

黄色粘板对小麦蚜虫及其天敌的诱集作用^{*}

张 智^{1**} 张云慧¹ 程登发^{***} 蒋金炜² 孙京瑞¹
高 苗² 李一通³ 杨 贺⁴

(1. 中国农业科学院植物保护研究所 植物病虫害生物学国家重点实验室 北京 100193;

2. 河南农业大学植物保护学院 郑州 450002; 3. 长江大学农学院 荆州 434025;

4. 西南大学植物保护学院 重庆 400076)

摘 要 为明确黄色粘板对小麦蚜虫及其天敌的诱集作用, 2010 和 2011 年, 在中国科学院河北栾城县农业生态系统试验站, 通过在小麦田间悬挂黄板, 对其诱杀小麦蚜虫效果及对小麦蚜虫天敌的影响进行了调查统计分析。结果表明, 当地悬挂的黄板可以诱杀 7 目 30 余种昆虫, 优势种是蝇类, 而非小麦蚜虫。悬挂区内不进行化学防治时, 黄板诱杀蚜虫数量与其相应百株虫量之间呈显著的线性相关, 进行化学防治时, 两者之间的线性相关不显著。黄板可以诱杀多种小麦蚜虫的天敌, 灌浆期前后, 黄板诱集到的益害比都大于 1, 最高可达 45.50。在综合考虑黄板对小麦蚜虫及其天敌的诱杀作用, 以及可能影响黄板诱集效果的气象条件后, 初步结论是在河北栾城及周边地区, 黄板可用于早期迁入小麦有翅蚜的监测, 但不适合防治小麦穗期的蚜虫。

关键词 黄板, 小麦蚜虫, 天敌

Effectiveness of yellow sticky card traps in capturing wheat aphids and their natural enemies

ZHANG Zhi^{1**} ZHANG Yun-Hui¹ CHENG Deng-Fa^{1***} JIANG Jin-Wei² SUN Jing-Rui¹
GAO Miao² LI Yi-Tong³ YANG He⁴

(1. Institute of Plant Protection, Chinese Academy of Agricultural Sciences, State Key Laboratory for Biology of Plant Disease and Insect Pests, Beijing 100193, China; 2. College of Plant Protection, Henan Agricultural University,

Zhengzhou 450002, China; 3. College of Agriculture, Yangtze University, Jingzhou 434025, China;

4. College of Plant Protection, Southwest University, Chongqing 400076, China)

Abstract In order to estimate their trapping effect on wheat aphids and their natural enemies, yellow sticky card traps were setup in wheat fields at the Luancheng agro-ecosystem station of the Chinese Academy of Science in Hebei Province in 2010 and 2011. More than 30 species of insect from 7 orders were trapped; the dominant species captured was a fly species rather than wheat aphids. The effectiveness of yellow sticky card traps for trapping wheat aphids was significantly correlated to the population size per 100 tillers when application of chemical pesticides in sampling area were under control and was not significant without such control. Yellow sticky card traps can kill a large number of natural enemies of the wheat aphid. The ratio of trapped natural enemies and pest insects before and after the grouting stage were both greater than 1, with the maximum ratio up to 45.50. In view of the effectiveness of yellow sticky card traps in catching wheat aphids and their natural enemies and the potential influence of weather conditions and other factors, these traps are not recommended for controlling wheat aphids but can be used as a tool for monitoring these pests.

Key words yellow sticky card trap, wheat aphids, natural enemy

^{*} 资助项目: 现代农业产业技术体系建设专项资金资助(CARS-03); “十二五”国家科技支撑计划(2012BAD19B01)。

^{**} E-mail: zhangzhicas@126.com

^{***} 通讯作者, E-mail: dfcheng@ippcaas.cn

收稿日期: 2011-10-08, 接受日期: 2012-04-08

蚜虫是小麦的主要害虫之一,通过刺吸叶、茎和嫩穗的汁液对小麦造成危害。在我国危害小麦的蚜虫主要有麦长管蚜 *Sitobion avenae* Fabricius、禾谷缢管蚜 *Rhopalosiphum padi* Linnaeus、麦无网长管蚜 *Metopolophium dirhodum* Walker 和麦二叉蚜 *Schizaphis graminum* Rondani 4 种。20 世纪 50—60 年代,我国小麦蚜虫危害较轻,70 年代以后,小麦蚜虫的发生面积呈上升趋势,目前已经上升为我国小麦虫害的首位(全国农业技术推广服务中心,2008)。针对小麦蚜虫,生产上有农业防治、生物防治和化学防治措施,但一直以化学防治为主。化学农药的大量使用,易引发害虫抗性、再猖獗和残留等问题,并且污染环境,破坏生物多样性(谭亚军等,2003;吴春华和陈欣,2004)。因此,探讨其它措施对小麦蚜虫的防控作用,可以丰富综合防治手段,减少化学农药使用。

