



Abh. Ber. Naturkundemus. Görlitz	Band 72 Heft 1	S. 91 - 96	2000
--	-------------------	------------	------

ISSN 0373-7586

Vortrag zum 2. Milbenkundlichen Kolloquium vom 14. bis 16. Oktober  
an der Universität Bremen im Zentrum für Umweltforschung und Umwelttechnologie

## **Spermatologische Untersuchungen an Gamasiden - Stand und Perspektiven**

GERD ALBERTI

Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald, Zoologisches Institut und Museum

### **Abstract**

#### **Spermatological investigations in Gamasida - current state and perspective.**

An abbreviated view over the current state of knowledge on gamasid spermatology and its relation to general genital morphology is given. It seems evident that sperm and genital structures that occur in Parasitina and Dermanyssina present a set of derived characters, most likely synapomorphies. A list of urgent aims of future research is outlined that will help to improve future understanding of this taxon in terms of evolutionary biology.

### **1. Einleitung**

Die Aufklärung von Spermienstrukturen bei Mitgliedern der anactinotrichen Acari hat bereits eine lange Geschichte (ALBERTI 1991). Ganz herausragend ist die klassische Arbeit von MICHAEL (1892), in der neben einer sehr exakten Genitalmorphologie verschiedener Taxa auch die Spermienmorphologie einiger Gamasida (=Mesostigmata) detailliert beschrieben wird. Darüberhinaus informiert der Autor über Übertragungswege der Spermatophoren. Schon vor 90 Jahren wurde die Spermatogenese von Zecken lichtmikroskopisch sehr genau beschrieben. Es folgten weitere Arbeiten, die die Kenntnisse über Gamasidenspermien, -spermatophoren und Übertragungsmechanismen erweiterten. In neuerer Zeit sind z.B. die elektronenmikroskopischen Untersuchungen zu nennen, die nun eine neue Betrachtungsebene erschlossen und die Besonderheiten dieser Strukturen noch schärfer herausarbeiten konnten. Es wurde jetzt deutlich, daß die Anactinotrichida sich hinsichtlich ihrer Spermienstrukturen aber auch hinsichtlich anderer Merkmale des Fortpflanzungssystems deutlich von den Actinotrichida unterscheiden. Im folgenden sollen die für die Gruppe der Gamasida wichtigsten Befunde zusammengestellt werden, die für die Gamasiden-Großsystematik sich ergebenden Schlußfolgerungen genannt und zukünftige Forschungsziele herausgearbeitet werden (zur taxonomischen Terminologie und zu nachstehenden Ausführungen s. EVANS (1992), ALBERTI & COONS (1999) mit weiterer Literatur).

