

Untersuchungen über Biologie und Ökologie von *Calandra granaria* L. und *Sitophilus oryzae* L.

(*Coleoptera: Curculionidae*)

HENRYK SANDNER

Institut für Ökologie

Warschau, Polen

1. Methodik und mit der Methodik verbundene Versuche

Bei Untersuchungen über Biologie und Ökologie des Kornkäfers und des Reiskäfers wurden Methoden angewandt, die von den bisher benutzten Methoden etwas abweichen. Genauer sind sie in einer der früheren Veröffentlichungen angegeben (SANDNER, 1960). Hier sollen nur kurz die wichtigsten Momente besprochen werden. Eine bestimmte Anzahl von Individuen wird eine gewisse Zeit hindurch in einer bestimmten Kornmenge gehalten, um dann entfernt zu werden. Das Korn wird dann jeden Tag kontrolliert und die herauschlüpfenden Imagines entfernt. Die Kontrolle wird solange geführt, bis sich keine Imagines mehr zeigen. Diese Methode ermöglicht nicht nur vergleichende Untersuchungen über die Vermehrungspotenz in den gegebenen Verhältnissen, sondern gibt auch noch einen Einblick in den Verlauf des Erscheinens der Imaginalformen, also mittelbar — in den Verlauf der Eiablage der Ausgangsgeneration. Durch entsprechende Verkürzung des Aufenthalts der Käfer im Korn (z. B. bis zu 2 oder 1 Tag) kann man die Zeiten der Reife und der Kopulation wie auch die ersten Eiablegeetermine festlegen. Es scheint, daß diese Methode besser ist, als die sonst in diesem Falle angewandten Beobachtungen einzelner isolierter Insektenpaare. Durch das Halten solcher isolierten Paare entstehen für diese anormale Existenzbedingungen, wogegen die Zucht einer größeren Zahl von Individuen mehr natürlichen Verhältnissen ähnelt. Dabei wird ein sehr wichtiger Faktor der inneren Populationsverhältnisse mit in Betracht gezogen. Dieser Faktor — die Populationsdichte — hat einen außerordentlich großen Einfluß auf die Vermehrungspotenz und das Tempo wie auch den Verlauf der Eiablage bei beiden Käferarten (SANDNER, 1958, 1959, 1964). Wie aus einer Reihe von Versuchen hervorgeht, sind die von isoliert gehaltenen Paaren erhaltenen Vermehrungspotenz-Indizes nur dann mit den Ergebnissen aus Populationszuchten übereinstimmend, wenn in den letzten nicht der Überdichte-Faktor wirkte, wenn die Zucht isolierter Paare eine große Zahl von Wiederholungen aufzuweisen hat und wenn in beiden Zuchtarten je Weibchen ungefähr die gleiche Nahrungsmenge vorhanden ist. Als Illustration stelle ich die Ergebnisse eines der Experimente dar, das den genannten Bedingungen entspricht. 200 eintägige *C. granaria*-Individuen wurden für 9 Tage in 250 g Weizen untergebracht, unter der Voraussetzung, daß im Laufe dieser Zeit alle Weibchen befruchtet werden. Anschließend wurden in drei Zuchtbehältern, von denen jeder 65 g Weizenkorn enthielt, je 40 Individuen untergebracht. Gleichzeitig wurden in 80 Glasretorten, von denen jede 80 Weizenkörner enthielt, je ein Individuum untergebracht. Da 65 g Weizen ungefähr 1600 Körner ausmacht, fielen auch in den Behältern auf jedes Weibchen ca. 80 Körner. Die Gefäße und Retorten

wurden 25 Tage lang in einem Thermostat ($T = \text{ca. } 30^\circ\text{C}$, $F = \text{ca. } 80\%$) gehalten. Nach dem Entfernen der Individuen der Ausgangsgeneration wurde jeden Tag in den Behältern und Retorten die Nahrung kontrolliert und alle erwachsenen Formen der Nachkommengeneration gezählt und entfernt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 1¹⁾ zusammengestellt.

