

Lebensdauer, Eizahl und Dauer der Speicherung lebensfähiger Spermien bei Weibchen der Italienischen Schönschrecke, *Calliptamus italicus* (L.)

Klaus Reinhardt & Anja Jentzsch

Abstract

Lifespan, egg number and duration of sperm storage in females of the Italian Locust, *Calliptamus italicus* (L.).

Lifespan of eight females reared in the laboratory ranged from 44 to 157 days. After a period of 20, 36 and 52 days, resp., once mated females had stored an amount of 1000 to 2000 spermatozoa. Egg pods, laid 4, 11, 22, 24 and 50 days after a single copulation contained fertilized eggs. Eggs of virgin females were not developed. Age at first oviposition was higher in virgin than in once mated females. Virgin females lived, on average, slightly longer than once mated females.

Zusammenfassung

Acht im Labor untersuchte Weibchen der Italienischen Schönschrecke, *Calliptamus italicus*, lebten 44 bis 157 Tage. Einmal verpaarte Weibchen hatten 20, 36 und 52 Tage nach ihrer Paarung noch 1000 - 2000 Spermien gespeichert. Eipakete, die 4, 11, 22, 24 und 50 Tage nach einer Paarung gelegt wurden, enthielten entwickelte Eier. Die Eipakete virginer Weibchen waren nicht entwickelt. Virgine Weibchen legten später als einmal verpaarte Weibchen ab.

Einleitung

Für das Überleben von Populationen, die in fragmentierten Habitaten leben, sind drei Prozesse wesentlich. Neben der Populationsentwicklung innerhalb der Fragmente sind dies die Fähigkeit, neu entstandene oder "frei gewordene" Flächen (erneut) zu besiedeln sowie der genetische Austausch zwischen den Fragmenten. So wurde kürzlich an einer Metapopulation des Tagfalters *Melitaea cinxia* erstmals für Insekten nachgewiesen, daß genetisch verarmte Subpopulationen tatsächlich ein erhöhtes Aussterberisiko aufweisen (SACCHERI et al. 1998). Die Fähigkeit zur Habitatneubesiedlung könnte daher stammen, daß Individuen in Populationen mit geringen Dichten eine erhöhte Mobilität aufweisen und damit sinkende Paarungschancen ausgeglichen werden (für *Metrioptera roeselii*: KINDVALL et al. 1998). Sieht man von der Parthenogenese ab, werden sowohl der genetische Austausch zwischen den Subpopulationen als auch die Habitatneubesiedlung maßgeblich von der Fähigkeit der Weibchen beeinflusst, befruchtungsfähiges Spermia zu speichern. Der Anteil der Männchen am genetischen Aus-

tausch wird von deren Fähigkeit bestimmt, bereits im Weibchen gespeicherte Spermien zu verdrängen. Im Prozeß der Habitatneubesiedlung spielen Männchen nur dann überhaupt eine Rolle, wenn gleichzeitig Weibchen mit einwandern. Ziel dieser Studie war die Untersuchung der Speicherdauer lebensfähigen Spermien sowie einer eventuellen parthenogenetischen Entwicklung bei der Italienischen Schönschrecke, *Calliptamus italicus* (L.). In Bezug auf die offensichtliche Fragmentierung der Lebensräume dieser Art in der Bundesrepublik Deutschland (z.B. JÜRGENS & REHDING 1992, BROSE 1997) sind diese beiden Komponenten unter Umständen von unmittelbarer Relevanz für das Überleben ihrer Populationen.

