应用昆虫学报 *Chinese Journal of Applied Entomology* 2014, 51(2): 369–374. DOI: 10.7679/j.issn.2095–1353.2014.043

麦蚜的不同防治方法对麦田节肢动物功能团的影响*

邓 菲[1] 栗 治[1] 尹春燕[1] 李辉利[2] 刘小侠[1] 赵章武[1**]

（1. 中国农业大学农业与生物技术学院昆虫系，北京 100193；2. 石家庄市农林科学研究院赵县试验站，石家庄 051500）

摘 要 **【目的】** 本文从功能团的角度研究了不同的麦蚜防治方法对小麦田节肢功能团的影响，为进一步研究小麦田内生物多样性提供了基础。**【方法】** 本试验采用黄板、诱虫灯、糖醋液及 3 种方法综合使用的方法防治麦蚜，系统调查了这些防治方法对小麦田节肢功能团的影响。**【结果】** 综合使用黄板、诱虫灯、糖醋液防治麦蚜能够提高昆虫群落和蚜虫亚群落的稳定性，降低小麦蚜虫种类和天敌种类丰盛度，采用防治措施的小麦田内捕食性天敌的群落稳定性均较差，单一防治措施的使用对麦田内昆虫群落相对丰盛度、蚜虫亚群落稳定性、捕食性天敌群落稳定性也有一定影响。**【结论】** 在农田生态系统中，不同的防治方法对昆虫群落的影响不同。在实际应用中我们应合理搭配使用麦蚜的防治方法。

关键词 防治方法，麦田，昆虫群落

Effects of different wheat aphid control methods on the arthropod community in wheat fields

DENG Fei[1] LI Zhi[1] YIN Chun-Yan[1] LI Hui-Li[2] LIU Xiao-Xia[1] ZHAO Zhang-Wu[1**]

(1. Department of Entomology, China Agricultural University, Beijing 100193, China;

2. Test Station of Zhao County, Shijiazhuang Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Shijiazhuang 051500, China)

Abstract [Objectives] To determine the effects of different methods of wheat aphid control on the arthropod community in wheat fields and provide a basis for in depth study of biological diversity in wheat fields. **[Methods]** The effects of yellow plate traps, light traps, sweet and sour liquid and comprehensive control of wheat aphids on other arthropods in wheat fields was compared**. [Results]** The comprehensive use of yellow plate traps, light traps and sweet and sour liquid can improve the stability of the insect community but can also reduce the species abundance of both wheat aphid and natural enemies. The stability of the predatory natural enemy community was poor under all the aphid control measures tested. To some extent, the use of single control measures can affect the relative abundance of the insect community, the stability of aphids and their sub-communities and the stability of the predatory natural enemy community. **[Conclusion]** Different aphid control methods have different effects on the wheat field ecosystem.

Key words method of prevention and cure, wheat field, insect community

麦田节肢动物群落是一个多种害虫、天敌和中性节肢动物共存的庞大的网络系统。在该系统中，各个节肢动物之间相互影响、相互制约。研究农田中节肢动物群落在害虫防治实践上有重要指导意义。近年来，研究节肢动物群落已成为热点之一。刘志诚等（2004）综合比较了的Bt水稻和化学杀虫剂对稻田节肢动物群落的影响，发现 Bt 水稻对稻田节肢动物群落的影响明显弱于化学杀虫剂。胡雅辉等（2006）比较了不同类型棉田块的天敌迁移规律和天敌群落稳定性。生防桃园与化防桃园相比，桃园节肢动物群落不同营养层的时序变化及营养层

* 资助项目：公益性行业（农业）科研专项（201103022）

**通讯作者，E-mail: zhaozw@cau.edu.cn

收稿日期：2014-01-20，接受日期：2014-02-06

的垂直分布和不同功能团的差异不明显（周洪旭等，2006）。姜双林等（2007）系统调查了紫花苜蓿地的节肢动物，发现在苜蓿田中，物种多样性和营养多样性分别与功能团多样性的相关性极显著。小麦是我国北方地区最重要的粮食作物，目前对麦田群落的研究多着眼于麦田昆虫群落的结构和动态，对麦田节肢功能团的研究尚少，本研究采用了不同的防治麦蚜的方法，调查其对节肢功能团的影响，以期为麦田的害虫防治提供理论依据。

1　材料与方法

1.1　试验地概况

田间试验地位于河北省赵县试验站内，试验用地为 180 m×130 m 的小麦田，小麦品种为石麦 18 号。

1.2　试验处理设置

本试验为单因素随机区组试验，试验田为 60%吡虫啉悬浮种衣剂拌种田。将小麦田设置 5 个处理，每个处理 3 个重复，共 15 个小区，小区之间设立 1 m 宽的间隔带。

处理设置：试验小区 1 为对照田，不使用防治方法；试验小区 2 为黄板田，利用黄色粘虫板防治麦蚜，小区内采用平行式取样法，每 667 m^2 选 8 个取样点悬挂黄色粘虫板，各取样点间距离相等；试验小区 3 为诱虫灯田，放置两台诱虫灯；试验小区 4 悬挂糖醋液（糖：醋：酒：水为 6：3 ：1 ：10）防治蚜虫，采用平行式取点法每 667 m^2 选 8 个取样点悬挂糖醋液盆，各取样点间距离相等；试验小区 5 为综合防治田（简称综防田），采用平行式取点法每 667 m^2 选 8 个取样点悬挂黄板，8 个取样点悬挂诱芯，平行放置两台诱虫灯。

1.3　田间取样和调查方法

2011 年和 2012 年连续调查小麦田间的昆虫群落情况。

采用平行式取样法，每个试验小区取 10 个样点，每点取 10 株，记录整株小麦全株蚜虫数量、各类节肢动物、天敌种类和数量，2011 年每 5 d 调查一次，2012 年每 7 d 查一次。

