

黑肩绿盲蝽耐饥饿能力的研究*

郑许松 何晶晶 徐红星 杨亚军 田俊策 吕仲贤**

(浙江省农业科学院植物保护与微生物研究所 杭州 310021)

摘 要 【目的】为早期释放黑肩绿盲蝽 *Cyrtorhinus lividipennis* 提供理论依据,研究了黑肩绿盲蝽不同虫态耐受饥饿及低温的能力。【方法】室内条件下,比较了稻苗+水、无苗有水和无苗无水三种食物条件下黑肩绿盲蝽耐饥力大小。【结果】适温(26℃)下,黑肩绿盲蝽3龄若虫、5龄若虫和成虫在稻苗+水的存活时间显著高于无苗有水,无苗有水时的存活时间又显著高于无苗无水,表明稻苗对于黑肩绿盲蝽有营养作用,取食稻苗有助于提高黑肩绿盲蝽的耐饥力。黑肩绿盲蝽成虫耐饥力最强,3龄若虫和5龄若虫接近,有苗有水时,3龄若虫、5龄若虫和成虫的平均存活时间分别为2.10、2.22和4.25 d。在低温(15℃)下,水稻苗对黑肩绿盲蝽成虫的存活不利,有苗有水时雌雄成虫的存活时间均低于无苗有水处理,其中雌成虫两处理间的差异显著($P=0.001$)。【结论】黑肩绿盲蝽对饥饿和低温有较强的耐受性,以成虫最强,水稻生长前期田间释放时以成虫为宜。

关键词 黑肩绿盲蝽,耐饥力,温度,存活时间

Hunger tolerance of *Cyrtorhinus lividipennis*

ZHENG Xu-Song HE Jing-Jing XU Hong-Xing YANG Ya-Jun TIAN Jun-Ce LV Zhong-Xian**

(Institute of Plant Protection and Microbiology, Zhejiang Academy of Agricultural Sciences, Hangzhou 310021, China)

Abstract [Objectives] The tolerance of *Cyrtorhinus lividipennis* to different levels of starvation and low temperature were studied in order to provide a theoretical basis for early releasing of *C. lividipennis* into the rice ecosystem. [Methods] The survival of different life stages of *C. lividipennis* was measured under three treatments (including rice plant plus water, water only and no plant and water) under laboratory conditions. [Results] The results showed that at 26℃, the mean survival time of 3rd instar nymphs, 5th instar nymphs and adults, was longer when provided with rice plants plus water than those provided with water only; insects that were not provided with either plants or water had the shortest survival time. It implied that rice plants can provide nutrition for *C. lividipennis*. *C. lividipennis* adults had the strongest starvation tolerance, whereas the starvation tolerance of 3rd instar nymphs was close to those of 5th instar nymphs. The mean survival time of 3rd instar nymphs, 5th instar nymphs and adults provided with rice plants and water was 2.10, 2.22 and 4.25 days respectively. At a lower temperature of 15℃, rice plants negatively affected adult survival. The longevities of adults fed on rice plants were shorter than those provided with water only. [Conclusion] *C. lividipennis* has a strong tolerance of starvation and low temperatures, particularly at the adult stage, so adults are the optimal choice for releasing into the rice ecosystem during the nutritive growth stage of rice.

Key words *Cyrtorhinus lividipennis*, hunger tolerance, temperature, survival time

* 资助项目: 973 项目(2013CD127600); 公益性行业(农业)科研专项(201303024); 国家“十二五”支撑计划(2012BAD19D03)和浙江省优先主题重点农业项目(2011C12022)

**通讯作者, E-mail: luzxmh@gmail.com

收稿日期: 2013-10-08, 接受日期: 2013-11-16

生物防治是害虫综合治理的关键技术措施, 如何更好地发挥天敌对害虫的控制作用一直是研究热点。然而, 自然环境中的天敌种群建立较其靶标害虫往往是滞后的(李学军等, 2011)。因此人们试图在自然天敌种群建立之前进行天敌人工释放, 在害虫种群建立的初始期控制其种群数量并维持在较低水平(Matsumura *et al.*, 2005)。水稻的重要害虫稻飞虱是一种迁飞性害虫, 其重要捕食性天敌黑肩绿盲蝽 *Cyrtorhinus lividipennis* 是跟随稻飞虱迁飞的(翟保平, 2001), 黑肩绿盲蝽在稻田生态系统中的自然种群建立天然具有滞后性。有研究表明, 在黑肩绿盲蝽迁入较早的年份, 稻飞虱能得到较好的控制(朱明华, 1989)。

