

内蒙古荒漠草原亚洲小车蝗的种群动态^{*}

周晓榕¹ 陈 阳² 郭永华³ 庞保平^{1**}

(1. 内蒙古农业大学农学院 呼和浩特 010019; 2. 内蒙古植保站 呼和浩特 010010;

3. 乌兰察布市四子王旗植保站 乌兰花镇 011800)

摘 要 2010—2011 年于内蒙古乌兰察布市四子王旗格根塔拉草原对亚洲小车蝗 *Oedaleus asiaticus* (B. -Bienko) 种群动态进行了研究。结果表明,亚洲小车蝗种群空间格局为随机分布;亚洲小车蝗于 6 月中旬开始孵化出土,1~3 龄蝗蝻高峰期在 6 月中下旬至 7 月初,终见期在 7 月下旬;4~5 龄蝗蝻于 6 月下旬始见,高峰期在 7 月上中旬,终见期在 7 月末;成虫于 7 月上旬始见,高峰期在 7 月中旬至 8 月下旬,终见期在 9 月上旬。应用最优分割法将亚洲小车蝗种群动态划分为 3 个阶段:(1)6 月中旬,为蝗蝻开始出土期,数量稀少,空间格局为聚集分布或随机分布;(2)6 月下旬至 7 月上中旬,为蝗蝻发生盛期,密度低时为随机分布,密度高时为聚集分布;(3)7 月中下旬至 9 月上旬,为成虫发生期,空间格局为随机分布。

关键词 亚洲小车蝗, 种群动态, 空间格局, 荒漠草原, 内蒙古

Population dynamics of *Oedaleus asiaticus* on desert grasslands in Inner Mongolia

ZHOU Xiao-Rong¹ CHEN Yang² GUO Yong-Hua³ PANG Bao-Ping^{1**}

(1. College of Agriculture, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot 010019, China; 2. Inner Mongolia Plant Protection Station, Hohhot 010010, China; 3. Siziwangqi Plant Protection Station, Wulanhua 011800, China)

Abstract The population dynamics of *Oedaleus asiaticus* (B. -Bienko) was investigated on the Gegentala grasslands of Siziwangqi county, Wulanchabu city, Inner Mongolia from 2010 to 2011. The spatial distribution of the grasshoppers was random. Nymphs began to occur in mid-June. The first to third instars peaked in density from mid to late June to early July and were gone by late July. The fourth to fifth instars began to appear in late June and peaked in early-mid July before disappearing at the end of July. The adults began to appear in early July, peaked in mid-July to late August, and disappeared in early September. The population dynamics of *O. asiaticus* was divided into three periods using the optimal dividing method: (1) Nymphs began to emerge in mid-June, population density is low and individuals are randomly dispersed or aggregated. (2) The nymphs occur mostly during late June and early-middle July and are either randomly dispersed at low density or aggregated at high density. (3) Adults occur from mid to late July to early September and are randomly distributed.

Key words *Oedaleus asiaticus*, population dynamics, spatial pattern, desert grasslands, Inner Mongolia

内蒙古拥有各类草原 7 880 万 hm^2 , 约占全国天然草原面积的 1/4, 占全区国土面积的 66.7%, 是我国最重要的畜牧业生产基地之一(马耀等, 1991)。近几十年来, 由于过度放牧及高温干旱等异常气候发生日趋频繁, 内蒙古天然草地普遍存在退化和沙化现象, 为草原蝗虫的猖獗创造了有

利的条件, 特别是进入 21 世纪以来内蒙古草原蝗虫大面积暴发成灾(刘玲和郭安红, 2004)。亚洲小车蝗 *Oedaleus asiaticus* (B. -Bienko) 是内蒙古草原蝗虫的优势种, 主要分布于锡林郭勒盟中西部至鄂尔多斯市东部的典型草原和荒漠草原地区, 占整个蝗虫种群的 50%~60%, 严重发生时能达

