河南省绿盲蝽和中黑盲蝽春季迁移能力的铷标记研究*

宋国晶[1,2] 封洪强[1**] 李国平[1] 张丽霞[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 利用铷标记方法对河南省绿盲蝽 *Apolygus lucorum* (Meyer-Dür)和中黑盲蝽 *Adelphocoris suturalis* Jakovlev 的春季迁移现象进行了研究。结果表明:在河南省 2 种棉盲蝽均有较强的迁移能力。绿盲蝽 2 d 内可迁移 2 560 m(试验最远回捕距离),中黑盲蝽 6 d 内可迁移 5 120 m(试验最远回捕距离)。本文提供了春季绿盲蝽和中黑盲蝽由越冬场所向棉田转移的直接证据。

关键词 铷标记,绿盲蝽,中黑盲蝽,春季迁移

Using the Rb marking technique to track the spring migration of *Apolygus lucorum* and *Adelphocoris suturalis* in Henan

SONG Guo-Jing[1,2] FENG Hong-Qiang[1**] LI Guo-Ping[1] ZHANG Li-Xia[1] QIU Feng[1] LI Hai-Ping[2]

(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 The spring migration of *Apolygus lucorum* (Meyer-Dür) and *Adelphocoris suturalis* Jakovlev was investigated with the Rb marking technique. Direct evidence for immigration into cotton fields from overwintering sites during spring was found. Both species were highly mobile; *A. lucorum* was capable of moving at least 2 560 m within 2 days and *A. suturalis* 5 120 m within 6 days. These are the longest insect migrations from overwintering sites so far recorded in Henan Province.

Key words Rb-marking, *Apolygus lucorum*, *Adelphocoris suturalis*, spring migration

随着我国大面积推广种植抗虫棉,绿盲蝽 *Apolygus lucorum* (Meyer-Dür)和中黑盲蝽 *Adelphocoris suturalis* Jakovlev 等盲蝽类害虫逐渐取代棉铃虫上升为我国棉田的主要害虫(Lu *et al.*, 2010)。近年随着棉花种植结构的调整,绿盲蝽、中黑盲蝽的发生有加重的趋势,成为长江与黄河流域棉区的优势种,给我国棉花生产造成了重大损失(Lu *et al.*, 2008, 2010;陆宴辉和吴孔明, 2008; Lu and Wu, 2011)。

盲蝽的寄主植物范围广泛,已报道有 50 余科 200 多种,包括棉花、枣树、葡萄、樱桃、苹果、茶树等多种重要作物,但其中大部分为一年生的作物、杂草等,这些植物通常只在短时间内适合盲蝽的产卵、取食(曹赤阳和万长寿,1983; 陆宴辉和吴孔明, 2008)。因此,在盲蝽的年生活史中,其寄主植物间的季节性转移、扩散是一个重要的组成部分。

我国早在 20 世纪 50 年代就发现棉盲蝽每年有 2 次大规模的转移:早春时分,由越冬场所和早春寄主向棉田转移;夏末秋初,又从棉田向越冬场所转移(朱弘复和孟祥玲,1958)。但由于当时研究手段有限,这些结果都是通过种群动态调查结

* 资助项目:公益性行业(农业)科研专项(201103012-7)。

** 通讯作者,E-mail: feng_hq@163.com

收稿日期:2012-02-26,接受日期:2012-04-19

果推测出来的,缺乏直接的证据。在 20 世纪 90 年代,高宗仁等(1992)用铷标记技术证实了苜蓿盲蝽和中黑盲蝽由早春寄主向棉田的迁移扩散,但标记回收的距离仅限 300 m 以内。室内吊飞试验证明 4 种棉盲蝽一昼夜可飞行 25 ~45 km(陆宴辉,2008; Lu *et al.*, 2009),朱弘复和孟祥玲(1958)也曾描述过绿盲蝽飞翔能力很强,没有到达不了的棉田。因此,本研究利用 Rb 标记技术对绿盲蝽和中黑盲蝽在不同自然生态环境(棉区、枣园和梨园)条件下的春季迁移行为和迁移的距离进行了进一步的研究。

1　材料与方法

1.1　试验地点

2009 年春季于河南省商丘市宁陵梨区、河南省郑州市新郑枣区,2009、2010 年春于河南省南阳市棉区进行试验。试验前对各地区绿盲蝽、中黑盲蝽越冬寄主杂草进行网捕调查,寻找虫口密度较大的杂草地约 200 m^2 作为标记虫源地。在首次喷洒 RbCl 前调查并记录虫源地的虫口密度,同时大量采集绿盲蝽、中黑盲蝽用于田间 Rb 含量水平检测。

1.2　标记和回捕

根据宋国晶等(2012)的研究结果,在虫源地的绿盲蝽、中黑盲蝽发育到 4、5 龄若虫时用喷雾器向杂草上喷洒 2 000 ppm 的 RbCl 溶液,间隔 2 d 再次喷 1 次 RbCl。2010 年为加强标记效果,在第 2 次标记后间隔 6 ~7 d 再进行第 3 次喷洒标记。

在第 2 次喷 RbCl 后以 200 m^2 的地块为中心在不同方向、不同距离逐日或每隔 1 ~2 d 回捕 1 次。试验设计的回捕距离分别为 10、20、40、80、160、320、640、1 280、2 560、5 120 m,但由于作物布局和人力情况的变化,最大回捕距离和间距因地区、年份而有所不同,详见结果与分析。将每个回捕点回捕到的绿盲蝽、中黑盲蝽装入离心管中,置于 -20℃的冰箱中保存并逐一检测铷含量。

1.3　Rb 含量检测

参照宋国晶等(2012)的方法,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℃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后使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。

