

铷对两种盲蝽及其寄主植物的标记与影响^{*}

宋国晶^{1,2} 封洪强^{1**} 李国平¹ 刘冰¹ 邱峰¹ 李海平²

(1. 河南省农作物病虫害防治重点实验室 农业部华北南部作物有害生物综合治理重点实验室
河南省农业科学院植物保护研究所 郑州 450002; 2. 内蒙古农业大学农学院 呼和浩特 010019)

摘 要 微量元素铷(Rb)标记技术花费低、易操作、对环境安全,是昆虫生态学研究一种常用的标记技术。本文测定了不同浓度的 RbCl 溶液对 2 种主要有害棉盲蝽的标记效果以及对其生命参数的影响。结果表明 2 000 和 4 000 ppm 的 RbCl 溶液喷洒绿盲蝽 *Apolygus lucorum* (Meyer-Dür)、中黑盲蝽 *Adelphocoris suturalis* Jakovlev 及其寄主植物,可以有效地标记 2 种盲蝽及其寄主植物,且对 2 种盲蝽的生命活动无显著影响,是最理想的标记浓度。Rb 在盲蝽体内可滞留 6~7 d,在寄主植物体内可滞留至少 10 d。这为利用铷标记技术进行 2 种有害盲蝽的生态学研究奠定了基础。

关键词 铷, 绿盲蝽, 中黑盲蝽, 标记技术, 生态学

Effects of spraying host plants with different concentrations of rubidium on the behavior of *Apolygus lucorum* and *Adelphocoris suturalis*

SONG Guo-Jing^{1,2} FENG Hong-Qiang^{1**} LI Guo-Ping¹ LIU Bing¹ QIU Feng¹ LI Hai-Ping²

(1. Henan Key Laboratory of Crop Pest Control, MOA's Regional Key Lab of Crop IPM in Southern Part of Northern China, Institute of Plant Protection, Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou 450002, China;
2. College of Agronomy, Inner Mongolia Agricultural University, Huhhot 010019, China)

Abstract Marking insects with Rb is an environmentally safe, low cost and easy to use technique in entomological research. The present study investigated the influence of different doses of Rb spray on the marking efficiency and life parameters of two major pest mirid species; *Apolygus lucorum* (Meyer-Dür) and *Adelphocoris suturalis* Jakovlev (Heteroptera: Miridae). Spraying host plants with 2 000 ppm and 4 000 ppm RbCl solutions before allowing *A. lucorum* and *A. suturalis* feed on them effectively marked the host plants as well as the two insect species without any negative effect on the survival, development and reproduction of the pests. Rb persisted for 6 to 7 days inside the insects' bodies and for 10 days in host plant tissues. Therefore, 2 000 and 4 000 ppm were the suitable RbCl concentrations for marking these two mirid species.

Key words rubidium, *Apolygus lucorum*, *Adelphocoris suturalis*, marking technology, ecology

绿盲蝽 *Apolygus lucorum* (Meyer-Dür) 和中黑盲蝽 *Adelphocoris suturalis* Jakovlev, 属半翅目盲蝽科, 是目前我国长江与黄河流域棉区为害 Bt 棉花及果树、蔬菜等多种作物的主要有害盲蝽 (Lu *et al.*, 2008; 陈培育等, 2010; 宋国晶, 2010b; Lu and Wu, 2011)。近年随着棉花种植结构的调整绿盲蝽和中黑盲蝽的发生有加重的趋势, 给我国棉花生产造成了重大损失 (刘洪春等, 2000; 马晓

牧等, 2004; 郭小奇等, 2008; 李国平等, 2008; Lu and Wu, 2011)。

微量元素 Rb 标记技术是昆虫生态学研究中的一种重要手段, 已被广泛的应用于昆虫的种群动态、迁移扩散、生境选择、取食行为和配偶竞争等方面的研究 (宋国晶等, 2010a)。Polavarap 等 (1992) 在蓝莓田用 5 000 ppm 的 RbCl 溶液处理, 对蓝莓卷叶蛾 *Croesia curvalana* 3 龄幼虫进行了标

^{*} 资助项目: 公益性行业 (农业) 科研专项 (201103012-7)。

^{**} 通讯作者, feng_hq@163.com

收稿日期: 2012-02-25, 接受日期: 2012-04-19

记,在 20、40、60 m 距离处均回捕到了被标记的蓝莓卷叶蛾成虫。由于微量元素在食物链中的传递效率较高,使用 Rb 溶液不但可以标记植食性害虫而且也可对其寄生蜂进行有效的标记,如 Jackson 和 Debolt (1990) 标记了豆荚草盲蝽的卵寄生蜂,Corbett 等 (1996) 标记了叶蝉的卵寄生蜂,Fernandes 等 (1997) 标记了蚜茧蜂。