^{*} 资助项目: 公益性行业(农业)科研专项(200903021)。

^{**} 通讯作者, E-mail: pangbp@imau.edu.cn

收稿日期: 2012-02-18, 接受日期: 2012-03-22

到 90% 以上,成为最重要的成灾种(陈素华等,2007)。

目前对亚洲小车蝗的研究主要集中于食量测定(关敬群和魏增柱,1989)、嗅觉反应(Chen and Kang,2000;陈湖海等,2003)、发生与防治(许福桢等,2005)、行为(蒋湘等,2003)、生长发育与温度的关系(Hao and Kang,2004)、生物学特性(许福桢等,2006)、预测(刘庚山等,2006)、产量损失与经济阈值(邱星辉等,2004;卢辉等,2005,2008,2009;李广等,2007)、光周期(陈广平等,2009)、防治(高灵旺等,1997;王思芳等,1997;李永丹等,2003;徐利敏等,2006;杨新华等,2008;高书晶等,2009,2010a)、遗传多样性(李东伟等,2010;高书晶等,2010b,2011a,2011b;2011c)、基因组(Ma *et al.*,2009)、多型性(Cease *et al.*,2010)及对气候变暖的响应(Guo *et al.*,2009)等,关于亚洲小车蝗种群动态的研究未见有过报道。因此,作者于 2010 年至 2011 年对内蒙古亚洲小车蝗种群动态进行了研究,以期对亚洲小车蝗的预测预报和防治奠定必要的基础。

1 材料与方法

1.1 调查地概况

调查地点位于内蒙古乌兰察布市四子王旗格根塔拉草原(北纬 $41^{\circ}46'$,东经 $111^{\circ}49'$,海拔 1 423 m),属中温带大陆性季风气候,冬季寒冷,夏季温暖,冬春季节多大风,年平均气温 3°C ,年降水量约 313 mm 左右,年蒸发量为 2 800 mm 左右。草原类型为荒漠草原类,主要植被有多根葱(32.72%)、冷蒿(26.94%)、针茅(20.11%)、糙隐子草(16.95%)、沙葱(6.96%)、碱草(4.47%)和阿尔泰狗娃草(1.97%)等,植被盖度 25% ~ 50%,植被高度 9 ~ 20 cm。

1.2 调查方法

从亚洲小车蝗孵化出土前开始至成虫产卵死亡后(5 ~ 9 月),采用棋盘式取样法,每周用方框取样器(底面积 1 m^2)随机取 30 个样方,样距 30 ~ 50 m,分别记载每个样方内 1 ~ 3 龄蝗蛹、4 ~ 5 龄蝗蛹和成虫的数量,同时记载植物种类、数量、高度和盖度。

1.3 分析方法

亚洲小车蝗种群空间格局动态采用聚集度指

标法(丁岩钦,1994)。以亚洲小车蝗平均密度(m)作为种群数量动态的测定指标,以聚块性指数(m^*/m)和扩散系数(C)作为种群空间动态的 2 个测定指标。为剔除零样方对平均密度的干扰,以有虫样方比率(P)作为一外部性状指标。以上述 4 个指标作为属性指标,应用有序样本的最优分割法分析亚洲小车蝗种群动态(赵志模和郭依泉,1990)。数据分析均在 DPS 数据处理系统上进行(唐启义,2010)。

2 结果与分析

2.1 亚洲小车蝗种群的空间动态

从表 1 可知,亚洲小车蝗的聚集程度不高,扩散系数(C)与 1 差异的显著性检验(95% 置信区间为 0.4658 ~ 1.5342)及聚块性指数(m^*/m)绝大多数接近于 1,说明亚洲小车蝗在绝大多数时间内属于随机分布。以调查数据分别拟合 Taylor 幂方程 $\lg S^2 = \lg a + b \lg m$ 和 Iwao 方程 $m^* = \alpha + \beta m$,得: $\lg S^2 = 0.0278 + 1.0058 \lg m$ ($r = 0.9679^{**}$) 和 $m^* = 0.1241 + 1.0139 m$ ($r = 0.9661^{**}$)。由于 $\lg a \approx 0$, $b \approx 1$, $\beta \approx 1$,所以,亚洲小车蝗种群空间格局在总体上为随机分布。

