

Versuche zur Möglichkeit einer Bekämpfung von *Agrotis segetum* mit *Bacillus thuringiensis*

Experiments to the possibility of control of *Agrotis segetum* by *Bacillus thuringiensis*

Von Gustav-Adolf Langenbruch

Zusammenfassung

Versuche mit dem *Bacillus thuringiensis*-Präparat Dipel gegen die Larven von *Agrotis segetum* führten im Labor und auf Gewächshaustischen zu folgenden Ergebnissen: 1. Eine Spritzung ist selbst bei hoher Konzentration (5 %) nicht erfolgreich, da die Larven relativ unempfindlich sind.

2. Mit Ködern (2 und 9,5 %) waren in Schalenversuchen beachtliche Mortalitäten erzielbar, wenn drei Tage lang kein anderes Futter angeboten wurde. Die Wirkung war abhängig von der Konzentration und dem verwendeten Larvenstadium.

3. Auf Tischbeeten im Gewächshaus konnte bei Salat der Fraßschaden von Larven des dritten Stadiums erheblich vermindert werden, wenn erst 3 bzw. 4 Tage nach Auslegen der 2%igen Köder gepflanzt wurde. Nach 20 Tagen waren in diesen Behandlungen im Vergleich zu nur noch 13 bzw. 3% der angesetzten Larven lebend zu finden. Sie waren wesentlich kleiner als die aus den unbehandelten Kontrollen. Wurden dagegen die Köder erst bei der Pflanzung ausgelegt, befriedigte die Mortalität nicht.

4. Das Einmischen von Pflanzenteilen in den Boden zwecks Nachahmung von Ernterückständen verschlechterte die Köderwirkung nur geringfügig.

5. Das breitwürfige Streuen eines trockenen 2%igen Granulates reduzierte zwar den Fraßschaden, doch wurden noch 44 % der Larven lebend gefunden.

Um *B. t.*-Präparate in stehenden Kulturen im Freiland verwenden zu können, wird eine Steigerung der Köderattraktivität angestrebt.

Summary

Experiments using the *Bacillus thuringiensis* preparation Dipel against larvae of *Agrotis segetum* carried out in the laboratory or in a greenhouse led to the following results:

1. It is impossible to control the pest by spraying, even with high concentrations (5%), because the larvae are relatively insusceptible to the pathogen.

2. In Petri dishes, remarkable mortalities were obtained by baits (2 or 9,5%) when the larvae were offered no other food during three days. The effect was dependent on the concentration of the baits and the stage of larvae used.

3. In experiments with lettuce on tables in a greenhouse the damage by L_3 could be considerably reduced when the baits containing 2% Dipel were brought out three or four days before planting. In these plots, only 13 or 3% of the larvae in the check were detected surviving after 20 days. They were obviously smaller than the larvae in the check. But when the baits were brought out at planting, the mortality was unsatisfactory.

4. The effect of the baits was only slightly reduced when leaves of lettuce were mixed with the soil to imitate remains of lettuce after harvesting.

5. When Dipel granules containing 2% *B. t.* were spread out broadcastly the damage was reduced, yet 44% of the larvae survived.

It is planned to try out more attractive baits in order to obtain a method which could be recommended for practical field use (including a control after planting).

Die Larven von *Agrotis segetum* und verwandten Arten sind als Erdraupen in Landwirtschaft und Gartenbau weit verbreitet. Über die Lebensweise dieser Schädlinge berichten u. a. FIEDLER (1936) und WACHTENDORF (1955). Im Hinblick auf eine Bekämpfung der Raupen ist es bedeutsam, daß sie nur während der ersten beiden Larvenstadien oberirdisch an Pflanzen fressen, später aber negativ phototaktisch eingestellt sind, sich zumindest tagsüber im Boden aufhalten und ausschließlich an Wurzeln und bodennahen Pflanzenteilen fressen.

Junglarven wären demnach durch gründliche Spritzung der Pflanzen mit entsprechenden Insektiziden bekämpfbar. Abgesehen von den Schwierigkeiten einer ausreichenden Benetzung der Blattunterseiten bodennaher Blätter, die bei nicht systemisch wirkenden Präparaten erforderlich wäre, werden die durch Erdraupen verursachten Schäden meist aber erst dann bemerkt, wenn die Larven bereits im Boden versteckt leben. Außerdem zieht sich der Falterflug über einige Wochen hin, so daß auch die Eier verzettelt abgelegt werden und die Junglarven über einen längeren Zeitraum verteilt schlüpfen.

