

# Über die Wirkung von Juvenilhormon-Analogen als Wachstumsregulatoren bei Blattläusen

Autor(en): **Meier, Walter / Fels, P. / Kolar, O.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft = Bulletin de la Société Entomologique Suisse = Journal of the Swiss Entomological Society**

Band (Jahr): **48 (1975)**

Heft 1-2: **Fascicule-jubilé pour le 70e anniversaire du Prof. Dr. Paul Bovey = Festschrift zum 70. Geburtstag von Prof. Dr. Paul Bovey**

PDF erstellt am: **10.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-401750>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

## Über die Wirkung von Juvenilhormon-Analogen als Wachstumsregulatoren bei Blattläusen

WALTER MEIER, P. FELS und O. KOLAR

Eidg. Forschungsanstalt für landwirtschaftlichen Pflanzenbau, CH-8046 Zürich-Reckenholz

Die Publikation behandelt die möglichen Einflüsse von synthetischen Juvenilhormon-Analogen auf Blattläuse. Anhand morphologischer und histologischer Befunde an Erbsenblattläusen, *Acyrtosiphon pisum* HARRIS, und an Schwarzen Rübenblattläusen, *Aphis fabae* SCOP., wird besonders auf die Unterscheidung der Supralarven gegenüber anderen Stadien hingewiesen. In verschiedenen Versuchsserien mit Erbsenblattläusen wurde die für das Auftreten von morphogenetischen Störungen empfindliche Phase ermittelt. Diese Phase ist auf die frühen postembryonalen Stadien beschränkt. Die durchgeführten Versuche lassen gewisse Unterschiede in der Wirkung verschiedener Präparate erkennen.

### *On the effect of juvenilehormone-analogues as insect growth regulators on aphids*

In this paper the possible effects of synthetic juvenile hormone analogues (JHA) on aphids are discussed. Results of investigations on the morphology and histology of treated aphids are dealt with. Supralarvae of *Acyrtosiphon pisum* HARRIS and *Aphis fabae* SCOP. induced by JHA-treatments differ in some specific characters from adults or normal L<sub>4</sub>-larvae. Experiments with pea aphids showed that morphogenetic effects occurred only in the development of young larvae treated with JHA. At the end of the third instar the sensible phase may be finished. The proved analogues differed in some extent in their effects on aphid development.

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit einigen Aspekten der Wirkung von Juvenilhormon-Analogen (JHA) auf Blattläuse. Der Einsatz solcher Stoffe als mögliches biotechnisches Verfahren zur Blattlausbekämpfung im Freiland setzt eine genaue Kenntnis der Wirkungsweise voraus.

Einleitend wird kurz auf die aus der Literatur bekannten Wirkungen von JHA auf Blattläuse hingewiesen. Unsere im folgenden aufgeführten Untersuchungsergebnisse betreffen Resultate von Labor- und Gewächshausversuchen. Über die nunmehr auch aus mehreren Feldversuchen vorliegenden Erfahrungen soll später an anderer Stelle berichtet werden.

Anhand von morphologischen und histologischen Befunden an behandelten Tieren der Erbsenblattlaus, *Acyrtosiphon pisum* HARRIS, und der Schwarzen Rübenblattlaus, *Aphis fabae* SCOP., wird auf die bei Blattläusen nach JHA-Einwirkung in erster Linie zu erwartenden Entwicklungsstörungen hingewiesen. Diese im Laufe der postembryonalen Entwicklung auftretenden Störungen führen in den häufigsten Fällen zu vermehrten larvalen Häutungen und zum Erscheinen von sogenannten Supralarven. Zur Ermittlung des für solche Einflüsse besonders empfindlichen Lebensabschnittes bei Blattläusen sind umfangreiche Versuchsserien mit verschiedenen Präparaten an *Acyrtosiphon pisum* HARRIS durchgeführt worden. Differenzierte Untersuchungen sollen allerdings später noch vermehrte Klarheit schaffen über diese sensible Phase.

Im Hinblick darauf, dass sich die Wirkung der JHA deutlich von derjenigen der gebräuchlichen Insektizide unterscheidet, wird in neuerer Zeit für diese Stoffe vermehrt die Bezeichnung Wachstumsregulatoren (insect growth regulators, IGR) benützt.