2　结果与分析

2.1　绿盲蝽春季迁移

2.1.1　2009 年春季宁陵梨园区绿盲蝽的迁移

2009 年春季宁陵梨园区标记虫源地杂草上第 1 代绿盲蝽种群密度为 20 头/m^2。未喷洒 RbCl 前捕到的绿盲蝽样本体内含 Rb 量最大值为 0.3548 μg/头(n =20)。超过此含量的个体即被认为是被标记的个体。不同时间不同距离回捕虫量和被标记率见表 1。第 1 次回捕前对标记虫源地的绿盲蝽取样检测表明绿盲蝽的标记率达到 71% (n = 21)。本次标记回捕试验,在标记后 2 ~15 d 内

表 1　2009 年春季宁陵地区绿盲蝽种群不同时间和距离的回捕数量和被标记率

Table 1　The number of recaptured and marked rate of *Apolygus lucorum* in Ningling area in spring, 2009

回捕时间(d) Recapture time(d)	回捕距离(m) Range of recapture(m)					
	20	40	80	160	200	400
2	0(14)	0(7)	0(3)	0(7)	0(2)	0(6)
5	15.38(13)	20.00(10)	7.69(13)	0(5)	20.00(10)	4.00(25)
7	20.00(15)	10.53(19)	0(22)	0(18)	5.00(20)	0(21)
10	11.76(17)	5.56(18)	0(16)	0(22)	0(18)	0(20)
11	0(5)	0(7)	0(15)	0(19)	0(11)	0(18)
12	0(19)	0(20)	0(15)	4.35(23)	5.26(19)	9.52(21)
15	0(18)	0(15)	0(18)	0(20)	0(14)	0(5)

注:表中以田间绿盲蝽 Rb 含量 0.3548 μg/头为对照,表中数据为绿盲蝽标记百分率(%),括号内数字表示取样量。

The CK is 0.3548 μg /bug. The data in the table are the marked percentage of *A. lucorum*. The data in the bracket are the No. of the sample.

在距标记中心 20、40、80、160、200、400 m 的不同距离进行回捕,共回捕到 623 头绿盲蝽成虫,经过检测有 21 头绿盲蝽体内 Rb 含量明显高于对照,标记个体比例为 3.37%。标记后第 5、7、10、12 天均回捕到了被 Rb 元素标记的绿盲蝽成虫,在距标记中心 20 ~ 400 m 的不同距离处都回捕到了被标记的绿盲蝽成虫。第 5 天和第 12 天在最大回捕距离即 400 m 处回捕到了被标记的绿盲蝽。

2.1.2 2009 年春季新郑枣区绿盲蝽的迁移 2009 年春季新郑枣区标记虫源地杂草上第 1 代绿盲蝽种群密度为 25 头/m^2。未喷洒 RbCl 前捕到的绿盲蝽样本体内含 Rb 量最大为 0.1553 μg/头(n = 18)。超过此含量的个体即被认为是被标记的个体。第 1 次回捕前对标记虫源地的绿盲蝽取样检测表明绿盲蝽的标记率达到 70%(n = 20)。本次标记回捕试验,在标记后 1 周内在距标记中心 10、20、40、80、160、320、640、1 280 m 的不同距离进行回捕,共回捕 4 470 头绿盲蝽成虫,经过室内检测有 32 头绿盲蝽体内 Rb 含量明显高于对照,标记个体比例为 0.72%,不同时间不同距离回捕虫量和标记率见表 2。标记后第 1 ~ 3 天回捕到被标记的距离逐渐增加,表明绿盲蝽成虫是逐渐向周围迁移的,每天迁移几十米。标记后第 6 天在距回捕中心 1 280 m 处回捕到了绿盲蝽成虫,表明 6 d 内绿盲蝽至少可迁移 1 280 m(最大回捕距离)。

表 2 2009 年春季新郑地区绿盲蝽种群不同时间和距离的回捕数量和被标记率

Table 2 The number of recaptured and marked rate of *Apolygus lucorum* in Xinzheng area in spring, 2009

回捕时间(d) Recapture time (d)	回捕距离(m) Range of recapture (m)							
	10	20	40	80	160	320	640	1 280
1	3.3(60)	0(71)	0(69)	0(55)	0(58)	0(67)	0(70)	0(69)
2	0(80)	2.6(76)	0(54)	3.9(77)	0(70)	0(79)	0(69)	0(129)
3	4.8(62)	1.4(73)	3.2(94)	0(70)	4.2(72)	2.1(97)	0(77)	0(117)
4	0(55)	0(79)	0(67)	0(90)	0(79)	0(77)	0(95)	0(70)
5	0(82)	0(69)	1.5(65)	1.3(79)	0(84)	0(81)	0(102)	0(84)
6	0(58)	4.7(64)	0(87)	1.7(60)	2.5(79)	0(86)	0(107)	0.5(206)
7	0(57)	1.9(52)	1.3(76)	0(87)	0(85)	0(91)	0(85)	0(117)

注:表中以绿盲蝽田间 Rb 含量 0.1553μg/头为对照,表中数据为绿盲蝽的标记百分率,括号内数字表示取样量。

The CK is 0.1553 μg /bug. The data in the table are the marked percentage of *A. lucorum*. The data in the bracket are the No. of the sample.