Methoden

Für die Untersuchungen wurden Nachkommen (8 Männchen und 12 Weibchen) eines Weibchens einer Population vom Paso Futa (nördlich von Florenz, Italien) verwendet. Sie stammten alle aus einer Oothek, die im September 1996 in der Zucht abgelegt wurde. Nach der Imaginalhäutung wurden die Männchen bis zu ihrem Tode in einem 15x35x50 cm großen Käfig im Gewächshaus gehalten, die Weibchen individuell in Käfigen von 15x15x25 cm Größe bei Tagestemperaturen von 24 bis 30 °C. Als Nahrung dienten verschiedene Kräuter, v.a. Hohlzahn (*Galeopsis*), Salbei (*Salvia*) und Habichtskraut (*Hieracium*). Zur Eiablage standen sandgefüllte, runde Gefäße von etwa 7 cm Durchmesser und 7 cm Höhe zur Verfügung. Sechs Weibchen blieben unverpaart. Die anderen sechs wurden vom achten Lebenstag an bis zur ersten Kopulation jeden dritten Tag für mindestens 1,5 Stunden mit einem Männchen zusammengesetzt. Paarungsunwillige Weibchen zeigten ein heftiges Abwehrverhalten, indem paarungsbereite Männchen mit den Hinterbeinen weggeschleudert wurden. Die Einzelheiten der Paarung der Italienischen Schönschrecke wurden bereits von JACOBS (1949, 1953) beschrieben. Nach der Kopulation der Weibchen wurden an jedem dritten Tag die Eiablagebehälter kontrolliert. Das Todesdatum wurde auf zwei Tage genau bestimmt. Zwei Weibchen jeder Gruppe starben infolge einer Überhitzung des Gewächshauses (> 55°C). Alle Angaben beziehen sich daher auf die verbliebenen acht Tiere. Bei frischtoten Weibchen wurde die Spermatheca herauspräpariert, in Insektenringelösung gegeben und die Anzahl der Spermien bei 200-facher Vergrößerung in einer Zählkammer (Neubauer Improved Chamber) ermittelt. Nach der Überwinterung der Eipakete im Kühlschrank sind diese erneut in die Wärme überführt worden, um sie zum Schlupf zu bringen. Da 42 Tage nach Bebrütungsbeginn noch kein Schlupf erfolgt war, wurden die Eipakete geöffnet und Zahl und Befruchtungszustand der Eier festgestellt.

Alle angegebenen Durchschnittswerte sind Mediane.

Ergebnisse

Die Lebensdauer der acht untersuchten Weibchen betrug 44 bis 157 Tage, bei einem Median von 74 Tagen. Vier Weibchen, die vor der Kopulation durchschnittlich 12,7 Stunden mit einem Männchen gehalten wurden, lebten im Median 62 Tage, die virgin gebliebenen 108 Tage (Tabelle 1). Dies deutet daraufhin, daß Weibchen, die sich reproduzieren, dies auf Kosten einer geringeren Lebenser-

wartung tun. Auf Grund der geringen Stichprobe erfolgte jedoch keine exakte statistische Auswertung.

Die Kopulationen dauerten bei einer Temperatur von etwa 28 °C zwischen 5 und 10 Minuten. Das Erstkopulationsalter der Weibchen schwankte zwischen 14 und 35 Tagen; die erste Ablage erfolgte 4 bis 44 Tage darauf. Die beiden virgin gebliebenen Weibchen legten erst nach 64 bzw. 122 Tagen ab (Tabelle 1).

Jedes Eipaket enthielt 16 bis 32, durchschnittlich 22 Eier (Tabelle 1). In fünf Eipaketen fanden sich Embryonen. Einige der Eier waren bereits vertrocknet, so daß der Prozentsatz befruchteter Eier nicht genau festzustellen war. Eipakete, die Embryonen enthielten, wurden 4, 11, 24, 32 bzw. 50 Tage nach der Kopulation gelegt (Tabelle 1). Dies ist ein Hinweis darauf, daß die Spermien nach 50-tägiger Speicherdauer im Weibchen noch befruchtungsfähig sind. Die Eier der zwei von den virginen Weibchen gelegten Ootheken zeigten dagegen keine Anzeichen von Befruchtung (Tabelle 1), so daß parthenogenetische Entwicklung unwahrscheinlich ist.

Drei Weibchen, die nach ihrem Tode untersucht wurden, hatten zwischen 1000 und 2000 Spermien in ihrer Spermatheca gespeichert (Tabelle 1).

Tab. 1: Erstkopulationsalter, Eizahl, Lebensdauer und SpermienSpeicherung bei Weibchen der Italienischen Schönschrecke, *Calliptamus italicus*. T - Eier vertrocknet, E - Embryos, U - Eier unbefruchtet

♀ ♀	Kopulations- alter	Alter (Eizahl) bei			Lebens- dauer	Spermien- zahl
		1. Ablage	2. Ablage	3. Ablage		
4	24	44(16) T			44	1000
6	35	39(24) E	67(24) E,T	85(32)E	134	
8	23	34(30) E	47(32) E		59	2000
12	14	58(?) T			66	1200
5	-				157	
7	-				52	
9	-	122(26) T,U			134	
11	-	64(18) U			81	

