

# 小麦收获期对麦套棉田捕食性天敌 和棉花苗蚜的影响

马晓牧<sup>1</sup>, 龚 豪<sup>1</sup>, 刘小侠<sup>1</sup>, 李建成<sup>2</sup>, 张青文<sup>1</sup>, 马永安<sup>3</sup>, 陈冬梅<sup>3</sup>, 焦宏业<sup>3</sup>

(1. 中国农业大学 农学与生物技术学院, 北京 100094; 2. 河北省农林科学院 植物保护研究所, 河北 保定 071000;

3. 邯郸市农业科学院, 河北 邯郸 050061)

**摘要:** 2004–2005 年在冀南棉区研究了小麦收获期对麦套棉田中捕食性天敌和棉花苗蚜的影响。小麦收获期共设 3 个水平, 分别是 6 月 5 日、6 月 10 日和 6 月 15 日收获小麦。结果表明: 2004 年 3 个时期收获小麦对棉田的益害比(天敌和棉蚜的比值)无显著影响( $t > 0.05$ ); 2005 年 6 月 5 日收获小麦, 显著增加了棉田的益害比( $t < 0.05$ ), 6 月 10 日和 6 月 15 日收获小麦对棉田的益害比无显著影响( $t > 0.05$ )。说明在麦套棉田中, 麦田天敌到棉田的有效转移受麦蚜–天敌–棉蚜三者发生高峰期的影响, 不同年份天敌的转移情况有所不同。麦蚜发生高峰期早则小麦天敌向棉田转移早, 并能有效控制苗期蚜虫的危害, 在麦熟期收获小麦, 对棉田天敌的数量影响不大; 反之, 若麦蚜发生高峰期晚, 麦田天敌发生期也会相应延后, 在麦熟期收获小麦则会引起棉田天敌的增加。因此, 棉田天敌数量变化受小麦收获期的影响, 但与麦蚜和麦田天敌的发生动态有直接关系。

**关键词:** 麦棉套种; 捕食性天敌; 麦蚜; 棉蚜; 小麦收获期

**中图分类号:** S636.2      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1000–7091(2007)02–0156–05

## Effects of Different Wheat-cutting Dates on Predators and Cotton Seedling Aphids in Wheat-cotton Intercropping Field

MA Xiao-mu<sup>1</sup>, GONG Hao<sup>1</sup>, LIU Xiao-xia<sup>1</sup>, LI Jian-cheng<sup>2</sup>, ZHANG Qing-wen<sup>1</sup>,  
MA Yong-an<sup>3</sup>, CHEN Dong-mei<sup>3</sup>, JIAO Hong-ye<sup>3</sup>

(1. College of Agronomy and Biotechnology, China Agricultural University, Beijing 100094, China;

2. Institute of Plant Protection, Hebei Academy of Agriculture and Forestry Sciences,

Baoding 071000, China; 3. Handan Academy of Agriculture Sciences, Handan 050061, China)

**Abstract:** Systematic studies were conducted on predators and cotton seedling aphids in wheat-cotton intercropping field in North China in 2004–2005. Three treatments of wheat-cutting dates were designed on 5 June, 10 June and 15 June respectively to investigate the influence of wheat-cutting dates on predators and cotton seedling aphids. The results showed that there was no significant difference in predator/cotton aphid ratio between treatment field and control field during different wheat-cutting dates in 2004( $t > 0.05$ ). A significant difference was observed in predators/cotton aphids between treatment field and control field on 5 June in 2005( $t < 0.05$ ), but no significant difference was found in other wheat-cutting dates in 2005( $t > 0.05$ ). Wheat-cutting could obviously increase predator populations into cotton. The results suggested that the peak time of wheat aphids, predators and cotton aphids determined the efficient movement of predators from wheat field into cotton field. The earlier peak day of wheat aphids made it possible that predators move into cotton field earlier, and predators can effectively suppressed cotton seedling aphids. Thus, few predators increased in cotton during wheat-cutting period. The later peak day of wheat aphids delayed the movement time of predators from wheat field into cotton field, and cotton predators increased obviously when wheat is harvested during wheat maturation period. The occurrence dynamic of predators and cotton seedling aphids in cotton fields were affected by wheat-cutting

收稿日期: 2006–10–20

基金项目: 国家“973”项目(2006CB100204); 国家“十五”重点科技攻关计划项目(2001BA507A11–02)

作者简介: 马晓牧(1978–), 男, 黑龙江绥化人, 博士研究生, 主要从事植物抗虫性与 IPM 研究

通讯作者: 张青文(1956–), 男, 湖北襄樊人, 教授, 博士生导师, 主要从事昆虫遗传学、植物抗虫性与害虫综合治理的教学和科研工作。

dates, but it was directly related to the occurrence of wheat aphids and predators in wheat.

