

- RYVKIN, B. V., 1969: Die Diprionidae und die Komplexe ihrer natürlichen Feinde. Beiträge zur Entomologie 19, 595–605.
- SCHEDL, K. E., 1938: Zur Blattwespen-Prognose. Mitt. Forstwirtschaft u. Forstwissenschaft 9, 192–241.
- SCHIMITSCHEK, E., 1941: Die Übervermehrung von *Diprion pini* L., im Westslowakischen Kieferngebiet. Z. Pflanzenkrankh. (Pflanzenpath.), Pflanzenschutz 51, 257–278.
- SITOWSKI, L., 1929: Zur Biologie der Lophyrusparasiten; in Polnisch; Prac. Komis. Mat.-Prz. Nauk, Ser. BT, 5
- THALENHORST, W., 1963: Das Massenaufreten der Kiefernbuschhornblattwespe *Diprion pini* (L.) in Niedersachsen 1959 bis 1961. Allg. Forst- u. Jagdz. 134, 76–82.
- VASIC, K.; SISOJEVIC, P., 1955: Les insectes parasites de *Diprion pini* L. et leur action durant l'invasion de l'espèce en 1951–1952 dans la Montagne de Maljeu (Serbie occidentale). Plant Protection 27, 3–43 (in Serb.)
- WEBBER, R. T., 1932: *Sturmia inconspicua* Meigen, a Tachinid Parasite of the Gypsy Moth. J. agric. Res. 45, 193–208.

Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. O. EICHHORN, Commonwealth Institute of Biological Control, European Station, 1, chemin de Grillons, CH-2800 Delémont

Die Wirkung von Rohpreßsäften und Rohextrakten aus Ajuga-Arten auf Fraßaktivität und Metamorphose von *Epilachna varivestis* Muls.

VON H. SCHMUTTERER UND GISELA TERVOOREN¹

Abstract

The effect of squeezed juices and crude extracts of Ajuga species on feeding activity and metamorphosis of Epilachna varivestis (Col., Coccinellidae)

The effect of fresh, squeezed plant juices and that of crude extracts from dried parts of *Ajuga reptans* and *A. remota* on the feeding activity and metamorphosis of *Epilachna varivestis* was investigated by means of various testing methods.

Squeezed plant juices and crude plant extracts cause a strong antifeedant effect. The causal agents are most probably ajugarins, at least in case of *A. remota*. Furthermore, the metamorphosis is strongly influenced by the extracts, leading to high larval and pupal mortalities, the appearance of pupal-adult specimens and of beetles showing more or less deformed wings. The growth-regulating effect is presumably caused by ecdysoids, primarily ecdysterone.

1 Einleitung

Während der letzten fünfzehn Jahre sind etwa 50 Ecdysoide in verschiedenen Pflanzenarten nachgewiesen worden. HIKINO und TAKAMETO (1974) führen insgesamt 83 Pflanzenfamilien auf, deren Angehörige solche Inhaltsstoffe aufweisen. Auffallend ist hierbei, daß sich unter den ecdysoidhaltigen Pflanzen

¹ Frau Inge Kleinschmit sei an dieser Stelle für die sorgfältige technische Durchführung einiger Versuche besonders gedankt.

besonders viele Farne und Nadelholzarten befinden. Von den Labiaten werden u. a. vier im Fernen Osten verbreitete *Ajuga*-Arten, nämlich *A. decumbens*, *A. incisa*, *A. japonica* und *A. nipponensis* genannt. Den Phytoecdysoiden der *Ajuga* spp. widmen auch NAKANISHI et al. (1974) besondere Aufmerksamkeit, wobei jedoch wie bei den vorher zitierten Autoren in erster Linie biochemische Fragen behandelt werden.

Da über die biologischen Wirkungen der Inhaltsstoffe der *Ajuga*-Arten – wenn man von einfachen, grundlegenden Testen wie z. B. dem *Chilo*-Tautest zur Bestätigung biochemischer Befunde einmal absieht – keine eingehenderen Untersuchungen vorliegen, wurden von den Verfassern im Laufe der letzten Jahre zunächst Rohextrakte der einheimischen *A. reptans* (Kriechender Günsel) und der im Hochland von Kenia beheimateten *A. remota* auf ihre fraßabschreckende und entwicklungshemmende Wirkung bei Insekten genauer untersucht.

