Linzer biol. Beitr.	51/1	553-560	26.07.2019

Experimente zur Fekundität der australischen Feldgrille (Insecta: Orthoptera) – Teil 1: Einflussnahme der Nahrungszusammensetzung auf die reproduktive Kapazität

Robert STURM

A b s t r a c t : Experiments on the fecundity of the black field cricket (Insecta: Orthoptera) – Part 1: Effect of food composition on the reproductive capacity. – The present contribution deals with the experimental investigation of exogenous factors influencing total and daily fecundity of female *Teleogryllus commodus* WALKER, 1869. In the concrete case, the effect of food composition on reproductive capacity was subjected to a more detailed study. For this purpose 20 adult females were fed on nutrients with different protein contents (10 %, 30 %, 50 %), respectively. This feeding procedure was restricted to the pre-oviposition stage of the animals (day 1 to 5 of the adult life-span). The crickets were kept under standard laboratory conditions (temperature = 25 °C, light:dark = 12 h:12 h, relative humidity = 60 %). Oviposition of the females was also realized according to a standardized protocol introduced in previous publications. As a main result of the investigation, total and daily fecundity of female crickets is significantly increased with rising protein content in the food. Whilst total fecundity performs a 143 %-increase after changing protein concentration from10 to 50 %, daily fecundity is enhanced by 137 % at the same time.

K e y w o r d s : Fecundity, oviposition, reproduction, black field cricket, Orthoptera.

Einleitung

Anhand zahlreicher experimenteller Studien konnte demonstriert werden, dass die Fortpflanzung von Insekten in erheblichem Maße von exogenen Faktoren beeinflusst wird (HOFFMANN 1985; HONĚK 1993; GEWECKE 1995; STURM 1999, 2008a, 2011, 2014, 2016a). Am Beispiel verschiedener Orthopteren ließ sich unter anderem eine positive Korrelation zwischen reproduktiver Kapazität der Weibchen und Umgebungstemperatur feststellen. Diese Beziehung liegt jedoch nur innerhalb jenes thermischen Vorzugsbereichs vor, innerhalb dessen das jeweilige Insekt zur normalen Abwicklung seiner physiologischen Prozesse befähigt ist (GEWECKE 1995; STURM 2016a, 2017). Manche Ergebnisse von Laborversuchen deuteten zudem darauf hin, dass auch die Photoperiode, die Nahrungszusammensetzung und die intraspezifische Konkurrenz eine nicht unbedeutende Wirkung auf die Fortpflanzungsaktivität ausgewählter Insekten auszuüben vermögen. Während längere Lichtzeiten und mit Protein angereichertes Futter zu einer teils massiven Ankurbelung der Eiproduktion und Oviposition führen, bedingt die Konfrontation mit Nahrungs- und Paarungskonkurrenten zumeist genau den gegenteiligen Effekt (STURM 2008a, 2011).

Gemäß neueren Untersuchungen an verschiedenen Grillenarten hängt die reproduktive Kapazität sowohl bei Weibchen als auch bei Männchen von der Körpergröße der Tiere ab, welche in der Regel in Gestalt der Körpermasse zum Ausdruck gebracht wird (WHITMAN 2008; STURM 2011, 2014, 2018). Hier lässt sich der einfache Grundsatz formulieren, wonach größere Individuen mehr Eier beziehungsweise Spermatozoen produzieren als kleinere. Dieses Phänomen ist in erster Linie darauf zurückzuführen, dass die größeren Tiere zahlreiche Wettbewerbsvorteile gegenüber den kleineren besitzen und diese durch Erzeugung einer höheren Anzahl an Keimzellen auf ihre Nachkommenschaft zu übertragen vermögen (WHITMAN 2008). So stellt die Reproduktion mit all ihren Einflussfaktoren letztendlich eine determinative Größe bezüglich der Evolution eines Insekts dar.

