

横纹金蛛多次产卵生物量分配初步研究

蒋平^① 乔圆圆^{①②} 肖永红^① 柯站华^① 魏雪^① 刘亮^① 江丽琴^①

^① 井冈山大学生命科学学院 生态环境与资源研究所 江西 吉安 343009;

^② 江西省赣州市于都县第二中学 江西 赣州 342300

摘要:卵袋是雌蛛产卵、若蛛孵化等繁育后代的保护性场所。常见农林蜘蛛横纹金蛛 (*Argiope bruennichi*) 一般一生产卵 3~6 次, 织制卵袋 3~6 个。本文对横纹金蛛的体重、卵袋生物量、卵粒数与卵粒重进行了测试研究。结果表明, 随着产卵次数增加, 产卵间隔时间更长, 但雌蛛产卵后至下一次产卵前生物量的增量在减少, 而对卵袋生物量的投入却逐次增加, 直至超过自身增加的生物量; 随着雌蛛对卵块投入的增加, 对卵袋丝的投入也增加, 把更多的生物量投入到后代及对后代的保护中; 随着产卵次数增加, 卵粒数也增加, 单粒卵重减少。横纹金蛛的产卵策略为随着产卵次数增加, 把更多的能量投入到后代及对后代的保护中。

关键词:横纹金蛛; 产卵; 卵袋; 生物量

中图分类号: Q958 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263(2011)02-90-07

Biomass Distribution during *Argiope bruennichi* Lays Eggs

JIANG Ping^① QIAO Yuan-Yuan^{①②} XIAO Yong-Hong^① KE Dian-Hua^① WEI Xue^①

LIU Liang^① JIANG Li-Qin^①

^① College of Life Sciences, Jinggangshan University, Institute of Eco-environment and Resources, Ji'an, Jiangxi 343009;

^② Jiangxi Ganzhou Yudu Middle School, Ganzhou, Jiangxi 342300, China

Abstract: The egg sac is the place of spider laying eggs and breeding offspring for the protection of future generations. *Argiope bruennichi*, a common forestry spider, generally produces eggs 3-6 times and weaves 3-6 egg cases. In this program, the weight, biomass of egg sacs and egg sac numbers of *A. bruennichi* fed at room temperature are studied. The results show that increased biomass decreased with the increase of the number of spawning egg sacs, but the input for egg sac increased successively; the input of the egg sac silk has also increased with the increase of spider invest for egg mass, which puts more energy for offspring; the number of eggs of per egg mass increased, and per egg weight reduced with the increase of the numbers of spawning egg sacs.

Key words: *Argiope bruennichi*; Laying egg; Egg sac; Biomass

自然界中, 很多昆虫都要织制茧袋。茧袋是昆虫在休眠期即蛹期织制的袋形保护层^[1], 而雌蛛的卵袋则是蜘蛛生活史早期用于保护和支撑卵块及若蛛的类茧状物^[2-4], 是雌蛛产卵、若蛛孵化、若蛛越冬等繁育后代的保护性场所。卵袋是雌蛛使用多种丝腺纺出的丝纤维织制的具有特殊结构和重要生物学功能的囊状物^[5-8], 在蜘蛛的生活史中扮演了一个重要角

色, 它关系到若蛛的孵化、出蛰、存活、群居、捕

基金项目 国家自然科学基金项目 (No. 30760041, 31060282), 江西省教育厅科技项目 (No. GJJ08422), 江西省自然科学基金项目 (No. 2010GQN0120);

第一作者介绍 蒋平, 男, 副教授; 研究方向: 动物蛋白纤维结构、性能与功能, 蜘蛛生物生态学等; E-mail: jping412@yahoo.com.cn。