2.2 亚洲小车蝗种群的数量动态

从图 1 可知,在内蒙古四子王旗格根塔拉草原,亚洲小车蝗于 6 月中旬开始孵化出土(2010 年为 6 月 17 日,2011 年为 6 月 10 日),1 ~ 3 龄蝗蛹高峰期在 6 月中下旬至 7 月初,终见期在 7 月下旬。4 ~ 5 龄蝗蛹于 6 月下旬始见,高峰期在 7 月上中旬,终见期在 7 月末。成虫于 7 月上旬始见,高峰期在 7 月中旬至 8 月下旬,终见期在 9 月上旬。

2.3 亚洲小车蝗的种群动态

从表 2 可以看出,当 3 分割时,误差函数下降开始缓慢。因此,亚洲小车蝗种群动态可以划分为 3 个阶段。第 1 阶段(6 月中旬:2010 年为 6 月 17 日,2011 年为 6 月 10 日)为蝗蛹开始出土期,数量稀少(2010 年为 0.4 头/ m^2 ,2011 年为 0.13 头/ m^2),只分布于少量样方中(13% ~ 20%),空间格局为聚集分布(2010 年)或随机分布(2011 年)。第 2 阶段(6 月下旬至 7 月上中旬:2010 年为 6 月 24 日至 7 月 15 日,2011 年为 6 月 17 日至 7 月 1 日)为蝗蛹发生盛期,数量低时为随机分布(2010 年),数量高时为聚集分布(2011 年)。第 3 阶段

表 1 亚洲小车蝗种群聚集度的测定

Table 1 Determination of population aggregation index of *Oedaleus asiaticus*

日期(月·日) Date(month. day)	2010 年					2011 年				
	<i>P</i>	<i>m</i>	<i>C</i>	<i>m</i> [*] / <i>m</i>	格局 Pattern	<i>P</i>	<i>m</i>	<i>C</i>	<i>m</i> [*] / <i>m</i>	格局 Pattern
6. 10	0	0	—	—	—	0. 13	0. 13	0. 90	0. 22	随机 Random
6. 17	0. 20	0. 40	2. 86	5. 66	聚集 Aggregated	1. 00	4. 30	1. 46	1. 11	随机 Random
6. 24	0. 50	0. 63	0. 92	0. 88	随机 Random	0. 97	3. 63	2. 04	1. 29	聚集 Aggregated
7. 1	0. 83	1. 73	0. 87	0. 93	随机 Random	1. 00	4. 77	2. 51	1. 31	聚集 Aggregated
7. 8	0. 70	1. 00	0. 83	0. 82	随机 Random	0. 97	4. 57	1. 13	1. 03	随机 Random
7. 15	0. 37	0. 87	0. 85	0. 83	随机 Random	1. 00	5. 13	0. 94	0. 99	随机 Random
7. 22	0. 23	0. 50	1. 21	1. 41	随机 Random	1. 00	5. 13	0. 94	0. 99	随机 Random
7. 29	0. 13	0. 33	1. 54	2. 55	聚集 Aggregated	1. 00	5. 40	0. 98	0. 99	随机 Random
8. 5	0. 13	0. 14	0. 87	0. 03	随机 Random	1. 00	3. 47	0. 71	0. 92	随机 Random
8. 12	0. 33	0. 17	1. 28	2. 65	随机 Random	1. 00	2. 37	0. 66	0. 85	随机 Random
8. 19	0. 07	0. 37	1. 84	0. 57	聚集 Aggregated	1. 00	4. 27	0. 58	0. 90	随机 Random
8. 26	0. 27	0. 07	0. 97	0. 49	随机 Random	1. 00	4. 30	0. 99	0. 99	随机 Random
9. 2	0. 27	0. 30	0. 95	0. 85	随机 Random	0. 70	1. 40	1. 26	1. 19	随机 Random
9. 9	0. 10	0. 10	0. 93	0. 31	随机 Random	0	0	—	—	—