### *Über die verschiedenen Wirkungen von JHA auf Blattläuse*

Ältere und neuere Publikationen behandeln die hormonale Steuerung von verschiedenen Entwicklungsvorgängen bei Insekten. Über die Anwendung und den Einfluss der in den letzten Jahren entwickelten synthetischen JHA auf diese Vorgänge im allgemeinen und bei Blattläusen im besonderen liegen jedoch bisher nur wenige Veröffentlichungen vor. Zudem stösst die Ableitung allgemeingültiger Schlussfolgerungen noch auf erhebliche Schwierigkeiten. Dies dürfte vorab dadurch bedingt sein, dass von den einzelnen Präparaten und Dosierungen auf Tiere unterschiedlichen Alters und Entwicklungszustandes verschiedene Wirkungen ausgehen.

Für Blattläuse konnte gezeigt werden, dass sowohl in der Wirkung mehrerer JHA gegen eine bestimmte Art als auch bei der Anwendung eines bestimmten Präparates gegen verschiedene Blattlausarten deutlich differenzierte Reaktionen zu erwarten sind (KUHR und CLEERE, 1973).

DE WILDE (1971) gibt einen Überblick über die Wirkung der Insektenhormone auf den Entwicklungsgang von holo- und hemimetabolen Insekten. Bei den JHA wird besonders auch auf die indirekte sterilisierende Wirkung hingewiesen, die sich daraus ergibt, dass die Tiere unter dem Einfluss dieser Stoffe in einem larvalen Zustand verbleiben und deshalb nicht vermehrungsfähig werden.

Arbeiten von LEES (1966), VAN DEHN (1963), TAMAKI (1973), WHITE und GREGORY (1972) und anderen befassen sich mit der Frage der Ausbildung ungeflügelter oder geflügelter Tiere in Abhängigkeit von der Einwirkung von JH oder JHA. Sowohl bei Blattläusen als auch bei anderen polymorphen Insekten sind diesbezügliche Einflüsse nachzuweisen.

HANGARTNER, PEYER und MEIER (1971) zeigten in Untersuchungen an *Aphis fabae* SCOP., dass durch die verschiedenen Effekte eines JHA eine Laborzucht dieser Blattlausart eliminiert werden konnte. Dieser Erfolg ergab sich aus dem Zusammenwirken eines Repellenteffektes auf die adulten Tiere mit einer gewissen Toxizität des Stoffes auf die Junglarven sowie mit dem Auftreten von morphogenetischen Störungen.

KUHR und CLEERE (1973) prüften speziell die toxische Wirkung von mehreren JHA gegenüber den beiden Blattlausarten *Acyrtosiphon pisum* HARRIS und *Amphorophora agathonica* HOTTES. Bei Versuchen mit einem bestimmten JHA variierte die Mortalität von 18 bis 73 Prozent.

NASSAR, STAAL und ARMANIOUS (1973) untersuchten die Einflüsse von drei verschiedenen JHA auf die Blattlausart *Schizaphis graminum* ROND. Die geprüften Stoffe zeigten hohe morphogenetische Aktivität. Zudem wurde beim 4. Larvenstadium und bei adulten Tieren ein Sterilisierungseffekt festgestellt. In lebenden Läusen, die als adulte Tiere mit JHA behandelt worden waren, konnten zum Teil tote Embryonen nachgewiesen werden. Läuse mit toten Embryonen gingen, vermutlich in der Folge von Vergiftungserscheinungen,