收稿日期: 2010-10-19, 修回日期: 2011-01-12

食、生长、发育、扩散等多个重要环节,进而直接影响到整个蜘蛛种群^[9-13]。卵袋也是蜘蛛繁殖生态学研究的重要对象之一。所有种的雌蛛都织制卵袋^[14],不同种类的雌蛛卵袋的大小、颜色、形态等都不相同^[15]。有的种类一生只产一次卵,织制一个卵袋,如棒络新妇(*Nephila clavata*)^[7],施氏单蛛(*Haplopelma schmidtii*)^[16],有的种类则多次分批产卵,织制多个卵袋,如悦目金蛛(*Argiope amoena*)^[6]、横纹金蛛(*A. bruennichi*)^[17]、摩鹿加云斑蛛(*Cyrtophora moluccensis*)^[18]、温室希蛛(*Achaearanea tepidariorum*)^[19]等。国外学者已对与卵袋和若蛛相关的繁殖与行为生态学做了大量研究,如产卵延迟、产营养卵行为、雄蛛移卵杀幼行为、亲代关怀对后代的影响等^[20-25]。赵敬钊等较为深入系统地研究了温度对 10 科 18 种雌蛛繁殖力的影响^[16]。蒋平等对 3 种常见农林蜘蛛棒络新妇^[6]、悦目金蛛^[7]与横纹金蛛^[17]的卵袋结构组成进行了较为深入的研究。蜘蛛是农林害虫最主要的捕食性天敌之一,是自然调控虫害发生、发展的主要制约因素之一。对蜘蛛产卵对策的研究有助于加强对蜘蛛这种天敌的保护与利用。为此,本论文对常见农林蜘蛛横纹金蛛多次产卵生物量分配进行了初步研究,并探讨其产卵对策。

1 材料与方法

1.1 横纹金蛛生活史野外初步调查 2007 ~ 2009 年每年的 4 ~ 10 月在江西井冈山国家自然保护区大井风景区(114. 19°E, 26. 54°N)对横纹金蛛的出蛰、生长、成熟、交配、产卵等基本生活史特征进行观察。

1.2 蜘蛛与卵袋 56 只雌性横纹金蛛均于 2009 年 8 月 20 ~ 26 日采自江西省井冈山国家自然保护区。野外选取的该种雌蛛均是未曾产卵袋的成体,采回后放入 60 cm × 60 cm × 60 cm 的笼中,在开放的半自然的室内条件下饲养。饲养方法为将黄粉虫(*Tenebrio molitor*)幼虫直接放在雌蛛网上直至雌蛛上前捕食,产卵间期,也用同样的方法进行喂养。待雌蛛织制完

卵袋后,立即收集卵袋,然后对卵袋与产后雌蛛进行称量与卵粒计数。实验一直进行到 10 月,雌蛛产完最后一个卵袋为止。由于产第 5 和第 6 个卵袋的雌蛛个体极少,因此,本研究只选取了前 4 次产卵的相关数据做统计分析。

1.3 卵袋解剖 用干净的镊子、刀片和剪刀对卵袋进行解剖,收集卵袋丝和卵块,立即使用 A 1204 型 Mettler Toledo 电子天平(精确度为 0. 1 mg)对卵袋丝、卵块和雌蛛体重进行称量,然后将卵块放入自来水中浸泡 5 h 左右打散,计数卵粒数。

1.4 数据处理 雌蛛体重增量(mg) = 产前重 - 上次产卵后重;卵袋投入(%) = 卵袋重/雌蛛体重增量;卵块投入(%) = 卵块重/雌蛛体重增量;卵袋丝投入(%) = 卵袋丝重/雌蛛体重增量。本研究的数据采用 SPSS 17.0 软件进行 Pearson 相关分析(双尾假设检验)和显著性检验,并用 Excel 作图。

2 结果与分析

2.1 横纹金蛛生物学特性 雌性横纹金蛛体长 18. 0 ~ 25. 0 mm,头胸部呈卵圆形,背面灰黄色,密生银白色毛。腹部呈长椭圆形,背面黄色,自前向后共有 10 ~ 11 条黑色横纹(图 1A)。雌性横纹金蛛一般重 400 ~ 1 700 mg。雄性横纹金蛛体长 5. 5 ~ 5. 9 mm,体色不如雌蛛鲜艳。在山区或田埂周围的灌木林比较常见。

横纹金蛛以 1 龄若蛛在卵袋内越冬,翌年 5 月上旬从卵袋内出蛰,7 月上旬出蛰结束,若蛛经 6 个龄期于 7 月中下旬发育至成蛛,7、8 月交配。9、10 月产卵,10 月孵化若蛛。横纹金蛛没有世代重叠的现象。每个个体一般织制 3 ~ 6 个卵袋,卵袋较大,长径 3. 0 ~ 4. 0 cm,短径 1. 5 ~ 2. 5 cm,一般重 300 ~ 400 mg,似葫芦形,棕色或橙黄色,也有为白色的(图 1B)。每个卵袋含卵数百粒。