Ein Einsatz von Granulaten oder Stäuben sowie das Gießen konzentrierter Insektizide scheidet häufig an zu hohen Kosten und langen Karenzzeiten. So werden im Gartenbau auf kleinen Flächen auch nach wie vor selbst angefertigte Köder eingesetzt, die im allgemeinen aus Kleie, Zucker, Wasser und einem Insektizid bestehen. Als letzteres wird in verschiedenen Rezepten Lindan oder Parathion-methyl empfohlen (CRÜGER, 1972; ENGEL, 1974). Durch die Köder ist zwar kein voller Bekämpfungserfolg zu erzielen, doch sind sie nach WACHTENDORF (1955) den anderen Verfahren überlegen.

Im Rahmen des von uns angestrebten umweltfreundlichen Pflanzenschutzes mit selektiv wirksamen, für Mensch und Vieh nicht toxischen Biopräparaten lag es nahe, den Ködern als wirksamen Bestandteil den *Bacillus thuringiensis* (*B. t.*) zuzusetzen. Der Sporen-Endotoxin-Komplex dieses Erregers wirkt spezifisch gegen Schmetterlingsraupen und ist weitgehend unbedenklich für die übrige Fauna, für Nutztiere und den Men-

schen (vgl. KRIEG, 1961 und 1967). Noctuiden sind allerdings relativ widerstandsfähig gegenüber *B. t.* Nachfolgend werden die Ergebnisse einiger Spritz- und Köderversuche im Labor und Gewächshaus zur Bekämpfung von Erdräupen mitgeteilt.

Material und Methode

In einem Gemüsebaubetrieb in Allmendfeld bei Darmstadt richteten Erdräupen über mehrere Jahre empfindliche Schäden an Salat an. Dort konnten im Sommer 1974 Larven gesammelt¹⁾ und im Labor weitergezüchtet werden. Die schlüpfenden Falter wurden von Herrn Dr. BATHON an unserem Institut als *Agrotis segetum* bestimmt. Ihm gelang es, eine Dauerzucht auf künstlichem Medium aufzubauen, aus der das Material für alle Versuche stammte.

Laborversuche

Mit einem Laborsprühgerät wurde auf 25 cm² großen Blattstücken das *B. t.*-Präparat Dipel²⁾ in verschiedenen Konzentrationen beidseitig aufgebracht. Die Blattstücke legten wir in Plastikbecher und besetzten sie mit je 10 Larven des ersten bzw. zweiten Stadiums. Alle Versuchseinheiten einschließlich der unbehandelten Kontrollen (ub) standen dreifach wiederholt in einem Lichtthermostaten bei 21 °C unter Langtagbedingungen (16 h hell: 8 h dunkel). Nach 24 bzw. 72 Stunden tauschten wir das behandelte Blatt gegen ein unbehandeltes aus. Über 7 bzw. 10 Tage wurde die Mortalität bestimmt.

Statt einer Spritzung verwendeten wir in weiteren Versuchen selbst angerührte Köder, die in Anlehnung an ENGEL (1974) aus 5 g Kleie, 1 g Zucker und 6 cm³ Wasser bestanden; dazu gaben wir eine bestimmte Menge Dipel-Spritzpulver. So wurde eine 2 %ige und eine 9,5 %ige Köderformulierung (jeweils bezogen auf die Trockensubstanz) angesetzt, die also 5×10^8 bzw. 24×10^8 *B. t.*-Sporen und Endotoxinkristalle je g Trockensubstanz enthielt. 12 g Köder verteilten wir auf drei Petrischalen mit je 10 Larven des dritten (L₃) bzw. vierten (L₄) Stadiums oder auf sechs Schalen mit je einer Larve des fünften Stadiums (L₅). Die unbehandelten Kontrollen erhielten den gleichen Köder, jedoch ohne Dipel. Jeder Versuch umfaßte – soweit nicht anders angegeben – drei Wiederholungen mit 10 L₃ bzw. L₄ oder zehn Wiederholungen mit 1 L₅ je Versuchseinheit. Die Petrischalen standen im Lichtthermostaten unter den oben genannten Bedingungen. Nach drei Tagen wurden die Raupen in frische Schalen umgesetzt, die Köder entfernt und unbehandelte Blätter zugegeben. Es erfolgte eine Auswertung nach dem Fraß und der Mortalität innerhalb 20 Tagen bzw. bis zum Schlüpfen der Falter.