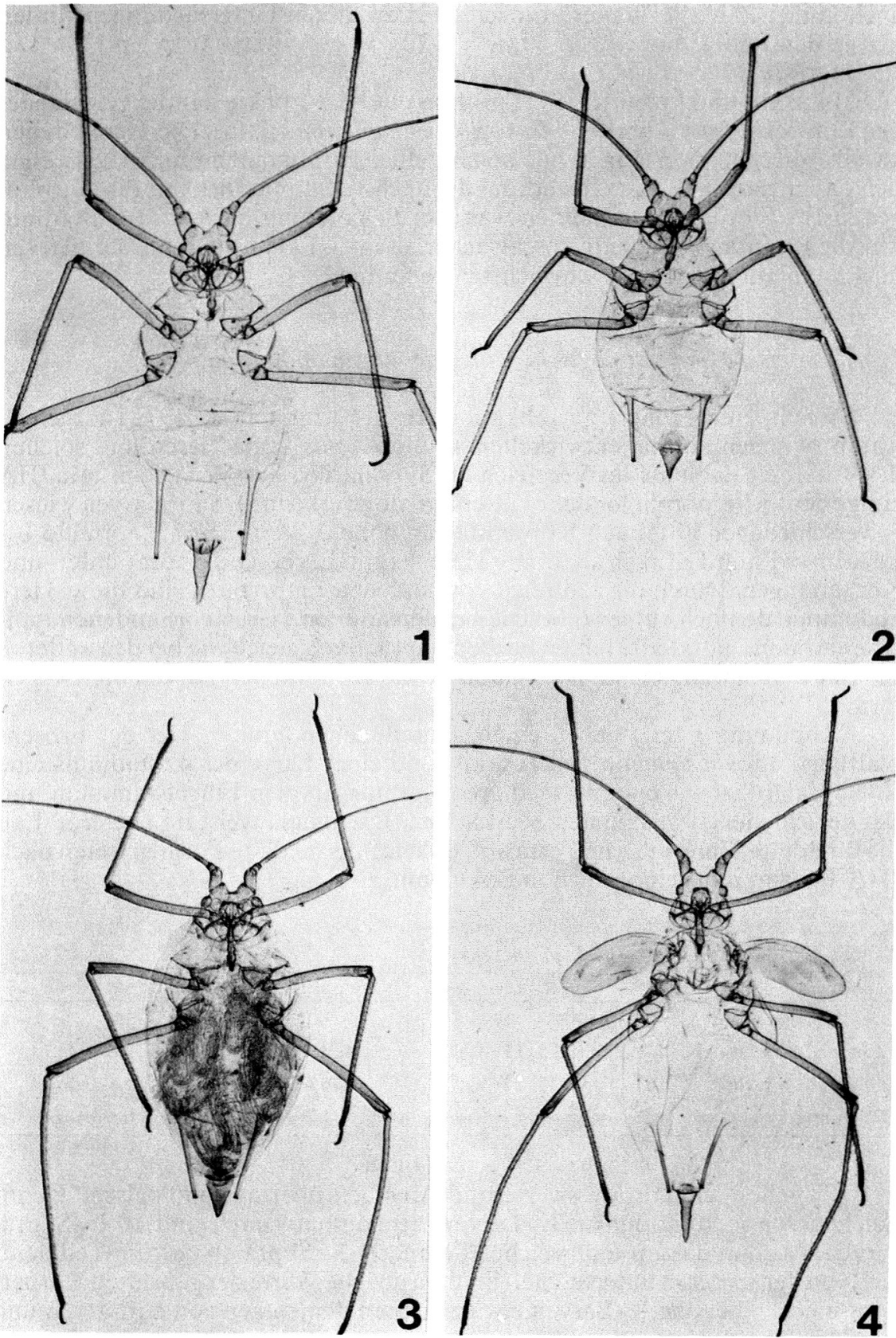


Abb. 1: *Acyrthosiphon pisum* HARRIS. 1. Adultes vivipares Weibchen; 2. L<sub>4</sub>-Larve; 3. L<sub>5</sub>-Supralarve mit zahlreichen Embryonen, Cauda larval; 4. Intermediärform mit Flügelstummeln und vollständig ausgebildeter Cauda.



nach kurzer Zeit ein. Weitere Einzelheiten zu diesen Untersuchungen finden sich in den Publikationen von STAAL (1972), STAAL, BHASKARAN UND NASSAR (1972) sowie BYLINSKY (1973).