**Key words:** Wheat-cotton intercropping; Predators; Wheat aphids; Cotton aphids; Wheat-cutting dates

棉蚜 (*Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae)) 是棉田重要害虫<sup>[1]</sup>之一, 高密度发生会危害棉花生长发育并造成严重产量损失<sup>[2, 3]</sup>。在我国黄河流域棉区, 棉蚜是棉花苗期的主要害虫<sup>[4]</sup>。由于棉田大量施用化学农药, 导致棉蚜抗药性上升, 近些年其爆发危害的次数越来越频繁。天敌是控制棉蚜爆发的重要因素<sup>[5, 6]</sup>。研究表明, 在农田生态系统中, 套播种植两种或两种以上的作物能够增加植物的多样性, 聚集和增殖天敌, 从而影响害虫的发生<sup>[7, 8]</sup>。因此, 增加棉田中天敌的数量是控制棉蚜发生的有效途径。

麦棉套种是黄河流域棉区的重要种植方式<sup>[9]</sup>, 许多学者报道麦棉套种有利于增殖棉田天敌, 控制棉花苗期蚜虫的危害<sup>[9-13]</sup>。但也有学者认为套种不一定会有有效控制害虫, 因为一种作物可能比另一种作物更能吸引天敌而成为天敌的“陷阱”, 导致天敌不能转移而对主要作物的害虫没有控制作用<sup>[14]</sup>, 认为天敌必须与害虫在时间上同步发生, 才能起到控制效果<sup>[15]</sup>。Lin 等<sup>[16]</sup>在新疆棉区的研究发现, 同不收割苜蓿相比, 收割苜蓿可以显著增加相邻棉田内的捕食性天敌的数量, 有效控制棉蚜的发生数量。本研究旨在探讨小麦收获前后, 麦套棉田内天敌和苗蚜种群变化规律, 以明确小麦收获期对棉田天敌和苗蚜的影响, 为 B 棉田综合治理提供理论依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验材料

供试小麦品种为当地主要栽培品种邯 6172, 由邯郸市农科院作物所培育; 棉花品种为 DP33B (转 *Cry1Ac* 基因)。试验在邯郸市农科院试验农场进行。

### 1.2 田间试验设计

试验田均为麦套棉田, 采用 3 行小麦套种 2 行棉花的种植模式 (图 1), 具体为: 10 月 10 日播种小麦, 播种量为 210 粒/ $m^2$ 。小麦每种植 3 行, 麦行间距为 20 cm。预留 2 m 间距地块种植棉花, 第 2 年 4 月 23 日在预留的地块播种 2 行棉花, 行距 70 cm, 棉花采用地膜覆盖, 株距为 0.24 m。

根据华北地区小麦在 6 月上旬收获, 试验设 3 个不同小麦收割期处理田。小麦收获期分别为 6 月 5 日、6 月 10 日、6 月 15 日。收获过程在 1 d 内结束, 对照田在调查期间不收获小麦。

试验采用完全随机排列, 处理田和对照田面积均为 0.033  $hm^2$ , 长宽比为 3: 1, 各重复 3 次, 田块之间为 10 m 的观察道, 以减轻天敌在田块间的转移。处理田和对照田在调查期间不施用任何杀虫剂, 常规农事管理。

### 1.3 调查方法

调查采用棋盘式抽样方法, 每个处理调查 10 点。麦田每点 10 株麦穗, 每 5 d 调查 1 次; 棉田每点 1  $m^2$  (10 株棉花), 每 1 d 调查 1 次。系统记录全穗麦蚜或全株棉蚜的数量和各种天敌数 (表 1)。