影响天敌种群建立的一个重要因子是食物。在稻飞虱迁入之前或迁入早期, 田间的猎物密度是较低的。另一重要因子是温度, 在早稻生长前期可能会遭遇低温问题。因此, 早期迁入(或人工释放)稻田的黑肩绿盲蝽将面临诸如食物匮乏和低温等不良环境。天敌对不良环境的适应能力是一项重要评价指标。低猎物密度下的生存能力是有成效的捕食性昆虫的主要共性之一(McMurtry *et al.*, 1984), 其中一项重要指标是昆虫耐饥饿的时间, 即耐饥力。探究黑肩绿盲蝽的耐饥能力, 尤其是在低温条件下的饥饿耐受能力, 对于明确黑肩绿盲蝽在逆境条件下建立田间种群具有重要的意义。本文通过对黑肩绿盲蝽不同虫态在适温(26℃)下的耐饥力及成虫在低温(15℃)下的耐饥力的研究, 了解其耐受低温及饥饿的能力, 以期为早期释放黑肩绿盲蝽提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试昆虫: 黑肩绿盲蝽初始虫源采自中国水稻研究所试验田, 在温室内用带有褐飞虱卵的 TN1 稻苗连续饲养, 分批将黑肩绿盲蝽的产卵苗置于不同的 PVC 笼内饲养, 得到不同龄期的黑肩绿盲蝽若虫及成虫。

供试稻苗: 感虫品种 TN1 由国际水稻研究所(IRRI)提供。种子于室内催芽后, 于无虫网室中育秧, 待苗龄达 30 d, 移栽于高 6.5 cm, 直径 8 cm 的小盆钵中, 正常水肥管理, 待苗龄达 45~60 日龄供试。

1.2 黑肩绿盲蝽的耐饥力测定

分别在有苗有水、无苗有水和无苗无水 3 种条件下, 测定黑肩绿盲蝽 3 龄若虫、5 龄若虫、初羽化(12 h 内)雌虫、雄虫的存活时间。1) 有苗有水: 取无卵稻苗洗净, 置于盛有少量木村 B 水稻培养液、直径为 2 cm 的试管中, 试管口用脱脂棉包裹封口, 接入各龄期黑肩绿盲蝽, 每管一头; 2) 无苗有水: 取直径为 2.2 cm, 长为 6.5 cm 的指形管, 底部铺一层蘸湿的脱脂棉, 管口用脱脂棉封口, 接入各龄期黑肩绿盲蝽, 每管一头; 3) 无苗无水: 同处理 2), 管底不铺蘸湿的脱脂棉。分别置于 15℃ 和 26℃, RH 80%, 12L: 12D 的恒温光照培养箱中, 每隔 8 h 观察并记录黑肩绿盲蝽的存活情况。试验重复 3 次。

1.3 数据分析

采用数据分析软件 SPSS18.0 进行数据分析, 用 One-Way ANOVA+Tukey 进行寿命均值多重比较分析, 生存分析时生存时间以中位生存时间表示, 生存率的参数估计法采用 Kaplan-Meier 法, 生存曲线的比较采用 Log-rank 检验, 检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果与分析

2.1 26℃ 下黑肩绿盲蝽若虫的耐饥力

在 26℃ 下对黑肩绿盲蝽若虫的耐饥力测定结果表明, 有苗有水、无苗有水、无苗无水 3 种处理间, 黑肩绿盲蝽 3 龄若虫的平均存活时间有显著差异(表 1, 图 1), 有苗有水时存活时间最长, 显著长于无苗有水, 无苗有水时存活时间又显著长于无苗无水, 说明水稻苗对于黑肩绿盲蝽 3 龄若虫有营养作用。3 种条件下, 黑肩绿盲蝽 3 龄和 5 龄若虫的平均存活时间接近, 表明低

龄和高龄若虫的耐饥能力接近(有苗有水 t -test; $t=0.076$, $df=58$, $P=0.765$; 无苗有水: t -test; $t=0.145$, $df=58$, $P=0.987$; 无苗无水 t -test; $t=0.123$, $df=58$, $P=0.817$)。