Die australische Feldgrille *Teleogryllus commodus* WALKER 1869 avancierte in den vergangenen Jahrzehnten zu einem bedeutenden Modellorganismus in der Entomologie, welchem zahlreiche morphologische, histologische und physiologische Studien gewidmet wurden (z. B. STURM 2002a, 2002b, 2008b, 2011). Die Fortpflanzung und ihre Beeinflussung durch exogene Faktoren wurde gerade bei dieser Spezies anhand einer Vielzahl experimenteller und theoretischer Untersuchungen dokumentiert (STURM 2008a, 2011, 2013, 2014, 2016a, 2016b, 2017), deren Resultate jedoch noch nicht alle Fragen in zufriedenstellender Art und Weise zu beantworten vermögen. So besitzt man beispielsweise noch relativ geringe Kenntnis über die genaue Interaktion zwischen Fekundität der Weibchen und Zusammensetzung der angebotenen Nahrung. Dieses Wissensdefizit soll im vorliegenden Beitrag zumindest teilweise ausgeräumt werden.

Material und Methoden

Zucht und Haltung der Tiere

Die Zucht der australischen Feldgrille erfolgte in einem speziellen Klimaraum unter folgenden Standardbedingungen (STURM & POHLHAMMER 2000): Umgebungstemperatur: 25 °C, Photoperiode: 12 h, Relative Luftfeuchtigkeit: 60 %. Die Nymphen wurden in Plastikbehältern (50 x 40 x 30 cm) aufgezogen, welche mit einer Torflage, Eikartons und Nahrung (Standarddiät, Salat, Wasser) bestückt waren. Nach Vollzug der Adulthäutung wurden die Tiere nach Geschlecht getrennt und in Glasgefäße mit einem Volumen von 5 l überführt. Die Behältnisse wurden mit als Unterschlupf dienenden Papierknäueln und Nahrung befüllt. In jedem Gefäß wurden zur Vermeidung von erhöhtem Konkurrenzdruck maximal fünf Grillen untergebracht.

Experimente zur Fekundität

Um den Einfluss der Nahrungszusammensetzung auf die Fekundität der Weibchen in zufriedenstellender Art und Weise experimentell abbilden zu können, wurde eine gezielte Variation des angebotenen Futters (Standarddiät, Eiweißextrakt, Salat, Wasser, Haferflocken) vorgenommen. Während einer ersten, aus insgesamt 20 Weibchen bestehenden Gruppe Nahrung mit einem Gesamtproteingehalt von lediglich 10 % zugeführt wurde, enthielt die Nahrung der zweiten Gruppe (N = 20) 30 % Eiweiß und jene der dritten Gruppe (N = 20) 50 % Eiweiß. Die Einstellung der Proteinkonzentration konnte durch gezielte Vermischung der oben genannten Futterkomponenten erreicht

werden, wobei sich die mit dem speziellen Zubereitungsvorgang verbundene Unsicherheit auf +/- 2 % belief. Die differenzierte Nahrungszufuhr blieb auf die Präovipositionsbeziehungsweise Virginitätsphase der Weibchen beschränkt, welche unter den gegebenen klimatischen Bedingungen fünf bis sechs Tage andauert.