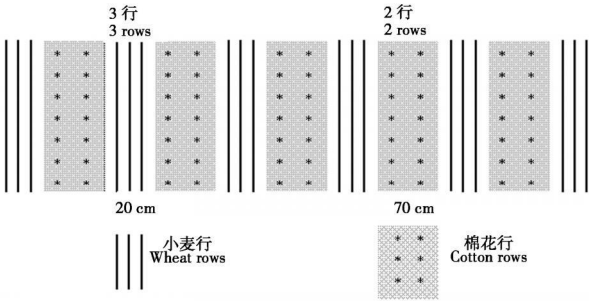


图 1 麦套棉 (3 套 2) 模式

Fig 1 Arrangement of wheat-cotton intercropping (3-2 pattern)

表 1 试验调查的节肢动物的种类

Tab 1 Arthropod species sampled from treatment plots during the two years of investigation

害虫种类 Pestiferous species	捕食性天敌 Predators
棉蚜 ( <i>Aphis gossypii</i> Glover (Homoptera: Aphididae))	七星瓢虫 ( <i>Coccinella septempunctata</i> L. (Coleoptera: Coccinellidae))
禾缢管蚜 ( <i>Rhopalosiphum padi</i> L. (Homoptera: Aphididae))	龟纹瓢虫 ( <i>Propylaea japonica</i> Thunberg (Coleoptera: Coccinellidae))
麦二叉蚜 ( <i>Schizaphis graminum</i> (Rondani) (Homoptera: Aphididae))	叶色草蛉 ( <i>Chrysopa phyllochroa</i> Wesmael (Chrysopidae: Neuroptera))
麦长管蚜 ( <i>Sitobion avenae</i> Fabricius (Homoptera: Aphididae))	中华草蛉 ( <i>Chrysopa sinica</i> Tjeder (Chrysopidae: Neuroptera))
	草间小黑蛛 ( <i>Eringonidium graminicola</i> Sundevall (Araneida: Linyphidae))
	三突花蟹蛛 ( <i>Misumenops tricuspidatus</i> Fabricius. (Araneida: Thomisidae))

### 1.4 数据处理与分析

处理田与对照田的数据分析比较采用 t 测验 ( $P = 0.05$ ) (SAS, 1998)。年份和小麦收获期对棉花苗蚜和棉田天敌的两因素效应使用 GLM 分析。对不符合正态分布的数据, 采用对数法  $\lg(x + 1)$  转换。

## 2 结果与分析

### 2.1 麦田麦蚜和捕食性天敌的种群消长动态

2004 年, 麦蚜发生的高峰期在 5 月 2 日, 百穗蚜量达到( 2 629. 67 ± 396. 63) 头。捕食性天敌发生高峰期与麦蚜发生高峰期相差 15 d, 百穗天敌数为( 40. 33 ± 13. 74) 头( 图 2)。2005 年, 麦蚜和捕食性天敌的发生高峰期分别为 5 月 19 日和 5 月 29 日( 图 3)。百穗麦蚜峰值为( 1133 ± 85. 04) 头, 捕食性天敌的高峰值为( 41. 67 ± 10. 90) 头。图 2, 3 表明, 麦田的捕食性天敌与麦蚜的发生有明显的跟随现象。2005 年的麦蚜发生高峰期比 2004 年晚 17 d, 捕食性天敌的发生高峰期比 2004 年滞后 9 d 左右。

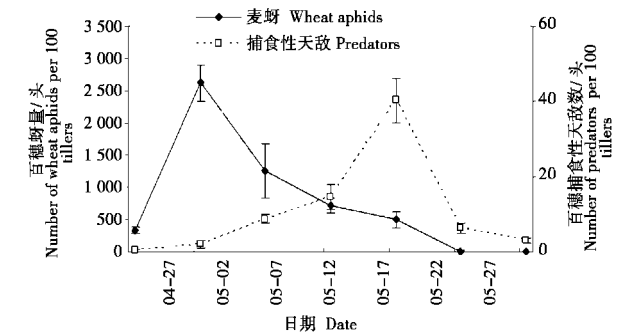


图 2 2004 年麦蚜和麦田天敌种群动态  
Fig. 2 Population dynamics of wheat aphids and predators in wheat field in 2004