2.2 雌蛛产卵前体重与卵袋重、卵块重相关分析 从图 2 和图 3 分别可以看出,雌蛛产前体重与卵袋重($r = 0. 87, P < 0. 001$)和卵块重($r = 0. 82, P < 0. 001$)均有显著的正相关性。



图 1 雌性横纹金蛛 (A) 与不同个体的卵袋 (B)

Fig. 1 Spider *Argiope bruennichi* (A) and egg cases from different individuals (B)

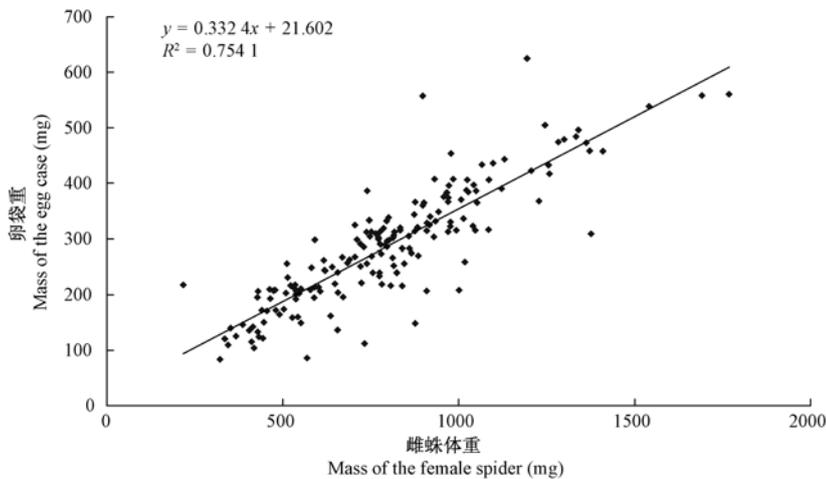


图 2 雌蛛产卵前体重与卵袋重的相关关系

Fig. 2 Correlation of female spider mass after laying eggs and egg case mass

2.3 雌蛛产卵袋间隔天数与其体重增量的比较

雌蛛产卵袋的 3 次间隔中, 间隔时间分别为 (9.7 ± 0.6) d、 (10.4 ± 1.0) d 和 (11.8 ± 0.8) d, 雌蛛产卵袋的 3 次间隔天数差异不显著 ($P > 0.1$)。体重增量分别为 (371.1 ± 25.0) mg ($n = 46$)、 (319.1 ± 25.0) ($n = 32$) 和 (247.7 ± 20.8) mg ($n = 25$), 其中, 第 1 次与第 3 次的体重增量差异极显著 ($P = 0.001$), 其他之间差异都不显著 ($P > 0.05$)。即随着产卵间隔天数增加, 蜘蛛生物量收入反而减少 (图 4)。

2.4 雌蛛产卵间隔期卵袋投入与其体重增量

雌蛛 3 次产卵袋间隔中卵袋投入百分比分别为 $89.0\% \pm 4.3\%$ ($n = 46$)、 $102.0\% \pm 5.5\%$ (n

$= 32$)、 $112.0\% \pm 6.0\%$ ($n = 25$)。其中, 第 1 次与第 3 次的卵袋投入差异极显著 ($P = 0.005$), 其他之间差异都不显著 ($P > 0.05$)。雌蛛产卵袋的 3 次间隔中, 第 1 次与第 3 次的体重增量差异极显著 ($P = 0.001$)。随着雌蛛产卵间隔期生物量收入的减少, 对卵袋投入反而增加, 直至超出雌蛛生物量收入 (图 5)。

2.5 雌蛛卵块投入与卵袋丝投入比较

雌蛛 3 次产卵袋间隔中, 卵块投入百分比分别为 $79.0\% \pm 4.2\%$ ($n = 46$)、 $94.0\% \pm 5.8\%$ ($n = 41$)、 $90.0\% \pm 7.3\%$ ($n = 25$)。随产卵次数增加, 对卵块生物量的投入也在增加, 整体差异并不显著 ($P = 0.08$), 但第 1 次与第 2 次对卵块