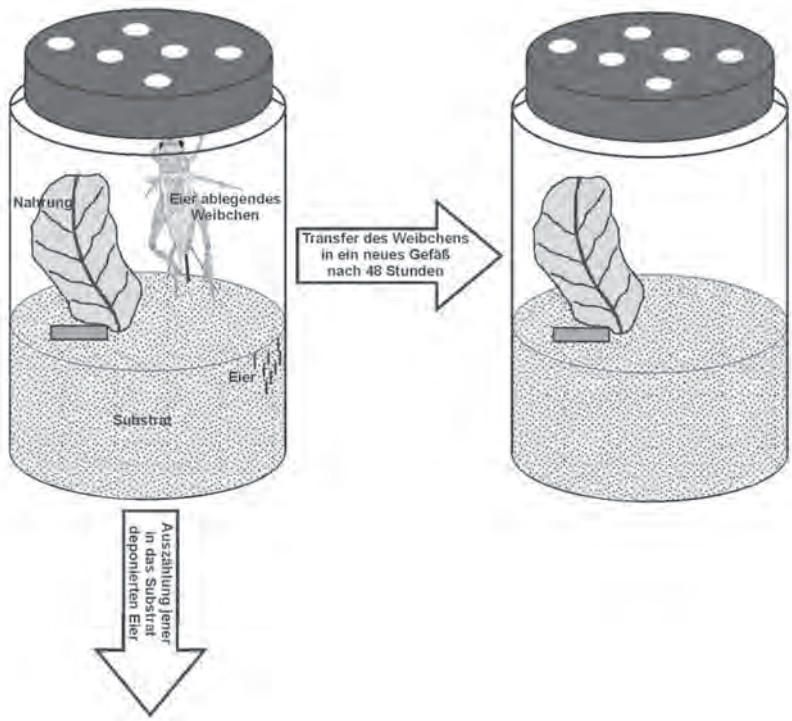

Abb. 1: Experimentelle Vorgangsweise zur Ermittlung der totalen und durchschnittlichen täglichen Fekundität eines Grillenweibchens (STURM 2010, 2011, 2016a, 2017).

Für die Fekunditätsexperimente wurde nach jenem von STURM (2010, 2011, 2016a, 2017) vorgestellten Standardprotokoll vorgegangen (Abb. 1). Die einmal verpaarten Weibchen wurden einzeln in spezielle Ovipositionsgefäße (Volumen: 250 ml) transferiert, welche mit einer 5 cm mächtigen Schicht aus feuchtem Sand und Nahrung (Salat) befüllt waren. Die Tiere wurden in weiterer Folge alle 48 h in neue, noch ungebrauchte Behälter überführt. Die Eier, welche in das Substrat der bereits benutzten Gefäße abgelegt worden waren, wurden unter Zuhilfenahme eines Binokulars quantifiziert. Die mittlere tägliche Fekundität der Weibchen konnte durch Zweiteilung der ermittelten Eizahl festgestellt werden. Der experimentelle Prozess wurde bis zum 50. Tag der adulten Lebensphase des Weibchens fortgeführt. Die totale Fekundität wurde schließlich durch Aufsummierung der Einzelergebnisse erhalten.

Ergebnisse

Einfluss der Nahrungszusammensetzung auf die Totalfekundität

Wie dem in Abb. 2 gezeigten Diagramm entnommen werden kann, liegt ein eindeutiger Zusammenhang zwischen Totalfekundität (= Gesamtzahl der ins Substrat deponierten Eier) der weiblichen australischen Feldgrille und dem Proteingehalt der in der Präovipositionsphase angebotenen Nahrung vor. Demnach legen Weibchen, die in besagter Phase mit 10 % Eiweiß ernährt worden sind, in ihrem gesamten Ovipositionsstadium lediglich 587 +/- 78 Eier ab. Bei weiblichen Individuen mit 30 %-iger Proteinzufuhr in der frühen adulten Lebensspanne steigt die totale Fekundität auf 1045 +/- 82 Eier an. Jene Weibchen schließlich, welche in den ersten Tagen nach der Adulthäutung eine 50 %-ige Eiweißzufuhr erfahren haben, hinterlassen im Ovipositionsmedium insgesamt 1424 +/- 112 Eier. Zwischen den drei vorgestellten Werten konnte nach Anwendung eines parameterunabhängigen Mittelwerttests jeweils ein hochsignifikanter Unterschied ($p < 0{,}001$) festgehalten werden. In Summe lässt sich auf Basis der gewonnenen Daten eine 143 %-ige Steigerung der Totalfekundität bei Erhöhung des Proteingehalts von 10 auf 50 % konstatieren.