2 Material und Methoden

2.1 Pflanzenmaterial

Die für die Gewinnung von Extrakten benötigten *A. reptans*-Pflanzen wurden im Mai in feuchten Wiesen in der weiteren Umgebung von Gießen gesammelt. Sie wurden dabei entweder mit ihren Wurzeln ausgegraben oder es wurden nur Blattrosetten abgeschnitten und/oder Blütentriebe abgepflückt. Anschließend erfolgte eine Reinigung der Wurzeln von der noch an ihnen haftenden Erde. Dann wurden die Pflanzen entweder zur Herstellung von Frischextrakten sofort verwendet oder, was die Regel war, zum Trocknen ausgebreitet. Der Trocknungsprozeß nahm bis zu mehreren Wochen in Anspruch. Das getrocknete Pflanzenmaterial wurde bis zur Verwendung kühl und trocken aufbewahrt.

Um ausreichend *A. remota*-Material zu bekommen, wurden vom erstgenannten Verfasser aus Nairobi in Kenia mitgebrachte Samen im Gewächshaus zum Keimen gebracht, um zunächst einige Mutterpflanzen zu erhalten, die reichlich Stecklinge lieferten. Letztere ließen sich sehr leicht bewurzeln. Im Sommer konnte die Labiate etwa von Ende Mai bis Mitte Oktober auch gut in Mistbeeten im Freiland gehalten werden. Das Trocknen der abgeschnittenen Pflanzenteile erfolgte wie bei *A. reptans*.

2.2 Tiermaterial

Als Testtier diente der Mexikanische Bohnenkäfer *Epilachna varivestis* Muls., da sich dieser wegen seiner unproblematischen Zucht, Fraßaktivität und deutlichen Reaktionen auf Inhaltsstoffe der *Ajuga*-Rohextrakte als besonders geeignet erwies. Die Insekten wurden an jungen *Phaseolus vulgaris*-Pflanzen in Gazekäfigen (H = 34 cm, L = 52 cm, B = 35 cm) bei einer Belichtungsdauer von 16 h und bei Temperaturen von 24–25 °C gehalten. Zu den Versuchen wurden stets Viertlarven nur wenige Stunden nach der Häutung herangezogen. Dieses Stadium und diese Entwicklungsphase ließen sowohl auf Inhaltsstoffe mit Ecdysoid- als auch auf solche mit Juvenoidcharakter Reaktionen erwarten.

2.3 Herstellung der pflanzlichen Rohextrakte

Für die Gewinnung von Frischpreßsäften vorgesehene Pflanzen wurden möglichst bald nach dem Abschneiden in voll turgeszentem Zustand verwendet. Das Zerkleinern erfolgte in einer Braun-Küchenmaschine und benötigte wenige Minuten. Anschließend wurde die grüne, breiige Masse zum Entfernen der gröberen Bestandteile durch eine feinmaschige Gaze gepreßt. Der so gewonnene Saft, der infolge von Schwierigkeiten beim Filtrieren nicht noch weiter gereinigt wurde, kam dann in 100prozentiger und nach Verdünnen mit dest. Wasser auch in 50- und 25prozentiger Konzentration sofort zur Verwendung.

Bei Versuchen mit Extrakten getrockneter Pflanzen bzw. Pflanzenteile wurde wie folgt vorgegangen: Zunächst erfolgte die Zerkleinerung des Materials in einer Braun-Küchenmaschine. Dann wurden 40 g des gewonnenen Pulvers in einem Becherglas mit 800 ml reinem Methanol versetzt. Nach dreistündigem Rühren mit dem Magnetrührer blieb der Extrakt einen Tag lang stehen, um dann erneut für eine Stunde gerührt zu werden. Anschließend erfolgte mehrfaches Filtrieren mit Selecta-Faltenfiltern 520. Der verbliebene Extrakt wurde dann zum Verdampfen des Methanols in Porzellanschälchen gefüllt. Nach dem Eintrocknen wurden unmittelbar vor Versuchsbeginn die gewünschten Anwendungskonzentrationen durch erneute Zugabe von Methanol hergestellt. In der Regel wurde mit 10-, 5- und 2,5prozentigen Extrakten gearbeitet.

2.4 Testmethoden

Es wurden 3 Testverfahren angewandt, die im folgenden kurz beschrieben werden. Es handelte sich um einen kombinierten Petrischalen-Bellaplastschalentest auf fraßabschreckende und metamorphosestörende Wirkung der Extrakte, einen Käfigtest auf Metamorphosestörung und einen Tauchtest auf perkutane Wirkung.