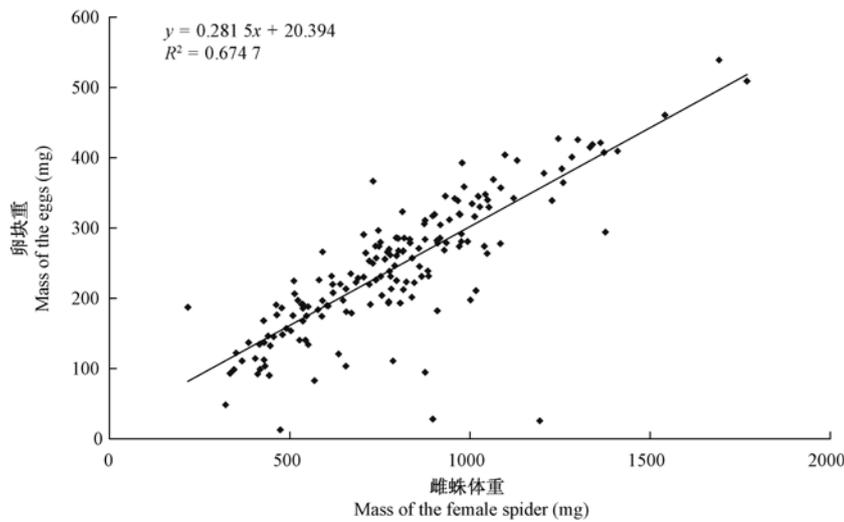


图 3 雌蛛产卵前体重与卵块重的相关关系

Fig. 3 Correlation of female spider mass before laying eggs and eggs mass

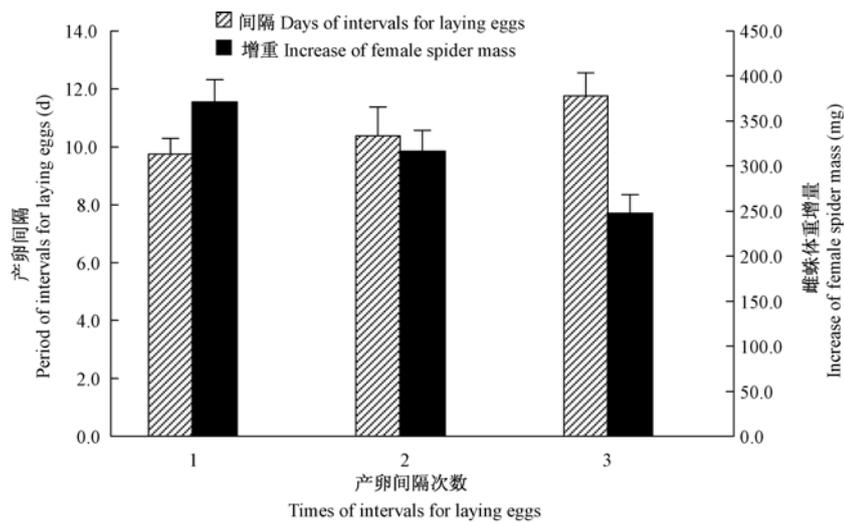


图 4 雌蛛 3 次产卵袋间隔天数与其体重增量的比较

Fig. 4 Comparison of the days and increase of female spider mass during three intervals for laying eggs

生物量的投入差异显著 ($P = 0.038$)。随产卵次数增加对卵袋丝生物量的投入也增加,分别为 $10.0\% \pm 0.7\%$ 、 $14.0\% \pm 3.4\%$ 、 $12.0\% \pm 1.2\%$,但差异并不显著 ($P > 0.1$)。即随产卵次数增加,雌蛛对卵块投入增加的同时也相应增加编织卵袋丝对其进行保护(图 6)。

2.6 卵粒数与单颗卵粒重 4 次产卵中卵粒

数由 (555.0 ± 33) 个 ($n = 55$) 增加到 (693.0 ± 41) 个 ($n = 24$), 第 4 次减小为 (559.0 ± 49) 个 ($n = 38$); 单颗卵粒重由 (0.5 ± 0.0) mg 减小到 (0.4 ± 0.0) mg。卵粒数在蜘蛛前 3 次产卵袋中依次增加,第 4 次产卵数下降,第 1 次与第 3 次产的卵袋中卵粒数差异显著 ($P = 0.03$), 其他之间差异都不显著 ($P > 0.05$) (图 7)。