高宗仁等 (1992) 利用 2 000 ppm 的 Rb_2SO_4 对中黑盲蝽、苜蓿盲蝽进行了标记,并研究了春季 2 种盲蝽向棉田的扩散现象,但尚未明确不同 Rb 浓度对 2 种盲蝽的标记效果、持续时间以及对其生命活动是否有影响等问题。因此,本文研究了 1 000、2 000、4 000、8 000、16 000 ppm RbCl 溶液对中黑盲蝽和绿盲蝽的生命活动的影响及在 2 种盲蝽体内滞留时间,明确了 Rb 标记绿盲蝽、中黑盲蝽 2 种盲蝽的最适标记浓度,为对 2 种盲蝽进行季节性寄主转移规律、越冬寄主植物以及捕食性天敌种类等方面的研究奠定了基础。

1 材料与方法

1.1 供试虫源及寄主植物

供试中黑盲蝽采自于郑州市郊区黄河滩苜蓿地、河南省新乡县苜蓿地和河南省南阳市棉田周围杂草上。供试绿盲蝽采自于河南省淮阳县和新乡市棉田及田边杂草上。2 种盲蝽均在室内参照陆宴辉等 (2008) 的方法使用四季豆繁殖,获得年龄和营养状况一致的实验种群用于本研究。室内饲养条件为温度 (26 ± 1) $^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度 70% ~ 80%,光周期 L:D = 14:10。

在相同的室内条件下用花盆种植绿盲蝽、中黑盲蝽共同的寄主植物蚕豆,每盆 4 株蚕豆苗。

1.2 绿盲蝽和中黑盲蝽的 Rb 标记

用小型喷雾器分别将 0、1 000、2 000、4 000、8 000、16 000 ppm 的 RbCl 溶液 150 mL 均匀地喷洒到 3 盆蚕豆苗上。24 h 后将每盆植物用带有拉链的纱网罩住,并接入 5 龄若虫,每盆蚕豆接 30 头若虫。饲喂 2 d 后将新羽化的盲蝽成虫从蚕豆上转移到四季豆上继续饲养,并于转移当天,第 2、4、6、8、10 天每种昆虫每个测试浓度随机取样 10 头冷冻在 -20°C 的冰箱中储存,试验结束后统一用原子吸收分光光度计进行体内含 Rb 量检测。本实验每种昆虫的每个测试浓度均重复 3 次。

1.3 不同浓度 RbCl 标记的绿盲蝽和中黑盲蝽的生命参数测定

将喷有不同浓度 RbCl 的蚕豆饲喂 2 d 后的绿盲蝽和中黑盲蝽 (方法同 1.2) 雌雄配对,使用四季豆单对饲养在一次性塑料杯中,饲养条件同 1.1。每天记录盲蝽寿命、产卵量以及卵的孵化率等生命参数。本实验重复 3 次。

1.4 Rb 在植物体内的滞留时间测定

用小型喷雾器分别将清水和 2 000 ppm 的 RbCl 溶液 150 mL 均匀的喷洒到 4 ~ 5 叶期蚕豆苗上,每个处理 3 盆蚕豆苗。分别于喷 RbCl 溶液后第 2、4、6、8、10 天取植物叶片进行植物体内 Rb 含量测定。每次每盆随机取 3 片叶片,每片叶子沿叶脉剪开,一半进行清洗、一半不进行清洗,相同处理的叶片合并为一个样品,即每盆获得清洗与不清洗样品各一个。

1.5 Rb 含量检测

1.5.1 昆虫和植物样品的处理方法 将绿盲蝽、中黑盲蝽单头分装到 20 mL 的坩埚中放于电炉上烘烤将盲蝽炭化,再置于 480°C 马弗炉中灰化 (约 5 h),灰化样品用 1:1 的 HCl 0.5 mL 和 1% NaCl 0.25 mL 加热溶解,再转入 5 mL 容量瓶中用去离子水定容。蚕豆叶片先在 60°C 的条件下干燥 12 h,磨碎,每个植物样品用分析天平称取 3 份 0.01 g 的样品 (即 3 次重复),分别放入 3 个 20 mL 的坩埚中进行炭化、灰化 (约 2 h)、定溶。