Tabelle 1. Vergleich der Ergebnisse aus „Populations“-Zuchten und aus „individuellen“-Zuchten

Individuenzahl der Ausgangsgeneration	Individuenzahl der Nachkommengeneration, erhalten in der Zucht	Vermehrungspotenz-Index
40	977	48,8
40	950	47,5
40	974	48,7
1 × 80	1953	48,8

Die Zahl (1953) in der letzten Rubrik stellt die Nachkommenzahl von 40 befruchteten Weibchen dar (in diesem Falle beträgt das Verhältnis der Geschlechter genau 1:1). Die Unterschiede zwischen den Vermehrungspotenz-Indices sind minimal und bestehen praktisch nicht. Vollkommen anders sieht die Situation aus, wenn nur eine der oben genannten Bedingungen nicht erfüllt wird.

In der vorliegenden Arbeit werden einige Experimente zur Lösung der sich ergebenden methodischen Probleme präsentiert.

Experimente über den Einfluß des Alters der Individuen auf die Entwicklung einer *C. granaria* Population

Um die Rolle des Alters der zu den Versuchen benutzten Individuen festzulegen, wurden einige Experimente durchgeführt. 500 eintägige *C. granaria*-Individuen wurden in Grieß untergebracht, der zwar Nahrung für erwachsene Formen ist, jedoch kein entsprechendes Substrat zur Eiablage darstellt. Nach einem Tag wurde eine Portion von 40 Individuen in einen anderen Zuchtbehälter umgesetzt, der 50 g Weizen enthielt. Nach 4 Tagen geschah dasselbe mit einer weiteren Portion von 40 Individuen (im Alter von 4–5 Tagen), nach 8 Tagen wiederum eine Portion im Alter von 8–9 Tagen und nach 12 Tagen nochmals eine Portion im Alter von 12–13 Tagen. Alle Portionen wurden 25 Tage hindurch im Korn gehalten. Dann wurden die Insekten entfernt und das Korn in den Behältern bis zur Beendigung der Schlupfzeit der Nachkommengeneration kontrolliert. Die Ergebnisse dieses dreifach wiederholten Versuches illustriert Tabelle 2. Wie zu erwarten, war die Zahl der in der begrenzten Zeit gelegten Eier desto geringer,

¹⁾ Die in dieser und in weiteren Tabellen berücksichtigten Vermehrungspotenz-Indices wurden berechnet, indem die globale Individuenzahl der Nachkommengeneration (erhalten in der Zucht) durch die theoretische Zahl der Weibchen der Ausgangsgeneration geteilt wurde, wobei vorausgesetzt wird, daß das Geschlechtsverhältnis zahlenmäßig 1:1 beträgt.

Tabelle 2. Einfluß des Alters der Individuen
der Ausgangsgeneration auf die Vermehrungspotenz
der *C. granaria*-Population

Alter der Individuen der Ausgangsgeneration in Tagen	Individuenzahl der Ausgangsgeneration	Individuenzahl der Nachkommengeneration, erhalten in der Zucht	Vermehrungspotenz-Index
1—2	40	466	23,3
4—5	40	492	24,6
8—9	40	574	28,7
12—13	40	543	27,1

je jünger die in die Zucht eingeführten Individuen waren. Die ältesten Individuen (13 tägige) legten etwas weniger Eier als neuntägige Individuen. Um diese letzte Tatsache zu bestätigen, wurden analoge Versuche mit Individuen im Alter von 4—5, 8—9, 16—17 und 20—21 Tagen durchgeführt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 3 zusammengestellt. Wie zu ersehen ist, beträgt das optimale Alter ungefähr neun Tage. Ältere Individuen, denen für mehr als zehn Tage die Möglichkeit genommen wird, ihre Eier abzulegen, legen dann später in einer bestimmten Zeitspanne weniger Eier als neuntägige Individuen. Beide genannten Versuche wurden in Thermostaten in beinahe identischen Temperatur- (ca. 29 °C) und Feuchtigkeitsverhältnissen (ca. 85%) durchgeführt. Bestätigung dafür, daß die Entwicklung in sehr ähnlichen Verhältnissen ablief, ist ihr beinahe identischer Verlauf in beiden Versuchen. Trotzdem jedoch sieht die Vermehrungspotenz der Population in beiden Versuchen völlig abweichend aus. Im zweiten Versuch ist der Vermehrungspotenz-Index für Individuen im gleichen Alter bedeutend höher als im ersten Versuch. Dies ergibt sich ausschließlich aus der Tatsache, daß zu den Versuchen Populationen verschiedener Herkunft benutzt worden sind. Bei der Durchführung von hunderten