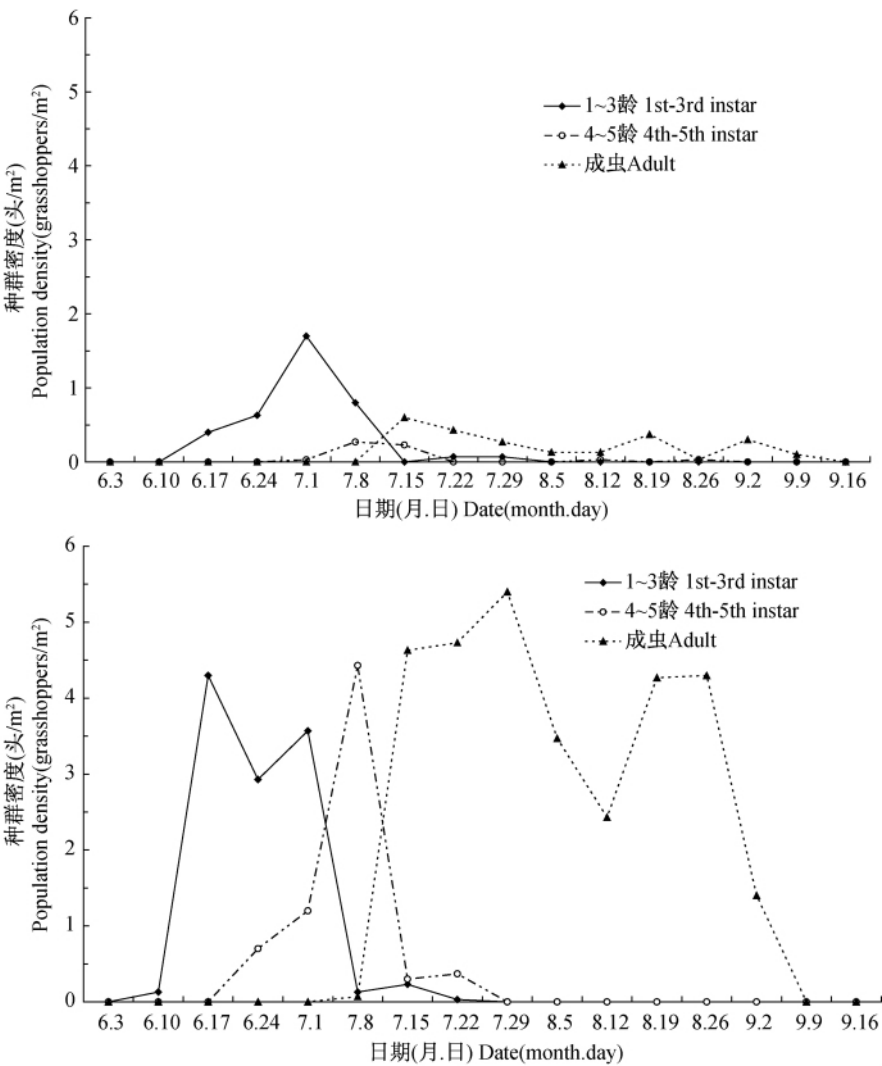


图 1 亚洲小车蝗种群的数量动态(上:2010 年;下:2011 年)

Fig. 1 Numerical dynamics of *Oedaleus asiaticus* (up: 2010; down: 2011)

表 2 亚洲小车蝗种群动态的最优分割
Table 2 Optimal division on population dynamics of *Oedaleus asiaticus*