2.1.3 2010 年春季南阳绿盲蝽的迁移 2010 年春季南阳棉标记虫源地杂草上第 1 代绿盲蝽种群密度为 10 头/m^2。未喷洒 RbCl 前捕到的绿盲蝽样本体内含 Rb 量最大值为 0.155 μg/头(n = 24)。超过此含量的个体即被认为是被标记的个体。

第 1 次回捕前对标记虫源地绿盲蝽取样检测表明绿盲蝽的标记率达到 75%(n = 20)。本次标记回捕试验,在标记后 2 ~ 14 d 内在距标记中心 10、20、40、80、160、320、640、1 280、2 560 m 的不同距离进行回捕,共回捕 1 003 头绿盲蝽成虫,经过检测有 39 头绿盲蝽体内 Rb 含量明显高于对照,标记个体比例为 3.89%,不同时间不同距离回捕虫量和被标记率见表 3。

标记后第 2 天,在距标记中心 10、640、2 560 m 的距离回捕到了绿盲蝽成虫。标记后第 2、8、14 天均在距标记中心 2 560 m 处回捕到了被标记的绿盲蝽成虫,说明绿盲蝽具有很强的转移能力,最快的 2 d 可迁移 2 560 m。

2.2 中黑盲蝽的春季迁移

2.2.1 2009 年春季南阳棉区中黑盲蝽的迁移 2009 年春季南阳棉区标记虫源地杂草上第 1 代中黑盲蝽种群密度为 22 头/m^2。未喷洒 RbCl 前捕到的中黑盲蝽样本体内含 Rb 量最大值为 0.535 μg/头(n = 20)。超过此含量的个体即被认为是被标记的个体。第 1 次回捕前对标记虫源地的中黑盲蝽取样检测表明绿盲蝽的标记率达到 67%(n = 27)。

表 3　2010 年春季南阳地区绿盲蝽种群不同时间和距离的回捕数量和被标记率

Table 3　The number of recaptured and marked rate of *Apolygus lucorum* in Nanyan area in spring, 2010

回捕时间(d) Recapture time (d)	回捕距离(m) Range of recapture(m)								
	10	20	40	80	160	320	640	1 280	2 560
2	8.33(12)	0(4)	0(4)	0(10)	0(9)	0(18)	8.33(12)	0(15)	24.14(29)
4	0(7)	0(9)	7.70(13)	8.33(12)	10.00(10)	0(16)	0(23)	0(19)	0(11)
6	0(8)	0(11)	0(9)	0(14)	10(10)	0(17)	0(7)	0(40)	0(18)
8	22.22(9)	0(4)	14.29(7)	9.09(11)	24.13(29)	36.36(11)	7.70(13)	0(11)	23.53(17)
10	0(21)	0(8)	7.41(27)	0.50(20)	0(18)	0(23)	0(30)	0(27)	0(25)
12	0(11)	0(28)	0(25)	0(13)	0(18)	0(6)	0(11)	5.00(20)	0(24)
14	0(14)	0(21)	0(19)	0(18)	0(20)	0(24)	0(15)	4.76(21)	5.88(17)

注:表中以绿盲蝽田间 Rb 含量 0.155 μg/头为对照,表中数据为绿盲蝽标记百分率,括号内数字表示取样量。

The CK is 0.155 μg /bug. The data in the table are the marked percentage of *A. lucorum*. The data in the bracket are the No. of the sample.

本次标记回捕试验,在标记后 2 ~ 14 d 内在距标记中心 10、20、40、80、160、320、640、1 280、2 560 m 的不同距离进行回捕,共回捕 1 234 头中黑盲蝽成虫,经过检测有 52 头中黑盲蝽体内 Rb 含量明显高于对照,标记个体比例为 4.21%,不同时间不同距离回捕虫量和被标记率见表 4。标记后第 2、4、6、8 天回捕到了被标记的中黑盲蝽成虫,而第 10、12 和 14 天各个距离均未回捕到被标记的昆虫。标记后第 2 天,在距标记中心 10、20、40、80、160、320、1 280 m 的距离回捕到了中黑盲蝽成虫,标记后第 6 天在距标记中心 5 120 m 处回捕到了被标记的中黑盲蝽成虫。结果表明:在南阳棉区,中黑盲蝽在 2 d 内可迁移 1 280 m,6 d 内可以迁移 5 120 m(最大回捕距离)。

表 4　2009 年春季南阳地区中黑盲蝽种群不同时间和距离的回捕数量和被标记率

Table 4　The number of recaptured and marked rate of *Adelphocoris suturalis* in Nanyang area in spring, 2009

回捕时间(d) Recapture time(d)	回捕距离(m) Range of recapture(m)									
	10	20	40	80	160	320	640	1 280	2 560	5 120
2	11.76(17)	25.00(16)	4.76(21)	6.45(31)	7.41(27)	6.25(32)	12.00(25)	28.57(21)	0(6)	0(9)
4	5.00(20)	12.50(24)	13.33(15)	6.25(16)	3.70(27)	9.68(31)	8.70(23)	13.33(30)	0(19)	0(19)
6	0(16)	0(14)	0(20)	5.89(17)	3.33(30)	2.63(38)	11.77(34)	7.69(26)	0(8)	5.56(18)
8	6.67(15)	0(18)	0(16)	0(17)	0(22)	4.00(25)	0(29)	3.23(31)	0(18)	0(17)
10	0(10)	0(9)	0(15)	0(14)	0(23)	0(17)	0(20)	0(21)	0(9)	0(13)
12	0(13)	0(13)	0(10)	0(9)	0(20)	0(22)	0(15)	0(20)	0(9)	0(13)
14	0(6)	0(5)	0(8)	0(8)	0(15)	0(14)	0(14)	0(4)	0(4)	0(3)

注:表中以田间中黑盲蝽 Rb 含量 0.535 μg/头为对照,数据为中黑盲蝽标记百分率,括号内数字表示取样量。

The CK is 0.535 μg /bug. The data in the table are the marked percentage of *A. suturalis*. The data in the bracket are the No. of the sample.