1.5.2 原子吸收分光光度计检测 定容后的溶液摇匀后用原子吸收分光光度计 (北京朝阳华洋分析仪器有限公司,2610 型) 检测 Rb 含量。首先打开电脑和原子吸收分光光度计 (预热 15 min),选择 Rb 元素、设定仪器参数、调节灯位,然后开启空气压缩机、打开乙炔气阀、点火并调节乙炔进气旋钮 (乙炔进气阀压力为 0.06 MPa) 至火焰为蓝色。将毛细管放入不同浓度 (0、0.5、1、1.5、2 $\mu\text{g}/\text{mL}$) 的 Rb 标准溶液中取样测试吸光度值制作标准曲线 (要求标准曲线 $r > 0.995$)。不同浓度 Rb 标液由 1 000 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 的 Rb 标液 (国家钢铁材料测试中心钢铁研究总院) 稀释而成。同样测定样品的吸光度值 (每个样品重复读数 3 次取平均值),并根据标准曲线计算出样品 Rb 浓度。

1.6 统计分析

不同处理间昆虫的寿命和卵量的差异使用方

差分析和 Duncan 新复极差法进行多重比较;孵化率差异使用卡平方测验和 Turkey 的百分数多重比较法(Zar, 1999)进行分析;不同时间铷含量差异使用重复测量方差分析法进行分析。所有分析均使用 SAS 软件完成(SAS Institute,2008)。

2 结果与分析

2. 1 RbCl 对绿盲蝽和中黑盲蝽的标记作用及残留时间

经重复性方差分析,不同浓度 RbCl 处理的绿盲蝽($df = 5, 10; F = 10. 22; P = 0. 0011$)和中黑盲蝽($df = 5, 10; F = 66. 54; P < 0. 001$)体内 Rb 含量均存在极显著差异,标记后不同时间绿盲蝽($df = 5, 10; F = 151. 51; P < 0. 001$)和中黑盲

蝽($df = 5, 10; F = 151. 62; P < 0. 001$)体内 Rb 含量均存在极显著差异。与对照相比,在喷有 1 000 ~ 16 000 ppm RbCl 溶液的蚕豆上取食 2 d,2 种盲蝽均能显著地被标记(表 1,2)。当昆虫离开喷有 RbCl 的蚕豆后,2 d 内其体内 Rb 含量迅速下降为原来的 1/10 左右,然后随着时间的增加逐渐减少(表 1,2)。

离开喷有 RbCl 的蚕豆当天和第 2 天各浓度处理的绿盲蝽体内 Rb 含量极显著高于对照。第 4、6 天除 1 000 ppm 处理的绿盲蝽与对照不存在显著差异外,其他浓度处理的绿盲蝽体内 Rb 含量仍极显著地高于对照。从第 8 天起各浓度与对照之间均无显著性差异(表 1)。

表 1 不同 RbCl 浓度标记的绿盲蝽体内 Rb 含量及随时间的变化
Table 1 The residence of Rb in *Apolygus lucorum* marked with different concentrations of RbCl and its variation through time

浓度 Concentration (ppm)	天数 Day(d)					
	0	2	4	6	8	10
0	0. 053 ± 0. 01bB	0. 038 ± 0. 001cB	0. 037 ± 0. 03cB	0. 014 ± 0. 01cC	0. 0367 ± 0. 01aA	0. 0217 ± 0. 02aA
1 000	2. 96 ± 0. 65aA	0. 249 ± 0. 04bA	0. 076 ± 0. 02bc AB	0. 0637 ± 0. 01bcBC	0. 057 ± 0. 02aA	0. 0466 ± 0. 02aA
2 000	3. 58 ± 0. 42aA	0. 342 ± 0. 06abA	0. 148 ± 0. 01abA	0. 1233 ± 0. 00abAB	0. 043 ± 0. 00aA	0. 034 ± 0. 01aA
4 000	3. 25 ± 0. 11aA	0. 234 ± 0. 03bA	0. 134 ± 0. 05ab AB	0. 1117 ± 0. 02abAB	0. 0255 ± 0. 01aA	0. 0417 ± 0. 02aA
8 000	2. 98 ± 0. 56aA	0. 2598 ± 0. 04bA	0. 15 ± 0. 05abA	0. 125 ± 0. 03aAB	0. 052 ± 0. 01aA	0. 0456 ± 0. 01aA
16 000	4. 10 ± 0. 79aA	0. 414 ± 0. 04aA	0. 18 ± 0. 01a A	0. 15 ± 0. 01aA	0. 05 ± 0. 01aA	0. 0053 ± 0. 00aA

注:表中数据为平均值 ± 标准误,同一列数据后标有不同小写字母表示经 Duncan's 多重比较有显著性差异($P < 0. 05$),同一列数据后标有不同大写字母表示经 Duncan's 多重比较有极显著性差异($P < 0. 01$)。下表同。

Date in the table are mean ± SE, and followed by different small or capital letters in the same column indicate significantly different at 0. 05 or 0. 01 level respectively by Duncan's multiple range test. The same below.