BENSKIN und PERRON (1973) prüften die JHA-Effekte auf die verschiedenen Entwicklungsstadien von *Macrosiphum euphorbiae* THOS. Die Tiere blieben jeweils während zwei Tagen auf behandelten Parafilmmembranen. Es zeigte sich dabei, dass im 3. Larvenstadium die höchste Empfindlichkeit für morphogenetische Störungen vorhanden war. Bei Behandlung im 2. und 4. Stadium war die Beeinflussung deutlich schwächer als im 3. Larvenstadium. Junglarven im 1. Stadium wurden am schwächsten beeinflusst.

### *Morphologische und histologische Untersuchungen an Supralarven*

Wie in einer früheren Publikation (HANGARTNER et al., 1972) dargelegt, waren zwischen normal entwickelten adulten *Aphis fabae*-Tieren und solchen des 4. Larvenstadiums im Vergleich zu Supralarven aus Versuchen mit JHA einige deutliche morphologische Unterschiede zu erkennen. Supralarven wiesen in verschiedenen absoluten Körpermassen höhere Werte auf als normale  $L_4$ -Larven und zum Teil auch als adulte Tiere. Es gilt dies besonders für Fühler- und Körperlängen. Durch die zahlreich vorhandenen Embryonen sind diese Tiere abdominal deutlich aufgewölbt. Die bei den adulten Tieren vorhandenen typischen Abdominalsklerite fehlen bei den Supralarven gleich wie bei den anderen Larvenstadien weitgehend. Die Cauda ist wie bei normalen Larven breit kegelförmig.

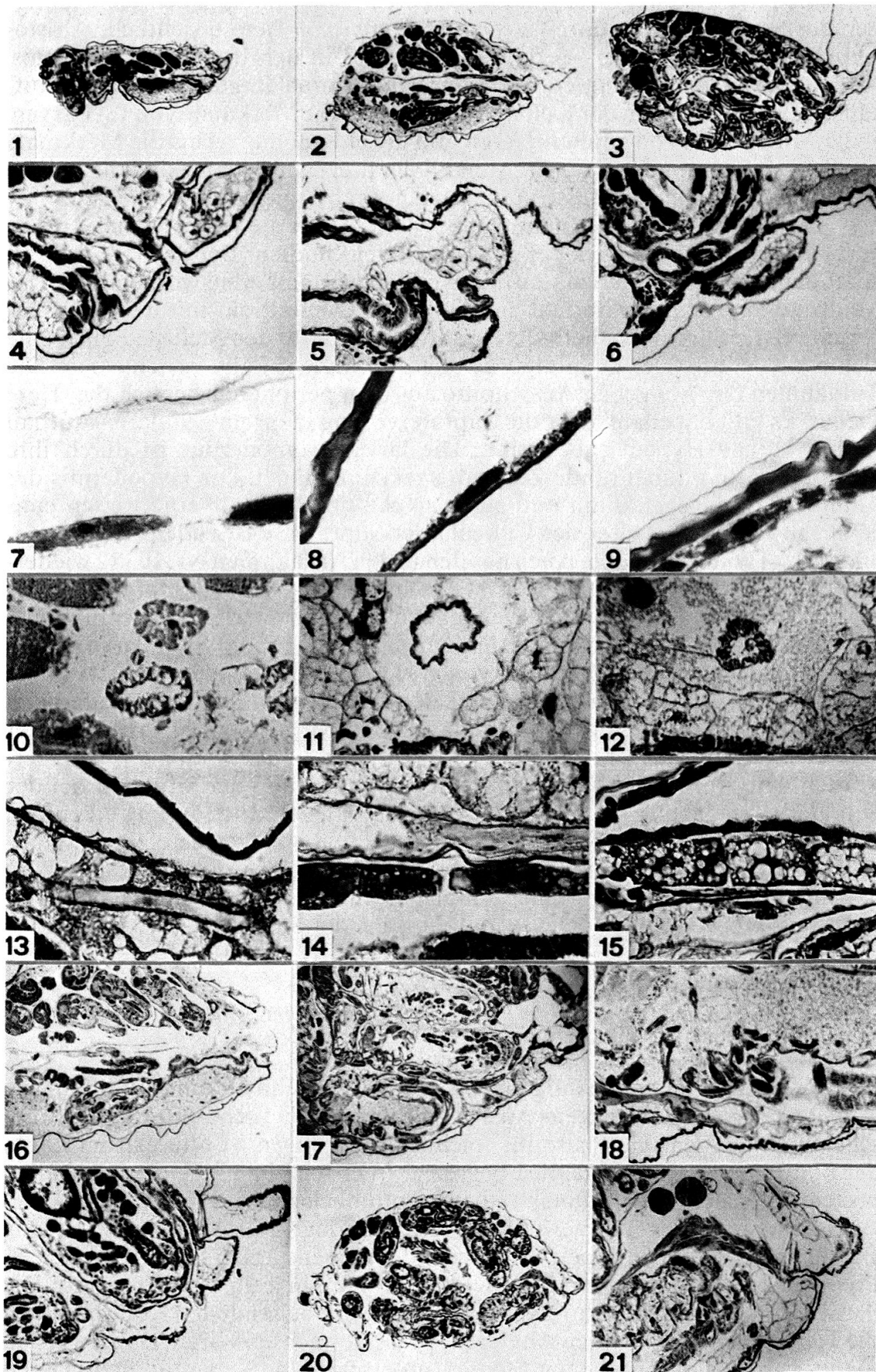
Abbildung 1 zeigt neben einem ungeflügelten adulten Tier der Erbsenblattlaus, *Acyrtosiphon pisum* HARRIS, und einer Larve des 4. Stadiums eine  $L_5$ -Supralarve sowie ein intermediäres Tier mit larvalen Flügelstummeln und mit verschiedenen imaginalen Merkmalen. Die Cauda weist im letzteren Fall die für adulte Tiere typische Form auf. Solche intermediäre Formen treten nach JHA-Behandlung gelegentlich in Erscheinung.