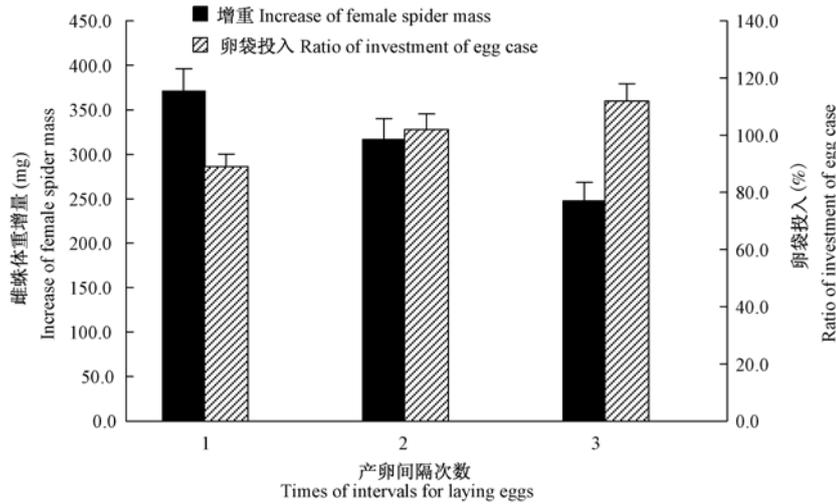


图 5 雌蛛 3 次产卵间隔体重增量与卵袋投入比较

Fig. 5 Comparison of increase of female spider mass and investment of egg case during three intervals for laying eggs

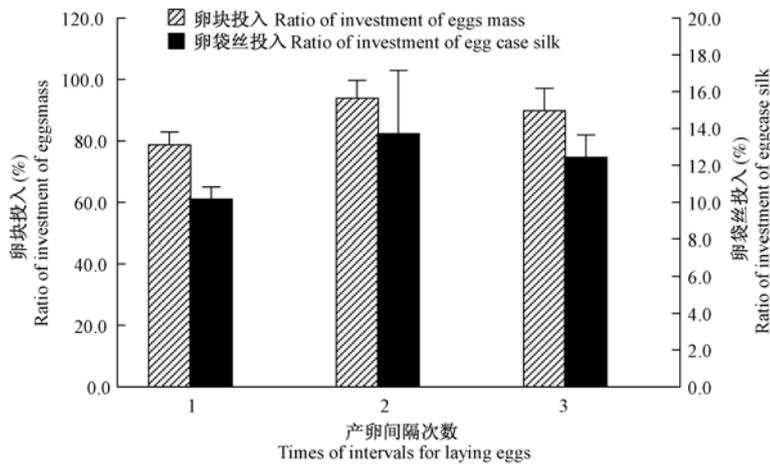


图 6 雌蛛 3 次产卵间隔卵块投入与卵袋丝投入比较

Fig. 6 Comparison of eggs and egg case silk investment during three intervals for laying eggs

3 讨论

由于各地气候特点不同,分布在江西省井冈山国家级保护区的横纹金蛛 9 月开始产卵,与文献报道的分布在山东地区的横纹金蛛 8 月上旬产卵稍有不同^[26],但它们的生活史基本一致。

雌蛛产卵受到营养条件、温度、是否交配成功等多种因素的影响^[16, 27]。本研究表明,雌性横纹金蛛产卵前体重与卵袋重及卵块重均有显

著的正相关性,但这并不能说明雌蛛产卵织制卵袋过程中生物量的分配投入情况。为此,我们统计分析了每次产卵袋间隔雌蛛的体重增量与卵袋、卵块和卵袋丝生物量以及它们之间的相互关系。结果表明,随着雌蛛产卵袋间隔次数的增加,间隔天数也有所增加,而雌蛛体重增量却减少,雌蛛产卵袋的 3 次间隔中,第 1 次与第 3 次的体重增量差异极显著。产卵间隔天数的增加,可能是由于 9~10 月份气温下降导致的^[16]。雌蛛代谢速率会影响其体重的增减,而