Beetversuche

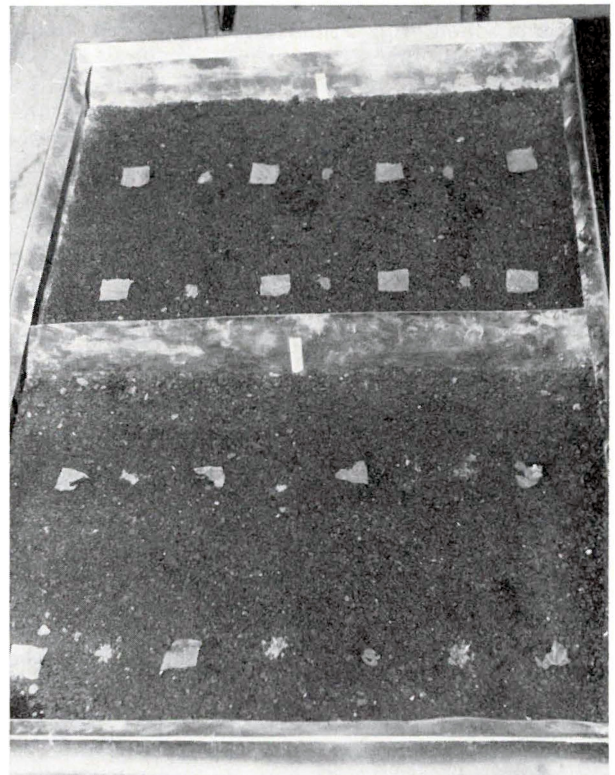
In unserem Gewächshaus wurden acht Tische 10 cm hoch mit Erde beschichtet, mit 22 cm hohen, an der Oberkante nach innen abgewinkelten Aluminium-Blechen umgeben und in der Mitte so unterteilt, daß jeweils zwei Beete von 0,55 m² Größe entstanden. Auf

jedes Beet setzten wir 15 Raupen (L₃ bzw. L₄) auf und verteilten 5,6 g Köder in 6 bzw. 10 Häufchen. Wir pflanzten vor dem Aufsetzen der Larven oder 3–4 Tage nach Versuchsansatz je Beet 10 junge Salatpflanzen (Versuch Nr. 8 und 10) bzw. legten statt dessen 16 Kohlblattstücke (25 cm²) aus (Versuch Nr. 9, Abb. 1). Jede Versuchseinheit war dreimal wiederholt. Die Temperaturen lagen am Tage zwischen 20 und 30 °C, in der Nacht zwischen 15 und 23 °C, die relative Luftfeuchtigkeit schwankte ebenfalls in einem weiten Bereich zwischen 30 und 70 %, durch Zusatzlicht herrschten Langtagbedingungen.

Die gefressenen Pflanzen bzw. Pflanzenteile wurden bonitiert. Anschließend pflanzten wir nach bzw. wechselten die Blattstücke gegen frische aus. Um vergleichbare Werte zu erhalten, berücksichtigten wir nur den Fraß, der erfolgte, nachdem in allen Versuchseinheiten gleichartiges Pflanzenmaterial angeboten worden war. Der Fraßschaden ist in den Tabellen in % der angebotenen Blattstücke bzw. Pflanzen angegeben, wobei im zweiten Fall zwischen angefressenen Pflanzen (Fraß an Blatt und Blattstiel) und abgefressenen Pflanzen (total gefressene Pflanze oder Wurzelhals durchbissen) unterschieden wurde.

Am Versuchsende sammelten wir die mit Blättern geköderten Larven ab und durchsuchten anschließend nochmals die gesamte Erde auf Raupen. Tote Tiere waren nur teilweise zu finden, da sie schnell verwesen. Deshalb ist in den Tabellen nicht die Mortalität, sondern die Anzahl gefundener lebender Tiere in % der angesetzten Larven angegeben. Nicht aufgefundene Raupen waren entweder tot oder zumindest so stark geschädigt, daß sie über einen Zeitraum von 10 Tagen nicht von den angebotenen frischen Kohlblättern fraßen. Nach jedem Versuch wurde die Erde mehrere

Abb. 1. Ausgelegte Köder und Blattstücke (jeweils zwei aufeinander) in Versuch Nr. 9. Hintere Tischhälfte = Behandlung, vordere Tischhälfte = unbehandelte Kontrolle.