Tabelle 1: Messwerte *Acyrtosiphon pisum* HARRIS.

Stadium	Larven $L_4$	viv. apt. Adulte	Supralarven $L_5$
Anzahl untersuchter Tiere	10	10	10
Körperlänge mm	3,17-3,61	4,48-5,11	4,17-4,74
Fühlerlänge mm	3,72-3,91	4,63-5,33	4,63-5,04
Siphonenlänge mm	0,87-0,94	1,15-1,30	1,04-1,20

Tabelle 1 enthält Messwerte und Angaben über morphologische Kennzeichen von je 10 normalen  $L_4$ -Larven, 10 adulten Tieren und 10  $L_5$ -Supralarven. Auch in diesem Fall weichen demnach die Supralarven zum Teil deutlich von den anderen untersuchten Stadien ab. Die Werte der geprüften Körpermasse liegen bei den  $L_5$ -Larven etwa zwischen denjenigen von  $L_4$ -Larven und adulten Tieren.

Abb. 2: Aufnahmen zur Histologie verschiedener Stadien von *Acyrtosiphon pisum* HARRIS und *Aphis fabae* SCOP. Erklärungen im Text.



Die in Abbildung 2 zusammengestellten Aufnahmen geben die wichtigsten aus Serienschnitten durch *Acyrtosiphon pisum*-Tiere ersichtlichen histologischen Befunde wieder. Vergleichsweise sind in den drei untersten Fotos, Nr. 19–21, zudem Aufnahmen von *Aphis fabae*-Tieren dargestellt. Bei den Aufnahmen Nr. 1–15 sind in der Kolonne links jeweils die Merkmale von  $L_4$ -Larven, in der Mitte solche von adulten Tieren und in der Kolonne rechts die Merkmale von Supralarven wiedergegeben. Anhand der drei ersten Bilder sind die bei der Supralarve in erhöhtem Masse vorhandenen Embryonen zu erkennen.