2.2 26 下黑肩绿盲蝽成虫的耐饥饿能力

黑肩绿盲蝽初羽雌、雄成虫在有苗有水、无苗有水和无苗无水 3 种条件下的平均寿命差异显著(表 2, 图 2), 有苗有水时平均寿命显著长于无苗有水, 无苗有水的平均寿命又显著长

于无苗无水。有苗有水和无苗有水条件下, 雌、雄成虫间平均寿命差异不显著(有苗有水 t -test; $t=0.036$, $df=57$, $P=0.972$; 无苗有水: t -test; $t=0.045$, $df=58$, $P=0.815$), 然而, 在无苗无水时雌虫的平均寿命显著长于雄虫(t -test; $t=3.688$, $df=58$, $P=0.001$)。

2.3 15 下黑肩绿盲蝽成虫的耐饥饿能力

15 下, 在无苗有水时, 雌、雄成虫的平均寿命均长于有苗有水时的平均寿命(表 3, 图 3),

表 1 26 下不同饥饿条件对黑肩绿盲蝽若虫存活时间的影响

Table 1 Effect of different starvation treatment at 26 on the survival time of *Cyrtorhinus lividipennis* nymph

处理 Treatments	3 龄若虫 3rd instar nymph		5 龄若虫 5th instar nymph	
	平均存活时间(h) Mean survival time	中位生存时间(h) Medians	平均存活时间(h) Mean survival time	中位生存时间(h) Medians
有苗有水 Rice plant + Water	50.4±3.2 Aa	48.0±3.1	53.3±4.0 Aa	56.0±2.6
无苗有水 Water only	36.8±4.2 Ab	32.0±4.3	43.1±4.2 Aa	56.0±3.2
无苗无水 Blank	15.7±0.7 Ac	16.0±0.6	16.0±1.4 Ab	16.0±5.4

注: 表中数据为平均值±标准误, 同列数值后标有不同大写字母和小写字母分别表示同行和同列间差异显著 ($P<0.05$)。Data are mean±SE, and followed by different capital or small letters indicate significant difference at 0.05 level in the same row or in the same column, respectively.

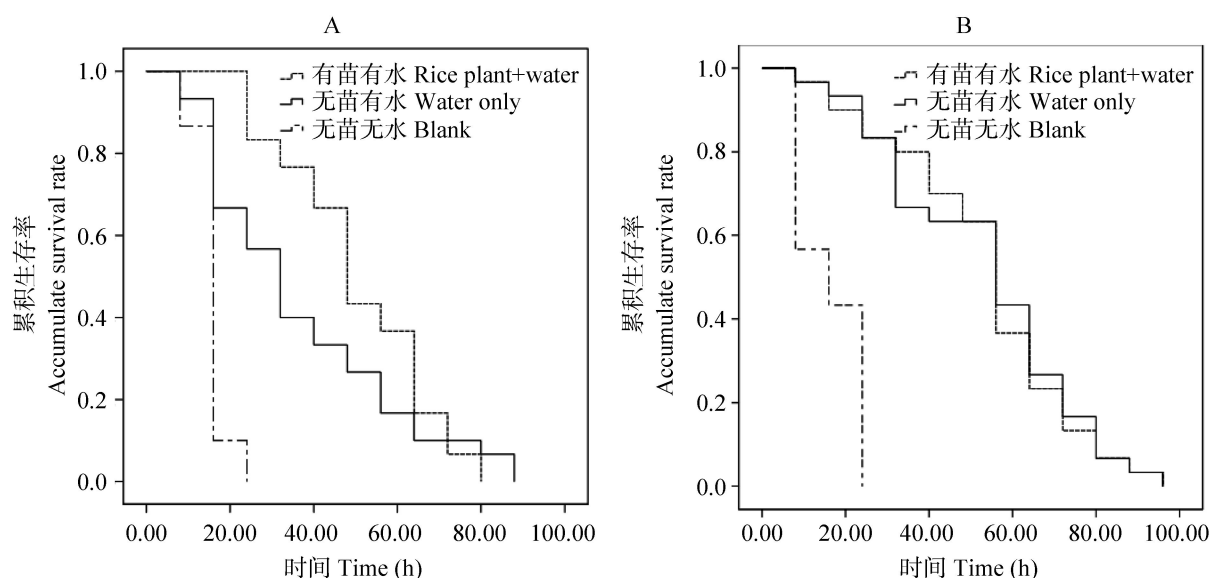


图 1 黑肩绿盲蝽 3 龄和 5 龄若虫在 26 不同饥饿条件下的生存率曲线

Fig. 1 The survival curves of 3rd and 5th-instar nymphs of *Cyrtorhinus lividipennis* in different starvation treatment at 26

A: 3 龄若虫 3rd instar nymph; B: 5 龄若虫 5th instar nymph.