离开喷有 RbCl 的蚕豆当天和第 2 天,各浓度处理的中黑盲蝽体内 Rb 含量显著高于对照,而且除 1 000 ppm 外其他各浓度处理的中黑盲蝽体内 Rb 含量均极显著高于对照。第 4 天各浓度处理的中黑盲蝽体内 Rb 含量均显著高于对照,而且 8 000 和 16 000 ppm 处理的中黑盲蝽体内 Rb 含量均极显著高于对照。第 6 天除 1 000 ppm 处理的中黑盲蝽与对照不存在显著差异外,其他浓度处理的中黑盲蝽体内 Rb 含量仍显著高于对照。第 8、10 天除 16 000 ppm 处理外,其它浓度处理的中黑盲蝽体内 Rb 含量与对照均无显著差异(表 2)。

2. 2 不同浓度 RbCl 标记寄主植物对绿盲蝽和中黑盲蝽生命参数的影响

2. 2. 1 不同浓度 RbCl 标记寄主植物对绿盲蝽生命参数的影响 不同浓度的 Rb 标记寄主植物对绿盲蝽的寿命($F = 8. 496, P = 0. 0012$)、产卵量($F = 5. 153, P = 0. 009$)及后代的孵化率($\chi^2 = 25. 57; df = 5; P = 0. 000108$)均存在极显著的影响。但除了 16 000 ppm 处理的绿盲蝽的寿命、卵量及后代的孵化率极显著地低于对照外,其它浓度处理与对照相比,对绿盲蝽的寿命、卵量和后代的孵化率均无显著影响(表 3)。

表 2 不同 RbCl 浓度下 Rb 在中黑盲蝽体内滞留时间

Table 2 The residence times of Rb in *Adelphocoris suturalis* with different concentrations of RbCl

浓度 Concentration (ppm)	天数 Day (d)					
	0	2	4	6	8	10
0	0.0237 ± 0.02eD	0.025 ± 0.01cC	0.04 ± 0.014dC	0.0643 ± 0.01cB	0.0487 ± 0.00bB	0.065 ± 0.02bA
1 000	1.7107 ± 0.25dCD	0.2593 ± 0.03bBC	0.1721 ± 0.03cC	0.1131 ± 0.02bcAB	0.0633 ± 0.01bAB	0.072 ± 0.05bA
2 000	3.46 ± 0.42cBC	0.391 ± 0.04bB	0.2219 ± 0.04cBC	0.1775 ± 0.05abAB	0.058 ± 0.00bB	0.0623 ± 0.00bA
4 000	3.79 ± 0.44cB	0.272 ± 0.03bBC	0.2155 ± 0.02cBC	0.19 ± 0.01abAB	0.0688 ± 0.01bAB	0.059 ± 0.01bA
8 000	5.3 ± 0.16bB	0.425 ± 0.12bB	0.3733 ± 0.07bAB	0.165 ± 0.01abAB	0.051 ± 0.012bB	0.0633 ± 0.01bA
16 000	8.83 ± 0.79aA	0.714 ± 0.08aA	0.5083 ± 0.06aA	0.255 ± 0.07aA	0.0913 ± 0.00aA	0.1133 ± 0.01aA

表 3 取食不同 RbCl 浓度寄主植物对绿盲蝽寿命、产卵量及孵化率的影响

Table 3 Effects of different concentrations of RbCl on the longevity, fecundity, hatching rate of *Apolygus lucorum*