2.2.2　2010 年春季南阳中黑盲蝽的迁移　2010 年春季南阳棉区标记虫源地杂草上第 1 代中黑盲蝽种群密度为 12 头/m^2。未喷洒 RbCl 前捕到的中黑盲蝽样本体内含 Rb 量最大值为 0.21 μg/头(n = 15)。超过此含量的个体即被认为是被标记的个体。不同时间不同距离回捕虫量和被标记率见表 5。第 1 次回捕前对标记虫源地的中黑盲蝽取样检测表明绿盲蝽的标记率达到 83%(n = 20)。本次标记回捕试验共回捕 903 头中黑盲蝽成虫,经过检测有 21 头中黑盲蝽体内 Rb 含量明显高于对照,标记个体比例为 2.33%,标记后第 2、4、8、10 天回捕到了被标记的中黑盲蝽成虫,而

第 6、12、14 天各距离均未捕到标记昆虫。标记后第 10 天在距标记中心 1 280 m 处回捕到了被标记的中黑盲蝽成虫,表明中黑盲蝽可迁移至少 1 280 m(最大回捕距离)。

表 5 2010 年春季南阳地区中黑盲蝽种群不同时间和距离的回捕数量和被标记率

Table 5 The number of recaptured and marked rate of *Adelphocoris suturalis* in Nanyang area in spring, 2010

回捕时间(d) Recapture time (d)	回捕距离(m) Range of recapture(m)								
	10	20	40	80	160	320	640	1 280	2 560
2	0(23)	8.00(25)	0(19)	0(25)	0(33)	0(22)	0(36)	0(33)	0(12)
4	7.14(14)	0(10)	0(17)	0(16)	0(20)	0(16)	0(11)	0(17)	0(10)
6	0(11)	0(10)	0(16)	0(19)	0(22)	0(25)	0(18)	0(12)	0(4)
8	18.75(16)	0(12)	0(15)	8.70(23)	10.52(19)	34.96(14)	0(4)	0(5)	0(2)
10	0(17)	13.30(14)	5.90(17)	7.70(13)	0(15)	0(13)	0(12)	10.53(19)	0(20)
12	0(8)	0(7)	0(9)	0(9)	0(10)	0(14)	0(16)	0(15)	0(15)
14	0(11)	0(3)	0(9)	0(5)	0(4)	0(3)	0(9)	0(6)	0(4)

注:表中以中黑盲蝽田间 Rb 含量 0.21 μg/头为对照,表中数据为中黑盲蝽的标记百分率,括号内数字表示取样量。

The CK is 0.21 μg/bug. The data in the table are the marked percentage of *A. suturalis*. The data in the bracket are the No. of the sample.

3 结论与讨论

2009 和 2010 年春季在河南省梨园区、枣园区和棉区进行的绿盲蝽标记回捕试验表明绿盲蝽春季具有较强的迁移能力,在梨园区、枣园区和棉区至少可迁移 400、1 280 和 2 560 m(均为最大回捕距离)。2010 年春季在河南省南阳棉区对中黑盲蝽的标记回捕试验结果表明中黑盲蝽至少可迁移 5 120 m(为最大回捕距离)。本研究检测到的绿盲蝽和中黑盲蝽的春季迁移距离远大于高宗仁等(1992)在河南省太康地区和南阳地区检测到的苜蓿盲蝽和中黑盲蝽的春季迁移距离(150 m 和 200 m)。但两者的研究结果并不矛盾,因为盲蝽均到达了最大回捕距离,均未能估计出盲蝽的最大迁移能力。虽然本研究尚未能估计出 2 种盲蝽自然种群的最大春季迁移能力,但本研究测得的盲蝽的迁飞能力已足以使 2 种盲蝽跨越一定的空间距离从而在可能分属于不同农户(或村庄)的不同作物(或果树、蔬菜和杂草)间进行自由选择,为盲蝽种群动态模型的建立奠定了基础。

本研究中 2009 年开始回捕后并未对虫源地进行加强标记,2010 年在回捕开始后一星期又对虫源地进行了加强标记。不论是否在回捕后一星期进行再次加强标记,在 7 d 以后均能回捕到被标记的昆虫。室内试验表明铷标记仅能在盲蝽体内残留 6 ~ 7 d(宋国晶等,2012),因此这些回捕开始 7 d 后仍被标记的盲蝽很可能是迁出被标记虫源地较晚,而非持续飞行了 7 d 以上才到达回捕地的。由于田间种群发育不整齐,高浓度的 Rb 在被标记的植物体内残留可超过 10 d(宋国晶等,2012),一部分羽化较晚或离开被标记寄主较晚的盲蝽,很有可能在被标记寄主植物上持续取食而得到标记。因此,本研究中2 种盲蝽到达最大回捕距离的时间应在一周以内。除 2009 年新郑枣园绿盲蝽最大迁移距离有逐日增加现象外,其它试验区均存在突然各个回捕距离同时捕到标记昆虫的现象,且被标记率并未随距离增加而减少。由此可见盲蝽在自然条件下的迁移是复杂多样的,同时也不能排除其在一夜之间迁移到了最大回捕距离的可能。盲蝽的春季迁移可能跟风向、风速、温度、湿度以及周围的寄主植物等环境因素有关,需要更加详细的设计试验来明确盲蝽的春季迁移行为。如果盲蝽能在一夜之间到达最大回捕距离,那么本研究所估计的迁移能力远远小于盲蝽的实际迁移能力。因此对盲蝽的远距离迁飞研究将是非常必要的。

铷元素是自然界存在的一种微量元素,在本研究中自然盲蝽种群的铷含量在 0.155 和 0.535 μg/头之间,地区间差异较明显,因此在利用铷标记技术时不能忽略自然界中铷的影响。本研究中

喷洒2 000 ppm RbCl 溶液到 2 种盲蝽自然寄主上进行盲蝽的标记所得盲蝽的标记率在 70% 左右,高的也只有 83%,明显低于室内试验的标记率(宋国晶等,2012)。本研究中回捕样品中标记个体的比例最大为 4.2%,平均仅 0.7%,远低于高宗仁等(1992)的结果(83% 或 92.6%)。这种差异可以理解为是自然条件下的不确定因素导致的,也可以理解为是由于邻近的未标记种群迁入导致的,这表明 2 种盲蝽自然种群存在频繁的迁移。

综上,2 种盲蝽春季的迁移能力很强,不但可以转移到临近的棉田或果园为害,还可以转移到几千米外的棉田和果园为害。因此,在采取铲除越冬寄主或越冬寄主上的越冬种群的方法控制 2 种盲蝽的为害时(高宗仁等,1992),一定要在大范围内统一实施才可能取得理想的效果。

参考文献(References)

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: 248—252.

