



HAL
open science

18. Hormone in der Kastenentwicklung bei Honigbienen

A Rachinsky, W Engels, C Strambi, A Strambi

► **To cite this version:**

A Rachinsky, W Engels, C Strambi, A Strambi. 18. Hormone in der Kastenentwicklung bei Honigbienen. *Apidologie*, 1990, 21 (4), pp.357-359. <hal-00890858>

HAL Id: hal-00890858

<https://hal.science/hal-00890858v1>

Submitted on 11 May 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAL Authorization

composés caractéristiques du bouquet phéromonal de la reine en les comparant à des échantillons provenant d'ouvrières et de mâles. Nous pouvons déjà signaler quelques particularités: la substance royale 9-ODA est surtout présente dans les échantillons de la tête et domine chez les reines âgées. Il semble que seul l'acide hexadécénoïque et, en quantités moindres, l'acide octadécatriénoïque, mais surtout toute une série d'esters (par exemple l'octyldécanoate et le décyldécanoate), soient spécifiques des glandes tergaies.

18. Hormone in der Kastenentwicklung bei Honigbienen. A Rachinsky, W Engels, C Strambi, A Strambi (*LS Entwicklungsphysiologie, Zoologisches Institut der Universität Tübingen, Auf der Morgenstelle 28, D-7400 Tübingen, BRD*)

Die Induktion der Kastenentwicklung erfolgt bei Honigbienen vorwiegend im letzten Larvenstadium im Rahmen der Metamorphose. Bereits vor ca 40 Jahren schloß man aus histologischen Untersuchungen auf Zusammenhänge zwischen endokrinen Drüsen und Kastenentwicklung. Erste Versuche mit Applikationen von synthetischem Juvenilhormon (JH) vor ca 20 Jahren bestätigen dessen entscheidende Rolle bei der Induktion von Königinmerkmalen. Für die ebenfalls morphogenetischen Ecdysteroiden ist bisher nicht bekannt, inwieweit auch sie an der Steuerung der Kastenentwicklung beteiligt sind. Inzwischen stehen Methoden zur Verfügung, mit denen an Einzeltieren die aktuellen Syntheseraten der JH-produzierenden *Corpora allata* (CA) und die Titer von JH und Ecdysteroiden in der Hämolymphe bestimmt werden können. Für diese Untersuchungen wurde das kritische 5. Larvenstadium (L5) vorwiegend anhand morphologischer Kriterien in 9 Entwicklungsphasen unterteilt, die sich in beiden Kasten physiologisch entsprechen.

Die JH-Syntheserate der CA wurde mit einem radiochemischen *in-vitro*-Assay bestimmt. Kastenspezifische Unterschiede konnten vor allem im frühen L5 nachgewiesen werden; nur bei Königinnen wird JH dann in hoher Rate freigesetzt. In der Vorpuppenphase sind dagegen in beiden Kasten die CA syntheseaktiv. Ein

ähnliches Bild ergibt sich für den JH-Titer der Hämolymphe, der mit einem hochsensitiven Radioimmunoassay (RIA) gemessen wurde. Auch hier ist zu Beginn des L5 der JH-Titer von Königinnen weit höher als der von Arbeiterinnen. Anschließend sinkt er ab und steigt in der Vorpuppenphase zu einem zweiten Maximum an, das wiederum bei Königinnen beträchtlich höher liegt. Vor der Puppenhäutung sinken Königinnen JH-Syntheserate und JH-Titer ab. Der Ecdysteroid-Titer der Hämolymphe, der ebenfalls mit einem RIA bestimmt wurde, ist in beiden Kasten während der ersten Hälfte des L5 niedrig und zeigt erst in der Vorpuppenphase ein Maximum. Bemerkenswerterweise erfolgt der Titeranstieg bei Königinnen wesentlich früher als bei Arbeiterinnen und erreicht doppelt so hohe Maximalwerte. Vor der Puppenhäutung sinkt der Ecdysteroid-Titer bei Larven beider Kasten ab. Die HPLC-Analyse der Ecdysteroiden aus der Hämolymphe von Königinnen-Vorpuppen zeigte, daß auch hier, wie bereits für Puppen beschrieben, Makisteron A die Hauptkomponente darstellt, daneben aber auch beträchtliche Mengen von 20-Hydroxyecdysyon vorkommen.