Tabelle 3. Einfluß des Alters der Individuen
der Ausgangsgeneration auf die Vermehrungspotenz
der *C. granaria*-Population

Alter der Individuen der Ausgangsgeneration in Tagen	Individuenzahl der Ausgangsgeneration	Individuenzahl der Nachkommengeneration, erhalten in der Zucht	Vermehrungspotenz-Index
4—5	40	797	39,8
8—9	40	946	47,3
12—13	40	898	44,9
16—17	40	663	33,1
20—21	40	319	16,0

verschiedener Versuche mit dem Kornkäfer, dem Reiskäfer und anderen im Korn und in Getreideprodukten lebenden Käfern konnte ich feststellen, daß die Vermehrungspotenz nicht nur ein sehr veränderlicher, sondern auch ein äußerst empfindlicher Faktor ist, der auf die geringsten Veränderungen der Umwelt und der inneren Populationsverhältnisse reagiert. Wenn also bei dem gegebenen Versuch alle Zuchtbehälter der verschiedenen Varianten und Wiederholungen in beinahe identischen Verhältnissen (d. h. z. B. in demselben Fach des Thermostats in gleicher Entfernung von der Wärmequelle und der Feuchtigkeitsquelle) gehalten worden sind, dann haben die erzielten Befunde vollen Vergleichswert. Die Unterschiede bei den Vermehrungspotenz-Indices zeugen dann also von einem solchen oder anderen Einfluß der untersuchten Faktoren. In keinem Falle jedoch darf man die Vermehrungspotenz-Indices aus zwei verschiedenen, zu verschiedenen Zeiten durchgeführten Versuchen miteinander vergleichen, denn wir sind nicht imstande, identische Verhältnisse beizubehalten. Wenn auch Temperatur- und Feuchtigkeitsunterschiede unwesentlich sein werden und wenn wir den Insekten in beiden Versuchen identische Nahrung geben, so werden wir doch verschiedene Populationen benutzen müssen, was schon einen sehr starken Einfluß auf die Vermehrungspotenz haben wird. Sogar Individuen aus derselben Zucht, aber aus verschiedenen Generationen weisen unterschiedliche Vermehrungspotenz auf. Die Unterschiede werden dann größer sein, wenn die zu den Experimenten benutzten Individuen aus Zuchten stammen, die in unterschiedlichen Verhältnissen geführt wurden (z. B. auf anderer Nahrung oder bei verschiedener Dichte).

Zu den Ergebnissen der vorherigen Experimente (Tab. 1) zurückkehrend, möchte ich noch die Ursachen der geringeren Vermehrungspotenz jüngerer Individuen analysieren. Es handelt sich hier natürlich darum festzustellen, wie groß die Zeitspanne vom Verlassen des Kornes bis zum Anfang der Eiablage ist. Dieses Problem untersuchten u. a. RICHARD (1947) und GOŁĘBIOWSKA (1952). Aus RICHARDS Untersuchungen geht hervor, daß nach dem Verlauf von 3 Tagen ein geringer Teil der Weibchen zur Eiablage schreitet; sämtliche Weibchen tun dies erst nach 8 Tagen. GOŁĘBIOWSKA behauptet, daß bei einer Temperatur von 28 °C und 80% relativer Luftfeuchtigkeit die Kopulation 7—8 Tage nach dem Herauskommen aus dem Korn stattfindet, die Eiablage jedoch erst nach dem Verlauf einer längeren Zeit (durchschnittlich 3 Wochen nach der Kopulation).

