

- field and its domestic natural enemies. Sci. Bull. Fac. Agr. Kyushu Univ. 33, 109–117. (In Japanese)
- 1979b: The effectiveness of the introduced parasite *Encarsia formosa* Gahan in the control of the greenhouse whitefly *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) in a plastic house. Sci. Bull. Fac. Agr. Kyushu Univ. 33, 119–125. (In Japanese)
- 1979c: Effects of temperature and humidity on fecundity and longevity of *Encarsia formosa* Gahan, an introduced parasite of the greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood). Proc. Assoc. Pl. Prot. Kyushu 25, 112–113. (In Japanese)
- 1980: Survival rate of the greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) on tomato in the field and the role of its domestic natural enemies. Jap. J. appl. Ent. Zool. 24, 24–26. (In Japanese)
- NAKAZAWA, K.; HAYASHI, H., 1977: Studies on the biology and control of the greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood). 3. Present condition of the natural enemy complex of the greenhouse whitefly in Hiroshima Prefecture. Bull. Hiroshima Pref. Agric. Exp. Stn. 39, 35–42. (In Japanese)
- NELL, H. W.; SEVENSTER-VAN DER LELIE, L. A.; LENTEREN, J. C. VAN; WOETS, J., 1976: The parasite-host relationship between *Encarsia formosa* (Hymenoptera: Aphelinidae) and *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae). II. Selection of host stages for oviposition and feeding by the parasite. Z. ang. Ent. 81, 372–376.
- STONER, A.; BUTLER, G. D. JR., 1965: *Encarsia lutea* as an egg parasite of bollworm and cabbage looper in Arizona cotton. J. econ. Entom. 58, 1148–1150.
- SPEYER, E. R., 1927: An important parasite of the greenhouse white-fly (*Trialeurodes vaporariorum*, Westwood). Bull. ent. Res. 17, 301–308.
- VET, L. E. M.; LENTEREN, J. C. van; WOETS, J., 1980: The parasite-host relationship between *Encarsia formosa* (Hymenoptera: Aphelinidae) and *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae). IX. A review of the biological control of the greenhouse whitefly with suggestions for future research. Z. ang. Ent. 90, 26–51.
- VET, L. E. M.; LENTEREN, J. C. VAN, 1981: The parasite-host relationship between *Encarsia formosa* (Hymenoptera: Aphelinidae) and *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae). X. A comparison of three *Encarsia* spp. and one *Eretmocerus* sp. to estimate their potentialities in controlling whitefly on tomatoes in greenhouses with a low temperature regime. Z. ang. Ent. 91, 327–348.

Author's address: Dr. H. KAJITA, Institute of Biological Control, Faculty of Agriculture, Kyushu University, Fukuoka 812, Japan

Institut für Phytopathologie und Angewandte Zoologie der Universität Gießen

Zur Wirkung von Rohextrakten aus *Allium sativum* L. auf Fraßaktivität und Metamorphose von *Epilachna varivestis* Muls. (Col., Coccinellidae)

By M. O. NASSEH

Abstract

The effect of crude extracts of Allium sativum L. on feeding activity and metamorphosis of Epilachna varivestis Muls. (Col., Coccinellidae)

The effect crude extracts of garlic, *Allium sativum* L., on the feeding activity and metamorphosis of *Epilachna varivestis* Muls. was tested under laboratory conditions. The application of 3 concentrations (1,25, 2,5 and 5 %) caused a strong antifeedant effect. Furthermore, the metamor-

phosis was strongly influenced, high larval and pupal mortalities occurred, so-called pupal-adult specimens appeared and also adults with more or less deformed wings.

1 Einleitung

In letzter Zeit gewinnen Pflanzeninhaltsstoffe zunehmend an Interesse. Es ist bekannt, daß einige Pflanzen sogenannte sekundäre Inhaltsstoffe besitzen, die in der Lage sind, verschiedene physiologische Funktionen der Insekten sowie deren Verhalten stark zu beeinflussen und auf sie auch toxisch wirken können (SLÁMA et al. 1974).