黄色粘板是利用昆虫对黄色的趋性来达到诱杀的目的,是设施农业中一种常见的物理防治手段。目前,黄色粘板已经成功应用于柑桔木虱 *Diaphorina citri* Kuwayama (Hall and Hentz, 2010)、烟粉虱 *Bemisia tabaci* Gennadius (侯茂林等, 2006)、温室白粉虱 *Trialeurodes vaporariorum* Westwood (Moreau and Isman, 2011) 等害虫的测报或防治。实验表明,黄色粘虫板除对半翅目的飞虱、蚜虫等具有较强的吸引作用外,还可以诱杀双翅目、鞘翅目等 6 个目几十种昆虫(贝亚维等, 2004)。此外,黄色粘板的诱杀效果除取决于不同昆虫种类对黄板趋性行为的强弱之外,还受到太阳光强度、温度、风速、黄板质地、色泽、大小、悬挂高度和悬挂密度等多种因素的影响(Hall, 2009)。

麦田生态系统相对开放,与温室相比,温度、风速等因素对麦田生态系统造成的影响更大。因此,不能简单地依据在温室内测定的黄板诱虫结果,应用黄板防治小麦蚜虫。此外,以往的研究表明,黄色粘板除了对靶标害虫表现出诱杀效果外,还对草蛉、瓢虫等自然天敌具有相当的诱集杀伤能力(贝亚维等,2004;赵永根等,2008;朱美华等, 2008)。所以,在麦田使用黄色粘板,除了诱杀蚜虫等害虫以外,还可能诱杀麦田生态系统中的自然天敌。为了明确黄色粘板对小麦蚜虫的控制作用,了解其对小麦蚜虫天敌的影响,2010 年和 2011 年,依托中国科学院河北省栾城农业生态系统试验站的试验田,对黄板诱杀蚜虫效果以及对

天敌的影响进行了调查研究,以期在今后实施防治提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 黄板

黄色粘板是从北京某生物公司购买,规格为 25 cm × 30 cm,双面都有粘胶,但波谱范围未知。

1.2 试验地点及小麦品种

试验地点在中国科学院栾城农业生态系统试验站(N37°53', E114°41', 平均海拔 50.1 m)进行。该地区属暖温带半湿润季风气候,年降水量 530 mm 左右。土壤类型以潮褐土为主,代表华北平原北部典型潮褐土高产农业生态类型。试验田总面积约(25 × 667) m²。2010 年种植的小麦品种为“科农 199”,2011 年为“科农 1066”,2 年的播种方式均为“条播三密一疏”式,麦垄的方向为南北向。

1.3 黄板悬挂方法

黄板在麦田的悬挂高度随小麦生长而不断调节,始终保持其距离冠层约 20 cm。黄板约每 7 d 更换一次,遇到降雨或者灌溉,更换时间会提前或者延后 1 到 2 d。悬挂时,黄板的长轴与麦垄方向垂直。2010 年,每次悬挂 36 块,两块黄板南北方向之间的距离约 30 m。以黄板为中心,3 m × 3 m 的方形范围内为非施药区,该区域用于田间种群动态的调查。

2011 年,每次悬挂 24 块,但所有小区均按照当地防治时间进行喷药防治,不进行任何控制。

1.4 调查与统计分析

2010 年,田间种群调查在非施药区内进行,开始时每 5 d 调查一次,当日增蚜量超过 300 头时,每 3 d 查一次。调查时,每点固定 50 株,当百株蚜量超过 500 头时,每点可减少至 20 株(全国农业技术推广中心,2010)。2011 年田间种群调查时,仅限于各个小区内进行。