Diskussion

In unserem Versuch legten virgine Weibchen von *C. italicus*, wenn überhaupt, weniger Eipakete als verpaarte. Solche parthenogenetischen Eier sind vermutlich unfruchtbar (PLOTNIKOV (1921). Parthenogenetische Entwicklung im natürlichen Habitat ist bei dieser Art unwahrscheinlich, die von BROSE (1997) untersuchten Standorte wiesen sogar einen Männchenüberschuß auf. Um auszuschließen, daß Parthenogenese tatsächlich keine Rolle bei der Fortpflanzung dieser Art spielt, sind jedoch größere Stichproben erforderlich.

In unserer Studie zeigte sich, daß ein Weibchen auch 50 Tage nach einer Paarung noch befruchtete Eier legen kann. Im Extremfall konnten noch 52 Tage nach

der Kopulation, zum Zeitpunkt des Todes des Weibchens, noch Spermien gefunden werden. Wieviele Spermien bis zu diesem Zeitpunkt bereits "verbraucht" wurden, blieb ungeklärt, da die Ejakulatgröße bei dieser und fast allen anderen Feldheuschreckenarten unbekannt ist. Untersuchungen zur Dauer der Speicherung lebensfähiger Spermien gibt es für Feldheuschrecken bisher kaum, es fehlen somit Vergleichsgrundlagen. PICKFORD & GILLOTT (1971) fanden heraus, daß das während einer 10-minütigen Kopula übertragene Sperma ausreicht, um bei *Melanoplus sanguinipes* die Eier der nächsten drei Wochen zu befruchten. Bei *Schistocerca gregaria* wurden auch 10 Wochen nach der Kopula noch befruchtete Eier gelegt (NORRIS 1954). Für mehrere Arten ist bekannt, daß zwischen zwei Kopulationen mehrere befruchtete Eipakete gelegt werden können, so für *Acanthacris ruficornis* (DE VILLIERS 1989) und *Gomphocerus rufus* (LOHER & HUBER 1964). Die Spermatheca von *Taeniopoda eques* wies 65 Tage nach der Kopulation (nach 2 Eiablagen) noch lebensfähige Spermien auf (WHITMAN 1986). LÓPEZ-LEÓN et al. (1993) erwähnen eine zweimonatige Lebensdauer der Spermien im Receptaculum seminis von weiblichen *Eyprepocnemis plorans*, LONGO et al. (1993) fanden bei der gleichen Art 15 Tage nach der Kopulation noch lebensfähige Spermien. LÓPEZ-LEÓN et al. (1994) stellten eine Dauer der Speicherung lebensfähiger Spermien von 26 bis 113 Tagen (Median: 58,5 Tage) bei *E. plorans* (N=10) fest. BUTLIN et al. (1987) vermuteten, daß bei *Chorthippus brunneus* eine einzige Paarung ausreicht, um sämtliche zu legenden Eier eines Weibchens zu befruchten. Sie zeigten aber, daß 9 von 25 einmal verpaarten Weibchen am Ende ihrer Legeperiode unfruchtbare Eier legten, was ihre Vermutung nicht rechtfertigt. Obwohl über die Lebensdauer der Italienischen Schönschrecke im Freiland, speziell der Weibchen, keine Informationen vorzuliegen scheinen, vermuten wir, daß alle Weibchen, die eine neue Fläche besiedeln, dort auch befruchtete Eier legen können, selbst nach langer Wanderphase.

Zur Kopulationsdauer von Arten der Unterfamilie Calliptaminae gibt es bisher die Beobachtungen von JANNONE (1935) und JACOBS (1953), die für *C. italicus* 15 bis 20 bzw. 10 Minuten angeben. Dies entspricht etwa den von uns beobachteten Zeiten. Extreme Abweichungen stellen die von ZIMIN (1931- cit. in UVAROV 1977) genannten 30 bis 300 min dar. Die Arten der Unterfamilie Calliptaminae scheinen mehrere Spermatophoren zu übertragen (BOLDYREV 1929), eine längere Kopulationsdauer könnte somit neben einer Bewachung (mate-guarding) auch eine Verlängerung der Dauer der Spermienübertragung bedeuten, was für *Anacridium aegyptium* nachgewiesen wurde (FEDOROV 1927).