Man hofft, neue Wirkstoffe mit möglichst wenig schädlichen Nebenwirkungen zu finden und bei abwechselnder Anwendung entsprechender Produkte mit anderen Pflanzenbehandlungsmitteln die mögliche Resistenzentwicklung zu verzögern. Außerdem scheint bei Pflanzeninhaltsstoffen ein rascher Abbau im Biotop gewährleistet zu sein.

Untersuchungen über Knoblauchöl haben gezeigt, daß dieses insektizide Eigenschaften besitzt. AMONKAR and BANERJI (1971) gelang die Isolierung und Charakterisierung der aktiven Komponente. Nach den Untersuchungen dieser Autoren erwiesen sich sowohl natürliche als auch synthetische Proben dieser Verbindung bei der Stechmücke *Culex pipiens quinquefasciatus* Say als letal. Versuche zur insektiziden Wirkung von *A. sativum* bei L_3 von *L. decemlineata* wurden von WITKOWSKI (1972) durchgeführt. In eigenen Versuchen mit Knoblauchextrakt wurde bei *Myzus persicae* relativ gute Wirkung erzielt (NASSEH 1980).

In dieser Publikation soll auf die Wirkung von Rohextrakten aus *A. sativum* auf den Mexikanischen Bohnenkäfer *Epilachna varivestis* Muls. eingegangen werden, da dieser eine deutliche Veränderung der Nahrungsaufnahme, eine Entwicklungshemmung, Metamorphosestörungen und Mortalität erkennen ließ.

2 Material und Methoden

2.1 Pflanzen- und Tiermaterial

Als Testorganismen dienten L_2 , L_3 und L_4 des Mexikanischen Bohnenkäfers *Epilachna varivestis*. Die Zucht erfolgte nach der von STEETS (1976) beschriebenen Methode. Sowohl als Test- als auch als Futterpflanze fand die Bohnenpflanze (*Phaseolus vulgaris*) Verwendung. Die Pflanzen wurden im Gewächshaus bei einer Belichtungsdauer von 16 h, einer Temperatur von 26–30 °C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 60–70 % in 17 × 12,6 cm großen Bellaplastschalen angezogen. Zu Versuchszwecken wurden sie bei einer Belichtungsdauer von 16 h und Temperaturen von 23–26 °C in Gaze Käfige (H = 30 cm, L = 60 cm, B = 40 cm) gestellt.

Die Rohextrakte aus *A. sativum* wurden in verschiedenen Konzentrationen je nach der Testmethode entweder auf einzelne Blätter appliziert oder es wurden die Blattober- und Unterseiten mit dem Extrakt tropfnaß besprüht, bevor sie den Tieren zum Fraß angeboten wurden.

2.2 Gewinnung des Rohextraktes aus *A. sativum*

Vor Versuchsbeginn wurden *A. sativum*-Zehen geschält, zerkleinert, bei Zimmertemperatur getrocknet und anschließend mit einem Multimix-Gerät zu feinem Pulver zermahlen. Von diesem Pulver wurden 50 g mit 1 l Methanol versetzt. Dieses Pulver-Methanol-Gemisch wurde nun 3 h

mit einem Magnetrührer gerührt, 24 h stehengelassen und anschließend wieder 1 h lang gerührt. Das Gemisch wurde 2mal filtriert und zum Verdampfen des Methanols in kleine Verdunstungsschälchen gegossen. Um den Verdampfungsprozeß zu beschleunigen, wurden die Schälchen vor einen Ventilator gestellt. Der gewonnene Extrakt diente als Standardlösung, aus der dann die gewünschten Konzentrationen durch Verdünnen mit Methanol hergestellt wurden.