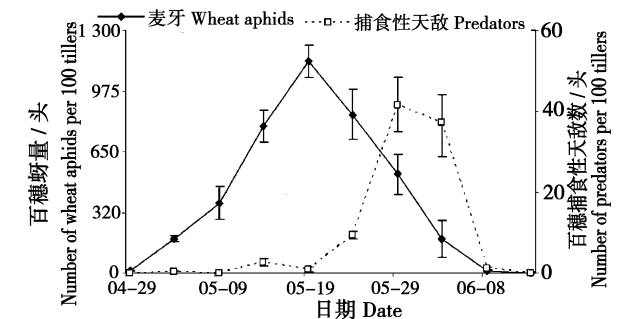


图 3 2005 年麦蚜和麦田天敌种群动态  
Fig. 3 Population dynamics of wheat aphids and predators in wheat field in 2005

### 2.2 小麦收获期对棉田天敌和棉花苗蚜的影响

2004 年, 不同小麦收获期对棉田内的益害比( 棉田捕食性天敌与棉蚜的数量比值) 均无显著影响(  $t > 0. 05$ ) ( 图 4- A ~ C)。2005 年收获小麦后 1 d ( 06- 06), 处理 1 田的益害比同对照田相比无显著差异(  $t > 0. 05$ ), 收获后 2~ 5 d, 处理 1 田的益害比显著高于对照田( 图 4- D)。6 月 10 日和 6 月 15 日收获小麦后的 1~ 5 d 内, 处理田与对照田相比, 益害比均无显著差异(  $t > 0. 05$ ) ( 图 4- E, F)。

### 2.3 2 种因素( 年份、小麦收获期) 对棉花苗期蚜虫和天敌的影响

表 2 两因素效应分析

Tab 2 Two-factor analysis

变异来源 Source of variation	自由度 Df	F 值 F-values	
		棉蚜 Cotton aphids	捕食性天敌 Predators
年 Year	1	1. 40	621. 47**
小麦收获期 Cutting time	2	6. 03*	8. 13**
年× 小麦收获期 Year× Cutting time	2	5. 39*	9. 38**

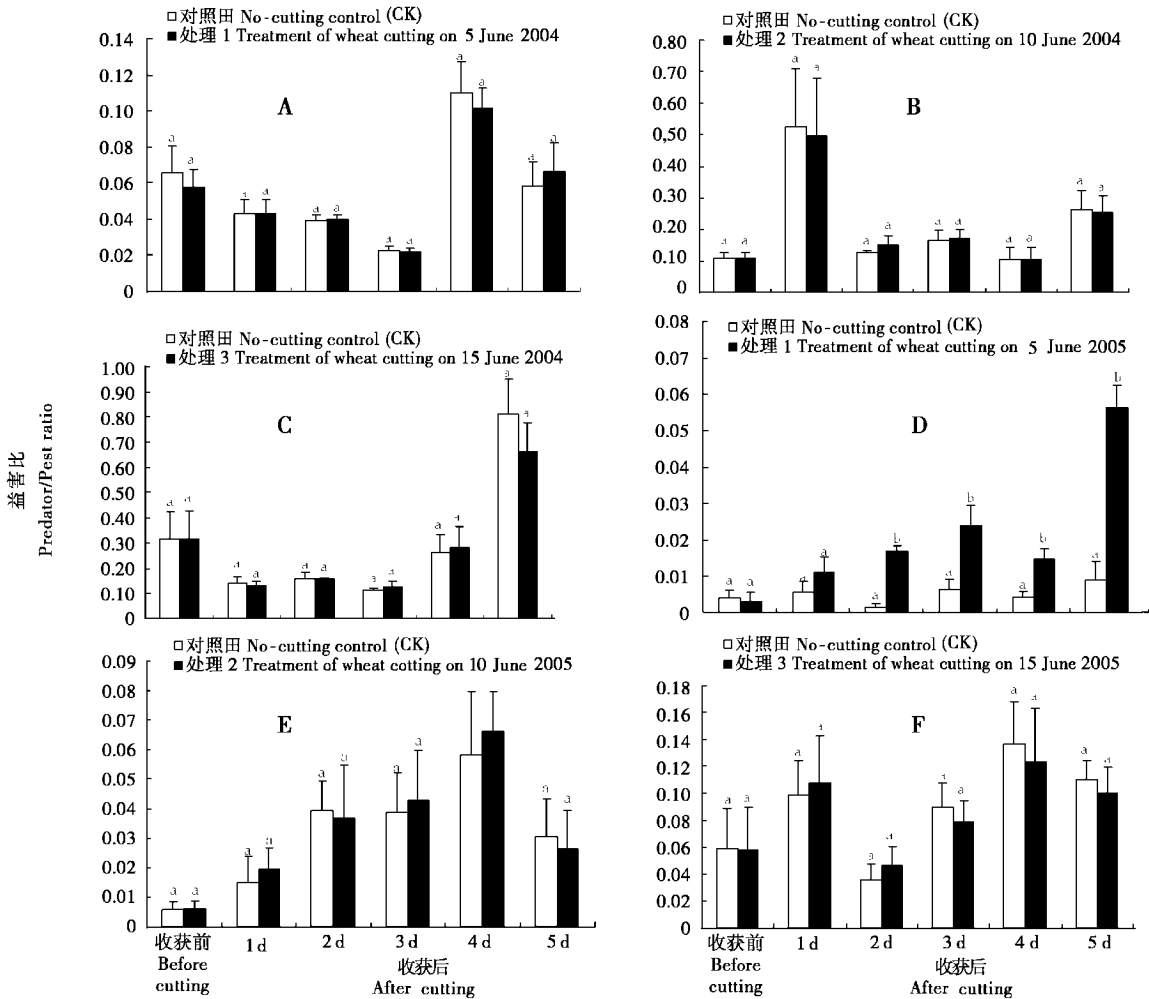
Note: \*  $P < 0. 05$ , \*\*  $P < 0. 01$