Die drei folgenden Aufnahmen, Nr. 4–6, zeigen die verschiedene Ausbildung des Genitalausganges bei den genannten Stadien. Bei der  $L_4$ -Larve ist unter der Larvenhaut der zukünftige Genitalausgang bereits vorgebildet. Das Adultstadium zeigt den normal ausgebildeten Genitaltrakt mit dem Genitalporus. Bei der Supralarve befindet sich an der betreffenden Stelle lediglich eine kleine Vertiefung. Der Genitalporus bleibt in diesem Falle verschlossen. Die Aufnahmen Nr. 7–9 geben Ausschnitte aus dem peripheren Bereich der Tiere wieder. Es fällt dabei auf, dass die Supralarve eine in ihrem zellulären Aufbau typisch larvale Hypodermis besitzt. Die larvale Hypodermis ist durch ihre Mächtigkeit und durch runde Zellkerne gekennzeichnet. Die Hypodermis der Adulttiere ist dagegen dünn und ausgestreckt, und die Zellkerne weisen eine längliche Form auf. Unter der Cuticula der Supralarve ist zudem eine vorgebildete  $L_6$ -Haut vorhanden. Auch aus den in den Aufnahmen Nr. 10–12 wiedergegebenen Enddarmquerschnitten ist ersichtlich, dass bei den Supralarven der larvale Charakter im Zellaufbau weitgehend beibehalten wird. Die Aufnahmen Nr. 13–15 zeigen, dass das Lumen des Dorsalgefäßes bei der Supralarve gegenüber demjenigen der Adulten und von  $L_4$ -Larven stark eingengt ist. Aus der Aufnahme Nr. 16 ist die normale Lage der caudalen Mitteldarmschleife beim adulten Tier ersichtlich. Bei der Supralarve, Bild Nr. 17, ist diese Schleife unter dem Druck der Embryonen in den ventralen Bereich des Abdomens verlagert worden. Die Aufnahme Nr. 18 gibt eine Vergrößerung der Situation bei der Supralarve wieder und lässt den atypischen Aufbau des Mitteldarmes erkennen.

Die an *Aphis fabae*-Tieren gemachten Aufnahmen zeigen einen Sagittalschnitt durch ein adultes Tier sowie durch eine Supralarve, den Genitalausgang bei einem adulten Tier mit einer Junglarve unmittelbar vor der Geburt und andererseits den verschlossenen Genitalporus bei der Supralarve.

### *Untersuchungen über die sensible Phase für morphogenetische Störungen*

Wie bereits mehrfach dargelegt, treten bei JHA-Einwirkung auf Blattläuse in mehr oder minder starkem Ausmasse morphogenetische Störungen in Erscheinung. Die sensible Phase für solche Schädigungen ist offenbar im Laufe der Blattlausentwicklung zeitlich begrenzt. In erster Linie scheinen die frühen postembryonalen Entwicklungsstadien empfindlich zu sein.

Zur Ermittlung der sensiblen Phase wurden zwei Versuchsserien mit Larven in je 17 Altersgruppen, umfassend die Larvenstadien  $L_1$  bis  $L_4$ , angelegt. Pro Altersgruppe und Behandlungsverfahren wurden je 25 Tiere angesetzt. Die Auswertung der Versuche erfolgte, sobald in den unbehandelten Kontrollreihen die Tiere der entsprechenden Altersgruppe ausgewachsen waren. Dabei wurden die in Tabelle 2 angegebenen Stadien unterschieden. Neben adulten Tieren

Tabelle 2: Prüfung der morphogenetischen Wirkung von JHA auf *Acyrtosiphon pisum*, Stadien bei Versuchsende. Anordnung der Altersgruppen nach zunehmendem Alter (I-XVII) der Larven (L<sub>1</sub>-L<sub>4</sub>) bei Versuchsbeginn (6-175 Stunden), 25 Tiere pro Altersgruppe.