2.3 Testmethoden

Als Testverfahren wurden der kombinierte Petrischalen-Bellaplastschalentest und der Käfigtest angewandt. Beide Methoden wurden bei STEETS (1975) sowie SCHMUTTERER und TERVOOREN (1980) beschrieben.

Bei der Applikation der Rohextrakte aus *A. sativum* wurden genau definierte Flüssigkeitsmengen ausgebracht.

Die Versuchstiere wurden bis zum Imaginalstadium bzw. bis zu ihrem Tod beobachtet.

3 Ergebnisse

3.1 Kombiniertes Petrischalen-Bellaplastschalentest

Bei diesen Versuchen wurde zunächst die Fraßleistung der Tiere festgestellt, in dem die Versuchstiere zu Beginn des Versuches sowie nach 24 h und 48 h gewogen wurden. Nach 48 h Aufenthalt auf behandelten Blättern wurde den Testtieren dann jeweils bis zur Häutung zur Imago nach der täglichen Bonitierung unbehandeltes Futter in Bellaplastschalen (17 × 12 × 6 cm) zur Verfügung gestellt.

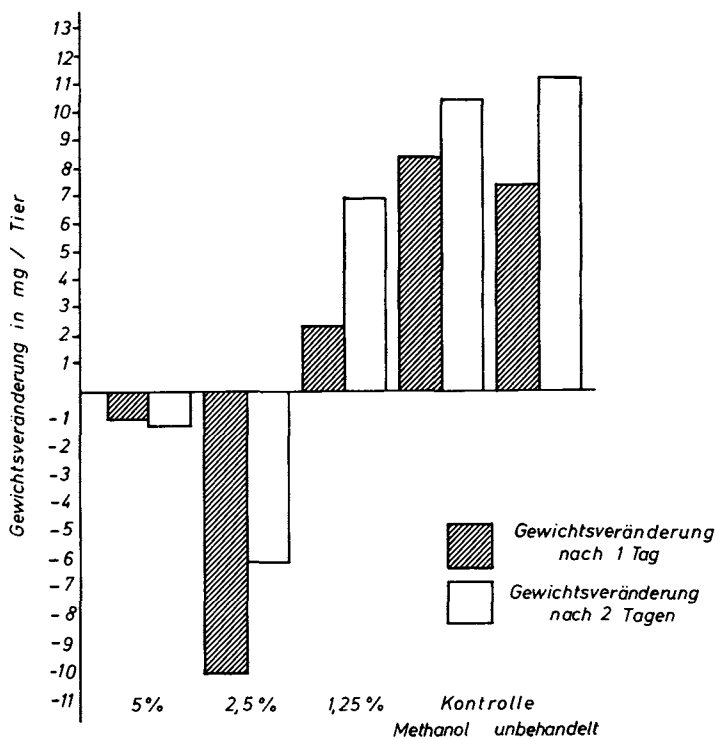


Abb. 1. Fraßabschreckende Wirkung des Rohextraktes aus *A. sativum* auf L_2 von *E. varivestis*