Zum Petrischalen-Bellaplastschalentest werden zunächst Plastikpetrischalen verwendet, wie sie schon bei STEETS (1975) Erwähnung fanden. Sie sind dadurch charakterisiert, daß sich in ihnen auf einem Filterpapier ein Bohnenblatt befindet, das mit einem Schalenteil mit ausgestanztem Loch von 4 cm Durchmesser bedeckt ist. Den einzelnen Versuchstieren steht dadurch eine behandelte oder unbehandelte Blattfläche von 12,6 cm² zum Fraß zur Verfügung. Sie erhalten Gelegenheit, zwei Tage lang Nahrung aufzunehmen. Die Testtiere werden vor dem Versuch, nach 24 und 48 h einzeln gewogen, um an Hand ihres Gewichtes Rückschlüsse auf ihre Fraßaktivität ziehen zu können.

Pro Blatt werden 0,2 ml der Extrakte mit einem feinen Pinsel vorsichtig aufgetragen. Außerdem wird zur Erfassung der Wirkung des Methanols stets eine Methanol- und eine vollkommen unbehandelte Variante in jedem Versuch mitgeführt. Für jede Konzentration werden zwanzig Viertlarven mit möglichst geringer Gewichts Differenz verwendet.

Nach Abschluß des 2tägigen Petrischalen-Fraßtestes werden die Versuchstiere in Bellaplastschalen mit Gazedeckel an unbehandeltes Futter gesetzt. Sie verbleiben hier bei ständiger Erneuerung der abgefressenen Bohnenblätter bis zu ihrem Tod oder zum Abschluß der Metamorphose. Durch laufende Bonituren werden Mortalität und Entwicklungsstörungen ermittelt.

Beim Käfigtest wird zur Ausschaltung bzw. Verminderung einer eventuellen Gaswirkung der Extrakte bzw. des Methanols mit größeren Gazekäfigen (H = 30,5 cm, L = 30 cm, B = 25 cm) gearbeitet. In den Käfigen befindet sich eine Bellaplastschale mit 12 jungen Bohnenpflanzen mit Primärblättern. Sie wird durch eine neue mit unbehandelten Pflanzen ersetzt, sobald das Futter verzehrt ist. Bei Versuchsbeginn werden die Futterpflanzen mit insgesamt 4 ml der zu testenden Extrakte mit einem Grafo-Retuschiergerät sorgfältig gesprüht. In jeden Käfig werden 20 junge Viertlarven gesetzt, deren weitere Metamorphose und Sterblichkeit einer genauen Kontrolle unterliegen. Der Petrischalen-Bellaplastschalentest und der Käfigtest können sich über mehrere Wochen hinziehen.

Der Tauchtest erfolgt durch einfaches Eintauchen der Testtiere mit einer Pinzette in die Extrakte, die nicht mit Methanol, sondern mit Wasser verdünnt werden. Nach 1–2 s Tauchzeit werden die Testtiere in Bellaplastschalen an unbehandeltes Futter gesetzt. Sie werden hier bis zum Ende ihrer Metamorphose beobachtet. Bei diesem Test werden nur je 10 Larven für jede zu testende Konzentration bzw. für die Kontrolle verwendet.

3 Ergebnisse

3.1 Versuche mit Frischpreßsäften

In mehreren Versuchen mit Preßsäften aus verschiedenen Teilen von *A. reptans* und *A. remota* ergab sich in Petrischalentesten übereinstimmend eine mit der Konzentration einwandfrei korrelierte, deutliche Fraßabschreckung. Das Ergebnis eines solchen Tests mit einem Preßsaft aus Blattrosetten und Blütentrieben von *A. reptans* ist in Abb. 1 zeichnerisch dargestellt.

Bei unverdünntem Preßsaft zeigte sich nach dem 1. d ein leichter Rückgang des durchschnittlichen Gewichts der Versuchstiere um 0,5 mg. Während des 2. d erfolgte dann eine leichte Zunahme, so daß ein um 0,55 mg über dem Ausgangswert bei Versuchsbeginn liegender Wert erreicht wurde. Bei 50prozentiger Konzentration nahm das Gewicht nach 2 d um durchschnittlich 1,8, bei 25prozentiger um 6,6 mg pro Larve zu. In der Kontrolle hatten die Tiere nach 48 Stunden im Durchschnitt um 12,65 mg zugenommen.