¹⁾ Herrn Schneider, dem Betriebsleiter des Beispielbetriebes Ried der Hess. Landgesellschaft, danke ich für seine freundliche Unterstützung.

²⁾ Spritzpulver mit etwa 25×10^9 Sporen und Endotoxinkristallen je Gramm. Hersteller: Abbott Laboratories, North Chicago, Ill., USA; Vertrieb in Deutschland: AAgrunol-Stähler Pflanzenschutzunion GmbH, Stade.

Stunden lang auf 90 °C erhitzt, um eine Infektion der Larven über die Erde aus dem Vorversuch zu vermeiden.

Ergebnisse

Die Ergebnisse der Spritzversuche sind Tab. 1 zu entnehmen. Die Expositionszeit betrug im ersten Versuch 24 Stunden und im zweiten und dritten Versuch 72 Stunden. In ub lag die Mortalität im allgemeinen unter 10 %, nur im Versuch Nr. 2 nach 10 Tagen bei 23 %. Wie aus Tab. 1 hervorgeht, zeigten *B. t.*-Spritzungen mit Konzentrationen von 0,1–0,5 % selbst bei Larven des ersten Stadiums keine Wirkung. Erst eine erhebliche Steigerung auf 5 % führte bei verdreifachter Expositionszeit zu einer Sterblichkeit von 56 %, die aber für Bekämpfungszwecke noch keineswegs ausreichend ist. Über einen Zeitraum von 7–10 Tagen hinaus ist bei den ersten Larvenstadien unter diesen Bedingungen keine direkt durch *B. t.* verursachte Mortalität mehr zu erwarten. Bei L₁ und L₂ wurde also im Spritzversuch auch durch hohe Dipel-Konzentrationen keine ausreichende Wirkung erzielt.

In den Schalenversuchen mit *B. t.*-Köder lagen die beobachteten Mortalitäten (Tab. 2) wesentlich höher (Mortalität in ub 0 bzw. 10 % in Versuch Nr. 5). Hierbei erhielten die Larven in den ersten drei Tagen nur die Köder als Nahrung. Diese wurden in ub zu etwa 50 % und in den Behandlungen zu 10–20 % gefressen. Nach Austausch der Köder gegen unbehandelte Blätter war der Fraß bei den überlebenden Larven in den Behandlungen stark vermindert und somit die Entwicklung gegenüber ub deutlich verzögert. Dies konnte vor allem bei den wegen ihres Kannibalismus einzeln gehaltenen L₅ beobachtet werden: Wenn nur die den gesamten Versuch überlebenden Tiere dazu herangezogen wurden, so lag der Fraß in den ersten drei Tagen nach Entfernung des Köders und Zugabe der Blätter in ub bei 70 %, beim 2 %igen Köder bei 30 % und beim 9,5 %igen Köder bei 10 % des angebotenen Blattmaterials. Dementsprechend waren 15 Tage nach Versuchsansatz in ub bereits 70 % der Larven verpuppt, in den Behandlungen aber noch keine einzige.

Wie die Ergebnisse zeigen, werden die Raupen mit höherem Alter wohl infolge zunehmenden Gewichts unempfindlicher gegenüber einer bestimmten Bakterienkonzentration.

Ungünstig war eine starke Verpilzung der Köder nach etwa 3 Tagen, da dadurch ihre Attraktivität vermindert werden dürfte. Durch Autoklavieren der verwendeten Kleie vor der Köderzubereitung konnte jedoch diese Schimmelbildung merklich verzögert werden.

Ein wirksamer Köder zeichnet sich dadurch aus, daß er für den Schädling attraktiver ist als die zu schützenden Kulturpflanzen. In einem kleinen Schalenversuch (3 Wiederholungen mit je 5 L₄) wurde geprüft, ob die Lockwirkung der Köder bei gleichzeitigem Angebot frischer Kohlblätter ausreichend hoch ist und ob sie durch eine Verwendung von Kohl-Kochwasser (500 g Kohl eine halbe Stunde lang in 1 l Wasser gekocht) statt Wasser zur Köderherstellung gesteigert werden kann. Dazu wurden 2 %ige *B. t.*-Köder und unbehandelte Blätter gleichzeitig angeboten, die Köder wurden nach 5 Tagen entfernt.

