

Fruchtbarkeit von Drohnen und Königin: Spermatogenese, Spermatransfer und Spermanutzung.

Dr. Gudrun Koeniger, Dr. Nikolaus Koeniger, Institut für Bienenkunde (*Polytechnische Gesellschaft*),
Karl-von-Frisch-Weg 2, 61440 Oberursel, Germany

Bei der Zucht der Honigbiene geht es nicht nur um die Erzeugung genetisch hochwertiger Drohnen und Königinnen, sondern auch darum, dass Drohnen vitale Spermien in ausreichender Menge bei der Paarung übertragen können. Was ist über die Entwicklung der Spermien von ihrer Bildung bis zum Tod des Drohns bekannt? Welche Schädigungen können auftreten?

Spermatogenese

Die Entwicklung der Spermium-Urkeimzelle bis zum reifen Spermium dauert 33 Tage. Sie beginnt mit dem Schlupf der Larve aus dem Ei. Zunächst erfolgt die Vermehrung durch Teilung der Spermien-Keimzellen und dauert etwa bis zur 8 Tage alten Puppe (leicht gefärbte Augen). Danach durchlaufen die Spermien einen Reifungsprozess (Ausbildung von Kopf und Schwanz). Mit dem Schlupf des Drohns beginnen die Spermien vom Hoden in die Samenvesikel (*Vesiculae seminales*) einzuwandern. Dort werden die Spermien ernährt und reifen zur Befruchtungsfähigkeit heran. Nach 12 Tagen sind alle Spermien in den Vesikeln befruchtungsfähig und werden dort bis zur Paarung bzw. Tod des Drohns gespeichert.

In der Literatur schwanken die Angaben über Spermienzahlen von *Apis mellifera* bei 12tägigen Drohnen von 2 bis 10 Millionen (Koeniger et al. 2005, *Apidologie* 36). Das zeigt, dass die Spermatogenese kein störungsfreier Prozess ist. Auch ist bekannt, dass Völker trotz gleicher Drohnenzahl am selben Standort sehr unterschiedlich zur Nachkommenschaft von dort gepaarten Königinnen beitragen (Kraus et al. 2003, *J.Evol. Biol.*). Eine Erklärung könnten Unterschiede in Zahl und/oder Qualität der Spermien liegen.

Mögliche Schädigungen während der Spermatogenese

Schädigungen der Spermien können in allen Entwicklungsstadien eintreten. Es gibt allerdings keine Daten, wie sich unzureichende Fütterung der Larven auf die Vermehrung der Urkeimzellen auswirkt.

Bisher sind nur die Puppenstadien untersucht. Es konnte gezeigt werden, dass die Anzahl der Spermien bei Drohnen leicht gemindert ist (ca.10%), wenn sie während der Puppenphase einer Unterkühlung von 1,5°C (33°C) ausgesetzt waren. Bei einer Haltung der Puppen bei 36°, also 1,5°C über der Bruttemperatur, waren nur noch einzelne Spermien in den Samenvesikeln vorhanden, obwohl die Drohnen äußerlich normal erschienen (S.Himmelreich 2005, Staatsexamensarbeit Oberursel). Fünfzehn Tage alte Puppe, die für 80min einer Temperatur von 45° C ausgesetzt waren, schlüpfen äußerlich normal, hatten aber geschädigte Spermien: bei histologischen Schnitten fanden sich Spermien mit anormalem Kern und zusätzlich gab es viele Riesenspermien (Tharelho 1981, Rev.Bras.Genet.)

Die Hitzeempfindlichkeit der Säugetierspermien ist schon lange bekannt. Es gibt jedoch keine Untersuchungen, ob Spermien von adulten Drohnen durch Überhitzung geschädigt werden können. Eine Überhitzung könnte beim Wandern von Drohnenvölkern zu den Belegstellen passieren. Daten müssten erhoben werden, wie lange ein erwachsener Drohn einer bestimmten überhöhten Temperatur ausgesetzt sein kann, ohne dass seine Spermien Schaden nehmen.

Ein leichter Varroabefall eines Volkes führt zur Verminderung der Spermienzahl, die Drohnen zeigen aber gute Flugleistung. Bei hohem Varroabefall ist nicht nur die Spermienzahl sondern auch die Flugfähigkeit gering (Bubalo et al. 2005 Doktorarbeit Lunz, Duay et al. 2002, Gen.Molec. Res. 1).

Zur Überprüfung der Fruchtbarkeit der Spermien sind unter anderem folgende Methoden geeignet: 1. Histologie, 2. Zählen der Spermien, 3. Bestimmung des Verhältnisses von lebenden zu toten Spermien und 4. Grad der Einwanderung der Spermien in die Spermatheka nach instrumenteller Besamung.

Spermatransfer

Allgemein wird angenommen, dass Spermien bei der Paarung schichtweise in die Eileiter übertragen werden. Da in diesem Fall die Spermien des letzten Drohns der Spermatheka am nächsten liegen, wurde angenommen, dass sie am schnellsten in die Spermatheka gelangen und so der letzte Drohn die meisten Nachkommen haben müsste.

Die Eileiter haben keine feste Wand wie z.B. die Besamungsspritze, sondern ihr Volumen kann um ein vielfaches gedehnt werden. Durch die sukzessive Dehnung ist die Lage der Spermaportionen unregelmäßig und kann schwer vorhergesagt werden. In einem Versuch wurde bei 7 Königinnen der jeweils letzte Drohn mittels des Begattungszeichens genetisch charakterisiert. Dann wurden die Nachkommen der Königinnen durch Vaterschaftsanalysen bestimmt. Nur bei einer Königin hatte der letzte Drohn die meisten Nachkommen.

Spermanutzung

Durch Vaterschaftsanalysen im Abstand von 4, 8 und 12 Wochen nach Beginn der Eilage konnte gezeigt werden, dass in dieser Zeit eine weitere Durchmischung erfolgt. Nach 8 bzw 12 Wochen tauchten Nachkommen von Drohnen auf, die zu Anfang nicht nachgewiesen werden konnten (Franck et al. 1999, Ins.Mol.Biol.8) Insgesamt ist es wohl bei allen Bienenarten so, dass 8 Drohnen nach wenigen Wochen etwa gleich viele Nachkommen erzeugen (jeweils um die 10%), während alle weiteren Väter nur zu einem sehr geringen Prozentsatz beteiligt sind (Schlüns et al. 2005, Animal Beh, 70)

Schlussfolgerungen

Über Zucht und Haltungsbedingungen der Drohnen ist nur wenig bekannt. Dabei spielt die „Qualität der Drohnen“ bei der Paarung eine entscheidende Rolle. Optimal begattete Königinnen erhält man nur wenn Anzahl und Qualität der Spermien stimmen. Die Königin kann bei der Paarung nämlich nicht die Menge des aufgenommenen Spermas wahrnehmen, sondern sie misst „nur“ die Anzahl der Paarungen (Koeniger 1976, Apidologie 7, Koeniger et al.2007, Apidologie 38, Schlüns et al, 2005, Animal Beh. 70). Dieses „Zählen“ der Paarungen der Königin könnte eine Erklärung dafür sein, dass manche Königinnen zwar gleich nach den Hochzeitsflügen ganz „normal“ mit der Eilage beginnen, aber schon nach kurzer Zeit drohnenbrütig werden. Und das trotz einer großen Zahl von Drohnen auf der Belegstelle! Deshalb ist die Anzahl der Drohnen pro Drohnenvolk als einziger Maßstab für Belegstellen nicht ausreichend. Es gilt vielmehr zukünftig auch die Qualität der Spermien der Drohnen zu berücksichtigen.