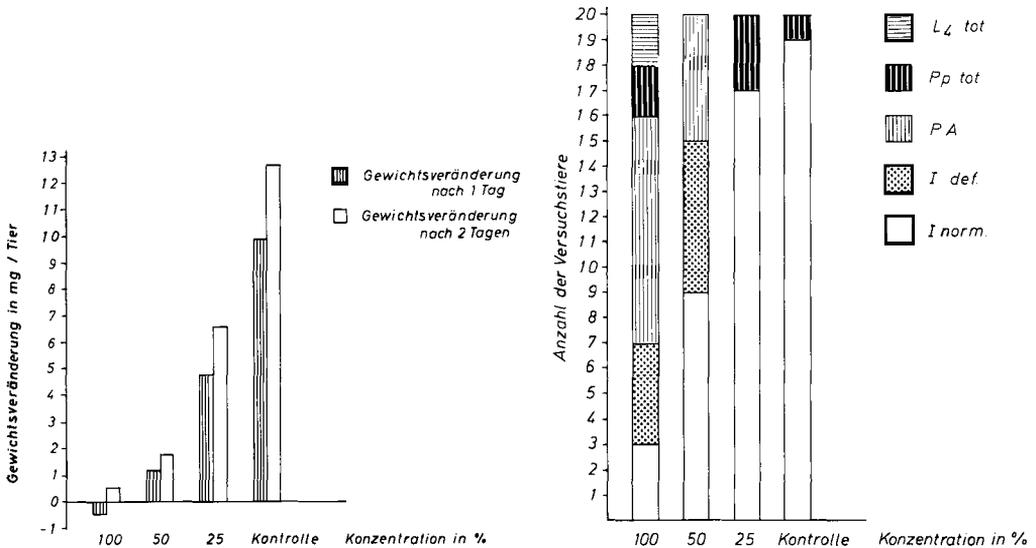


Abb. 1 (links). Fraßabschreckende Wirkung eines Frischpreßsaftes aus Blattrosetten und Blütentrieben von *A. reptans*. – Abb. 2 (rechts). Metamorphosestörende Wirkung eines Frischpreßsaftes aus Trieben und Blättern von *A. remota*. Pp = Puppen, PA = pupal-adulte Tiere, I = Imagines

Frishpreßsäfte aus beiden *Ajuga*-Arten konnten auch einen starken negativen Einfluß auf die Entwicklung der Testtiere ausüben, d. h. deren Metamorphose beeinflussen. Diese Wirkung soll an Hand der Versuchsergebnisse mit einem Preßsaft aus Trieben und Blättern von *A. remota* (Gewächshausmaterial) näher erläutert werden (Abb. 2).

Bei 100prozentiger Preßsaftkonzentration starben im (kombinierten Petrischalen-)Bellaplastschalentest vier Viertlarven und zwei Puppen ab. In neun Puppen entwickelten sich zwar Käfer, doch konnten diese dann die Puppenhaut nicht abstreifen, so daß sie eine Art Zwischenstadium darstellten („pupal-adulte“ Tiere). Vier Käfer zeigten mehr oder weniger starke Flügeldeformationen, während drei normal aussahen. Bei 50prozentiger Extraktkonzentration wurden eine tote Puppe, vier „pupal-adulte“ Tiere und sechs Käfer mit verkrüppelten Flügeln registriert. Neun Käfer zeigten keine äußerlichen Schäden. Nach Anwendung eines 25prozentigen Preßsaftes starben zwei Puppen ab, in der Kontrolle nur eine.

Käfigversuche mit Frishpreßsäften aus verschiedenen Teilen der beiden *Ajuga*-Arten ergaben gleichfalls eindeutige Resultate, wie dies durch Tab. 1 an Hand eines solchen Tests mit einem Preßsaft aus Blattrosetten und Wurzeln von *A. reptans* belegbar ist.

Tabelle 1. Ergebnis eines Käfigversuches mit Frischpreßsaft aus Blattrosetten und Wurzeln von *A. reptans*

Konz. d. Extrakts	Zahl d. V.-Tiere	tote Lv.	tote P.	pup.-ad. Tiere	def. Imag.	norm. Imag.
100 %	20	20	–	–	–	–
50 %	20	18	2	–	–	–
25 %	20	8	7	4	–	1
Kontrolle	20	1	–	–	–	19

3.2 Versuche mit Extrakten aus getrocknetem Pflanzenmaterial

Wie mit Frischpreßsäften konnte auch mit Extrakten aus getrockneten ganzen Pflanzen oder Pflanzenteilen eine fraßabschreckende Wirkung nachgewiesen werden, die jedoch meist noch deutlicher ausfiel. Als Beispiel soll ein Versuch mit einem *A. reptans*-Extrakt (ganze Pflanzen inkl. Wurzeln) dienen, dessen Ergebnisse in Abb. 3 als Diagramm wiedergegeben sind.

