeitabhängigkeit des Infektionsverlaufes

Die Infektion von Uredo- und Teleutosporen wurde über einen Zeitraum von 20 Tagen beobachtet. Nach 5, 15 und 20 Tagen wurden jeweils ca. 500 Sporen ausgewertet und das Ausmaß des Befalls durch den Hyperparasiten festgestellt. Uredosporen wurden nach 5 Tagen zu 14 % und nach 15 Tagen zu 99 % infiziert. Teleutosporen wurden nach 5 Tagen nicht, und nach 15 Tagen zu 5,7 % infiziert. Nach 20 Tagen sind 100 % der Uredo- und 65 % der Teleutosporen des Bohnenrostpilzes vom Hyperparasiten befallen. Abb. 1 zeigt die graphische Darstellung des Infektionsverlaufs, der durch den stark verzögerten Befall der Teleutosporen gekennzeichnet ist.

3. Biologische Bekämpfung im Freiland

Ausgewertet wurde der Befall mit Rostpusteln auf Blättern der unbehandelten Bohnenreihen. Eine gleichmäßige Ausbreitung des Bohnenrostpilzes über das gesamte Versuchsfeld wurde festgestellt. Mit einer Lupe konnte Myzel des Hyperparasiten in der behandelten Reihe 5 nachgewiesen werden, makroskopisch sichtbar wurde es jedoch erst durch das Bedecken eines Teils der Versuchsreihe mit einer Plastikplane, wodurch das Wachstum des Hyperparasiten wegen der künstlichen Erhöhung der rel. Luftfeuchtigkeit begünstigt wurde.