Auch für das Erstablagealter (als wesentlichem Fitnessmaß der Weibchen - KRIEGBAUM 1997) und das Erstpaarungsalter sind uns keine Literaturangaben bekannt. JANNONE (1935) untersuchte 100 Ootheken von *C. italicus* in Italien. Er fand 13 bis 59 Eier pro Gelege (im Mittel 40 bis 43), also etwas höhere Werte als in unserer Studie. Dies könnte damit zusammenhängen, daß die Anwesenheit von Männchen und eine höhere Paarungshäufigkeit oft zu einer Erhöhung der Fertilität führen (SCHMIDT & OTHMAN 1994 für *Aiolopus thalassinus*). Diese höhere Reproduktionsleistung geht dann oft auf Kosten der Lebensdauer (allgemeine Zusammenfassung bei ROFF 1992), was auch in unserer Studie ansatzweise zu erkennen ist.

Danksagung

Wir bedanken uns bei den Herren Dr. G. KÖHLER und G. WAGNER, die wichtige Hinweise zum Manuskript gaben. G. WAGNER lieferte die Oothek. Klaus REINHARDT wurde durch ein Graduiertenstipendium des Landes Thüringen unterstützt.

Verfasser/In:

Dipl.- Biol. Klaus Reinhardt
 cand. biol. Anja Jentzsch
 Friedrich- Schiller- Universität Jena
 Institut für Ökologie
 Dornburger Str. 159
 07743 Jena

Literatur

- BOLDYREV, B.Th. (1929): Spermatophore fertilization in the migratory locust (*Locusta migratoria* L.). Izvestija po prikladnoj entomologii Leningrad 4: 189-219.
- BROSE, U. (1997): Untersuchungen zur Ökologie von *Calliptamus italicus* (Linnaeus, 1758) unter Berücksichtigung der Habitatpräferenzen, Populationsaufbau und Ausbreitungsverhalten. *Articulata* 12: 19-33.
- BUTLIN, R.K., WOODHATCH, C.W. & HEWITT, G.M. (1987): Male spermatophore investment increases female fecundity in a grasshopper. *Evolution* 41: 221-225.
- DE VILLIERS, W.M. (1989): Studies on the general biology of *Acanthacris ruficornis* (Orthoptera: Acrididae) in South Africa. *Phytophylactica* 21: 385-389.
- FEDOROV, S.M. (1927): Studies in the copulation and oviposition of *Anacridium aegyptium*, L. (Orthoptera, Acrididae). *Trans. entomol. Soc. Lond.* 75: 53-60.
- JACOBS, W. (1949): Beobachtungen an der Heuschrecke *Calliptamus italicus*. *Natur und Volk* 79: 89-92.
- JACOBS, W. (1953): Verhaltensbiologische Studien an Feldheuschrecken. *Z. Tierpsychol., Suppl.* 1, 228 S.
- JANNONE, G. (1935): Osservazioni ecologiche e biologiche sul *Doclostaurus maroccanus* Thunb., *Calliptamus italicus* L. e loro parassiti in Prov. di Napoli. *Boll. Lab. Zool. Gener. Agr.* 28: 75-149.
- JÜRGENS, K. & REHDING, G. (1992): Xerothermophile Heuschrecken (Saltatoria) im Hegau Bestandssituation von *Oedipoda germanica* und *Calliptamus italicus*. *Articulata* 7: 19-38.
- KINDVALL, O., VESSBY, K., BERGGREN, A. & HARTMANN, G. (1998): Individual mobility prevents an Allee effect in sparse populations of the bush cricket *Metrioptera roeseli*: an experimental study. *Oikos* 81: 449-457.
- KRIEGBAUM, H. (1997): Grasshopper reproductive strategies measured in the field- a tradeoff between age at maturity and egg production per day. *Naturwissenschaften* 84: 157-159.

