

BFL
BIBLIOTHEK

Bundesanstalt für Pflanzenschutz
Bibliothek
Truntnauerstraße 5
A-1020 Wien

W/324

PFLANZENSCHUTZ- BERICHTE

BAND 54/HEFT 1
1994



Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft

Inhalt

Contents

Anwendung neuer Technologien zur Optimierung von Flutriafol-hältigen Formulierungen	Use of new technologies to improve formulations with flutriafol	VIERNSTEIN, HELMUT ZSIFKOVITS, WILHELM	1
Fraßaktivität von <i>Folsomia candida</i> Willem (<i>Collembola, Isotomidae</i>) an <i>Pythium ultimum</i> Trow.	Feeding activity of <i>Folsomia candida</i> Willem (<i>Collembola, Isotomidae</i>) on <i>Pythium ultimum</i> Trow.	KURTZ, EDMUND TIEFENBRUNNER, WOLFGANG	10
Untersuchungen über die gegenseitige Wirkung von Populationen verschiedener Vorratsschädlinge auf den Reiskäfer, <i>Sitophilus oryzae</i> , im Getreide	Investigations about the influence of interactions between different populations of stored product pests on the rice weevil, <i>Sitophilus oryzae</i> , in cereals	HELAL, R. M. Y. SWATONEK, F. BERGER, H. K. RUSS, K.	17
Untersuchungen über die gegenseitige Wirkung von Populationen verschiedener Vorratsschädlinge auf den Kornkäfer, <i>Sitophilus granarius</i> , im Getreide	Investigations about the influence of interactions between different populations of stored product pests on the grain weevil, <i>Sitophilus granarius</i> , in cereals	HELAL, R. M. Y. SWATONEK, F. BERGER, H. K. RUSS, K.	41
Buchbesprechungen	Book reviews		65

ISSN 0031-675 X

Abonnements laufen ganzjährig und verlängern sich automatisch, wenn nicht 1 Monat vor Jahresende die eingeschriebene Kündigung erfolgt.

Schriftleitung und Redaktion: Dr. Peter Fida und Dr. Gerhard Bedlan, Bundesanstalt für Pflanzenschutz, A-1020 Wien, Trunnerstraße 5.

Verleger und Abonnementbetreuung: J & V Edition Wien Dachs-Verlag-GmbH., A-1150 Wien, Anschützgasse 1.

Erscheinungsweise: 2mal jährlich – Bezugspreis öS 960,- p. a. inkl. MwSt.

Hersteller: Druckerei Lischkar & Co., A-1120 Wien, Migazziplatz 4.

Anwendung neuer Technologien zur Optimierung von Flutriafol-hältigen Formulierungen

Use of new technologies to improve formulations with flutriafol

HELMUT VIERNSTEIN

Institut für Pharmazeutische Technologie der Universität Wien, Währinger Str. 25, 1090 Wien

WILHELM ZSIFKOVITS

F. Joh. Kwizda Gesellschaft m.b.H., Dr.-Karl-Lueger-Ring 6, 1011 Wien

Zusammenfassung

Um die Wirksamkeit des schlecht wasserlöslichen Fungizids Flutriafol zu erhöhen, wurde der Wirkstoff auf molekularer Ebene in β -Cyclodextrin (β -CD) zu sog. Clathraten eingeschlossen. Dadurch gelang es, die Sättigungskonzentration in Wasser auf etwa das Vierfache zu steigern. An Hand von Löslichkeitsuntersuchungen wurde eine Stabilitätskonstante von 897 M^{-1} berechnet. Feste Flutriafol/ β -CD-Systeme wurden in Form von Lyophilisaten, Präzipitaten, Knetprodukten, Verreibungen sowie physikalischen Mischungen hergestellt, wobei die molaren Ansatzverhältnisse jeweils 1:1 und 1:2 (Flutriafol: β -CD) betragen. Das Ausmaß des Wirkstoffeinbaues in die β -CD-Moleküle wurde mittels thermoanalytischer Methoden erfaßt. Dabei zeigte sich, daß die Verfahren der Lyophilisation und Präzipitation zu einer molekularen Verkapselung von Flutriafol führen.

In-vivo-Untersuchungen mit Flutriafol-Präzipitaten (Molverhältnis 1:2) ergaben, daß diese gegenüber einer Standardformulierung eine signifikant höhere fungizide Wirkung aufweisen. Das Präzipitat wurde dabei als Schlammbeizmittel eingesetzt, während zu Vergleichszwecken ein 5%iges (m/v) Suspensionskonzentrat von Flutriafol verwendet wurde. Es konnte gezeigt werden, daß diese β -CD-Komplexe bei einer Aufwandmenge von 5 g Wirkstoff pro 100 kg Saatgut die gleiche Aktivität gegen Weizensteinbrand (*Tilletia caries*) wie 20 g Flutriafol, als Standardformulierung appliziert, aufweisen. Die verbesserte Wirksamkeit kann auf die erhöhte Wasserlöslichkeit des Wirkstoffes und eine dadurch gesteigerte Aufnahme in die keimende Pflanze zurückgeführt werden. Im Rahmen eines Lagerungsversuches (10 und 20°C) über einen Zeitraum von 5 Monaten zur Bestimmung der Phytotoxizität wurde bei gleicher Aufwandmenge von Flutriafol in Form von β -CD-Komplexen und Suspensionskonzentraten ein vergleichbares phytotoxisches Potential festgestellt.

Stichwörter: Flutriafol, β -CD, Weizensteinbrand, Beizmittel.

Summary

To improve the activity of the poor water soluble fungicide flutriafol the biocide was encapsulated in β -cyclodextrin (β -CD) as clathrate on molecular level. By this means it was possible to increase a four times saturation concentration. With the help of a solubility method the stability constant of 897 M^{-1} for the flutriafol/ β -CD complex was calculated. Solid flutriafol/ β -CD complexes were prepared by freeze-drying, precipitation, kneading, grinding and mixing flutriafol and β -CD in molar ratios 1:1 and 1:2. The rate of complexation in the β -CD molecules was determined by thermoanalytical methods. It could be shown that the processes of freeze-drying and precipitation lead to complete encapsulation.

In vivo investigations with flutriafol precipitates (molar ratio 1:2) demonstrated that these products have significant higher fungicide activity compared with standard formulations.

Solid flutriafol/ β -CD complexes were used as a slurry seed-treatment. Precipitates as well as a 5% (m/v) suspension concentrate were used to check the activity against wheat bunt (*Tilletia caries*).

It was determined that the β -CD complex with the rate of use from 5 g active ingredient per 100 kg seed has the same activity as 20 g flutriafol per 100 kg applied as standard formulation. It could be assumed that the improvement of activity is in relation of better water solubility and therefore there is a better uptake into the germinating plant. In a 5 months storage test at 10 and 20°C for determination of the phytotoxicity we found no change of the phytotoxic potential comparing β -CD complexes and standard formulations at the same dosage of use.

Key words: flutriafol, β -cyclodextrin, wheat bunt, seed treatment.

Einleitung

Flutriafol, ein Fungizid mit systemischer Wirkung, das gegen samen- und bodenbürtige Getreidekrankheiten eingesetzt wird, ist durch eine schlechte Wasserlöslichkeit charakterisiert und wird deshalb in suspensierter Form als Beizmittel angewendet. Um eine hohe biologische Wirksamkeit zu erzielen, liegt der Wirkstoff im Beizmittel in mikronisierter Form vor. Ein modernes Verfahren zur Steigerung der Effektivität schlecht wasserlöslicher Fungizide stellt die Bildung von Einschlußverbindungen mit natürlichen Abbauprodukten der Stärke – sog. Cyclodextrinen – dar. Cyclodextrine sind ringförmige Oligomere, die aus einer unterschiedlichen Zahl von α (1–4) verknüpften Glucopyranoseeinheiten zusammengesetzt sind. Die natürlich vorkommenden, als α , β und γ Cyclodextrine bezeichneten Moleküle, bestehen aus 6, 7 beziehungsweise 8 Einheiten (SAENGER, 1980). Sie sind aufgrund ihrer Molekülstruktur befähigt, mit einer Vielzahl von festen, flüssigen oder gasförmigen Substanzen Clathrate zu bilden (CRAMER und HENGLEIN, 1956) und dadurch physikalische sowie chemische Eigenschaften der Gastkomponenten zu verändern. Durch Komplexierung konnte in vielen Fällen sowohl eine Erhöhung der chemischen Stabilität der eingeschlossenen Verbindung als auch der Wasserlöslichkeit – und eine damit verbundene verbesserte Verfügbarkeit – erzielt werden (SZEJTLI, 1981; DUCHIENE ET AL., 1985).

Im Bereich der Landwirtschaft wird die intensive Forschung auf diesem Gebiet durch das Vorliegen zahlreicher Patente und Publikationen deutlich. Als Komplexpartner wird bevorzugt reines β -CD eingesetzt, da es kostengünstig und selbst fungistatisch wirksam ist (SZEJTLI, 1988). Weiters konnte ein positiver Einfluß auf die Keimung stärkehaltiger Samen und eine geringe Antidotwirkung gegen bestimmte phytotoxische Substanzen nachgewiesen werden (SZEJTLI ET AL., 1983).

Das Ziel der vorliegenden Arbeit bestand darin, die Wasserlöslichkeit von Flutriafol durch Komplexbildung mit β -CD zu erhöhen. Dabei sollten unterschiedliche Methoden zur Herstellung von Clathraten verglichen und eine Charakterisierung von Flutriafol/ β -CD-Komplexen sowohl in Lösung als auch in fester Form vorgenommen werden.

Darüber hinaus war beabsichtigt, das durch Präzipitation gewonnene Clathrat hinsichtlich seiner fungiziden Eigenschaften gegen Steinbrand des Sommerweizens zu prüfen. Zu den Erregern dieser Krankheit zählen die Basidiomyceten *Tilletia caries* und *Tilletia foetida*. Diese Steinbrandpilze können in jedem Korn bis zu 4 Millionen Sporen ausbilden, wodurch das Korn zur Brandbutte wird. Während des Dreschvorganges werden die Sporen freigesetzt und heften sich an gesunde Körner. Mit der erneuten Aussaat gelangen sie wieder in den Boden, keimen mit dem Saatkorn und infizieren den Keimling. Der Pilz dringt in die Ährenanlagen ein, wächst mit und führt später wieder zu Brandähren.

Weizensteinbrand kann sehr gut durch Saatgutbeizung bekämpft werden. Von einem entsprechenden Produkt wird eine 100%ige Wirksamkeit erwartet. Die Wirkung von Flutriafol

gegen Weizensteinbrand ist bekannt, es sollte aber untersucht werden, ob durch Komplexierung mit β -CD auch bei reduzierter Dosis der gleiche fungizide Effekt auftritt.

Da einige Triazol-Fungizide phytotoxisch wirken, bestand ein weiterer Teil der Arbeit darin, eine allenfalls vorhandene Beeinflussung der Phytotoxizität durch Verkapselung des Wirkstoffes nachzuweisen.

Material und Methoden

Zur Untersuchung der Löslichkeitsverbesserung von Flutriafol (ICI Agrochemicals, Fernhurst, UK) durch Zugabe von β -CD (Roquette, Lestrem, F) sowie zur Bestimmung der Komplexbindungskonstante wurden entsprechend der Löslichkeitsmethode nach HIGUCHI und CONNORS (1965) $3,5 \times 10^{-3}$ Mol Flutriafol in 100 ml unterschiedlich konzentrierte wäßrige Lösungen des potentiellen Komplexbildners β -CD (1 bis 8×10^{-3} Mol) eingebracht und am Schüttelwasserbad bei einer konstanten Temperatur von 25°C äquilibriert (48 Stunden). Davon wurden 2 ml zentrifugiert (Sigma 202M, 5.000 U/min) und von der erhaltenen klaren Lösung UV-spektrophotometrisch (263 nm) der Gesamtgehalt des in Lösung gegangenen Wirkstoffes ermittelt.

Zur Herstellung fester Flutriafol/ β -CD-Systeme in Form von Clathraten und physikalischen Mischungen zusätzlich (Molverhältnisse 1:1 und 1:2), gelangten die im folgenden beschriebenen Methoden zur Anwendung:

Lyophilisate: Für die Herstellung gefriergetrockneter Clathrate wurden jeweils 1.000 ml einer klaren, wäßrigen Lösung von Flutriafol und β -CD zubereitet. Unter Berücksichtigung eines 14%igen Kristallwasseranteils von β -CD betragen die Einwaagen 130,1 mg Wirkstoff und 569,8 bzw. 1.139,6 mg β -CD. Die Lösungen wurden gleichmäßig auf 6 Birnenkolben verteilt und diese 45 min lang einem „shell-freezing“ unterzogen. Die Lyophilisation (Gerät: Christ Beta A) erfolgte mit einem Trockenrechen bei einem Vakuum von 0,05 mbar.

Präzipitate: Jeweils 1.000 ml einer wäßrigen Flutriafol/ β -CD-Lösung wurden am Rotationsverdampfer bei 40°C zur Trockene gebracht.

Verreibungen: Definierte Mengen Flutriafol und β -CD wurden lege artis gemischt und anschließend in einer Reibschale 15 min lang verrieben.

Knetprodukte: Die Herstellung erfolgte nach einer von RAJAGOPALAN ET AL. (1986) beschriebenen Methode in der Reibschale. Es wurde vorerst eine wäßrige Aufschlämmung von β -CD hergestellt, die mit Flutriafol und soviel Wasser versetzt wurde, bis eine pastöse Masse entstand. Diese wurde 15 min lang gleichmäßig geknetet und anschließend 24 Stunden lang im Exsiccator nachgetrocknet.

Physikalische Mischungen: Das Mischen der komplexbildenden Komponenten erfolgte unter Zuhilfenahme eines Kubusmischers (Erweka, Mischdauer 20 min, 60 U/min).

Zum Nachweis der Komplexbildung wurde das Verfahren der Differential-Scanning-Calorimetrie (DSC) herangezogen (Gerät: Perkin Elmer DSC 7, Heizrate = 5 K min⁻¹, Probenmenge: 1–1,5 mg).

Die Prüfung der Wirkstofffreisetzung wurde an allen beschriebenen festen Flutriafol/ β -CD-Systemen vorgenommen, wobei jeweils 5 getrennt hergestellte Muster gleicher Zusammensetzung (Partikelgröße < 50 μ m) zum Einsatz gelangten. Die Untersuchungen erfolgten unter Verwendung eines Schüttelwasserbades (GFL 1083) bei $20 \pm 0,5^\circ\text{C}$. 450 mg der zu untersuchenden Flutriafol/ β -CD-Systeme, bei deren Herstellung die molaren Ansatzverhältnisse 1:2 betragen, wurden in 100,0 ml Aqua purificata eingebracht und geschüttelt. Nach 15, 30, 45, 60, 90, 120, 150 und 180 Minuten wurden jeweils 2 ml Probe entnommen und zentrifugiert (Gerät: Sigma 202 M, 7 min., 10.000 U/min). Die Quantifizierung des in Lösung gegangenen Wirkstoffes erfolgte UV-spektrophotometrisch (Gerät: Beckman DU-50, 263 nm).

Die Prüfung der fungiziden Wirksamkeit von Flutriafol/ β -CD-Präzipitaten wurde an infiziertem Sommerweizen vorgenommen. Als Infektionsmaterial kamen Brandsporen, die von allen im Österreichischen Zuchtbuch angeführten Sorten stammen, zum Einsatz (Österreichisches Zuchtbuch, Bundesanstalt für Pflanzenbau und Samenprüfung, Wien). Die Gewinnung erfolgte durch Mahlen der Brandbutten mittels Schlagkreuzmühle und anschließendem Sieben durch ein Sporensieb (200 μ m). Die Untersuchungen wurden an den Sommerweizensorten „Turbo“ und „Kadett“ durchgeführt, die mit 0,5% (m/m) Sporen infiziert waren. Als Beizmittel diente eine 8%ige (m/v) Aufschlämmung des Flutriafol/ β -CD-Präzipitates (Molverhältnis 1:2) in Wasser; die Aufwandmenge betrug 5 g Flutriafol (active ingredient, AI) pro 100 kg Saatgut. Zu Vergleichszwecken wurden sowohl abgestufte Mengen (5 und 10 g AI pro 100 kg Saatgut) einer 5 %igen (m/v) Standardformulierung als auch eine Mischung aus Flutriafol und Thiabendazol (1+1; Code Nr. K-548-2), entsprechend einer Aufwandmenge von jeweils 5 g AI pro 100 kg Saatgut, eingesetzt. Sämtliche Beizvorgänge wurden in einem HEGE-11-Labor-Beizgerät durchgeführt. Für die Untersuchungen zur Phytotoxizität des Flutriafol/ β -CD-Präzipitates wurden die Wintergerstensorten (WG) „Viola“ und „Judith“ sowie die Winterweizensorte (WW) „Perlo“ verwendet. Die Lagerung des gebeizten Saatgutes fand über einen Zeitraum von 5 Monaten bei Temperaturen von 10 und 20°C statt. Das Ausbringen des Saatgutes wurde in Petzenkirchen, NÖ (baltisches Klimagebiet), einer Außenstelle der Bundesanstalt für Pflanzenschutz, in Kleinparzellen mit einer Fläche von 1 m² in dreifacher Wiederholung vorgenommen. Die Ermittlung der Anzahl befallener Ähren erfolgte am Stand, wobei dreimal bonitiert wurde. Die befallenen Ähren wurden geschnitten und sofort ausgezählt, die gesunden hingegen am Ende der Vegetationsperiode mit Hilfe eines Parzellenmähdreschers geschnitten, gebündelt und gemeinsam ausgezählt.

Ergebnisse und Diskussion

Die Wechselwirkungen zwischen Flutriafol und β -CD können aus dem in Abbildung 1 wiedergegebenen Löslichkeitsdiagramm abgeleitet werden. Die Menge an gelöstem Flutriafol steigt stetig mit der β -CD-Konzentration an, wodurch Aussagen über die Clathratstabilität möglich sind. Unter der Annahme der Bildung eines 1:1-Komplexes wurde die Stabilitätskonstante berechnet; sie beträgt 897 M⁻¹.

Zum Nachweis von Flutriafol/ β -CD-Komplexen in fester Form kamen weder IR- noch UV-spektroskopische Methoden in Betracht, da sich die Spektren von freiem Flutriafol und der Komplexe voneinander nicht unterscheiden. Als einzig brauchbare Methode erwies sich jene der Thermoanalyse, da eine molekulare Verkapselung von Flutriafol durch Verschwinden des charakteristischen Schmelzpeaks nachweisbar war (Abb. 2). Mit Hilfe eines Rechenprogrammes (Perkin Elmer) konnte aus dem Kurvenverlauf des Thermogramms von Flutriafol der Schmelzpunkt mit 125,7°C ermittelt werden, wobei dieser Wert definitionsgemäß durch Schneiden der Wendetangente mit der Basislinie berechnet wird. Aus dem Thermogramm von reinem β -CD geht hervor, daß bei Erhitzen des Oligomers ein allmähliches Verdampfen des Kristallwassers stattfindet (Peakmaximum 98°C). Alle Thermogramme jener Produkte, die in einem Molverhältnis von 1:1 hergestellt wurden, wiesen den charakteristischen Flutriafolschmelzpeak auf, was auf eine unvollständige Komplexierung des Wirkstoffes durch β -CD zurückgeführt werden kann; sie wurden daher in die weiteren Untersuchungen nicht einbezogen. Bei einem Ansatzverhältnis von 1:2 hingegen wurde durch Anwendung der Lyophilisation sowie der Präzipitation eine vollständige Verkapselung erzielt.

Wie aus Abbildung 3 hervorgeht, konnte bei allen untersuchten Flutriafol/ β -CD-Systemen eine signifikante Verbesserung der Wirkstofflöslichkeit nachgewiesen werden. Im Vergleich zur Löslichkeit des reinen Wirkstoffes waren sowohl bei dem lyophilisierten Produkt als auch dem Präzipitat gleichermaßen Steigerungen auf etwa das Vierfache zu verzeichnen. Darüber

hinaus wurde auch eine ausgeprägte Erhöhung der Lösungsgeschwindigkeit festgestellt. Bei Vorliegen von Verreibungen beziehungsweise Knetprodukten ergab sich innerhalb eines Untersuchungszeitraumes von 3 Stunden eine bedeutend geringere Löslichkeitsverbesserung, die, bezogen auf die Löslichkeit des reinen Wirkstoffes, etwa 200% betrug.

In Hinblick auf eine einfache und kostengünstige Herstellungstechnik und aufgrund der vorliegenden Ergebnisse von In-vitro-Untersuchungen zum Dissolutionsverhalten der Clathrate, wurde das Präzipitat zur Prüfung der fungiziden Wirksamkeit ausgewählt.

Wie aus den Tabellen 1 (erstes Versuchsjahr) und 2 (zweites Versuchsjahr) zu ersehen ist, wurde nach Beizung mit Flutriafol/ β -CD-Präzipitaten bei einer auf 25% reduzierten Wirkstoffmenge die gleich gute Wirkung gegen den Steinbrand des Weizens erreicht, wie mit der gebräuchlichen Wirkstoffmenge in einer Standardformulierung sowie einer Mischung aus Flutriafol und Thiabendazol. Bei Anwendung der Standardformulierung in geringerer Dosis kam es zu einem deutlichen Befall des Getreides. Daraus geht hervor, daß durch Komplexierung von Flutriafol mit β -CD die fungizide Wirksamkeit des Biozides erhöht werden kann.

Die Phytotoxizität des Fungizids wurde, wie Tabelle 3 zeigt, nicht verstärkt; durch den Einsatz geringerer Aufwandmengen ist es daher möglich, eine indirekte Reduzierung der keim-schädigenden Wirkung zu erzielen.

Wie die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchungen zeigen, entfaltet komplex-gebundenes Flutriafol in Form von β -CD-Präzipitaten eine höhere fungizide Aktivität als der freie, mikronisierte Wirkstoff. Aufgrund einer dadurch ermöglichten Dosisreduktion auf etwa ein Viertel der üblichen Aufwandmenge, kann eine nicht unbedeutende Verringerung der Belastungen von Agrarflächen erreicht werden.

Danksagung

Herrn Dr. B. ZWATZ sei an dieser Stelle für die wissenschaftliche Betreuung und Herrn R. ZEDERBAUER für die Durchführung der In-vivo-Untersuchungen herzlich gedankt.

Variante	1. WH		2. WH		3. WH		Durchschnitt		% krank
	krank	gesund	krank	gesund	krank	gesund	krank	gesund	
A	26	497	29	464	25	483	26,7	481	5,26
B	0	490	0	517	0	510	0	506	0
C	11	486	17	499	10	503	12,7	496	2,50
D	0	493	0	515	0	514	0	507	0

Tab. 1: Bekämpfung des Weizensteinbrandes an Sommerweizen durch Beizung mit unterschiedlichen Flutriafol-hältigen Formulierungen (1. Versuchsjahr).

Angabe der Anzahl erkrankter und gesunder Ähren pro m².

- A unbehandelte Kontrolle
- B K 548-2 (Flutriafol/Thiabendazol, 1+1)
- C Suspensionskonzentrat von Flutriafol, 5 g AI/100 kg Saatgut
- D Flutriafol/ β -CD-Präzipitat, 5 g AI/100 kg Saatgut.

Tab. 2: Bekämpfung des Weizensteinbrandes an den Sommerweizensorten „Turbo“ und „Kadett“ durch Beizung mit unterschiedlichen Flutriafol-hältigen Formulierungen (2. Versuchsjahr).

Angabe der Anzahl erkrankter und gesunder Ähren pro m².

- A unbehandelte Kontrolle
- B Flutriafol/β-CD-Präzipitat, 5 g AI/100 kg Saatgut
- C Suspensionskonzentrat von Flutriafol, 5 g AI/100 kg Saatgut
- D Suspensionskonzentrat von Flutriafol, 20 g AI/100 kg Saatgut.

TURBO									
	1. WH		2. WH		3. WH		Durchschnitt		
Variante	krank	gesund	krank	gesund	krank	gesund	krank	gesund	% krank
A	17	411	15	313	8	413	13,3	379	3,40
B	0	275	0	345	0	329	0	316	0
C	2	359	5	265	3	428	3,3	351	0,93
D	0	304	0	258	0	303	0	288	0

KADETT									
	1. WH		2. WH		3. WH		Durchschnitt		
Variante	krank	gesund	krank	gesund	krank	gesund	krank	gesund	% krank
A	9	406	10	431	8	431	9,0	423	2,08
B	0	398	0	422	0	422	0	414	0
C	2	318	1	405	1	405	1,3	376	0,35
D	1	298	0	299	0	299	0,3	299	0,10

Tab. 3: Prüfung der Keimfähigkeit von Wintergerste (WG) und Winterweizen (WW) nach Beizung mit Flutriafol-hältigen Produkten und anschließend 5 Monaten Lagerung bei 10 und 20°C.

(% KF = % Keimfähigkeit, % abn. = % abnorm).

- A unbehandelte Kontrolle
- B Suspensionskonzentrat, 20 g AI/100 kg Saatgut
- C Suspensionskonzentrat, 10 g AI/100 kg Saatgut
- D Flutriafol/β-CD-Präzipitat, 20 g AI/100 kg Saatgut
- E Flutriafol/β-CD-Präzipitat, 10 g AI/100 kg Saatgut.

Kultur	Sorte	Variante	Lagertemperatur: 10°C			Lagertemperatur: 20°C		
			% KF	% abn.	% tot	% KF	% abn.	% tot
WG	Viola	A	95	4	1	94	4	2
		B	92	7	1	85	10	5
		C	96	3	1	94	3	3
		D	93	7	-	92	7	1
		E	95	5	-	93	5	2
WG	Judith	A	95	4	1	95	3	2
		B	93	5	2	93	5	2
		C	95	4	1	93	5	2
		D	95	4	1	92	7	1
WW	Perlo	A	95	2	3	95	3	2
		B	96	3	1	94	3	3
		C	96	3	1	94	4	2
		D	96	2	2	96	3	1

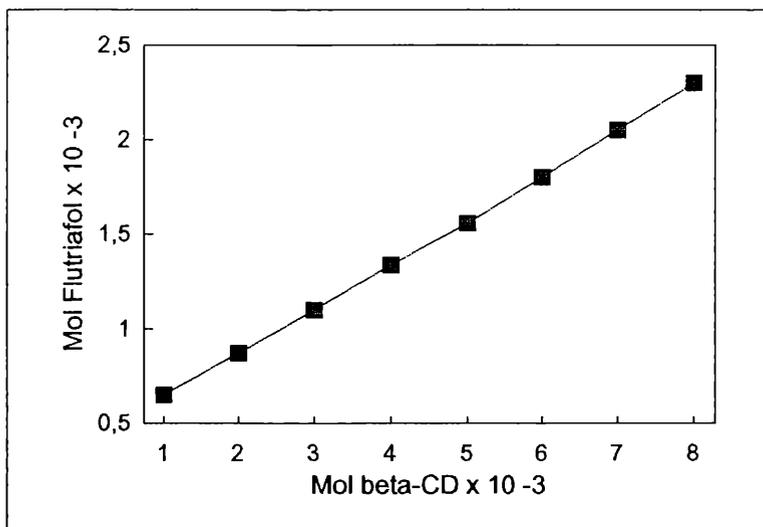


Abb. 1: Löslichkeitsverbesserung von Flutriafol durch abgestufte Mengen β -CD.

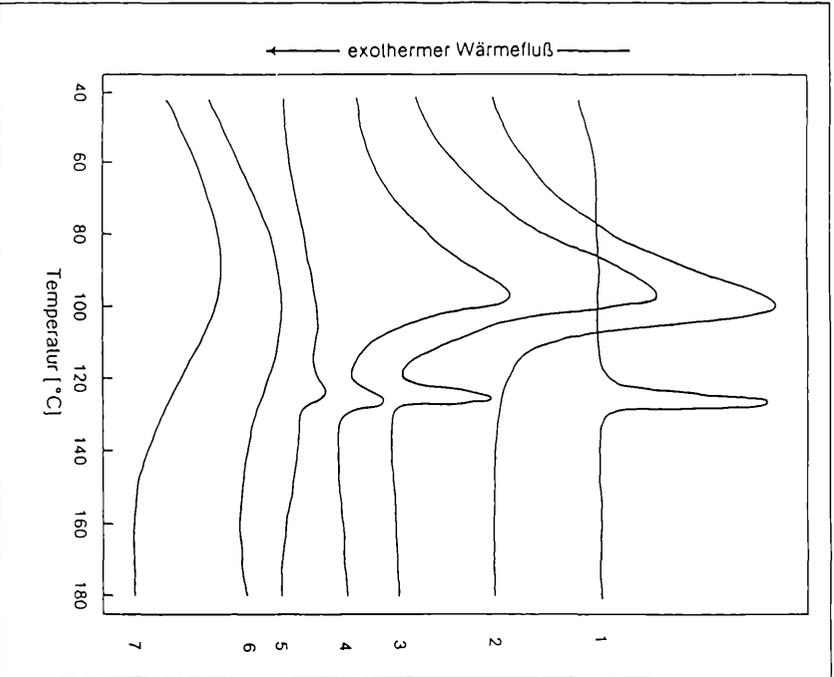


Abb. 2: DSC-Thermogramme von Flutriafol, β -CD und Systemen der beiden Komponenten im Molverhältnis 1:2 (1: Flutriafol, 2: β -CD, 3: physikalische Mischung, 4: Verreibung, 5: Kneiprodukt, 6: Präzipitat, 7: Lyophilisat).

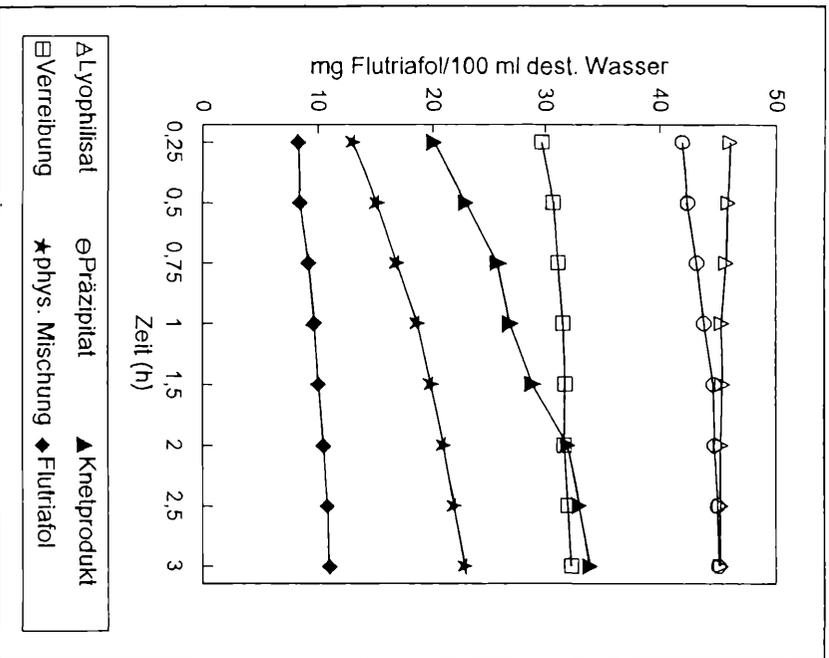


Abb. 3: Wirkstofffreisetzung aus Flutriafol/ β -CD-Systemen (Molverhältnis 1:2) und Löslichkeitsverhalten von reinem Flutriafol (Mittelwerte aus Fünffachbestimmungen).

Literatur

- CRAMER, F., HENGLEIN, F. M.: Einschlußverbindungen der Cyclodextrine mit Gasen. – *Angew. Chem.* 68, 649, 1956.
- DUCHENE, D., DEBRUERES, B., VAUTION, C.: Improvement of drugs stability by cyclodextrins inclusion complexation. – *STP Pharma* 1, 37–43, 1985.
- HIGUCHI, T., CONNERS, K. A.: Phase solubility techniques. – *Adv. Anal. Chem. Instr.* 4, 117–212, 1965.
- RAJAGOPALAN, N., CHEN, S. C., CHOW, W.-S.: A study of the inclusion complex of amphotericin-B with cyclodextrin. – *Int. J. Pharm.* 29, 161–168, 1986.
- SAENGER, W.: Cyclodextrin-Einschlußverbindungen in Forschung und Industrie. – *Angew. Chem.* 92, 343–361, 1980.
- SZEJTLI, J.: Enhancement of drug bioavailability by cyclodextrins. – *Starch/Stärke* 33, 387–390, 1981.
- SZEJTLI, J.: Cyclodextrin technology, *Kluwer Academic Publishers*, Editor J. E. D. Davies, Dordrecht/Boston/London, 1988.
- SZEJTLI, J., TETENYI, M., RAJKI, E.: Effect of cyclodextrin treatment on the development and yield of wheat. – *Acta Agron. Acad. Sci. Hung.* 32, 74–78, 1983.
- (Manuskript eingelangt am 18. Jänner 1994)

Fraßaktivität von *Folsomia candida* Willem (Collembola, Isotomidae) an *Pythium ultimum* Trow

Feeding activity of *Folsomia candida* Willem (Collembola, Isotomidae) on *Pythium ultimum* Trow

Edmund KURTZ und Wolfgang TIEFENBRUNNER
Bundesanstalt für Pflanzenschutz, Trunnerstr. 5, 1020 Wien

Zusammenfassung

In einem Laborexperiment wurde die Fraßaktivität des Collembolen *Folsomia candida* am Myzel des bodenbürtigen, phytopathogenen Pilzes *Pythium ultimum* analysiert. *Folsomia candida* reduziert die Fläche des „Pilzrasens“ innerhalb einer Woche deutlich. Weiters wurde untersucht, ob *Folsomia candida* als Vektor für *Pythium ultimum* dienen kann.