表 2 26 下不同饥饿条件对黑肩绿盲蝽成虫存活时间的影响

Table 2 Effect of different starvation treatment at 26 on the survival time of *Cyrtorhinus lividipennis* adult

处理 Treatment	雌成虫 Female adult		雄成虫 Male adult	
	平均存活时间(h) Mean survival time	中位生存时间(h) Medians	平均存活时间(h) Mean survival time	中位生存时间(h) Medians
有苗有水 Rice plant + Water	102.1±6.6 Aa	114.0±11.9	101.7±6.7 Aa	104.0±7.5
无苗有水 Water only	68.2±4.0 Ab	60.5±3.0	66.6±5.7 Ab	52.5±3.7
无苗无水 Blank	27.9±1.8 Ac	24.5±1.9	20.3±1.1 Bc	16.5±1.1

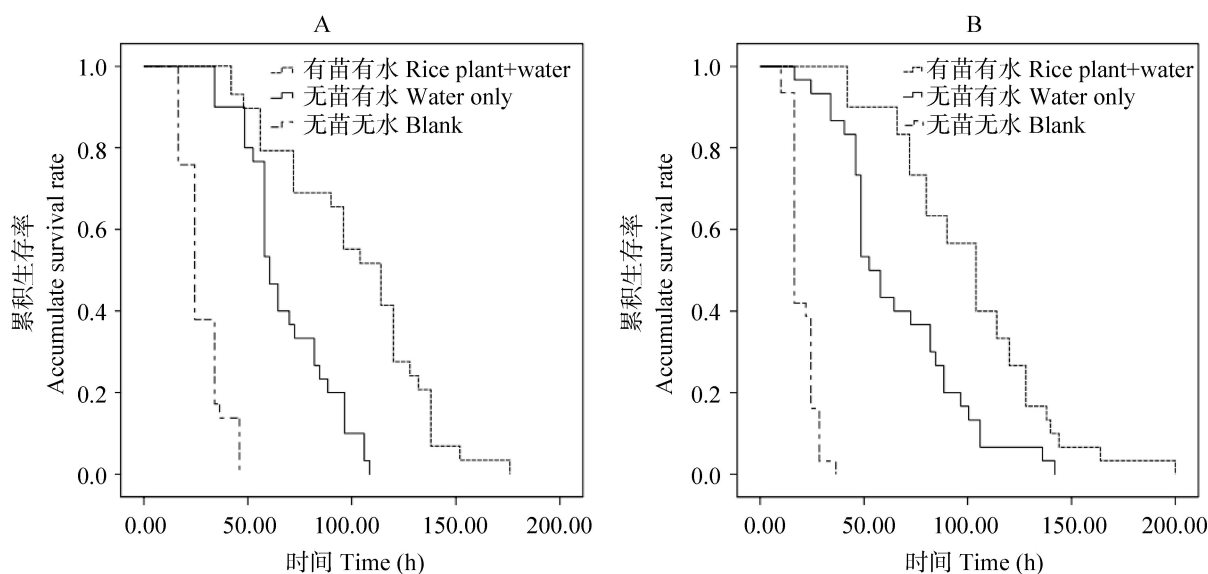


图 2 黑肩绿盲蝽成虫在 26 不同饥饿条件下的生存率曲线

Fig. 2 The survival curves of *Cyrtorhinus lividipennis* adult in different starvation treatment at 26

A: 雄成虫 Male adult; B: 雌成虫 Female adult.

表 3 15 下不同饥饿条件对黑肩绿盲蝽成虫寿命的影响

Table 3 Effect of different starvation treatment at 15 on the longevity of *Cyrtorhinus lividipennis* adult

处理 Treatments	平均寿命 Mean longevity (h)		中位生存时间 Medians (h)	
	雌成虫 Female adults	雄成虫 Male adults	雌成虫 Female adults	雄成虫 Male adults
有苗有水 Rice plant + Water	206.7±12.8 Ab	193. 2±13.7 Aa	200.0±22.4	162.0±34.3
无苗有水 Water only	277.6±15.5 Aa	234.8±16.4 Aa	264.0±26.9	224.0±23.1