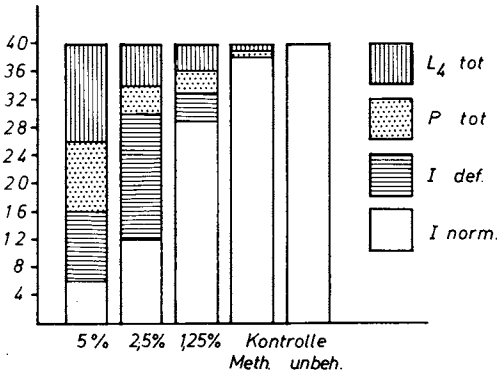


Abb. 2

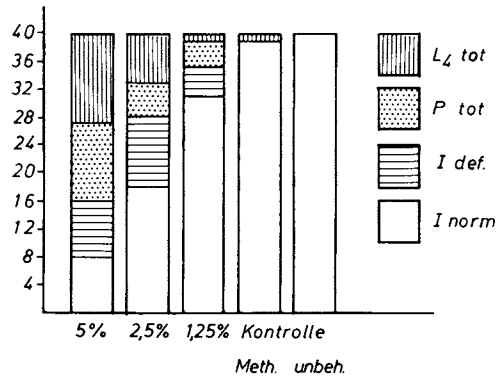


Abb. 4

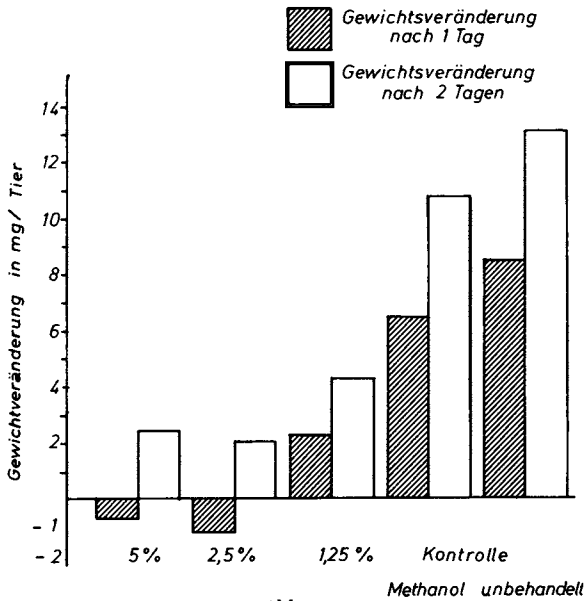


Abb. 3

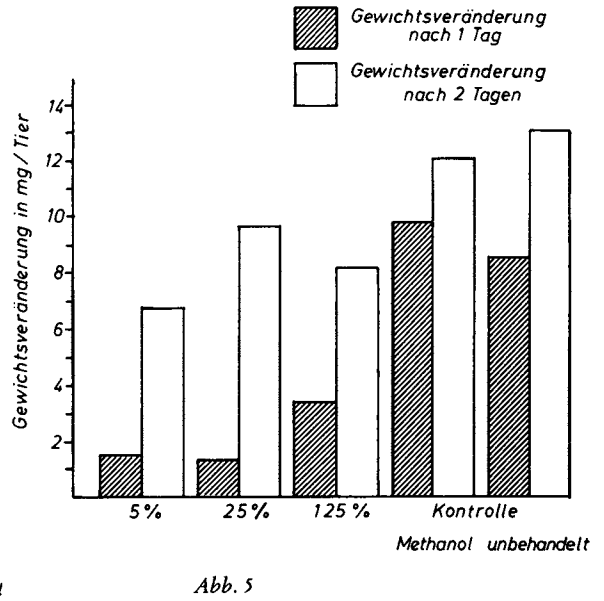


Abb. 5

Abb. 2. Wirkung des Rohextraktes aus *A. sativum* auf die Metamorphose von *E. varivestis* nach Behandlung von L_2 . - Abb. 3. Fraßabschreckende Wirkung des Rohextraktes aus *A. sativum* auf L_3 von *E. varivestis*. - Abb. 4. Wirkung des Rohextraktes aus *A. sativum* auf die Metamorphose von *E. varivestis* nach Behandlung von L_3 . - Abb. 5. Fraßabschreckende Wirkung des Rohextraktes aus *A. sativum* auf L_4 von *E. varivestis*. - Abb. 6. Wirkung des Rohextraktes aus *A. sativum* auf die Metamorphose von *E. varivestis* nach Behandlung von L_4