表 2 说明, 2 年间棉蚜种群数量无显著性差异(  $P > 0. 05$ ), 而捕食性天敌数量差异达到极显著水平(  $P < 0. 01$ )。小麦收获期对棉蚜(  $P < 0. 05$ ) 和捕食性天敌(  $P < 0. 01$ ) 都有显著或极显著影响。年份和小麦收获期对棉蚜和捕食性天敌存在互作效应, 分别达到显著和极显著水平。

## 3 讨论

收获小麦是强迫天敌从小麦转移至棉田的方法, 当麦田聚集大量天敌的条件下, 可在较短时间内导致棉田内天敌数量的增加。试验结果表明, 不同的小麦收获期对麦套棉田中的捕食性天敌和棉蚜的数量有不同的影响。2004 年, 小麦收获后对棉田中的捕食性天敌和棉蚜的比值无显著影响, 这是由于麦蚜和麦田天敌发生高峰期分别早于第 1 次小麦收获期 33 和 18 d, 小麦收获时, 麦田中的天敌数量很少, 并已经转移至棉田或周边生境, 因此不能增加棉田捕食性天敌的数量。2005 年, 麦田天敌发生高峰期为 5 月 29 日, 而 6 月 4 日的百穗天敌数也达到第 2 峰值为( 37. 33 ± 11. 05) 头, 所以 6 月 5 日收获小麦对棉田天敌和棉蚜的比值有显著性影响。而 6 月 10 日和 6 月 15 日收获小麦对棉田天敌和棉蚜无显著性影响, 是由于此时的麦田天敌已经转移至棉田或周边生境。据此, 我们认为在麦套棉田中, 麦田天敌的转移与麦蚜发生高峰期有关, 发生高峰期早则麦田天敌向棉田转移早, 所以在麦熟期收获小麦, 不会引起棉田天敌的增加; 反之, 若麦蚜发生高峰期晚, 麦田天敌发生期也会相应延后, 则在麦熟期收获小麦可能会引起棉田天敌的增加。而前年的麦蚜越冬量以及当年的气候条件等多种因素决定了麦蚜的发生高峰期的早晚。