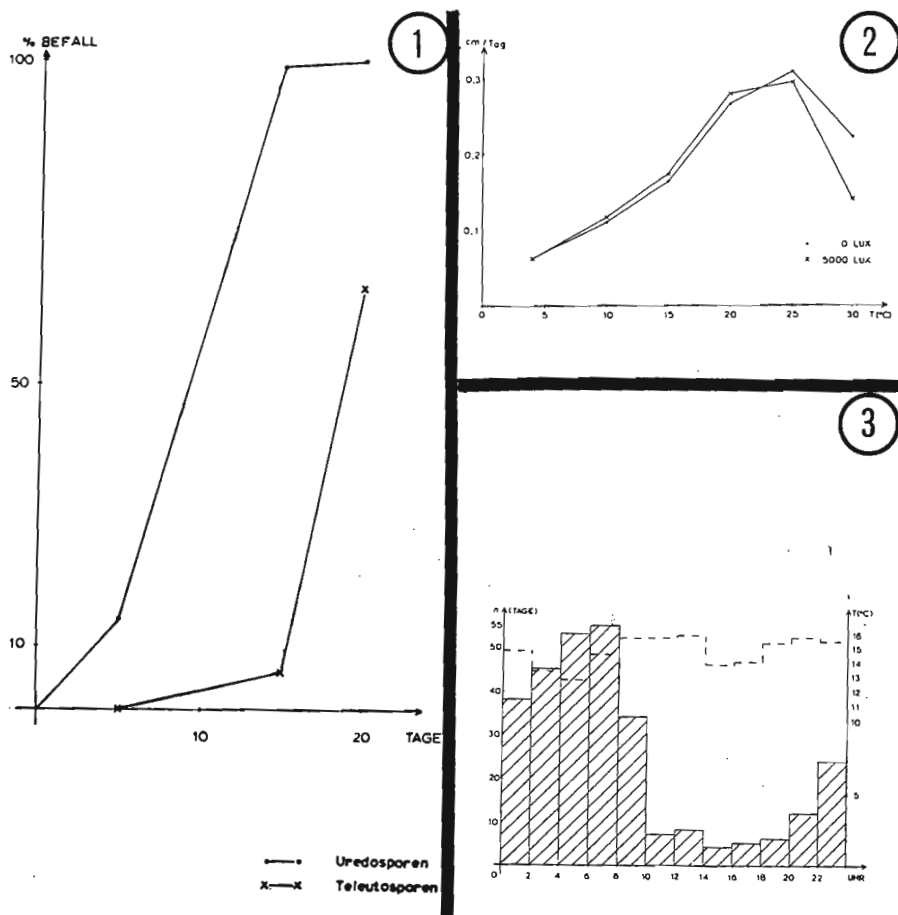


Abb. 1. Infektionsverlauf von *V. lecanii* auf Uredo- und Teleutosporen des Bohnenrostpilzes in Abhängigkeit von der Zeit. • Abb. 2. Myzelwachstum von *V. lecanii* auf Biomalzagar in Abhängigkeit von Temperatur und Licht. Wachstumsrate der Kolonien in cm pro Tag. Beleuchtung der Kulturen mit 10 000 Lux. • Abb. 3. Auswertung der Klimadaten vom 22. Juni bis 22. August 1982. Dargestellt sind Tage, an denen rel. Luftfeuchtwerte über 90 % auftraten. Aufgetragen wurde, zu welchen Tageszeiten und wie häufig Werte über 90 % auftraten und welche mittleren Tagestemperaturen zu den entsprechenden Uhrzeiten vorlagen

Die Auswertung der Klimadaten vom 22. Juni bis zum 22. August 1982 (Abb. 3) ergab, daß am häufigsten rel. Luftfeuchtwerte über 90 % erreicht wurden, wenn die Tagestemperaturen niedrig waren. Ein Vergleich mit Abb. 2 zeigt, daß bei einer Temperatur von 13,6 °C (Durchschnittstemp. zwischen 2 Uhr und 8 Uhr) die Wachstumsrate des Hyperparasiten auf 53 % reduziert ist. Obwohl rel. Luftfeuchten von über 90 % pro Tag häufig 8 bis 12 Stunden lang vorkamen, reichte diese Zeitspanne nicht aus, um den Hyperparasiten im Feld zur Wirkung kommen zu lassen.

Tabelle 2
Auswertung des Gewächshausversuches 1983

Topf	GP/EPfl	VP/EPfl	Befall/%	N/EPfl	G/EPfl
R 1a	134,94	2,41	1,79	7,23	30,54
R 1b	659,40	3,01	0,46	3,01	7,56
R 1c	661,39	0,00	0,00	5,70	14,53
R 1d	324,67	0,00	0,00	5,33	10,47
R 2a	576,80	3,20	0,55	3,20	9,50
R 2b	976,76	2,82	0,29	3,52	3,61
R 2c	949,33	0,67	0,07	4,00	11,44
R 2d	328,00	0,00	0,00	7,00	22,89
R 3a	182,21	0,00	0,00	2,45	11,01
R 3b	367,31	1,44	0,39	2,40	7,32
R 3c	432,48	0,00	0,00	3,42	16,02
R 3d	678,70	0,00	0,00	6,48	19,62
R 4a	257,89	0,00	0,00	3,76	5,14
R 4b	153,00	0,00	0,00	4,00	12,56
R 4c	130,43	0,00	0,00	5,43	6,63
R 4d	290,00	2,67	0,92	5,33	15,27
x	445,08	1,01	0,28	4,52	12,76
s	275,77	1,32	0,49	1,57	7,04
<hr/>					
V 1a	292,00	50,00	17,12	7,00	17,35
V 1b	109,00	0,00	0,00	7,00	7,87
V 1c	187,18	11,11	5,94	5,98	16,74
V 1d	176,06	19,01	10,80	4,93	13,69
V 2a	34,94	0,00	0,00	4,82	22,46
V 2b	141,30	7,61	5,38	7,61	14,12
V 2c	200,93	33,33	16,59	3,70	12,06
V 2d	175,35	7,04	4,02	4,22	7,96
V 3a	24,10	0,00	0,00	7,23	26,33
V 3b	43,52	0,00	0,00	5,56	21,63
V 3c	110,76	21,52	19,43	3,80	12,35
V 3d	59,78	11,96	20,00	11,96	20,43
V 4a	13,33	0,00	0,00	10,67	26,20
V 4b	583,76	21,37	3,66	7,69	17,38
V 4c	106,29	8,57	8,06	3,43	10,73
V 4d	12,04	0,93	7,69	3,70	6,02
x	141,90	12,03	7,42	6,21	15,83
s	142,37	14,20	7,30	2,50	6,34