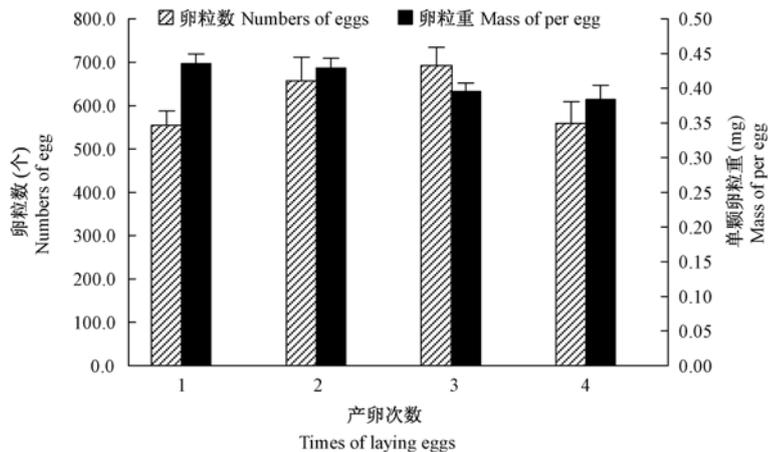


图7 雌蛛4次产卵的卵粒数与单颗卵粒重比较

Fig. 7 Comparison of the egg number and mass of single egg in the four times for laying eggs

温度直接影响雌蛛代谢速率,进而影响雌蛛的生长发育、生命活动和繁殖力^[16]。有2种因素导致雌蛛体重增量的减少,一种是从本研究结果可看出,雌蛛在前一次产卵中,把更多的能量投入到卵袋中,从而影响其随后一次能量的获得。另外,可能是由于随着气温逐渐降低,雌蛛产卵接近结束,其新陈代谢减慢,整体转化率降低^[16]。随产卵袋间隔次数增加,雌蛛体重增量在减少,但对卵袋的投入却增加,这表明雌性横纹金蛛倾向于逐次增加在卵袋中的能量投入。随产卵次数增加,卵块的投入也在增加,同时卵袋丝的投入也增加。卵袋丝投入与卵块投入的趋势基本相同,即雌蛛对卵块投入增加的同时也相应增加编织卵袋丝对其进行保护。随着产卵袋次数的增加,每次产卵的卵粒数也增加,而单颗卵粒重却在减少。横纹金蛛的产卵策略为,随着产卵次数增加,把更多的能量投入到后代及对后代的保护中。本研究结果初步反映了横纹金蛛在多次产卵间隔中所获能量在产卵中的分配。有研究表明,有些种的雌蛛会产营养卵,供孵化卵孵化后的若蛛取食^[21-22],横纹金蛛是否产营养卵,有待进一步深入研究。

参 考 文 献

- [1] Danks H V. The role of insect cocoons in cold conditions. *Eur J Entomol*, 2004, 101: 433 - 437.
- [2] Austin A D. The function of spider egg sacs in relation to parasitoids and predators, with special reference to the Australian fauna. *J Nat His*, 1985, 19: 359 - 376.
- [3] Hieber C. The "insulation" layer in the cocoons of *Argiope aurantia* (Araneae: Araneidae). *J Therm Biol*, 1985, 10: 171 - 175.
- [4] Hieber C. Spider cocoons and their suspension systems as barriers to generalist and specialist predators. *Oecologia*, 1992, 91: 530 - 535.
- [5] 尹长民,王家福,朱明生,等. 中国动物志:蛛形纲 蜘蛛目 园蛛科. 北京:科学出版社,1997: 195 - 196.
- [6] 蒋平,肖永红,周兵,等. 悦目金蛛卵袋结构与组成. *动物学报*, 2008, 54(5): 918 - 927.
- [7] 蒋平,周兵,肖永红,等. 棒络新妇卵袋结构与组成. *四川动物*, 2009, 28(4): 481 - 487.
- [8] Vollrath F. Strength and structure of spider' silks. *Review. Biological Macromolecules*, 2000, 74: 67 - 83.
- [9] Hogg B N, Daane K M. The role of dispersal from natural habitat in determining spider abundance and diversity in California vineyards. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 2010, 135(4): 260 - 267.
- [10] Kimberly S P, Leticia A. Natal dispersal patterns of a subsocial spider *Anelosimus cf. jucundus* (Theridiidae). *Ethology*, 2003, 109(9): 725 - 737.
- [11] Kim K W, Kraff B, Choe J C. Cooperative prey capture by young subsocial spiders: I functional value and II Behavioral mechanism. *Behav Ecol Sociobiol*, 2005, 59: 92 - 107.
- [12] Kim K W. Social facilitation of synchronized molting behavior in the spider *Amaurobius ferox* (Araneae, Amaurobiidae). *Journal of Insect Behavior*, 2001, 14(3): 401 - 409.