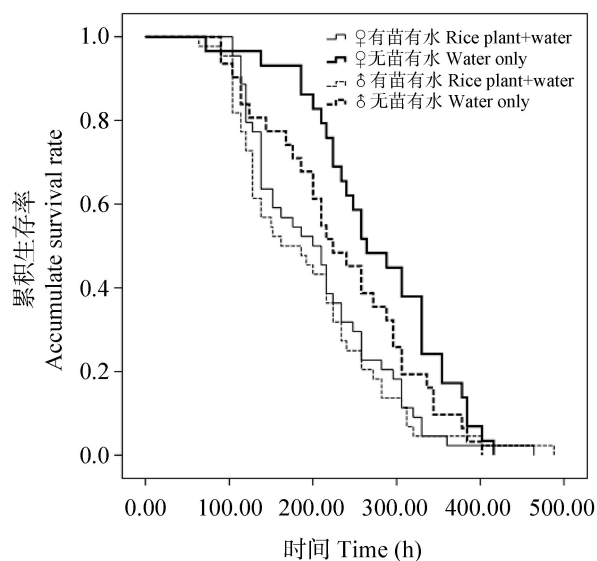


图3 黑肩绿盲蝽成虫在 15℃ 不同饥饿条件下的生存曲线
Fig. 3 The survival curves of *Cyrtorhinus lividipennis* adult in different starvation treatment at 15℃

且雌成虫的平均寿命在两种条件间差异达显著水平 ($P=0.001$)。雌成虫的寿命在有苗有水 (t -test; $t=0.714$, $df=57$, $P=0.472$) 和无苗有水 (t -test; $t=0.178$, $df=57$, $P=0.064$) 时, 均略长于雄成虫的寿命, 但差异并未达到显著水平。

3 讨论

研究结果显示, 在 26℃ 适温下, 黑肩绿盲蝽若虫和成虫存活时间与稻苗和水份密切相关, 各种条件下, 3 龄若虫的平均存活时间与 5 龄若虫接近。可见, 在适温下水稻苗可以为黑肩绿盲蝽提供营养。适温下, 黑肩绿盲蝽成虫比同等饥饿条件下的若虫能存活更长的时间, 表明成虫的耐饥力强于若虫, 且雌成虫在无苗无水时表现出比雄成虫更强的耐饥饿能力。但在 15℃ 低温条件下, 水稻苗却表现出对黑肩绿盲蝽的存活有不利的影 响, 雌雄成虫在有稻苗时存活时间更短, 对雌成虫的影响尤为明显。

食物是昆虫存活的必要条件, 当食物摄取不充足时, 轻则影响昆虫的生长发育, 重则因养分不足组织器官受损而死亡 (陈建明等, 2000)。在自然状态下, 天敌种群会因食物短缺而出现断

代现象 (陈洪凡等, 2010)。缺乏食物的情况下, 种群能否继续发展与天敌耐饥饿能力的强弱有密切的关系。本研究表明水稻苗的存在有利于延长黑肩绿盲蝽在缺乏猎物情况下的存活时间, 这与黑肩绿盲蝽是杂食性捕食者有重要的关系, 有报道黑肩绿盲蝽可以水稻汁液为食 (Yu, 1995)。也有另外的研究作为佐证, 水稻多施氮肥时提高稻株营养水平, 从而增加黑肩绿盲蝽的数量 (Meerzainudeen and Kaeem, 1999; Preap *et al.*, 2001; Lu *et al.*, 2004)。

在低温 (15℃) 下的耐饥力结果显示, 黑肩绿盲蝽成虫的平均寿命显著长于 26℃ 下的寿命, 这与低温下昆虫的生理活性降低有关。但是, 有苗处理的平均寿命却短于无苗处理, 显然水稻苗对其产生了负面的影响。可能是试验所用水稻品种 TN1 为籼稻, 不属耐寒品种, 水稻在低温下会出现蛋白质合成受阻、有机酸含量发生变化、发生光抑制作用、质膜受损及淀粉含量下降等变化 (钟国瑞, 1991), 这些变化可能导致了水稻营养的变化而降低了营养水平, 甚至有毒害作用, 其具体机制有待下一步研究。