- R: Nur mit Bohnenrost behandelter Versuchsteil
V: Mit *V. lecanii* behandelter Versuchsteil
EPfl.: Die Blätter pro Pflanze wurden standardisiert, 1 EPfl. hat 4 Blätter
GP/EPfl.: Gesamtrostpusteln pro Einheitspflanze
VP/EPfl.: Mit *V. lecanii* befallene Rostpusteln pro Einheitspflanze
Befall: Rostpusteln mit *V. lecanii* befallen in %
N/EPfl.: Anzahl geernteter Bohnen pro Einheitspflanze
G/EPfl.: Gewicht der Bohnen pro Einheitspflanze
x: Mittelwert
s: Standardabweichung

4. Biologische Bekämpfung im Gewächshaus

Ausgewertet wurde die Anzahl Rostpusteln auf den Blättern der, die Versuchspflanzen flankierenden, unbehandelten Bohnenpflanzen (Tab. 1). Die Anzahl Blätter/Pflanze wurde standardisiert. Die Ausbreitung des Bohnenrostpilzes auf benachbarte Pflanzen konnte mit einer Konfidenz von 99,0 % zu 68,12 % verhindert werden. Für einen Mehrertrag in Stück Bohnen/Pflanze von 27,68 % gab es nur 95 % Konfidenz, für einen Mehrertrag in kg Bohnen/Pflanze ergaben sich keine signifikanten Werte (Tab. 2). Weiterhin wurde die Ausbreitung des Hyperparasiten auf mit Bohnenrost infizierten Pflanzen im Versuchsteil „R“ nachgewiesen. Hierfür wurden mit *V. lecanii* infizierte Trauermücken der Gattung *Sciara spec.* (HECK, mündliche Mitteilung) verantwortlich gemacht, die zur Verbreitung des Pilzes beitrugen. Tote, von Myzel des Hyperparasiten überwucherte Insekten wurden regelmäßig gefunden.

Diskussion

Hyperparasiten gegen pflanzenparasitierende Pilze, wie zum Beispiel die biotrophen Rostpilze, einzusetzen und sie somit für den Pflanzenschutz nutzbar zu machen, ist ein Ziel, dem heute große Bedeutung zugemessen wird. Hier bietet sich die Möglichkeit, die Schadpilze in ihrem Vermehrungszyklus an Punkten zu treffen, wo jedes chemische Bekämpfungsmittel versagt: Inaktivierung und Abbau von Uredosporen (Vermehrungspotential) und von Teleutosporen (Überwinterungspotential). Die Untersuchung von Einfluß der Temperatur und der Lichtverhältnisse auf das Wachstum des Hyperparasiten ergab eine sehr gute Übereinstimmung mit EKBOM (EKBOM und AHMAN 1980). Zwischen 4 °C und 15 °C ist eine fast lineare Zunahme der Wachstumsrate festzustellen, bei 25 °C ist ein Optimum erreicht und danach nimmt die Wachstumsgeschwindigkeit/Tag rapide ab. In dieser Phase wurde zum ersten Mal ein signifikanter Einfluß von Licht erkennbar. Beleuchtung scheint bei Temperaturen über 30 °C nachteilig auf den Metabolismus von *V. lecanii* zu wirken. Auf welche Ursachen dieser Einfluß zurückzuführen ist, konnte nicht geprüft werden.

