Metamorphosehemmung von *Tenebrio molitor* durch Farnesylmethyläther

Von PETER SCHMIALEK

Aus dem Physiologisch-chemischen Institut der Freien Universität Berlin
(Direktor Professor Dr. Dr. ERNST SCHÜTTE)

(Z. Naturforschg. 18 b, 513—515 [1963]; eingegangen am 18. Dezember 1962)

Farnesylmethyläther zeigt nach perkutaner Applikation bei *Tenebrio-molitor*-Puppen eine starke Juvenilhormonwirkung. Auch die Metamorphose von *Tenebrio*-Larven kann durch die Verfütterung dieses Farnesolderivats über Monate gehemmt werden.

Unter den bisher bekannten Farnesolderivaten, deren Juvenilhormon-Aktivität im Hauttest an *Tenebrio* untersucht wurden, besitzt der Farnesylmethyläther eine besonders große Wirksamkeit¹.

In der vorliegenden Arbeit sollte festgestellt werden, ob und in welchem Umfang Farnesylmethyläther die Metamorphose von *Tenebrio* im Larven- oder Puppenstadium zu fixieren vermag. WIGGLESWORTH hatte die Jugendhormonwirkung von Farnesolderivaten bereits bei anderen Insektenarten am Ganztier demonstrieren können²⁻⁴.

Ergebnisse

1. Die Metamorphosehemmung durch Beimengung von Farnesylmethyläther zum Futter von *Tenebrio*

Substanz	Käfer, voll entwickelt	Käfer, nicht völlig geschlüpft	Puppen, lebend, unverfärbt	Puppen, lebend, verfärbt	Puppen, tot
Geranyl-methyläther	30	11	0	0	19
Farnesyl-methyläther	0	0	6	42	12

Tab. 1. Wirkung von Farnesylmethyläther auf die Metamorphose von *Tenebrio-molitor*-Puppen (Versuchsbedingung s. unter Experimentelles). 8 Tage nach Versuchsbeginn wurden die beiden Ansätze nach dem äußeren Aspekt klassifiziert.

molitor-Larven der letzten Häutungsstadien zeigt die nachstehende Kurve.

2. Metamorphosehemmung bei *Tenebrio-molitor*-Puppen durch Applikation von Farnesyläther.

Experimentelles

Applikation des Farnesylmethyläthers durch Tränken des Futters von *Tenebrio-molitor*-Larven

In je einem Versuchs- und Kontrollansatz wurden 150 *Tenebrio*-Larven der letzten Stadien in flachen, bedeckten Glasschalen bei 25 °C gehalten und täglich die verpuppten und toten Tiere abgesucht.

Das Futter der Larven bestand in jedem der Ansätze aus 20 g Weizenkleie, die zu Versuchsbeginn mit 30,0 cm³ Petroläther getränkt worden war. Im Petroläther des Versuchsansatzes waren 300 mg Farnesylmethyläther, in dem des Kontrollansatzes 300 mg Squalen gelöst*.

Vor dem Zusatz der Larven wurde der Petroläther aus dem Futter abgedampft.

Applikation des Farnesylmethyläthers durch Bildung eines Depots

In je einem Versuchs- und Kontrollansatz wurden 60–12 Stdn. alte *Tenebrio-molitor*-Puppen durch einen Tropfen der Lösung eines Prenoläthers hindurch punktiert. Für den Versuchsansatz waren 100 mg Farnesylmethyläther, für den Kontrollansatz 100 mg Geranyl-methyläther in je 1 cm³ Äthylenglykolmonomethyläther gelöst worden.

Die Tiere wurden bis zum Schlüpfen der Käfer des Kontrollansatzes in abgedeckten Petrischalen, deren Boden mit Sägemehl bedeckt war, bei 27 °C gehalten.

Konfiguration (an der dritten Doppelbindung ist keine *cis-trans*-Isomerie möglich). Eine weitere hier benutzte Probe wurde aus handelsüblichem Nerolidol über Farnesylbromid und Umsetzung mit Natrium-methylat dargestellt. Geranyl-methyläther wurde analog aus Geranyl-bromid und Natrium-methylat synthetisiert.

Das eingesetzte Squalen war ein Handelspräparat, das durch Chromatographie gereinigt wurde.

¹ P. SCHMIALEK, in Vorbereitung.

² V. B. WIGGLESWORTH, J. Insect Physiol. 7, 73 [1961].

³ V. B. WIGGLESWORTH, Z. Naturforschg. 16 b, 461 [1961].

⁴ V. B. WIGGLESWORTH, J. Ins. Physiol., im Druck.

* Farnesylmethyläther wurde durch Dr. RÜEGG von der Firma Hoffmann-La Roche, Basel, synthetisiert. Die Verbindung ist an der ersten Doppelbindung (in Allylstellung zur Äthergruppe) nicht einheitlich konfiguriert (zwei Drittel *trans*, ein Drittel *cis*). Die zweite Doppelbindung besitzt *trans*-

Abb. 1. A. Normale Larve von *Tenebrio molitor*. B. Mischform von Larve und Puppe von *Tenebrio molitor* nach Fütterung mit Farnesylmethyläther imprägnierter Kleie. C. Normale Puppe von *Tenebrio molitor*.

Diskussion

Die Versuche zeigen, daß der Farnesyläther sowohl die Entwicklung der Larve zur Puppe als auch die der Puppe zum Käfer aufzuhalten vermag. Die Art dieses Effektes ist charakteristisch für einen Juvenilhormoneinfluß.