对黄板上诱杀昆虫种类的统计工作在室内进行,体型较大的昆虫直接目测,体型较小的,室内在放大镜或体视镜下观察。

由于大多数昆虫的形态特征受损严重,很多种类无法鉴定到具体种,因此,统计分析时将近缘种进行了汇总,共分为蚜虫、食蚜蝇类、茧蜂类、瓢虫类和草蛉类 5 大类。本文所指的益害比是指黄板诱集上述几类天敌总数与蚜虫总数的比例。

数据分析时,如果数据符合正态分布,使用单因素方差(One-Way,ANOVA),不符合正态分布时进行 Krushkal-wallis H 检验。回归分析时,遇到调查黄板的日期与种群动态调查日期不一致时,我们选择日期最接近的数据进行分析。无特殊说明,平均值以 $\text{mean} \pm \text{SE}$ 表示。统计分析均是在 SPSS for Windows 13.0 中进行,制图在 Excel 2003 中完成。

2 结果与分析

2.1 黄板诱杀种类及蚜虫的比例

2010—2011 年,田间悬挂的黄板,共诱集到隶属于半翅目(Hemiptera)、双翅目(Diptera)、膜翅目(Hymenoptera)、缨翅目(Thysanoptera)、脉翅目(Neuroptera)、鞘翅目(Coleoptera)、鳞翅目(Lepidoptera)7 个目约 30 种昆虫,其中包含的小麦害虫主要有麦长管蚜、禾谷缢管蚜、麦二叉蚜、麦红吸浆虫 *Sitodiplosis mosellana* Gehin、赤须盲蝽 *Trigonotylus ruficornis* Geoffroy 等。从诱集数量上看,最多的是双翅目的一种蝇类,所占比例平均为 $84.22\% \pm 6.35\%$,最多可达 96.88% ,最少时为 51.81% (图 1)。小麦蚜虫所占比例较低,平均为 $6.73\% \pm 3.69\%$,返青期、拔节期和乳熟后期时,小麦蚜虫所占比例较低,孕穗期、灌浆期和乳熟前

期较高,最高可达 24.09% (图 1)。

2.2 诱杀蚜虫数量与田间种群动态

2010 年,在控制区内,黄板诱杀蚜虫数量随田间种群的增长而增加,6 月 1 日前一周的累积诱集数量最多,达 160 头(图 2)。黄板诱杀蚜虫数量与其相应百株虫量之间的线性相关达到显著水平($y = 0.15x - 12.09, P = 0.019, R^2 = 0.79$)

2011 年,受天气影响,蚜虫发生较轻。此外,整个田块进行了药剂防治。因此,整个生长期小黄板诱杀蚜虫数量低于 2010 年,但之间的差异不显著($t = 0.50, P = 0.635$)。5 月中旬和 6 月初黄板诱杀蚜虫数量呈现双峰值,6 月 2 日前一周的累积诱集数量最多,达 60 头(图 2)。回归分析表明,2011 年黄板诱杀蚜虫数量与其相应百株虫量之间的线性相关不显著($y = 0.44x + 17.42, P = 0.277, R^2 = 0.37$)。

2.3 对天敌诱集作用

黄板诱集到的小麦蚜虫天敌主要有食蚜蝇、瓢虫、茧蜂和草蛉 4 大类。食蚜蝇主要包括大灰食蚜蝇 *Syrphus corollae* Fabricius 和黑带食蚜蝇 *Episyrphus balteata* De Geer。瓢虫主要是龟纹瓢虫 *Propylaea japonica* Thunberg,其次是异色瓢虫 *Leis axyridis* Pallas 和七星瓢虫 *Coccinella septempunctata*