Lu YH, Wu KM, Jiang YY, Xia B, Li P, Feng HQ, Wyckhuys KAG, Guo YY, 2010. Mirid bug outbreaks in multiple crops correlated with wide-scale adoption of Bt cotton in China. *Science*, 328(5982):1151—1154.

Lu YH, Wu KM, Wyckhuys KAG, Guo YY, 2009. Comparative flight performance of three important pest *Adelphocoris* species of Bt cotton in China. *Bull. Entomol. Res.*, 99(6):543—550.

曹赤阳, 万长寿, 1983. 棉盲蝽的防治. 上海科学技术出版社. 1—60.

高宗仁, 李巧丝, 邱峰, 武豫清, 姜典志, 1992. 铷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.

陆宴辉, 吴孔明, 2008 盲椿象的生物学及控制技术. 北京: 金盾出版社. 1—151.

陆宴辉, 2008. 盲蝽蠓生态适应性研究. 博士学位论文. 北京: 中国农业科学院.

宋国晶, 封洪强, 李国平, 刘冰, 邱峰, 李海平. 2012. 铷对两种盲蝽及其寄主植物的标记与影响. 应用昆虫学报, 49(2):614—619.

朱弘复, 孟祥玲, 1958. 三种棉盲蝽的研究. 昆虫学报, 8(2):97—117.

河南省绿盲蝽秋季迁移的铷标记研究*

宋国晶[1,2] 封洪强[1**] 李国平[1] 张丽霞[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 利用铷(Rb)标记方法对秋季绿盲蝽 *Apolygus lucorum* (Meyer-Dür)迁移现象及其寄主种类进行了研究。铷标记回捕试验证明了秋季绿盲蝽由棉田转移到杂草上取食。在河南绿盲蝽一周内可迁移到 2 560 m(试验最远回捕距离)。秋季由棉田迁出的绿盲蝽主要集中在艾蒿和葎草上取食。对这 2 种主要寄主植物作为绿盲蝽越冬寄主的可能性进行了讨论。

关键词 铷标记, 绿盲蝽, 迁出, 秋季寄主

Autumn migration of *Apolygus lucorum* in Henan Province revealed by the Rb marking technique

SONG Guo-Jing[1,2] FENG Hong-Qiang[1**] LI Guo-Ping[1] ZHANG Li-Xia[1] QIU Feng[1] LI Hai-Ping[2]

(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 The autumn migration from cotton fields and the post-migration hosts of *Apolygus lucorum* (Meyer-Dür) were investigated with the Rb marking technique. The results suggested that the cotton mirid *A. lucorum* emigrated from cotton fields to feed on weeds during autumn. *A. lucorum* could move at least 2 560 m (the maximum recapture range) away from overwintering sites within a week in Henan Province. Weeds like *Artemisia argyi* and *Humulus scandens* were the main autumn hosts of *A. lucorum* in this region. The possibility that these two species are the overwintering hosts of *A. lucorum* is discussed.

Key words Rb marking, *Apolygus lucorum*, emmigration, autumn host

棉花是我国重要的经济作物,自 1999 年大面积推广种植抗虫棉以来,有效控制了棉铃虫的为害(Wu *et al.*, 2008)。但由于棉田化学农药的施用次数和用量降低,使得绿盲蝽的发生数量剧增,危害加重,成为当前我国转 Bt 基因棉花上的主要害虫(Wu *et al.*, 2002; Lu *et al.*, 2008; Lu and Wu, 2011)。近几年绿盲蝽发生危害加重,给我国棉花生产造成了严重损失(Lu and Wu, 2011)。绿盲蝽的寄主植物范围广泛,已报道有 50 余科 200 多种,包括棉花、枣树、葡萄、樱桃、苹果、茶树等多种重要作物(曹赤阳和万长寿,1983; 陆宴辉和吴孔明, 2008)。绿盲蝽有趋花习性,春季由越冬寄主或早春寄主大量迁入棉田,秋季又由棉田迁出到越冬寄主上,从而形成一个完整的生活史循环(朱弘复和孟祥玲, 1958;陆宴辉, 2008; 陆宴辉和吴孔明, 2008;Lu and Wu, 2011)。研究绿盲蝽的季节性寄主转移行为、迁移能力以及绿盲蝽的秋季寄主和越冬寄主植物种类对切断其生活史循环、有效的防治绿盲蝽具有重要意义。

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(宋国晶等, 2010),可为绿盲蝽的季节性转移提供直接证据,并测定其在自然条件下的转移能力(高宗仁等,1992; 宋国晶等, 2012a, 2012b)。高宗仁等(1992)及宋国晶等

* 资助项目:公益性行业科研专项(201103012-7)。

** 通讯作者,E-mail:feng_hq@163.com

收稿日期:2012-02-27,接受日期,2012-04-20

(2012b)利用 Rb 标记技术明确了绿盲蝽、中黑盲蝽和苜蓿盲蝽春季具有很强的迁移能力,为盲蝽的春季迁移提供了直接证据。但盲蝽的秋季迁移还没有直接的证据,本文在前人研究基础之上利用 Rb 标记方法研究了绿盲蝽秋季由棉田向秋季寄主迁移的能力并对绿盲蝽的越冬寄主植物选择进行了讨论。

1　材料与方法

1.1　试验地点

2009、2010 年 9 月中下旬于河南省南阳市棉区,2010 年 9 月中下旬河南省新乡市原阳县河南现代农业研究开发基地进行试验。试验前对棉田盲蝽虫口密度及龄期进行调查,选择虫口密度较大的棉田,在最后一代若虫发育到 4、5 龄时进行 Rb 标记。在首次喷洒 RbCl 前调查并记录虫源地的虫口密度,同时大量采集绿盲蝽用于田间 Rb 含量水平检测。