Stichwörter: *Fungi, Oomycota, Collembola, Pythium ultimum, Folsomia candida.*

Summary

In a laboratory experiment the feeding activity of the springtail *Folsomia candida* was tested on the mycel of the soil borne phytopathogenous fungus *Pythium ultimum*. *Folsomia candida* reduced the area which was overgrown by the fungus within a week remarkably. Furtheron it was examined whether *Folsomia candida* can serve as a vector for *Pythium ultimum*.

Keywords: *Fungi, Oomycota, Collembola, Pythium ultimum, Folsomia candida.*

Einleitung

Obwohl bereits seit langem bekannt ist, daß Pilzhyphen zum Nahrungsspektrum vieler Collembolen gehören, gelang es erst 1979 WIGGINS & CURL bzw. 1982 B. ULBER zu zeigen, daß sich manche dieser Urinsekten unter Laborbedingungen zur Bekämpfung phytopathogener Bodenpilze eignen. Letzterer wies nach, daß die Anwesenheit der Collembolen *Onychiurus fimatus* Gisin und *Folsomia fimetaria* (L.), die Anzahl der nach Inokulation des Bodens mit *Pythium ultimum* Trow infizierten Zuckerrübenpflanzen signifikant senkte. Der Anteil letal geschädigter Pflanzen betrug mit Collembolen nur etwa ein Zwölftel im Vergleich zur Kontrolle (ohne Collembolen).

Weitere Versuche in diese Richtung wurden bislang nur spärlich durchgeführt – etwa von LARTEY ET AL. 1988 (*Proisotoma minuta* und *Onychiurus encarpatus* contra *Rhizoctonia solani*) und NAKAMURA ET AL. 1992 (*Sinella curviseta* contra *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum*). Es handelt sich um einzelne, isolierte Untersuchungen. Analysen, die systematisch erheben, welche Collembolen sich zur Kontrolle welcher bodenbürtigen Schadpilze einsetzen lassen, gibt es bislang nicht.

Bevor man dieser Fragestellung nachgehen kann, gilt es eine Methode zu entwickeln, die – möglichst unter geringem Zeitaufwand – festzustellen erlaubt, welche Collembolenarten sich überhaupt durch Fraßaktivität an den diversen bodenbürtigen phytopathogenen Pilzen auszeichnen und daher als Antagonisten zu diesen in Frage kommen.

Mit einem möglichen methodischen Ansatz wurde die Fraßaktivität von *Folsomia candida* an *Pythium ultimum* untersucht (womit gleichzeitig auch die Eignung der Methode analysiert wurde). Die Ergebnisse sind in der vorliegenden Arbeit zusammengefaßt.

Material und Methode

1. Haltung der Collembolen

Folsomia candida wurde in 3/4 Liter-Einmachgläsern auf einem künstlichen Boden aus Gips und Aktivkohle im Mischungsverhältnis 9:1 bei 20°C gehalten. Der Boden wurde stets sehr feucht gehalten. Als Futter wurde TetraMin verwendet. Unter den genannten Bedingungen vermehrt sich die parthenogenetische Art sehr gut.

2. Isolation und Anzucht des Pilzes

Der Pilz wurde im Herbst 1991 von Zuckerrübenseitenwurzeln aus einem Bestand mit auffälligen Blattaufhellungen und Welkerscheinungen isoliert. Für die Artbestimmung fanden die bei KRÖBER 1985 angeführten Methoden Anwendung.

Die Oogonien bzw. die Oosporen wiesen in Dünnschichtkultur auf Karottensaftagar einen mittleren Durchmesser von 24,6 bzw. 20,7 Mikrometer auf. Die Stärke der Oosporenwand schwankte von 2,1 bis 2,4 Mikrometer. KRÖBER 1985 und AHRENS 1971 ermittelten in ihren Untersuchungen im allgemeinen zwar niedrigere Werte für die Oogonien und Oosporen, doch scheint die Zuordnung zu *Pythium ultimum* aufgrund der Ausbildung der typischen Antheridien (monoklin, unmittelbar am Oogoniumansatz entspringend – siehe Abb. 1) gerechtfertigt. Auch AHRENS 1971 ordnete in einem vergleichbaren Fall vorderhand als *Pythium violae* klassifizierte Isolate der Art *Pythium ultimum* zu. Das eigene Isolat bildete zahlreiche „hyphal swellings“; terminale Sporangien konnten nur selten beobachtet werden. Die Sporangien keimten jeweils nur mit Keimschläuchen; indirekte Keimung konnte in keinem Fall festgestellt werden.

Das Isolat wurde bis zu seiner Verwendung unter sterilem Paraffinöl in 250 ml-Erlenmeyerkolben auf Karottensaftagar aufbewahrt. Anfang 1993 erfolgte die Überimpfung auf Nährmedien (Karottensaftagar, vor allem aber Kartoffeldextroseagar) in Petrischalen. Das ursprünglich hoch pathogene Isolat erwies sich nach Inokulation eines torfhaltigen Erdsubstrates mit *pythiumdurchwachsenen* Agarstücken an Zuckerrübenkeimlingen als nur mehr schwach pathogen.

3. Versuchsmethodik

Für die Versuchsdurchführung wurden ebenfalls 3/4 l- Einmachgläser mit Deckel verwendet (Höhe 13 cm, Durchmesser 11 cm). Innerhalb dieser wurde auf eine Höhe von 2 cm ein Gips-Aktivkohleboden (Mischungsverhältnis 9:1) mit einer zentralen Ausnehmung (Durchmesser 4,5 cm) hergestellt. Nach der Sterilisation im Trockenschrank (75–80°C, für mehr als 2 Stunden) wurde in die zentrale Ausnehmung Kartoffeldextroseagar gegossen. Nach dem Abkühlen des Agars wurde dieser mit *Pythium ultimum* beimpft. In der Folge breitete sich das Pilzmyzel binnen 3 Tagen über den gesamten Gips-Aktivkohleboden aus (aufgrund der Porosität des Mediums war zumindest oberflächlich der gesamte Gips-Aktivkohleboden mit Agar angereichert). Zu diesem Zeitpunkt wurden Collembolen in zehn der insgesamt zwanzig Versuchsgefäße eingesetzt. Es wurde ursprünglich mit zehn Wiederholungen (10mal *Pythium ultimum* und *Folsomia candida* bzw. 10mal nur *Pythium ultimum* zur Kontrolle) gearbeitet. Ein Einmachglas mußte aber aufgrund einer pilzlichen Verunreinigung aus dem Versuch genommen werden. Daher wurden schließlich neun Wiederholungen verwendet.

Aus den Zuchtbehältern wurden mit Hilfe eines Exhaustors *Folsomia candida*-Individuen abgesaugt und pro Versuchsgefäß 100 adulte Individuen eingebracht. Dabei war es nicht zu vermeiden, daß auch eine unbestimmte Anzahl subadulter Collembolen in die Versuchsgefäße gelangten. Dies sei deshalb erwähnt, weil Collembolen der genannten Art sehr rasch

wachsen und die subadulten Tiere das Ausmaß der Fraßleistung möglicherweise beeinflusst haben könnten.

Zur Auswertung wurde die Ausbreitung des Pilzmyzels auf dem Gips-Aktivkohleboden während der ersten drei Tage des Versuchs täglich, danach noch einmal genau eine Woche nach dem Einsetzen der Collembolen photographisch festgehalten (siehe Abb. 2–6). Mit der Dokumentation wurde erst am Tag nach dem Einbringen der Collembolen begonnen. Da die Collembolen den Myzelrasen vom Rand her befressen, dieser aber peripher sehr dünn ist, und in der Auswertung nur die Myzelfläche und nicht das Volumen erfaßt werden konnte, schien es geboten, die Fraßaktivität während des ersten Tages nicht zu berücksichtigen und die Dokumentation etwas später zu beginnen.

Der Versuch wurde vom 20. April bis 26. April bei Zimmertemperatur (etwa 20°C) durchgeführt.

Zur Auswertung wurden die Konturen des Pilzgeflechts mittels Diabetrachter von den Dias auf Klarsichtfolie übertragen. Danach wurde das relative Ausmaß des Pilzmyzels, bezogen auf die Gesamtfläche des Pilzaktivkohlebodens, mit Hilfe eines feinen Rasters ermittelt. Diese Daten lieferten die Basis für die folgende Auswertung, bei der der WILCOXON-Rangtest sowie der Differenzen-t-Test für den Vergleich von verbundenen Stichproben zur Anwendung kamen. Die Verwendung von Regressionsverfahren erwies sich – wohl wegen der großen Standardabweichung und wegen der ungünstigen Positionierung der einzelnen Datenpunkte – als wenig zweckmäßig.

Nach Ablauf des eigentlichen Versuches wurde noch der Frage nachgegangen, ob die im Versuch verwendeten Collembolen Vektoren für *Pythium ultimum* sind (wenn die Tiere den Pilz von einem Nährboden zum nächsten übertragen können, besteht natürlich auch die Möglichkeit einer kleinräumigen Verbreitung im Bestand).

Dazu wurden mittels Exhaustor pro Versuchsgefäß 10 *Folsomia candida*-Individuen entnommen und auf den Nährboden (Kartoffeldextroseagar) einer Petrischale gesetzt. Zur Kontrolle wurde mit den nur mit *Pythium* versetzten Einmachgläsern (also der Kontrolle ohne Collembolen) in derselben Art wie mit den Versuchsgefäßen verfahren. Es wurde nämlich beim Absaugen der jeweils 10 Collembolen aus den Einmachgläsern die hierfür aufgewandte Zeit gemessen. Bei den Kontrollgefäßen (Einmachgläser mit *Pythium* ohne Collembolen) wurde gleich lang mit dem Exhaustor in Bodennähe abgesaugt, wie bei den jeweils entsprechenden Versuchsgefäßen. Der Inhalt wurde genauso auch in eine Petrischale mit Kartoffeldextroseagar ausgeschüttet.

Ergebnisse

Abb. 2 bis 5 zeigen die beeindruckende Fraßleistung von *Folsomia candida* vom Auswertungsbeginn (ein Tag nach Aussetzen der Collembolen) bis zum Versuchsende (eine Woche nach dem Aussetzen der Collembolen). Zum Vergleich betrachte man Abb. 6, die zugeordnete Kontrolle, wo sich das Pilzmyzel am letzten Versuchstag bis an den Gefäßrand ausgebildet hat (sämtliche Dias stammen vom Versuchsgefäß Nr. 3 und zugeordneter Kontrolle).

Allerdings wirken sich die Rate des Pilzwachstums und des Collembolenfraßes zeitlich recht unterschiedlich auf die Größe des Pilzmyzels aus. Daraus resultiert eine hohe Standardabweichung (siehe Abb. 7). Auch kann man daher aus dem Vergleich der arithmetischen Mittel zu den unterschiedlichen Beobachtungsterminen leicht falsche Schlüsse ziehen. So hat man nach Abb. 7 den Eindruck, daß die vom Pilz bewachsene Fläche zunächst zunimmt und erst ab dem dritten Beobachtungstermin unter dem Einfluß der Collembolen abnimmt (statistisch nachweisbar ist das aber nicht).

Eine genauere Analyse ist mittels Differenzen-t-Test für verbundene Stichproben möglich. Bei diesem Verfahren wird für jedes Versuchsgefäß der Beobachtungswert eines der zu

vergleichenden Termine von dem anderen subtrahiert und untersucht, ob der Mittelwert der „Differenzstichprobe“ mit dem „Sollwert“ Null übereinstimmt (Nullhypothese H_0) oder nicht. Man kann damit analysieren, ob es in einem bestimmten Zeitraum zu einer Veränderung der Beobachtungsgröße gekommen ist.

Die Nullhypothese kann für die Vergleiche zwischen den Terminen 20. April 1993 (T1), 21. April 1993 (T2) und 22. April 1993 (T3) nicht abgelehnt werden, d. h. die Differenzstichproben T1–T2, T1–T3, T2–T3 unterscheiden sich im Mittel nicht signifikant von Null. Während des Zeitraums 20. April bis 22. April ist es also zu keinem statistisch nachweisbaren Wachstum bzw. keiner Reduktion des „Pilzrasens“ gekommen. Im Gegensatz dazu unterscheiden sich im Mittel die Differenzstichproben T1–T4, T2–T4 und T3–T4 (T4 = 26. April 1993) auf dem signifikanten bzw. sehr signifikanten Niveau von Null (Signifikanzwerte zwischen 0.02 und 0.0004); es ist zu einer nachweisbaren Abnahme der Pilzrasenfläche gekommen.

Als verteilungsunabhängiges Verfahren wurde der WILCOXON-Rangtest verwendet. Beide Verfahren kommen zum gleichen Auswertungsergebnis. Die am deutlichsten nachweisbare Abnahme der Pilzhyphenfläche ergibt sich zwischen den Terminen 2 und 4, wo die Fläche in acht von neun ausgewerteten Gefäßen abgenommen hat bzw. zwischen Termin 3 und 4, wo eine Abnahme in allen neun Versuchsgefäßen beobachtet werden konnte (wegen einer bakteriellen Verunreinigung wurde ein Versuchsgefäß von der Auswertung ausgeschlossen).

Bei der gesondert durchgeführten Untersuchung zur Prüfung der Vektoreignung von *Folsomia candida* konnten nach 14tägiger Inkubation in 4 von 9 tatsächlich mit Collembolen versetzten Schalen die für *Pythium* typischen Strukturen festgestellt werden. Weitere 4 Schalen waren dicht mit *Fusarium* überwachsen. In zwei Schalen entwickelten sich lediglich unzählige Bakterienkolonien. In einer dieser 9 Schalen war somit sowohl *Pythium* als auch *Fusarium* nachweisbar.

Bei dem von den Kontrollgefäßen abgesaugten und in Schalen exhaustierten Inhalt ohne Collembolen kam es mit Ausnahme zweier dunkelolivgrün gefärbter Verunreinigungen durch *Penicillium* bzw. *Aspergillus* zu keinem nachweisbaren Pilzwachstum. Alle Schalen der Kontrolle waren zudem in deutlich geringerem Ausmaß mit Bakterien kontaminiert als die Variante mit Collembolen.

Anhaftendes Myzel oder zum Wachstum geeignete Strukturen des Pilzes müssen unter den gegebenen Bedingungen – also *in vitro* – somit direkt mit den Collembolen (äußerlich anhaftend oder möglicherweise auch als Dauersporen in Exkrementen) übertragen worden sein. Inwieweit diese Fähigkeit auch im Freiland zum Tragen kommt, wäre in separaten Versuchen abzuklären.

Diskussion

Zur biologischen Kontrolle tierischer Schädlinge oder phytopathogener Pilze ist eine genaue Kenntnis der ökologischen Wechselwirkungen dieser mit anderen Organismen – den potentiellen Nützlingen – Voraussetzung. Im Falle von Lebewesen, deren Lebensraum der Boden ist, ist es oftmals schwer, das nötige Wissen zu erwerben, da eine direkte Beobachtung im allgemeinen nicht möglich ist. Versuche von GUNN & CHERRETT, 1993, die Interaktionen der Bodenorganismen mit einem „Rhizotron“ unmittelbar zu beobachten und aufgrund dieser Daten Nahrungsnetze zu erstellen, waren zwar erfolgreich, soweit es größere Tiere betrifft, Mikroinvertebraten und Pilzhyphen waren aber nicht zu beobachten oder nicht immer einwandfrei zuzuordnen.

Man muß daher Interaktionen von Bodenorganismen entweder indirekt (TIEFENBRUNNER, 1993) erschließen oder aber unter Laborbedingungen observabel machen. Dieser Weg wurde

in der vorliegenden Arbeit – in Anlehnung an ULBER, 1982, LARTEY ET AL., 1988 und NAKAMURA ET AL., 1992 – beschriftet. Ein Nachteil dieser Vorgangsweise ist aber, daß man Organismen interagieren lassen muß, von deren ökologischen Beziehungen unter naturnahen Bedingungen man keinerlei oder nur geringfügige Kenntnis hat.

Will man also feststellen, ob und welche Collembolen sich als Nützlinge bei der Kontrolle phytopathogener Bodenpilze eignen, ist es sinnvoll, als Vorversuch zunächst festzustellen, welche Collembolenarten einen bestimmten Schadpilz befressen – wobei möglichst viele Collembolenarten an möglichst vielen Schadpilzen getestet werden sollten – und dann im eigentlichen Versuch an den geeigneten Kandidaten festzustellen, inwieweit sie das Infektionspotential des phytopathogenen Pilzes zu reduzieren vermögen. Ein derartiger größerer Versuch unter standardisierten Bedingungen und unter Verwendung der hier vorgestellten Methode wird in nächster Zeit an der Bundesanstalt für Pflanzenschutz durchgeführt.

Danksagung

Für die kritische Durchsicht des Manuskripts sowie für die Anfertigung der englischsprachigen Textteile möchten wir Frau Mag. ASTRID TIEFENBRUNNER herzlich danken.

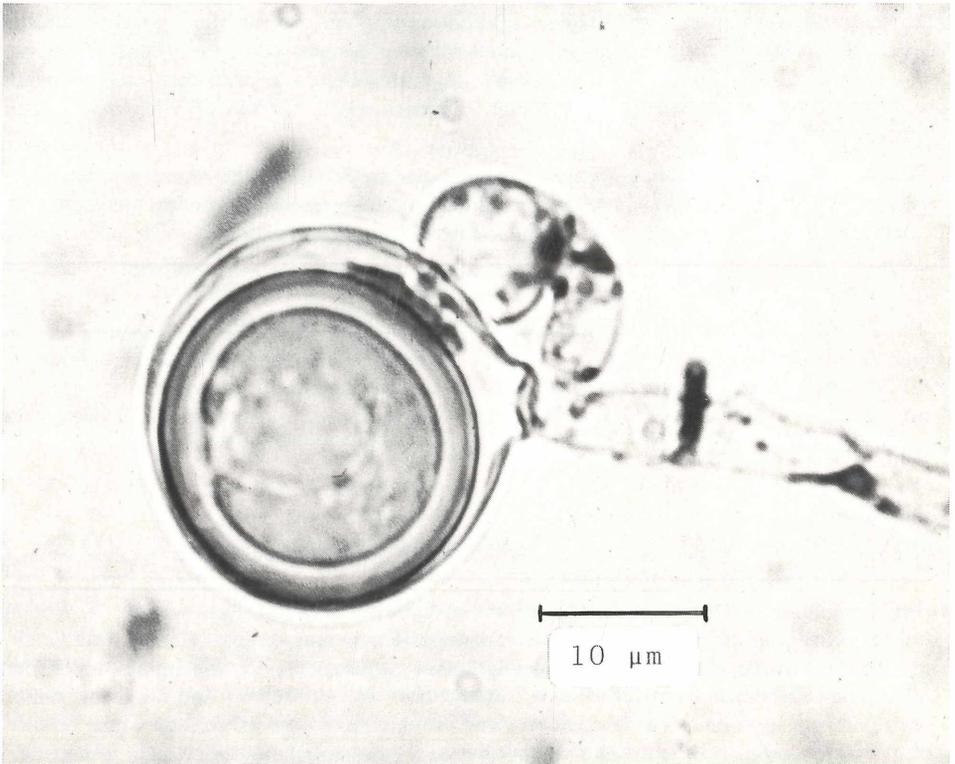


Abb. 1: *Pythium ultimum*; Oospore.

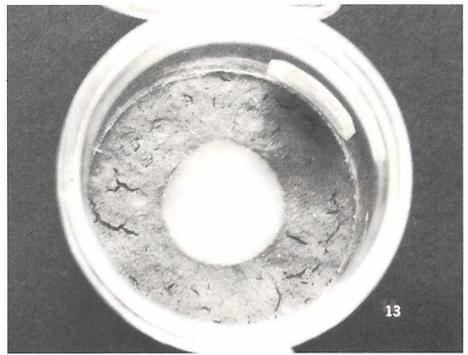
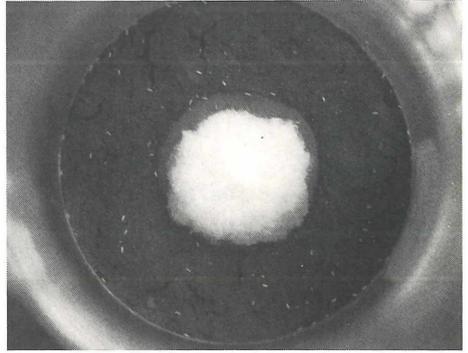
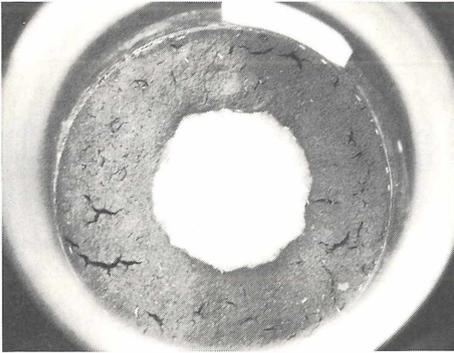


Abb. 2 bis 5: Versuchsgefäßboden mit *Pythium ultimum* – Myzel. Abb. 2: Photo vom 20. April 1993, Abb. 3: Photo vom 21. April 1993, Abb. 4 vom 22. April 1993, Abb. 5 vom 26. April 1993. In Abb. 5 ist der zentrale Agarbereich deutlich sichtbar, peripher erkennt man den Gips-Aktivkohlelebensboden.



Abb. 6: Das dem Versuchsgefäß zugeordnete Kontrollgefäß. Photo vom letzten Beobachtungstermin (26. April 1993). Die gesamte Bodenfläche ist mit Pilzmyzel bedeckt.

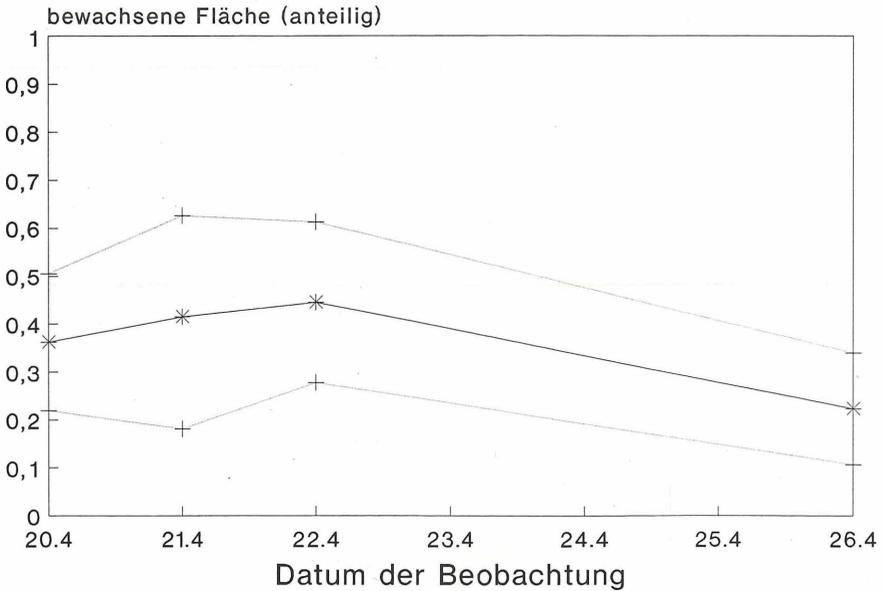


Abb. 7: Die vom Pilzmyzel bewachsene Fläche relativ zur Gesamtfläche des Versuchsgefäßbodens während des Beobachtungszeitraums. Durchgezogene Linie: arithmetisches Mittel, punktierte Linien: Mittelwert \pm Standardabweichung.

Literatur

- AHRENS, C.: Untersuchungen zur Taxonomie und zur geographischen Verbreitung der Gattung *Pythium Pringsheim*. Diss., Univ. Bonn, 1971.
- GUNN, A. & J. M. CHERRETT: The exploitation of food resources by soil meso- and macro invertebrates, *Pedobiologia* 37, 303–320, 1993.
- KRÖBER, H.: Erfahrungen mit *Phytophthora de Bary* und *Pythium Pringsheim*. *Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Berlin-Dahlem*, Heft 225, 1–175, 1985.
- LARTEY, R. T., CURL, E. A. & C. M. PETERSON: Preferential feeding of *mycophagous collembola* (insecta) on *rhizoctonia solani* in the presence of known fungal biocontrol agents, *Phytopathology* 78 (12), 1522–1523, 1988.
- NAKAMURA, Y., MATSUZAKI, I. & J. ITAKURA: Effect of grazing by *Sinella curviseta* (Collembola) on *Fusarium oxysporum* f. sp. cucumerinum causing cucumber disease, *Pedobiologia* 36, 168–171, 1992.
- TIEFENBRUNNER, W.: Collembolenassoziationen im Marchfeld, *Pflanzenschutzberichte*, Band 53, Heft 2, 122–132, 1993.
- ULBER, B.: Einfluß von *Onychiurus fimatus* GISIN (Collembola, Onychiuridae) und *Folsomia fimetaria* (L.) (Collembola, Isotomidae) auf *Pythium ultimum* Trow., einen Erreger des Wurzelbrandes der Zuckerrübe. In: LEBRUN, P. H. ET AL. (eds.), *Proc VIII Int. Coll. Soil Zoology*, pp. 261–268, 1982.
- WIGGINS, E. A. & CURL, E. A.: Interactions of Collembola and microflora of cotton rhizosphere, *Phytopathology*, 69, 244–249, 1979.
- (Manuskript eingelangt am 20. Jänner 1994)

Untersuchungen über die gegenseitige Wirkung von Populationen verschiedener Vorratsschädlinge auf den Reiskäfer, *Sitophilus oryzae*, im Getreide

Investigations about the influence of interactions between different populations of stored product pests on the rice weevil, *Sitophilus oryzae*, in cereals

R. M. Y. HELAL,

Department of Economic Entomologie, Faculty of Agriculture, Tanta University, Kafr El-Sheikh, Egypt

F. SWATONEK,

Universität für Bodenkultur, Institut für Pflanzenschutz, Wien, Österreich

H. K. BERGER, K. RUSS,

Bundesanstalt für Pflanzenschutz, Wien, Österreich

Zusammenfassung

Bei gemeinsamen Vorkommen haben *Sitophilus granarius*, *Tribolium confusum*, *Oryzaephilus surinamensis* und *Cryptolestes ferrugineus* eine Reduktion der Gesamtanzahl der Nachkommen der *Sitophilus oryzae* zur Folge. Das Maximum der Nachkommenanzahl von *Sitophilus oryzae* lag in der 4ten Fünftagesperiode bei der Einzelzuchtvariante, bzw. im 3ten Zeitintervall bei 75% der Gemischtzuchtvarianten. Bei allen Untersuchungsvarianten lag das Maximum der Anzahl der geschlüpften Individuen in der 7ten Woche bei *Sitophilus oryzae*.

Bei der Art resultiert aus der Zunahme der Dichte eine Herabsetzung der Nachkommenanzahl pro Elternpaar. Die Gesamtanzahl der Nachkommen pro Gefäß bei *Sitophilus oryzae* erreicht ein Maximum und bleibt danach ungefähr konstant. Die Entwicklungszeit war in allen Versuchen zur intraspezifischen Konkurrenz nicht nachhaltig beeinflusst.

Die durchschnittliche Lebensdauer unter Hungerbedingungen bei Einzelkulturvariante von *Sitophilus oryzae* betrug 11,7 Tage. Bei Gemischtkultur gab es eine negative Beeinflussung von *Tribolium confusum* und *Cryptolestes ferrugineus* auf seine Lebensdauer.

Stichwörter: *Sitophilus oryzae*; intra-, interspezifische Konkurrenz; Vorratsschädlinge.

Summary

By mixed population of different stored product insects with *Sitophilus oryzae*, *Sitophilus granarius*, *Tribolium confusum*, *Oryzaephilus surinamensis* and *Cryptolestes ferrugineus* effect reduced the total number of progeny of *Sitophilus oryzae*. The maximum progenies were observed in the 4th five days period from *S. oryzae* with the single culture and in the 3rd time period by 75% mixed cultures. The maximum hatching were observed in all the experimental tests, on 7th week *S. oryzae*.

The number of progeny produced by parental show decrease as the initial parental density increase. The total number of progeny produced by *S. oryzae* per jar increased to a peak, then tended to be fairly constant. The development period for the species was not influenced throughout the experiment under intraspecific competition.

The average survival period under starvation conditions of populations of *S. oryzae* by single culture tests is 11,7 days. By mixed culture there are negative effects from *T. confusum* and *C. ferrugineus* on his survival period.

Key words: *Sitophilus oryzae*; intra-, interspecific competition; stored product pests.

1. Einleitung und Problemstellung

Im Lager wird das Getreide von vielen Tieren, darunter Insekten, befallen. Diese Insekten werden durch Umweltfaktoren beeinflusst, die z. B. auch auf ihre Dichte einwirken. Einer der wichtigsten Faktoren ist die gegenseitige Beeinflussung von Individuen verschiedener Arten aufeinander oder die Konkurrenz zwischen Angehörigen der gleichen Art.

Häufiger kommt es zu interspezifischer Konkurrenz bei gemeinsamem Vorkommen am gleichen Vorratgut. Dabei kann sogar die Ausschaltung einer Art möglich sein. Die Rate der Elimination einer Art ist abhängig von: Den Umweltfaktoren, der Biologie der Spezies, ihrer genetischen Tendenz, vom Nahrungsmedium und von der ursprünglichen Konzentration der konkurrierenden Arten (PARK ET AL., 1941; PARK, 1948, 1954, 1957; CROMBIE, 1947; AYERTEY, 1979; LEFKOVITCH, 1968; CIESIELSKA, 1975; LEFKOVITCH und MILNES 1963; INOUE und LERNER, 1965 und andere).

Die gegenseitige Auswirkung zwischen Angehörigen der gleichen Art kann bei Insektenpopulationen Einwirkung auf Fruchtbarkeit, Überleben, Entwicklungsrate, Geschlechterverhältnis, Gewicht der Larven, Puppen und Imago, Kopulation, Kannibalismus, Schlüpftrate, Zahl der Ovariolen, Präovipositionszeit und Mortalität der Larven und Puppen beeinflussen (KLOMP, 1964; ASHBY, 1961; WATT, 1960; LONGSTAFF, 1981; GAL, 1973; STEIN, 1986; SHAHEN, 1982; ANDERSEN, 1956, 1961; und LEFKOVITCH, 1957, 1962).

Als Fragestellungen wurden in der vorliegenden Arbeit behandelt:

1. Die gegenseitige Beeinflussung von Individuen verschiedener vorratsschädlicher Arten (*Sitophilus granarius*, *Tribolium confusum*, *Oryzaephilus surinamensis* und *Cryptolestes ferrugineus*) auf die Käfer der Art *Sitophilus oryzae*.
2. Die gegenseitige Beeinflussung von Individuen der gleichen Art.
3. Die gegenseitige Beeinflussung von Individuen verschiedener Arten (*Sitophilus granarius*, *Tribolium confusum*, *Oryzaephilus surinamensis* und *Cryptolestes ferrugineus*) auf die Reiskäfer über die Lebensdauer der Imago unter Hungerbedingungen.

Das dynamische Verhalten der Insektenpopulation ist von ausschlaggebender Bedeutung für das Verständnis der Entwicklung der Vorratsschädlinge-Vermehrung sowie zur Erzielung besserer Bekämpfungsergebnisse. Und wie lange die Insektenarten ohne Nahrung am Leben bleiben können, ist gerade vom Standpunkt der Bekämpfung aus sehr wichtig.

2. Literaturübersicht

PHADKE und BHATIA (1976) fanden, daß *Sitophilus oryzae* gegenüber *Rhizopertha dominica* in der Periode der Vermehrung dominant ist, wenn beide Arten gemeinsam vorkommen. Dies wurde an 7 verschiedenen Weizensorten untersucht. Die Produktionsraten beider Arten waren herabgesetzt, verglichen mit den Reproduktionsraten beider Arten in Einzelkultur.

LEFKOVITCH (1968) hat die Wechselwirkung zwischen den vier Käfern *Sitophilus oryzae*, *Lasioderma serricorne*, *Tribolium castaneum* und *Cryptolestes ferrugineus* bei 30°C und 60% r. F., die für 6 Wochen in zwei Medien (Weizen und Weizenfutter) gehalten wurden, untersucht. Er beobachtete, daß *Cryptolestes ferrugineus* einen schädlichen Einfluß auf *Sitophilus oryzae* und *Tribolium castaneum* im Weizenmedium hat. *Lasioderma serricorne* hat einen positiven Einfluß auf *Cryptolestes ferrugineus* in Weizen. *Sitophilus oryzae* hemmt die Produktion

von *Lasioderma serricorne* im Weizen. Bei Weizenfutter hatten *Tribolium castaneum*, *Sitophilus oryzae* und *Cryptolestes ferrugineus* einen nachteiligen Einfluß auf *Lasioderma serricorne*. Und *Cryptolestes ferrugineus* hemmt die Population von *Tribolium castaneum*.

In der Gemischtkultur von *Sitophilus oryzae* und *Cryptolestes pusillus* verursacht *S. oryzae* eine Steigerung der Anzahl der *C. pusillus*-Individuen (USDA Manual 1260, 1965).

SHAZALI (1982) hat in der Zusammenfassung seiner Dissertation geschrieben, daß unter Konkurrenzsituation *Sitotroga cerealella* dominant über *Sitophilus oryzae* ist, daß sie von *T. castaneum* eliminiert wird, wenn diese gleichzeitig mit *S. oryzae* vorhanden ist.

SINHA (1982) untersucht den Einfluß der ursprünglichen Elterndichte von *Sitophilus oryzae* auf das Verhalten der Population im Reis. Die Käfer werden in 5 Dichtestufen (5, 10, 15, 20, 25 Elternpaare pro Gefäß) angesetzt. Er fand, daß die Entwicklung der Population bei einer Dichte von 5 Elternpaaren am höchsten war bzw. am geringsten bei der Dichte von 25 Elternpaaren. Die Vermehrungsraten betragen z. B. 490%, 315%, 183,3%, 170% und 35% bei der Dichte 5, 10, 15, 20 und 25 Elternpaare.