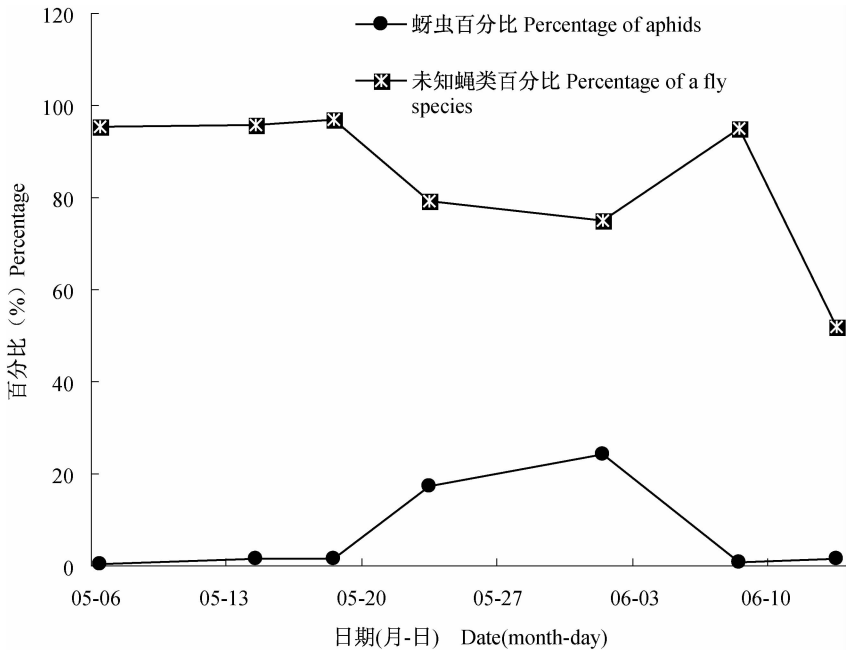


图 1 诱集昆虫中小麦蚜虫和某种蝇类的比例

Fig.1 Percentages of wheat aphids and a certain fly species to total trapped insects

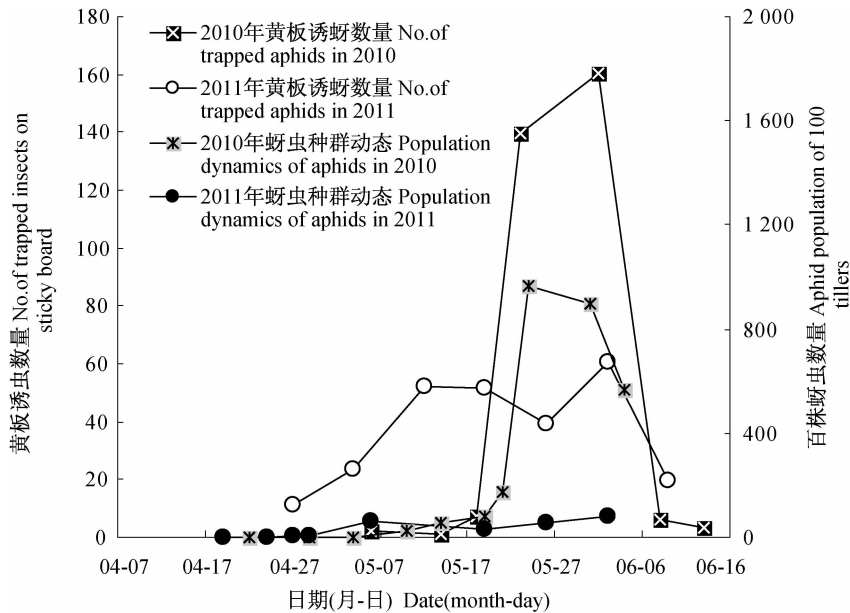


图 2 黄板诱杀蚜虫数量与田间种群动态

Fig. 2 Relationship between the number of trapped aphids and the field population