Die Zeitspanne von 15 Tagen bis zur 100 %igen Infektion der Uredosporen erhöht die Wahrscheinlichkeit einer Rostsporenverbreitung, bevor die Aktivität des Hyperparasiten wirksam werden kann. Die starke Verzögerung der Infektion von Teleutosporen durch *V. lecanii*, nach 15 Tagen erst knapp 6 %, wird auf die verstärkte und mit Melanin durchsetzte Sporenwand der Überwinterungssporen zurückgeführt, die eine Penetration des Hyperparasiten erschwert, nicht jedoch aufhält (BLOOMFIELD und ALEXANDER 1967).

Eine Bekämpfung von *U. appendiculatus* var. *appendiculatus* im Freiland war nicht möglich. Die Seenähe des Versuchsgartens gewährleistete ein häufiges Auftreten von rel. Luftfeuchten über 90 %. Prozentual in bezug auf die Gesamtversuchsdauer gesehen, hielten die hohen Luftfeuchtwerte zu 48,3 % zwischen 8 und 12 Stunden/Tag an. Alleine durch den Faktor Luftfeuchte kann das schlechte Wachstum des Hyperparasiten nicht erklärt werden. In den frühen Morgenstunden wurden rel. Luftfeuchtwerte über 90 % am häufigsten gemessen, überwie-

gend zusammen mit niedrigen Temperaturen (Abb. 3). Bei einem Schnitt um 13,6 °C ist die Wachstumsrate des Hyperparasiten um ca. die Hälfte vermindert. Außerdem kann angenommen werden, daß im Hochsommer Temperaturen von über 25 °C unter Bestrahlung erreicht werden. Sollte der Einfluß von Licht bei hohen Temperaturen zu einer direkten oder indirekten Schädigung des Myzels von *V. lecanii* führen, so muß hier ein möglicher, nicht gemessener, negativer Faktor zusätzlich in Betracht gezogen werden (der Thermohygrograph war beschattet).

In der Schlußfolgerung muß darauf hingewiesen werden, daß weitere Untersuchungen notwendig sind, bei denen alle Faktoren direkt am Blatt gemessen und zusätzliche Maßnahmen zur Unterstützung des Wachstums des Hyperparasiten durch eine geeignete Formulierung des Sporenmateri als getroffen werden sollten. Versuche im Gewächshaus fanden bei rel. Luftfeuchtwerten um 90 % statt. Der Bekämpfungserfolg der Rostausbreitung betrug 68 %, im Vergleich zu der nicht behandelten Kontrollparzelle. In den umliegenden Gewächshäusern in Wahlwies und auf der Reichenau hatte *V. lecanii* keinen Erfolg in der Schädlingsbekämpfung (HECK, persönliche Mitteilung). Dies muß auf die Bewässerungsmethode in den Häusern zurückgeführt werden. Für den Einsatz von Hyperparasiten, speziell Raubmilben (HECK, persönliche Mitteilung) und hyperparasitäre Pilze wie *Ampelomyces quisqualis* (PHILIPP 1979) und *V. lecanii* ist die Tröpfchenbewässerung wegen der ariden Klimabedingungen, die mit ihr verbunden sind, unakzeptabel. Vielleicht wird dem Landwirt die Entscheidung zugunsten des „Integrierten Pflanzenschutzes“ erleichtert, wenn die Effizienz der Hyperparasiten durch geeignete Formulierungen weiter gesteigert werden kann und Pestizide verfügbar sind, die mit dem Einsatz der Hyperparasiten vereinbar sind. Untersuchungen dazu sind für *V. lecanii* vorgelegt worden (WILDING 1972).