21 Tage nach Versuchsansatz lag die Mortalität in ub bei 0 % (mit Kochwasser) bzw. 6 % (ohne Kochwasser) und in den Behandlungen bei 47 % (mit Kochwasser) gegenüber 93 % (ohne Kochwasser). Die gleichzeitige Verabreichung von Köder (ohne Kochwasser) und unbehandeltem Blatt bewirkte also kein Absinken der

Tabelle 1. Wirkung einer *Bacillus thuringiensis*-Spritzung von Kohlblättern auf *Agrotis segetum* (je Behandlung 3 × 10 Larven)

Versuch Nr.	Larvenstadium	Konzentration (%)	Expositionszeit (h)	Mortalität in % (korrigiert nach Abbott) nach	
				7 Tagen	10 Tagen
1	L ₁	0,1	24	0	
		0,3		0	
		0,5		0	
2	L ₁	5,0	72	39	56
3	L ₂	5,0	72	0	0

Tabelle 2. Wirkung von *Bacillus thuringiensis*-Köder auf *Agrotis segetum* (Schalenversuche)

Versuch Nr.	Larvenstadium (Anzahl je Behandlung)	Dipel-Konz. d. Köders (% d. TS)	Mortalität in % (korrigiert nach Abbott) nach	
			20 Tagen	bis zum Schlüpfen der Fälder
4	L ₃ (3 × 10)	2,0	80	
		9,5	100	
5	L ₄ (3 × 10)	2,0	77	
		9,5	91	
6	L ₅ (10 × 1)	2,0	30	50
		9,5	90	90

Tabelle 3. Wirkung von *Bacillus thuringiensis*-Köder gegen Erdraupen auf Gewächshaustischen (je Behandlung 3 × 15 Larven)

Versuch Nr.	Dipel-Konz. d. Köders (% d. TS)	Zugabe von unbehandeltem Pflanzenmaterial	Fraßschaden in %	Anzahl gefund. lebender L in % nach 20 Tagen
8 (L ₃)	ub	nach 3 Tagen	60/37 ¹⁾	100
	2,0	nach 3 Tagen	0/27	13
	2,0	sofort	65/30	76
9 (L ₄)	ub	nach 3 Tagen	41 ²⁾	100
	2,0	nach 3 Tagen	4	22
	2,0	sofort	38	69

1) Total abgefressene Pflanzen innerhalb 6 Tage/zusätzlich angefressene Pflanzen bei der Endbonitierung

2) Gefressene Blattfläche in % innerhalb 7 Tage

Mortalität. Der Wirkungsgrad lag mit 92,5 % sogar höher als im Versuch Nr. 5 (77 %). Die Attraktivität der Köder schien also im Schalenversuch nicht schlecht zu sein. Durch Verwendung von Kochwasser wurde die Lockwirkung aber nicht gesteigert, sondern sogar vermindert. Dies ging auch daraus hervor, daß der Blattfraß in ub und in den Behandlungen bei Verwendung von Kochwasser größer war als bei dem Gebrauch von Wasser.

Als nächster Schritt auf dem Wege zum Freiland-einsatz wurden Versuche auf Tischbeeten im Gewächshaus durchgeführt. Aus wirtschaftlichen Überlegungen kam hierbei nur ein 2 %iger Köder zur Anwendung. Der Fraß innerhalb von 6 Tagen (Versuch Nr. 8) bzw. 7 Tagen (Versuch Nr. 9) nach Zugabe von Blättern in allen Versuchseinheiten sowie die Anzahl gefundener lebender Tiere 20 Tage nach Versuchsbeginn sind in Tab. 3 zusammengestellt.

Danach ging der von den Erdräupen verursachte Fraßschaden auf ein geringes Maß zurück, wenn die *B. t.*-Köder bereits drei Tage vor der Pflanzung bzw. vor dem Auflegen frischer Blätter appliziert wurden. In diesem Falle waren am Versuchsende nur noch 13 bzw. 22 % der angesetzten Larven lebend zu finden (in ub 100 %). Wurde der Köder dagegen erst bei der Pflanzung gestreut, so war der Fraß nicht vermindert und die Mortalität völlig unbefriedigend.