Alters- gruppe	Stadien bei Versuchsende: adult (A), Supralarven L5, intermediär (I).																	
	Ro 10-4772			ZR 512			ZR 619			Ro 10-3108			CGA 14 715			CGA 13 353		
	A	L5	I	A	L5	I	A	L5	I	A	L5	I	A	L5	I	A	L5	I
I	0	17	0	0	19	0	0	20	0	10	10	7	2	6	0	5	7	
II	0	19	0	0	24	0	0	20	0	19	2	4	4	12	2	7	0	
III	0	18	0	0	25	0	0	20	0	12	4	7	10	7	1	19	4	
IV	0	24	0	0	24	0	0	23	0	16	0	8	9	7	0	18	3	
V	0	24	0	0	23	0	0	25	0	23	0	0	13	12	0	21	1	
VI	0	24	0	0	24	0	0	23	0	20	0	0	20	2	0	20	0	
VII	0	25	0	1	20	0	0	22	0	17	7	2	18	1	1	18	0	
VIII	0	22	0	0	22	0	0	23	0	22	0	3	13	1	1	14	1	
IX	1	15	1	2	16	3	2	23	1	19	0	2	10	7	3	2	9	
X	5	3	12	11	6	5	18	3	14	0	7	21	3	0	15	0	5	
XI	11	0	11	17	2	3	15	0	18	0	4	20	0	5	13	1	4	
XII	21	0	0	18	1	4	22	0	22	0	0	10	0	1	17	0	0	
XIII	23	0	0	24	0	0	25	0	22	0	0	22	0	0	23	0	0	
XIV	22	0	0	21	0	0	25	0	24	0	0	22	0	0	23	0	0	
XV	24	0	0	23	0	0	23	0	22	0	0	22	0	0	23	0	0	
XVI	25	0	0	25	0	0	24	0	20	0	0	21	0	0	18	0	0	
XVII	24	0	0	24	0	0	22	0	22	0	0	24	0	0	19	0	0	
Mortalität	53/425			37/425			33/425			68/425			48/425			95/425		
Kontrolle	46/425			46/425			46/425			64/425			64/425			64/425		



wurden Supralarven und intermediäre Formen ausgezählt. Zudem wurde die Zahl der toten Tiere festgestellt.

Die Versuche sind mit *Acyrtosiphon pisum* auf *Vicia faba* im Gewächshaus durchgeführt worden. Die Versuchstiere sind so vorbereitet worden, dass sämtliche Tiere pro Versuchsserie gleichzeitig etwa 2 Stunden nach der Behandlung auf die Pflanzen mit angetrocknetem Spritzbelag angesetzt werden konnten. Pro Serie wurde je eine unbehandelte Kontrollreihe mitgeführt, wobei pro Altersgruppe ebenfalls 25 Läuse angesetzt wurden. Insgesamt sind 6 verschiedene Präparate geprüft worden. Von der Firma Hoffmann-La Roche AG standen die JHA Ro 10-4772 und Ro 10-3108, von der Firma Zoecon AG die Präparate ZR 512 und ZR 619 und von der Firma Ciba-Geigy AG die Präparate CGA 14 715 und CGA 13 353 in Prüfung.

Unsere Untersuchungen hatten ausschliesslich die Ermittlung der sensiblen Phase für morphogenetische Störungen in Abhängigkeit vom Entwicklungsstadium der Versuchstiere zum Gegenstand. Im Hinblick auf die von den JHA zu erwartenden weiteren Einflüsse auf die Blattlausentwicklung lassen die erzielten Resultate keine Schlussfolgerungen auf allfällige unterschiedliche Wirksamkeit der Präparate beim Einsatz zur Blattlausbekämpfung im Freiland zu. Aus den Versuchen sind bestenfalls noch einige Anhaltspunkte zur unterschiedlichen Toxizität der Mittel abzuleiten. Auffallend war die mehr oder weniger ausgesprochene Repellent-Wirkung der Präparate. Um ein Abwandern der Tiere von den behandelten Blättern zu verhindern, mussten während der ganzen Versuchsdauer die neugebildeten Pflanzenteile laufend entfernt werden.