## 2. Bisher vorliegende Befunde

- 1) Die Spermien der Acari sind alle aflagellat, d.h. entsprechen einem stark abgeleiteten Typ.
- 2) Die Spermien der anactinotrichen Milben und actinotrichen Milben unterscheiden sich stark: Die Spermien anactinotricher Milben sind relativ komplex und groß - es gibt nur wenige Haupttypen. Dagegen sind die Spermien der actinotrichen Milben relativ klein und einfach aber von großer Verschiedenheit.
- 3) Für alle Acari-Spermien, die bisher daraufhin untersucht wurden, konnten Veränderungen der Spermienmorphologie nach der Übertragung beobachtet werden (Kapazitation; s. ALBERTI & COONS 1999 mit weiterer Literatur).
- 4) Die Spermien der Anactinotrichida können bisher 2 Haupttypen zugeordnet werden: dem Vakuolentyp und dem Bändertyp. Dieses Bild beginnt sich zu differenzieren: s.u. *Celaenopsis badius* (C. L. Koch, 1839).
- 5) Der Vakuolentyp kommt vor bei: Opilioacarida, Ixodida, Holothyrida und innerhalb der Gamasida bei folgenden Taxa: Sejina, Uropodina, Epicriina, Zerconina. Der Bändertyp wurde bisher bei den Parasitina und Dermanyssina gefunden. Die Spermien der Parasitina sind komplizierter und regelmäßiger als die der Dermanyssina. Bei den Dermanyssina deutet sich eine größere Formenvielfalt an als bei den Parasitina, was der unterschiedlichen Artenzahl beider Gruppen entspricht.
- 6) Erste Untersuchungen an einem Vertreter der Antennophorina, *C. badius*, vermitteln den Eindruck, daß bei dieser Gruppe ein stark modifizierter Vakuolentyp vorkommt.
- 7) Die Spermientypen der anactinotrichen Milben lassen sich mit der Genitalmorphologie korrelieren. Taxa mit Vakuolenspermien (untersucht: Ixodida, Holothyrida, Sejina, Uropodina) haben ein weibliches Genitalsystem, das fast immer durch ein unpaares, schlauchförmiges Ovar gekennzeichnet ist, von dem paarige Ovidukte zu einer unpaaren, ventral gelegenen Geschlechtsöffnung führen. Diese ist meist medioventral gelegen (etwa zwischen den Coxae II-IV) und dient - soweit bekannt - als Inseminations- und Eiablageöffnung. Die Geschlechtsöffnung der Männchen ist meist mittig in der Sternalregion gelegen (Ausnahmen: Celaenopsoidea; Heterozirconina: s.u.).  
Taxa mit Bänderspermien haben ein unpaares, massives Ovar, das in einen Nährteil und einen Keimteil unterteilt ist. Es ist ein unpaarer Ovidukt vorhanden, der zu einer unpaaren Geschlechtsöffnung führt, die in ähnlicher Position wie bei den Vakuolenspermien-Taxa liegt. Bei den Bänderspermien-Taxa, also Parasitina und Dermanyssina, sind im männlichen Geschlecht die Cheliceren zu Gonopoden umgewandelt. Der *digitus mobilis* besitzt bei den Parasitina ein Spermatotrema, bei den Dermanyssina ist ein Spermatodactylus vorhanden. Die Spermatophore wird mit Hilfe dieser Bildungen übertragen. Die Geschlechtsöffnung der Männchen liegt prästernal.
- 8) Im Gegensatz zu den Parasitina, bei denen der Nährteil des Ovars rundlich kompakt und median gelegen ist, ist der Nährteil bei den Dermanyssina in zwei umfangreiche laterale Arme ausgezogen (lyrate organ = lyriformes Organ; MICHAEL 1892). In beiden Gruppen ist der Nährteil syncytial (oder plasmodial) gebaut und die Morphologie der Kerne ist sehr kompliziert, d.h. mehrere - oberflächlich betrachtet isoliert erscheinende - 'Kerne' sind in Wirklichkeit untereinander über schmale Brücken verbunden.

9) Während der Übertragung der Spermatophore bei Taxa mit Vakuolenspermien sind die Mundwerkzeuge beteiligt (beobachtet bei Ixodida, Sejina, Uropodina; z.B. EVANS 1992).

Die regelmäßigeren Bänderspermien der Parasitina werden mithilfe einer großen Spermatophore in die ventrale Geschlechtsöffnung des Weibchens verbracht und im Endogynium, das als Receptaculum seminis fungiert, deponiert (ALBERTI et al. 1999 mit weiterer Literatur). Die Bänderspermien der Dermanyssina werden über ein zusätzliches Inseminationssystem, das bei den Weibchen ausgebildet ist, in das Weibchen übertragen. Es gibt zwei verschiedene Haupttypen von Inseminationssystemen: den laelapiden und den phytoseiiden Typ.

10) Da Spermien im Ovarlumen von Opilioacariden und Zecken gefunden wurden, ist es wahrscheinlich, daß die Befruchtung der Oocyten im Ovar stattfindet. Bei Ixodida wurden Spermien auch in den Ovidukten gefunden, so daß anzunehmen ist, daß die Spermien durch die Ovidukte in die schlauchförmigen Ovarien einwandern. Die Vakuolenspermien können verschiedene Bewegungen ausführen.

11) Bei Parasitina wurden in den begatteten Weibchen Spermien im Haemocoel gefunden. Es ist wahrscheinlich, daß diese Spermien ebenfalls beweglich sind.

12) Bei den Dermanyssina mit laelapidem Inseminationssystem gelangen die Spermien über paarige Kopulationsporen und ein paariges Gangsystem in eine Spermatheca (Receptaculum seminis), werden dort stark verändert (kapazitiert) und gelangen dann vermutlich in das Ovar (*Varroa jacobsoni* Oudemans, 1904). Bei den Phytoseiidae (phytoseiides Inseminationssystem) werden die Spermatophoren ebenfalls über paarige Kopulationsporen in ein paariges Gangsystem (major ducts) verbracht, an das sich verschiedene Strukturen (Calyx, Vesikel und sogenannte 'minor ducts') anschließen. Das Schicksal der Spermien in diesem System ist jedoch nicht geklärt. Da Spermien im Ovar beobachtet wurden, erfolgt die Befruchtung der Oocyten jedoch sicher dort (DI PALMA & ALBERTI unveröff.).