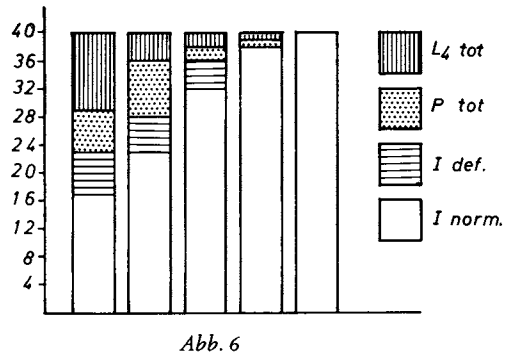


Abb. 6

Aus Abb. 1 ist zu entnehmen, daß in der mit 5%igem Knoblauchextrakt behandelten Variante bei L_2 nach dem 1. Tag ein Rückgang des durchschnittlichen Gewichtes der Versuchstiere um 1 mg und nach dem 2. Tag um 1,2 mg gegenüber dem Ausgangswert erreicht wurde. Dagegen wurde in der Variante mit 2,5%iger Konzentration nach dem 1. Tag ein Rückgang von 10,1 mg und nach dem 2. Tag ein Rückgang von 6,1 mg registriert. In der 1,25%igen Variante wurde nach dem 1. Tag eine Gewichtszunahme von 2,3 mg und nach dem 2. eine von 6,9 mg beobachtet.

Die Kontroll-Varianten zeigten sowohl nach dem 1. als auch nach dem 2. Tag eine starke Gewichtszunahme.

Aus Abb. 2 wird ersichtlich, daß es in der Versuchsreihe mit 5%igem Rohextrakt aus *A. sativum* 6 Larven, in der 2,5%igen 12 und in der 1,25 %igen Variante 29 Larven gelang, sich zu normal aussehenden Imagines zu entwickeln. Demgegenüber entwickelten sich aus den mit Methanol behandelten Kontrolltieren 38 und aus den Larven der unbehandelten Kontrolle sämtliche 40 Tiere zu normalen Adulten.

Aus Abb. 3 geht hervor, daß die Gewichtsabnahme bei dem Versuch mit L_3 nach dem 1. Tag wiederum bei der 2,5 %igen Konzentration höher (1,3 mg) war als in der 5%igen (0,7 mg). Nach dem 2. Tag war eine Gewichtszunahme bei beiden Varianten zu beobachten. In der Variante mit 1,25%iger Konzentration wurde an beiden Tagen eine Gewichtszunahme registriert.

Abb. 4 verdeutlicht die negative Wirkung von Rohextrakten aus *A. sativum* auf die Entwicklung von L_3 . In der Variante mit 5%igem Extrakt konnten sich 8, in der mit 2,5%igem 18, in der mit 1,25%igem 31, in der mit Methanol behandelten 39 und in der unbehandelten Kontrolle sämtliche 40 Larven zu ungeschädigten Imagines entwickeln.

In Abb. 5 sind die Ergebnisse der Versuchsreihen mit L_4 dargestellt. Es ist daraus zu folgern, daß alle Testkonzentrationen eine deutliche Gewichtszunahme der Versuchstiere sowohl nach dem 1. als auch nach dem 2. Tag bewirkten.

Den Darstellungen in Abb. 6 zufolge wurde die Entwicklung nach Behandlung von L_4 mit dem Rohextrakt weniger stark beeinflusst als bei L_2 und L_3 . Die Verwendung des Knoblauch-Rohextraktes führte sämtlich dazu, daß sich in der Variante mit 5%iger Konzentration 17, in der mit 2,5%iger 23, in der mit 1,25%iger Variante 32, in der mit Methanol behandelten 38 und in der unbehandelten Kontrolle alle 40 Versuchstiere sich zu gesunden Imagines entwickeln konnten.

3.2 Käfigversuche

Für diese Versuche wurden Bohnenpflanzen in einer Bellaplastschale auf 8 Pflanzen mit insgesamt 16 Primärblättern reduziert und die Sekundärblätter wurden entfernt. Jedes Blatt wurde nun beiderseitig mit einem Grapho-Retuschiergerät tropfnäß besprüht.