Die von mir durchgeführten Experimente hatten zum Ziel zu untersuchen, wie in der Versuchspopulation der Eiablageprozeß in den ersten Lebenstagen der erwachsenen Formen verläuft. Zu diesem Zweck wurden 40 *C. granaria*-Individuen im Alter von 0—1 Tag in einem Zuchtbehälter mit 50 g Weizen untergebracht. Nach 24 Stunden wurden sie in ein neues Gefäß mit der gleichen Weizenmenge umgesiedelt. Und so wurde 5 Tage lang tagtäglich die Nahrung ausgewechselt. Nach 6 Umsiedlungen wurden die Käfer dann weitere 20 Tage in derselben Nahrung gehalten. Sämtliche

Nahrungsportionen wurden dann ständig kontrolliert. Zu Vergleichszwecken wurden analoge Versuche mit zehntägigen Individuen ausgeführt, die vom Moment des Herausschlüpfens aus dem Korn in Grieß gehalten wurden. Beide Experimente wurden gleichzeitig in denselben Temperatur- (ca. 30 °C) und Feuchtigkeitsverhältnissen (ca. 85%) durchgeführt, ein jedes in drei Wiederholungen. Die Ergebnisse beider Experimente illustriert Tabelle 4. Aus der Tabelle ist deutlich zu ersehen, daß für die Unterschiede

Tabelle 4. Analyse des Eiablageprozesses in Zeitabschnitten zwischen dem ersten und sechsten und zwischen dem elften und sechzehnten Lebens-tag der *C. granaria*-Individuen

Zeitabschnitte der Eiablage	Eintägige Individuen		zehntägige Individuen	
	Zahl der in der Nahrung unter- gebrachten Individuen	Individuenzahl der Nach- kommen- generation, erhalten in der Zucht	Zahl der in der Nahrung unter- gebrachten Individuen	Individuenzahl der Nach- kommen- generation, erhalten in der Zucht
erster Tag	40	0	40	19
zweiter Tag	40	0	40	45
dritter Tag	40	0,3	40	64
viertes Tag	40	0,7	40	53
fünfter Tag	40	6	40	71
6.—25. Tag	39	757	39	763
Zusammen (25 Tage)	40	764	40	1015

der globalen Individuenzahl der Nachkommen die ersten 5 Tage entscheidend sind, in denen 40 eintägige Individuen insgesamt 7 Nachkommen geben, 40 zehntägige Individuen dagegen 252 Nachkommen. Die Zeitspanne zwischen Herausschlüpfen aus dem Korn und Anfang der Eiablage (in dieser Zeit findet die Kopulation statt) ist sehr variabel und dauert unter den Verhältnissen der durchgeführten Experimente) von ca. 4 Tagen bis ca. 11 Tage. Etwa am zwölften Tag erfolgt eine Stabilisierung, die einer Situation entspricht, in der 100% der Weibchen an der Eiablage beteiligt sind. Das stimmt nicht mit RICHARDS (1947) Daten überein, der bei niedrigerer Temperatur (25 °C) die Stabilisierung schon am neunten Tag feststellte. Diese Ergebnisse weichen stark von den von GOŁĘBIOWSKA (1952) angegebenen Daten ab.

Das Zahlenverhältnis zwischen Weibchen und Männchen und dessen Einfluß auf die Entwicklung der Population

Wie aus Untersuchungen verschiedener Autoren (u. a. RICHARD, 1947; HOWE, 1952) hervorgeht, beträgt das Zahlenverhältnis zwischen Weibchen und Männchen beim Kornkäfer und beim Reiskäfer ungefähr 1:1. Bei ver-