浓度 Concentration (ppm)	寿命(d) Longevity(d)	产卵量(粒) Fecundity (eggs per female)	孵化率(%) Hatching rate (%)	供试虫数(对) No. pairs tested	总产卵量(粒) Total fecundity
0	31.95 ± 0.87 abcA	37.47 ± 2.33aA	57.19 b	31	1 154
1 000	31.31 ± 0.55bcA	33.58 ± 1.40aA	52.54 ab	35	1 180
2 000	30.82 ± 0.43cAB	34.62 ± 3.21aA	56.73 b	35	1 181
4 000	33.22 ± 0.66abA	33.82 ± 1.68aA	57.17 b	44	1 485
8 000	33.64 ± 0.73aA	34.35 ± 1.52aA	59.61 b	18	609
16 000	28.13 ± 0.75dB	24.27 ± 0.86bB	46.47 a	17	411

2.2.2 不同浓度 RbCl 标记寄主植物对中黑盲蝽生命参数的影响 不同浓度的 Rb 标记对中黑盲蝽的寿命 ($F = 3.327, P = 0.041$)、卵量 ($F = 5.153, P = 0.001$) 及后代的孵化率 ($\chi^2 = 50.93$;

$df = 5; P = 8.94 \times 10^{-10}$) 的影响存在极显著差异。但 2 000 ppm 和 4 000 ppm RbCl 标记与对照相比, 对中黑盲蝽的寿命、卵量和后代孵化率均没有显著影响(表 4)。

表 4 取食不同 RbCl 浓度寄主植物对中黑盲蝽寿命、产卵量及孵化率的影响

Table 4 Effects of different concentrations of RbCl on the longevity, fecundity, hatching rate of *Adelphocoris suturalis*

浓度 Concentration (ppm)	寿命(d) Longevity(d)	产卵量(粒) Fecundity (eggs per female)	孵化率(%) Hatching rate (%)	供试虫数(对) No. pairs tested	总产卵量(粒) Total fecundity
0	22.90 ± 0.46aA	62.57 ± 0.73aA	41.82 a	26	1 619
1 000	22.54 ± 0.87abA	62.00 ± 5.50aA	53.41 c	26	1 599
2 000	22.38 ± 0.44abA	63.45 ± 5.55aA	44.52 ab	38	2 437
4 000	22.96 ± 0.40aA	64.88 ± 3.29aA	46.25 ab	35	2 517
8 000	20.23 ± 1.26bA	39.07 ± 2.41bB	48.57 bc	28	1 085
16 000	20.19 ± 0.40bA	41.69 ± 4.14bB	47.44 abc	17	704

2.3 Rb 在植物体内的滞留时间

经重复性方差分析, 2 000 ppm 处理的蚕豆叶片的 Rb 含量极显著地高于对照 ($df = 1, 6; F = 1552.69; P < 0.0001$), 是否清洗叶片对 Rb 含量无

显著影响 ($df = 1, 6; F = 0.38; P = 0.5594$)。这表明蚕豆叶片可以在喷 2 000 ppm RbCl 溶液 2 d 内将 Rb 完全吸收到植物体内。Rb 标记叶片的 Rb 含量在第 2 和第 4 天间迅速下降, 然后随时间的

增加而逐渐降低(图1),不同日期间有极显著差异($df=4,6$; $F=60.46$; $P<0.0001$),第2天与第4、6、8、10、12天叶片内Rb含量均存在显著差异。

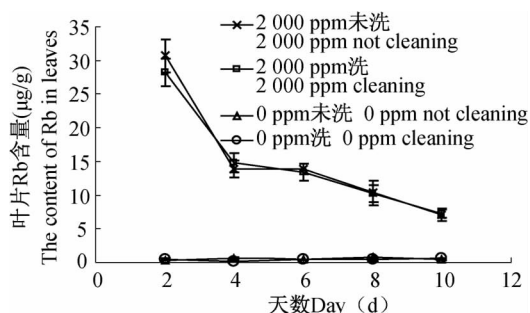


图1 0及2000 ppm RbCl浓度下未经清洗和清洗叶片内Rb含量变化趋势图

Fig.1 The changing trend of Rb in cleaning and not cleaning leaves with 0 and 2000 ppm RbCl

3 结论与讨论

本文通过用喷洒有不同浓度RbCl溶液的蚕豆饲喂绿盲蝽和中黑盲蝽,明确了Rb标记2种有害盲蝽的理想浓度。1000 ppm以上RbCl溶液喷洒在盲蝽寄主植物上能有效地标记2种盲蝽。但1000 ppm RbCl标记持续的时间较短(绿盲蝽持续2 d,中黑盲蝽持续4 d,而其它浓度标记可持续6 d)。16000 ppm RbCl对绿盲蝽的寿命、卵量及后代的孵化率均造成了不良影响。与绿盲蝽相比,中黑盲蝽对Rb浓度的反应更为复杂,8000、16000 ppm的RbCl均对中黑盲蝽的寿命和产卵量造成了不良影响,但1000和8000 ppm却提高了后代的孵化率。使用2000和4000 ppm的RbCl溶液进行标记,不会对绿盲蝽和中黑盲蝽生命活动及繁殖造成影响,因此,田间最适合的标记浓度为2000和4000 ppm。从环保和经济的角度出发建议选择2000 ppm为田间标记浓度。