保护和利用天敌、减少农药的使用是 IPM 的重要组成部分<sup>[17, 18]</sup>。单一的农田生态系统已经表现出对天敌种类的负面影响<sup>[19]</sup>。尽管有研究表明, 天敌在耕作田周边环境转移至田内会对作物的害虫种群动态产生广泛的影响<sup>[20]</sup>, 但也有研究认为去除棉田周边杂草, 改善棉田周边环境, 对棉田天敌的影响



同 1 d 内, 字母相同表示差异不显著, 不同表示差异显著 ( $P < 0.05$ )  
In the same day, bars indicated by different letters are significantly different at  $P < 0.05$

图 4 不同处理棉田的益害比变化

Fig. 4 Predator/ pest ratio in different treatments

不明显, 且可以减轻棉田内一些害虫的危害程度<sup>[21]</sup>。所以, 单一的耕作田与周边环境的相互作用是一个复杂的过程, 受作物种类、作物之间的距离、天敌与害虫的发生等诸多因素的影响。一般来讲, 多样性生境比单一生境的天敌的种群密度高<sup>[22]</sup>。在棉田内套作、间作或混作其他作物, 可以增殖并衔接转移天敌, 对棉田内害虫有控制作用<sup>[23-29]</sup>。在冀南棉区, 麦田天敌是棉田天敌的重要来源, 麦棉套种无疑缩短了 2 种作物的距离, 有利于天敌有效转移。但套种能够减轻害虫危害, 是天敌的取食偏好、某种作物资源、被捕食者的密度和扩散之间相互作用的结果<sup>[26]</sup>。因此, 在麦套棉田中, 麦蚜-天敌-棉蚜三者发生时期和发生量是麦田天敌的有效转移至棉田的重要影响因素。其中, 天敌的种群密度较高且较早时间转移至棉田能有效控制棉花苗蚜<sup>[12]</sup>。

对于麦棉套种, 人们主要从增产增收和节约用地两方面来选择利用, 我们则是从生物防治的角度去考虑其有效性。因此, 当面临栽培、农事管理和病

虫害防治等诸多因素时应综合考虑。另外, 不同小麦品种(如抗蚜品种和感蚜品种, 早熟品种和晚熟品种)的麦蚜发生量和成熟期不同, 其对麦套棉田中天敌和棉花苗蚜的影响还有待研究。

致谢: 邯郸市农科院的李淑霞同志参加了部分调查工作, 邯郸市农科院的李继军同志在试验过程中给予很多帮助, 在此表示感谢!

#### 参考文献:

- [1] Leclant F, Deguine J P. Aphids[M]// Matthews G A, Tunstall J P. Insect pests of cotton. Oxon: CAB, 1994: 285-324.
- [2] Andrews G L, Kitten W F. How cotton yields are affected by aphids populations which occur during boll set [C]// Proceedings of the Beltwide Cotton Conferences, National Cotton Council of America, Memphis, TN, 1989: 291-293.
- [3] Harris F A, Andrew G L, Caillaud D F. Cotton aphid effect on yield, quality and economics of cotton [C]// Proceedings of the Beltwide Cotton Conferences, National Cotton Council of