schiedenen Experimenten untersuchte ich auch das Geschlecht der Käfer, unter Anwendung zweier Methoden. Nach der Kopulationszeit wurden einzelne Individuen in Nahrung untergebracht, die nach gewisser Zeit kontrolliert wurde, ob Eier abgelegt worden sind. Andererseits wurden morphologische Analysen toter beziehungsweise betäubter Individuen durchgeführt, wobei die Unterschiede in der Anatomie der Kopulationsorgane berücksichtigt wurden. Die letztgenannte Methode, wenn auch zeitraubend, ist sehr einfach. Derartige Analysen zeigten, daß in der Tat in normalen Zuchten das Zahlenverhältnis der Geschlechter ungefähr 1:1 beträgt. Häufig stellte ich jedoch eine unbedeutende Mehrzahl an Weibchen fest. Zum Beispiel, bei 800 aus einer Zucht stammenden *S. oryzae* Individuen wurden 413 Weibchen und 387 Männchen festgestellt. Es ergeben sich hier zwei Probleme. Erstens, hat der unbedeutende Unterschied in den Zahlenverhältnissen zwischen Weibchen und Männchen wesentlichen Einfluß auf die Vermehrungspotenz der Zuchtpopulationen (besonders kleiner Populationen). Zweitens, wodurch werden die Veränderungen des Zahlenverhältnisses zwischen Weibchen und Männchen bedingt. Um eine Antwort auf die erste Frage zu erhalten, habe ich folgendes einfache Experiment mit dem Reiskäfer durchgeführt. In 20 Zuchtbehältern, von denen jeder 50 g Roggen enthielt, wurden je 40 *S. oryzae* Individuen eingelassen und für eine Zeit von 25 Tagen in einem Thermostat ($T = \text{ca. } 30^\circ\text{C}$, $F = \text{ca. } 70\%$) untergebracht. Anschließend wurden die Käfer entfernt und ihr Geschlecht festgestellt. Die Nahrung blieb dann unter ständiger Kontrolle und jeden Tag wurden die Individuen der Nachkommengeneration gezählt und entfernt. In 8 Behältern konnte eine deutliche Mehrzahl an Weibchen festgestellt werden (Verhältnis 22:18 und größer, maximal 25:15, in 3 Behältern kam eine Mehrzahl von Männchen vor (18:22 und kleiner, minimal 16:24). In den übrigen Behältern formte sich das Verhältnis etwa im Gleichgewicht (20:20, 19:21 und 21:19). Die Nachwuchszahlen (pro Behälter) betragen in diesen drei Gruppen 1378 bei einer Mehrzahl von Weibchen, 1311 bei gleicher Zahl beider Geschlechter und 1209 bei einer Mehrzahl von Männchen. Diese Ergebnisse sehe ich jedoch nicht als endgültige Resultate an. Das Experiment müßte bei einer größeren Zahl von Wiederholungen noch einmal durchgeführt werden.

Was das zweite Problem der Ursachen der Variabilität des Zahlenverhältnisses zwischen Weibchen und Männchen anbetrifft, so wurde auch hier ein Experiment durchgeführt, daß den eventuellen Einfluß der Populationsdichte auf dieses Verhältnis erkennen lassen sollte.

In zwei Zuchtbehältern, von denen jeder 50 g Roggen enthielt, wurden 20 und 240 *C. granaria*-Individuen untergebracht. Zuchtverhältnisse: $T = \text{ca. } 30^\circ\text{C}$, $F = \text{ca. } 80\%$. Das Experiment hatte vier Wiederholungen. Bei den aus der Zucht erhaltenen Individuen der Nachkommengeneration wurde das Geschlecht festgestellt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 5 zusammengestellt. Sie sind überaus deutlich. Bei einem so großen Dichteunter-

Tabelle 5. Einfluß der Überdichte auf das Zahlenverhältnis zwischen Weibchen und Männchen bei *C. granaria*

Individuenzahl der Ausgangsgeneration	Zahl der Weibchen der Nachkommen- generation, erhalten in der Zucht	Zahl der Männchen der Nachkommen- generation, erhalten in der Zucht	Zahlenverhältnis zwischen Weibchen und Männchen
20	220	239	92:100
20	175	180	97:100
20	267	252	106:100
20	155	150	103:100
		im Durchschnitt	99,5:100
240	476	364	131:100
240	452	362	125:100
240	450	337	133:100
240	331	241	137:100
		im Durchschnitt	131:100

schied konnten jedoch auch noch Faktoren wirksam sein, die mit dem Einfluß der Dichte auf das Milieu zusammenhängen (Temperatur- und Feuchtigkeitsanstieg, Kannibalismus u. a.). Deshalb verlangt diese Frage auch noch weitere Untersuchungen.