TRIPATHI und HODSON (1981) haben bei *Sitophilus oryzae* und *Sitophilus granarius* Untersuchungen angestellt. Sie setzten 4 Elternpaare von *S. oryzae* bzw. 4 Elternpaare von *S. granarius* an 4, 16, 64 und 128 Weizenkörner und 8 Elternpaare von *S. oryzae* bzw. 8 Elternpaare von *S. granarius* an 8, 32, 128 und 256 Weizenkörner. Sie fanden, daß die Anzahl der geschlüpften Käfer von *S. oryzae* zweimal so hoch war, wie die Anzahl der geschlüpften Käfer von *S. granarius*. Die Autoren schließen daraus, daß zur Produktion eines Ind. der *S. granarius* ein doppelt so hoher Futterbedarf besteht, wie für die Produktion eines *S. oryzae*-Individuums. Bei der gemeinsamen multiplen Eiablage von *S. oryzae* und *S. granarius* gab es sowohl intra-, als auch interspezifische Konkurrenz.

SHAZALI (1985) untersuchte die intraspezifische Konkurrenz und die Nachkommenproduktion bei *Sitophilus oryzae* und *Sitotroga cerealella* in 8 Dichtestufen an Sorghumkörnern. Er fand, daß eine steigende Dichte von 15 auf 300 (Ind./Gefäß) eine Abnahme der Nachkommen pro Weibchen von 50,0 und 4,8 bei *S. cerealella* verursachte bzw. bei *S. oryzae* ein Steigen der Dichte von 15 auf 300 (Ind./Gefäß) eine Abnahme der Nachkommen pro Weibchen von 15,6 auf 2,2 zur Folge hatte. Die Gesamtzahl an Nachkommen nahm jedoch bei *S. oryzae* bis zu einem Maximalwert zu und danach bei weiterem Anstieg der Elterndichte wieder ab. Bei *S. cerealella* dagegen tendierte die Nachkommenzahl dazu, von einem Grenzwert ab unabhängig von der Elterndichte konstant zu bleiben.

Die Versuche, die von SINGH und WILBER (1966) gemacht wurden, erbrachten die folgenden Resultate:

- Unter Hungerbedingung bei 70 und 80°F war die Lebensdauer von *Sitophilus zaemais* länger als die von *Sitophilus oryzae*.
- Die Lebensdauer von *Sitophilus zaemais* und *Sitophilus oryzae* war bei 70°F zweimal so lang wie bei 80°F.
- Die Lebensdauer der einen Tag alten Käfer von *Sitophilus zaemais* war größer als die der 15 Tage alten Käfer.
- Bei 70°F war die Lebensdauer der unbegatteten Käfer länger als die Lebensdauer der begatteten.

3. Methoden

Die Zuchten wurden in einem Zuchtraum im Keller der Bundesanstalt für Pflanzenschutz in Wien durchgeführt. Die Temperatur wurde konstant zwischen 25–27°C gehalten, und die relative Raumfeuchtigkeit betrug 85±5%.

Folgende Käferarten wurden verwendet:

- *Sitophilus oryzae* (LINNE), Reiskäfer.
- *Sitophilus granarius* (LINNE), Kornkäfer.
- *Tribolium confusum* (DUVAL), Amerikanischer Reismehlkäfer.
- *Oryzaephilus surinamensis* (LINNE), Getreideplattkäfer.
- *Cryptolestes ferrugineus* (STEPHENS), Rotbrauner Leistenkopflattkäfer.

Der Zuchtansatz für *Cryptolestes ferrugineus* stammte aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft des Institutes für Vorratsschutz in Berlin. Alle anderen Arten, mit denen gearbeitet wurde, stammten aus den Zuchten der Bundesanstalt für Pflanzenschutz in Wien.

1. Die gegenseitige Wirkung von Populationen verschiedener Vorratsschädlinge auf den Käfer.

Als Versuchstuben dienten Glasröhrchen 70 mm hoch, 25 mm Ø mit Deckel (Kunststoffpfropfen mit Loch 15 mm Ø) und Gaze verschlossen, damit die Röhrchen nicht luftdicht abschließen.

Die Käfer wurden im Alter von 1–2 Wochen verwendet. Es wurde je nach Versuch mit 3 Wiederholungen gearbeitet. In jeder Tube befanden sich bei der Gemischtzuchtvariante 20 Individuen jeder Art, also insgesamt 40. Bei der Einzelzuchtvariante wurden je Art 2 Versuchsansätze zu 20 bzw. 40 Individuen durchgeführt.

Folgende Gemischtzuchtvarianten, Einzelzuchtvarianten und Nährmedien pro Tube wurden verwendet:

Gemischtzuchtvariante:

20 Ind. <i>S. oryzae</i>	+ 20 Ind. <i>S. granarius</i>
20 Ind. <i>S. oryzae</i>	+ 20 Ind. <i>T. confusum</i>
20 Ind. <i>S. oryzae</i>	+ 20 Ind. <i>O. surinamensis</i>
20 Ind. <i>S. oryzae</i>	+ 20 Ind. <i>C. ferrugineus</i>

Nährmedien:

6 g Weizenkörner (ca. 141 Korn)
3 g Weizenkörner + 3 g Weizenmehl
3 g Weizenkörner + 3 g Weizenmehl
3 g Weizenkörner + 3 g Weizenmehl

Einzelzuchtvariante:

20 Ind. <i>Sitophilus oryzae</i>
40 Ind. <i>Sitophilus oryzae</i>

Nährmedien:

6 g Weizenkörner
6 g Weizenkörner.

Am ersten Tag des Versuchs wurden bei der Einzelzuchtvariante 20 bzw. 40 Ind. in einer Tube mit 6 g Nährmedium bzw. bei Gemischtzuchtvariante 40 Ind. (20 Ind. je Art) für 24 Stunden im Zuchtraum angesetzt. Nach diesem Zeitintervall wurden die Käfer umgesetzt (herausgeholt) und die Anzahl der Überlebenden gezählt und die Mortalität berechnet. Danach wurden die Tiere in neue Tuben mit dem entsprechenden Nährmedium gesetzt.

Bei allen Versuchsvarianten wurde nach 30 Tagen ab dem Versuchsbeginn eine Kontrolle pro Woche durchgeführt und die Anzahl der geschlüpften Insekten gezählt und diese dann entfernt.

2. Intraspezifische Konkurrenz und Nachkommenproduktion

Als Versuchsgefäße dienten 3/4-l-Gefäße mit Glasdeckel (ohne Gummierung, damit die Gläser nicht luftdicht abschließen).

Die Insekten wurden in 5 Dichte-Stufen (5, 10, 20, 40, 80 Ind./Gefäß) verwendet. In jedem Glasgefäß befanden sich 20 g Weizenkörner (ca. 470 Korn).

Es wurden 1–2 Wochen alte Käfer benützt. Jede Variante hatte 3 Wiederholungen. 30 Tage nach dem Ansetzen wurde die Gesamtzahl der Nachkommen festgestellt. Die Elternkäfer wurden jeweils entfernt, um die Zahl der produzierten Nachkommen zu erhalten. Je fünf Tage

wurde eine Kontrolle durchgeführt und die Anzahl der geschlüpften Nachkommen gezählt und diese entfernt.

3. Die gegenseitige Wirkung von Populationen verschiedener Vorratsschädlinge unter Hungerbedingungen auf den Käfer

Als Versuchsgefäße dienten 3/4-l-Gefäße mit Glasdeckel (ohne Gummierung, damit die Gläser nicht luftdicht abschließen).

Folgende Gemischtzuchtvarianten wurden verwendet:

50 Ind. *S. oryzae* + 50 Ind. *S. granarius*

50 Ind. *S. oryzae* + 50 Ind. *T. confusum*

50 Ind. *S. oryzae* + 50 Ind. *O. surinamensis*

50 Ind. *S. oryzae* + 50 Ind. *C. ferrugineus*.

Folgende Einzelzuchtvarianten wurden verwendet:

50 Ind. *S. oryzae*

100 Ind. *S. oryzae*.

Für die Versuche wurden verschieden alte Käfer verwendet. Es wurde bei jedem Versuch mit 3 Wiederholungen gearbeitet. In jedem Gefäß befanden sich bei der Gemischtzuchtvariante 50 Individuen jeder Art, also insgesamt 100. Bei der Einzelzuchtvariante wurden je Art 2 Versuchsansätze zu 50 bzw. 100 Individuen durchgeführt.

4. Ergebnisse

1. Die gegenseitige Wirkung von Populationen verschiedener Vorratsschädlinge auf den Käfer.

1.1. Überlebende Individuen

Die Überlebensraten (täglich)

Die täglichen Überlebenskurven sind in Abbildung (1) dargestellt. Nach 30 Tagen ab dem Zeitpunkt des Versuchsbeginns lebten von *S. oryzae* nur noch in der Gemischtzuchtvariante zwischen 48,5% bei der Variante mit *O. surinamensis* und 75,0% bei der Variante mit *T. confusum* bzw. in der Einzelzuchtvariante zwischen 65% bei der Variante mit 20 Ind. und 74,3% bei der Variante mit 40 Ind.

Die Überlebensraten täglich (Durchschnitt aus 30 Tagen).

Die Ergebnisse werden in Tabelle (1) zusammengefaßt.

Tab. (1): Die Überlebensraten täglich von *Sitophilus oryzae* in Einzelzucht und Gemischtzucht (Durchschnitt aus 30 Tagen) während eines Zeitraums von 30 Tagen gehaltener Käfer (die Käfer sind täglich umgesetzt worden).

	Gemischtzucht			Einzelzucht	
<i>Sitophilus granarius</i>	<i>Tribolium confusum</i>	<i>Oryzaephilus surinamensis</i>	<i>Cryptolestes ferrugineus</i>	20 Ind.	40 Ind.
86,4	84,4	59,8	74,3	74,2	85,8

Aus der Tabelle ist zu ersehen, daß die täglichen Überlebensraten von *S. oryzae* in der Gemischtzuchtvariante zwischen 59,8% bei der Variante mit *O. surinamensis* und 86,4% bei der Variante mit *S. granarius* betragen. Zum Vergleich bei der Einzelzuchtvariante betragen die täglichen Überlebensraten 74,2% bei der Variante 20 Ind. und 85,8% bei der Variante 40 Ind.

Die Überlebensraten täglich (Durchschnitt aus jeweils 5 Tagen).

Die Säulen in Abbildung (2) zeigen die Resultate für die einzelnen Varianten. Nach der ersten Fünftagesperiode lebten noch von *S. oryzae* in der Gemischtzuchtvariante zwischen 96,5% bei der Variante mit *O. surinamensis* und 99,5% bei der Variante *T. confusum* bzw. zwischen 95,0% bei der Variante Einzelzucht 20 Ind. und 98,0% bei der Variante mit 40 Ind.

Nach der vierten Fünftagesperiode lebten nur noch von *S. oryzae* in der Gemischtzuchtvariante zwischen 48,5% bei der Variante mit *O. surinamensis* und 84,0% bei der Variante mit *S. granarius* bzw. zwischen 68,5% bei der Variante Einzelzucht mit 20 Ind. und 82,5% bei der Variante mit 40 Ind.

Die täglichen Überlebensraten waren konstant innerhalb des vierten, fünften und letzten Zeitintervalls bei allen Varianten (bis auf die Variante Gemischtzucht mit *S. granarius* und der Variante Einzelzucht mit 40 Ind.).

1.2. Die Mortalität

Die Mortalität täglich in %.

Die täglichen Absterbenskurven sind in Abbildung (3) dargestellt. Die Abbildung zeigt, daß das Maximum der täglichen Mortalität in der Gemischtzuchtvariante zwischen 3,5% bei der Variante mit *S. granarius* und 15,0% bei der Variante mit *O. surinamensis* betrug bzw. in Einzelzuchtvariante zwischen 5,8% bei der Variante mit 40 Ind. und 7,0% bei der Variante mit 20 Ind.

Bei allen Varianten lag das Maximum zwischen dem 5ten und 9ten Tag. Bei der Gemischtzuchtvariante mit *S. granarius* gab es zwei Maxima jeweils am 6ten und 23ten Tag.

Die tägliche Mortalität in % (Durchschnitt aus 30 Tagen).

Die Ergebnisse sind zusammenfassend in Tabelle (2) dargestellt.

Tab. (2): Die tägliche Mortalität in % von *Sitophilus oryzae* in Einzelzucht und Gemischtzucht (Durchschnitt aus 30 Tagen) während eines Zeitraums von 30 Tagen gehaltener Käfer (die Käfer sind täglich umgesetzt worden).

	Gemischtzucht			Einzelzucht	
<i>Sitophilus granarius</i>	<i>Tribolium confusum</i>	<i>Oryzaephilus surinamensis</i>	<i>Cryptolestes ferrugineus</i>	20 Ind.	40 Ind.
0,88	0,83	1,7	1,28	1,16	0,85

Aus den Zahlen ist zu erkennen, daß die durchschnittliche, tägliche Mortalität in der Gemischtzuchtvariante zwischen 0,83% bei der Variante mit *T. confusum* und 1,70% bei der Variante mit *O. surinamensis* betrug bzw. in Einzelzuchtvariante zwischen 0,85% bei der Variante mit 40 Ind. und 1,16% bei der Variante mit 20 Ind.

Die tägliche Mortalität in % (Durchschnitt aus jeweils 5 Tagen).

Die Ergebnisse dieses Versuchs sind in Abbildung (4) dargestellt. Es war deutlich zu erkennen, daß bei allen Varianten die tägliche Mortalität in der zweiten Fünftagesperiode am höchsten war. Sie betrug in diesem Zeitintervall in der Gemischtzuchtvariante zwischen 1,4% bei der Variante mit *S. granarius* und 8,4% bei der Variante mit *O. surinamensis* bzw. in Einzelzuchtvariante zwischen 2,0% bei der Variante 40 Ind. 3,3% bei der Variante 20 Ind.

1.3. Die Nachkommenproduktion

Gesamtanzahl der Nachkommen.

Die Ergebnisse dieses Versuchs werden in Tabelle (3) zusammenfassend dargestellt.

Tab. (3): Gesamtanzahl der Nachkommen von *Sitophilus oryzae* in Einzelzucht und Gemischtzucht während eines Zeitraums von 30 Tagen gehaltener Käfer (die Käfer sind täglich umgesetzt worden).

	Gemischtzucht			Einzelzucht	
<i>Sitophilus granarius</i>	<i>Tribolium confusum</i>	<i>Oryzaephilus surinamensis</i>	<i>Cryptolestes ferrugineus</i>	20	40
139,9	223,5	121,8	216,5	315,8	630,6

Aus der Tabelle ist zu erkennen, daß die mittlere Gesamtanzahl der Nachkommen in der Gemischtzuchtvariante zwischen 121,8 bei der Variante mit *O. surinamensis* und 223,5 bei der Variante mit *T. confusum* betrug bzw. bei der Einzelzuchtvariante 315,8 bei der Variante 20 Ind. und 630,6 bei der Variante 40 Ind.

Dies läßt auf eine negative Beeinflussung von anderer Population auf die Gesamtanzahl der Nachkommen von *S. oryzae* schließen.

Die Nachkommen und Nachkommenraten (täglich).

Die Anzahl der Nachkommen pro Tag ist in der Abbildung (5) dargestellt. Es war deutlich zu erkennen, daß die Anzahl der Nachkommen pro Tag von *S. oryzae* in der Gemischtzuchtvariante niedriger als bei der Einzelzuchtvariante war.

In der Tabelle (4) sind die Ergebnisse für die täglichen Nachkommenraten zusammengefaßt. Die Ergebnisse zeigen, daß das Maximum der täglichen Nachkommen bei der Gemischtzuchtvariante zwischen 5,7% am 12ten Tag bei der Variante mit *C. ferrugineus* und 7,1% am 16ten Tag bei der Variante mit *O. surinamensis* bzw. bei der Einzelzuchtvariante 5,7% bei der Variante 40 Ind. und 5,9% bei der Variante 20 Ind. an dem 14ten Tag lag.

Die Nachkommen und Nachkommenraten (während jeweils 5 Tagen).

Die Anzahl der Nachkommen in jeweils 5 Tagen ist in Tabelle (5) zusammengefaßt. Sie zeigt, daß bei allen Varianten die Anzahl der Nachkommen zunächst ein Maximum erreicht und sich später wieder verringert.

Die Säulen in der Abbildung (6) zeigen die Nachkommenraten für jeweils 5 Tage. Es ist zu erkennen, daß das Maximum der Nachkommenraten bei der Gemischtzuchtvariante bei der Variante mit *C. ferrugineus* 25,2% betrug und im 3ten Zeitintervall lag. Bei der Variante mit *S. granarius* lag das Maximum im 4ten Zeitintervall bei 27,3%. Bei den Einzelvarianten lag das Maximum jeweils im 4ten Intervall, und zwar bei der Einzelvariante mit 40 Ind. bei 24,7% und bei der Variante mit 20 Individuen bei 25,8%.

1.4. Zeitliche Verteilung des Schlüpfens

Die pro Woche geschlüpften Insekten und deren Schlupfraten (aus 30 Tagen).

Die Ergebnisse (nach Tagen) sind in Tabelle (5) zusammengefaßt. Aus der Tabelle ist zu ersehen, daß sich die zeitliche Verteilung des Schlüpfens von *S. oryzae* in der Versuchsvariante über einen Zeitraum von 6 bis 10 Wochen ab dem Zeitpunkt des Versuchsbeginns erstreckt.

Die Säulen in der Abbildung (7) zeigen die Resultate für die Schlupfraten. Es ist deutlich zu erkennen, daß bei allen Einzel- und Gemischtzuchtvarianten das Maximum in der siebenten Woche lag. Nach der siebenten Woche waren bei der Gemischtzuchtvariante mit *T. confusum* 71,4% der Individuen von *S. oryzae* geschlüpft. Bei der Variante mit *S. granarius* 83,1% und bei der Einzelzuchtvariante mit 40 Individuen 78,1% bzw. bei der Variante mit 20 Individuen 81,7%.

Die pro Woche geschlüpften Insekten und deren Schlupfraten (während jeweils 5 Tagen)

Die Ergebnisse sind in Tabelle (5) zusammengestellt und die Säulen in Abbildung (8) zeigen die Schlupfraten.

Aus der Abbildung ist zu erkennen, daß bei allen Einzel- und Gemischtzuchtvarianten in allen Zeitintervallen das Maximum der geschlüpften Insekten in der 7ten Woche lag, bis auf die erste Fünftagesperiode bei *O. surinamensis*, wo das Maximum in der 8ten Woche lag.

Tab. 4. Die Nachkommen (in %) von *Sitophilus oryzae* (täglich) in Einzelzucht und Gemischtzucht während eines Zeitraums von 30 Tagen gehaltener Käfer (die Käfer sind täglich umgesetzt worden).

Tag der Eiablage	Gemischtzucht				Einzelzucht	
	<i>Sitophilus granarius</i>	<i>Tribolium confusum</i>	<i>Oryzaephilus surinamensis</i>	<i>Cryptolestes ferrugineus</i>	20 Ind.	40 Ind.
1	0,0	3,7	3,9	5,9	1,6	1,1
2	2,2	1,0	1,6	1,4	0,4	1,2
3	0,7	0,4	0,6	0,1	1,0	1,1
4	0,7	0,3	0,6	0,1	0,9	1,1
5	0,7	0,6	0,6	0,8	2,6	1,3
6	1,4	1,3	0,8	1,7	2,6	2,8
7	2,4	1,8	0,6	3,1	3,1	2,1
8	1,9	2,7	2,7	3,1	3,4	2,2
9	2,9	2,8	4,1	4,0	3,2	2,5
10	3,8	4,9	5,2	5,1	3,5	3,6
11	2,9	5,7	4,7	5,5	3,1	2,8
12	2,9	4,8	5,7	5,7	2,8	3,2
13	4,8	4,6	3,5	4,6	3,5	4,6
14	5,5	6,6	4,9	4,5	5,9	5,7
15	6,7	5,9	6,8	4,9	4,8	5,0
16	6,0	5,5	7,1	5,2	5,4	4,6
17	5,2	4,6	4,7	4,3	4,1	5,2
18	5,0	4,6	2,5	2,6	4,7	4,8
19	6,5	3,0	6,6	3,1	5,1	5,3
20	4,8	4,2	3,5	3,6	4,8	4,6
21	5,0	3,4	3,0	3,2	4,3	4,9
22	4,8	3,9	3,9	3,7	4,5	4,5
23	3,1	3,0	3,3	3,6	4,2	3,7
24	2,2	3,7	3,9	3,7	4,4	2,9
25	2,4	1,8	1,6	2,3	3,4	3,5
26	3,4	2,2	1,9	2,4	2,6	3,2
27	1,7	2,5	3,0	1,8	2,9	2,5
28	3,8	1,8	3,0	2,4	3,4	3,0
29	4,5	4,2	2,7	4,2	1,8	2,9
30	2,2	4,5	3,0	3,2	1,9	3,5

Tab. 5: Anzahl der pro Woche geschlüpften Insekten von *Sitophilus oryzae* in Einzelzucht und Gemischtzucht während jeweils 5 Tagen ab dem Zeitpunkt des Versuchsbeginns während eines Zeitraums von 30 Tagen gehaltener Käfer (die Käfer sind täglich umgesetzt worden).

Versuch	Tag der Eiablage	Anzahl der geschlüpften Insekten nach Tagen					Gesamtanzahl der Nachkommen	
		Woche						
		6	7	8	9	10		
Gemischte Zucht	<i>Sitophilus granarius</i>	1-5	2,3	3,3	0,3	0,0	0,0	5,9
		6-10	3,3	13,0	0,7	0,3	0,0	17,3
		11-15	1,3	27,0	2,7	0,7	0,0	31,7
		16-20	3,0	27,3	8,0	0,0	0,0	38,3
		21-25	4,7	12,3	7,7	0,3	0,0	25,0
		26-30	5,0	13,7	2,0	1,0	0,0	21,7
		Σ	19,6	96,6	21,4	2,3	0,0	139,9
	<i>Tribolium confusum</i>	1-5	0,0	4,3	2,0	1,0	0,0	7,3
		6-10	7,3	16,3	10,7	1,3	1,0	36,6
		11-15	2,7	46,0	11,0	2,0	0,0	61,7
		16-20	6,7	29,7	11,3	1,3	0,0	49,0
		21-25	7,0	16,0	8,3	2,7	1,0	35,0
		26-30	4,3	19,3	10,0	0,3	0,0	33,9
		Σ	28,0	131,6	53,3	8,6	2,0	223,5
	<i>Oryzaephilus surinamensis</i>	1-5	0,0	2,3	4,0	1,7	0,7	8,7
		6-10	5,0	10,3	0,7	0,3	0,0	16,3
		11-15	0,3	27,3	2,0	1,7	0,0	31,3
		16-20	7,3	15,7	6,7	0,0	0,0	29,7
		21-25	1,0	12,7	4,3	1,0	0,0	19,0
		26-30	1,7	10,7	3,7	0,7	0,0	16,8
Σ		15,3	79,0	21,4	5,4	0,7	121,8	
<i>Cryptolestes ferrugineus</i>	1-5	0,3	8,7	7,7	0,7	0,7	18,1	
	6-10	12,3	15,7	8,3	0,3	0,0	36,6	
	11-15	0,7	38,0	10,0	5,3	0,7	54,7	
	16-20	6,7	22,7	6,3	2,0	3,0	40,7	
	21-25	10,0	20,3	3,0	0,7	1,7	35,7	
	26-30	6,7	19,0	3,3	1,0	0,7	30,7	
	Σ	36,7	124,4	38,6	10,0	6,8	216,5	
Einzelzucht	20 Ind.	1-5	1,0	12,7	1,7	0,0	0,0	15,4
		6-10	15,3	29,0	6,7	3,3	0,7	55,0
		11-15	1,3	55,3	1,0	0,0	0,0	57,6
		16-20	27,0	38,7	12,7	3,3	0,0	81,7
		21-25	10,7	35,0	19,7	0,7	0,0	66,1
		26-30	7,3	25,0	6,7	1,0	0,0	40,0
		Σ	62,6	195,7	48,5	8,3	0,7	315,8
	40 Ind.	1-5	8,0	22,0	7,0	0,3	0,0	37,3
		6-10	15,3	58,0	9,0	1,0	0,3	83,6
		11-15	1,7	111,3	18,7	3,3	0,0	135,0
		16-20	50,7	82,3	19,0	3,7	0,0	155,7
		21-25	15,3	78,7	25,7	3,7	0,0	123,4
		26-30	9,3	46,3	39,7	0,3	0,0	95,6
		Σ	100,3	398,6	119,1	12,3	0,3	630,6

2. Intraspezifische Konkurrenz und Nachkommenproduktion

2.1. Beziehungen zwischen Elterndichte (Ind./Gefäß), Gesamtanzahl der Nachkommen und Nachkommen pro Elternpaar

Die Resultate für die einzelnen Varianten sind aus den Säulen in Abbildung (9) ersichtlich. Die Gesamt-Nachkommenzahl stieg bis zu einer konstant bleibenden Obergrenze an.

Aus den Resultaten ist zu erkennen, daß die Gesamt-Nachkommenzahl mit erhöhter Dichte von 5 auf 20 (Ind./Gefäß) stark gestiegen ist. Mit weiterer Steigerung der Dichte gab es eine leichte Steigerung der Gesamt-Nachkommen.

Nach varianzanalytischer Verrechnung mit anschließendem F-Test ergab sich ein signifikanter Unterschied ($P = < 0,05$) zwischen Elterndichte 5 und 10 (Ind./Gefäß), auch zwischen Elterndichte 10 und 40 (Ind./Gefäß) und Elterndichte 20, 40, 80 (Ind./Gefäß).

Es ist zu erkennen, daß mit zunehmender Dichte von 5 auf 10 (Ind./Gefäß) eine leichte Steigerung der Anzahl der Nachkommen pro Elternpaar von 82,5 auf 86,8 gegeben ist.

Mit weiterer Steigerung der Dichte ergab sich eine umgekehrt proportionale Beziehung. Mit Steigerung der Dichte von 10 auf 80 (Ind./Gefäß) kommt es zu einer Abnahme der Anzahl der Nachkommen pro Elternpaar von 86,8 auf 13,7.

2.2. Beziehungen zwischen Elterndichte (Ind./Gefäß) und Zahl der geschlüpften Nachkommen pro Elternpaar

Die Ergebnisse dieser Untersuchung sind in der Abbildung (10) dargestellt.

Es ist zu erkennen, daß bei einer Elterndichte von 5 und 10 (Ind./Gefäß), die Anzahl der Nachkommen pro Elternpaar fast gleich ist. Mit Anstieg der Elterndichte von 5 und 10 (Ind./Gefäß), Mit Anstieg der Elterndichte von 20, 40 auf 80 (Ind./Gefäß) gab es eine starke kontinuierliche Abnahme der Zahl der geschlüpften Nachkommen pro Elternpaar. Dies läßt auf eine negative Beeinflussung mit zunehmender Konkurrenz schließen.

2.3. Beziehungen zwischen Elterndichte (Ind./Gefäß) und Schlüpfrate der Nachkommen pro Elternpaar

Wie aus Tabelle (6) hervorgeht, bestand eine Wirkung der Elterndichte auf die Schlüpfrate pro Elternpaar. Die Schlüpfrate bei allen Varianten stieg in den Tagen 31–40, dann gab es in den Tagen 41–60 geringe Schwankungen, eine kontinuierliche Abnahme der Schlüpfrate erfolgte in den Tagen 61–75.

Tab. (6) Beziehungen zwischen Elterndichte (Ind./Gefäß), und Prozent geschlüpfter Nachkommen pro Elternpaar (nach Tagen) bei *Sitophilus oryzae*.

Elterndichte Ind./Gefäß	Die Anzahl der geschlüpften Nachkommen in % Pro Elternpaar (nach Tagen)								
	31–35	36–40	41–45	46–50	51–55	56–60	61–65	66–70	71–75
5	8,6	15,6	13,4	16,5	13,9	19,3	8,6	3,5	0,5
10	8,9	16,6	13,3	15,3	16,7	16,7	7	3,8	1,6
20	12,2	13,5	14,1	15,2	15	16,4	7,2	4,2	2,1
40	5,6	17,4	14,8	16,7	17	14,8	6,3	4,8	2,6
80	5,8	19	14,6	13,9	15,3	16,1	7,3	5,1	3,6

Es ist ersichtlich, daß die Schlüpfrate bei allen Varianten gleich war.

3. Die gegenseitige Wirkung von Populationen verschiedener Vorratsschädlinge unter Hungerbedingungen auf den Käfer

3.1. Überlebende Individuen

Die Überlebensraten

Die Überlebensratenkurven sind in Abbildung (11) dargestellt. Im allgemeinen waren nach 20–26 Tagen ab dem Beginn des Versuchs alle Tiere bei allen Varianten gestorben.

Die Überlebensratenkurven sind in Abbildung (11) dargestellt. Im allgemeinen waren nach 20–26 Tagen ab dem Beginn des Versuchs alle Tiere bei allen Varianten gestorben.

Die längste Lebensdauer eines Tieres von *S. oryzae* war 24 Tage bei Gemischtzucht mit *O. surinamensis* bzw. 22 Tage bei Einzelzucht bei der Variante mit 100 Ind.

Etwas bessere Überlebenschancen ergaben sich bei Einzelzucht bei der Variante mit 50 Ind.

Die Überlebensraten (Durchschnitt aus jeweils 10 Tagen).

Die Säulen in Abbildung (12) zeigen die Resultate für die einzelnen Varianten.

Nach den ersten zehn Tagen lebte nur noch *S. oryzae*: in Gemischtzucht zwischen 58,2% und 73,1%, bzw. in Einzelzucht 76,5% und 82,5%.

Nach der zweiten Zehn-Tagesperiode lebte nur noch *S. oryzae* in Gemischtzucht zwischen 3,7% bis 16,9% bzw. in Einzelzucht zwischen 12,6% bis 23,4%.

3.2. Die Mortalität

Die Mortalität in % bezogen jeweils auf zwei Tage.

In Abbildung (13) sind die Ergebnisse die Mortalität betreffend dargestellt.

Die Abbildung zeigt, daß das Maximum der Mortalität in Gemischtzucht zwischen der Periode vom 6ten bis zum 8ten Tag lag. Es betrug zwischen 19,2% und 33,4%.

Bei Einzelzucht lag das Maximum der Mortalität in der Periode zwischen dem 8ten und dem 12ten Tag und es betrug zwischen 14,6% und 23,3%.

Die Mortalität in % bezogen jeweils auf 2 Tage (Durchschnitt aus jeweils 10 Tagen).

Die Säulen in Abbildung (14) zeigen die Resultate für die einzelnen Varianten.

Die Mortalität lag in der ersten Zehn-Tagesperiode in Gemischtzucht zwischen 10,4% und 16,9% bzw. in der zweiten Zehn-Tagesperiode zwischen 3,1% und 8,8%.

Bei Einzelzucht ergaben sich folgende Werte: In den ersten zehn Tagen lag die Mortalität zwischen 7,6% und 10,5% bzw. in der zweiten Zehn-Tagesperiode zwischen 9,1% und 11,7%.

3.3. Die Lebensdauer (Tage)

Die Ergebnisse dieses Versuchs werden zusammenfassend dargestellt in Tabelle (7).

Aus Tabelle (7) ist zu ersehen, daß die Lebensdauer von *Sitophilus oryzae* in G. Zucht zwischen 8,1 und 11,0 Tagen bzw. in E. Zucht bei 10,9 und 12,5 Tagen lag.

Tab (7) Die Lebensdauer von *Sitophilus oryzae* unter Hungerbedingungen in Einzelzucht und Gemischtzucht.

Gemischtzucht				Einzelzucht	
<i>Sitophilus granarius</i>	<i>Tribolium confusum</i>	<i>Oryzaephilus surinamensis</i>	<i>Cryptolestes ferrugineus</i>	50 Ind.	100 Ind.
10,1	8,4	11	8,1	12,5	10,9

L.S.D. 0,05 = 2,4

0,01 = 3,4

Nach varianzanalytischer Verrechnung mit anschließendem F-Test ergab sich ein signifikanter Unterschied ($P = < 0,05$) zwischen Kontrolle und Gemischtzucht mit *T. confusum* und *C. ferrugineus*.

Dies läßt auf eine negative Beeinflussung von *T. confusum* und *C. ferrugineus* auf die Lebensdauer von *S. oryzae* schließen.

5. Diskussion

Zur Simulation einer Situation, wie sie im Lager vorhanden sein kann, wurden verschiedene Arten zusammengesetzt. Dieselben Erscheinungen, wie sie bei der intraspezifischen Konkurrenz beobachtet wurden, traten auch zwischen den Arten auf. Nach CROMBIE (1944, 1946, 1947) konkurrieren in einem begrenzten Raum die Arten miteinander, welche gleichen Bedarf und Habitus haben. Keine Konkurrenz tritt bei den Arten, welche dem Habitus und dem Bedarf nach verschieden sind auf, wie auch in der Literatur erwähnt (PINGALE und GIRISH, 1967; DARWIN, 1859).

Alle vier behandelten Arten haben bei interspezifischer Konkurrenz auf die Population von *Sitophilus oryzae* eine Reduktion der Gesamtanzahl der Nachkommen zur Folge. Der Grund dafür kann die gegenseitige Störung bei der Eiablage sein. PHADKE und BHATIA (1976) fanden als Folge der Konkurrenz zwischen *Sitophilus oryzae* und *Rhizopertha dominica* eine Herabsetzung der Reproduktionsrate für beide Arten beim Vergleich mit den Reproduktionsraten in Einzelkultur. Nach LEFKOVITCH (1968) hemmt *Cryptolestes ferrugineus* die Population von *Sitophilus oryzae* an Weizen.