### 3. Schlußfolgerungen

1) Aufgrund der Verteilung der Spermienhaupttypen auf die Großtaxa der Anactinotrichida muß der Vakuolentyp als der plesiomorphe innerhalb dieser Gruppe angenommen werden.

2) Es kann daraus sicher gefolgert werden, daß für die Herleitung der Ixodida nicht Stammlinien herangezogen werden können, in denen der Vakuolentyp der Spermien bereits aufgegeben wurde (s. auch ALBERTI 1980). Die mögliche Schwestergruppe der Ixodida kann daher nicht im Bereich von Verwandtschaftsgruppen gesucht werden, die durch Bänderspermien gekennzeichnet werden. Ixodida könnten aber z.B. eine Schwestergruppe der Uropodina sein (HIRSCHMANN 1959) oder auch der Holothyrida oder auch eines Taxons, das Holothyrida und Gamasida zusammenfaßt (vgl. Systematik bei JOHNSTON 1982).

3) Die Spermienmorphologie läßt sich nicht nur mit der Genitalmorphologie korrelieren, sondern - bei genauerer Analyse - offenbar auch mit dem Übertragungsweg: Taxa mit Vakuolenspermien nutzen den konventionellen, plesiomorphen Weg, indem sie eine Spermatophore, u.U. unter Beteiligung nicht modifizierter Mundwerkzeuge, über die primäre weibliche Geschlechtsöffnung einbringen. Die Spermien gelangen nach Kapazitation durch

die paarigen Ovidukte in das schlauchförmige Ovar, wo die Befruchtung der Oocyten stattfindet. Taxa mit Bänderspermien übertragen eine Spermatophore unter Benutzung modifizierter Cheliceren entweder in die primäre weibliche Geschlechtsöffnung (Parasitina) oder in sekundäre Inseminationsporen (Dermanyssina). In jedem Falle werden offensichtlich nicht mehr die paarigen Ovidukte (da sie nicht mehr vorhanden sind) als Weg zum Ovar benutzt. Der Weg verläuft vielmehr entweder offensichtlich über das Haemocoel (Parasitina) oder über sekundäre Gänge (Iaelapides Inseminationssystem) oder ist noch aufzuklären (Phytoseiides Inseminationssystem).

4) Die geschilderten Befunde und Analysen begründen, daß Taxa, die Vakuolenspermien besitzen, in ihrem ganzen Fortpflanzungssystem ursprünglicher sind als Taxa mit Bänderspermien. Parasitina und Dermanyssina sind demnach durch einen Komplex von Merkmalen gekennzeichnet: Bänderspermien, modifizierte Cheliceren, modifizierte Lage der männlichen Geschlechtsöffnung, unpaarer Ovidukt, in Keimteil und Nährteil gegliedertes Ovar, Nährteil mit spezifischer Feinstruktur, Weg der Spermien im Weibchen (sekundär) anders als bei Formen mit Vakuolentyp. Es muß als wahrscheinlich angesehen werden, daß diese Merkmale Synapomorphien darstellen und die entsprechenden Taxa, Parasitina und Dermanyssina, als Schwestergruppen anzusehen sind (vgl. ALBERTI 1980, 1991, MORAZA & LINDQUIST 1998). Andere Auffassungen würden die Annahme mehrfach konvergenten Entstehens dieses Merkmalskomplexes verlangen (s. Diskussion bei MORAZA & LINDQUIST 1998). Die Annahme, daß das Inseminationssystem der Dermanyssina aus Nephridien oder Protonephridien abzuleiten sei (ATHIAS-HENRIOT 1968, 1975, YOUNG 1968, KARG 1998) und damit als ursprünglich anzusehen sei, muß als gänzlich unwahrscheinlich angesehen werden.