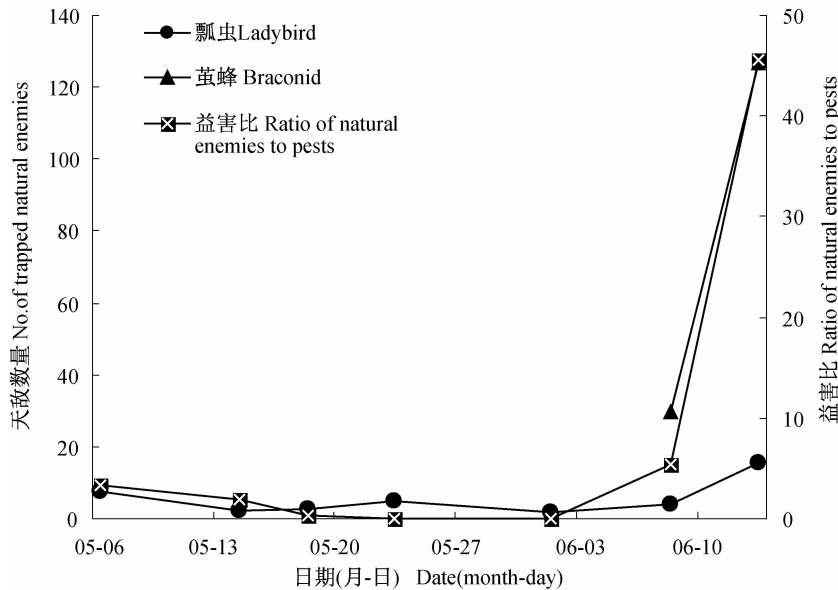


图 3 2010 年黄板诱集天敌数量和益害比

Fig. 3 Number of trapped natural enemies on yellow sticky board and the natural enemies/pests index in 2010

Linnaeus。茧蜂主要有烟蚜茧蜂 *Aphidius gifuensis* Ashmead 和麦蚜茧蜂 *Ephedrus plagiator* Nces。草蛉是黄板所诱集到的天敌种类中最少的一类,主要是大草蛉 *Chrysopa septempunctata* Wesmael。

2010 年,黄板诱集到的瓢虫数量呈现出多峰谷线型,平均每块黄板的诱集数量为 $(5.32 \pm$

0.36) 头。小麦拔节期,平均每块黄板诱集到的瓢虫为 7.43 头,随后降至 2.05 头,灌浆后期,升至 5 头,接近成熟时,达到最高为 15.38 头(图 3)。2010 年诱集的食蚜蝇较少,最多时仅为 1.24 头。2010 年前期未记录茧蜂的数量,后期其数量较多时,才开始识别记录。2010 年,拔节期、孕穗期、扬

花期和乳熟后期内,黄板所诱集到的益害比都大于 1,特别是乳熟后期,益害比达到了 45.50。

2011 年,黄板诱集瓢虫的数量变化趋势与 2010 年基本一致,也表现出多峰谷型,平均每块黄板的诱集数量为 (5.12 ± 0.50) 头。黄板诱集瓢虫数量在 2 年间的差异不显著($t = 0.32, df = 332, P = 0.75$)。小麦拔节期,平均每块黄板诱集到的瓢虫为 11.12 头,随后下降,而后又升高,乳熟期达到最高,平均每块为 16.54 头(图 4)。2011 年,黄

板诱集茧蜂类的数量变化趋势为单峰型,5 月 27 日达到最高,平均每块为 43.60 头。2011 年,平均每块黄板诱集到的食蚜蝇为 (3.75 ± 0.49) 头,显著高于 2010 年($t = -6.99, df = 175, P < 0.01$)。2011 年,黄板所诱集到的益害比也呈现多峰谷型。2 年的益害比之间差异不显著($t = 1.16, df = 6, P = 0.29$)。拔节期益害比为 1.04,后逐渐减低,灌浆末期和乳熟期又出现 2 个大于 1 的峰值(图 4)。

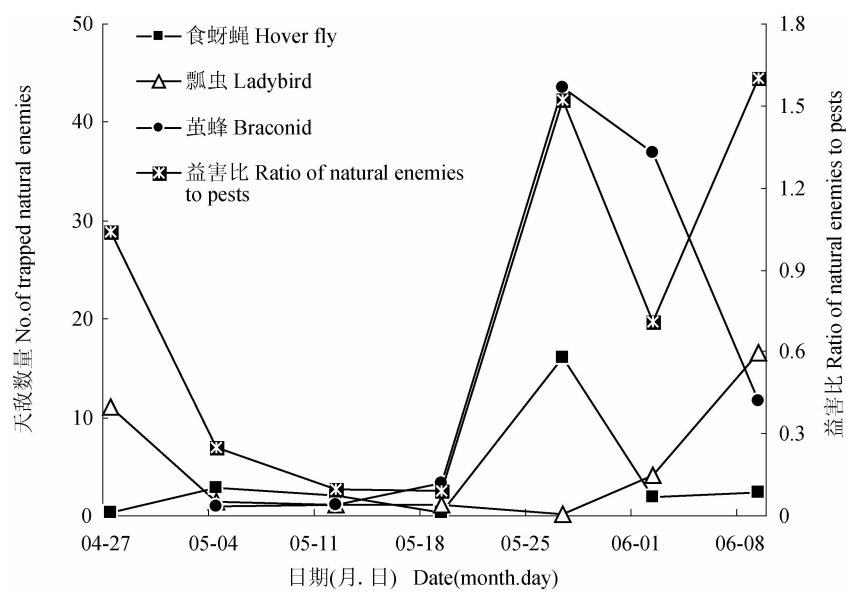


图 4 2011 年黄板诱集天敌数量和益害比

Fig.4 Number of trapped natural enemies on yellow sticky board and the natural enemies/pests index in 2011