2. Der Wirkungsmechanismus der Überdichte

Schon aus einigen der vorherigen Arbeiten (u. a. SANDNER, 1961) geht hervor, daß Überdichte der Population einen komplizierten Einfluß auf deren Entwicklung hat. Es können mindestens drei Elemente der Einwirkung von Überdichte unterschieden werden. Das Innenpopulations- element stellt eine solche oder andere Form der intraspezifischen Konkurrenz dar und nimmt mit zunehmender Dichte an Stärke zu, was u. a. durch Kannibalismus zum Ausdruck kommt. Unabhängig wirkt die Nahrungsmenge. Durch ihre Abnahme entstehen Verhältnisse, die der Überdichte entsprechen. Die Nahrungsqualität ist ein sekundärer Faktor, der in entscheidendem Maße Einfluß auf die Entwicklung der Population haben kann. Die Rolle dieses Faktors ist schon eingehender besprochen worden (SANDNER, 1961). Hier möchte ich nur eines der Experimente darstellen, dessen Ergebnisse die Unabhängigkeit der Einwirkung der Quantitätszunahme der Population und der sich verringernden Nahrungsmenge bestätigen. Das Experiment wurde mit dem Kornkäfer durchgeführt. In 4 Zuchtbehälter wurden 15, 30, 45 und 60 g Weizen geschüttet. In jeden Behälter kamen dann 30 *C. granaria*-Individuen. In analogen 4 Behältern wurden je 120 Individuen untergebracht. Die Verhältnisse im Thermostat betragen: T = ca. 30 °C, F = ca. 80%. Der weitere Teil des Experimentes verlief nach oben schon dargestelltem Schema. Die Ergebnisse sind in

Tabelle 6. Einfluß der Populationsdichte und der Nahrungsmenge auf die Vermehrungspotenz von *C. granaria*-Populationen

Gewicht der Nahrung in g	Ausgangsgeneration — 30 Individuen			Ausgangsgeneration — 120 Individuen		
	Individuenzahl der Nachkommen-generation, erhalten in der Zucht	Vermehrungspotenz-Index	Individuenzahl pro 1 g Korn	Individuenzahl der Nachkommen-generation, erhalten in der Zucht	Vermehrungspotenz-Index	Individuenzahl pro 1 g Korn
15	357	23,8	23,8	418	6,9	27,8
30	563	37,5	18,8	699	11,6	23,3
45	697	46,5	15,5	759	12,6	16,9
60	676	45,0	11,2	883	14,7	14,7

Tabelle 6 zusammengestellt. Die Vermehrungspotenz-Indices bei 30 Individuen in 15 g Nahrung und bei 120 Individuen in 60 g Nahrung unterschieden sich voneinander stark, obwohl die viermalige Dichtevergrößerung der Population von einer viermaligen Vergrößerung der Nahrungsmenge begleitet wurde. Analoge Ergebnisse erzielte RICHARD (1947) am Reiskäfer. Bei den Experimenten mit 30 Individuen zählenden Populationen verursachte eine weitere Zunahme der Nahrungsmenge keine Zunahme der Vermehrungspotenz (zwischen der Vermehrungspotenz bei 45 g und 60 g besteht kein wesentlicher Unterschied; bei 60 g ist der Index sogar etwas kleiner). Noch deutlicher weist auf diese Tatsache ein anderes Experiment hin, bei dem 30 Individuen zählende Zuchtpopulationen in verschiedenen großen Nahrungsmengen gehalten wurden. Die Ergebnisse dieses Experimentes illustriert Tabelle 7. Es zeigte sich, daß dann, wenn die Individuenzahl der Nachkommengeneration bis zu einem Stand von weniger als ca. 17

Tabelle 7. Einfluß der Nahrungsmenge auf die Vermehrungspotenz der *C. granaria*-Population

Zahl der Weizenkörner	Gewicht (ca.) in g	Individuenzahl der Nachkommen-generation, erhalten in der Zucht	Vermehrungspotenz-Index	Individuenzahl pro 1 g Korn
100	4	95	6,3	23,6
300	12	300	20,0	25,0
600	24	485	32,3	20,2
900	36	579	38,6	16,1
1200	48	834	55,5	17,3
1500	60	819	54,6	13,6
1800	72	798	53,2	11,1