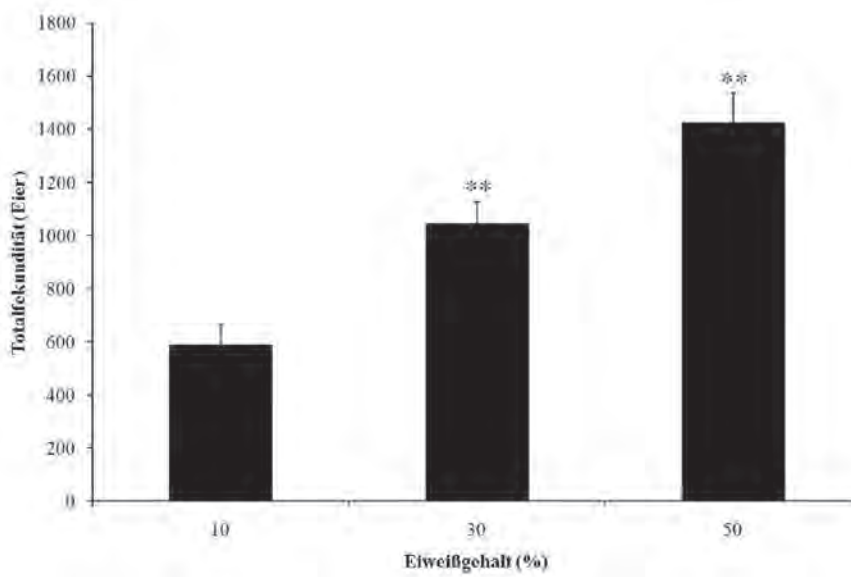

Abb. 2: Abhängigkeit der Totalfekundität (Gesamtzahl der abgelegten Eier) vom Eiweißgehalt der Nahrung bei der australischen Feldgrille (**: $p < 0{,}001$).

Auswirkung des Proteingehalts in der Nahrung auf die tägliche Fekundität

Um genauere Kenntnisse über den Fekunditätsverlauf der adulten Weibchen zu erhalten, wurde die Ovipositionperiode zunächst in drei Phasen untergliedert, wobei die erste Phase vom Startpunkt der Eiablage bis zum 15. Tag, die zweite Phase vom 16. bis zum 30. Tag und die dritte Phase vom 31. bis zum 45. Tag reichte. Damit gelangt die adulte

(a)