Das Maximum der Nachkommenanzahl von *Sitophilus oryzae* lag in der 4ten Fünftagesperiode bei Einzelkultur. Nach GOLEBIEWSKA (1969) lag dieses Maximum in der 5ten Fünftagesperiode. Bei der 75%-Variante der Gemischtkultur lag das Maximum im 3ten Zeitintervall.

Der Zeitabschnitt, während dem Individuen bei Einzelkultur von *Sitophilus oryzae* schlüpfen, liegt zwischen der 6. und 10. Woche, und das Maximum der Anzahl der Geschlüpften lag in der 7ten Woche. Nach GOLEBIEWSKA (1969) liegt der Zeitabschnitt des Schlüpfens bei *Sitophilus oryzae* in der Periode vom 30. bis 69. Tag bei 28°C und 70% r. F. und das Maximum der Anzahl der geschlüpften Individuen lag in der Periode vom 30. bis 34. Tag. HOWE (1952) berichtet, daß von der Eiablage bis zum geschlüpften Käfer 40,3 Tage bei 25°C und 70% r. F. vergehen.

Bei der Gemischtkulturvariante gab es keine Beeinflussung der Zusammensetzung durch verschiedene Arten auf die Dauer und das Maximum der Anzahl der geschlüpften Imagines bei *Sitophilus oryzae*.

Bei den Käfern hat die zunehmende Steigerung der Dichte eine Herabsetzung der Nachkommenschaft pro Elternpaar zur Folge. Dies beruht eher auf der Abnahme der Zahl der abgelegten Eier bei höherer Elterndichte (MACLAGAN und DUNN, 1936; SANDNER, 1959 und 1961; FAVA und SPRINGHETTI, 1991). Bei Zunahme der Dichte steigt die „Besitzstörung“ bei der Eiablageoperation. Die Bedeutung der Störung ist bei Insekten wie *Sitophilus*-Arten besonders groß, wo für die Ablage eines Eies etwa 1 Stunde benötigt wird (BIRCH, 1948). MACLAGAN (1932) erklärte die Abnahme der Nachkommenschaft nach Überschreiten der Obergrenze durch zu starke Störung (physische Kontakte) bei der Eiablage und den Einfluß auf die Kopulation.

Verminderte Nachkommenschaft in Abhängigkeit von der Elternpaardichte auf Grund höherer Mortalität der Larven und Puppen: *Sitophilus oryzae*-Weibchen tendieren dazu, mehr als 1 Ei pro Sorghum-Korn abzulegen, doch überlebte davon nur 1 Nachkomme (SHAZALI, 1982). Somit verringert sich die Dichte durch die effektive Reproduktionsrate auf Grund der larvalen Konkurrenz innerhalb des Korns.

Die Gesamtanzahl der Nachkommen pro Gefäß erreicht ein Maximum und bleibt danach ungefähr konstant, dies unabhängig von der Elterndichte.

Die Entwicklung der Gesamt-Nachkommenzahl beruht eher auf der abnehmenden Zahl des Körnervorrats pro Käfer als auf dieser Verringerung des Raumes. Die Körner bilden für Imago und Larven der Käfer Nahrung und Raum zugleich. Neben der Fraßtätigkeit der Larven im Inneren des Kornes wird das Getreide auch äußerlich durch den Käfer befallen. Damit wiederum wird die Eiproduktion reduziert, d. h. die Vermehrung nimmt ab, wenn die Bevölkerung wächst und damit die Interferenz steigt. Nach SINHA (1982) gab es eine negative Korrelation zwischen der Vermehrungsrate und der Elterndichte bei *Sitophilus oryzae*.

In allen Varianten bei den Käfern war keine eindeutige Tendenz des Einflusses unterschiedlicher Elternpaardichte auf die Entwicklungszeit zu erkennen. Nach TITSCHACK (1937) vergrößert sich bei steigender Überbevölkerung anfangs die durchschnittliche Entwicklungsdauer, wird dann aber wieder kleiner. Bedingt ist das durch den Störungsfaktor, was Versuche mit reichlicher Nahrung beweisen. Die Überbevölkerung hat einen negativen Einfluß auf die Entwicklungsdauer (MERTZ und ROBERTSON, 1970; FUJII, 1975). Dagegen hat die Überbevölkerung der Larven keinen Einfluß auf ihre Entwicklungszeit (CROMBIE, 1944).

Die durchschnittliche Lebensdauer bei Einzelkulturvariante von *Sitophilus oryzae* betrug 11,7 Tage unter Hungerbedingungen. Bei Gemischtkultur gab es eine negative Beeinflussung von *Tribolium confusum* und *Cryptolestes ferrugineus* auf die Lebensdauer dieser Käfer.

Danksagung

Herrn Dr. W. TIEFENBRUNNER möchten wir fürs Durchlesen des Manuskripts herzlich danken.

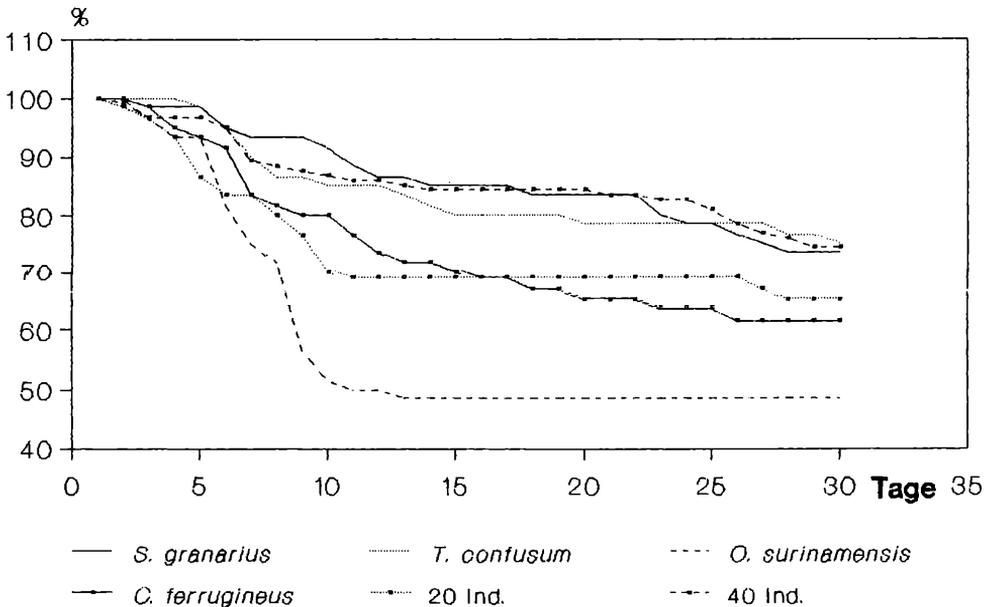


Abb. (1) Die Überlebensraten von *Sitophilus oryzae* täglich in Einzelzucht und Gemischtkultur während eines Zeitraums von 30 Tagen gehaltener Käfer (die Käfer sind täglich umgesetzt worden).

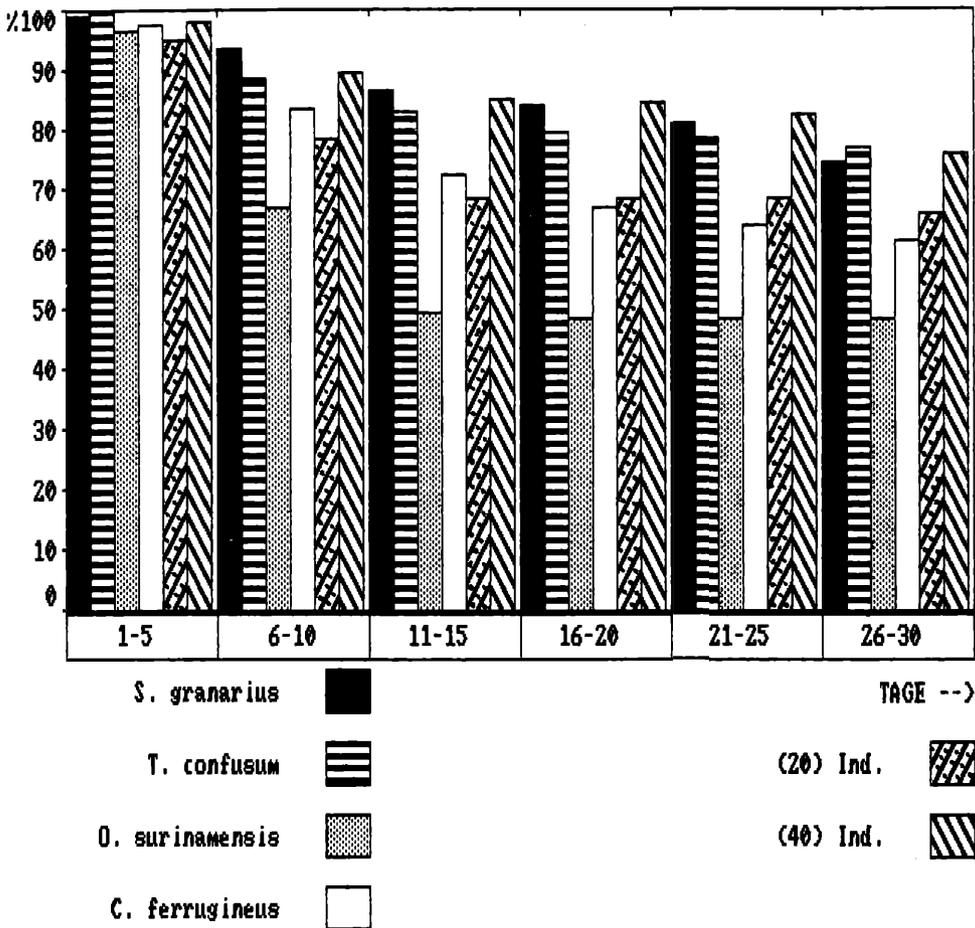


Abb. (2) Die Überlebensraten von *Sitophilus oryzae* täglich (Durchschnitt aus jeweils 5 Tagen ab dem Zeitpunkt des Versuchsbeginns) in Einzelzucht und Gemischtzucht während eines Zeitraums von 30 Tagen gehaltener Käfer (die Käfer sind täglich umgesetzt worden).

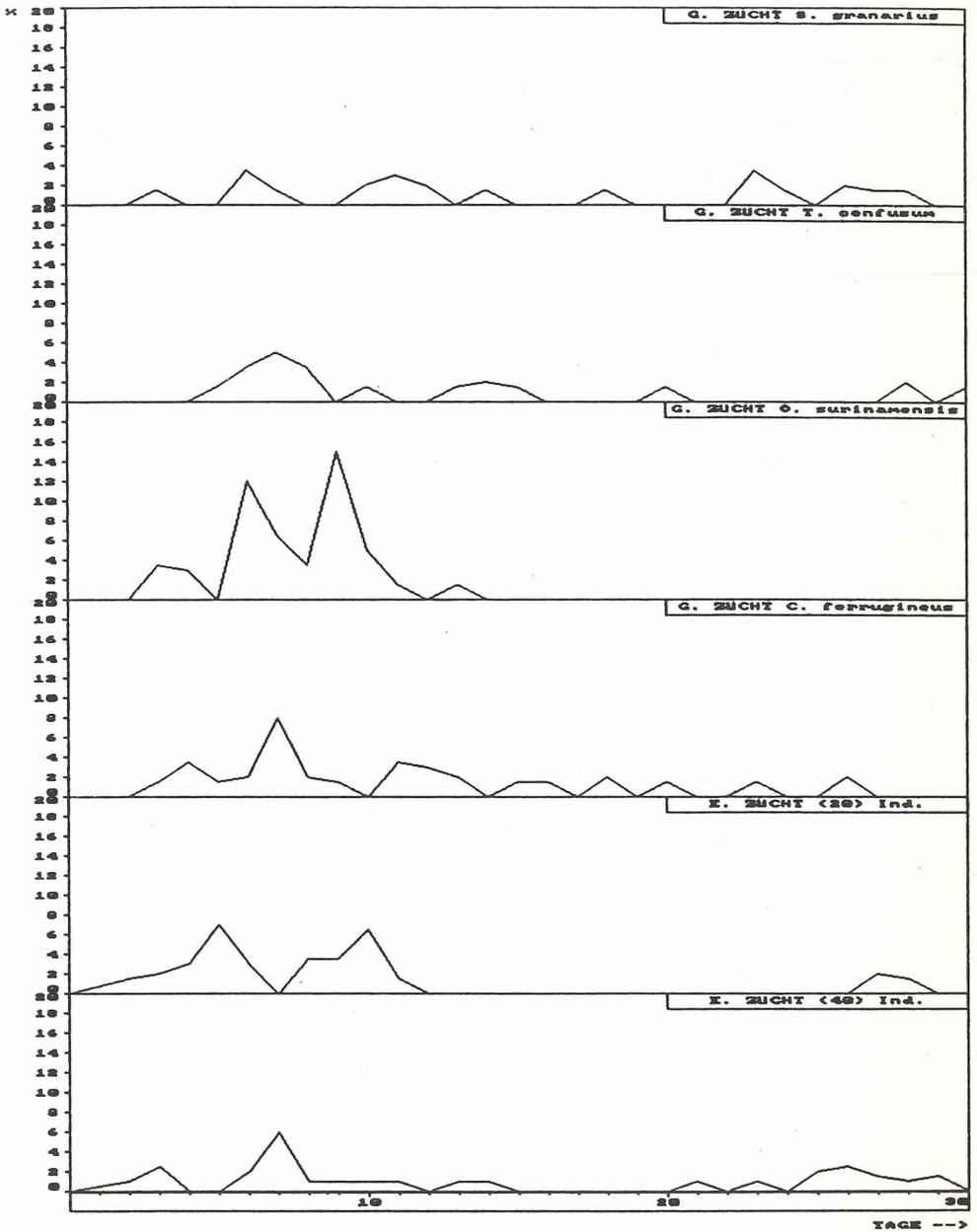


Abb. (3) Die tägliche Mortalität in % von *Sitophilus oryzae* in Einzelzucht und Gemischtzucht während eines Zeitraums von Abb. (4) Die tägliche Mortalität in % von *Sitophilus oryzae* (Durchschnitt aus jeweils 5 Tagen ab dem Zeitpunkt des Versuchsbeginns) in Einzelzucht und

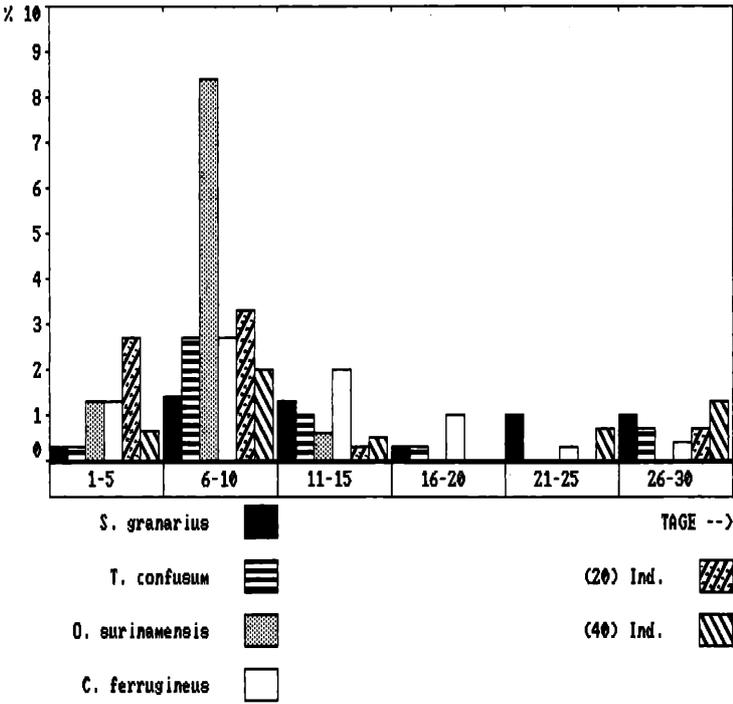


Abb. (4) Die tägliche Mortalität in % von *Sitophilus oryzae* (Durchschnitt aus jeweils 5 Tagen ab dem Zeitpunkt des Versuchsbeginns) in Einzelzucht und Gemischtzucht während eines Zeitraums von 30 Tagen gehaltener Käfer (die Käfer sind täglich umgesetzt worden).

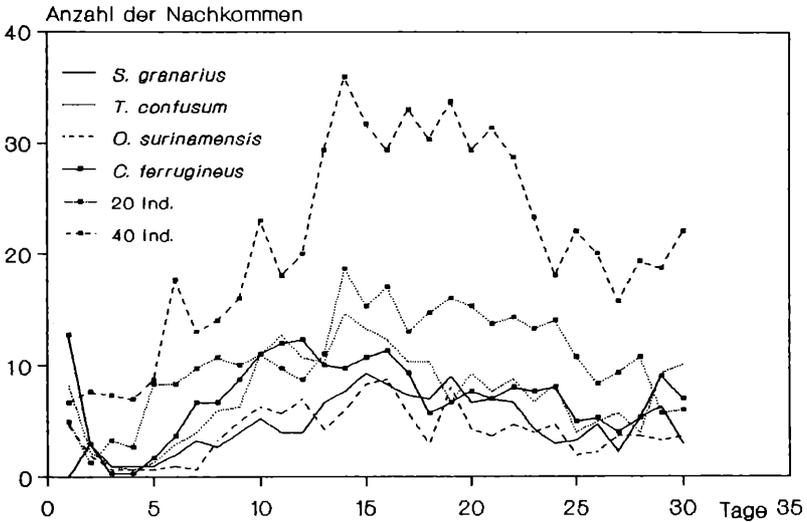


Abb. (5) Anzahl der Nachkommen von *Sitophilus oryzae* in Einzelzucht und Gemischtzucht während eines Zeitraums von 30 Tagen gehaltener Käfer (die Käfer sind täglich umgesetzt worden).

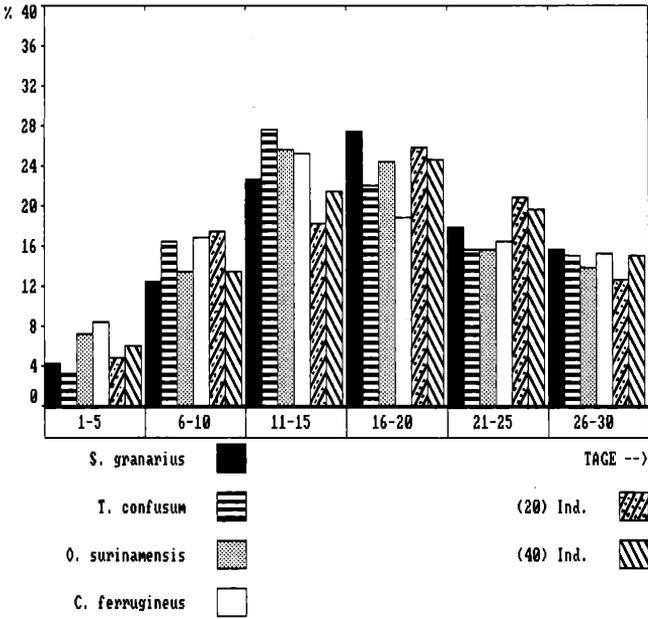


Abb. (6) Die Nachkommen in % von *Sitophilus oryzae* während jeweils 5 Tagen ab dem Zeitpunkt des Versuchsbeginns in Einzelzucht und Gemischtzucht während eines Zeitraums von 30 Tagen gehaltenen Käfer (die Käfer sind täglich umgesetzt worden).

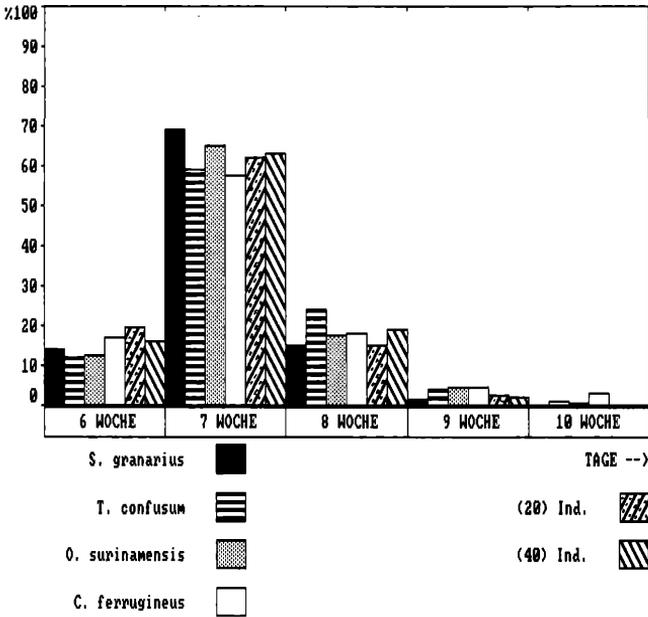


Abb. (7) Die geschlüpften Insekten (pro Woche) in % von *Sitophilus oryzae* in Einzelzucht und Gemischtzucht während eines Zeitraums von 30 Tagen gehaltenen Käfer (die Käfer sind täglich umgesetzt worden).

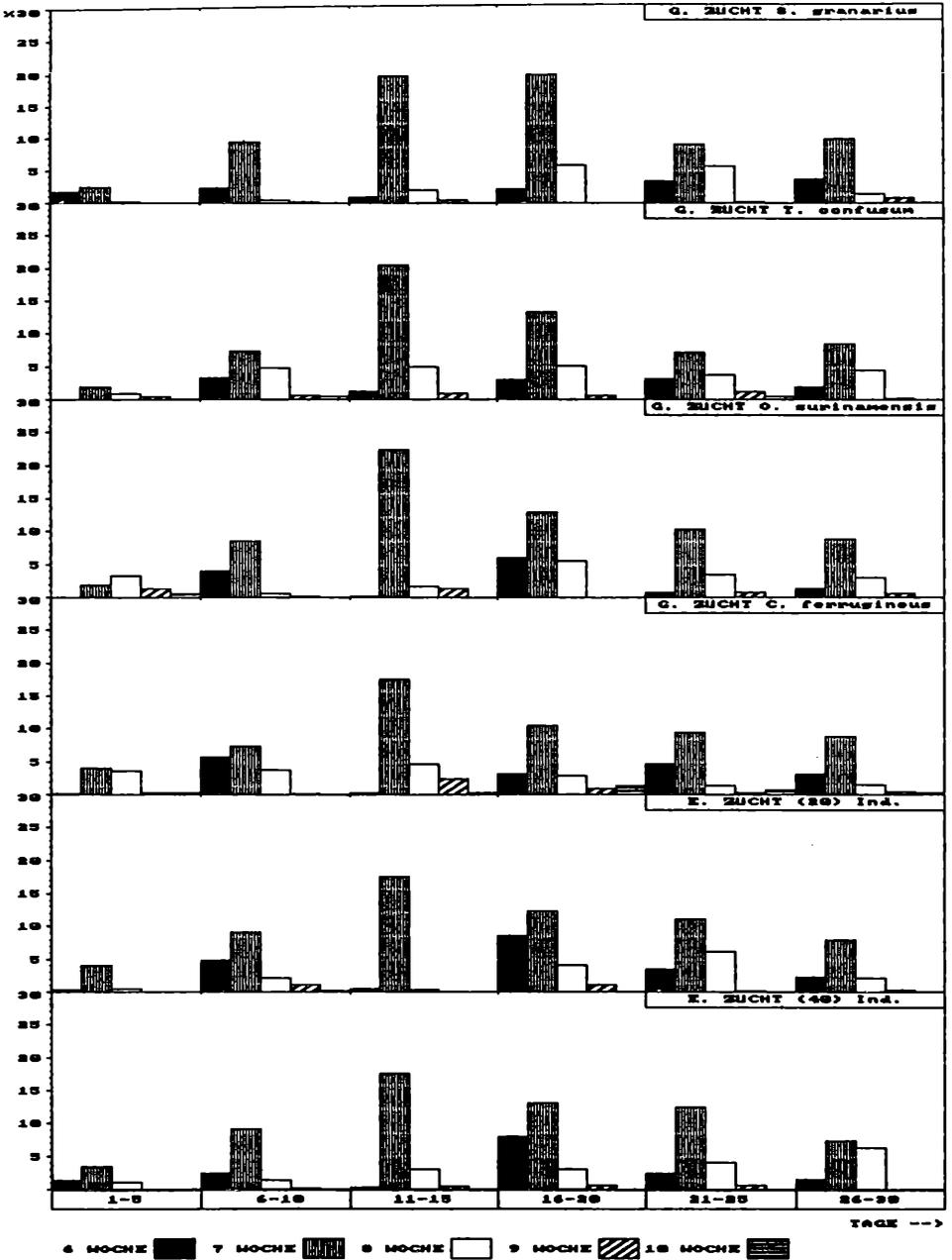


Abb. (8) Die geschlüpften Insekten (pro Woche) in % von *Sitophilus oryzae* während jeweils 5 Tagen ab dem Zeitpunkt des Versuchsbeginns in Einzelzucht und Gemischtzucht während eines Zeitraums von 30 Tagen gehaltener Käfer (die Käfer sind täglich umgesetzt worden).

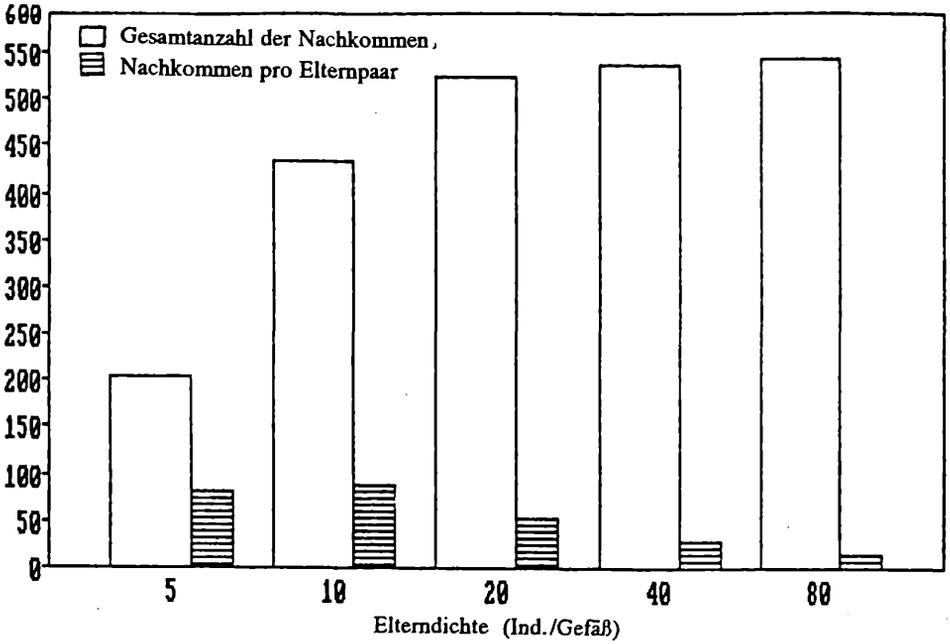


Abb. (9) Beziehung zwischen Elterndichte (Ind./Gefäß), Gesamtanzahl der Nachkommen und Nachkommen pro Elternpaar bei *Sitophilus oryzae*.

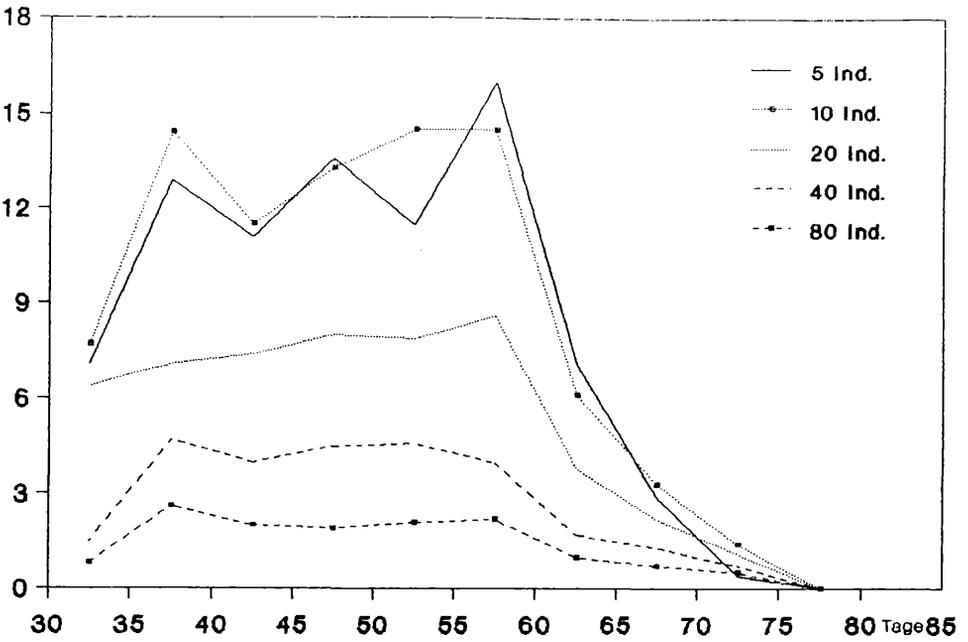


Abb. (10) Beziehung zwischen Elterndichte (Ind./Gefäß) und Zahl der geschlüpften Nachkommen pro Elternpaar bei *Sitophilus oryzae*.

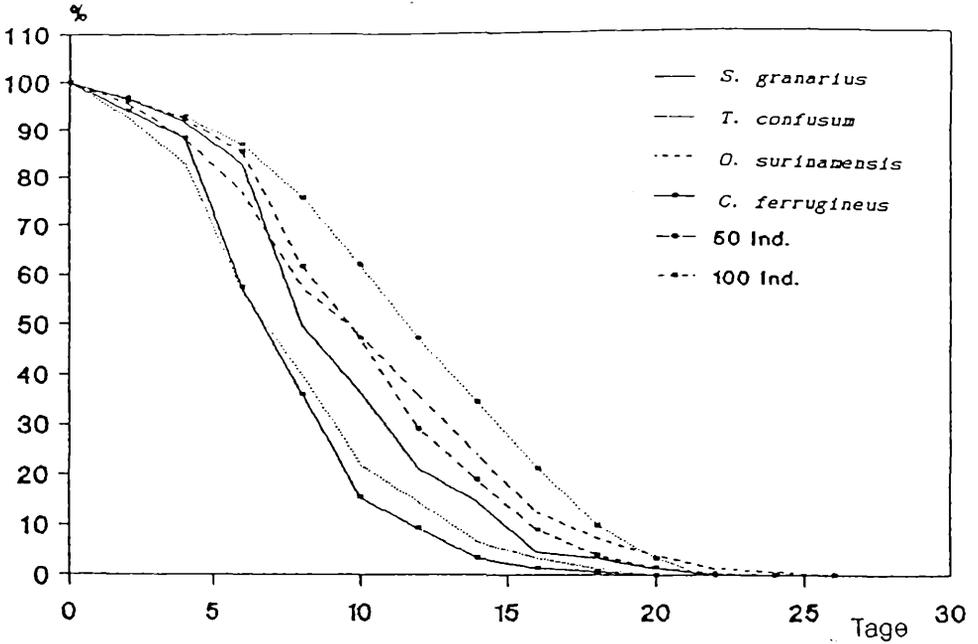


Abb. (11) Die Überlebensraten von *Sitophilus oryzae* in Einzelzucht und Gemischtzucht unter Hungerbedingungen.

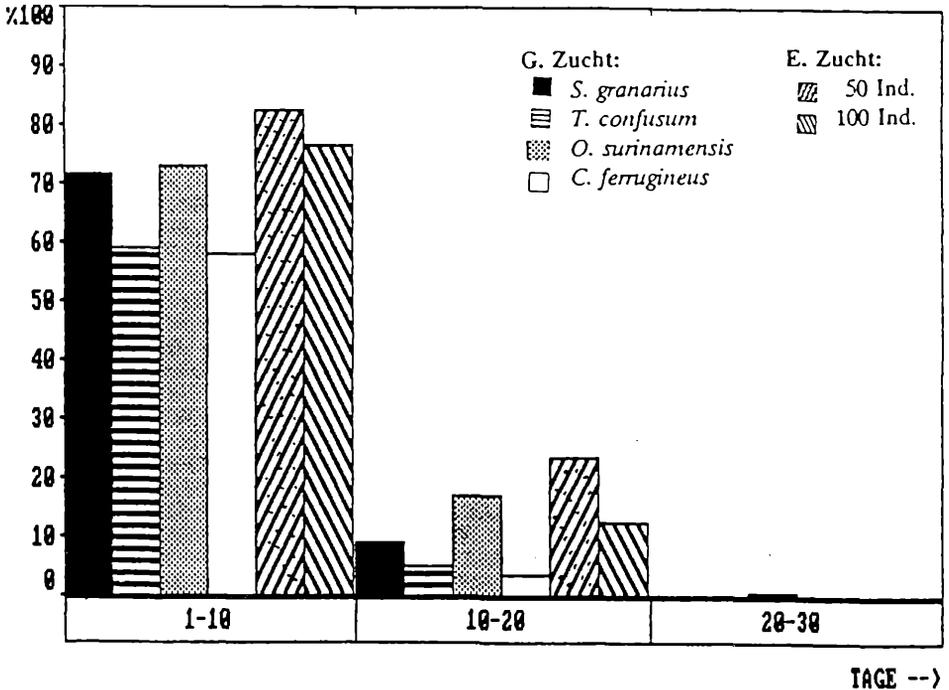


Abb. (12) Die Überlebensraten von *Sitophilus oryzae* in Einzelzucht und Gemischtzucht unter Hungerbedingungen (Durchschnitt aus jeweils 10 Tagen).