分类数 Division number	2010 年		2011 年	
	误差函数 Error function	最优分割 Optimal division	误差函数 Error function	最优分割 Optimal division
2	2.5342	1, 2 - 13	1.8450	1, 2 - 13
3	1.0530	1, 2 - 5, 6 - 13	0.9950	1, 2 - 4, 5 - 13
4	0.9034	1, 2, 3 - 4, 5 - 13	0.5398	1, 2 - 4, 5 - 12, 13
5	0.6868	1, 2, 3, 4 - 5, 6 - 13	0.3380	1, 2 - 4, 5 - 8, 9 - 12, 13
6	0.5507	1, 2, 3, 4 - 5, 6 - 10, 11 - 13	0.1984	1, 2, 3 - 4, 5 - 8, 9 - 12, 13
7	0.4188	1, 2, 3, 4 - 5, 6 - 9, 10, 11 - 13	0.1256	1, 2, 3 - 4, 5 - 8, 9 - 10, 11 - 12, 13
8	0.3214	1, 2, 3, 4, 5, 6 - 9, 10, 11 - 13	0.0718	1, 2, 3, 4, 5 - 8, 9 - 10, 11 - 12, 13
9	0.1931	1, 2, 3, 4 - 5, 6 - 7, 8, 9, 10, 11 - 13	0.0458	1, 2, 3, 4, 5 - 8, 9 - 10, 11, 12, 13
10	0.0957	1, 2, 3, 4, 5, 6 - 7, 8, 9, 10, 11 - 13	0.0216	1, 2, 3, 4, 5 - 8, 9, 10, 11, 12, 13
11	0.0497	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 - 13	0.0020	1, 2, 3, 4, 5, 6 - 8, 9, 10, 11, 12, 13
12	0.0117	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 - 12, 13	0.0000	1, 2, 3, 4, 5, 6 - 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13

(7 月中下旬至 9 月上旬:2010 年为 7 月 22 日至 9 月 9 日,2011 年为 7 月 8 日至 9 月 2 日)为成虫发生期,空间格局为随机分布。

3 讨论

本文研究表明,内蒙古四子王旗格根塔拉草原亚洲小车蝗的空间格局为随机分布,这很可能与针毛、糙隐子草等亚洲小车蝗寄主植物密度低、分布较均匀有关。王玮明(1999)研究表明青海省高山草原蝗虫混合种群空间格局也为随机分布,而内蒙古多伦县草原蝗虫的空间格局为均匀分布(宋树人等,2008)。造成差异的原因,一方面可能是环境不同造成的,格根塔拉草原为荒漠草原,多伦县草原为典型草原;另一方面可能与草原蝗虫种类有关,前者为亚洲小车蝗,后者为毛足棒角蝗 *Dasyhipps barbipes* (F. -W.)、宽须蚁蝗 *Myrmeleotettix palpalis* (Zub.)、白边雏蝗 *Chorthippus albomarginatus* (De Geer)、北方雏蝗 *C. hammarstroemi* (Mir.) 和条纹鸣蝗 *Mongolotettix japonicus vittatus* (Uv.) 等的混合种群。

在内蒙古四子王旗格根塔拉草原,亚洲小车蝗 1~3 龄蝗蝻高峰期在 6 月中下旬至 7 月初,4~5 龄蝗蝻于 6 月下旬始见,成虫于 7 月上旬始见。因此,当地亚洲小车蝗的化学防治应在 6 月中下旬。因此时抗药性低、危害性低的低龄蝗蝻处于盛发期,而高龄蝗蝻刚开始出现、成虫还未发生。

种群动态可以概括为数量、空间、时间 3 个结

构,是种群数量动态与空间动态的统一体(赵志模和周新远,1984)。有序样本的最优分割法是一种较新的多元统计方法,适合于昆虫种群和群落动态的研究(赵志模和郭依泉,1990)。庞保平(1993)、郭玉人(2001)、高书晶等(2004)和庞保平等(2005a, 2005b)应用最优分割法分别研究了麦田昆虫群落、稻田昆虫群落、玉米田截形叶螨和温室蚜虫种群动态,均获得了很好的结果。本文应用最优分割法分析了亚洲小车蝗种群动态也获得了理想的结果,既反映了种群动态的数量特征,也反映了种群动态的空间特征。上述结果表明,最优分割法是分析昆虫种群动态和群落动态的有利工具。

参考文献(References)