- [13] Kim K W. Dispersal behaviour in a subsocial spider: group conflict and the effect of food availability. *Behav Ecol Sociobiol*, 2000, 48: 182 - 187.
- [14] Turnbull A L. Ecology of the true spiders (Araneomorpha). *A Rev Ent*, 1973, 18: 305 - 348.
- [15] 林冠伦, 钱贻隽. 十三种农田蜘蛛卵囊的识别. *昆虫天敌*, 1981, Z1: 91 - 92.
- [16] 赵敬钊, 刘凤想, 常瑾. 温度对蜘蛛繁殖力和实验种群的影响. *生物学报*, 2002, 22(9): 1470 - 1477.
- [17] 蒋平, 肖永红, 江丽琴, 等. 横纹金蛛卵袋结构与纤维组成. *动物学杂志*, 已接受.
- [18] 蒋平, 肖永红, 吕太勇, 等. 摩鹿加云斑蛛卵袋结构与纤维组成. *蛛形学报*, 2010, 19(2): 92 - 98.
- [19] 蒋平, 吕太勇, 肖永红, 等. 三种中小型蜘蛛卵袋结构与纤维组成比较. 待投稿.
- [20] Schneider J M. Delayed oviposition a female strategy to counter infanticide by males? *Behavioral Ecology*, 1999, 10(5): 567 - 571.
- [21] Kim K W, Roland C. Trophic egg laying in the spider, *Amaurobius ferox*: mother-offspring interactions and functional value. *Behavioural Processes*, 2000, 50: 31 - 42.
- [22] Perry J C. The Behavioural Ecology of Trophic Egg Laying. The Master Thesis of Simon Fraser University, 2004.
- [23] Schneider J M, Lubin Y. Infanticide by males in a spider with suicidal maternal care, *Stegodyphus lineatus* (Eresidae). *Anim Behav*, 1997, 54: 305 - 312.
- [24] Clutton-Brock T H. *The Evolution of Parental Care*. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1991.
- [25] Toyama M. Adaptive advantages of matrophagy in the foliage spider, *Chiracanthium japonicum* (Araneae: Clubionidae). *J Ethol*, 2001, 19(2): 69 - 74.
- [26] 王昌贵, 王翠珍, 宫维克. 横纹金蛛生物学特性初步研究. *蛛形学报*, 1994, 3(2): 141 - 144.
- [27] Miyashita K. Quantitative feeding biology of *Lycosa T-insignita* Boes et. STR. (Araneae: Lycosidae). *Bull Nat Inst Agric Sci*, 1968, 22: 329 - 344.

欢迎订阅《动物学杂志》

《动物学杂志》是中国科学院动物研究所、中国动物学会主办的科技期刊,亦是中國自然科学核心期刊。主要报道动物学领域的最新研究成果,介绍有创见的新思想、新学说、新技术、新方法。报道范围既有宏观生态研究,又有微观实验技术。报道层次既有科学前沿性、资料性的,也有技术性、知识性的。稿件内容涉及范围广,实用性强,主要栏目有:研究报告、珍稀濒危动物、技术与方法、研究简报和快讯、科技动态等等。读者对象为动物科学领域的研究、教学、技术、管理人员及广大业余爱好者。

《动物学杂志》双月刊,16开,112页,2011年每册定价60元,全年360元,国内外公开发行。国内邮发代号:2-422;国外发行代号(Code No.):BM58。全国各地邮局均可订阅。如未能在当地邮局订到,可与编辑部直接联系。本刊对在校学生及个人订户7折优惠(直接与编辑部联系订阅)。

地址:北京市朝阳区北辰西路1号院5号中国科学院动物研究所内《动物学杂志》编辑部

邮编:100101;电话:(010)64807162。

E-mail: journal@ioz.ac.cn。网址:dwxzz.ioz.ac.cn。

欢迎投稿、欢迎订阅、欢迎刊登广告。