1.2　标记和回捕

选取待标记虫源地虫口密度较大的约 200 m^2 的地块,用喷雾器向棉田喷洒 2 000 ppm 的 RbCl 溶液,间隔 2 d 再次喷 1 次 RbCl。2010 年为加强标记效果,在第 2 次标记后间隔 6 ~ 7 d 再进行第 3 次喷洒标记。

第 2 次喷 RbCl 后第 3 天起每隔 1 d 以 200 m^2 的标记虫源地为中心在不同方向、不同距离进行回捕。试验设计的回捕距离分别为 10、20、40、80、160、320、640、1 280、2 560、5 120 m,但由于作物布局和人力情况的变化,最大回捕距离和间距因地区、年份而有所不同,详见结果与分析。将每个回捕点回捕到的绿盲蝽装入离心管中,并注明回捕日期、方向、寄主植物,放入 -20℃的冰箱中保存。

1.3　样品 Rb 含量检测

参照宋国晶(2012a)的方法,将绿盲蝽单头分装到 20 mL 的坩埚中放于电炉上烘烤将盲蝽炭化,再置于 480℃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。

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。

2　结果与分析

2.1　绿盲蝽秋季迁移

2.1.1　2009 年秋南阳棉区绿盲蝽的迁移　2009 年 9 月中下旬南阳棉区标记棉田末代绿盲蝽种群密度为 2 头/株。未喷洒 RbCl 前捕到的绿盲蝽样本体内含 Rb 量最大值为 0.1863 μg/头(n =23)。超过此含量的个体即被认为是被标记的个体。第 1 次回捕前对标记虫源地的绿盲蝽取样检测表明绿盲蝽的标记率达到 76%(n = 17)。

本次标记回捕试验,不同时间不同距离回捕虫量和被标记率见表 1。标记后第 3、7、10 天在距标记中心 50、100、200、400、800 m 的不同距离进行回捕,共回捕 1 223 头绿盲蝽成虫,经过检测有 27 头绿盲蝽体内 Rb 含量明显高于对照,被标记个体比例为 2.21%。标记后第 3、7、10 天均回捕到了被 Rb 元素标记的绿盲蝽成虫。标记后第 3 天在距标记中心 200 m 处回捕到了被标记的绿盲蝽成虫,第 7 天在距标记中心 800 m 处回捕到了被标记的绿盲蝽成虫,这表明秋季绿盲蝽由棉田迁出,7 d 内可迁移 800 m 的距离(最远回捕距离)。

表 1　2009 年秋季南阳地区绿盲蝽种群不同时间和距离的回捕数量和被标记率

Table 1　The number of recaptured and marked rate of *Apolygus lucorum* in Nanyang area in autumn, 2009

回捕时间(d) Recapture time (d)	回捕距离(m) Range of recapture (m)				
	50	100	200	400	800
3	0(4)	5.0(20)	5.0(20)	0(97)	0(86)
7	0(18)	7.7(39)	3.5(115)	8.3(96)	5.6(127)
10	2.6(76)	0(99)	1.4(145)	0(152)	0(129)

注:表中以绿盲蝽田间 Rb 含量 0.1863 μg/头为对照,表中数据为绿盲蝽标记百分率,括号中数据为取样量。

The CK is 0.1863 μg/bug. The data in the table are the marked percentage of *A. lucorum*. The data in the bracket are the No. of the sample.

2.1.2 2010 年秋南阳棉区绿盲蝽的迁移 2010 年秋季南阳棉区标记棉田末代绿盲蝽种群密度为 4 头/株。未喷洒 RbCl 前捕到的绿盲蝽样本体内含 Rb 量最大值为 0.175 μg/头(n = 39)。超过此含量的个体即被认为是被标记的个体。第 1 次回捕前对标记虫源地的绿盲蝽取样检测表明绿盲蝽的标记率达到 80%(n = 15)。

本次标记回捕试验,不同时间不同距离回捕虫量和被标记率见表 2。在标记后 3 ~ 15 d 内在距标记中心 10、50、100、200、400、800、1 600、2 000 m 的不同距离进行回捕,共回捕 2 852 头绿盲蝽成虫,经过检测有 22 头绿盲蝽体内 Rb 含量明显高于对照,被标记个体比例为 0.77%。标记后第 3 至 13 天均回捕到了被 Rb 元素标记的绿盲蝽成虫。标记后第 9 天在距标记中心 1 600 m 处回捕到了被标记的绿盲蝽成虫,这表明秋季绿盲蝽由棉田迁出,可迁移到 1 600 m(最大回捕距离)以外的寄主上。

表 2 2010 年秋季南阳地区绿盲蝽种群不同时间和距离的回捕数量和被标记率

Table 2 The number of recaptured and marked rate of *Apolygus lucorum* in Nanyang area in autumn, 2010

回捕时间(d) Recapture time(d)	回捕距离(m) Range of recapture(m)							
	10	50	100	200	400	800	1 600	2 000
3	14.29(14)	0(40)	0(25)	0(53)	0(69)	0(72)	0(53)	0(0)
5	0(25)	0(23)	0(32)	3.37(89)	1.30(77)	1.25(80)	0(77)	0(0)
7	5.00(40)	3.33(30)	0(67)	3.28(61)	1.45(69)	1.41(71)	0(73)	0(0)
9	3.45(29)	0(36)	2.17(92)	0(70)	0(45)	1.00(100)	0.85(117)	0(0)
11	4.00(25)	0(22)	1.15(87)	0(77)	0(81)	0(38)	0(73)	0(76)
13	0(25)	3.45(29)	0(66)	0(65)	0(60)	0(69)	0(65)	0(0)
15	0(34)	0(19)	0(77)	0(67)	0(52)	0(62)	0(54)	0(0)

注:表中以绿盲蝽田间 Rb 含量 0.175 μg/头为对照,表中数据为绿盲蝽标记百分率,括号中数据为取样量。

The CK is 0.175 μg /bug. The data in the table are the marked percentage of *A. lucorum*. The data in the bracket are the No. of the sample.