In einem weiteren Versuch wurde geprüft, welchen Einfluß evtl. Ernterückstände einer Vorkultur auf den Bekämpfungserfolg haben könnten. Dazu wurden in einer Versuchseinheit 29 g grob zerschnittene Salatpflanzen je Tischhälfte 0–10 cm tief eingearbeitet. Wie Tab. 4 zeigt, wurde der Bekämpfungserfolg dadurch etwas, aber nicht schwerwiegend vermindert. Die Anzahl gefundener lebender Tiere war in dieser Versuchseinheit nicht größer als bei alleiniger Zugabe unbehandelter Pflanzen nach vier Tagen, doch waren diese Larven offenbar weniger geschädigt, so daß sie mehr unbehandeltes Pflanzenmaterial fraßen. Abb. 2 zeigt,

Tab. 4. Einfluß von Ernterückständen auf die Attraktivität selbstgefertigter Dipel-Köder und Wirkung von Dipel-Granulat auf Erdräupen (Versuch Nr. 10: je Behandlung $3 \times 15 L_3$)

Behandlung	Zugabe von unbehandeltem Pflanzenmaterial	Fraßschaden in %	Anzahl gefund. lebender L in % nach 21 Tagen
ub-Köder	nach 4 Tagen	43/43 ¹⁾	76
Dipel-Köder (2%)	nach 4 Tagen	0/3	2
Dipel-Köder (2%)	Pflanzenstücke sofort, bepfl. nach 4 Tagen	7/7	2
Dipel-Granulat (2%)	nach 4 Tagen	30/37	44

¹⁾ Total abgefressene Pflanzen innerhalb 7 Tage/zusätzlich angefressene Pflanzen bei der Endbonitierung

Abb. 2. Gleichalte Erdräupen aus einer Behandlung (unten) und der unbehandelten Kontrolle (oben) beim Abschluß von Versuch Nr. 10, 21 Tage nach Ansatz von L_3 .



daß die Raupen bei Versuchsabschluß in ub wesentlich größer als in den Behandlungen waren.

In einer Variante dieses Versuchs wurde statt des selbst hergestellten Köders eine kommerzielle, 2%ige Granulatformulierung von Dipel auf Maiskeimbasis breitwürfig ausgestreut. Hier ergab sich ein wesentlich höherer Fraßschaden und eine größere Anzahl überlebender Larven. Der Grund hierfür wird darin gesehen, daß das Granulat trocken und hart, der Köder dagegen feucht und weich war. Unbefriedigend bleibt in diesem Versuch, daß auch in ub ein Viertel der angesetzten Tiere nicht wiedergefunden werden konnte. Offenbar kommt darin die kannibalistische Neigung der *Agrotis*-Larven zum Ausdruck, denen über 4 Tage nur 5,6 g Köder angeboten wurde.

Diskussion und Ausblick

Daß die Larven der Gattung *Agrotis* relativ unempfindlich gegenüber dem Sporen-Endotoxin-Komplex des *B. t.* sind, ist seit langem bekannt. So konnte zwar KRIEG (1961) bei einer Epizootie *B. t.* aus *Agrotis segetum* isolieren, doch zeigten Laborversuche mehrfach die Widerstandsfähigkeit von Noctuiden allgemein und *Agrotis* speziell gegen diesen Erreger (KLEMENT, 1951; BURGERJON u. GRISON, 1959; HAENGGI, 1965). Die eingangs beschriebenen Spritzversuche bestätigen diesen Sachverhalt. Das wird noch deutlicher, wenn man berücksichtigt, daß die erfolglos gegen L_1 angewendeten Konzentrationen (0,1 bzw. 0,5 %) der LC 50 für *Plutella maculipennis* (L_4) bzw. für *Ostrinia nubilalis* (L_1) bei ähnlicher Versuchsanordnung entsprechen. Gegen diese beiden Schädlinge ist das verwendete Präparat Dipel in der BR Deutschland bekanntlich zugelassen. Hinzu kommt, daß die durch Erdräupen verursachten Fraßschäden oft erst dann entdeckt werden, wenn die bereits wesentlich unempfindlicheren L_3 schon versteckt im Boden leben. Somit erscheint eine Bekämpfung von *Agrotis segetum* durch eine *B. t.*-Spritzung aussichtslos.