Die Versuche geben insofern ein einheitliches Bild, als bei allen Präparaten mit zunehmendem Alter der angesetzten Tiere die morphogenetischen Störungen abnehmen. Ganz junge Larven und solche bis etwa zur Altersgruppe VIII oder IX entwickelten sich unter dem Einfluss der JHA-Behandlung fast ausschliesslich zu Supralarven oder zu Intermediärformen. Letztere traten bei einigen Präparaten nur am Ende der sensiblen Phase in Erscheinung. Es gilt dies besonders für Ro 10-4772, ZR 512 und ZR 619. Bei den Präparaten CGA 13 353, CGA 14 715 und Ro 10-3108 entwickelten sich in erhöhtem Masse auch aus Tieren, die in einem sehr frühen Entwicklungsstadium angesetzt wurden, Intermediärformen und vereinzelt auch normale Adulte. Versuchstiere der Altersgruppen X bis XVII entwickelten sich fast durchwegs zu normalen adulten Läusen. Vereinzelt waren bei Versuchsende noch normale  $L_4$ -Larven vorhanden. Diese Tiere sind in Tabelle 2 nicht speziell aufgeführt. Bezüglich der Toxizität der Präparate gibt die Zahl der toten Tiere bei Versuchsende gewisse Anhaltspunkte. Beim Präparat CGA 13 353 waren deutlich mehr tote Tiere vorhanden als in der Kontrollreihe. Die Signifikanz des Unterschiedes zur Kontrollreihe liegt jedoch lediglich im Bereich von 5 bis 10%. Gesamthaft ergibt sich aus den Versuchen mit *Acyrtosiphon pisum*, dass nur bei jüngeren Tieren durch JHA-Einwirkung morphogenetische Störungen zu erwarten sind. Ältere Larven entwickelten sich auf JHA-behandelten Pflanzen zu adulten Tieren. Die sensible Phase dürfte mit dem 3. Larvenstadium weitgehend abgeschlossen sein. Ob und inwieweit innerhalb dieses ersten Entwicklungsabschnittes besonders empfindliche Stadien zu unterscheiden sind, müsste noch durch differenziertere Versuche geklärt werden.

*Anmerkung*

Die Ergebnisse der histologischen Untersuchungen an Supralarven, L<sub>4</sub>-Larven und adulten Blattläusen sind durch den Mitautor P. FELS als Referat an der Jahresversammlung der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft vom 10. März 1974 in Winterthur vorgetragen worden.

*Literatur*

- BENSKIN, J., und PERRON, J. M., 1973. *Effects of an insect growth regulator with high juvenile hormone activity on the apterous form of the potato aphid, Macrosiphum euphorbiae (Hemiptera: Aphididae)*. Can. Ent. 105, 4: 619–622.
- BYLINSKI, G., 1973. *Zoecon turns bugs against themselves*. Fortune August 1973.
- DE WILDE, J., 1971. *The present status of hormonal insect control*. EPPO Bull. 1, 17–23.
- HANGARTNER, W., PEYER, B., und MEIER, W., 1971. *Effects of a juvenil hormone analogue on the apterous form of the bean aphid, Aphis fabae Scop.* Medd. Fakulteit Land. Gent, 36, 3/4: 866–873.
- KUHR, R. J., und CLEERE, J. S., 1973. *Toxic effects of synthetic juvenile hormones on several aphids species*. J. Econ. Ent. 66, 5: 1019–1022.
- LEES, A. D., 1966. *The control of polymorphism in aphids*. Adv. Insect Physiol. 3: 207–277.
- NASSAR, S. G., STAAL, G. B., und ARMANIOUS, N. J., 1973. *Effects and control potential of insect growth regulators with juvenile hormone activity on the greenbug*. J. Econ. Ent. 66, 4: 847–850.
- STAAL, G. B., 1972. *The influence of externally applied juvenile hormone analogs in insect development*. 14 International Congress of Entomology, Canberra, 22.–30. August 1972. Abstracts p. 174.
- STAAL, G. B., BHASKARAN, G., und NASSAR, S., 1972. *Novel juvenile hormone analogs with high activity and promise for selective pest control*. 14 International Congress of Entomology, Canberra, 22.–30. August 1972, Abstracts p. 296.
- TAMAKI, G., 1973. *Insect developmental inhibitors: effect of reduction and delay caused by juvenile hormone mimics on the production of winged migrants of Myzus persicae (Hemipterae: Aphididae) on peach trees*. Can. Ent. 105, 5: 761–765.
- VAN DEHN, M., 1963. *Hemmung der Flügelbildung durch Farnesol bei der Schwarzen Bohnenlaus, Doralis fabae Scop.* Naturwissenschaften 17: 578–579.
- WHITE, D. F., und GREGORY, J. M., 1972. *Juvenile hormone and wing development during the last larvale stage in aphids*. J. Insect Physiol. 18, 8: 1441–1446.