Im Petrischalen-Fraßtest ging bei Haltung der Tiere auf Blättern, die mit 10prozentigem Extrakt behandelt worden waren, das durchschnittliche Gewicht der Viertlarven nach 24 h um 3,61 mg zurück, nach 48 h um weitere 1,72 mg, so daß das Ausgangsgewicht bei Versuchsbeginn um 5,13 mg unterschritten wurde. Bei 5- und 2,5prozentigen Extraktkonzentrationen war die Fraßhemmung entsprechend geringer, aber mit – 3,62 mg bzw. – 0,76 mg pro Tier nach 48 h immer noch beachtlich. In der Methanol-Kontrolle nahmen die einzelnen Larven im Durchschnitt um 4,56 mg, in der unbehandelten Kontrolle um 7,70 mg zu.

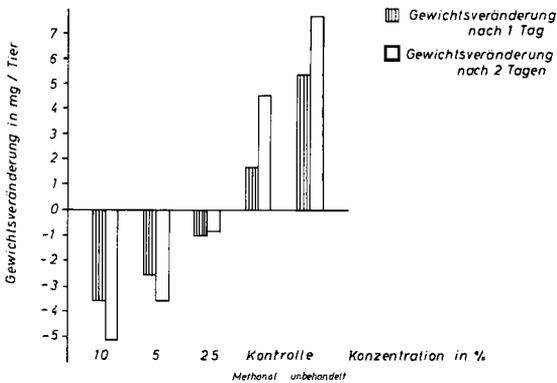


Abb. 3. Fraßabschreckende Wirkung eines Rohextraktes aus getrockneten, ganzen Pflanzen (inkl. Wurzeln) von *A. reptans*

Wie sich *A. reptans*-Extrakte, die in einem anderen Versuch ebenfalls starke Fraßhemmung (Abb. 4) verursachten, auf die Metamorphose von *E. varivestis* auswirkten, ist in Abb. 5 dargestellt. Die Versuchstiere waren, wie beim kombinierten Petrischalen-Bellaplastschalentest üblich (s. o.), nach 48 h zur weiteren Beobachtung auf unbehandeltes Futter in Bellaplastschalen gesetzt worden.

Bei Versuchsabschluß, 18 d nach Beendigung des Fraßtestes, waren in der



Abb. 4. Links unbehandelte, rechts mit 5prozentigem Rohextrakt von *A. reptans* behandelte Bohnenpflanzen (Käfigversuch)

Versuchsvariante mit 10prozentigem Extrakt alle 20 Larven abgestorben. Die Tiere hatten nach wenigen Tagen die Nahrung verweigert, ihren Körper nach unten gekrümmt und waren allmählich zusammengeschrumpft. Viele von ihnen hefteten sich mit dem Hinterende an der Bellaplastschale fest, obwohl sie die Präpuppenphase noch nicht erreicht hatten. Bei 5prozentiger Extraktkonzentration starben 14 Larven und eine Puppe. Ein Tier konnte die Puppenhaut nicht abstreifen, starb also später in pupal-adultem Zustand. Von den vier Käfern, die ihre Metamorphose abschließen konnten, hatte einer deformierte Elytren. Bei einer Konzentration von 2,5 % starben 11 Larven und 1 Puppe. Zwei Tiere erwiesen sich als pupal-adult und sechs Käfer als normal. In der Methanol-Kontrolle trat keine Mortalität auf, während in der unbehandelten Versuchsvariante eine Larve und eine Puppe abstarben.