- America, Memphis, TN, 1992: 652– 656.
- [4] 范广华, 牟吉元, 刘炳霞, 等. 棉蚜自然天敌种群数量动态和控制蚜害的研究[J]. 植物保护学报, 1991, 18(3): 211– 214.
- [5] Hardee D D, Herzog G A. 46th annual conference report on cotton insect research and control [C]// Proceedings of the Beltwide Cotton Conferences, National Cotton Council of America, Memphis, TN, 1993: 635– 654.
- [6] Dreistadt S H, Flint M L. Melon aphid (Homoptera: Aphididae) control by inundative convergent lady beetle (Coleoptera: Coccinellidae) release on chrysanthemum [J]. Environ Entomol, 1996, 25(3): 688– 697.
- [7] Bach C E, Tabashnik B E. Effect of nonhost plant neighbors on population densities and parasitism rates of the diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) [J]. Environ Entomol, 1990, 19(4): 987– 994.
- [8] Symondson W O C, Sunderland K D, Greenstone M H. Can generalist predators be effective biocontrol agents [J]. Annu Rev Entomol, 2002, 47: 561– 594.
- [9] Xia J Y. Biological control of cotton aphid (*Aphis gossypii* Glover) in cotton (inter) cropping systems in China; a simulation study [C]. Thesis Landbouwniversiteit Wageningen, The Netherlands, 1997.
- [10] 赵建周, 杨奇华, 谢以铨. 麦棉套种对棉花虫害的影响 [J]. 中国棉花, 1989, 14(2): 41– 43.
- [11] 王厚振, 赵洪亮, 苏加岱, 等. 小麦棉花套种对棉花害虫的生态效应 [J]. 植物保护学报, 1993, 20(2): 163– 167.
- [12] Parajulee M N, Montandon R, Slosser J E. Relay intercropping to enhance abundance of insect predators of cotton aphid (*Aphis gossypii* Glover) in Texas cotton [J]. International Journal of Pest Management, 1997, 43(3): 227– 232.
- [13] Velders R M, Cui J J, Xia J Y, *et al.* Influence of transgenic cotton on the cotton aphid (*Aphis gossypii*) and its two major enemies in north China [J]. Cotton Science, 2002, 14(3): 175– 179.
- [14] Bugg R L, Wackers F L, Brunson K E, *et al.* Cool-season cover crops relay intercropped with cantaloupe: influence on a generalist predator, *Geocoris punctipes* (Hemiptera: Lygaeidae) [J]. J. Econ. Entomol, 1991, 84(2): 408– 416.
- [15] 刘万学, 万方浩, 张帆, 等. 棉铃虫捕食性天敌控制作用评价 [J]. 中国生物防治, 2000, 16(3): 97– 101.
- [16] Lin R, Liang H, Zhang R, *et al.* Impact of alfalfa / cotton intercropping and management on some aphid predators in China [J]. J Appl Ent, 2003, 127(1): 33– 36.
- [17] Kogan M. Integrated pest management: historical perspective and contemporary developments [J]. Annu Rev Entomol, 1998, 43: 243– 270.
- [18] Matthews G A. The importance of scouting in cotton IPM [J]. Crop protection, 1996, 15(4): 369– 374.
- [19] Dempster J P, Coaker T H. Diversification of crop ecosystems as a means of controlling pests [M]// Jones D P, Solomon M E Biology in Pest and Disease Control. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1974: 1– 10.
- [20] Settle W S, Ariawan H, Astuti E T, *et al.* Managing tropical rice pests through conservation of generalist natural enemies and alternative prey [J]. Ecology, 1996, 77(7): 1975– 1988.
- [21] 马晓牧, 杨章华, 刘小侠, 等. B 棉田边缘杂草带对棉田内叶螨发生的影响 [J]. 昆虫学报, 2005, 48(5): 699– 705.
- [22] Thies C, Tschamke T. Landscape structure and biological control in agroecosystems [J]. Science, 1999, 285(5429): 893– 895.
- [23] 周明, 杨奇华, 谢以铨, 等. 冀南棉麦混作区棉花害虫综合防治技术的研究 [J]. 植物保护学报, 1986, 13(4): 251– 254.
- [24] Tilman G, Schomberg H, Phatak S, *et al.* Influence of cover crops on insect pests and predators in conservation tillage cotton [J]. J Econ Entomol, 2004, 97(4): 1217– 1232.
- [25] 马晓牧, 蔡青年, 张青文, 等. B 棉田中绿盲蝽防治技术的研究 [J]. 植物保护, 2004, 30(4): 35– 38.
- [26] Andow D A, Risch S J. Predation in diversified agroecosystems: relations between a coccinellid predator *Coleomegilla maculata* and its food [J]. J App Ecol, 1985, 22(2): 357– 372.
- [27] 杨铁钢, 黄树梅, 刘佩霞, 等. 麦棉套种形式对小麦产量的影响 [J]. 河南农业科学, 2000(2): 4– 6.
- [28] 张裕繁, 刘全义, 严根土. 适宜麦棉套种的棉花品种——中棉所 25 [J]. 河南农业科学, 1999(3): 38.
- [29] 魏新田, 宋新泽, 张娟, 等. 棉田不同防治技术对天敌昆虫消长的影响 [J]. 河南农业科学, 2002(2): 17– 19.