2.1.3 2010 年秋新乡棉区绿盲蝽的迁移 2010 年秋季新乡棉区标记棉田最后代绿盲蝽种群密度为 2 头/株。未喷洒 RbCl 前捕到的绿盲蝽样本体内含 Rb 量最大值为 0.285 μg/头(n =27)。超过此含量的个体即被认为是被标记的个体。第 1 次回捕前对标记虫源地的绿盲蝽取样检测表明绿盲蝽的标记率达到 85%(n = 13)。

本次标记回捕试验,在标记后 3 ~ 15 d 内在距标记中心 10、20、40、80、160、320、640、1 280、2 560 m 的不同距离进行回捕,共回捕 2 250 头绿盲蝽成虫,经过检测有 40 头绿盲蝽体内 Rb 含量明显高于对照,被标记个体比例为 1.78%。不同时间不同距离回捕虫量和被标记率见表 3。标记后第 3 至 12 天均回捕到了被 Rb 元素标记的绿盲蝽成虫。标记后第 9 天在距标记中心 2 560 m 处回捕到了被标记的绿盲蝽成虫,这表明秋季绿盲蝽由棉田迁出,可迁移到 2 560 m(最大回捕距离)以外的寄主上。

2.2 绿盲蝽的主要秋季寄主

2.2.1 南阳棉区绿盲蝽主要秋季寄主 2009 和 2010 年秋季南阳棉区回捕结果表明绿盲蝽末代成虫秋季大量集中在艾蒿等杂草上,还有部分集中在大豆、梅豆、绿豆等豆类作物上(图 1)。根据各寄主上回捕昆虫的被标记数量分析,由棉田迁移到艾蒿上的绿盲蝽最多(占 61%),另外迁到加拿大蓬、葎草、绿豆、大豆、梅豆上的绿盲蝽成虫比例也较大(图 1)。

2.2.2 新乡棉区绿盲蝽主要秋季寄主 2010 年秋季新乡回捕结果表明,绿盲蝽末代成虫大量的集中在葎草、大豆、田菁、小藜、菊花、葎草、加拿大蓬和其他一些杂草上(图 2)。根据各寄主上回捕昆虫的被标记数量分析,新乡地区由棉田迁到葎草上的绿盲蝽所占比例最高,达 70%,迁到大豆、加拿大蓬等寄主上的也有一定比例。

表 3　2010 年秋季新乡地区绿盲蝽田种群不同时间和距离的回捕数量和被标记率

Table 3　The number of recaptured and marked rate of *Apolygus lucorum* in Xinxiang area in autumn, 2010

回捕时间(d) Recapture time (d)	回捕距离(m) Range of recapture (m)								
	10	20	40	80	160	320	640	1 280	2 560
3	0(43)	0(33)	5.71(35)	4.55(66)	0(66)	0(64)	0(34)	0(12)	0(8)
5	0(35)	4.00(25)	0(61)	3.75(80)	0(58)	2.86(35)	0(39)	4.35(23)	0(23)
7	0(33)	2.44(41)	0(40)	0(30)	1.81(55)	1.76(56)	0(40)	0(27)	0(33)
9	2.78(36)	0(25)	0(37)	0(59)	0(50)	0(82)	15.22(46)	9.38(32)	20.00(25)
12	17.60(17)	8.51(47)	2.38(42)	0(84)	0(57)	0(63)	0(38)	0(19)	0(35)
15	0(16)	0(28)	0(27)	4.00(50)	0(70)	0(71)	0(52)	0(26)	0(21)

注:以绿盲蝽田间 Rb 含量 0.285 μg/头为对照,表中数据为绿盲蝽标记百分率,括号中数据为取样量。

The CK is 0.285 μg /bug. The data in the table are the marked percentage of *A. lucorum*. The data in the bracket are the No. of the sample.

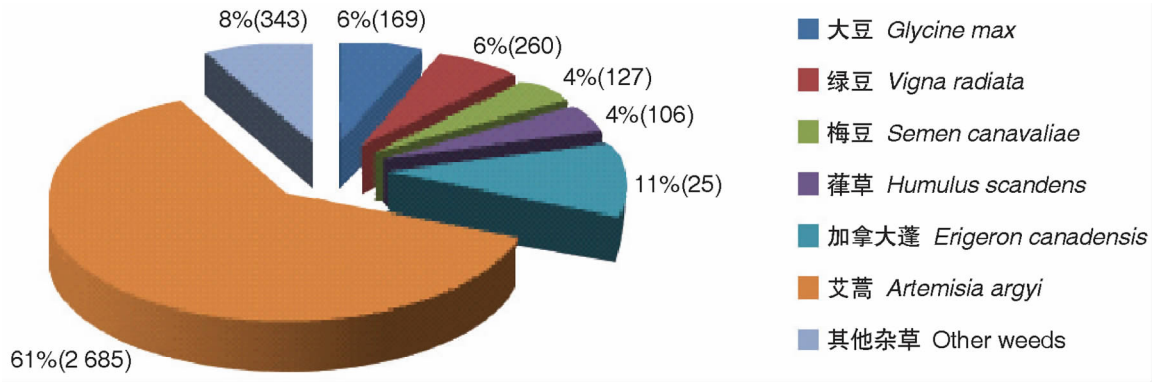

图 1　2009 年和 2010 年秋南阳地区被标记绿盲蝽在各寄主上所占的比例

Fig. 1　The proportion of marked *Apolygus lucorum* captured on different autumn host plants in Nanyang, 2009 and 2010

括号内的数字为该寄主上的捕获总虫量,下图同。

The numbers in brackets indicate the total number of *A. lucorum* adults captured on that host. The same below.