Vergleicht man diese im kritischen letzten Larvenstadium bei Honigbienen gemessenen Hormontiter mit denen anderer holometaboler Insekten, ergeben sich klare Parallelen nur für Königinnen, dagegen verschiedene Abweichungen bei Arbeiterinnen. Dies läßt vermuten, daß Arbeiterinnen einen abgeleiteten, infertilen Weibchentyp darstellen, der im Verlauf der Evolution hoch-eusozialer Bienenstaaten entstand. Anhand eines Modells wurde versucht, die durch trophogene Reize ausgelösten Unterschiede in der endokrinen Aktivität und deren Bedeutung für Determination und Differenzierung kastenspezifischer Merkmale einerseits und allgemeine Metamorphosesteuerung andererseits zu diskutieren.

Hormones in caste development of the honeybee

In the honeybee, caste development is induced predominantly during the last larval instar in the course of metamorphosis. Forty years ago, it was already concluded from histological studies that interrelations between the endocrine glands and caste development must exist. Topical application experiments with synthetic juvenile hor-

none (JH) were carried out about 20 years ago and confirmed the importance of JH for induction of caste characters. The function of the ecdysteroids, which are also morphogenetic hormones; in the regulation of caste development has not yet been elucidated. By using recent techniques it is now possible to determine individual rates of JH synthesis by the corpora allata (CA) and also to measure individual haemolymph titers of JH and ecdysteroids. For these studies the critical 5th larval instar was divided into 9 substages which in both castes were comparable as regards physiological aspects.

By using a radiochemical *in vitro* assay for JH synthesis, we found caste specific rate differences especially in the early 5th instar. During this developmental phase JH is released at a high rates only in queen larvae, whereas the CA are active in both castes during the prepupal phase. JH haemolymph titers were determined by radioimmunoassay (RIA). Again, high values were found in queens at the beginning of the L5 and low values were found for corresponding worker stages. Subsequently the JH titer dropped and later on rose to reach a second maximum during the prepupal phase. Once more, the queen values were considerably higher. Rates of JH synthesis and haemolymph titers dropped prior to the pupal moult. The ecdysteroid haemolymph titer was also determined by RIA and found to be low during the first half of L5. Only one prepupal maximum was observed in both castes. In queens, however, the titer started to rise considerably earlier and the maximum values were twice as high as in workers. In both castes the ecdysteroid titer dropped prior to pupal ecdysis. HPLC analysis of the haemolymph ecdysteroids of queen prepupae showed that makisterone A was the main compound. In contrast to pupae, however, 20-hydroxyecdysone was likewise present in larval haemolymph in significant amounts.

When these hormone titers of last instar honeybees are compared to those known from other holometabolous insects, only the queen caste clearly matches the generally observed patterns, while worker larvae show several deviations. This indicates that workers have to be considered as an infertile derived type of female. This new infertile type of females evidently developed in the course of evolution of the highly eusocial bees. The differences brought about by the trophogenic stimuli in endocrine activi-

ty, and their importance in the determination and differentiation of specific caste characters and also the general regulation of metamorphosis have been presented in model form and constitute material for discussion.

Les hormones dans le développement des castes chez l'abeille

Chez l'abeille le développement des castes est principalement induit au cours du dernier stade larvaire de la métamorphose. Il y a 40 ans déjà on avait déduit des études histologiques l'existence d'une relation entre les glandes endocrines et le développement des castes. Les premières expériences d'application topique d'hormone juvénile (HJ) de synthèse, faites il y a 20 ans, ont confirmé l'importance de l'HJ dans l'induction des caractères de caste. La fonction des ecdystéroïdes, qui sont également des hormones morphogénétiques, dans la régulation du développement des castes n'a pu, jusqu'à présent être élucidée. Grâce aux techniques récentes, il est possible aujourd'hui de déterminer les taux individuels de synthèse de l'HJ par les *corpora allata* (CA) et de mesurer les titres individuels d'HJ et d'ecdystéroïdes dans l'hémolymphe. Pour ces recherches, le 5^e stade larvaire, qui est critique, a été divisé en 9 sous-stades, comparables du point de vue physiologique chez les 2 castes.