Bei den Versuchen fanden 3 Konzentrationen (1,25 %, 2,5 %, 5 %) Verwendung. Außerdem liefen eine Methanol- und eine unbehandelte Kontrolle mit. Erst nach dem Abtrocknen des Sprühbelages auf den Blättern wurden auf diese Versuchstiere gesetzt. Der Neuzuwachs wurde von den Pflanzen entfernt, da dieser nicht mit den Extrakten kontaminiert war.

In den Käfigversuchen blieben die Larven solange auf den behandelten Pflanzen, bis sie entweder unmittelbar vor der Verpuppung standen oder keine Fraßaktivität mehr festgestellt wurde. Zur weiteren Beobachtung wurden sie in Bellaplastschalen mit unbehandeltem Futter umgesetzt.

Die Tabelle stellt dar, welche Wirkungen der Extrakt auf die Entwicklung nach Behandlung von L_2 hatte. In der Variante mit 5%iger Konzentration

Wirkung von *A. sativum*-Rohextrakten auf Larven von *Epilachna varivestis* (Käfigversuch). Zahl der Versuchstiere pro Variante: 50. a = L₂, b = L₃ und c = L₄

Konz. d. Rohextrakts		tote Larven	tote Puppen	deform. Imagines	normale Imagines
5 %	a	23	2	5	20
	b	27	4	7	12
	c	12	2	8	28
2,5 %	a	14	4	2	30
	b	20	3	5	22
	c	6	2	2	40
1,25 %	a	1	5	4	40
	b	13	3	2	32
	c	3	1	3	43
MeOH	a	2	—	—	48
	b	1	—	—	49
	c	—	—	1	49
unbeh.	a	—	—	—	50
	b	—	—	—	50
	c	—	—	—	50

konnten sich 20, in der mit 2,5%iger 30 und in der 1,25%iger 40 der insgesamt 50 Larven zu normal aussehenden Adulten entwickeln. In der mit Methanol behandelten Kontrolle konnten sich 48 und in der unbehandelten alle 50 L₂ in ungeschädigte Käfer verwandeln. Aus der Tabelle geht weiterhin hervor, daß sich der Rohextrakt aus *A. sativum* in Abhängigkeit von der Konzentration auf die L₃ auswirkte. In sämtlichen Konzentrationen trat eine hohe Letalität der Larven ein. Da ein Großteil der L₃ abstarb, lag die Anzahl der Larven, die sich zu gesunden Adulten entwickelten, in der Variante mit 5%igem Extrakt bei 12, in der mit 2,5%igem bei 22 und in der 1,25%igem bei 32 Imagines geringer als bei L₂. Aus der Tabelle wird weiterhin ersichtlich, daß sowohl der 5%ige, der 2,5%ige als auch der 1,25%ige Rohextrakt bei L₄ zu einer geringeren Mortalität als bei L₂ und L₃ führte. Bei 5%iger Konzentration war die Sterblichkeit im Larvenstadium mit 12 Versuchstieren wesentlich höher als bei der 2,5%igen mit 6 und bei der 1,25%igen mit 3.

4 Diskussion

Je nach der angewandten Konzentration und dem jeweiligen Larvenstadium reagierten die Versuchstiere mit einer Herabsetzung der durchschnittlichen Fraßleistung. Die verminderte Fraßaktivität war dadurch bedingt, daß die Tiere unterschiedlich lang die Nahrungsaufnahme verweigerten, dann aber die behandelten Blätter zum Teil genauso intensiv befraßen wie in der unbehandelten Kontrolle. Entsprechend der unterschiedlichen Nahrungsaufnahme an den beiden Versuchstagen war die Entwicklungsdauer in den behandelten Varianten verschieden lang. Wie aus Abb. 1, 3 und 5 hervorgeht, reagierten im Fraßtest die Larven der verschiedenen Stadien unterschiedlich. Eine Gewichtsabnahme wurde nach dem 1. und 2. Tag lediglich bei L₂ und L₃ beobachtet.