3 讨论

前人的研究表明,黄板可以诱杀多种昆虫(贝亚维等,2004;赵永根等,2008)。在麦田悬挂黄板得到了相似的结果,除了诱杀麦长管蚜、禾谷缢管蚜、麦二叉蚜、麦红吸浆虫和赤须盲蝽等害虫以外,也可以诱杀包括害虫天敌在内的 30 余种昆虫。从诱集数量来看,优势种是某种蝇类,属于非靶标昆虫。当黄板粘上大量非靶标昆虫以后,对黄板构成污染,肯定会影响目标害虫对黄板的趋性,从而降低黄板对目标害虫的诱杀作用。

诱集作用是基于昆虫对黄色的行为反应,因此,在解释诱集数量时,要注意特定情况对诱集效果的影响。诱集昆虫数量除与种群数量和其它植

物的吸引作用有关之外(Berlinger,1980)。还受到太阳光强度、温度和风速的影响(Hall and Hentz, 2009),此外,黄板质地、色泽、大小、悬挂高度、悬挂密度以及当地气候条件,都会影响到黄板的诱集效果(赵永根等,2008)。麦田黄板诱杀蚜虫的数量,也受到这些因素的制约。2010 年,当悬挂黄板的小区进行施药控制时,诱杀蚜虫数量与其相应种群数量呈极显著线性相关。2011 年,在未对悬挂小区进行控制时,诱杀蚜虫数量与其相应种群数量的线性相关却未达到显著水平。这一变化主要与当地的化学防治有关。5 月中旬,当地普遍开展麦红吸浆虫的化学防治。到了 5 月底或者 6 月初,当地会进行再次喷药,防治小麦蚜虫。2011 年,诱杀蚜虫数量增加的时间与两次化学防治的

时间相吻合,其原因可能是防治时有翅蚜被动扩散导致了黄板诱杀蚜虫数量增加。此外,当地小麦拔节期,多大风天气,类似的气象条件极易影响像蚜虫这样的小型昆虫对黄板的趋性行为。

文献报道食蚜蝇、龟纹瓢虫、蚜茧蜂等对小麦蚜虫有很强的控制作用(李定旭和刘绍友,1992;毕守东等,2000;刘生瑞,2000)。两年的试验表明,在麦田悬挂黄板对上述小麦蚜虫的天敌具有较强的诱杀作用,诱杀的益害比最高达到了45.50。在黄板防治南美斑潜蝇 *Liriomyza huidobrensis* Blanchard 的实验中,同样发现黄板能大量诱杀具有趋黄性的天敌昆虫东方合室舞虻 *Tachydromia orientalis* (朱美华等,2008)。在河北栾城及周边地区,小麦害虫的防治以化学防治措施为主,化学农药的大量使用会严重杀伤天敌。这种情况下,如果黄板得不到科学合理的使用,势必诱杀大量天敌,破坏天敌和害虫之间的种群动态平衡。为了提高黄板对目标害虫的诱杀效果,并保护好害虫天敌,今后要加强对害虫与天敌趋黄行为的研究,优化黄板的光谱范围,开发诱虫谱更加专一的黄板,以便应用于小麦蚜虫的防治。

研究表明,麦二叉蚜和麦长管蚜都具有远距离迁飞的习性(刘向东等,2004)。河北栾城及周边地区,有翅蚜在小麦返青后迁入麦田繁殖危害,小麦抽穗和灌浆期,蚜虫种群主要以无翅蚜为主。在有翅蚜迁入期,利用黄板监测并诱杀蚜虫,可起到一定的防治作用,但后期由于种群以无翅蚜为主,黄板防治蚜虫的作用十分有限。所以,综合考虑到黄板对小麦蚜虫与天敌诱杀作用,以及影响诱集效果的春季多大风天气和化学农药防治蚜虫时对天敌种群的杀伤等因素,不建议当地利用黄板防治小麦蚜虫,特别是天敌迁入和迁出高峰期,以及天敌种群较大时,使用黄板会影响天敌对蚜虫的控制作用。但是在蚜虫迁入期,可利用黄板对有翅蚜进行监测并诱杀,一方面可起一定的防治作用,也可以获取种群动态,为后期的预测预报与防治提供基础数据支撑。