- Cease AJ, Hao S, Kang L, Elser JJ, Harrison JF, 2010. Are color or high rearing density related to migratory polyphenism in the band-winged grasshopper, *Oedaleus asiaticus*? *J. Insect Physiol.*, 56(8):926—936.
- Chen HH, Kang L, 2000. Olfactory responses of two species of grasshoppers to plant odours. *Entomol. Exp. Appl.*, 95(2):129—134.
- Guo K, Hao SG, OJ Sun, Kang L, 2009. Differential responses to warming and increased precipitation among three contrasting grasshopper species. *Glob. Change Biol.*, 15(10):2539—2548.
- Hao SG, Kang L, 2004. Postdiapause development and hatching rate of three grasshopper species (Orthoptera:

- Acrididae) in Inner Mongolia. *Environ. Entomol.*, 33 (6) : 1528—1534.
- Ma C, Liu C, Yang P, Kang L, 2009. The complete mitochondrial genomes of two band-winged grasshoppers, *Gastrimargus marmoratus* and *Oedaleus asiaticus*. *BMC Genomics*, 10 (Special section) :1—12.
- 陈广平, 郝树广, 庞保平, 康乐, 2009. 光周期对内蒙古三种草原蝗虫高龄若虫发育、存活、羽化、生殖的影响. *昆虫知识*, 46 (1) :51—56.
- 陈湖海, 赵云鲜, 康乐, 2003. 两种同域分布的草原蝗虫对植物挥发性化合物的嗅觉反应. *中国科学(C辑)*, 33 (5) :421—428.
- 陈素华, 乌兰巴特尔, 吴向东, 2007. 内蒙古草地蝗虫生存与繁殖对气候变化的响应. *自然灾害学报*, 16 (3) : 66—69.
- 丁岩钦, 1994. *昆虫数学生态学*. 北京:科学出版社. 44—57.
- 高灵旺, 王丽英, 谢克勉, 张详, 巴特尔, 张卓然, 杨珍, 1997. 亚洲小车蝗痘病毒田间杀虫效果. *中国生物防治*, 13 (4) :157—158.
- 高书晶, 韩靖玲, 刘爱萍, 闫志坚, 常秀清, 2011a. 亚洲小车蝗和黄胫小车蝗不同地理种群的 RAPD 遗传分化研究. *华北农学报*, 26 (2) :94—100.
- 高书晶, 李东伟, 刘爱萍, 闫志坚, 常秀青, 2010b. 亚洲小车蝗不同地理种群遗传多样性的等位酶分析. *生态学杂志*, 29 (10) :1967—1972.
- 高书晶, 李东伟, 刘爱萍, 闫志坚, 徐林波, 2011b. 不同地理种群的亚洲小车蝗 mtDNA COI 基因序列及其相互关系. *草地学报*, 19 (5) :846—851.
- 高书晶, 刘爱萍, 韩静玲, 闫志坚, 徐林波, 李东伟, 2011c. 不同地理种群的亚洲小车蝗 mtDNA ND1 基因序列及其相互关系. *应用昆虫学报*, 48 (4) :811—819.
- 高书晶, 刘爱萍, 徐林波, 曹艺潇, 柴岩红, 特木儿, 2010a. 杀蝗绿僵菌与植物源农药混用对亚洲小车蝗的杀虫效果. *农药*, 49 (10) :757—759.
- 高书晶, 刘爱萍, 徐林波, 曹艺潇, 王宁, 2009. 金龟子绿僵菌与联苯菊酯对亚洲小车蝗协同作用的生物测定. *农药*, 48 (11) :836—837.