Im Futteransatz mit Farnesylmethyläther sistierte die Verpuppung erst am 10. Tage nach Versuchsbeginn. Die bis zum 2. Tag gebildeten Puppen waren äußerlich von normalen Tieren nicht zu unterscheiden. Die vom 3. bis zum 9. Tag auftretenden Puppen zeigten zunehmend larvale Züge (Abb. 1), wie sie RADTKE nach Transplantation von Corpora allata in *Tenebrio*-Larven des letzten Häutungsstadiums beobachtete⁵. Die Tiere starben wenige Tage nach der Puppenhäutung.

Wie STELLWAAG-KITTLER fand⁶, stellten *Tenebrio*-Larven einige Tage vor der Verpuppung die Futteraufnahme ein. Die Larven, die sich als erste verpuppten, können also in den hier beschriebenen Versuchen den Juvenilhormonwirkung besitzenden Farnesylmethyläther nicht mehr aufgenommen haben. Die in den ersten 2 Tagen des Ansatzes aufgetretenen Puppen zeigen daher auch keinerlei larvale Merkmale.

Der Grund für die erst am 6. Tag nach Versuchsbeginn komplette Inhibition der Verpuppung kann die nur langsam steigende Farnesylmethyläther-Konzentration im Körper der Versuchstiere sein. Die zunehmend larvalen Merkmale bei den vom

3. Tage an auftretenden Puppen sprechen für eine steigende Corpus-allatum-Aktivität bei noch vorhandener Wirksamkeit der Prothorax-Drüsen.

Vergleichbare Ergebnisse erhielt RADTKE⁵. Der Autor transplantierte Corpora allata in *Tenebrio*-Larven des letzten Häutungsstadiums. Er beobachtete Mischformen zwischen Puppen und Larven. Nur bei Implantation in frisch geschlüpfte Larven konnte RADTKE die Verpuppung völlig verhindern und überzählige Larvenstadien erreichen. Dieses letzte Larvenstadium dauert 10–12 Tage. Etwa ebenso lang traten auch bei den hier gezeigten Fütterungsversuchen Zwischenformen auf. Danach sistierte die Verpuppung völlig und setzte erst nach 1,5 Monaten wieder ein. Dieses Wiederauftreten von Puppen im Versuchsansatz beruht wahrscheinlich auf dem Verschwinden des Farnesylmethyläthers durch Oxidation und Sublimation aus der Nahrung der Tiere. Zur Zeit laufende Versuche zeigen, daß bei monatlich wiederholter Imprägnierung des Kleiefutters der *Tenebrio*-Larven mit Farnesylmethyläther die Verpuppung auch über einen längeren Zeitraum, als hier beschrieben, gehemmt werden kann.

Die nach 2 Monaten auftretenden Puppen entwickelten sich z. T. zu normalen Käfern. Die Larven und Puppen des Versuchsansatzes waren jetzt im Mittel 31,5% schwerer und auch größer als die Tiere der Kontrollserie (Abb. 2).

Die Metamorphose von *Tenebrio*-Puppen wird durch Farnesylmethyläther ebenfalls verändert (Tab. 1).

Unter dem Einfluß eines Depots von Farnesyläther bleibt die Käferbildung aus.

⁵ A. RADTKE, Naturwissenschaften **30**, 451 [1942].

⁶ F. STELLWAAG-KITTLER, Biol. Zbl. **73**, 12 [1954].

A

B

Abb. 2. A. 1 Tag alte normale Puppe von *Tenebrio molitor*. B. 1 Tag alte Puppe von *Tenebrio molitor* nach 45-tägiger Inhibition der Larvenmetamorphose durch Fütterung mit Farnesylmethyläther imprägnierter Kleie.

Abb. 3. A. 6 Tage alte normale Puppe von *Tenebrio molitor*. B. 8 Tage alte Puppe von *Tenebrio molitor* nach Impfen der frisch geschlüpften Puppe mit Farnesylmethyläther.

Ein Teil der Puppen zeigte nach 6–8 Tagen (in der Kontrollserie erfolgte nach dieser Zeit das Schlüpfen der Käfer) eine braun-graue Verfärbung der Flügelanlagen; die Segmente waren schärfer konturiert (Abb. 3), und an einigen Stellen hob sich die Puppenkutikula von einer zweiten darunter gebildeten Cutis ab. Die Tiere starben bis zum 10. Tag, ohne die erste Puppenhaut abgestoßen zu haben. Ein kleinerer Teil der Puppen, der ebenfalls zwischen dem 8. und 10. Tag einging, unterschied sich äußerlich sogar nicht von normalen Puppen, die 2 bis 3 Tage vor der Käferbildung stehen.

Ich danke der Firma Hoffmann-La Roche, Basel, für die großzügige Unterstützung dieser Arbeit und Fräulein GISELA DREWS für ihre fleißige und selbständige Mitarbeit bei den Versuchen.

Abb. 4. Ordinate: Gesamtzahl der in Futteransätzen gebildeten Puppen *. Abszisse: Beobachtungsdauer in Tagen. Versuchsbedingungen siehe unter Experimentelles. *Zu den Puppen wurden auch Zwischenformen (Puppen mit larvalen Merkmalen) (Abb. 1) gezählt. Sie traten ausschließlich im Farnesylmethyläther-Ansatz während der ersten 9 Tage auf.