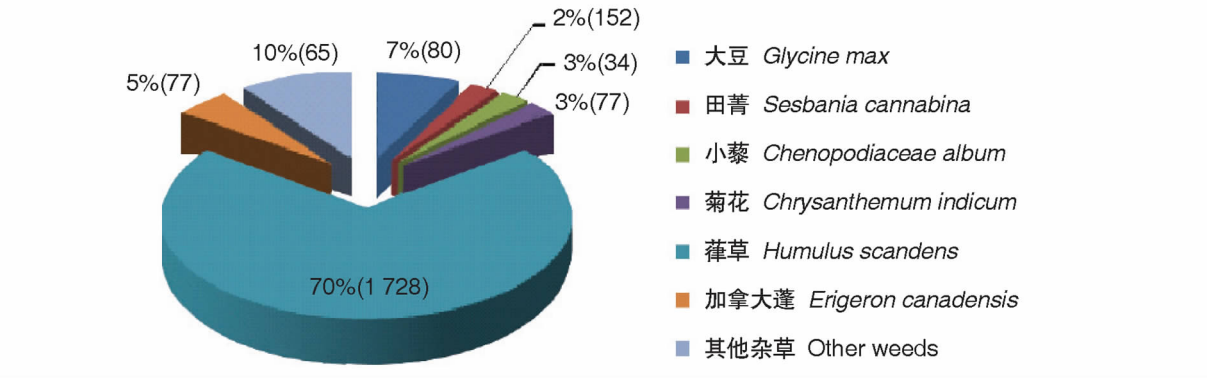

图 2　2010 年秋新乡被标记绿盲蝽在各寄主上所占的比例

Fig. 2　The proportion of marked *Apolygus lucorum* captured on different autumn host plants in Xinxiang, 2010

3 结论与讨论

本研究通过 Rb 标记技术提供了河南省绿盲蝽秋季由棉田向杂草大规模转移的直接证据。在河南省秋季绿盲蝽至少可迁移 2 560 m(最大回捕距离)。由于铷只能在盲蝽体内残留 6 ~ 7 d(宋国晶等,2012a, 2012b),因此 2 560 m 的迁移是在一周内完成的。由于被标记盲蝽迁移到了最大回捕距离,而且室内吊飞试验表明绿盲蝽 1 d 内最远可飞行 40 km(陆宴辉,2008),因此可以推断绿盲蝽秋季在田间的迁移距离可能远不止 2 560 m。

本研究通过分析被标记盲蝽在不同寄主上的分布明确了河南绿盲蝽秋季由棉田迁出后的主要寄主是艾蒿(南阳)和葎草(新乡),但由于本研究未调查各种杂草上的越冬卵量,也未进行罩笼试验,尚不能证明它们一定是绿盲蝽的主要越冬寄主。陆宴辉(2008)用罩网法研究了河北省廊坊地区绿盲蝽的越冬寄主植物,表明在河北省廊坊地区绿盲蝽有 80 种越冬寄主,菊科、豆科等 21 个科的多种植物均为绿盲蝽越冬寄主,其中艾蒿同样为绿盲蝽的主要的越冬寄主,与本研究结果一致,证明艾蒿是绿盲春的主要越冬寄主。但廊坊地区葎草上越冬的绿盲蝽数量不是很多,与本研究差别较大。这可能是由于绿盲蝽秋季先转移到正在开花的葎草上取食,但并不一定大量产卵,可能存在第 2 次大规模转移,需要进一步研究。

南阳地区和新乡地区绿盲蝽主要秋季寄主植物分别为艾蒿和葎草,这是由于 2 个地区杂草的种类有所差异,南阳地区大量生长着艾蒿、葎草这 2 种杂草,而新乡地区只大面积生长了葎草一种杂草,艾蒿很少见。因此可以推断:当 2 种杂草同时生长时,绿盲蝽会选择艾蒿作为秋季寄主并在其上产卵越冬,当只有葎草时,绿盲蝽则会先选择葎草作为暂时的秋季寄主植物,然后再转移到其它越冬寄主上产卵。

参考文献(References)

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.

Wu K, Li W, Feng HQ, 2002. Seasonal abundance of the mirids, *Lygus lucorum* and *Adelphocoris* spp. (Hemiptera: Miridae) on Bt cotton in northern China. *Crop Prot.*, 21(10): 997—1002.

Wu KM, Lu YH, Feng HQ, Jiang YY, Zhao JZ, 2008. Suppression of cotton bollworm in multiple crops in China in areas with Bt toxin-containing cotton. *Science*, 321(5896): 1676—1678.

曹赤阳, 万长寿, 1983. 棉盲蝽的防治. 上海: 上海科学技术出版社. 13—14.

高宗仁, 李巧丝, 邱峰, 武豫清, 姜典志, 1992. 铷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.

陆宴辉, 2008. 盲蝽蠓生态适应性研究. 博士学位论文. 北京: 中国农业科学院.

陆宴辉, 吴孔明, 2008. 棉花盲椿象及其防治. 北京: 金盾出版社. 57—59.

宋国晶, 封洪强, 李国平, 刘冰, 邱峰, 李海平. 2012a. 铷对两种盲蝽及其寄主植物的标记与影响. 应用昆虫学报, 49(3): 614—619.

宋国晶, 封洪强, 李国平, 邱峰, 李海平. 2012b. 河南省绿盲蝽和中黑盲蝽的春季迁移能力的铷标记研究. 应用昆虫学报, 49(3): 620—625.

宋国晶, 李国平, 封洪强, 李海平, 邱峰, 2010. 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.

朱弘复, 孟祥玲, 1958. 三种棉盲蝽的研究. 昆虫学报, 8(2): 97—117.