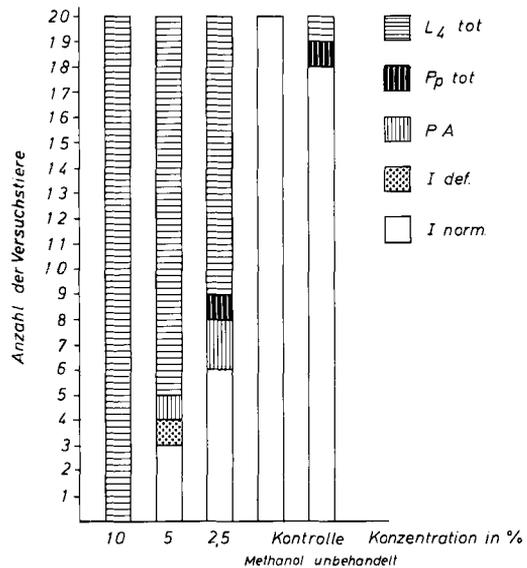


Abb. 5. Wirkung eines Rohextraktes aus ganzen Pflanzen (ohne Wurzeln) von *A. reptans*.
 Pp = Puppen,
 PA = pupal-adulte Tiere,
 I = Imagines

In Käfigtesten nahmen die *Epilachna*-Larven wesentlich länger mit *Ajuga*-Inhaltsstoffen kontaminierte Nahrung auf, weshalb die Wirkung auf die Metamorphose meist noch stärker ausfiel als in Petrischalen-Bellaplastschalenversuchen. Die Ergebnisse eines repräsentativen Käfigversuches mit Extrakten aus Blattrossetten und Wurzeln von *A. reptans* sind in Tab. 2 zusammengestellt.

Tabelle 2. Ergebnis eines Käfigversuches mit Extrakten aus Blattrossetten und Wurzeln von *A. reptans*

Konz. d. Extraktes	Zahl d. V.-Tiere	tote Lv.	tote P.	pup.-ad. Tiere	def. Imag.	norm. Imag.
10 %	20	20	—	—	—	—
5 %	20	14	5	1	—	—
2,5 %	20	11	2	7	—	—
Kontrolle Methanol	20	1	—	—	—	19
Kontrolle unbehandelt	20	1	—	—	—	19

Mehrere Käfigversuche mit Extrakten aus Stengeln und Blättern von *A. remota* fielen ähnlich aus. In drei von diesen starben die Larven bei Verwendung 10- und 5prozentiger Extrakte aus *A. remota* sämtlich ab, während sich nach Aufnahme 2,5prozentiger Auszüge eine geringe Überlebenschance bot. Die wenigen übriggebliebenen Tiere waren pupal-adult oder hatten starke Flügeldefekte.

In Tauchttesten ergaben sich dagegen in den meisten Fällen keine klaren Hinweise auf eine perkutane Wirkung von *Ajuga*-Inhaltsstoffen. Die entsprechenden Versuche sind jedoch auch auf Grund des begrenzten Testmaterials (nur 10 Larven pro Versuchsvariante) eher als Tastversuche zu werten. Im folgenden wird in Tab. 3 das Ergebnis eines Tauchttestes mit Extrakten aus ganzen *A. reptans*-Pflanzen (mit Wurzeln) wiedergegeben, da sich hierbei einige Effekte zeigten.

Die Larven zeigten bei den Tauchversuchen vor dem Absterben ähnliche Symptome wie nach peroraler Aufnahme von *Ajuga*-Inhaltsstoffen. Auch die pupal-adulten Tiere und die Käfer mit deformierten Elytren entsprachen in ihrem Aussehen denen in anderen Versuchen.

Tabelle 3. Ergebnis eines Tauchversuches mit Extrakten aus ganzen Pflanzen von *A. reptans*

Konz. d. Extrakts	Zahl d. V.-Tiere	tote Lv.	tote P.	pup.-ad. Tiere	def. Imag.	norm. Imag.
10 %	10	4	—	—	2	4
5 %	10	3	—	1	1	5
2,5 %	10	4	—	2	2	2
Kontrolle	10	1	—	—	—	9

4 Diskussion

A. reptans wird in Mitteleuropa vom Vieh gemieden, was man durch die Bitterstoffe dieser Pflanze erklärt. Blätter, Triebe und andere Teile von *A. reptans* schmecken im Gegensatz zu denen von *A. remota* für die menschliche Zunge nur schwach bitter. Es ist nicht sehr wahrscheinlich, daß die Fraßab-

schreckung bei *E. varivestis* mit den Bitterstoffen von *Ajuga* spp. zusammenhängt, da phytophage Coccinelliden eher positiv auf Pflanzeninhaltsstoffe mit diesen Eigenschaften reagieren, z. B. auf das Cucurbitacin in Gurkengewächsen. Es ist vielmehr anzunehmen, daß der fraßabschreckende Effekt auf andere Stoffe, z. B. die von KUBO und NAKANISHI (1976) aus *A. remota* isolierten Ajugarine zurückgeht. Ob es sich bei dem wirksamen Prinzip von *A. reptans* um die gleichen Stoffe oder biochemisch nah verwandte handelt, kann infolge fehlender Untersuchungen nur vermutet werden. Fraßabschreckende Wirkungen könnten jedoch auch von Ecdysteron und anderen Ecdysoiden ausgehen (s. u.).