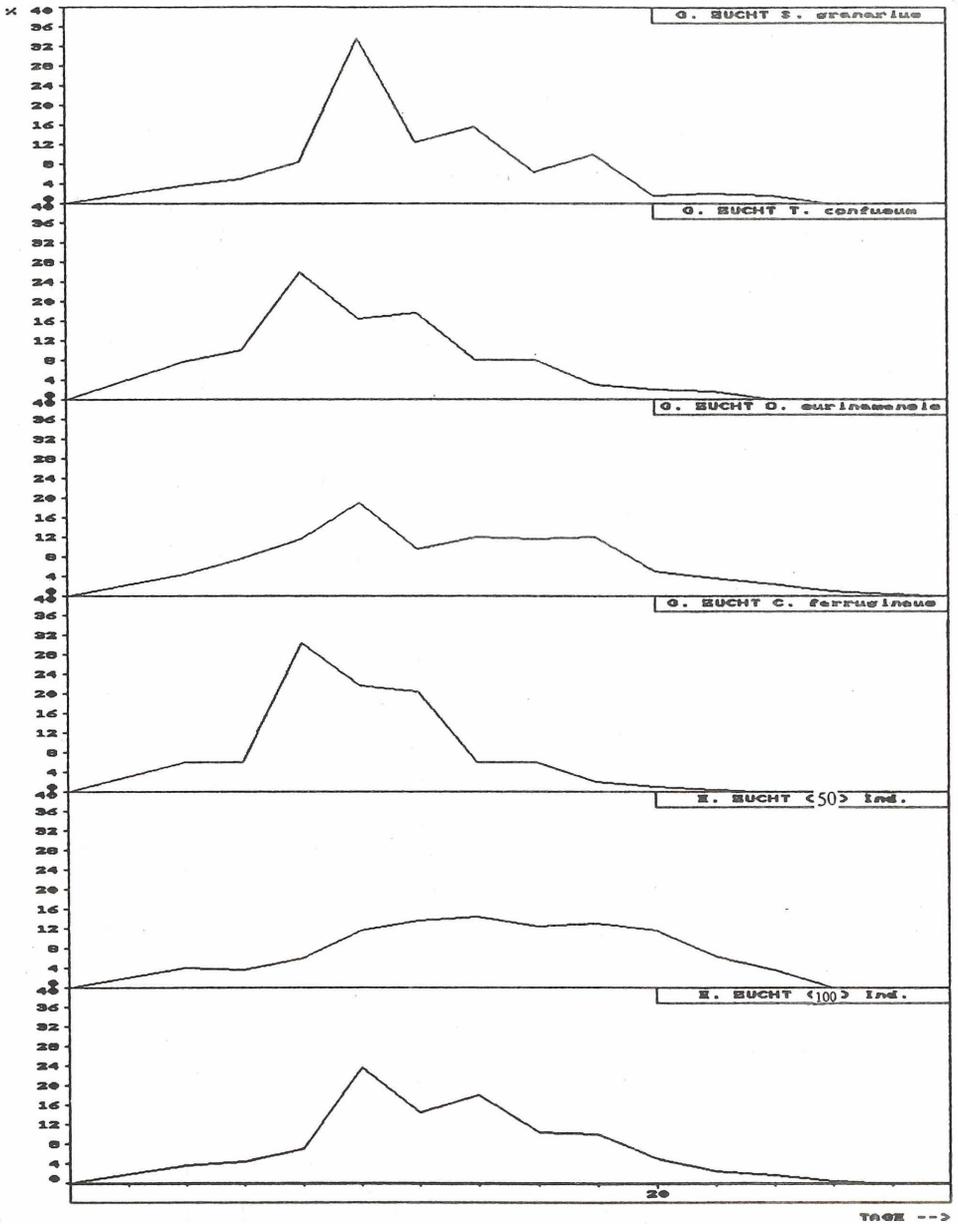


Abb. (13) Die Mortalität in % bezogen jeweils auf 2 Tage von *Sitophilus oryzae* in Einzelzucht und Gemischtzucht unter Hungerbedingungen.

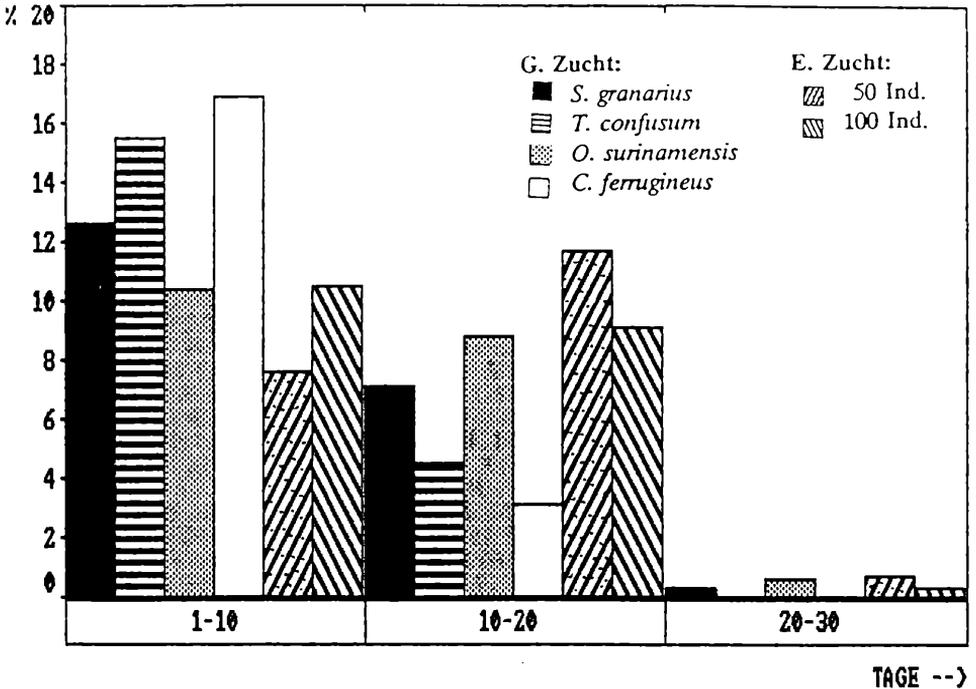


Abb. (14) Die Mortalität in % bezogen jeweils auf 2 Tage von *Sitophilus oryzae* in Einzelzucht und Gemischtzucht unter Hungerbedingungen (Durchschnitt aus jeweils 10 Tagen).

Literaturverzeichnis

- ANDERSEN, F. S. (1956): Effects of crowding in *Endrosis sarcitrella*. *Oikos*, 7:215–226.
- ANDERSEN, F. S. (1961): Effect of density on animal sex ratio. *Oikos*, 12:1–16.
- ASHBY, K. R. (1961): The population dynamics of *Cryptolestes ferrugineus* (STEPHENS) in flour and on Manitoba wheat. *Bull. Entomol. Res.*, 52:363–379.
- AYERTEY, J. N. (1979): The growth of single and mixed laboratory populations of *Sitophilus zeamais* (MOTSCHULSKY) and *Sitotroga cerealella* (OLIVER) on stored maize. *Res. Popul. Ecol.*, 21:1–11.
- BIRCH, L. C. (1948): The intrinsic rate of natural increase of an insect population. *J. Anim. Ecol.*, 17:15–26.
- CIESIELSKA, Z. (1975): Studies of interspecific competition at early growth stages of a population of granary beetles (*Oryzaephilus surinamensis* L., *Sitophilus granarius* L., and *Rhizopertha dominica* F.). *Ekologia Polska*, 23, 1:163–183.
- CROMBIE, A. C. (1944): On intraspecific and interspecific competition in larvae of gramini- vorous insects. *J. Exp. Biol.*, 20:135–151.
- CROMBIE, A. C. (1946): Further experiments on insect competition. *Proc. Roy. Soc., London, B*, 133:76–109.
- CROMBIE, A. C. (1947): Interspecific competition. *J. Animal Ecol.*, 16:44–73.
- DARWIN, C. (1859): The origin of species by means of natural selection. *London*. (Zit. n. CROMBIE, 1947).

- FAVA, A. and SPRINGHETTI, A. (1991): Egg distribution of *Sitophilus granarius* (L.) (Col., Curculionidae) in *Triticum aestivum caryopses*. *Journal of Applied Entomology* 111,4:406–411.
- FUJII, K. (1975): A General Simulation Model for laboratory insect populations I. from cohort of eggs to adult emergences. *Res. Popul. Ecol.*, 17, 85–133.
- GÄL, A. (1973): Intra- und interspezifische Beziehungen bei Curculioniden an Rotklee. *Dissertation Universität Gießen*.
- GOLEBIEWSKA, Z. (1969): The feeding and fecundity of *Sitophilus granarius* (L.), *Sitophilus oryzae* (L.) and *Rhyzopertha dominica* (F.) in wheat grain. *J. stored Prod. Res.*, 5:143–155.
- HOWE, R. W. (1952): The biology of the rice weevil, *Calandra oryzae* (L.). *Ann. appl. Biol.*, 39, 2:168–180 (Abstract).
- INOUE, N. and LERNER, I. M. (1965): Competition between *Tribolium* Species (Coleoptera: Tenebrionidae) on Several Diets. *Journal of stored products Research*, 1:185–191.
- KLOMP, H. (1964): Intraspecific competition and the regulation of the insects numbers. *Ann. Rev. Ent.*, 9: 17–40.
- LEFKOVITCH, L. P. (1957): The biology of *Cryptolestes ugandae* (STEEL & HOWE) (Coleoptera: Cucujidae), a pest of stored products in Africa. *Zool. Soc. London, Proc.*, 128:419–429.
- LEFKOVITCH, L. P. (1962): Food quantity and density effects in pre-adult *Cryptolestes turcicus* (GROUVELLE) (Coleoptera: Cucujidae). *Proc. Zool. Soc. Lond.*, 138:37–47
- LEFKOVITCH, L. P. (1968): Interaction between four species of beetles in wheat and wheat-feed. *J. stored Prod. Res.*, 4,1:18.
- LEFKOVITCH, L. P. and MILNES, R. H. (1963): Interaction of two species of *Cryptolestes* (Coleoptera: Cucujidae). *Bull. Ent. Res.*, 54:107–112.
- LONGSTAFF, B. C. (1981): Density-dependent fecundity in *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of stored products Research*, 17,2:73–76.
- MACLAGAN, D. S. (1932): The effect of population density upon the rate of reproduction with special reference to insects. *Proc. Roy. Soc., London, B*, 111 :437–454.
- MACLAGAN, D. S. and DUNN, E. (1936): The experimental analysis of the growth of an insect population. *Proc. Roy. Soc., Edinburgh*, 55:126–139.
- MERTZ, D. B. and ROBERTSON, J. R. (1970): Some developmental consequences of handling, egg eating, and population density for flour beetle larvae. *Ecology*, 51:989–998.
- PARK, T. (1948): Experimental studies of interspecies competition. I. Competition between populations of the Flour Beetles, *Tribolium confusum* (DUVAL) and *Tribolium castaneum* (Herbst). *Ecol. Monogr.*, 18:265–308.
- PARK, T. (1954): Experimental studies of interspecies competition. II. Temperature, humidity, and competition in two species of *Tribolium*. *Physiol. Zool.*, 27:177–238.
- PARK, T. (1957): Experimental studies of interspecies competition. III. Relation of initial species proportion to competitive outcome in populations of *Tribolium*. *Physiol. Zool.*, 30:22–40.
- PARK, T., GREGG, E. V. and LUTHERMAN, C. Z. (1941): Studies in population physiology. X. Interspecific competition in population of granary beetles. *Physiol. Zool.*, 14:395–430.
- PHADKE, K. G. and BHATIA, S. K. (1976): Population growth of *Sitophilus oryzae* (L.) and *Rhyzopertha domlinica* (F.) in different varieties of wheat when living together in the same medium. *Bulletin of Grain technology*, 14,3:194–200 (Abstract).

- PINGALE, S. V. and GIRISH, G. K. (1967): Role of density on the multiplication of stored grain insect pests. *Bull. Grain Technol.*, 5, 1:12–20 (Abstract).
- SANDNER, H. (1959): Untersuchungen über den Einfluß einiger biotischer Faktoren auf die Populationsentwicklung von *Calandra granaria* (L.) und *Sitophilus oryzae* (L.) *Ontogeny of Insects-Acta Symp. Evol. Insect. Praba*: 321–324 (Abstract).
- SANDNER, H. (1961): Studies on the effect of the population density of some pests of stored grain on their reproduction. *Bull. ent. Pologne* (B), 7:71–77 (Abstract).
- SHAHEN, A. A. (1982): Intra- und interspezifische Konkurrenz zwischen synanthropen Fliegen (*Diptera: Muscidae, Calliphoridae*). *Dissertation, Universität Gießen*.
- SHAZALI, M. E. H. (1982): The biology and population ecology of four insect pests of stored sorghum with particular reference to competition and succession. *Ph. D. Thesis Univ. of Reading (summary)*.
- SHAZALI, M. E. H. (1985): Intraspezifische Konkurrenz und Nachkommenproduktion bei *Sitophilus oryzae* (L.) (*Coleopt.*) und *Sitotroga cerealella* (OLIV.) (*Lepid.*) in Sorghum-Körnern. *Anz. Schädlingskde., Pflanzenschutz, Umweltschutz*. 58:121–123.
- SINGH, S. R. and WILBER, D. A. (1966): Effects of temperature age, and sex on longevity of three adult populations of the rice weevil complex. *J. Kans. ent. Soc.*, 39, 4:569–572 (Abstract).
- SINHA, S. P. (1982): Effect of initial population density on the population behaviour of rice weevil, *Sitophilus oryzae* (L.) in rice. *Uttar Pradesh Journal of Zoology*, 2, 2:67–71.
- STEIN, W. (1986): Vorratsschädlinge und Hausungeziefer. Biologie, Ökologie, Gegenmaßnahmen. *Stuttgart, Ulmer*.
- TITSCHACK, E. (1937): Experimentelle Untersuchungen über die Einflüsse der Massenzucht auf das Einzeltier. *Z. angew. Entomol.*, 23:1–64.
- TRIPATHI, R. L. and HODSON, A. C. (1981): Factors responsible for the competitive superiority of the rice weevil, *Sitophilus oryzae* (L.) over the granary weevil, *Sitophilus granarius* (L.) *Indian Journal of Entomology*, 43,1:1–11.
- USDA. (1965): Stored-grain pests- Farmers' Bull. 1260 (zit. n. LE CATO, 1975).
- WATT, K. E. F. (1960): The effect of population density on fecundity in insects. *The canadian Entomologist*: 674–695.
- (Manuskript eingelangt am 28. Jänner 1994)

Untersuchungen über die gegenseitige Wirkung von Populationen verschiedener Vorratsschädlinge auf den Kornkäfer, *Sitophilus granarius*, im Getreide

Investigations about the influence of interactions between different populations of stored product pests on the grain weevil, *Sitophilus granarius*, in cereals

R. M. Y. HELAL,

Department of Economic Entomologie, Faculty of Agriculture, Tanta University, Kafr El-Sheikh, Egypt

F. SWATONEK,

Universität für Bodenkultur, Institut für Pflanzenschutz, Wien, Österreich

H. K. BERGER, K. RUSS,

Bundesanstalt für Pflanzenschutz, Wien, Österreich

Zusammenfassung

Die gegenseitige Auswirkung von *Sitophilus oryzae*, *Tribolium confusum* und *Oryzaephilus surinamensis* ist eine Reduzierung der Gesamtanzahl der Nachkommen bei *Sitophilus granarius*. Das Maximum der Nachkommenanzahl von *Sitophilus granarius* lag bei der Einzelzuchtvariante und bei 75% der Gemischtzuchtvariante im 5ten Zeitintervall. Bei allen Untersuchungsvarianten lag das Maximum der Anzahl der geschlüpften Individuen in der 7ten Woche bei *Sitophilus granarius*.

Bei der Art resultiert aus der Zunahme der Dichte eine Herabsetzung der Nachkommenanzahl pro Elternpaar. Die Gesamtanzahl der Nachkommen pro Gefäß bei *Sitophilus granarius* erreicht ein Maximum und bleibt danach ungefähr konstant. Die Entwicklungszeit war in allen Versuchen zur intraspezifischen Konkurrenz nicht nachhaltig beeinflusst.

Die durchschnittliche Lebensdauer unter Hungerbedingungen bei Einzelkulturvariante von *Sitophilus granarius* betrug 17,7 Tage. Bei Gemischtkultur gab es eine negative Beeinflussung von *Oryzaephilus surinamensis* und eine positive Beeinflussung von *Tribolium confusum* und *Cryptolestes ferrugineus* auf die Lebensdauer dieser Käfer.

Stichwörter: *Sitophilus granarius*; intra-, interspezifische Konkurrenz; Vorratsschädlinge.

Summary

S. oryzae, *T. confusum*; *O. surinamensis* caused a reduction effect to the total number of progeny of *S. granarius*. The single culture and 75% mixed cultures tests produced maximum progenies on the 5th time period by *S. granarius*. The maximum hatching were observed in all the experimental tests on 7th week from *S. granarius*.

The number of progeny produced by parental from species, show decrease as the initial parental density increase. The total number of progeny produced by *S. granarius* per jar increased to a peak, then tended to be fairly constant. The development period for the species was not influenced throughout the experiment under intraspecific competition.

The average survival period under starvation conditions of populations of *S. granarius* by single culture tests is 17,7 days but by mixed culture there are negative effect from *O. surinamensis* and positive effect from *T. confusum* and *C. ferrugineus* to his survival period.

Key words: *Sitophilus granarius*; intra-, interspecific competition; stored product pests.

1. Einleitung und Problemstellung

Häufiger kommt es zu interspezifischer Konkurrenz bei gemeinsamem Vorkommen am gleichen Vorratsgut. Dabei kann sogar die Ausschaltung einer Art möglich sein. Die Rate der Elimination einer Art ist abhängig von: Den Umweltfaktoren, der Biologie der Spezies, ihrer genetischen Tendenz, vom Nahrungsmedium und von der ursprünglichen Konzentration der konkurrierenden Arten (PARK ET AL., 1941; PARK, 1948, 1954, 1957; CROMBIE, 1947; AYERTEY, 1979; LEFKOVITCH, 1968; CIESIELSKA, 1975; LEFKOVITCH und MILNES 1963; INOUE und LERNER, 1965 und andere).

Die intraspezifische Konkurrenz kann bei Insektenpopulationen Einwirkung auf Fruchtbarkeit, Überleben, Entwicklungsrate, Geschlechterverhältnis, Gewicht der Larven, Puppen und Imago, Kopulation, Kannibalismus, Schlüpftrate, Zahl der Ovariolen, Präovipositionszeit und Mortalität der Larven und Puppen beeinflussen (KLOMP, 1964; ASHBY, 1961; WATT, 1960; LONGSTAFF, 1981; GÄL, 1973; STEIN, 1986; SHAHEN, 1982; ANDERSEN, 1956, 1961; und LEFKOVITCH, 1957, 1962).

Als Fragestellungen wurden in der vorliegenden Arbeit behandelt:

1. Die gegenseitige Beeinflussung von Individuen verschiedener vorratsschädlicher Arten (*Sitophilus oryzae*, *Tribolium confusum*, *Oryzaephilus surinamensis* und *Cryptolestes ferrugineus*) auf *Sitophilus granarius*.
2. Die gegenseitige Beeinflussung von Individuen der gleichen Art.
3. Die gegenseitige Beeinflussung von Individuen verschiedener Arten (*Sitophilus oryzae*, *Tribolium confusum*, *Oryzaephilus surinamensis* und *Cryptolestes ferrugineus*) auf *Sitophilus granarius* über die Lebensdauer der Imago unter Hungerbedingungen.

Das dynamische Verhalten der Insektenpopulation ist von ausschlaggebender Bedeutung für das Verständnis der Entwicklung der Vorratsschädlinge-Vermehrung sowie zur Erzielung besserer Bekämpfungsergebnisse. Und wie lange die Insektenarten ohne Nahrung am Leben bleiben können, ist gerade vom Standpunkt der Bekämpfung aus sehr wichtig.

2. Literaturübersicht

MACLAGAN (1932) untersuchte die interspezifische Wirkung von *Sitotroga cerealella* auf *Sitophilus granarius* an 1.000 Weizenkörnern. Er arbeitete mit den Konzentrationen: 10 Käfer + 20 Falter bzw. 10 Käfer + 40 Falter in Gemischtzucht. Dabei betrug die Anzahl der Nachkommen pro Falterweibchen im Mittel 11,6 bzw. 8,7, in Einzelzucht hingegen 18,0. Die Anzahl der Nachkommen pro Weibchen im Mittel betrug bei den Käfern 13,1 bzw. 8,9, in Einzelzucht hingegen 17,2.

CIESIELSKA (1972) beschreibt Versuche über die interspezifische Konkurrenz zwischen den drei *Coleoptera*-Arten, *Sitophilus granarius*, *Oryzaephilus surinamensis* und *Rhizopertha dominica* bei 28°C und 70% r. F., mit der Dichte 80 Ind./200 g an Mischmedium von Weizen und Perlgraupen. Die Adulten wurden nach 56, 86 und 116 Tagen gezählt. Der Autor erhielt folgende Ergebnisse:

- Bei gemeinsamer Haltung von *Sitophilus granarius* mit *Oryzaephilus surinamensis* ist die Anzahl der Ind. beider Arten hoch im Vergleich zur Einzelkultur.
- Bei dem gemeinsamen Vorkommen von *Oryzaephilus surinamensis*, *Sitophilus granarius* und *Rhizopertha dominica* ist die letzte Art die Dominante.
- Die Anzahl der Ind. von *Rhizopertha dominica* ist größer bei gemeinsamer Haltung mit *Sitophilus granarius* im Vergleich mit der Einzelkultur. Dieselben Resultate erhielt er, wenn die Käfer von *Rhizopertha dominica* und *Oryzaephilus surinamensis* zusammengesetzt wurden.

PINGALE und GIRISH (1967) untersuchten die interspezifische Konkurrenz zwischen *Tribolium confusum*, *Gnathocerus cornutus*, *Trogoderma versicolor*, *Sitotroga cerealella*, *Sitophilus granarius*, *Rhizopertha dominica*, *Oryzaephilus surinamensis*, *Callosobruchus chinensis* und *C. maculatus* in verschiedener Kombination. Die Untersuchungsergebnisse zeigen, daß die Kombinationen zwischen den Arten, welche den gleichen Bedarf und Habitus haben, die schwache Art eliminiert. Dagegen ist bei den Arten, welche dem Habitus und dem Bedarf nach verschieden sind, keine solche starke Konkurrenzerscheinung festzustellen.

Der Kornkäfer *Sitophilus granarius* beeinflusst den Diebskäfer *Ptinus tectus* auf folgende Weise:

- Durch Zerstörung der Eier (COOMBS und WOODROFEE, 1962).
- Durch das Verursachen einer hohen Mortalität bei Junglarven, Puppen sowie einer Verminderung der Populationsgröße (COOMBS und WOODROFFE, 1963 b).
- Durch Reduzierung der Eiablageraten (COOMBS und WOODROFEE, 1965).

TRIPATHI und HODSON (1981) haben bei *Sitophilus oryzae* und *Sitophilus granarius* Untersuchungen angestellt. Sie setzten 4 Elternpaare von *S. oryzae*, bzw. 4 Elternpaare von *S. granarius* an 4, 16, 64 und 128 Weizenkörnern und 8 Elternpaare von *S. oryzae*, bzw. 8 Elternpaare von *S. granarius* an 8, 32, 128 und 256 Weizenkörner. Sie fanden, daß die Anzahl der geschlüpften Käfer von *S. oryzae* zweimal so hoch war, wie die Anzahl der geschlüpften Käfer von *S. granarius*. Die Autoren schließen daraus, daß zur Produktion eines Ind. der *S. granarius* ein doppelt so hoher Futterbedarf besteht, wie für die Produktion eines *S. oryzae* Individuums. Bei der gemeinsamen multiplen Eiablage von *S. oryzae* und *S. granarius* gab es sowohl intra- als auch interspezifische Konkurrenz.

Nach HEINZE (1983) können die Käfer der Art *Sitophilus granarius* ganz ohne Nahrung auf einem ungeheizten Speicher den ganzen Winter und im Sommer 1 bis 2 Monate überleben. Im Versuch starb bei 5–6°C und 100% r. F. der letzte Käfer nach 349 und bei 0–10% r. F. nach 18 Tagen. KHAN (1983) fand, daß die Lebensdauer der Käfer *Sitophilus granarius* bei 0% Luftfeuchte am geringsten war. Sie betrug 4 Tage. Die Lebensdauer war bei 100% Luftfeuchte am höchsten (10,7 Tage).

3. Methoden

Die Zuchten wurden in einem Zuchtraum im Keller der Bundesanstalt für Pflanzenschutz in Wien durchgeführt. Die Temperatur wurde konstant zwischen 25–27°C gehalten und die relative Raumfeuchtigkeit betrug $85 \pm 5\%$.

Folgende Käferarten wurden verwendet:

Sitophilus oryzae (LINNE), Reiskäfer.

Sitophilus granarius (LINNE), Kornkäfer.

Tribolium confusum (DUVAL), Amerikanischer Reismehlkäfer.

Oryzaephilus surinamensis (LINNE), Getreideplattkäfer.

Cryptolestes ferrugineus (STHEPENS), Rotbrauner Leistenkopflattkäfer.

Der Zuchtansatz für *Cryptolestes ferrugineus* stammte aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft des Institutes für Vorratsschutz in Berlin. Alle anderen Arten, mit denen gearbeitet wurde, stammten aus den Zuchten der Bundesanstalt für Pflanzenschutz in Wien.

1. Die gegenseitige Wirkung von Populationen verschiedener Vorratsschädlinge auf den Käfer

Als Versuchstuben dienten Glasröhrchen 70 mm hoch, 25 mm Ø mit Deckel (Kunststoffpfropfen mit Loch 15 mm Ø) und Gaze verschlossen, damit die Röhrchen nicht luftdicht abschließen.

Die Käfer wurden im Alter von 1–2 Wochen verwendet. Es wurde je nach Versuch mit 3 Wiederholungen gearbeitet. In jeder Tube befanden sich bei der Gemischtzuchtvariante 20 Individuen jeder Art, also insgesamt 40. Bei der Einzelzuchtvariante wurden je Art 2 Versuchsansätze zu 20 bzw. 40 Individuen durchgeführt.

Folgende Gemischtzuchtvarianten, Einzelzuchtvarianten und Nährmedien pro Tube wurden verwendet:

Gemischtzuchtvariante:		Nährmedien:
20 Ind. <i>S. granarius</i>	+ 20 Ind. <i>S. oryzae</i>	6 g Weizenkörner (ca. 141 Korn)
20 Ind. <i>S. granarius</i>	+ 20 Ind. <i>T. confusum</i>	3 g Weizenkörner + 3 g Weizenmehl
20 Ind. <i>S. granarius</i>	+ 20 Ind. <i>O. surinamensis</i>	3 g Weizenkörner + 3 g Weizenmehl
20 Ind. <i>S. granarius</i>	+ 20 Ind. <i>C. ferrugineus</i>	3 g Weizenkörner + 3 g Weizenmehl.
Einzelzuchtvariante:		Nährmedien:
20 Ind. <i>Sitophilus granarius</i>		6 g Weizenkörner
40 Ind. <i>Sitophilus granarius</i>		6 g Weizenkörner.

Am ersten Tag des Versuchs wurden bei der Einzelzuchtvariante 20 bzw. 40 Ind. in einer Tube mit 6 g Nährmedium bzw. bei Gemischtzuchtvariante 40 Ind. (20 Ind. je Art) für 24 Stunden im Zuchtraum angesetzt. Nach diesem Zeitintervall wurden die Käfer umgesetzt (herausgeholt) und die Anzahl der Überlebenden gezählt und die Mortalität berechnet. Danach wurden die Tiere in neue Tuben mit dem entsprechenden Nährmedium gesetzt.

Bei allen Versuchsvarianten wurde nach 30 Tagen ab dem Versuchsbeginn eine Kontrolle pro Woche durchgeführt und die Anzahl der geschlüpften Insekten gezählt und diese dann entfernt.

2. Intraspezifische Konkurrenz und Nachkommenproduktion

Als Versuchsgefäße dienten 3/4 l-Gefäße mit Glasdeckel (ohne Gummierung, damit die Gläser nicht luftdicht abschließen).

Die Insekten wurden in 5 Dichte-Stufen (5, 10, 20, 40, 80 Ind./Gefäß) verwendet. In jedem Glasgefäß befanden sich 20 g Weizenkörner (ca. 470 Korn).

Es wurden 1–2 Wochen alte Käfer verwendet. Jede Variante hatte 3 Wiederholungen.

30 Tage nach dem Ansetzen wurde die Gesamtzahl der Nachkommen festgestellt. Die Elternkäfer wurden jeweils entfernt, um die Zahl der produzierten Nachkommen zu erhalten. Alle fünf Tage wurde eine Kontrolle durchgeführt und die Anzahl der geschlüpften Nachkommen gezählt und diese entfernt.

3. Die gegenseitige Wirkung von Populationen verschiedener Vorratsschädlinge unter Hungerbedingungen auf den Käfer

Als Versuchsgefäße diente 3/4 l-Gefäße mit Glasdeckel (ohne Gummierung, damit die Gläser nicht luftdicht abschließen).

Folgende Gemischtzuchtvarianten wurden verwendet:

- 50 Ind. *S. granarius* + 50 Ind. *S. oryzae*
- 50 Ind. *S. granarius* + 50 Ind. *T. confusum*
- 50 Ind. *S. granarius* + 50 Ind. *O. surinamensis*
- 50 Ind. *S. granarius* + 50 Ind. *C. ferrugineus*.

Folgende Einzelzuchtvarianten wurden verwendet:

- 50 Ind. *S. granarius*
- 100 Ind. *S. granarius*.

Für die Versuche wurden verschieden alte Käfer verwendet. Es wurde bei jedem Versuch mit 3 Wiederholungen gearbeitet. In jedem Gefäß befanden sich bei der Gemischtzuchtvariante 50 Individuen jeder Art, also insgesamt 100. Bei der Einzelzuchtvariante wurden je Art 2 Versuchsansätze zu 50 bzw. 100 Individuen durchgeführt.

4. Ergebnisse

1. Die gegenseitige Wirkung von Populationen verschiedener Vorratsschädlinge auf den Kornkäfer, *Sitophilus granarius*.

1.1. Überlebende Individuen

Die Überlebensraten (täglich)

Die täglichen Überlebensratenkurven sind in Abbildung (1) dargestellt. Es zeigt sich, daß nach 30 Tagen ab dem Zeitpunkt des Versuchsbeginns von *S. granarius* in der Gemischtzuchtvariante nur noch zwischen 71,5% bei der Variante mit *C. ferrugineus* und 86,5% bei der Variante mit *S. oryzae* lebten bzw. in der Einzelzuchtvariante 91,5% bei der Variante mit 20 Ind. und 96,8% bei der Variante mit 40 Ind.

Die Überlebensraten täglich (Durchschnitt aus 30 Tagen)

Die Ergebnisse werden in Tabelle (1) zusammengefaßt.

Tab. (1): Die Überlebensraten von *Sitophilus granarius* (Durchschnitt aus 30 Tagen) in Einzelzucht und Gemischtzucht während eines Zeitraums von 30 Tagen gehaltenen Käfer (die Käfer sind täglich umgesetzt worden).

Gemischtzucht				Einzelzucht	
<i>Sitophilus oryzae</i>	<i>Tribolium confusum</i>	<i>Oryzaephilus surinamensis</i>	<i>Cryptolestes ferrugineus</i>	20 Ind.	40 Ind.
90,9	85,1	82	78,5	94,6	98,1

Aus der Tabelle ist zu ersehen, daß die täglichen Überlebensraten von *S. granarius* in der Gemischtzuchtvariante zwischen 78,5% bei der Variante mit *C. ferrugineus* und 90,9% bei der Variante *S. oryzae* betragen. Zum Vergleich mit der Einzelzuchtvariante betragen die täglichen Überlebensraten 94,6% bei der Variante mit 20 Ind. und 98,1% bei der Variante mit 40 Ind.

Die Überlebensraten täglich (Durchschnitt aus jeweils 5 Tagen)

Die Säulen in Abbildung (2) zeigen die Resultate für die einzelnen Varianten. Nach der ersten Fünftagesperiode betragen die täglichen Überlebensraten von *S. granarius* in der Gemischtzuchtvariante zwischen 96,5% bei der Variante mit *T. confusum* und 100% bei beiden Varianten mit *S. oryzae* und *O. surinamensis* bzw. 99,5% bei beiden Einzelzuchtvarianten.

Nach dem vierten Zeitintervall betragen die täglichen Überlebensraten in der Gemischtzuchtvariante zwischen 71,5% bei der Variante mit *C. ferrugineus* und 86,5% bei der Variante mit *S. oryzae*, bzw. 93,5% bei der Variante Einzelzucht mit 20 Ind. und 97,3% bei der Variante Einzelzucht mit 40 Ind.

Die täglichen Überlebensraten waren konstant innerhalb des fünften und letzten Zeitintervalls bei allen Varianten (bis auf die Einzelzuchtvariante mit 20 Ind.).

1.2. Die Mortalität

Die Mortalität täglich in %.

Die täglichen Absterbenskurven sind in Abbildung (3) dargestellt. Die Abbildung zeigt, daß das Maximum der täglichen Mortalität in der Gemischtzuchtvariante zwischen 5,0% bei

der Variante mit *T. confusum* und 11,5% bei der Variante mit *C. ferrugineus* betrug bzw. in der Einzelzuchtvariante zwischen 1,0% bei der Variante mit 40 und 3,5% bei der Variante mit 20 Ind.