En utilisant un test radiochimique *in vitro* nous avons trouvé des différences spécifiques des castes dans les taux de synthèse de l'HJ, principalement au début du 5^e stade larvaire. A ce moment-là, l'HJ est libérée en quantités importantes chez les larves de reine seulement, alors que les CA sont actifs chez les 2 castes au cours de la phase prénympheale. Le titre d'HJ dans l'hémolymphe a été déterminé par méthode radio-immunologique (RIA). Là encore, des valeurs élevées ont été trouvées chez les reines au début de L5 et des valeurs faibles chez les stades d'ouvrières correspondants. Ensuite le titre d'HJ chute, puis il remonte pour atteindre un 2^e maximum à la phase prénympheale. Une fois de plus, les valeurs sont beaucoup plus élevées chez les reines. Le taux de synthèse de l'HJ et son titre dans l'hémolymphe chutent avec la mue nymphale. Le titre des ecdystéroïdes dans l'hémolymphe, également déterminé par RIA, est faible au cours de

la première moitié du stade L5. Seul un maximum prénympgal a été déterminé chez les 2 castes. Chez les reines pourtant, le titre commence à augmenter considérablement plus tôt et les valeurs maximales sont 2 fois celles des ouvrières. Chez les 2 castes le titre des ecdystéroïdes chute avant la mue nymphale. L'analyse en HPLC des ecdystéroïdes de l'hémolymphe des prénymphe de reines montre que la makistéron A en est le composant principal mais, contrairement aux nymphes, l'hydroxy-20-ecdysone est aussi présente en quantités importantes.

Si l'on compare les titres d'hormones du dernier stade larvaire de l'abeille avec ceux d'autres insectes holométaboles, seule la caste des reines suit nettement les schémas observés généralement, tandis que les larves d'ouvrières présentent divers écarts. Cela indique que les ouvrières représentent un type de femelle infertile dérivé, qui s'est développé au cours de l'évolution des abeilles hautement eusociales. Un modèle a permis de discuter les différences déclenchées par les stimuli trophogènes dans l'activité endocrine et leur importance pour la détermination et la différenciation des caractéristiques spécifiques des castes d'une part, et la régulation générale de la métamorphose d'autre part.

ZUCHT UND HALTUNG BREEDING AND BEEKEEPING SELECTION ET APICULTURE

19. Externe Einflüsse auf die Füllung der Spermatheka mit Spermien. F Fischer (*Hessische Landesanstalt für Tierzucht, Abteilung für Bienenzucht, D-3575 Kirchhain, BRD*)

Wenn man von den genetischen Zielsetzungen absieht, hängt der Erfolg der instrumentellen Besamung zunächst von der optimalen Füllung der Spermatheka mit Spermien ab. Sie garantiert die Leistungsfähigkeit der Königin und eine lange Lebensdauer.

Drei Jahre lang wurden die Spermienzahlen von besamten Königinnen, die aus dem Zucht-

bestand der Abt. f. Bienenzucht/Kirchhain stammten, bestimmt ($n = 65$). Die Spermatheka der getöteten Königin wurde herauspräpariert, der Inhalt 2500fach verdünnt und die Zahl der Spermatozoen mit Hilfe einer Bürker-Zählkammer ermittelt. Diese Ergebnisse wurden mit folgenden Daten verglichen:

- der Durchschnittstemperatur 48 h nach der Besamung;
- dem Alter der Königin bei der Besamung;
- der Zeitspanne von der Besamung bis zum Beginn der Eiablage;
- dem Zeitpunkt der CO₂-Narkose.

Externe Einflüsse, wie die Durchschnittstemperatur 48 h nach der Besamung, das Alter der Königin bei der Besamung und die Zeitspanne von der Besamung bis zur Eiablage, ließen sich auf die Füllung der Spermatheka mit Spermien nicht errechnen. Nur die Korrelation zwischen der Durchschnittstemperatur 48 h nach der Besamung und dem Beginn der Eiablage war signifikant. Die Regressionsrechnung zeigt aber, daß der Einfluß sehr gering ist. Bei einer Erhöhung der Durchschnittstemperatur um 1°C verringert sich der Beginn der Eiablage um 0,32 Tage.

Ein signifikanter Unterschied in der Füllung der Spermatheka ließ sich bei dem Zeitpunkt der CO₂-Narkose errechnen. Königinnen, die am Tag vor der Besamung das erste Mal mit CO₂ begast worden waren und während der Besamung die zweite Narkose erhielten, hatten signifikant mehr Spermien in der Spermatheka als Königinnen, die erst 24 h nach der Besamung ein weiteres Mal begast wurden ($x = 3,8$; $s = 3,0$; $n = 41$; $\bar{x} = 2,8$; $s = 2,7$; $n = 53$; Spermien $\times 10^6$; t -Test, $P < 0,05$).

External influences on the filling of the spermatheca with sperm

Apart from the genetic aims, the success of artificial insemination depends on the optimal filling of the spermatheca with sperm. This guarantees the capacities of the queen and a long duration of life. The number of sperm in inseminated queens from the breeding population of the Department of Bee-Breeding/Kirchhain was determined over a 3-year period ($n = 65$). The spermatheca of the killed queens were dissected,