#### 4. Zukünftige Forschungsaufgaben

1) Die Bedeutung der z.T. sehr komplexen Spermienstrukturen ist vielfach noch aufzuklären. Ebenso ist darauf zu achten, ob es bei anderen Anactinotrichida Spermisymbionten wie bei den Zecken gibt. Die Feinstruktur der Spermatophoren von Taxa außerhalb der Ixodida ist noch gänzlich unbekannt.

2) Es muß angenommen werden, daß die Spermien der Parasitina nach Insemination den weiblichen Genitaltrakt verlassen, in dem sie seine Wand durchdringen. Der genaue Ort, wo dies passiert, muß noch bestimmt werden.

3) Die Funktion des phytoseiiden Inseminationssystems muß geklärt werden.

4) Nach EVANS (1992) gibt es das phytoseiide Inseminationssystem auch außerhalb der Phytoseiiden (z.B. bei Otopheidomenidae u. einigen Ascidae). Gibt es Übergänge zwischen dem Iaelapiden und dem phytoseiiden System? Es kann angenommen werden, daß die Vielfalt der Inseminationssysteme größer ist, als die Klassifizierung in die beiden genannten Typen widerzuspiegeln scheint.

5) Wie ist das offenbar bei Heterozercinina auftretende Inseminationssystem zu deuten? Bemerkenswert ist, daß bei den Männchen dieser Gruppe, der *digitus fixus* und nicht der *digitus mobilis* modifiziert ist. Die Geschlechtsöffnung des Männchens liegt prästernal (EVANS 1992). Ist das Inseminationssystem konvergent zu dem der Dermanyssina entstanden?

6) Die Funktionsweise der modifizierten Cheliceren der Männchen von Parasitina und Dermanyssina ist nur in einem Falle bisher genauer untersucht worden. Die Feinstruktur ist gänzlich unbekannt. Lassen sich Spermatodactyli von Spermatotrema-ähnlichen Bildungen ableiten?

7) Die Spermienstrukturen und genitalmorphologischen Verhältnisse folgender Gamasiden-Taxa bedürfen dringender Aufklärung: Microgyniina, Arctacarina, Cercomegistina, Heterozirconina. Wenn auch die Spermienfeinstruktur jeweils für eine Art aus den Epieriina und Zirconina beschrieben worden ist, so fehlen doch weitere Daten hinsichtlich der Genitalmorphologie dieser Taxa.

8) Dringender Forschungsbedarf besteht auch bezüglich der Aufklärung des Fortpflanzungsverhaltens von Opilioacarida, Holothyrida und von Vertretern der meisten Gamasiden-Großtaxa (Sejina, Microgyniina, Epieriina, Zirconina, Arctacarina, Cercomegistina, Antennophorina, Heterozirconina), wobei die Biologie dieser Taxa noch insgesamt erstaunlich unerforscht ist.

9) Gibt es andere Merkmalskomplexe, die das hier aufgrund der Fortpflanzungssysteme begründete Schwesterngruppenverhältnis zwischen Parasitina und Dermanyssina stärken könnten? Ein solcher Merkmalskomplex ist offensichtlich in der Ausstattung mit auf den Coxae I mündenden Drüsen gegeben. So wurden bei Vertretern der Parasitina und Dermanyssina sehr eigenartige langgestreckte Organe, möglicherweise Abkömmlinge echter Coxaldrüsen (=Nephridien), gefunden, deren spezielle Struktur als Synapomorphie gedeutet werden muß (ALBERTI et al. 1996).

## 5. Schluß

Die vorstehende Zusammenstellung sollte zeigen, daß die Untersuchung und Aufklärung klassischer Merkmalskomplexe, wie z.B. des Fortpflanzungssystems, eine Fülle von Merkmalen und Anregungen erbringt, die für das Annähern an ein tieferes phylogenetisch-systematisches Verständnis der Acari, hier insbesondere der Gamasida, von großer Bedeutung sind.

An dieser Stelle konnte auf die evolutionsbiologischen Hintergründe, die die Umbildung dieses Systems innerhalb der anactinotrichen Milben oder der Gamasida erklären könnten, nicht eingegangen werden. Ebenso mußte ein Vergleich mit actinotrichen Milben oder anderen Arachnida weitgehend unterbleiben (s. dazu Ausführungen z.B. bei ALBERTI 1991, ALBERTI im Druck, ALBERTI et al. 1999, ALBERTI et al. im Druck, WITALIŃSKI 1999).