Das Maximum lag an verschiedenen Tagen. Bei der Gemischtzucht mit *T. confusum* gab es zwei Maxima jeweils am 4ten und 21ten Tag.

Die tägliche Mortalität in % (Durchschnitt aus 30 Tagen)

Die Ergebnisse werden zusammenfassend in Tabelle (2) dargestellt.

Tab. (2): Die tägliche Mortalität in % (Durchschnitt aus 30 Tagen) von *Sitophilus granarius* in Einzelzucht und Gemischtzucht während eines Zeitraums von 30 Tagen gehaltener Käfer (die Käfer sind täglich umgesetzt worden).

Gemischtzucht				Einzelzucht	
<i>Sitophilus oryzae</i>	<i>Tribolium confusum</i>	<i>Oryzaephilus surinamensis</i>	<i>Cryptolestes ferrugineus</i>	20 Ind.	40 Ind.
0,45	0,71	0,88	0,94	0,28	0,1

Aus den Zahlen ist zu erkennen, daß die durchschnittliche tägliche Mortalität in der Gemischtzuchtvariante zwischen 0,45% bei der Variante mit *S. oryzae* und 0,95% bei der Variante mit *C. ferrugineus* betrug bzw. in Einzelzuchtvariante 0,10% bei der Variante mit 40 Ind. und 0,28% bei der Variante mit 20 Ind.

Die tägliche Mortalität in % (Durchschnitt aus jeweils 5 Tagen)

Die Ergebnisse dieses Versuchs sind in den Säulen der Abbildung (4) dargestellt. Es war deutlich zu entnehmen, daß das Maximum der täglichen Mortalität im zweiten Zeitintervall bei beiden Gemischtzuchtvarianten mit *O. surinamensis* und mit *C. ferrugineus* lag. Das gilt auch für die Einzelzuchtvariante mit 20 Ind.

1.3. Die Nachkommenproduktion

Gesamtanzahl der Nachkommen

Die Ergebnisse dieses Versuchs werden in Tabelle (3) zusammenfassend dargestellt.

Tab. (3): Gesamtanzahl der Nachkommen von *Sitophilus granarius* in Einzelzucht und Gemischtzucht während eines Zeitraums von 30 Tagen gehaltener Käfer (die Käfer sind täglich umgesetzt worden).

Gemischtzucht				Einzelzucht	
<i>Sitophilus oryzae</i>	<i>Tribolium confusum</i>	<i>Oryzaephilus surinamensis</i>	<i>Cryptolestes ferrugineus</i>	20 Ind.	40 Ind.
71,3	99,2	59,3	140,1	116,7	196,5

Aus den Zahlen ist zu erkennen, daß die mittlere Gesamtanzahl der Nachkommen in der Gemischtzuchtvariante zwischen 59,3 bei der Variante *O. surinamensis* und 140,1 bei der Variante *C. ferrugineus* betrug. Bei der Einzelzuchtvariante betrug die mittlere Gesamtanzahl der Nachkommen 116,7 bei der Variante 20 Ind. und 196,5 bei der Variante 40 Ind.

Die Nachkommen und Nachkommenraten (täglich)

Die Anzahl der Nachkommen pro Tag ist in der Abbildung (5) dargestellt.

In der Tabelle (4) sind die Ergebnisse für die täglichen Nachkommenraten zusammengefaßt. Die Ergebnisse zeigen, daß das Maximum der täglichen Nachkommen bei der Gemischtzuchtvariante zwischen 6,9% bei der Variante *C. ferrugineus* und 9,6% bei der Variante *O. surinamensis* betrug. Das Maximum lag bei Einzel- und Gemischtzuchtvariante zwischen dem 19ten und 24ten Tag.

Die Nachkommen und Nachkommenraten (während jeweils 5 Tagen)

Die Ergebnisse für die Nachkommen in jeweils 5 Tagen sind in Tabelle (5) zusammengefaßt. Sie zeigen, daß bei allen Varianten die Anzahl der Nachkommen ein Maximum erreicht und sich dann mit zunehmender Zeit verringert.

Tab. (4): Die Nachkommen (in %) von *Sitophilus granarius* (täglich) in Einzelzucht und Gemischtzucht während eines Zeitraums von 30 Tagen gehaltener Käfer (die Käfer sind täglich umgesetzt worden).

Tag der Eiablage	Gemischtzucht				Einzelzucht	
	<i>Sitophilus oryzae</i>	<i>Tribolium confusum</i>	<i>Oryzaephilus surinamensis</i>	<i>Cryptolestes ferrugineus</i>	20 Ind.	40 Ind.
1	0,0	1,3	0,0	0,5	0,6	0,2
2	0,4	0,7	0,0	0,2	0,2	0,5
3	0,0	0,7	0,0	0,0	0,6	0,9
4	0,0	1,3	0,0	0,0	0,6	1,0
5	0,4	0,0	0,0	0,0	0,8	0,9
6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,4
7	0,0	0,3	0,0	0,5	0,6	0,4
8	0,4	0,3	0,0	0,2	0,6	1,0
9	0,4	1,0	1,7	0,9	0,2	1,2
10	0,0	3,0	1,2	1,2	1,7	1,5
11	0,0	3,7	0,0	2,6	0,0	1,5
12	0,0	4,3	0,0	1,6	1,1	2,0
13	0,4	4,0	1,2	2,8	0,6	2,2
14	0,4	4,7	1,7	3,8	1,4	4,2
15	3,2	6,0	1,2	4,6	3,4	4,1
16	2,8	4,7	4,6	4,3	5,4	5,1
17	3,8	6,7	5,6	4,3	4,3	6,3
18	5,2	6,0	4,6	4,8	4,3	5,4
19	7,0	6,3	6,8	6,9	5,1	5,1
20	5,2	4,7	7,3	6,9	7,9	6,6
21	7,0	4,3	9,6	6,2	5,7	6,1
22	8,8	5,3	5,6	6,2	7,9	5,9
23	7,4	4,0	5,1	4,8	7,1	5,4
24	8,4	7,0	6,8	5,2	8,3	5,9
25	8,0	5,3	5,1	5,7	5,7	5,9
26	8,0	2,7	6,7	5,2	6,6	5,4
27	6,6	2,0	4,6	4,5	6,6	4,7
28	5,6	2,3	7,3	4,8	4,0	3,6
29	5,2	3,0	7,3	5,9	4,3	4,6
30	5,2	3,7	6,3	5,5	4,0	2,0

Tab. (5): Anzahl der pro Woche geschlüpften Insekten von *Sitophilus granarius* in Einzelzucht und Gemischtzucht während jeweils 5 Tagen ab dem Zeitpunkt des Versuchsbeginns während eines Zeitraums von 30 Tagen gehaltener Käfer (die Käfer sind täglich umgesetzt worden).

Versuch	Tag der Eiablage	Anzahl der geschlüpften Insekten nach Tagen					Gesamtanzahl der Nachkommen	
		Woche						
		6	7	8	9	10		
Gemischte Zucht	<i>Sitophilus oryzae</i>	1-5	0,0	0,3	0,0	0,3	0,0	0,6
		6-10	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7
		11-15	0,0	1,3	1,3	0,3	0,0	2,9
		16-20	1,3	12,7	3,0	0,0	0,0	17,0
		21-25	0,7	20,0	6,0	1,7	0,0	28,4
		26-30	1,0	8,7	9,7	2,0	0,3	21,7
		Σ	3,7	43,0	20,0	4,3	0,3	71,3
	<i>Tribolium confusum</i>	1-5	0,0	3,7	0,0	0,3	0,0	4,0
		6-10	0,7	2,7	1,0	0,3	0,0	4,7
		11-15	0,0	17,3	3,0	2,3	0,0	22,6
		16-20	2,3	17,3	7,7	1,0	0,0	28,3
		21-25	3,3	12,7	6,0	2,3	1,7	26,0
		26-30	2,3	8,3	0,7	2,3	0,0	13,6
		Σ	8,6	62,0	18,4	8,5	1,7	99,2
	<i>Oryzaephilus surinamensis</i>	1-5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		6-10	0,3	1,3	0,0	0,0	0,0	1,6
		11-15	0,0	1,7	0,0	0,7	0,0	2,4
		16-20	1,3	10,7	4,7	0,3	0,0	17,0
		21-25	5,7	6,7	5,0	1,3	0,7	19,4
		26-30	4,0	12,3	2,3	0,3	0,0	18,9
Σ		11,3	32,7	12,0	2,6	0,7	59,3	
<i>Cryptolestes ferrugineus</i>	1-5	0,0	0,7	0,0	0,3	0,0	1,0	
	6-10	0,0	1,3	2,7	0,0	0,0	4,0	
	11-15	0,0	14,3	4,7	3,0	0,0	22,0	
	16-20	2,0	24,0	8,0	4,0	0,0	38,0	
	21-25	0,7	17,7	13,7	3,3	3,3	38,7	
	26-30	0,3	20,7	9,7	2,0	3,7	36,4	
	Σ	3,0	78,7	38,8	12,6	7,0	140,1	
Einzelzucht	20 Ind.	1-5	1,0	2,0	0,3	0,0	0,0	3,3
		6-10	0,7	2,0	1,7	0,0	0,0	4,4
		11-15	0,0	4,0	3,0	0,7	0,0	7,7
		16-20	4,0	18,3	7,7	1,0	0,7	31,7
		21-25	0,3	21,7	16,0	2,0	0,0	40,0
		26-30	2,3	13,3	12,3	1,7	0,0	29,6
		Σ	8,3	61,3	41,0	5,4	0,7	116,7
	40 Ind.	1-5	0,0	2,7	2,7	0,3	1,0	6,7
		6-10	0,0	5,7	2,3	0,7	0,0	8,7
		11-15	1,0	18,0	7,0	1,7	0,0	27,7
		16-20	5,0	38,0	12,0	0,7	0,0	55,7
		21-25	0,0	35,7	19,3	2,7	0,0	57,7
		26-30	0,3	23,0	14,7	2,0	0,0	40,0
		Σ	6,3	123,1	58,0	8,1	1,0	196,5

Die Säulen in der Abbildung (6) zeigen die Nachkommenraten für jeweils 5 Tage. Es ist zu erkennen, daß das Maximum der Nachkommenraten bei allen Varianten im fünften Zeitintervall lag (bis auf die Gemischtzuchtvariante mit *T. confusum*, wo das Maximum im vierten Zeitintervall lag). Das Maximum betrug in der Gemischtzuchtvariante zwischen 27,6% bei der Variante mit *C. ferrugineus* und 39,8% bei der Variante mit *S. oryzae* bzw. in der Einzelzuchtvariante 29,4% bei der Variante mit 40 Ind. und 34,3% bei der Variante mit 20 Ind.

1.4. Zeitliche Verteilung des Schlüpfens

Die pro Woche geschlüpften Insekten und deren Schlupfraten (aus 30 Tagen)

Die Ergebnisse für die pro Woche geschlüpften Insekten sind in der Tabelle (5) zusammengefaßt. Aus der Tabelle ist zu erkennen, daß die zeitliche Verteilung des Schlüpfens von *S. granarius* in der Versuchsvariante von der 6ten zur der 10ten Woche ab dem Zeitpunkt des Versuchsbeginns dauert.

Die Säulen in Abbildung (7) zeigen die Resultate für die Schlupfraten. Es ist deutlich zu erkennen, daß bei allen Einzel- und Gemischtzuchtvarianten das Maximum der Schlupfraten in der 7ten Woche lag.

Nach der 8ten Woche ab dem Versuchsbeginn waren von *S. granarius* bei der Gemischtzuchtvariante zwischen 86,0% aller Individuen geschlüpft bei der Variante mit *C. ferrugineus* und 94,4% bei der Variante mit *O. surinamensis*. Bei der Einzelzuchtvariante 94,8% aller Individuen bei der Variante mit 20 Ind. und 95,4% bei der Variante mit 40 Ind.

Die pro Woche geschlüpften Insekten und deren Schlupfraten (während jeweils 5 Tagen)

Die Ergebnisse zur Anzahl der geschlüpften Insekten (pro Woche) während jeweils 5 Tagen sind in Tabelle (5) zusammengestellt.

Die Säulen in Abbildung (8) zeigen die Schlupfrate. Aus den Säulen ist zu erkennen, daß bei allen Versuchsvarianten (für alle Zeitintervalle) das Maximum der geschlüpften Insekten in der 7ten Woche lag (bis auf das letzte Zeitintervall in der Gemischtzuchtvariante bei der Variante mit *S. oryzae*, wo das Maximum in der 8ten Woche lag).

2. Intraspezifische Konkurrenz und Nachkommenproduktion

2.1. Beziehungen zwischen Elterndichte (Ind./Gefäß), Gesamtanzahl der Nachkommen und Nachkommen pro Elternpaar

Die Resultate für die einzelnen Varianten sind aus den Säulen in Abbildung (9) ersichtlich.

Aus den Resultaten ist zu erkennen, daß mit erhöhter Dichte von 5 auf 40 (Ind./Gefäß) es eine Steigerung der Gesamtanzahl der Nachkommen von 146,3 auf 452,0 gab. Mit weiterer Steigerung der Dichte von 40 auf 80 (Ind./Gefäß) kommt es zu einer Abnahme der Gesamtanzahl der Nachkommen von 452,0 auf 446,3. Nach varianzanalytischer Verrechnung mit anschließendem F-Test ergab sich ein signifikanter Unterschied ($P < 0,05$) zwischen Elterndichte 10 und 20 (Ind./Gefäß), auch zwischen Elterndichte 20 und 40 (Ind./Gefäß).

Mit zunehmender Dichte von 5 auf 80 (Ind./Gefäß) kommt es zu einer Abnahme der Anzahl der Nachkommen pro Elternpaar von 58,5 auf 11,2. Dies läßt auf eine negative Beeinflussung auf die Nachkommen pro Elternpaar durch zunehmende Konkurrenz schließen.

2.2. Beziehungen zwischen Elterndichte (Ind./Gefäß) und Zahl der geschlüpften Nachkommen pro Elternpaar

Die Ergebnisse dieser Untersuchung sind in der Abbildung (10) dargestellt. Es ist zu erkennen, daß mit Anstieg der Elterndichte von 5 auf 80 (Ind./Gefäß) es eine stark kontinuierlich abnehmende Zahl der geschlüpften Nachkommen pro Elternpaar gab. Dies läßt auf eine negative Beeinflussung mit zunehmender Konkurrenz schließen.

2.3. Beziehungen zwischen Elterndichte (Ind./Gefäß) und Schlüpftrate der Nachkommen pro Elternpaar

Wie aus Tabelle (6) hervorgeht, bestand eine Wirkung der Elterndichte auf die Schlüpftrate der Individuen pro Elternpaar.

Bei allen Varianten stieg die Schlüpftrate in den Tagen 36–45, dann gab es in den Tagen 46–70 geringe Schwankungen, eine kontinuierliche Abnahme der Schlüpftrate erfolgte in den Tagen 71–80.

Tab. (6): Beziehungen zwischen Elterndichte (Ind./Gefäß), und Prozent geschlüpfter Nachkommen pro Elternpaar (nach Tagen) bei *Sitophilus granarius*.

Elterndichte Ind./Gefäß	Die Anzahl der geschlüpften Nachkommen in % Pro Elternpaar (nach Tagen)								
	36–40	41–45	46–50	51–55	56–60	61–65	66–70	71–75	76–80
5	8,3	10,0	21,6	19,1	14,3	17,5	6,8	2,1	0,2
10	4,7	15,1	12,3	18,5	14,1	12,6	15,8	5,2	1,7
20	7,2	16,4	15,8	17,1	19,1	12,7	8,6	2,4	0,7
40	8,9	18,1	17,2	18,7	14,6	8,9	9,9	2,7	0,8
80	13,0	20,5	17,0	15,2	12,5	9,8	8,1	2,7	0,6

3. Die gegenseitige Wirkung von Populationen verschiedener Vorratsschädlinge unter Hungerbedingungen auf den Käfer

3.1. Überlebende Individuen

Die Überlebensraten

Die Überlebensratenkurven sind in Abbildung (11) dargestellt. Im allgemeinen waren nach 30–40 Tagen ab dem Beginn des Versuchs alle Tiere bei allen Varianten gestorben.

Die längste Lebensdauer eines Tieres von *S. granarius* war bei Gemischtzucht 38 Tage bei beiden Varianten mit *C. ferrugineus* und *T. confusum* bzw. bei Einzelzucht 28 Tage bei beiden Varianten mit 50 Ind. und mit 100 Ind.

Etwas bessere Überlebenschancen ergaben sich bei der Variante Gemischtzucht mit *C. ferrugineus*.

Die Überlebensraten (Durchschnitt aus jeweils 10 Tagen)

Die Säulen in Abbildung (12) zeigen die Resultate für die einzelnen Varianten.

Nach den ersten zehn Tagen lebte nur noch *S. granarius* in Gemischtzucht zwischen 76,9% bis 94,4% bzw. in Einzelzucht zwischen 90,5% und 92,3%.

Nach der zweiten Zehn-Tagesperiode lebte nur noch *S. granarius* in Gemischtzucht zwischen 36,2% und 73,4% bzw. in Einzelzucht zwischen 56,9% und 58,3%.

Nach der dritten Zehn-Tagesperiode lebte nur noch von den Tieren in Gemischtzucht zwischen 5,0% und 30,5% bzw. von den Tieren in Einzelzucht zwischen 6,7% und 7,8%.

Die Anzahl der überlebenden Individuen bei Gemischtzucht mit *O. surinamensis* war gering.

3.2. Die Mortalität

Die Mortalität in % bezogen jeweils auf zwei Tage.

In Abbildung (13) sind die Ergebnisse die Mortalität betreffend dargestellt.

Die Abbildung zeigt, daß das Maximum der Mortalität von *S. granarius* in Gemischtzucht zwischen 10% und 12% bzw. in Einzelzucht zwischen 14,6% und 16,3% betrug.

Bei Einzelzucht lag das Maximum am 22ten Tag, aber in Gemischtzucht lag das Maximum an verschiedenen Tagen innerhalb der Periode vom 6ten bis zum 28ten Tag.

Die Mortalität in % bezogen jeweils auf 2 Tage (Durchschnitt aus jeweils 10 Tagen)

Die Säulen in Abbildung (14) zeigen die Resultate für die einzelnen Varianten.

Die Mortalität lag in der ersten Zehn-Tagesperiode in Gemischtzucht zwischen 2,2% und 8,2% bzw. in der zweiten Zehn-Tagesperiode zwischen 5,4% und 9,8% und nach der dritten Zehn-Tagesperiode zwischen 3,8% und 8,4%.

Bei Einzelzucht ergaben sich folgende Werte: Nach der ersten Zehn-Tagesperiode lag die Mortalität zwischen 3,1% und 3,3% bzw. nach der zweiten Zehn-Tagesperiode zwischen 9,5%–9,9% und nach der dritten Zehn-Tagesperiode zwischen 7,0–7,2%.

Bei allen Varianten (bis auf die Variante Gemischtzucht mit *O. surinamensis*) steigt die Mortalität zunächst an, weist aber später einen Rückgang auf. Bei der Variante Gemischtzucht mit *O. surinamensis* nimmt die Mortalität kontinuierlich mit der Zeit ab.

3.3. Die Lebensdauer (Tage)

Die Ergebnisse dieses Versuchs werden in Tabelle (7) zusammenfassend dargestellt.

Tab. (7): Die Lebensdauer von *Sitophilus granarius* unter Hungerbedingungen in Einzelzucht und Gemischtzucht.

Gemischtzucht				Einzelzucht	
<i>Sitophilus oryzae</i>	<i>Tribolium confusum</i>	<i>Oryzaephilus surinamensis</i>	<i>Cryptolestes ferrugineus</i>	50 Ind.	100 Ind.
17,0	21,9	13,8	22,0	17,7	17,6

L.S.D. 0,05 = 2,6

0,01 = 3,7

Aus Tabelle (7) ist zu ersehen, daß die Lebensdauer von *S. granarius* in Gemischtzucht zwischen 13,8 bis 22,0 Tagen bzw. in Einzelzucht zwischen 17,6 bis 17,7 Tagen lag.

Nach varianzanalytischer Verrechnung mit anschließendem F-Test ergab sich ein signifikanter Unterschied ($P < 0,05$) zwischen der Variante Gemischtzucht bei *T. confusum* und *C. ferrugineus* und der anderen Variante. Es gab keinen signifikanten Unterschied zwischen Einzelzucht und Gemischtzucht bei *S. oryzae*, aber ein signifikanter Unterschied ergab sich zwischen der Variante Gemischtzucht bei *O. surinamensis* und allen anderen.

Dies läßt auf eine negative Beeinflussung von *O. surinamensis* und eine positive Beeinflussung von *T. confusum* und *C. ferrugineus* auf die Lebensdauer von *S. granarius* schließen.

5. Diskussion

Die gegenseitige Auswirkung von Populationen von *Sitophilus oryzae*, *Tribolium confusum* und *Oryzaephilus surinamensis* hat somit eine Reduzierung der Gesamtanzahl der Nachkommen bei der Population von *Sitophilus granarius* zur Folge. Dies beruht auf der verminderten Anzahl der abgelegten Eier. Die gegenseitige Störung bei der Eiablage nimmt man als Ursache an. Folge der Konkurrenz zwischen *Sitotroga cerealella* und *Sitophilus granarius* ist eine Herabsetzung der Reproduktionsraten beider Arten (MACLAGAN, 1932).

Das Maximum der Nachkommenanzahl von *Sitophilus granarius* lag in Einzelkultur und der 75%-Variante der Gemischtkultur im 5ten Zeitintervall. Nach HOWE und HOLE (1967) lag das Maximum in der Periode vom 10ten bis 30ten Tag. Und nach GOLEBIEWSKA (1969) lag das Maximum in der Periode vom 10ten bis 16ten Tag. Nach SWATONEK (1975) lag das Maximum in der Periode vom 10ten bis 15ten Tag, und die Imagines der *Sitophilus granarius*

schlüpfen aus dem Weizen vom 27ten bis zum 47ten Tag, und die mittlere gewichtete Entwicklungsdauer beträgt 33,02 Tage an Weizen bei 25°C und 70% r. F.

Bei der Gemischkulturvariante gab es keine Beeinflussung der Zusammensetzung durch verschiedene Arten auf die Dauer und das Maximum der Anzahl der geschlüpften Imagines.

Bei *Sitophilus granarius* hat die zunehmende Steigerung der Dichte eine Herabsetzung der Nachkommenschaft pro Elternpaar zur Folge. Dies beruht eher auf der Abnahme der Zahl der abgelegten Eier bei höherer Elterndichte (MACLAGAN und DUNN, 1936; SANDNER, 1959 und 1961; FAVA und SPRINGHETTI, 1991). Bei Zunahme der Dichte steigt die „Besitzstörung“ bei der Eiablageoperation. Die Bedeutung der Störung ist bei Insekten wie *Sitophilus*-Arten besonders groß, wo für die Ablage eines Eies etwa 1 Stunde benötigt wird (BIRCH, 1948). MACLAGAN (1932) erklärte die Abnahme der Nachkommenschaft nach Überschreiten der Obergrenze durch zu starke Störung (physische Kontakte) bei der Eiablage und den Einfluß auf die Kopulation.

Verminderte Nachkommenschaft in Abhängigkeit von der Elternpaardichte auf Grund höherer Mortalität der Larven und Puppen: *Sitophilus granarius*-Weibchen legten von 2 bis 10 Eier pro Korn (FAVA und SPRINGHETTI, 1991). Somit verringert sich die Dichte durch die effektive Reproduktionsrate auf Grund der larvalen Konkurrenz innerhalb des Kornes.

Die Gesamtanzahl der Nachkommen pro Gefäß erreicht ein Maximum und bleibt danach ungefähr konstant, dies unabhängig von der Elterndichte.

Die Entwicklung der Gesamt-Nachkommenschaft beruht eher auf der abnehmenden Zahl des Körnervorrats pro Käfer als auf dieser Verringerung des Raumes. Die Körner bilden für Imago und Larven der *Sitophilus granarius* Nahrung und Raum zugleich. Neben der Fraßtätigkeit der Larven im Inneren des Kornes wird das Getreide auch äußerlich durch den Käfer befallen. Damit wiederum wird die Eiproduktion reduziert, d. h. die Vermehrung nimmt ab, wenn die Bevölkerung wächst und damit die Interferenz steigt. COOMBS und WOODROFFE (1963) fanden, daß die Reproduktion von *Sitophilus granarius* gestoppt wird, wenn keine freien, intakten Körner mehr vorhanden sind. Daraus folgt, daß das Wachstum der Population eingestellt wird. Nach SINHA (1982) gab es eine negative Korrelation zwischen der Vermehrungsrate und der Elterndichte bei *Sitophilus oryzae*.

In allen Varianten bei den Kornkäfern war keine eindeutige Tendenz des Einflusses unterschiedlicher Elternpaardichte auf die Entwicklungszeit zu erkennen. Nach TITSCHACK (1937) vergrößert sich bei steigender Überbevölkerung anfangs die durchschnittliche Entwicklungsdauer, wird dann aber wieder kleiner. Bedingt ist das durch den Störungsfaktor, was Versuche mit reichlicher Nahrung beweisen. Die Überbevölkerung hat einen negativen Einfluß auf die Entwicklungsdauer (MERTZ und ROBERTSON, 1970; FUJII, 1975). Dagegen hat die Überbevölkerung der Larven keinen Einfluß auf ihre Entwicklungszeit (CROMBIE, 1944).

Die durchschnittliche Lebensdauer bei Einzelkulturvariante von *Sitophilus granarius* unter Hungerbedingungen ist 17,7 Tage. Über das Hungervermögen finden sich einige Angaben im Schrifttum. Nach ZACHER (zit. n. ANDERSEN, 1938) können die Kornkäfer bei 13°C 65 Tage, bei Zimmertemperatur 2 Monate lang, bei 30°C aber nur 19 Tage ohne Nahrung auskommen. Das Hungervermögen hängt also von der Temperatur ab. Fast noch stärker macht sich die Luftfeuchtigkeit geltend, wie Versuche von ANDERSEN (1937), zeigen. So lebten die Hungertiere z. B. bei 5–6°C und 100% r. F. durchschnittlich 166 Tage, aber nur 13 Tage bei 0–10% r. F. Die Käfer lebten bei 28°C und 100% r. F. 17 Tage und bei 0–10% r. F. auch noch 6,5 Tage. Nach KHAN (1983) betrug die Lebensdauer bei 25°C und 0% r. F. 4,0 Tage (geringster Wert) bzw. 10,7 Tage bei 100% r. F. (höchster Wert). Nach GRAF (1978) kann der Käfer auch ungünstige Lebensbedingungen, wie Hunger und verhältnismäßig niedrige Temperaturen, überstehen. Es gab eine negative Beeinflussung von *Oryzaephilus surinamensis* und eine positive Beeinflussung von *Tribolium confusum* und *Cryptolestes ferrugineus* auf die Lebensdauer dieses Käfers.

Danksagung

Herrn Dr. W. TIEFENBRUNNER möchten wir fürs Durchlesen des Manuskripts herzlich danken.

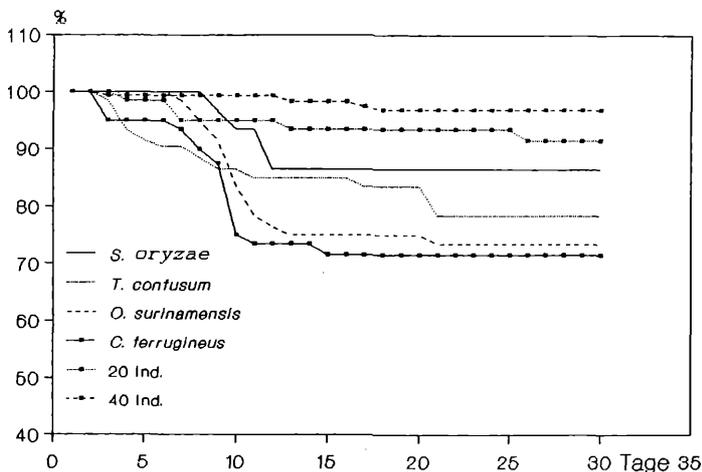


Abb. (1) Die Überlebensraten von *Sitophilus granarius* täglich in Einzelzucht und Gemischtzucht während eines Zeitraums von 30 Tagen gehaltener Käfer (die Käfer sind täglich umgesetzt worden).

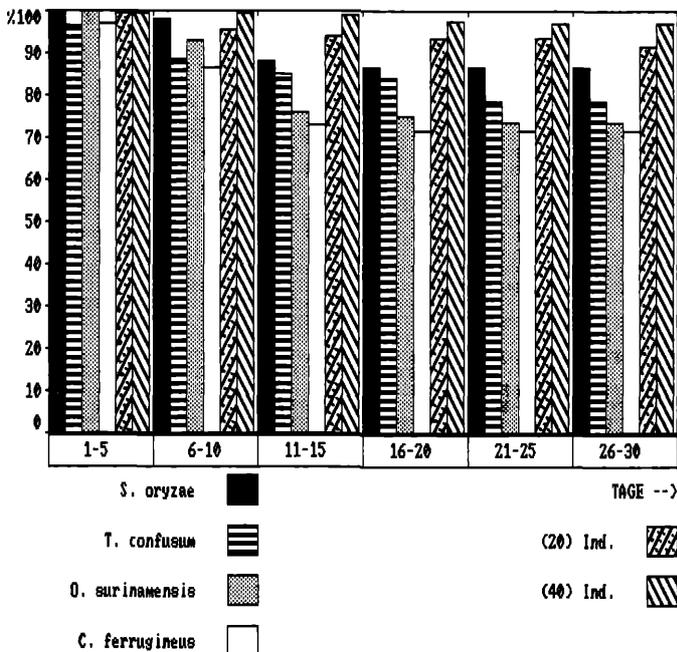


Abb. (2) Die Überlebensraten von *Sitophilus granarius* täglich (Durchschnitt aus jeweils 5 Tagen ab dem Zeitpunkt des Versuchsbeginns) in Einzelzucht und Gemischtzucht während eines Zeitraums von 30 Tagen gehaltener Käfer (die Käfer sind täglich umgesetzt worden).

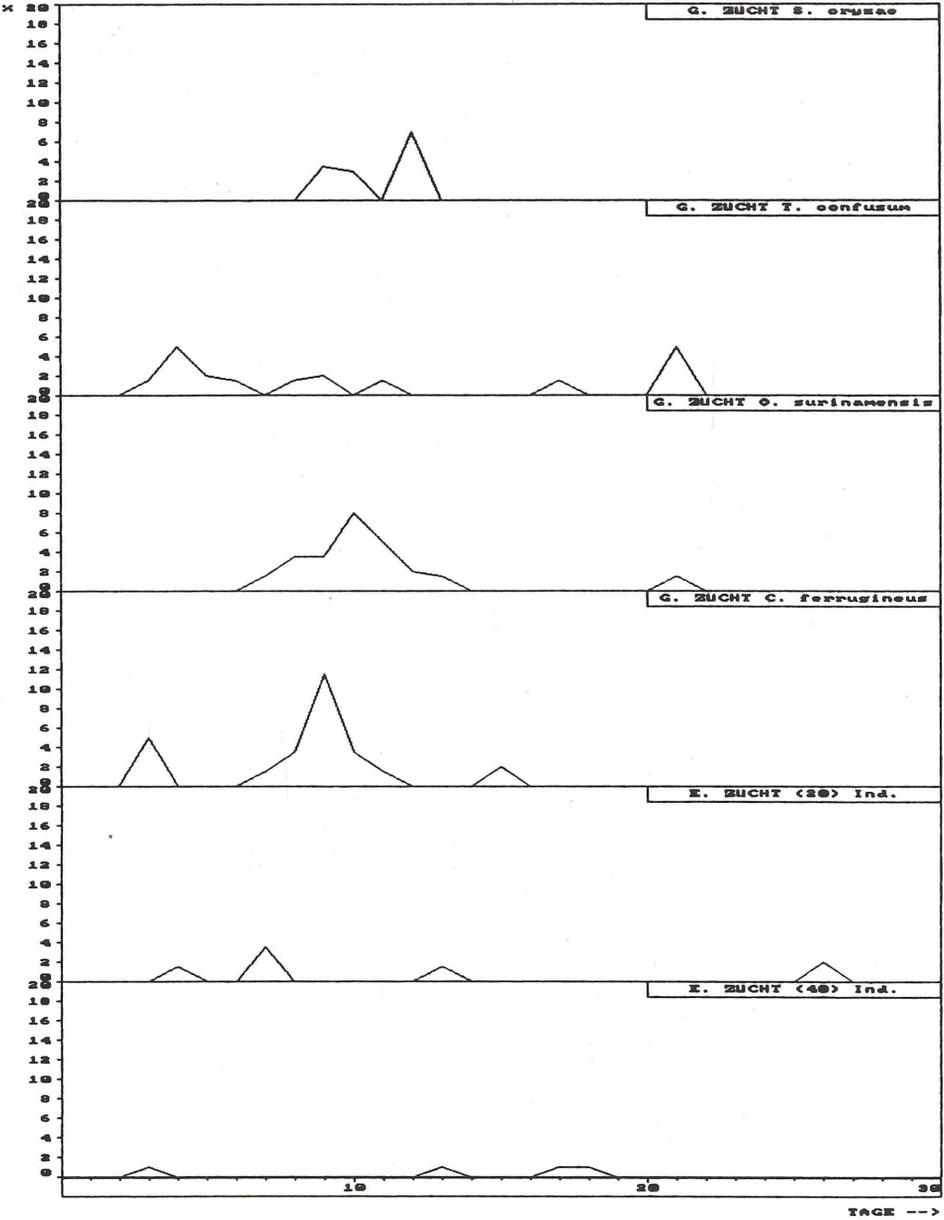


Abb. (3) Die tägliche Mortalität in % von *Sitophilus granarius* in Einzelzucht und Gemischtzucht während eines Zeitraums von 30 Tagen gehaltener Käfer (die Käfer sind täglich umgesetzt worden).