此外,益害比虽然不能作为一个具有经济意义的指标应用于害虫的防治(蒲天胜,1983),但是,通过两年的实验表明,在考虑黄板诱杀昆虫的绝对量以后,在评价黄板的诱杀作用时,益害比是一个既简单又实用的指标。

致谢:本试验在中国科学院河北栾城农业生态系统试验站完成,得到小麦产业体系李俊明研究员团队的大力支持,安忠民副站长和全体工作人员在实验生活等方面提供了诸多帮助,在此一并致谢。论文写作过程中,感谢张睿对英文摘要的润色。此外,还要感谢西南大学植物保护学院2007级的杨龙显和河南农业大学植物保护学院2007级的梁相志等同学在本实验中提供的帮助与支持。

参考文献 (References)

- Berlinger M, 1980. A yellow sticky trap for whiteflies: *Trialeurodes vaporariorum* and *Bemisia tabaci* (Aleyrodidae). *Entomol. Exp. Appl.*, 27(1):98–102.
- Hall DG, 2009. An assessment of yellow sticky card traps as indicators of the abundance of adult *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) in citrus. *J. Econ. Entomol.*, 102(1):446–452.
- Hall DG, Hentz MG, 2010. Stickytrap and stemtap sampling protocols for the Asian citrus psyllid (Hemiptera: Psyllidae). *J. Econ. Entomol.*, 103(2):541–549.
- Moreau TL, Isman MB, 2011. Trapping whiteflies? A comparison of greenhouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorum*) responses to trap crops and yellow sticky traps. *Pest Manag. Sci.*, 67:408–413.
- 贝亚维, 高春先, 陈笑芸, 吕要斌, 顾秀慧, 2004. 黄色诱虫板在温室和露地诱虫谱的比较研究. *浙江农业学报*, 16(5):340–342.
- 毕守东, 邹运鼎, 陈高潮, 孟庆雷, 王公明, 2000. 各种天敌对麦长管蚜和麦二叉蚜种群数量影响程度的研究. *安徽农业大学学报(自然科学版)*, 27(2):112–115.
- 侯茂林, 卢伟, 文吉辉, 2006. 黄色粘虫板对温室黄瓜烟粉虱成虫的诱集作用和控制效果. *中国农业科学*, 39(9):1934–1939.
- 李定旭, 刘绍友, 1992. 麦田食蚜天敌对麦长管蚜控制效应的研究. *植物保护*, 18(1):16–17.
- 刘生瑞, 2000. 小麦蚜虫的优势天敌及对蚜虫的自然控制. *昆虫知识*, 37(5):267.
- 刘向东, 翟保平, 张孝羲, 2004. 蚜虫迁飞的研究进展. *昆虫知识*, 41(4):301–307.
- 蒲天胜, 1983. 益害比的应用值得讨论. *昆虫天敌*, 5(4):257–258.
- 全国农业技术推广服务中心, 2008. 小麦病虫害发生与监控. 北京:中国农业出版社. 133–145.
- 全国农业技术推广服务中心, 2010. 主要农作物病虫害测

报技术规范应用手册. 北京:中国农业出版社. 49 – 55.

谭亚军, 李少南, 孙利, 2003. 农药对水生态环境的影响. 农药, 42(12):12 – 14.

吴春华, 陈欣, 2004. 农药对农区生物多样性的影响. 应用生态学报, 15(2):341 – 344.

赵永根, 卞觉时, 郁卫, 2008. 黄板对棉田烟粉虱和非靶标昆虫的诱杀作用. 植物保护, 34(3):144 – 147.

朱美华, 陈文龙, 顾丁, 柳琼友, 李子忠, 2008. 黄板诱杀对斑潜蝇天敌的影响. 西南师范大学学报(自然科学版), 33(3):48 – 51.