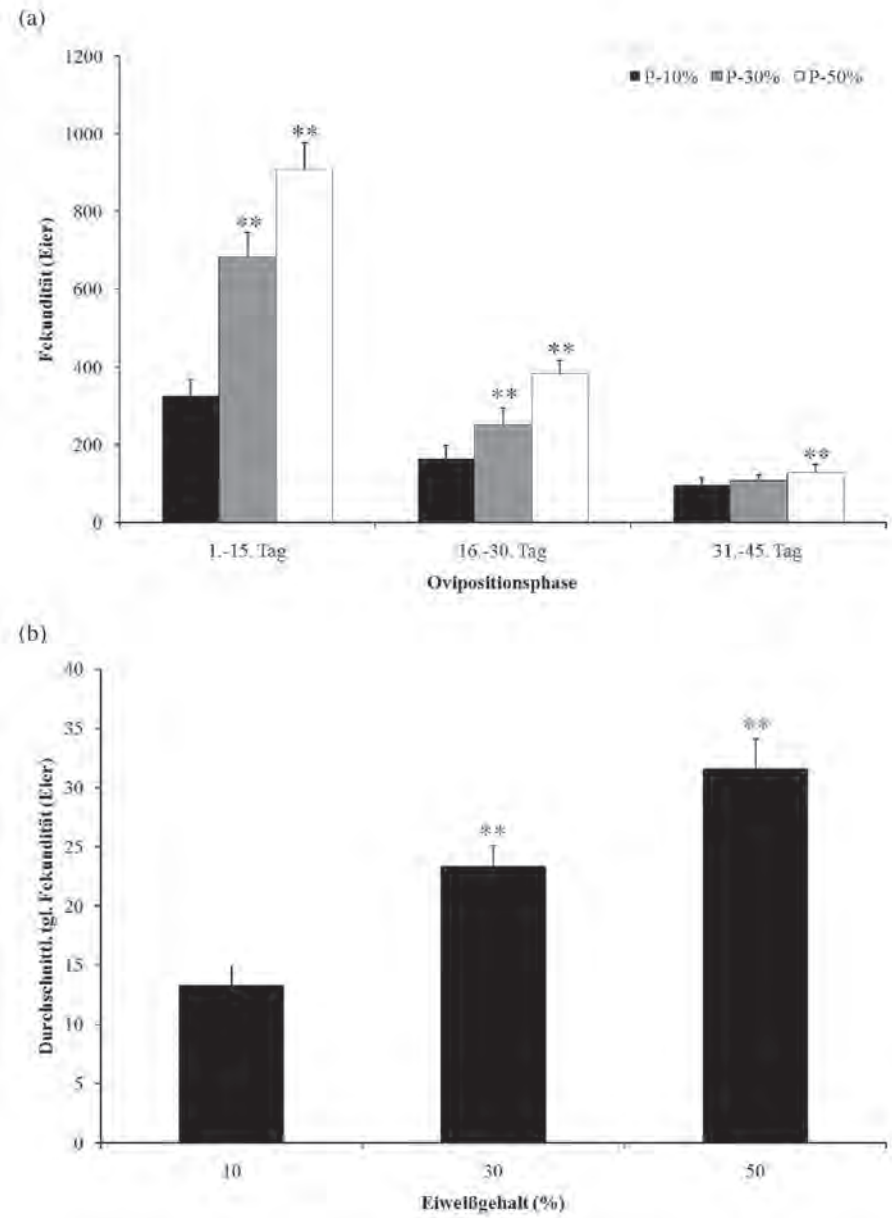

Abb. 3:(**a**) Fekunditätswerte in einzelnen Phasen der Ovipositionsperiode und ihre Abhängigkeit vom Eiweißgehalt der Nahrung; (**b**) Durchschnittliche tägliche Fekundität und ihre Abhängigkeit vom Proteingehalt (**: $p < 0{,}001$).

Lebensspanne der Tiere nahezu vollständig zur Abdeckung. Wie dem Diagramm in Abb. 3a entnommen werden kann, legen Weibchen der ersten experimentellen Serie (10 % Proteingehalt in der Nahrung) in der ersten Phase 326 +/-43 Eier, in der zweiten Phase 164 +/- 34 Eier und in der dritten Phase 97 +/- 18 Eier in das Substrat ab. Bei weiblichen Tieren der zweiten experimentellen Serie (30 % Proteingehalt in der Nahrung) belaufen sich entsprechende Werte auf 684 +/- 63, 252 +/- 44 und 109 +/- 13 Eier. Weibchen der dritten experimentellen Serie (50 % Proteingehalt in der Nahrung) zeichnen sich schließlich durch Werte von 912 +/- 66, 383 +/- 34 und 129 +/- 21 Eier aus. Zwischen den einzelnen Serien bestehen wiederum großteils hochsignifikante Unterschiede ($p < 0{,}001$).

Die aus Gesamtzahl der deponierten Eier und Dauer der Ovipositionsphase eruierbare mittlere tägliche Fekundität ist in Abb. 3b grafisch dargestellt. Diese beträgt für Weibchen der ersten Serie lediglich 13,3 +/- 1,7 Eier. Weibliche Grillen der zweiten Serie legen hingegen durchschnittlich 23,3 +/- 1,8 Eier in das Substrat ab, und Individuen der dritten Serie zeichnen sich schließlich durch eine mittlere tägliche Fekundität von 31,6 +/- 2,5 Eier aus. Auch hier kann wieder eine hohe Signifikanz der Unterschiede zwischen den einzelnen Serien ($p < 0{,}001$) berechnet werden.

Diskussion

Die hier vorgestellte experimentelle Studie konnte den klaren Nachweis dafür erbringen, dass die reproduktive Kapazität von Weibchen der australischen Feldgrille in hohem Maße von der Nahrungszusammensetzung mitbestimmt wird. Konkret hat eine Erhöhung des Proteingehalts im Futter eine Steigerung der Fekundität zur Folge. Dieses Ergebnis stellt eine weitgehende Bestätigung früherer Resultate und theoretischer Annahmen dar (STURM 2008a, 2011, 2017), welche jedoch auf weniger detailreichen Laborarbeiten gründeten. Den oben vorgestellten Daten zufolge fließt ein Großteil des aufgenommenen Eiweißes bei adulten Weibchen in der Ovipositionsphase in die Ovogenese, wobei die Masse (Anzahl) der in den Ovarien gebildeten Eier mit der Masse des durch die Nahrung verabreichten Proteins zu korrelieren scheint. Um hier möglichst genaue Zusammenhänge ergründen zu können, sollten sich zukünftige Studien vermehrt auf den Eiweißstoffwechsel in Orthopteren konzentrieren.