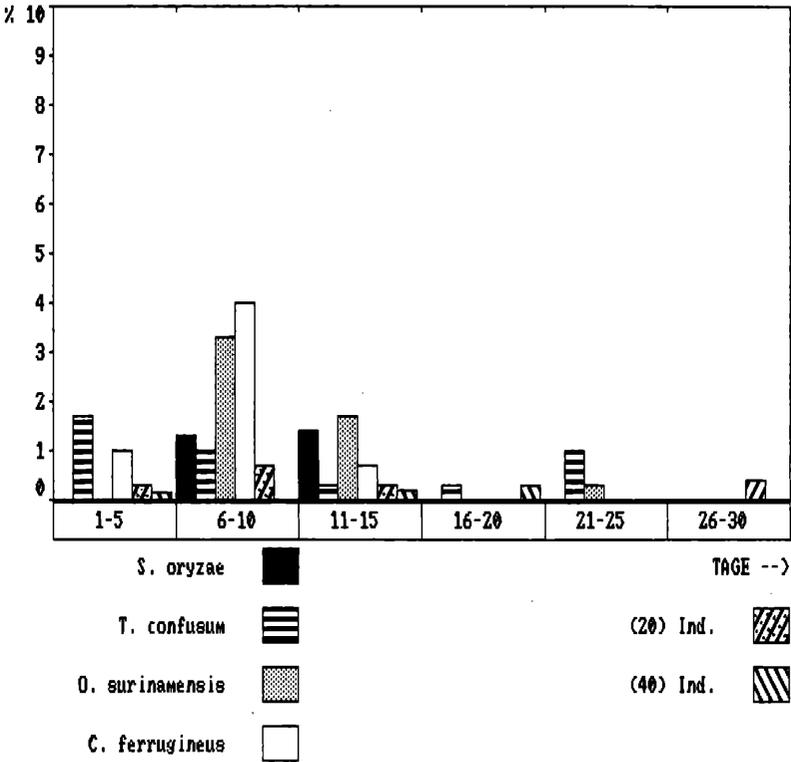


Abb. (4) Die tägliche Mortalität in % von *Sitophilus granarius* (Durchschnitt aus jeweils 5 Tagen ab dem Zeitpunkt des Versuchsbeginns) in Einzelzucht und Gemischtzucht während eines Zeitraums von 30 Tagen gehaltener Käfer (die Käfer sind täglich umgesetzt worden).

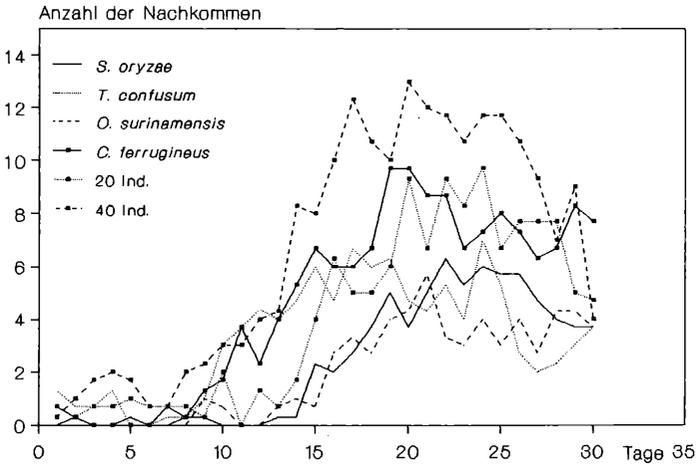


Abb. (5) Anzahl der Nachkommen von *Sitophilus granarius* in Einzelzucht und Gemischtzucht während eines Zeitraums von 30 Tagen gehaltener Käfer (die Käfer sind täglich umgesetzt worden).

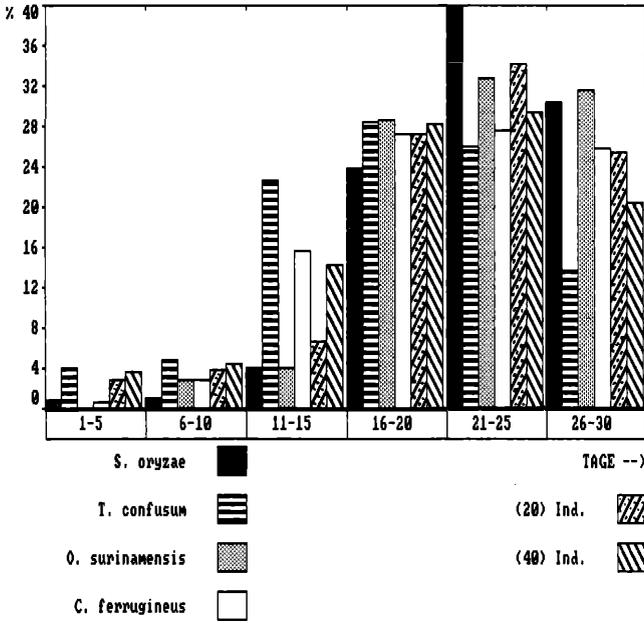


Abb. (6) Die Nachkommen in % von *Sitophilus granarius* während jeweils 5 Tagen ab dem Zeitpunkt des Versuchsbeginns in Einzelzucht und Gemischtzucht während eines Zeitraums von 30 Tagen gehaltener Käfer (die Käfer sind täglich umgesetzt worden).

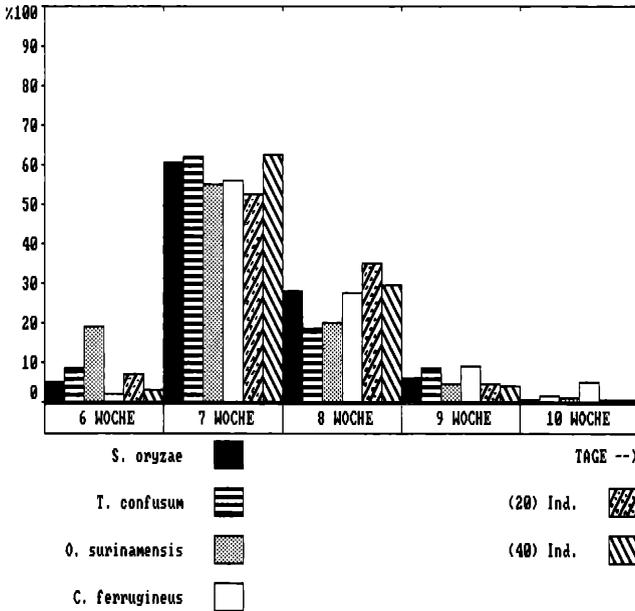


Abb. (7) Die geschlüpften Insekten (pro Woche) in % von *Sitophilus granarius* in Einzelzucht und Gemischtzucht während eines Zeitraums von 30 Tagen gehaltener Käfer (die Käfer sind täglich umgesetzt worden).

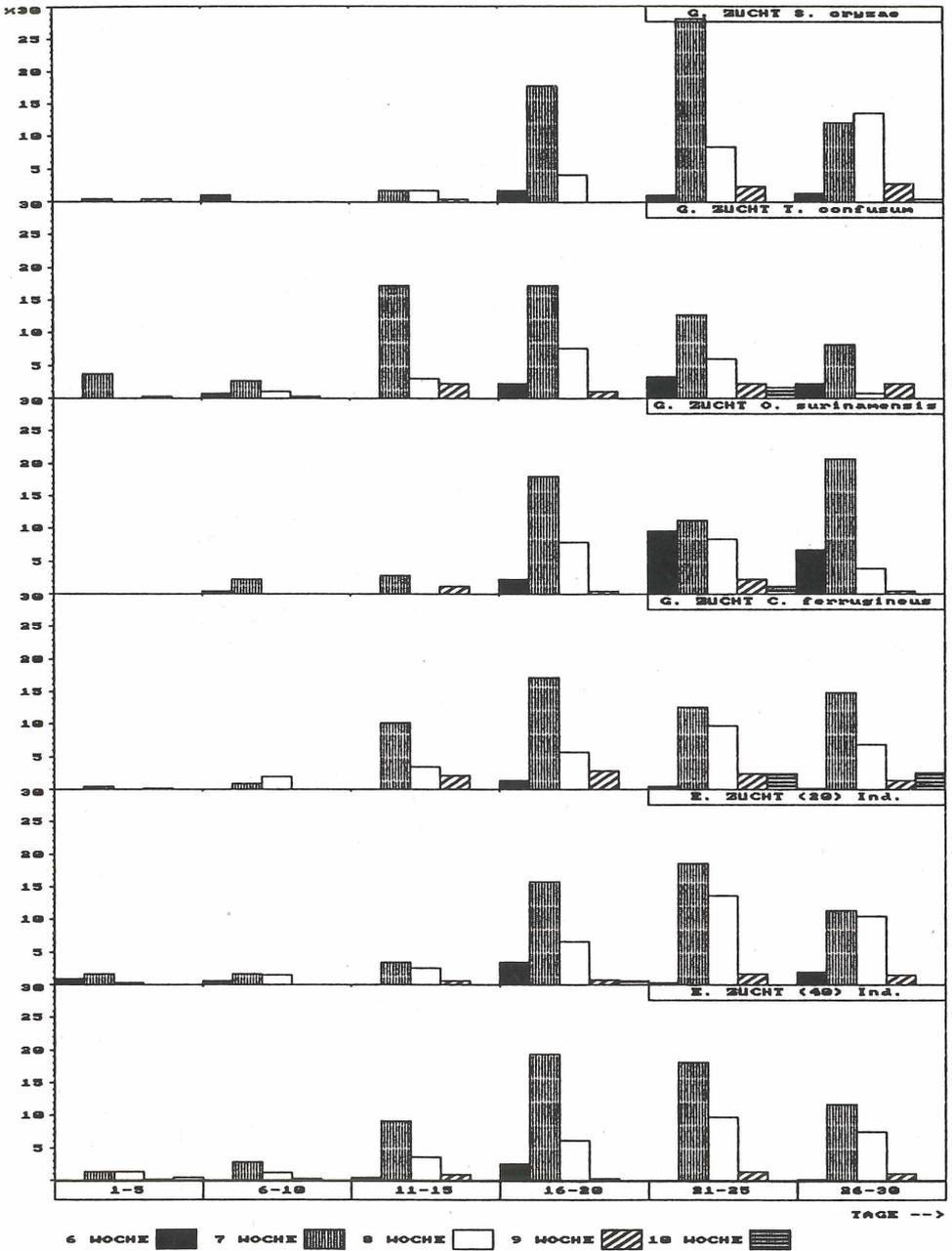


Abb. (8) Die geschlüpften Insekten (pro Woche) in % von *Sitophilus granarius* während jeweils 5 Tagen ab dem Zeitpunkt des Versuchsbeginns in Einzelzucht und Gemischtzucht während eines Zeitraums von 30 Tagen gehaltener Käfer (die Käfer sind täglich umgesetzt worden).

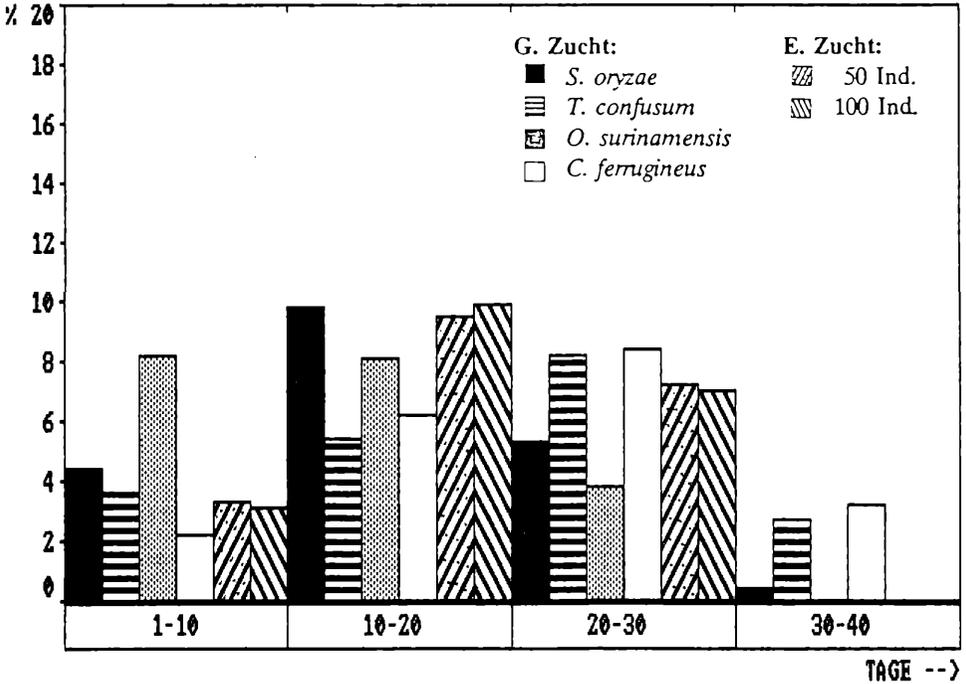


Abb. (9) Die Mortalität in % bezogen jeweils auf 2 Tage von *Sitophilus granarius* in Einzelzucht und Gemischtzucht unter Hungerbedingungen (Durchschnitt aus jeweils 10 Tagen).

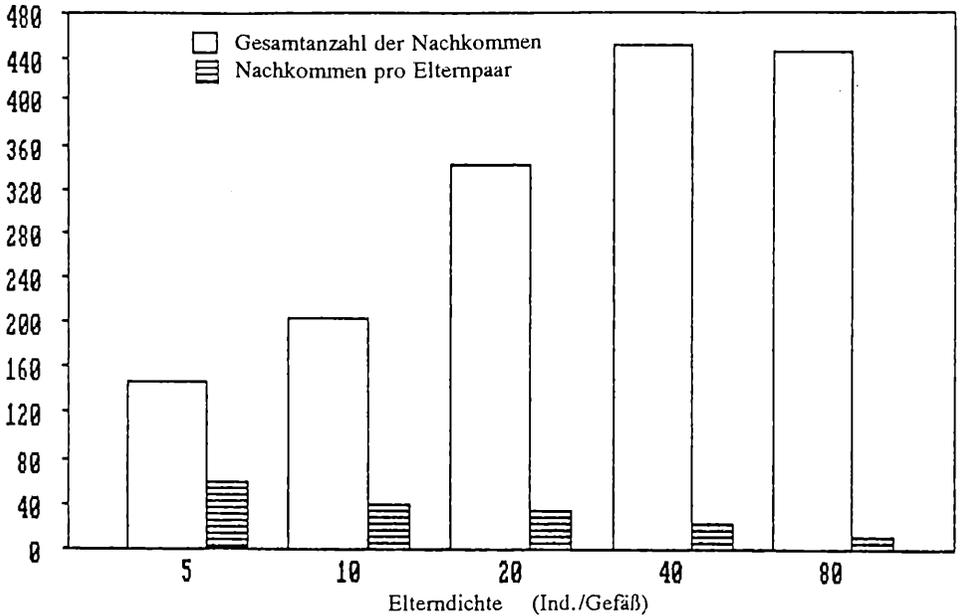


Abb. (10) Beziehung zwischen Elterndichte (Ind./Gefäß) und Zahl der geschlüpften Nachkommen pro Elternpaar bei *Sitophilus granarius*.

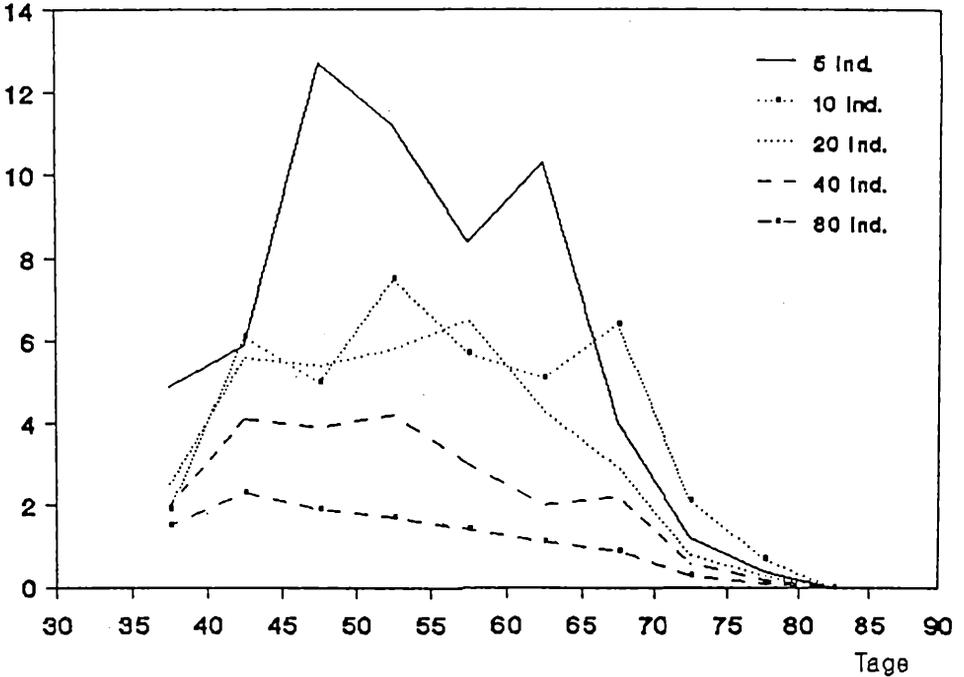


Abb. (11) Beziehung zwischen Elterndichte (Ind./Gefäß), Gesamtanzahl der Nachkommen und Nachkommen pro Elternpaar bei *Sitophilus granarius*.

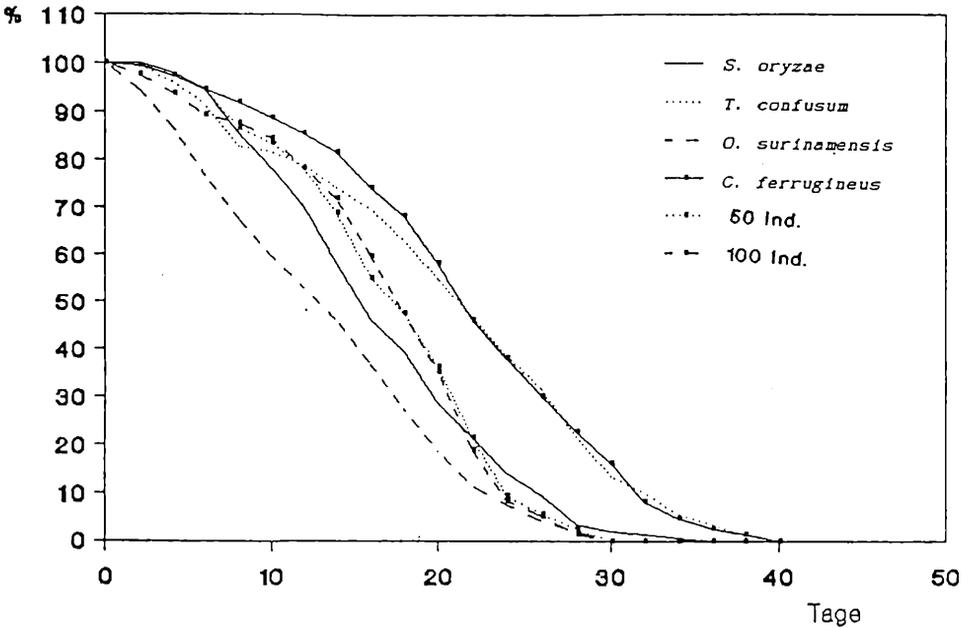


Abb. (12) Die Überlebensraten von *Sitophilus granarius* in Einzelzucht und Gemischtzucht unter Hungerbedingungen.

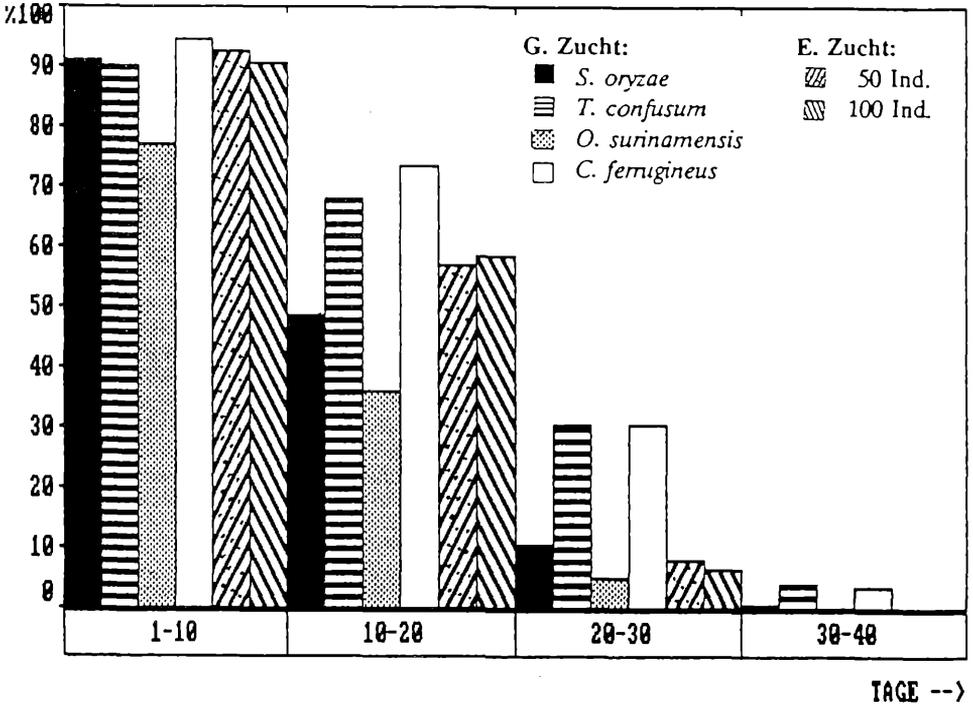


Abb. (13) Die Überlebensraten von *Sitophilus granarius* in Einzelzucht und Gemischtzucht unter Hungerbedingungen (Durchschnitt aus jeweils 10 Tagen).

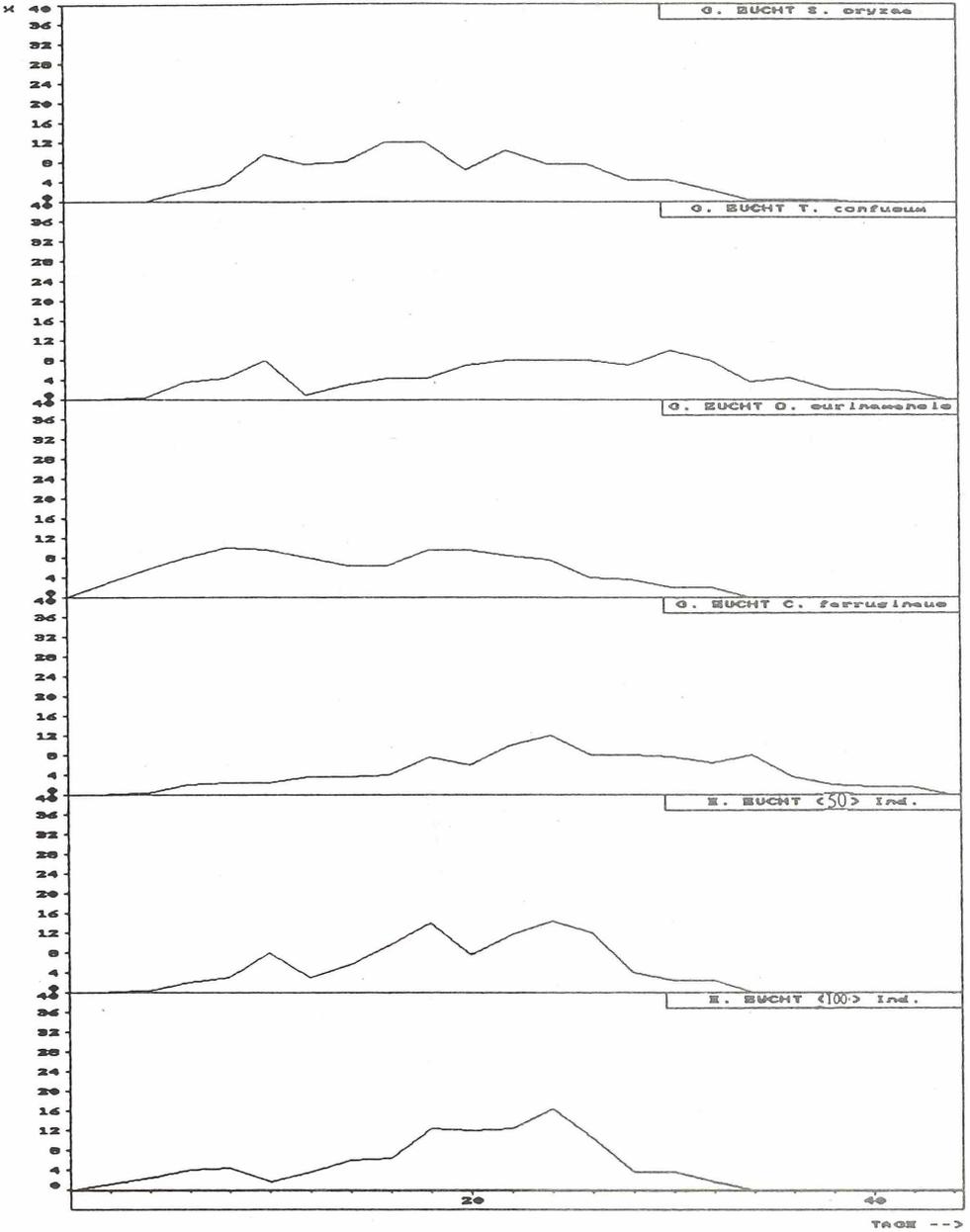


Abb. (14) Die Mortalität in % bezogen jeweils auf 2 Tage von *Sitophilus granarius* in Einzelzucht und Gemischtzucht unter Hungerbedingungen.

Literaturverzeichnis

- ANDERSEN, F. S. (1956): Effects of crowding in *Endrosis sarcitrella*. *Oikos*, 7:215–226.
- ANDERSEN, F. S. (1961): Effect of density on animal sex ratio. *Oikos*, 12:1–16.
- ANDERSEN, K. TH. (1937): Verh. Deutsche Gesellschaft für angew. Entomologie (zit. n. ANDERSEN, 1938).
- ANDERSEN, K. TH. (1938): Der Kornkäfer (*Calandra granaria* L.) Biologie und Bekämpfung. Verlag Paul Parey in Berlin.
- ASHBY, K. R. (1961): The population dynamics of *Cryptolestes ferrugineus* (STEPHENS) in flour and on Manitoba wheat. *Bull. Entomol. Res.*, 52:363–379.
- AYERTEY, J. N. (1979): The growth of single and mixed laboratory populations of *Sitophilus zeamais* (MOTSCHULSKY) and *Sitotroga cerealella* (OLIVER) on stored maize. *Res. Popul. Ecol.*, 21:1–11.
- BIRCH, L. C. (1948): The intrinsic rate of natural increase of an insect population. *J. Anim. Ecol.*, 17:15–26.
- CIESIELSKA, Z. (1972): Interspecific competition between populations of three species of *Coleoptera*: *Calandra granaria* (L.), *Oryzaephilus surinamensis* (L.) and *Rhizopertha dominica* (F.). *Ekol. pol.*, 20:287–297
- CIESIELSKA, Z. (1975): Studies of interspecific competition at early growth stages of a population of granary beetles (*Oryzaephilus surinamensis* L., *Sitophilus granarius* L., and *Rhizopertha dominica* F.). *Ekologia Polska*, 23, 1:163–183.
- COOMBS, C. W. and WOODROFFE, G. E. (1962): Some factors affecting mortality of eggs and newly emerged larvae of *Ptinus tectus* (BOIELDIEU) (*Col.*, *Ptinidae*). *J. Anim. Ecol.*, 31:471–480.
- COOMBS, C. W. and WOODROFFE, G. E. (1963a): An experimental demonstration of ecological succession in an insect population breeding in stored wheat. *J. Anim. Ecol.*, 32, 271–279.
- COOMBS, C. W. and WOODROFFE, G. E. (1963b): Interactions between the grain beetles *Sitophilus granarius* (L.) (*Curculionidae*) and *Ptinus tectus* (BOIELD.) (*Ptinidae*). *Ent. Mon. Mag.*, 99:36–38 (zit. n. AYERTEY, 1980).
- COOMBS, C. W. and WOODROFFE, G. E. (1965): Some factors affecting the longevity and oviposition of *Ptenus tectus* (BOIELD.) (*Coleoptera*, *Ptinidae*) which have relevance to succession among grain beetles. *J. stored Prod. Res.*, 1:111–127
- CROMBIE, A. C. (1944): On intraspecific and interspecific competition in larvae of gramivorous insects. *J. Exp. Biol.*, 20:135–151.
- CROMBIE, A. C. (1947): Interspecific competition. *J. Animal Ecol.*, 16:44–73.
- FAVA, A. and SPRINGHETTI, A. (1991): Egg distribution of *Sitophilus granarius* (L.) (*Col.*, *Curculionidae*) in *Triticum aestivum caryopses*. *Journal of Applied Entomology* 111,4:406–411.
- FUJII, K. (1975): A General Simulation Model for laboratory insect populations I. from cohort of eggs to adult emergences. *Res. Popul. Ecol.*, 17, 85–133.
- GÄL, A. (1973): Intra- und interspezifische Beziehungen bei Curculioniden an Rotklee. *Dissertation, Universität Gießen*.
- GOLEBIEWSKA, Z. (1969): The feeding and fecundity of *Sitophilus granarius* (L.), *Sitophilus oryzae* (L.) and *Rhizopertha dominica* (F.) in wheat grain. *J. stored Prod. Res.*, 5:143–155.
- GRAF, A. (1978): Wanderungen im Vorkommen und Auftreten von Vorratsschädlingen. *Mittl. f. d. Schweiz. Landw.* 26, 100–107

- HEINZE, K. (1983): Leitfaden der Schädlingsbekämpfung Bd. IV, Vorrats- und Materialschädlinge (Vorratsschutz). *Wissenschaftl. Verlagsges.m.b.H. Stuttgart*.
- HOWE, R. W. and HOLE, B. D. (1967): The yield of cultures of *Sitophilus granarius* at 25°C and 70 percent relative humidity with some observations on rates of ovipositions and development. *J. stored Prod. Res.*, 2:257–272.
- INOUE, N. and LERNER, I. M. (1965): Competition between *Tribolium Species (Coleoptera: Tenebrionidae)* on Several Diets. *Journal of stored products Research*, 1:185–191.
- KHAN, M. A. (1983): Effect of relative humidity on adults of 10 different species of stored product beetles. *Z. ang. Ent.*, 95:217–227
- KLOMP, H. (1964): Intraspecific competition and the regulation of the insects numbers. *Ann. Rev. Ent.*, 9:17–40.
- LEFKOVITCH, L. P. (1957): The biology of *Cryptolestes ugandae* (STEEL & HOWE) (*Coleoptera: Cucujidae*), a pest of stored products in Africa. *Zool. Soc. London, Proc.*, 128:419–429.
- LEFKOVITCH, L. P. (1962): Food quantity and density effects in pre-adult *Cryptolestes turcicus* (GROUVELLE) (*Coleoptera: Cucujidae*). *Proc. Zool. Soc. Lond.*, 138:37–47
- LEFKOVITCH, L. P. (1968): Interaction between four species of beetles in wheat and wheat-feed. *J. stored Prod. Res.*, 4,1:1–8.
- LEFKOVITCH, L. P. and MILNES, R. H. (1963): Interaction of two species of *Cryptolestes (Coleoptera: Cucujidae)*. *Bull. Ent. Res.*, 54:107–112.
- LONGSTAFF, B. C. (1981): Density-dependent fecundity in *Sitophilus oryzae* (L.) (*Coleoptera: Curculionidae*). *Journal of stored products Research*, 17,2:73–76.
- MACLAGAN, D. S. (1932): The effect of population density upon the rate of reproduction with special reference to insects. *Proc. Roy. Soc., London, B*, 111:437–454.
- MACLAGAN, D. S. and DUNN, E. (1936): The experimental analysis of the growth of an insect population. *Proc. Roy. Soc., Edinburgh*, 55:126–139.
- MERTZ, D. B. and ROBERTSON, J. R. (1970): Some developmental consequences of handling, egg eating, and population density for flour beetle larvae. *Ecology*, 51:989–998.
- PARK, T. (1948): Experimental studies of interspecies competition. I. Competition between populations of the Flour Beetles, *Tribolium confusum*. (DUVAL) and *Tribolium castaneum* (HERBST). *Ecol. Monogr.*, 18:265–308.
- PARK, T. (1954): Experimental studies of interspecies competition. II. Temperature, humidity, and competition in two species of *Tribolium*. *Physiol. Zool.*, 27:177–238.
- PARK, T. (1957): Experimental studies of interspecies competition. III. Relation of initial species proportion to competitive outcome in populations of *Tribolium*. *Physiol. Zool.*, 30:22–40.
- PARK, T., GREGG, E. V. and LUTHERMAN, C. Z. (1941): Studies in population physiology. X. Interspecific competition in population of granary beetles. *Physiol. Zool.*, 14:395–430.
- PINGALE, S. V. and GIRISH, G. K. (1967): Role of density on the multiplication of stored grain insect pests. *Bull. Grain Technol.*, 5,1: 12–20 (Abstract).
- SANDNER, H. (1959): Untersuchungen über den Einfluß einiger biotischer Faktoren auf die Populationsentwicklung von *Calandra granaria* (L.) und *Sitophilus oryzae* (L.) *Ontogeny of Insects-Acta Symp. Evol. Insect. Praha*: 321–324 (Abstract).
- SANDNER, H. (1961): Studies on the effect of the population density of some pests of stored grain on their reproduction. *Bull. ent. Pologne (B)*, 7:71–77 (Abstract).