Individuen pro 1 g Korn absinkt, die Vermehrungspotenz-Indices nicht nur nicht zunehmen, sondern sich sogar etwas verkleinern. Es besteht also für die gegebene Population ein Optimum der Nahrungsmenge. Zu dem vorherigen Experiment (Tab. 6) zurückkehrend ist anzunehmen, daß auch für die 120 Individuen zählenden Zuchtpopulationen eine weitere Zunahme der Nahrungsmenge (mehr als 60 g pro Zuchtbehälter) nicht zu einer Zunahme des Vermehrungspotenz-Indexes, höher als bis zu ca. 15 führen würde und in keinem Falle bis zu einem Wert von ca. 45 (wie bei Populationen, die 30 Individuen zählen). Alle diese Zahlen haben natürlich nur für die Verhältnisse der durchgeführten Experimente und für die dazu benutzten Käferpopulationen Wert. Bei irgendeiner anderen Population könnten diese Zahlen schon Veränderungen unterliegen. Bestimmt jedoch würde ein wesentlicher Unterschied zwischen den Indices für kleinere Populationen in kleineren Nahrungsportionen und größeren Populationen in entsprechend größerer Nahrungsmenge verbleiben.

Einige Verfasser wie z. B. MAC LAGAN & DUNN (1936, zit. nach HOWE, 1952) und HOWE (1952) haben darauf hingewiesen, daß bei Populationen, in denen normal keine Überdichte vorkommt, unbedingt ein bestimmtes Nahrungsquantum notwendig ist, damit die Vermehrungspotenz ihr Maximum erreichen kann. Die Nahrungsmenge muß aus einer mehrfach größeren Körnerzahl bestehen, als Eier abgelegt werden.

Folgendes Experiment sollte ein Versuch sein, diese Frage zu lösen. In 40 g Weizen (1228 Körner) wurden 120 Individuen von *S. oryzae* untergebracht. Auch in 40 g feiner Gerstengrütze (ca. 6500 Körner) wurden 120 Individuen untergebracht. Schließlich wurden dann noch in einer 1228 Körner zählenden Portion Gerstengrütze (7,7 g) ebenfalls 120 Individuen des Reiskäfers untergebracht. Das Experiment wurde in drei Wiederholungen ausgeführt. Die Verhältnisse betragen $T = \text{ca. } 30^\circ\text{C}$, $F = \text{ca. } 70\%$. Die Ergebnisse illustriert Tabelle 8. In den Voraussetzungen des Experimentes steckte ein Fehler. Benutzt wurde der Reiskäfer und Weizenkörner,

Tabelle 8. Einfluß der Nahrungsmasse und der Körnerzahl auf die Vermehrungspotenz der *S. oryzae*-Population

Art und Gewicht der Nahrung in g	Körnerzahl	Individuenzahl der Nachkommen-generation, erhalten in der Zucht	Vermehrungspotenz-Index	Individuenzahl pro 1 g Korn	Körnerzahl pro Individuum
40 g Weizen	1228	1494	24,9	37,3	0,82
40 g Gerstengrütze	6386	1679	28,0	42,0	3,80
7,7 g Gerstengrütze	1228	402	6,7	52,0	3,06

31*

obwohl bekannt ist, daß sich in einem Korn ohne Enge zwei Individuen entwickeln können. Es hätten Kornkäfer und Roggen oder Grütze benutzt werden müssen. Jedoch auch aus diesem Experiment ist zu ersehen, daß die Körnerzahl keine wesentliche Rolle spielt, denn bei Anwendung von 1228 Grützekörnern wurde nur der dritte Teil davon verbraucht. Es wurde noch ein weiteres Experiment durchgeführt, um sich davon zu überzeugen, ob die gesamte Nahrungsmenge von Bedeutung ist oder auch nur der Teil, der sich zum Ablegen der Eier eignet. Das Experiment wurde mit dem Kornkäfer durchgeführt. In einem Behälter wurde 25 g Weizen und 120 *C. granaria*-Individuen untergebracht, in einem anderen Behälter außerdem noch zusätzlich 25 g Grieß. Die Nahrungsmenge (für erwachsene Formen entsprechend) war also im zweiten Behälter doppelt so groß, wie im ersten, die zur Eiablage geeignete Nahrung jedoch in gleicher Menge vorhanden. Das Experiment wurde dreimal wiederholt. In der Konsequenz war in beiden Fällen die Vermehrungspotenz identisch. Die durchschnittlichen Vermehrungspotenz-Indices betragen 12,2 und 12,5.