Unter Freilandbedingungen werden Blätter und andere Teile von *Ajuga* spp. von Phytophagen mit Ausnahme von Schnecken kaum angefressen; lediglich eine Wicklerraupe² ist im Mai an den Blütenständen von *A. reptans* ab und zu festzustellen. Ob dieser Spezialist gegen die fraßabschreckenden und metamorphosestörenden Inhaltsstoffe des Kriechenden Günsels besonders widerstandsfähig ist oder ob er beim Fraß die Pflanzengewebe mit größeren Wirkstoffkonzentrationen vermeiden kann, ist noch nicht bekannt. Weitere Untersuchungen sollen hierüber Aufschluß geben. Außer dem genannten Kleinschmetterling treten an *A. reptans* gelegentlich auch Blattläuse auf.

Die metamorphosestörenden Stoffe in *A. reptans* und *A. remota* sind entweder in beachtlichen Konzentrationen im Preßsaft und Extrakt vorhanden, oder sie sind so wirksam, daß sich bereits kleine Mengen in Gemischen vieler Stoffe, wie sie Rohextrakte darstellen, deutlich durchsetzen können. Bei Versuchen mit *E. varivestis* konnten einwandfreie metamorphosestörende Wirkungen von Rohextrakten außer bei *Ajuga* spp. (TERVOOREN 1979) nur noch bei wenigen anderen Pflanzen, z. B. *Azadirachta indica* (LEUSCHNER 1972; STEETS 1975, 1976), *Melia azederach* (STEETS 1975, 1976), *Gaillardia* spp. (GEBAUER 1979), *Taxus baccata* (SCHUSTER 1980) und einem nicht näher bestimmten mediterranen Farn (SCHMUTTERER unpubl.) festgestellt werden.

Bei der Frage nach der chemischen Natur der *Ajuga*-Inhaltsstoffe mit metamorphosestörender Wirkung stößt man auf die bereits in der Einleitung erwähnten Ecdysoide. Bisher wurden in 4 fernöstlichen *Ajuga*-Arten Ecdysteron (β -Ecdyson), Cyasteron, Ajugasteron A, B und C und Ajugalacton nachgewiesen (HIKINO und TAKAMETO 1974). Am stärksten waren Ecdysteron und Cyasteron vertreten. Besonderes Interesse fand das Ajugalacton, das im *Chilo*-Tauchttest, der zum Nachweis einer hormonalen Wirkung von Pflanzeninhaltsstoffen von Biochemikern durchgeführt wird, die Wirkung von Ponasteron A vollständig unterdrückte (KOREEDA et al. 1970). Trotzdem kommt dem Ajugalacton kein echter Antihormoncharakter zu, da es nur im erwähnten Test bei einem Verhältnis von 250 ppm Ajugalacton zu 50 ppm Ponasteron A eine entsprechende Wirkung zeigen konnte (NAKANISHI et al. 1974).

Es ist schon seit längerer Zeit bekannt, daß sich bei künstlicher Zufuhr von Häutungshormonen, also Ecdysteron über die Nahrung oder durch Injektion bei der folgenden Häutung Komplikationen ergeben können bzw. der hormonale Zyklus der Insekten so gestört wird, daß behandelte Larven vorher absterben. Bei niedrigerer Dosierung der künstlich zugeführten Stoffe können sich Zwischenformen zwischen Puppen und Adulten („pupal-adulte“ Tiere) oder solche Imagines entwickeln, die die Puppenhaut nur teilweise abstreifen oder stark mißgebildete Flügel aufweisen.

² *Cnephasia* sp.