本研究通过清洗和不清洗2种方法处理被标记的植物叶片,模拟了标记期间田间降雨和未降雨2种情况对Rb标记效果的影响。结果表明,标记后2 d内Rb已被植物吸收,是否清洗(降雨)对标记效果无影响。由于不论是被标记植物还是盲蝽,其体内Rb含量都在第2天至第4天有显著下降,而且田间种群发育不整齐,因此,在进行中黑盲蝽和绿盲蝽田间迁飞和扩散研究时,建议第1

次喷洒RbCl溶液后2 d再加强一次以保证田间标记效果。

参考文献 (References)

- Corbett A, Murphy BC, Rosenheim JA, Bruins P, 1996. Labeling an egg parasitoid, *Anagrus epos* (Hymenoptera: Mymaridae), with rubidium within an overwintering refuge. *Environ. Entomol.*, 25(1):29—38.
- Fernandes OA, Wright RJ, Baumgarten KH, Mayo ZB, 1997. Use of rubidium to label *Lysiphlebus testaceipes* (Hymenoptera: Braconidae), a parasitoid of greenbug (Homoptera: Aphididae), for dispersal studies. *Environ. Entomol.*, 26(5):1167—1172.
- Jackson GC, Debolt JW, 1990. Labeling of *Leiothrips uniformis*, a parasitoid of *Lygus* spp. with rubidium. *Southwestern Entomol.*, 15(3):239—243.
- Lu YH, Qiu F, Feng HQ, Li HB, Yang ZC, Wyckhuys KAG, Wu KW, 2008. Species composition and seasonal abundance of pestiferous plant bugs (Hemiptera: Miridae) on Bt cotton in China. *Crop Prot.*, 27(3/5):465—472.
- Lu YH, Wu KM, 2011. Mirid bugs in china: pest status and management strategies. *Outlooks on Pest Management*, 22(6):248—252.
- Polavarap US, Lonergan GC, Seabrook WD, 1992. Labelling the blueberry leafhopper, *Croesia curvalana* with foliar sprays of rubidium chloride. *Entomol. Exp. Appl.*, 63(2):143—153.
- SAS Institute. 2008. SAS Release 9.2 ed. SAS Institute, Cary, NC.
- Zar HJ, 1999. Biostatistical Analysis. Prentice Hall, New Jersey. 1—960.
- 陈培育, 封洪强, 李国平, 郭线茹, 2010. 绿盲蝽滞育与非滞育卵的形态学观察. 河南农业大学学报, 44(1):83—85.
- 高宗仁, 李巧丝, 邱峰, 武豫清, 姜典志, 1992. 铷(Rb)标记棉盲蝽及其向棉田扩散为害的研究. 中国农业科学, 25(6):15—21.
- 郭小奇, 付晓伟, 封洪强, 邱峰, 郭线茹, 2008. 不同寄主对中黑盲蝽(*Adelphocoris suturalis*)生长发育和繁殖的影响. 生态学报, 28(4):1514—1520.
- 刘洪春, 付桂月, 刘耀武, 刘德志, 陶凤梅, 2000. 近年棉田害虫发生防治的几个新特点. 江西棉花, 22(3):32—33.
- 陆宴辉, 吴孔明, 蔡晓明, 刘仰青, 2008. 利用四季豆饲养盲蝽的方法. 植物保护学报, 35(3):216—219.
- 马晓牧, 张青文, 蔡青年, 徐环李, 李继军, 翟雷霞, 杨玉枫,

2004. 2003 年冀南棉区绿盲蝽暴发危害. 植物保护, 30(3):90.
- 宋国晶,李国平,封洪强,李海平,邱峰,2010a. 微量元素标记技术及其在昆虫生态学中的应用. 华东昆虫学报, 19(4):315—320.
- 宋国晶,李国平,封洪强,李海平,邱峰. 2010b. 用正交试验法优选绿盲蝽若虫人工饲料配方. 植物保护, 36(6):96—99.