- SHAHEN, A. A. (1982): Intra- und interspezifische Konkurrenz zwischen synanthropen Fliegen (*Diptera: Muscidae, Calliphoridae*). *Dissertation, Universität Gießen*.
- SINHA, S. P. (1982): Effect of initial population density on the population behaviour of rice weevil, *Sitophilus oryzae* (L.) in rice. *Uttar Pradesh Journal of Zoology*, 2, 2:67–71.
- STEIN, W. (1986): Vorratsschädlinge und Hausungeziefer. Biologie, Ökologie, Gegenmaßnahmen. *Stuttgart, Ulmer*.
- SWATONEK, F. (1975): Untersuchungen zur Biologie des Kornkäfers, *Sitophilus granarius* (L.) I. und II. Teil. *Bodenkultur*, 26:278–290 und 379–398.
- TITSCHACK, E. (1937): Experimentelle Untersuchungen über die Einflüsse der Massenzucht auf das Einzeltier, *Z. angew. Entomol.*, 23:1–64.
- TRIPATHI, R. L. AND HODSON, A. C. (1981): Factors responsible for the competitive superiority of the rice weevil, *Sitophilus oryzae* (L.) over the granary weevil, *Sitophilus granarius* (L.) *Indian Journal of Entomology*, 43,1:1–11.
- WATT, K. E. F. (1960): The effect of population density on fecundity in insects. *The Canadian Entomologist*: 674–695.
- (Manuskript eingelangt am 28. Jänner 1994)

Buchbesprechungen / Book reviews

Seedborne Diseases and Seed Health Testing of Wheat

S. B. MATHUR und B. M. CUNFER

(Samenbürtige Krankheiten und Saatgut-Gesundheitstestung von Weizen.)

168 Seiten, über 100 Abb. (77 in Farbe) und zahlreiche graphische Darstellungen, Preis: US-Dollar 45,-.

Institut für Samenpathologie, Hellerup, Kopenhagen, Dänemark, 1993

Das Hauptziel des Buches ist deutlich konzipiert: makroskopische und mikroskopische Diagnose von samenbürtigen Weizenkrankheiten an Hand von Krankheitssymptomen an verschiedenen Pflanzenentwicklungsstadien (Keimling, Blatt, Stengel, Ähre) und Befalls- bzw. Krankheitssymptome an den Samenkörnern sowie analytische und differenzierende Untersuchung der Pathogene. Letztere wird zum Teil durch sehr detaillierte rezeptive Methodendarstellungen unterstützt.

Es werden 15 pilzliche, 8 bakterielle und 2 viröse Krankheiten und eine durch das Weizen-gallenälchen (*Anguina tritici*) verursachte Kornschädigung behandelt. Die Beschreibung der einzelnen Krankheiten folgt etwa folgendem Schema: Beschreibung zur Identifizierung des Erregers im Hinblick auf eine mikroskopische Nachweisführung, regionale Bedeutung der Krankheit aus weltweiter Sicht, ökonomische Bedeutung der Krankheit, krankheitsfördernde bzw. epidemiologische Faktoren, Symptome der Krankheit in verschiedenen Pflanzenentwicklungsstadien, Krankheitszyklus, Symptome an befallenen Samenkörnern, methodische Anleitungen zur Gesundheitstestung des Saatgutes und schließlich kurze Hinweise zur Verhütung der Krankheit durch Kulturmaßnahmen, durch Saatgutertifizierung sowie durch Saatgutbeizung bzw. durch fungizide Applikationen. Jede dieser spezifischen Vorstellungen der einzelnen Krankheiten wird durch weiterführende unterstützende Literaturzitate ergänzt. Zur Konkretisierung der vorgestellten Krankheiten werden unter Bedachtnahme auf die Aktualität aus österreichischer Sicht folgende Krankheiten namentlich genannt: Brandkrankheiten, Fusarium-, Septoria- und Helminthosporium-Saatgutverseuchung, bakterielle Schwarzspeligkeit und Gallenälchen (Radekörner).

Die einzelnen Beiträge sind von unterschiedlicher Ausführlichkeit und mit unterschiedlicher Bildqualität ausgestattet, was die Erklärung wohl darin findet, daß die einzelnen Beiträge individuell von speziellen internationalen Experten entwickelt wurden. Bedauerlicherweise fehlen bei einzelnen Bakteriosen Bilddarstellungen zur präzisen Symptomdifferenzierung. Ebenso fehlen Normen und Grenzwerte für die Saatgutertifizierung, was ebenfalls bedauerlich ist, weil hier der Herausgeber des Buches (aus dem EG-Land Dänemark) durch die Aufnahme der EG-Normen zumindest einen Ansatzpunkt für einen weltweit wirksamen Entwicklungsfortschritt im Sinne einer weltweiten Vereinheitlichung in der Saatgutbewertung hätte nutzen können. Auch die Angaben betreffend chemische Bekämpfung (Beizung, Bestandesbehandlung) vermitteln aus österreichischer Sicht teils einen historischen Eindruck. Das Hauptgewicht der analytischen Anleitungen beschränkt sich – wie im Vorwort erklärt – auf solche Methoden, die auch in Entwicklungsländern angewendet werden können. In diesem Sinne verdienen die im Anhang aufgenommenen rezeptierten Differentialmedien einer besonderen Hervorhebung.

Dieses Buch geht über eine methodische Anleitung zur Saatgutgesundheitstestung weit hinaus, schließt über das Saatgut sehr ausführlich Strategien des integrierten Pflanzenschutzes ein, wodurch die bekannte Aussage, das Saatgut sei die Grundlage des Pflanzenbaues, voll bestätigt wird. In diesem Sinne wird dieses Buch nicht nur in Saatgutuntersuchungslaboratorien und im nationalen und internationalen Saatguthandel, sondern auch aus dem Fachgebiet der Phytopathologie in Lern-, Lehr-, Forschungs-, Kontroll- und Beratungsdisziplinen eine weltweite Benutzerschicht finden.

B. Zwatz

Krankheiten und Schädlinge des Getreides

A. OBST und V. H. PAUL

184 Seiten, 298 Farbabbildungen, Preis: DM 98,-
Verlag Th. Mann, Gelsenkirchen-Buer, 1993

Für den Rezensenten ist es eine besonders angenehme Aufgabe, jenes Buch zu rezensieren, das er durch die ständigen Kontakte und Diskussionen mit dem Autor praktisch schon im „Werden“ gewissermaßen miterleben konnte. Ebenso sind dem Rezensenten viele Fachformulierungen und Autor-spezifische Ausdrücke sowie viele Abbildungen aus Vorträgen des Autors gegenwärtig. Umso mehr ist es hervorzuheben, daß es dem Autor Dr. A. Obst und dem Mitverfasser V. H. Paul gelungen ist, ein Werk über Krankheiten und Schädlinge des Getreides zu verfassen, dem infolge seiner vielen, teils neuartigen und detaillierten Abbildungen sowie der prägnanten und übersichtlich gegliederten Texte auch von Fachkollegen höchster Respekt und beste Anerkennung gebührt.

Der Autor Dr. A. Obst ist unermüdlich und jederzeit im Einsatz mit seiner Photoausrüstung am Feld und in der Sammlung von Pflanzenproben, von Krankheits- und Schädlingsproben für Detail- und Nahaufnahmen und für mikroskopische Aufnahmen in seinem Photolabor im Keller seines Einfamilienhauses in München in Nacht- und Wochenendarbeit – sein Beruf ist sein Hobby.

Der Respekt gilt ganz besonders auch der sehr instruktiven und neuartigen Darstellung der Entwicklungszyklen vieler Krankheitserreger und der Lebenszyklen vieler Schädlinge, weil auf diese Weise schon illustrativ Schlüsselpunkte und Schaltstellen für den Zugriff integrierter Pflanzenschutzmaßnahmen vorgelegt werden und die Autoren auch dadurch dem vorgegebenen Ziel des Buches – wie im Vorwort ausgeführt – entsprechen: Vertiefung der Kenntnisse über Getreidekrankheiten und Getreideschädlinge zur verbesserten und erweiterten Realisierung des integrierten Pflanzenschutzes.

Die Gliederung des Fachgebietes folgt grundsätzlich einer weitgehend üblichen Einteilung: Im ersten Abschnitt unter „Parasitäre Krankheiten“ werden 32 Pilzkrankheiten, 1 Bakteriose (Bakterielle Spelzenfäule) und 3 Virose (Gelbverzwergung, Gelbmosaik und Weizenmosaik) behandelt. Dabei ist besonders erwähnenswert, daß die einzelnen Krankheiten nicht etwa nur mit einem einzigen Bild, sondern mit in der Regel einer Reihe von Bildern belegt sind, die den Krankheitsverlauf in verschiedenen Stadien darstellen und dadurch eine wesentliche Sicherung der richtigen Diagnose – mit freiem Auge – unterstützen. Im Text werden der Erreger (inklusive mikroskopischer Merkmale), das Schadbild unter Hinweis auf Verwechslungsmöglichkeiten, die Biologie und wichtige Daten der Epidemiologie (befallsfördernde Faktoren und Kardinalwerte für Temperatur und Feuchtigkeit) sowie die Schadensvorbeuge (ackerbauliche Maßnahmen und Düngungsmaßnahmen und Sortenwahl aufgrund der Krankheitsanfälligkeit) behandelt. Weiters folgen Angaben über Schadensschwellen als Basis für Entscheidungshilfen für eventuelle chemische Bekämpfungsmaßnahmen.

Im Abschnitt „Tierische Schaderreger“ werden 23 Schädlinge (Nematoden, Blattläuse, Thripse, Käfer, Schmetterlinge, Pflanzenwespen, Mücken, Fliegen sowie Käfer als Vorratschädlinge) und schließlich Nützlinge (Marienkäfer, Schwebfliegen, Florfliegen und Blattlauswespen) behandelt. Auch in diesem Abschnitt sind im Sinne einer Diagnosehilfe verschiedene wichtige Entwicklungsstadien und Unterscheidungsmerkmale der Schädlinge sowie prägnante Schadenssymptome an befallenem Pflanzenmaterial unter Hinweis auf ähnliche Schadenssymptome (Verwechslungsmöglichkeiten) dargestellt.

Im Abschnitt „Nichtparasitäre Krankheiten“ werden mit Unterstützung übersichtlicher Texte und guter Bilddokumentation folgende Schadensursachen behandelt: Magnesium-Mangel, Mangan-Mangel und -Überschuß, Kupfer-Mangel und -Überschuß, Frost- und Kälteschäden, Aufplatzen der Körner und Hagelschädigungen.

Spezialliteratur und eine Auswahl „Allgemeinliteratur“ im Anschluß an jeden einzelnen Schadenserreger bzw. jede einzelne Schadensursache erlauben, falls z. B. für Forschung und Beratung erforderlich, eine tiefere und weiterführende Information.

Zusätzliche aktuelle Informationen im Sinne von integrativen einzelbetrieblichen Entscheidungen sind auch über die jeweils zum Anbau gelangenden Sorten (Krankheitsanfälligkeit, Ertragsleistung, Qualitätseigenschaften) und über die eventuell zum Einsatz vorgesehenen Pflanzenschutzmittel (Fungizide, Insektizide) erforderlich.

Dieses sehr eindrucksvolle Buch wird infolge der praxis- und beratungsgerechten Auswahl der im Getreidebau auftretenden Schadenserreger, infolge seiner klaren Textierung sowie – und das verdient nochmals hervorgehoben zu werden – aufgrund seiner differenzierten Illustration zur makroskopischen Diagnostik einen sehr breiten Benutzerkreis ansprechen und – dem Wunsch des Verlages entsprechend – zu einer weiteren Vertiefung des integrierten Pflanzenschutzes und des Umweltschutzes beitragen.

B. Zwatz

Der wohnliche Garten

DAVID STEVENS

Wege, Zäune, Terrassen, Rankgerüste, Wasserbecken und vieles mehr

96 Seiten, 100 Farbfotos, 40 farbige und 20 s/w Zeichnungen, Format 23,7 x 24,9 cm, Preis: DM 36,-

BLV Verlagsgesellschaft mbH München–Wien–Zürich.

Das vorangestellte Motto „weniger ist oft mehr“ gilt gerade auch für Gärten. Um einen Garten wohnlich zu gestalten, so daß der Garten das ganze Jahr über ansprechend wirkt, ohne daß es der übermäßigen Pflege bedarf, kann man jetzt in dem bei BLV erschienenen Buch „Der wohnliche Garten“ nachlesen. Durch sorgfältige Planung wird aus einem kunterbunten Allerlei ein geordnetes Ganzes.

Das Buch enthält praktische Tips und Ideen zum Nachahmen für die Einrichtung und Bepflanzung des Gartens. Mit Hilfe schöner Fotos sowie vieler Grafiken wird Schritt für Schritt vorgestellt, wie man einen Weg pflastert, stabile Rankgerüste oder eine Gartenlaube errichtet, wie man zum Beispiel auch Teiche anlegt oder wie man selbst Gartenmöbel bauen kann.

David Stevens ist ein bekannter englischer Gartenarchitekt, der schon viele städtische und ländliche Gärten gestaltet hat. Mit diesem Buch bringt er für den Hobbygärtner gute Vorschläge und überzeugende Ideen, die dem Freizeitgärtner zu einem durch Klarheit und ruhige Schönheit bestehenden Garten verhelfen.

G. Bedlan

Krankheiten, Schädlinge und Nützlinge im Eiweiß- und Ölpflanzenbau

BERGER, H.; CATE, P.; SCHÖNBECK, H.; WODICKA, B.; ZWATZ, B.

2. Auflage 1993. 176 Seiten, 99 Farbbilder, 6 Grafiken, 1 Farbgrafik und 1 Tabelle

Preis: S 198,-, DM 28,-, sfr 29,20

Die vorliegende Beratungsschrift aus der Broschürenreihe der Bundesanstalt für Pflanzenschutz trägt dem verstärkten Anbau von Öl- und Eiweißpflanzen Rechnung. Neben pflanzenbaulichen Hinweisen werden Bienenschutz, Nützlinge, integrierter Pflanzenbau und Pflanzenschutz sowie das Auftreten von Nematoden behandelt.

Diese 2. Auflage wurde wesentlich erweitert und überarbeitet. Neu aufgenommen wurden Entwicklungsstadien von Raps, Sonnenblume, Ackerbohne und Erbse, die Weißfleckigkeit des Raps, Rapswelke, Anthraknose, bakterielle Pustelkrankheit und Wildfeuer an Sojabohne sowie Diaporthe-Krankheit und Verticilliumwelke der Sonnenblume. Viele neue Abbildungen ergänzen die Beschreibungen der Schadbilder.

Diese Beratungsschrift der Bundesanstalt für Pflanzenschutz zeigt dem Landwirt, aber auch Schülern und Studenten, die wichtigsten Krankheiten und Schädlinge an Öl- und Eiweißpflanzen in Wort und Bild und stellt somit ein wichtiges Beratungsmedium dar.

G. Bedlan

Die schönsten Trockenblumen

ALEX MCMORMICK

Sträuße, Arrangements, Design

142 Seiten, Format 21,5 x 27 cm, 70 Farbfotos, Preis: DM 49,80

BLV Verlagsgesellschaft München–Wien–Zürich

Zu Beginn des Buches erhält der Leser eine Einführung zum Umgang mit Trockenblumen. Materialien und Techniken werden vorgestellt. Anschließend werden 60 Sträuße und Arrangements für jeden Anlaß (Weihnachten, Hochzeit, Geburtstag), für jede Jahreszeit und für die verschiedenen Plätze im Haus (Sideboard, Kaminsims, Eßplatz, Badezimmer, Säulen und Bodenvasen, etc.) vorgestellt. In Wort und Bild werden Schritt für Schritt die einzelnen Techniken erklärt: wie man Blumen, Blätter und Früchte anordnet, wie man Sträuße bindet und Arrangements gestaltet und welche Farben am besten kombiniert werden können. Dabei werden einige Tips und Tricks verraten, die es jedem – Anfänger und Fortgeschrittenen – leicht machen, ebenso professionelle Gestecke anzufertigen wie die Floristen. Der Attraktivität des Themas angemessen, ist dieser Band mit großformatigen Farbfotos ausgestattet, die jedes Arrangement in seiner Umgebung zeigen.

Der BLV Verlag trägt dem Trend Rechnung, daß Trockenblumen längst keine Notlösung als Blumenschmuck für den Winter sind. Sie gehören seit geraumer Zeit einfach zum Wohnen dazu. Trockenblumen erfreuen sich immer größerer Beliebtheit und dieses Buch gibt hierzu ausgezeichnete Ratschläge.

G. Bedlan

Krankheiten, Schädlinge und Nützlinge im Obstbau

HOLZER, U.; POLESNY, F.; BLÜMEL, S.; FISCHER-COLBRIE, P.; VUKOVITS, G.

3. Auflage 1993. 192 Seiten, 138 Farbbilder und 1 Grafik. Preis: S 198,-, DM 28,-, sfr 29,20

Diese nun bereits in der 3. Auflage vorliegende Beratungsschrift zeigt in zahlreichen farbigen Abbildungen die wichtigsten Obstkrankheiten und -schädlinge. Deren Erkennung, Schadbild an Pflanze und Frucht, Bedeutung für den Obstbau und Biologie werden ausführlich beschrieben.

Warndienstmethoden, kulturtechnische und biologische Gegenmaßnahmen, sowie die Förderung von Nützlingen sind selbstverständlicher Bestandteil dieser Broschüre.

Diese 3. Auflage wurde wesentlich erweitert und überarbeitet. So wurde der Abschnitt über die Obstkrankheiten völlig neu gefaßt und so bedeutende Krankheiten wie Obstbaumkrebs, Marillenblattbräune, Phytophthora-Rhizomfäule und Rote Wurzelfäule der Erdbeere und einige mehr erstmals in die Beratungsschrift aufgenommen. Viele neue Abbildungen ergänzen die Beschreibungen der Schadbilder.

Neu sind auch Hinweise auf anfällige Sorten gegenüber Krankheitserregern.

So wie bisher wird auch diese Neuauflage von Praxis und Schulung sicher gerne verwendet werden.

G. Bedlan

Krankheiten, Schädlinge und Nützlinge im Getreide- und Maisbau

ZWATZ, CATE, BERGER, SCHÖNBECK

2. Auflage 1992, 176 Seiten, 73 farbige Darstellungen, 7 Tabellen, 8 Grafiken, 1 Farbgrafik, broschiert, Preis: S 148,-, sfr 17,80, DM 19,80

J & V Edition Wien Dachs-Verlag Ges.m.b.H., Anschützgasse 1, 1153 Wien

Fachbuchreihe Pflanzenschutz, herausgegeben von der Bundesanstalt für Pflanzenschutz in Wien

ISBN 3-224-16424-7

Es werden Krankheiten und Schädlinge an Getreide und Mais, deren Erkennung, Schadbild, Bedeutung, Biologie und Gegenmaßnahmen, sowie einsetzbare Nützlinge beschrieben. Weiters werden Entscheidungsgrundlagen für Bekämpfungsmaßnahmen, Saatgutbehandlung, biologische und integrierte Maßnahmen, Resistenzzüchtung, Schadensschwellen sowie Warndienst und Prognosewesen ausführlich erörtert. Fruchtfolgeschemata, Krankheitsverlaufskurven, Grafiken über Entwicklungsstadien von Getreide und Mais sowie schematische Befallsbilder als Grundlage für die Bekämpfungsentscheidung ergänzen dieses Buch.

Es werden 33 der wichtigsten Krankheiten und 24 der wichtigsten Schädlinge im Getreide- und Maisbau beschrieben. Die ausführlichen Beschreibungen gliedern sich in: Schaden, Krankheitserreger bzw. Schädling und dessen Lebensweise und Bekämpfung.

Diese Beratungsschrift ist ein wichtiges Nachschlagewerk für Berater, Landwirte und Studenten. Sie ist ebenfalls unentbehrlich in der landwirtschaftlichen Ausbildung.

G. Bedlan

Populationsbiologie der Pflanzen

KRYSZYNA M. URBANSKA

Grundlagen – Probleme – Perspektiven

374 Seiten, Format 12 x 18,5 cm, 105 Abbildungen, 57 Tabellen, kartoniert, Preis: DM 39,80,-

Gustav Fischer Verlag

ISBN 3-8252-1631-4

Populationsbiologie allgemein und Populationsbiologie der Pflanzen im besonderen haben sich in den letzten zwei Jahrzehnten stark entwickelt. In diesem Band werden erstmals alle populationsbiologisch relevanten Konzepte klar definiert.

Erkenntnisse aus der Populationsbiologie der Pflanzen können wesentlich dazu beitragen, wissenschaftlich fundierte Lösungen für aktuelle Umweltprobleme zu finden, beispielsweise bei der Renaturierung von Ökosystemen, bei demographischen Untersuchungen und im integrierten Naturschutz.

Auch die wachsende Bedeutung der Populationsbiologie für die Lösung von Umweltproblemen wird gebührend berücksichtigt. Der Schwerpunkt liegt auf der Biologie ein- und zweikeimblättriger Pflanzen. Dieses grundlegende Lehrbuch vermittelt einem breiten Interessentenkreis den aktuellen Stand der Kenntnisse über die Populationsbiologie der Pflanzen. Aufgrund seiner betont didaktischen Ausrichtung stellt dieses Werk ein wichtiges Hilfsmittel für Studierende und Lehrende der Biowissenschaften dar.

G. Bedlan

Krankheiten an gelagertem Obst und Gemüse sowie Nachernteschäden

BEDLAN, HOLZER

192 Seiten, 122 Farbbilder und 4 Tabellen

1. Auflage 1993, broschiert, S 198,-, sfr 25,-, DM 28,-.

J & V Edition Wien, Dachs-Verlag Ges.m.b.H.

Fachbuchreihe Pflanzenschutz, herausgegeben von der Bundesanstalt für Pflanzenschutz in Wien

ISBN 3-224-1-6434-4

In dieser Beratungsschrift werden die häufigsten Krankheiten, nichtparasitäre Schäden, mögliche Nachernteschäden und deren Bedeutung der wichtigsten heimischen Obst- und Gemüsearten beschrieben. Unterstützt werden die Texte, in denen ausführlich auf die Schadbilder, die Biologie der Krankheitserreger und die möglichen Gegenmaßnahmen eingegangen wird, durch zahlreiche Farbbildungen, die das Erkennen der Schädigungen in der Praxis wesentlich erleichtern. Ferner findet man zu den beschriebenen Arten auch nützliche Hinweise über ihre Herkunft, Kultur und Verwendung.

Weiters informieren die Autoren über professionelle Lagerungsarten wie z. B. in CA-Lagern, Frischluftlagern, in Erd- und Sandmieten oder bei RCA-, LO- oder LE-Lagerung, aber auch über Lagerungsmöglichkeiten im Haushalt. Zusätzlich findet man Angaben zur möglichen Lagerungsdauer der einzelnen Gemüse- und Obstarten unter idealen Bedingungen.

Diese Beratungsschrift wendet sich vor allem an Erwerbsgärtner, Obst- und Gemüsebauern und Berater, aber auch Hobby- und Kleingärtner sowie Auszubildende an landwirtschaftlichen Fachschulen und Universitäten werden in dieser Beratungsschrift nützliche Hinweise finden.

A. Plenk

Gehölkunde

HORST BARTELS

336 Seiten, 95 Zeichnungen, DM 32,80.

UTB 1720

Eugen Ulmer Verlag

ISBN 3-8252-1720-5

In der Taschenbuchreihe UTB für Wissenschaft ist für die Fachrichtung Forstwissenschaften – Botanik – Landespflege ein neuer Band mit dem Titel „Gehölkunde – Einführung in die Dendrologie“ erschienen. Das von Prof. H. Bartels verfaßte Werk bietet eine grundlegende Einführung in die Gehölkunde und eine botanisch umfassende Darstellung aller wichtigen Laub- und Nadelgehölze. Das Buch ist in zwei übersichtlich gestaltete Teile gegliedert. Der erste stellt die Gehölzgattungen an Hand von Beispielarten vor. So findet man Informationen über den Namen, die Gestalt, die Knospen, die Blätter, die Rinde, das Holz, die Blüten, Zapfen/Früchte, Samen und Sämlinge, die Chromosomenzahl, den Standort und die Verbreitung, die Verwendung und zur Systematik. Unterstützt werden diese Angaben durch übersichtliche Zeichnungen. Im zweiten Teil werden die dendrologischen Begriffe von A wie Ableger bis Z wie zygomorph eingehend erläutert.

Mit diesem Buch hat der Autor, Prof. H. Bartels, der am Institut für Forstbotanik der Universität Göttingen das Fach Dendrologie mit dem Forschungsschwerpunkt Forstgenetik und Waldsterbensforschung lehrte, ein wichtiges Nachschlagewerk für Lehrende und Studenten der Bereiche Forstwissenschaften, Botanik, Biologie und Landschaftspflege geschaffen. Aber

auch Biologielehrer, Gärtner und Ökologen werden zahlreiche wichtige Informationen in diesem Buch finden.

A. Plenk

„kurz & bündig“

Kreuzer's Gartenpflanzenlexikon

Band 4: Sommerblumen – Blumenzwiebeln und -knollen – Beet- und Balkonpflanzen

3. verbesserte, erweiterte und neu strukturierte Auflage 1993

Bernhard Thalacker Verlag, Braunschweig

232 Seiten, 577 farbige Abbildungen, Format 21 x 30, Hardcover, DM 78,-.

ISBN 3-87815-046-6

Da sich das Pflanzensortiment, welches in unseren Gärtnereien angeboten wird, in den letzten Jahren stark gewandelt hat, wurde eine komplette Neubearbeitung dieses Bandes nötig. Viele neue, attraktive Pflanzen aus allen Erdteilen, fanden Aufnahme in dieses Lexikon. In sehr übersichtlicher Weise gibt es zu jeder Pflanze steckbriefartig und prägnant die wichtigsten Hinweise bezüglich Familie, Herkunft, Wuchs, Blatt, Blüte, Blütezeit, Standort, Erde, Vermehrung, Kultur und Pflege, Verwendung und weitere Arten oder Sorten. Dazu gibt es zu fast jeder beschriebenen Pflanze naturgetreue, farbige Abbildungen, die eine große Attraktion dieses Buches sind.

Das Kreuzer-Lexikon, ursprünglich als Nachschlagewerk für Fachleute wie Gärtner, Floristen, und Gartengestalter geschaffen, ist heute auch aus der Berufsausbildung zum Gärtner als Basisinformation nicht mehr wegzudenken. Doch auch immer mehr Hobbygärtner und Pflanzenliebhaber entdecken dieses Buch als ein umfassendes Nachschlagewerk, bei dem keine Fragen offen bleiben.

Bearbeitet wurde dieser Band 4 von Siegfried Stein. Der Diplom-Ingenieur für Gartenbau ist Autor zahlreicher Gärtnerbücher und freier Journalist. Kurt Henseler vom Pflanzenschutzamt Bonn übernahm den Teil Pflanzenschutz und Schädlingsbekämpfung, in dem er einen guten Überblick über die häufigsten Schädlinge und Krankheitserreger und Vorschläge zu deren Bekämpfung gibt.

Dieser völlig neu bearbeitete Band über Sommerblumen, Blumenzwiebeln und -knollen sowie Beet- und Balkonpflanzen ist ein gelungenes Werk, welches sowohl für Fachleute als auch Hobbygärtner ein wichtiges Nachschlagewerk darstellt.

A. Plenk

Pflanzenschutz im Zierpflanzenbau

M. STAHL und H. UMGELTER

Neu bearbeitet von G. Jörg, F. Merz und J. Richter

396 Seiten, 71 Farbfotos, 185 Abbildungen

3. völlig neu bearbeitete Auflage

Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart

DM 128,-, S 999,-, sfr 128,-.

Seit dem Erscheinen der 2. Auflage im Jahre 1976 haben sich auf dem Gebiet des Pflanzenschutzes im Zierpflanzenbau gravierende Veränderungen ergeben. In der 2. Auflage wurde noch hervorgehoben, daß das Angebot an chemischen Pflanzenschutzmitteln reichhaltiger werden würde. Aufgrund verschiedener legislatischer Maßnahmen hat sich dies jedoch ins Ge-

genteil gekehrt. Die Zahl der zugelassenen Pflanzenschutzmittel für den Zierpflanzenbau hat sich nun auf einem niedrigen Niveau stabilisiert.

Die Indikationszulassung hat die Situation weiter verschärft. Durch die Verpflichtung der Gärtner, die Grundsätze des Integrierten Pflanzenschutzes zu beachten, haben die pflanzenbaulichen Maßnahmen wieder eine Aufwertung erfahren. Ebenso gewinnt der biologische Pflanzenschutz, auch im Zierpflanzenbau, an Bedeutung.

Pflanzenschutz beginnt bei der Förderung der Pflanzengesundheit und so wurden in diesem Buch auch bei den wichtigen Kulturen die Hinweise zu Kultur- und Pflegemaßnahmen belassen. Hilfen zur zuverlässigen Erkennung von Schaderregern werden geboten. Da viele Berater und auch Betriebe über Mikroskope verfügen, wurden auch Abbildungen über Sporen, Sporenträger und Fruchtkörper der wichtigsten krankheitserregenden Pilze aufgenommen. Hervorragend sind auch die Farbtafeln von Schadsymptomen, die erstmals in diese Auflage aufgenommen wurden.

Bei jeder Zierpflanzenart werden nichtparasitäre Schadsymptome, Krankheitserreger und Schädlinge sowie Gegenmaßnahmen angegeben.

Diese 3. Auflage wird wie die bisherigen eine wichtige Grundlage für Berater, Gärtner und Studierende des Gartenbaues darstellen.

G. Bedlan

POLYPHENOLIC PHENOMENA

AUGUSTIN SCALBERT, editor.

„Science update“ series, 1993, 296 pp., FF 150

ISBN 2-7380-0511-X.

Polyphenolic Phenomena, published for the 20th Anniversary of the „Groupe Polyphénols“, presents short papers on some of the most intensively studied topics related to plant polyphenols. Written by leading scientists in their speciality, each chapter describes the main research achievements of the last two decades and includes some of the essential bibliography of this period.

The book is divided into five parts: chemistry, biosynthesis and biodegradation, biological properties, polyphenols in food, beverages and wood and in applications of polyphenols.

Orders should be sent to INRA Editions, Route de St Cyr, 78026 Versailles Cedex

Richtlinien für die Mitarbeit

1. Die Zeitschrift „Pflanzenschutzberichte“ veröffentlicht Originalarbeiten aus dem Gebiet des Pflanzenschutzes, in erster Linie jedoch Originalarbeiten aus der Bundesanstalt für Pflanzenschutz. Arbeiten, die in anderen Zeitschriften veröffentlicht wurden – auch nur auszugsweise – und die eine Wiederholung bekannter Tatsachen bringen, können nicht aufgenommen werden.
2. Die Manuskripte sind zweifach einzureichen. Sie sollen einseitig, doppelzeilig auf DIN A4 geschrieben sein (28 Zeilen pro Seite). Wissenschaftliche Namen von Gattungen und Arten und andere kursiv zu schreibende Worte sollen unterwellt werden, zu sperrende Wörter sind gerade zu unterstreichen. Die Tabellen sollen auf das Notwendigste beschränkt sein. Dasselbe Tatsachenmaterial soll entweder in Form von Tabellen oder in graphischer Form gebracht werden. Die Manuskripte sollen fehlerfrei und ohne handgeschriebene Verbesserungen sein.
3. Jedem Beitrag ist eine Zusammenfassung mit Stichwörtern und ein summary mit key words voranzustellen. Die Beiträge sollen gegliedert sein in: Einleitung, Material und Methoden, Ergebnisse, Diskussion und Literaturzitate. Der Umfang der Originalarbeiten soll möglichst nicht 20–25 maschingeschriebene Seiten übersteigen.
4. Bilder können nur aufgenommen werden, wenn sie reproduktionsfähig sind. Bildlegenden sind extra auf einem Blatt beizulegen. Bei mikroskopischen Aufnahmen ist der Vergrößerungsmaßstab anzugeben. Die Bilder sind zu kennzeichnen.
5. Literaturzitate sind im Text mit dem in Großbuchstaben geschriebenen Namen des Autors und in Klammer beigefügter Jahreszahl des Erscheinens der zitierten Arbeit anzugeben, z. B. MAYER (1963) oder (MAYER, 1963). Unter dem Abschnitt „Literaturzitate“ ist anzuführen: Zuname, abgekürzter Vorname, Titel der Arbeit, Name der Publikation, Nummer des Bandes oder Jahrganges, Anfangs- und Schlußseite, Erscheinungsjahr, z. B. GÄUMANN, E.: Die Rostpilze Mitteleuropas. – Beiträge zur Kryptogamenflora der Schweiz, Band XII; 1959.
BRUCK, K. P., SCHLÖSSER, E.: Getreidefußkrankheitserreger. V. Antagonismus zwischen den Erregern. – Z. PflKrankh. PflSchutz 89, 337–343, 1982.
6. Der Autor erhält einmalig Korrekturabzüge, von denen einer korrigiert zurückgegeben werden muß. In den Korrekturbögen dürfen nur mehr Satzfehler berücksichtigt werden.
7. Jeder Autor erhält von seiner Originalarbeit unberechnet 30 Sonderdrucke. Darüber hinaus benötigte Sonderdrucke müssen bei Erledigung der Korrektur auf eigene Kosten bestellt werden.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Pflanzenschutzberichte](#)

Jahr/Year: 1994

Band/Volume: [54_1994_1](#)

Autor(en)/Author(s): diverse

Artikel/Article: [Pflanzenschutzberichte Band 54/Heft 1 1994 1-72](#)