Auch ein Feldversuch von SIKOURA u. TRATSCH gegen diese Erdräupenart an Tabak erbrachte nach SIKOURA (1975) bei Spritzung von 0,4 bzw. 1 % Dendrobacillin (einem russischen *B. t.*-Präparat) lediglich eine Mortalität von 32 bzw. 62 % gegenüber 10 % in ub.

Über einen Einsatz von *B. t.*-Ködern gegen *Protoparce sexta* und *Heliothis virescens* an Tabak berichten CREIGHTON et al. (1961) und JOHNSON (1974). Sie konnten gegen *Heliothis virescens* mit einer 1- bzw. 2%igen Formulierung einen beachtlichen Bekämpfungserfolg erzielen, wozu allerdings eine zeitraubende Ausbringung der Köder von Hand in die Terminalknospen der Pflanzen erforderlich war.

Über Versuche mit *B. t.*-Ködern gegen Erdräupen waren uns zunächst keine Veröffentlichungen bekannt. Doch geht aus dem o. g. Sammelreferat (SIKOURA, 1975) hervor, daß in der UdSSR ein Köder mit 5 % Dendrobacillin oder Entobakterin (einem weiteren russischen *B. t.*-Präparat) und 5 % DDT erfolgreich zur Bekämpfung von *Agrotis segetum* in Baumwolle eingesetzt wurde, und daß mit einem *B. t.*-Köder ohne Zusatz chemischer Insektizide die Fraßschäden dieser Erdräupenart an Kohl und Tomaten weitgehend vermindert werden konnten.

Die hier mitgeteilten Ergebnisse zeigen, daß eine Bekämpfung von Erdräupen mit *B. t.*-Ködern im Freiland dann möglich sein dürfte, wenn rechtzeitig gegen junge Larvenstadien (L_3) vorgegangen wird, deren sonstiges Nahrungsangebot beschnitten wurde. Dazu wäre eine großräumige Überwachung des Falterfluges mittels Lichtfalle vorteilhaft, die durch Bestandskontrollen

auf Fraßspuren zu ergänzen wäre. Letztere können vom Praktiker eher durchgeführt werden als eine Eiablage-Überwachung – zwecks Spritzung –, da die Eier meist schwer zu finden sind (ERFURTH, 1973; SCHREIER, 1974; KÖPPEN et al., 1976).

Die aufgezeigte geringe Effektivität einer Köderausbringung erst bei der Pflanzung läßt auf eine ungenügende Attraktivität schließen. Wohl aus dem gleichen Grunde wird auch bereits von HEDDERGOTT et al. (1953) eine Köderanwendung vor der Aussaat bzw. dem Auspflanzen empfohlen. Sie ist in der Praxis auch keineswegs so unrealistisch, wie es vielleicht zunächst den Anschein hat. So stehen z. B. in dem eingangs genannten Gemüsebaubetrieb mehrere Sätze Kopfsalat nacheinander auf der gleichen Fläche. Werden in einem erntereifen Schlag Schäden durch Erdräupen beobachtet, so ist nach dem Pflanzen des nächsten Satzes mit großen Ausfällen zu rechnen. Zwischen Ernte und Wiederbestellung liegen aber einige Tage, die zur Raupenvernichtung mit *B. t.*-Ködern genutzt werden könnten. Allerdings ist auf den abgeernteten, gefrästen Schlägen mit Ernterückständen (unverkäuflichen Köpfen, Wurzelmasse) zu rechnen, die u. U. die Erdräupen von der Annahme der Köder abhalten könnten. Wie der dazu durchgeführte orientierende Versuch zeigt, scheint aber trotzdem eine Bekämpfung möglich zu sein. Doch kann darüber letztlich nur ein praxisnaher Einsatz Auskunft geben. Im übrigen bleibt abzuwarten, ob bei Steigerung der Köderattraktivität auch eine Anwendung in stehenden Kulturen sinnvoll ist.