Es darf an dieser Stelle bereits angemerkt werden, dass die im vorliegenden Beitrag präsentierten Resultate auf nahezu alle Langfühlerschrecken übertragbar sind, nicht aber zwingend für Kurzfühlerschrecken gelten müssen. Während Grillen durch omnivore Lebensweise mit zum Teil stark schwankenden Proteinkonzentrationen in der Nahrung gekennzeichnet sind, verfolgen die den Caelifera zugehörigen Heuschrecken ausschließlich eine herbivore Lebensweise, die ihrem Körper von Vorneherein wesentlich geringere Eiweißmengen beschert (BELLMANN 2006; FISCHER et al. 2016; STURM 2011, 2018). Freilandstudien am Heimchen *Acheta domesticus* L. (1758) haben ergeben, dass Tiere mit vermehrt carnivorer Lebensweise (Aasfresser) mehr als doppelt so viele Eier zu produzieren vermögen wie reine Herbivora (UVAROV 1977, STURM 2017, 2018). Demzufolge können neben interspezifischen Fekunditätsschwankungen auch entsprechend große Variabilitäten der reproduktiven Kapazität innerhalb ein und derselben Art beobachtet werden. Für die Klärung dieses komplexen Problems sind in Zukunft vermehrt Vergleichsstudien aller Art durchzuführen.

In vergangenen Studien konnte schon demonstriert werden, dass der Proteingehalt in der

Nahrung nicht nur einen deutlichen Effekt auf die Reproduktionsaktivität von Grillenweibchen ausübt, sondern auch in verwertbarem Maße auf die Nymphogenese der Tiere einzuwirken vermag. Wird den Insekten während der Jugendentwicklung eiweißreicheres Futter geboten, kommt es im Allgemeinen zu einer Beschleunigung des Wachstums mit entsprechender Reduktion der Nymphogenesedauer und Häutungszahl (STURM 2011, 2018). So kann bei größeren Zuchten die Entwicklungszeit der Jungtiere mithilfe mehrerer exogener Faktoren kontrolliert werden, unter denen Umgebungstemperatur und Nahrung wahrscheinlich die wichtigste Rolle spielen.

Abschließend lässt sich festhalten, dass der Proteingehalt in der Nahrung die reproduktionsphysiologischen Prozesse der australischen Feldgrille maßgeblich zu beeinflussen vermag und sich damit in ein multivariates System eingliedert.

Zusammenfassung

Der vorliegende Beitrag behandelt die experimentelle Untersuchung von exogenen Faktoren mit Einflussnahme auf die totale und tägliche Fekundität der weiblichen australischen Feldgrille (*Teleogryllus commodus* WALKER, 1869). Im konkreten Fall wurde der Effekt der Nahrungszusammensetzung auf die reproduktive Kapazität einer detaillierteren Studie unterzogen. Zu diesem Zweck wurden jeweils 20 adulte Weibchen mit durch unterschiedlichen Proteingehalt (10 %, 30 %, 50 %) gekennzeichneter Nahrung versorgt. Der differenzierte Fütterungsvorgang blieb auf das Präovipositionsstadium der Tiere beschränkt (1. bis 5. Tag der adulten Lebensphase). Die Grillen wurden unter Standardlaborbedingungen gehalten (Temperatur = 25 °C, Tag:Nacht = 12 h:12 h, Relative Luftfeuchtigkeit = 60 %). Die Oviposition der Weibchen fand ebenfalls gemäß einem standardisierten Protokoll statt, welches in vorangegangenen Publikationen zur Vorstellung gelangt war. Als hauptsächliches Resultat der Untersuchung konnte ein signifikanter Anstieg der von den weiblichen Grillen gezeigten Fekundität mit wachsendem Proteingehalt in der Nahrung festgestellt werden. Während die Totalfekundität nach Veränderung der Eiweißkonzentration einen 143 %-igen Zuwachs erfährt, wird die tägliche Fekundität zur gleichen Zeit um 137 % erhöht.

Literatur

BELLMANN H. (2006): Der Kosmos Heuschreckenführer. Die Arten Mitteleuropas sicher bestimmen. —Stuttgart (Franck-Kosmos Verlags-GmbH): 350 pp.

FISCHER J., STEINLECHNER D., ZEHM A., PONIATOWSKI D., FARTMANN Th., BECKMANN A. & Ch. STETTMER (2016): Die Heuschrecken Deutschlands und Nordtirols Bestimmen, Beobachten, Schützen. — Wiebelsheim (Quelle & Meyer): 367 pp.

GEWECKE M. (Hrsg.) (1995): Physiologie der Insekten. — Stuttgart, Jena, New York (Gustav Fischer): 445 pp.