研究表明, 黑肩绿盲蝽以成虫的饥饿耐受性更强, 不提供猎物的情况下黑肩绿盲蝽成虫在适温和低温下都有较强的饥饿耐受能力, 因此田间释放也应以成虫为宜。接下来要明确的问题是, 在自然界有少量的猎物情况下或者人为提供少量猎物的情况下黑肩绿盲蝽的存活和种群发展的情况, 这对黑肩绿盲蝽在人工释放后是否能保持田间种群非常重要。其次, 还有一个问题要明确, 黑肩绿盲蝽取食水稻汁液是必须的吗? 还是仅仅作为营养补充, 有了猎物就不需要取食水稻了, 如果取食水稻是必须的, 对于黑肩绿盲蝽的生长发育又起到什么具体作用, 都有待进一步深入研究。

参考文献 (References)

- Lu ZX, Yu XP, Hu C, 2004. Effects of nitrogen in rice plant on the predatory behavior and ecological fitness of mirid bug, *Cyrtorhinus lividipennis*. *International Rice Research Institute*, 29(2): 32–34.

- Matsumura M, Urano S, Suzuki Y, 2005. Evaluating augmentative releases of the mirid bug *Cyrtorhinus lividipennis* to suppress brown planthopper *Nilaparvata lugens* in open paddy fields //Toriyama K, Heong KL, Hardy B (eds.). Rice is Life: Scientific Perspectives for the 21st Century: Proceedings of the World Rice Research Conference Held at Tsukuba. Los Baños, Laguna (Philippines): International Rice Research Institute. 473–475.
- McMurtry JA, Badii MH, Johnson HG, 1984. The broad mite, *Polyphogotarsonemus latus*, as a potential prey for Phytoseiid mites in California. *Entomophaga*, 29(1): 83–86.
- Meerzainudeen M, Kareem AA, 1999. Effect of biofertilizers on BPH (*Nilaparvata lugens*) and its biocontrol agents in rice ecosystem. VISTAS of Rice Research Tamil Nadu Agricultural University, India. 469–4741.
- Preap V, Zalucki MP, Nesbitt HJ, Jahn GC, 2001. Effect of fertilizer, pesticide treatment, and plant variety on the realized fecundity and survival rates of brown planthopper, *Nilaparvata lugens*, generating outbreaks in Cambodia. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 4(1): 75–841.
- Yu XP, 1995. Impact of non-rice habitats on egg parasitoids and egg predator of plant and leafhoppers. PhD Thesis, Zhejiang Agricultural University (China) and International Rice Research Institute (Philippines).
- 陈洪凡, 黄寿山, 张玉烛, 曾翔, 黄泽辉, 2010. 稻螟赤眼蜂对二化螟和台湾稻螟的控制潜能评价. *应用生态学报*, 21(3): 743–748.
- [Chen HF, Huang SS, Zhang YZ, Zeng X, Huang ZH, 2010. Control efficacy of *Trichogramma japonicum* against *Chilo suppressalis* and *Chilareae auricilia*. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 21(3): 743–748.]
- 陈建明, 俞晓平, 吕仲贤, 郑许松, 2000. 越冬代尖钩宽尾蜡耐饥力的研究. *应用生态学报*, 11(4): 609–611. [Chen JM, Yu XP, Lv ZX, Zheng XS, 2000. Hunger tolerance of *Microvelia horvathi* hibernating generation. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 11(4): 609–611.]
- 李学军, 郑国, 王淑贤, 邢星, 李艳, 于广文, 尤广兰, 2011. 大豆蚜自然天敌种群动态及其控蚜作用研究. *应用昆虫学报*, 48(6): 1613–1624. [Li XJ, Zheng G, Wang SX, Xing X, Li Y, Yu GW, You GL, 2011. The population dynamics and control effect of important natural enemies of the soybean aphid, *Aphis glycines*. *Chinese Bulletin of Entomology*, 48(6): 1613–1624.]
- 翟保平, 2001. 天敌伴迁与生物多样性. *生物多样性*, 9(2): 176–180. [Zhai BP, 2001. Accompanying migration of natural enemies and biodiversity. *Biodiversity Science*, 9(2): 176–180.]
- 钟国瑞, 1991. 水稻耐寒性研究进展. *江苏农业学报*, 7(3): 52–56. [Zhong RG, 1991. Advances in research on cold tolerance in rice. *Jiangsu Journal of Agricultural Sciences*, 7(3): 52–56.]
- 朱明华, 1989. 黑肩绿盲蝽的迁飞观察. *昆虫知识*, 6: 350–352. [Zhu MH, 1989. Observation the migration of *Cyrtorhinus lividipennis* Reuter. *Entomological Knowledge*, 6:350–352.]