## 6. Literatur

- ALBERTI, G. (1980): Zur Feinstruktur der Spermien und Spermioctogenese der Milben (Acari). I. Anactinotrichida. - Zool. Jb. Anat. **104**: 77-138
- (1991): Spermatology in the Acari: systematic and functional implications. - In SCHUSTER, R. & P.W. MURPHY (eds.): The Acari - Reproduction, Development and Life-history Strategies. Chapman & Hall, London: 77-105
- (2000): Chelicerata. - In JAMIESON, B. G. M. (eds.): Progress in Male Gamete Ultrastructure and Phylogeny. - In ADIYODI, K. G. & R. G. ADIYODI (eds.): Reproductive Biology of the Invertebrates. Vol. 9, p.B. Oxford & JBH Publishing, New Delhi and Wiley, New York: 311-388.

- & L. B. COONS (1999): Acari - Mites. - In HARRISON, F. W. (eds.): Microscopic Anatomy of Invertebrates. Vol. 8c. John Wiley & Sons, Inc., New York: 515-1265
- A. GEGNER & W. WITALIŃSKI (1999): Fine structure of the genital system in the females of *Pergamasus* mites (Acari: Gamasida: Pergamasidae). - J. Morph. **240**: 195-223
- A. GEGNER & W. WITALIŃSKI (2000): Fine structure of the spermatophore and spermatozoa in inseminated females of *Pergamasus* mites (Acari: Gamasida: Pergamasidae). - J. Morph. **245**: 1-18.
- TH. KAISER & A.-K. KLAUER (1996): New ultrastructural observations on coxal glands (nephridia) of Acari. - In MITCHELL, R., D. J. HORN, G. R. NEEDHAM & W. C. WELBOURN (eds.): Acarology IX. Proceedings. The Ohio Biology Survey, Columbus: 309-318
- ATHIAS-HENRIOT, C. (1968): L'appareil d'insemination laelapoïde (Acariens anactinotriches: Laelapoïdea, &&) - Premières observations - Possibilité d'emploi à fins taxonomiques. - Bull. Sci. bourg. **25**: 175-228
- (1975): The idiosomatic euneotaxy and epineotaxy in gamasids (Arachnida, Parasitiformes). - Z. Zool. Syst. Evol.forsch. **13**: 97-109
- EVANS, G. O. (1992): Principles of Acarology. - C.A.B International, Wallingford: 563 S.
- HIRSCHMANN, W. (1959): Gangsystematik der Parasitiformes. Teil 2: Mundwerkzeuge und Hypostombestimmungstabeln. - Fürth/Bayern: Acarologie, Schriftenr. vergl. Milbenk. Folge **2**: 1-25
- JOHNSTON, D. E. (1982): Acari. Opilioacariformes. Parasitiformes. - In PARKER, S. P. (eds.): Synopsis and Classification of Living Organisms. Vol. 2. McGraw Hill, New York: 111-117
- KARG, W. (1998): Zur Kenntnis der Eugamasides Karg mit neuen Arten aus den Regenwäldern von Ecuador (Acarina, Parasitiformes). - Mitt. Mus. Nat.kd. Berl., Zool. Reihe **74**: 185-214
- MICHAEL, A. D. (1892): On the variations in the internal anatomy of the Gamasinae, especially in that of the genital organs and their mode of coition. - Trans. Linn. Soc. Lond. (ser. 2) **5**: 281-324
- MORAZA, M. L. & E. E. LINDQUIST (1998): Coprozerconidae, a new family of zerconoid mites from North America (Acari: Mesostigmata: Zerconoidea). - Acarologia **39**: 291-313
- WITALIŃSKI, W. (1999): Sperm competition in the Acari. In BRUIN, J., L. P. S. GEEST & M. W. SABELIS (eds.): Ecology and evolution of the Acari. Kluwer Academic Publ., Dordrecht: 149-156
- YOUNG, J. H. (1968): The morphology of *Haemogamasus ambulans*. II. Reproductive system (Acarina: Haemogamasidae). - J. Kansas Entomol. Soc. **41**: 532-543

Manuskriptannahme: 3.1.2000

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. Gerd Alberti, Zoologisches Institut und Museum, Bachstr. 11-12,  
D-17489 Greifswald  
e-mail: alberti@rz.uni-greifswald.de