Alle diese Symptome einer hormonal bedingten Entwicklungs- und Häutungsstörung traten in den eigenen Versuchen mit *Ajuga*-Extrakten an *E. varivestis* auf, so daß sich diese Effekte mit großer Wahrscheinlichkeit auf Phytoecdysone, in erster Linie wohl das Häutungshormon Ecdysteron zurückführen lassen. Welche Rolle andere, in *A. reptans* und *A. remota* vermutlich ebenfalls vorkommende Ecdysoide bei den Versuchen gespielt haben, läßt sich nach dem derzeitigen Stand der Forschung noch nicht sagen. Es ist beabsichtigt, die einzelnen Phytoecdysone im Laufe der nächsten Zeit durch Fraktionierung und begleitende Bioteste zu isolieren und dann getrennt auf ihre biologische Wirkung auf verschiedene Insekten zu untersuchen. Die geringe Wirkung der *Ajuga*-Extrakte im Tauchtest ist wahrscheinlich dadurch zu erklären, daß Ecdysteron und andere Ecdysoide die Cuticula von Insekten nicht oder nur sehr schlecht passieren können. Wenn Effekte zustande kommen, so wären diese auch auf dem Wege über kontaminierte Mundwerkzeuge denkbar.

Zusammenfassung

Die Wirkung von Presssäften aus frischen und von Rohextrakten aus getrockneten Teilen von *Ajuga reptans* und *A. remota* auf die Fraßaktivität und Metamorphose von *Epilachna varivestis* wurde mit Hilfe verschiedener Testmethoden untersucht.

Presssäfte und Rohextrakte bewirken eine deutliche Fraßhemmung, die zumindest bei *A. remota* wahrscheinlich auf Ajugarine zurückgeführt werden können. Außerdem wird die Metamorphose stark beeinflusst, was zu hoher Larven- und Puppenmortalität sowie zur Entstehung sog. pupal-adulter Tiere und zu Käfern mit mehr oder weniger stark deformierten Flügeln führt. Die metamorphosestörende Wirkung ist mit großer Wahrscheinlichkeit auf die in den *Ajuga*-Arten enthaltenen Ecdysoide, insbesondere das Ecdysteron zurückzuführen.

Literatur

- GEBAUER, ULRIKE, 1979: Untersuchungen über die Wirkung von Extrakten aus der Kokardenblume (*Gaillardia* spp., Comp./Hel.) und einigen anderen Korbblütlern auf den Mexikanischen Bohnenkäfer (*Epilachna varivestis* Muls., Col./Cocc.). Dipl. Arb. Univ. Gießen.
- HIKINO, H.; TAKAMETO, T., 1974: Ecdysones of plant origin. In: BURDETTE, H. J., Invertebrate endocrinology and hormonal heterophyly, 185–203. Berlin – Heidelberg – New York: Springer Verlag.
- KOREEDA, M. et al., 1970: Ajugalactone, an insect molting inhibitor as tested by the *Chilo* dipping method. J. Am. Chem. Soc. 92, 7512.
- KUBO, I.; NAKANISHI, K., 1976: Insect antifeedants and repellents from African plants. In: HEDIN, P. A., Host plant resistance, 165–178. Amer. Chem. Soc. Washington.
- LEUSCHNER, K., 1972: Effect of an unknown plant substance on a shield bug. Naturwiss. 59, 217–218.
- NAKANISHI, K. et al., 1974: Recent studies on ecdysones. In: BURDETTE, H. J., Invertebrate endocrinology and hormonal heterophyly, 204–217. Berlin – Heidelberg – New York: Springer Verlag.
- SCHUSTER, REGINA, 1980: Untersuchungen über die Wirkung von Extrakten aus *Taxus baccata*, *Dryopteris filix-mas* und *Pteridium aquilinum* auf Fraß und Entwicklung von *Epilachna varivestis* Muls. Dipl. Arb. Univ. Gießen.
- STEETS, R., 1975: Die Wirkung von Rohextrakten aus den Meliaceen *Azadirachta indica* und *Melia azederach* auf verschiedene Insektenarten. Z. ang. Ent. 77, 306–312.
- 1976: Zur Wirkung von Inhaltsstoffen aus Meliaceen und Anacardiaceen auf Coleopteren und Lepidopteren. Diss. Univ. Gießen.
- TERVOOREN, GISELA, 1979: Untersuchungen über die Wirkung von Extrakten aus *Ajuga reptans* auf die Fraßfähigkeit und Metamorphose von *Epilachna varivestis* Muls. (Coleoptera, Coccinellidae). Dipl. Arb. Univ. Gießen.
- Anschrift der Verfasser:* Prof. Dr. H. SCHMUTTERER und Dipl. Ing. agr. GISELA TERVOOREN, Institut für Phytopathologie und Angewandte Zoologie, Ludwigstr. 23, D-6300 Gießen