Durch den Einsatz von Ködern ist eine gezielte Applikation hoher Erregerdosen möglich. Da es sich bei dem Sporen-Endotoxin-Komplex des *B. t.* um ein selektiv wirkendes, im übrigen aber unbedenkliches Pathogen handelt, wird die Dosis vor allem von wirtschaftlichen Gesichtspunkten begrenzt. Die auszubringende Ködermenge ist bei gleichbleibender Konzentration abhängig vom Larvenstadium und dem Aktionsraum der Larve. Je geringer das Körpergewicht, desto niedriger liegt die letale Dosis; je geringer das sonstige Nahrungsangebot, desto weitere Wege dürfte die Larve auf ihrer Nahrungssuche zurücklegen und desto größer ist die Wahrscheinlichkeit, daß sie dabei auf einen ausgelegten Köder trifft. Welche Flächenverteilung des Köders anzustreben ist, muß in weiteren Versuchen geklärt werden. Dabei ist auch das Ziel einer einfachen, zeitsparenden Applikation z. B. in Form von breitwürfig gestreuten Granula zu beachten. Ebenso ist es wünschenswert, durch eine geeignete Formulierung eine gute Lagerfähigkeit der Köder und – im Hinblick auf den verzettelten Falterflug – eine lange Haltbarkeit im Freiland zu gewährleisten.

Literatur

- BURGERJON, A., GRISON, P.: Sensibilité de différents lépidoptères à la souche «Anduze» de *Bacillus thuringiensis*. *Entomophaga* **4**, 1959, 207–209.
- CREIGHTON, C. S., KINARD, W. S., ALLEN, N.: Effectiveness of *Bacillus thuringiensis* and several chemical insecticides for control of budworms and hornworms on tobacco. *J. Econ. Entomol.* **54**, 1961, 1112–1114.
- CRÜGER, G.: Pflanzenschutz im Gemüsebau. Ulmer-Verlag, Stuttgart, 1972, 326 S.
- ENGEL, H.: Gemüsebaulicher Pflanzenschutz 1974. *Obst und Garten* **93**, 1974, Sonderheft Pflanzenschutz.
- ERFURTH, P.: Die Befallssituation durch Erdräupen [*Scotia (Agrotis) segetum*] und Wege zur Befallsverhinderung. *Nachrichtenbl. Pflanzenschutzd. DDR* **27**, 1973, 65–68.
- FIEDLER, H.: Die wichtigsten schädlichen Erdräupen der Gattung *Agrotis*. *Deutsch. Entomol. Zeitschr.* 1936, 113–179.
- HAENGGI, A.: L'efficacité d'un mélange de *Bacillus thuringiensis* et de DDT contre *Agrotis ypsilon*. *Entomophaga* **10**, 1965, 343–348.
- HEDDERGOTT, H., MENHOFER, H., MÜLLER, F. D., SPEYER, W. in SORAUER, P. (Begr.): *Handbuch der Pflanzenkrankheiten*, Bd. 4, T. 1, 2. Lfg., 5. Aufl., Parey-Verlag, Berlin, Hamburg, 1953.
- JOHNSON, A. W.: *Bacillus thuringiensis* and tobacco budworm control of flue-cured tobacco. *J. Econ. Entomol.* **67**, 1974, 755–759.
- KLEMENT, Z.: (Expériences relatives à l'utilisation des bactéries dans la lutte biologique contre la Nonne américaine, *Hyphantria cunea*.) *Mezőgazdasági Kísérletügyi Központ évkönyvéből* **3**, 1951, 118–127, zitiert nach Referat in *Z. Pflanzenkrankh. Pflanzensch.* **59**, 1952, 314.
- KÖPPEN, H., HÜLBERT, D., MENDE, F.: Überwachung von Schadinsekten in der industriemäßigen Kartoffelproduktion. *Nachrichtenbl. Pflanzenschutz DDR* **30**, 1976, 50–52.
- KRIEG, A.: *Bacillus thuringiensis* Berliner. Über seine Biologie, Pathogenie und Anwendung in der biologischen Schädlingsbekämpfung. *Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtsch. Berlin-Dahlem*, H. 103, 1961, 79 S.
- KRIEG, A.: Neues über *Bacillus thuringiensis* und seine Anwendung. *Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtsch. Berlin-Dahlem*, H. 125, 1967, 106 S.
- SCHREIER, O.: Über die Möglichkeit eines Erdräupen-Warnnetzes durch Lichtfang. *Z. Angew. Zool.* **61**, 1974, 395–406.
- SIKOURA, A. J.: Utilisation des micro-organismes contre les Noctuelles. *Rev. Zool. Agricole et de Path. végétale* **74**, 1975, 54–60.
- WACHTENDORF, W.: Untersuchungen über Lebensweise und Bekämpfungsmöglichkeiten der Erdräupen (*Agrotis ypsilon*). *Z. Angew. Entomol.* **37**, 1955, 462–471.