Literaturverzeichnis

- BLOOMFIELD, B. J., and M. ALEXANDER, 1967: Melanins and resistance of fungi to lysis. *J. Bacteriol.* 93, 1276—1280.
- DEACON, J. W., 1983: Microbial control of plant pests and diseases. 4.: Microbial control of pests, use of fungi. In: DEACON, J. W. (Edit.). *Aspects of Microbiology*, Nr. 7 Van Nostrand Reinhold (UK) Co. Ltd., Wokingham, England.
- DOMSCH, K. H., 1960: Das Pilzspektrum einer Bodenprobe III. Nachweis der Einzelpilze. *Arch. Mikrobiol.* 35, 310—339.
- EKBOM, B. S., and J. AHMAN, 1980: The fungus *Verticillium fusisporum* as an insect pathogen. *J. Invertebr. Pathol.* 36, 136—138.
- FLANAGAN, P. W., and A. M. SCARBOROUGH, 1974: Physiological groups of decomposer fungi on tundra plant remains. In: HOLDING, A. J. (Edit.). *Soil organisms and decomposition in tundra*. Biome Steering Comitee, Stockholm, 159—181.
- GAMS, W., 1971: *Cephalosporium*-artige Schimmelpilze (Hyphomycetes). Fischer Verlag, Stuttgart.
- HÄNSSLER, G., M. KNÖRZER, and H. J. REISENER, 1981: Lichtmikroskopische Untersuchungen der Interaktion zwischen *Puccinia graminis* var. *tritici* und *Verticillium lecanii*. *Phytopath. Z.* 102, 310—319.
- —, M. HERMANN, and H. J. REISENER, 1982: Elektronenmikroskopische Beobachtung der Interaktion zwischen Uredosporen von *Puccinia graminis* var. *tritici* und *Verticillium lecanii*. *Phytopath. Z.* 103, 139—148.

- HANS, R., 1983: Gesundheitliche Aspekte biologischer Pflanzenschutzmittel. Deutscher Gartenbau 21, 982—983.
- HASSEBRAUK, K., 1936: Pilzliche Parasiten der Getreideroste I. Phytopath. Z. 9, 513—516.
- , 1937: Pilzliche Parasiten der Getreideroste II. Phytopath. Z. 10, 465.
- HERING, T. F., 1965: Oakwood litter fungi. Trans. Br. Mycol. Soc. 48, 391—408.
- MENDGEN, K., 1979 a: Können Hyperparasiten Fungizide ersetzen? Arbeitsber. ökol. Umwelttechn., Univ. Konstanz 3, 81—87.
- , 1979 b: *Verticillium lecanii*, ein Hyperparasit auf dem Getreidegelbrost *Puccinia striiformis*. Mitt. Biol. BundAnst. Land- und Forstw., Berlin, 191, 301—302.
- , 1981: Growth of *Verticillium lecanii* in pustules of stripe rust *Puccinia graminis*. Phytopath. Z. 102, 301—309.
- PHILIPP, W.-D., and G. CRÜGER, 1979: Parasitismus von *Ampelomyces quisqualis* auf Echten Mehltaupilzen an Gurken und anderen Gemüsearten. Z. Pflanzenkr. und Pflanzenschutz 86, 129—142.
- , 1983: Schadpilze im Gartenbau biologisch bekämpfen. Deutscher Gartenbau 21, 978—980.
- SCHROEDER, H. VON, und K. HASSEBRAUK, 1957: Beiträge zur Biologie von *Darluca filum* (Bio.) und einigen anderen, auf Uredineen beobachteten Pilzen. Zentralbl. Bakt., II. Abt., 110, 676—696.
- WILDING, N., 1972: The effect of systemic fungicides on the aphid pathogen *Cephalosporium aphidicola*. Plant Physiol. 21, 137—139.

Adresse der Autoren: Dr. CHRISTIAN GRABSKI, Sandoz AG, Agrobiologische Versuchsstation, CH-4107 Witterswil (Schweiz). Prof. Dr. KURT MENDGEN, Fakultät für Biologie, Lehrstuhl Phytopathologie, Universität Konstanz, D-7750 Konstanz (F.R.G.).