Zusammenfassung

Es wurde eine auf Zucht basierende Methode zur Analyse der Vermehrungspotenz der Population angewandt, wobei die Vermehrungspotenz eines bestimmten Zeitabschnittes berücksichtigt wurde, was lediglich Vergleichswert hat. Diese Methode stellte der Verfasser höher als die Methode, der eine Analyse isolierter Paare oder Weibchen zugrunde liegt. Experimente über den Einfluß des Alters auf die Vermehrungspotenz zeigten, daß unter den Verhältnissen der durchgeführten Versuche das optimale Alter 9 Tage nach dem Verlassen des Korns beträgt. Einzelne Weibchen des Kornkäfers fangen schon am dritten Tage nach dem Verlassen des Korns mit der Eiablage an. Sämtliche Weibchen tun dies erst nach weiteren 8 Tagen (11 Tage nach dem Verlassen des Korns). Das Zahlenverhältnis von Weibchen zu Männchen ist nicht stabil und führt bei Überdichte zu einer Mehrzahl von Weibchen. Das zahlenmäßige Geschlechtsverhältnis in Zuchtpopulationen hat wahrscheinlich nur geringen Einfluß auf die Vermehrungspotenz. Erwiesen wurde der unabhängige Einfluß der Überdichte der Population und ungenügender Nahrungsmenge auf die Vermehrungspotenz. Ähnlich wie in den gegebenen Verhältnissen ein Optimum der Populationsdichte besteht, besteht auch eine optimale Nahrungsmenge für eine jede bestimmte Population unter bestimmten Verhältnissen. Auf die Vermehrungspotenz hat nicht die Nahrungsmasse für erwachsene Formen Einfluß, sondern die für die Entwicklung der Larven günstige Nahrungsmasse.

Summary

As a contribution to the biology and ecology of the Curculionid beetles *Calandra granaria* L. and *Sitophilus oryzae* L. there are presented results of the author's experiments on methodological problems and the influence on population development caused by the age of the beetles, sex ratio, and high population density.

Резюме

В качестве дополнения к биологии и экологии амбарного долгоносика *Calandra granaria* L. и *Sitophilus oryzae* L. описываются результаты опытов автора по методологическим проблемам и по влиянию возраста амбарных долгоносиков, соотношения полов и высокой густоты заселения на развитие популяции.

Literatur

- GOŁĘBIEWSKA, Z., Wołek zbożowy (*Calandra granaria* L.). Morfologia, biologia, ekologia i zwalczanie. Roczn. Nauk roln., **64**, 137—221, 1952.
- HOWE, R. W., The biology of the Rice Weevil, *Calandra oryzae* (L.). Ann. appl. Biol., **39**, 168—180, 1952.
- RICHARDS, O. W., Observations on Grain-Weevil, *Calandra* (Col., Curculionidae). I. General biology and ovoposition. Proc. zool. Soc., **117**, 1—43, 1947.
- SANDNER, H., Wpływ zagęszczenia populacji na płodność wołka zbożowego (*Calandra granaria* L.) i wołka ryżowego (*Sitophilus oryzae* L.). Ekol. Pol., B, **4**, 293—298, 1958.
- , Dalsze badania nad rolą i charakterem zagęszczenia populacji u wołka zbożowego (*Calandra granaria* L.). Ekol. Pol., B, **5**, 261—265, 1959.
- , Metodyka badań ekologicznych nad niektórymi gatunkami chrząszczy — szkodników produktów spożywczych. Ekol. Pol., B, **6**, 17—23, 1960.
- , Badania nad wpływem gęstości populacji niektórych gatunków szkodników przechowywanych na ich rozrodczość. Pol. Pismo ent., B, **7**, 71—77, 1961.