Bei 1,25%iger Konzentration hatten die Testtiere in allen drei untersuchten Stadien damit begonnen, an den Blättern zu fressen, was sich sowohl nach 24 als auch nach 48 h dann naturgemäß in einer Gewichtszunahme bemerkbar

machte. In der 2,5%igen Variante zeigten die L_2 nach 24 h mit 10,2 mg den stärksten Gewichtsrückgang. Bei den L_3 stellte sich nach 24 h in der obengenannten Konzentration eine geringere Gewichtsabnahme (1,25 mg) heraus, bei L_4 wurde dagegen eine Gewichtszunahme um 1,3 mg festgestellt.

In der 2,5%igen Variante zeigten nur L_2 nach 48 h eine Gewichtsabnahme, dagegen wiesen L_3 und L_4 eine unterschiedlich starke Gewichtszunahme auf.

Die Gewichtsabnahme nach dem 1. Tag läßt sich damit erklären, daß die Testtiere zuerst die Nahrungsaufnahme verweigerten. Nach einiger Zeit waren dann entweder die abschreckenden Stoffe des Knoblauchs zumindest teilweise abgebaut, so daß eine normale Fraßaktivität einsetzte oder aber die Versuchstiere konnten die repellente Wirkung bis zu einem gewissen Grad überwinden und mit dem Fraß erneut beginnen.

Bei 5%iger Konzentration wurde eine Gewichtsabnahme nach 24 h bei L_2 und L_3 , aber nicht bei L_4 beobachtet. Dagegen wurde nach 48 h nur bei L_2 eine Gewichtsabnahme registriert. L_3 und L_4 zeigten eine unterschiedlich starke Gewichtszunahme. L_2 reagierte sowohl nach 24 als auch nach 48 h sensibler als L_3 und L_4 . Die Kontrollvarianten wiesen durchweg eine unterschiedlich starke Gewichtszunahme sowohl nach 24 als auch nach 48 h auf, wobei die Gewichtszunahme der Kontrolltiere am 2. Tag, verglichen mit dem 1. Tag, geringer war. Dies ist darauf zurückzuführen, daß die Tiere schon nach 24 h $^{2/3}$ der vorhandenen Blattfläche abgefressen hatten, und ihnen danach nur noch wenig Nahrung zur Verfügung stand.

Im kombinierten Petrischalen-Bellaplastschalenversuch lag bei sämtlichen Konzentrationen die Letalität der jüngeren Tiere (L_2) über der der älteren (L_3 und L_4). Allerdings zeigte sich in Käfigversuchen, daß die Sensibilität der L_3 höher war als die der L_2 und L_4 .

Die bei der Durchführung der Käfigversuche aufgetretene erhöhte Letalität der L_3 gegenüber L_2 und L_4 bei allen Konzentrationen läßt sich damit erklären, daß neben der peroralen noch die Möglichkeit zur Aufnahme der Rohextrakte durch den Kontakt bestand. Den Larven stand zu Beginn des Käfigversuchs eine größere, mit Extrakt kontaminierte Fläche zur Verfügung. Die L_3 bewegten sich auf dieser im Vergleich zu L_2 aktiver. Sie hatten im Vergleich zu L_4 auch längeren Kontakt mit dem Mittel. Da *A. sativum*-Inhaltsstoffe möglicherweise nach bestimmter Zeit abgebaut werden, war die höhere Sterblichkeit wahrscheinlich darauf zurückzuführen, daß zusätzlich zur peroralen Aufnahme noch die oben besprochene Kontaktwirkung zustande kam.