- LOHER, W. & HUBER, F. (1964): Experimentelle Untersuchungen am Sexualverhalten des Weibchens der Heuschrecke *Gomphocerus rufus* L. (Acridinae). J. Insect Physiol. 10: 13-36.
- LONGO, G., SOTTILE, L., VISCUSO, R., GIUFFRIDA, A. & PRIVITERA, R. (1993): Ultrastructural changes in sperm of *Eyprepocnemis plorans* (Charpentier) (Orthoptera: Acrididae) during storage of gametes in female genital tract. Invert. Repr. Development 24: 1-6.
- LÓPEZ-LEÓN, M.D., PARDO, M.C., CABRERO, J. & CAMACHO, J.P.M. (1994): Dynamics of sperm storage in the grasshopper *Eyprepocnemis plorans*. Physiol. Entomol. 19: 46-50.
- LÓPEZ-LEÓN, M.D., CABRERO, J., PARDO, M.C., VISERAS, E. & CAMACHO, J.P.M. (1993): Paternity displacement in the grasshopper *Eyprepocnemis plorans*. Heredity 71: 539-545.
- NORRIS, M.J. (1954): Sexual maturation in the desert locust *Schistocerca gregaria* Forskal with special reference to the effects of grouping. Anti-Locust Bull. 18: 1-44.
- PICKFORD, R. & GILLOTT, C. (1971): Insemination in the migratory grasshopper, *Melanoplus sanguinipes* (Fabr.). Can. J. Zool. 49: 1583-1588.
- PLOTNIKOV, V. (1921): Parthenogenese bei Acrididen (in Russisch). Byull. 3-evo vseross. ent.-fit. Sov., Petrograd 7: 9 - zitiert in Uvarov (1977), Originalquelle nicht eingesehen.
- ROFF, D.A. (1992): The evolution of life-histories. (Chapman & Hall), London, 535 S.
- SACCHERI, I., KUUSAAARI, M., KANKARE, M., VIKMAN, P., FORTÉLIUS, W. & HANSKI, I. (1998): Inbreeding and extinction in a butterfly metapopulation. Nature 392: 491-495.
- SCHMIDT, G.H. & OTHMAN, K.S.A. (1994): Untersuchungen zur pheromonalen Steuerung der Reproduktion von virginen und verpaarten Weibchen der Feldheuschrecke *Aiolopus thalassinus* (Fabr.) (Insecta, Orthoptera, Acrididae). Zool. Anz. 233: 75-116.
- WHITMAN, D.W. (1986): Laboratory Biology of *Taeniopoda eques* (Orthoptera: Acrididae). J. Entomol. Sci. 21: 87-93.
- UVAROV, B.P. (1966): Grasshoppers and locusts. A Handbook of general Acridology. Vol. 1 (Cambridge University Press), Cambridge, 481 S.
- UVAROV, B.P. (1977): Grasshoppers and locusts. A Handbook of general Acridology. Vol. 2 (Cambridge University Press), Cambridge, 613 S.
- ZIMIN, L.S. (1931): On the biology and ecology of *Calliptamus italicus* (L.). Izd. sred.-aziat. Inst. Zashch. Rast 24: 94-251. (zitiert in Uvarov 1977), Originalquelle nicht eingesehen.

Nachtrag zu:

Liste der von Kurt Harz (* 1915 - † 1996) beschriebenen Taxa (1963-1988)

Klaus-Gerhard Heller

Herr Armin Coray, Basel, bei dem ich mich hier ausdrücklich bedanken möchte, wies mich freundlicherweise daraufhin, daß in meiner Übersicht der von Kurt HARZ beschriebenen Taxa (HELLER 1998) eine Reihe von Untergattungen der Tettigonioidea fehlen.

Diese sind nachstehend aufgelistet.

Tabelle der von Kurt Harz beschriebenen Untergattungen der Tettigonioidea

<i>Bolivarius</i> Subgenus nov. Harz, 1969	Tettigonioidea	
<i>Broughtonia</i> Subgenus nov. Harz, 1969	Tettigonioidea	1
<i>Chopardius</i> Subgenus nov. Harz, 1969	Tettigonioidea	
<i>Karabagia</i> Subgenus nov. Harz, 1969	Tettigonioidea	
<i>Vichetia</i> Subgenus nov. Harz, 1969	Tettigonioidea	1

1: syn. zu *Metrioptera*
WESMAEL, 1838

Heller, K.-G. (1988): Bioakustik der europäischen Laubheuschrecken. J. Margraf, Weikersheim

Verfasser:

Dr. Klaus-Gerhard Heller
Universität Erlangen-Nürnberg
Institut f. Zoologie, II
Staudtstr. 5
91058 Erlangen

Literatur

HELLER, K.-G. (1998): Liste der von Kurt Harz (* 1915 - † 1996) beschriebenen Taxa (1963-1988). Articulate 13(1): 5-10.