HOFFMANN K.H. (1985): Environmental physiology and biochemistry of insects. — 296 pp., Heidelberg (Springer-Verlag).

HONĚK A. (1993): Intraspecific variation in body size and fecundity in insects: a general relationship. — Oikos **66**: 483-492.

STURM R. (1999):Einfluss der Temperatur auf die Eibildung und Entwicklung von *Acheta domesticus*(l..). (Insecta: Orthoptera: Gryllidae). — Linzer biol. Beitr. **31** (1): 731-737.

STURM R. (2002a): Development of the accessory glands in the genital tract of female *Teleogryllus commodus* WALKER (Insecta, Orthoptera). — Arthrop. Struct. Dev. **31**: 231-241.

STURM R. (2002b): Morphology and ultrastructure of the female accessory glands in various crickets (Orthoptera, Saltatoria, Gryllidae). — Dtsch. Entomol. Ztschr. **49**: 185-195.

STURM R. (2003): The spermatophore in the black field cricket *Teleogryllus commodus* (Insecta: Orthoptera: Gryllidae): size, structure and formation. — Entomol. Abh. **61**: 227-232.

STURM R. (2008a): Eiproduktion und Oviposition bei der australischen Feldgrille *Teleogryllus commodus* Walker, 1869: Experimentelle Ergebnisse und Modellrechnungen (Orthoptera: Ensifera, Gryllidae). — EZ **118**: 41-45.

STURM R. (2008b): Morphology and histology of the ductus receptaculi and accessory glands in the reproductive tract of the female cricket, *Teleogryllus commodus*. — J. Insect Sci. **8**: 1-11.

STURM R. (2010): Life time egg production in females of the cricket *Teleogryllus commodus* (Insecta: Orthoptera): Experimental results and theoretical predictions. — Linzer biol. Beitr. **42** (1): 803-815.

STURM R. (2011): Ökophysiologische Studien an ausgewählten Orthopteren. — Saarbrücken (VDM): 112 pp.

STURM R. (2012): Morphology and ultrastructure of the accessory glands in the female genital tract of the house cricket, *Acheta domesticus*. — J. Insect Sci. **12**: 99.

STURM R. (2013): Dependence of spermatophore size and sperm number on body weight in various cricket species (Insecta, Orthoptera). — Linzer biol. Beitr. **45** (2): 2127-2138.

STURM R. (2014): Comparison of sperm number, spermatophore size, and body size in four cricket species. — J. Orthopt. Res. **23**: 39-47.

STURM R. (2016a): Relationship between body size and reproductive capacity in females of the black field cricket (Orthoptera: Gryllidae). — Linzer biol. Beitr. **48** (2): 1823-1834.

STURM R. (2016b): Morphology and development of the accessory glands in various cricket species. — Arthropod Struct. Dev. **45**: 585-593.

STURM R. (2017): Dependence of daily oviposition activity and total fecundity on body mass in the house cricket Acheta domesticus (L.). — Linzer biol. Beitr. **49** (2): 961-969.

STURM R. (2018): Heuschrecken im Hochgebirge. — NR 71: 500-505.

STURM R. & K. POHLHAMMER (2000): Morphology and development of the female accessory sex glands in the cricket *Teleogryllus commodus* (Saltatoria: Ensifera: Gryllidae). — Inv. Reprod. Dev. **38**: 13-21.

UVAROV B. (1977): Grasshoppers and Locusts Vol. II. — London (Centre for Overseas Pest Research): 613 pp.

WHITMAN D.E. (2008): The significance of body size in the Orthoptera: a review. — J. Orthopt. Res. **17**: 117-134.

Anschrift des Verfassers: MMMMMMag. Dr. Robert STURM
Brunnleitenweg 41
A-5061 Elsbethen, Österreich
E-Mail: sturm_rob@hotmail.com

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Linzer biologische Beiträge

Jahr/Year: 2019

Band/Volume: 0051_1

Autor(en)/Author(s): Sturm Robert

Artikel/Article: Experimente zur Fekundität der australischen Feldgrille (Insecta: Orthoptera) â€' Teil 1: Einflussnahme der Nahrungszusammensetzung auf die reproduktive Kapazität 553-560