Sowohl im Fraß- als auch im Käfigversuch war bei Verwendung von Rohextrakten aus *A. sativum* eine relativ hohe Anzahl morphogenetisch geschädigter Imagines zu beobachten. Die morphogenetischen Schädigungen äußerten sich in einem Abspreizen der Hinterflügel, die nicht mehr eingezogen werden konnten, und im Auftreten von sog. „Pupaladulten“. Das Auftreten von solchen geschädigten Tieren beruht also auf Häutungsschwierigkeiten. Sie können die pupale Exuvie nicht ganz abstreifen, die Flügel bleiben auf kleine abgewinkelte Stummel reduziert, und die Tiere sterben nach wenigen Tagen.

Nach den aufgetretenen Symptomen zu urteilen erscheint es möglich, daß der Knoblauchextrakt hormon-mimetische Substanzen enthält, die den Insektenhormonen ähnlich oder mit diesen identisch sind. Wahrscheinlich greift der Knoblauchextrakt nach der Zuführung von außen her nach seiner Passage durch die Haut in den Hormonhaushalt des Mexikanischen Bohnenkäfers ein und führt dann zu Metamorphosestörungen sowie als Folge davon zu morphogenetischen Schädigungen.

Die bei *E. varivestis* durch *A. sativum*-Extrakt hervorgerufenen Schädigungen ähnelten sehr denen stark, die SCHMUTTERER und REMBOLD (1980) bei Versuchen mit Neemextrakt und SCHMUTTERER und TERVOOREN (1980) mit *Ajuga*-Extrakt bei *E. varivestis* festgestellt hatten. Allerdings konnten die Thorakalflecken, die von den zuletzt genannten Autoren beschrieben wurden, in den Versuchen mit Knoblauchextrakt nicht beobachtet werden.

Zusammenfassung

Unter Laborbedingungen wurde mit Hilfe verschiedener Testmethoden die Wirkung von Rohextrakten aus *A. sativum* L. auf Fraßaktivität und Metamorphose von *Epilachna varivestis* Muls. untersucht.

Je nach der angewandten Konzentration (1,25, 2,5 und 5 %) führte der Rohextrakt zu einer deutlichen Fraßhemmung, einer starken Beeinflussung der Metamorphose, zur Entstehung hoher Larven- und Puppenmortalität sowie zur Entstehung sog. pupal-adulter Tiere und zu Adulten mit mehr oder weniger stark deformierten Flügeln.

Literatur

- AMONKAR, S. V.; BANERJI, A., 1971: Isolation and characterization of larvicidal principle of garlic. *Science* 179, 1343–1344.
- NASSEH, M. O., 1980: Zur Wirkung von Juvenoiden und Rohextrakten aus *Allium sativum* L. auf Blattläuse und deren natürliche Feinde. Diss. Justus-Liebig-Univ. Gießen.
- SCHMUTTERER, H.; REMBOLD, H., 1980: Zur Wirkung einiger Reifractionen aus Samen von *Azadirachta indica* auf Fraßaktivität und Metamorphose von *Epilachna varivestis*. *Z. ang. Ent.* 89, 179–188.
- SCHMUTTERER, H.; TERVOOREN, G., 1980: Zur Wirkung von Rohpreßsäften aus *Ajuga*-Arten auf Fraßaktivität und Metamorphose von *Epilachna varivestis* Muls. *Z. ang. Ent.* 89, 470–478.
- SLÁMA, K.; ROMANUK, M.; ŠORM, F., 1974: Insect hormones and bioanalogs, 339–368. Wien & New York: Springer Verlag.
- STEETS, R., 1976: Zur Wirkung von Inhaltsstoffen aus Meliaceen und Anacardiaceen auf Coleopteren und Lepidopteren. Diss. Justus-Liebig-Univ. Gießen.
- WITKOWSKI, W., 1972: Research on the insecticidal effect of garlic, *Allium sativum* L., against Colorado beetle, *Leptinotarsa decemlineata* Say. *Biol. Inst. Ochr. Rosl.* 54, 365–372.
- Anschrift des Verfassers:* Dr. M. O. NASSEH, Institut f. Phytopathologie der Justus-Liebig-Universität, Ludwigstr. 23, 6300 Gießen