- 高书晶, 庞保平, 于洋, 路慧, 2004. 麦田昆虫群落的结构与时序动态. *生态学杂志*, 23 (6) :47—50.
- 关敬群, 魏增柱, 1989. 亚洲小车蝗 (*Oedaleus asiaticus* B. —Bienko) 食量测定. *昆虫知识*, 26 (1) :8—10.
- 郭玉人, 2001. 沈阳地区稻田节肢动物群落结构及群落生态研究. *生态学报*, 21 (11) :1854—1862.
- 蒋湘, 买买提明, 张龙, 2003. 夜间迁飞的亚洲小车蝗. *草地学报*, 11 (1) :75—77.
- 李东伟, 高书晶, 庞保平, 刘爱萍, 闫志坚, 徐林波, 2010. 内蒙古地区亚洲小车蝗不同地理种群的 RAPD 分析. *昆虫知识*, 47 (3) :472—478.
- 李广, 张泽华, 张礼生, 2007. 科尔沁草原亚洲小车蝗防治指标研究. *植物保护*, 35 (5) :63—67.
- 李永丹, 覃晓春, 赵朝阳, 王丽英, 2003. 亚洲小车蝗痘病毒对绿僵菌治蝗的增效作用. *中国生物防治*, 19 (3) : 115—117.
- 刘庚山, 庄立伟, 郭安红, 2006. 内蒙古草原亚洲小车蝗龄期气候预测初步研究. *草业科学*, 23 (1) :71—75.
- 刘玲, 郭安红, 2004. 2004 年内蒙古草原蝗虫大发生的气象生态条件分析. *气象*, 30 (11) :56—58.
- 卢辉, 韩建国, 张录达, 2009. 高光谱遥感模型对亚洲小车蝗危害程度研究. *光谱学与光谱分析*, 29 (3) :745—748.
- 卢辉, 韩建国, 张泽华, 2008. 典型草原亚洲小车蝗危害对植物补偿生长的作用. *草业科学*, 25 (5) :112—116.
- 卢辉, 余鸣, 张礼生, 张泽华, 龙瑞军, 2005. 不同龄期及密度亚洲小车蝗取食对牧草产量的影响. *植物保护*, 31 (4) :55—58.
- 马耀, 李鸿昌, 康乐, 1991. *内蒙古草地昆虫*. 杨陵:天则出版社. 276.
- 庞保平, 1993. 麦田昆虫群落的时间结构. *昆虫知识*, 30 (5) :263—267.
- 庞保平, 刘家骧, 刘茂荣, 高书晶, 2005a. 玉米田截形叶螨种群动态的研究. *生态学杂志*, 24 (10) :3—7.
- 庞保平, 周晓榕, 陈静, 高书晶, 2005b. 温室瓜蚜种群动态的研究. *昆虫知识*, 42 (5) :40—43.
- 邱星辉, 康乐, 李鸿昌, 2004. 内蒙古草原主要蝗虫的防治经济阈值. *昆虫学报*, 47 (5) :595—598.
- 宋树人, 张泽华, 高松, 农向群, 王广君, 2008. 绿僵菌药后草原蝗虫种群空间分布型研究. *昆虫学报*, 58 (8) : 883—888.
- 唐启义, 2010. *DPS® 数据处理系统(第2版)*. 北京:科学出版社. 487—490.
- 王思芳, 王丽英, 李永丹, 1997. 亚洲小车蝗痘病毒室内杀虫效果. *中国生物防治*, 13 (1) :17—19.
- 王玮明, 1999. 高山草原蝗虫种群空间格局研究. *草业学报*, 8 (2) :50—55.
- 徐利敏, 冯万玉, 白全江, 2006. 可可油杀虫剂对亚洲小车蝗蝗蝻的毒力测定. *华北农学报*, 21 (6) :188—190.
- 许富祯, 孟正平, 郭永华, 申集平, 2006. 乌兰察布市农牧交错区亚洲小车蝗生物学特性观察及猖獗因素分析. *中国植保导刊*, 26 (5) :35—38.
- 许富祯, 孟正平, 郭永华, 申集平, 韩常在, 2005. 乌兰察布市农牧交错区亚洲小车蝗发生与防治. *内蒙古农业科技*, (7) :384—387.
- 杨新华, 李永丹, 田兆丰, 史雪岩, 高希武, 2008. 亚洲小

- 车蝗痘病毒与化学杀虫剂混用的杀虫效果及对寄主主要解毒酶活性的影响. 昆虫学报, 51(5):498—503.
- 赵志模, 郭依泉, 1990. 群落生态学原理与方法. 重庆:科学技术文献出版社重庆分社. 217—223.
- 赵志模, 周新远, 1984. 生态学引论—害虫综合防治的理论与应用. 重庆:科学技术文献出版社重庆分社. 16—20.