麦蚜调查方法：采用目测法，每小区取 10 个点，每点取 10 株小麦，目测 10 株小麦以及小麦全株上的蚜虫数量。

瓢虫调查方法：直接计数法，记录每个取样点内所有小麦植株上瓢虫的成虫、幼虫数量和种类。

寄生蜂调查方法：以每个取样点内所有小麦植株上的僵蚜的数量代替。

节肢动物的调查方法：采用塑料口杯做诱捕器，在每个小区内五点取样法放置 5 个口杯，口杯上边缘与地面相平，诱捕器内盛有洗衣粉水以增加表面张力防止诱捕到的虫子爬出，每次调查取出杯中的虫子带回实验室鉴定种类。

1.4　数据分析

本试验测定麦田内群落水平的特征指标，即物种丰富度（即物种个数）（S），物种个数和（N）；Berger-Parker 的优势度指数（D），$D=N\max/N$；Shannon-Wiener 的多样性指数（H'），$H'=-\sum Pi\ln Pi$；Pielou 的均匀性指数（E），$E=H'/H'\max=H'/\ln S$；相对丰盛度（Pi），$Pi=Ni/N$；Simpson 的优势集中性指数（C），$C=\sum Pi^2$；以上公式中 $N\max$ 为优势种的个体数，N 为功能团全部物种的个体数，Pi 为第 i 个物种个体数（Ni）占功能团全部物种的总个体数（N）的比例，S 为功能团中物种数，Ni 为第 i 物种的个体数(丁岩钦，1994；庞雄飞和尤民生，1996)。用这些指标来比较分析不同防治方法对麦田蚜虫群落和主要天敌亚群落的组织水平及功能团的结构特征与动态，以明确优势种变化趋势、群落的多样性、均匀性、优势度、优势集中性强弱程度。

2　结果与分析

2.1　麦田群落的组成和结构

在调查过程中，无论天敌群落还是害虫群落都随着时间的变化而发生着变化。

小麦田内主要危害昆虫为：麦长管蚜 *Sitobion avenae*、麦二叉蚜 *Schizaphis graminum* 和禾谷缢管蚜 *Rhopalosiphum padi* Linnaeus。其中麦长管蚜是危害小麦的主要麦蚜种类。其他害虫为小麦吸浆虫 *Sitodiplosis mosellana*、麦秆蝇 *Meromyza saltarix*、大黑鳃金龟 *Hloltrichia oblita*

（Faldermann)、麦长腿蜘蛛 *Petrobia latens*（Muller)、华北蝼蛄 *Gryllotalpa unispina*、粘虫 *Leucania separate*。

调查的天敌种类包括捕食性天敌和寄生性天敌。捕食性天敌包括（1）瓢虫类：七星瓢虫 *Coccinella septempunctata*、异色瓢虫 *Harmonia axyridis*、龟纹瓢虫 *Propylaea japonica*。（2）草蛉类：中华草蛉 *Chrysopa sinica* 和异色草蛉 *Chrysopa phyllochroma*。（3）蜘蛛类：草间小黑蛛 *Eringonidium graminicala*。（4）食蚜蝇：黑带食蚜蝇 *Epistrophe balteata*。寄生性天敌为蚜茧蜂：燕麦蚜茧蜂 *Aphidius avenae* 和麦蚜茧蜂 *Ephedrus plagiator*。

2.2　不同防治方法的小麦田中昆虫群落相对丰盛度

不同防治方法小麦田蚜虫的相对丰盛度为：对照田>黄板田>糖醋液田>灯诱田>综防田；寄生性天敌的丰盛度为：对照田>黄板田>综防田>灯诱田>糖醋液田；主要捕食性天敌的丰盛度为：对照田>综防田>灯诱田>糖醋液田>黄板田。结果（表 1）表明，对照田小麦蚜虫种类的丰盛度最高，蚜虫大发生的潜在威胁性较大；从捕食性天敌和寄生性天敌的丰盛度来看，对照田天敌的丰盛度高于采用防治措施的田块，一方面说明对照田麦蚜发生较重，另一方面说明防治措施会对天敌产生一定的影响。

2.3　不同防治方法的小麦田中昆虫群落特征分析

采用不同的防治方法，小麦田昆虫群落优势度指数为：对照田>黄板田>灯诱田>糖醋液田>综防田；多样性指数为：综防田>糖醋液田>灯诱田>黄板田>对照田；均匀性指数为：综防田>糖醋液田>灯诱田>黄板田>对照田；优势集中性指数为：对照田>黄板田>灯诱田>糖醋液田>综防田。结果（表 2）表明，综防田中昆虫群落的稳定性最好，对照田中昆虫群落的稳定性最低，说明使用防治措施有利于提高小麦田昆虫群落的稳定性。

表 1　不同防治方法对麦田昆虫群落相对丰盛度的影响

Table 1　Effects of different control methods on insect community relative abundance degree of wheat field

昆虫群落 Insect community	处理 Treatment	相对丰盛度 Relative abundance degree
蚜虫 Aphids	对照田 Control field	80.99%
	黄板田 Yellow plate field	80.56%
	灯诱田 Light traping field	79.88%
	糖醋液田 Sweet and sour fluid field	79.97%
	综防田 Comprehensive prevention and control of the field	77.71%

续表 1（Table 1 continued）

昆虫群落 Insect community	处理 Treatment	相对丰盛度 Relative abundance degree
寄生性天敌 Parasitic natural enemies	对照田 Control field	15.42%
	黄板田 Yellow plate field	15.31%

	灯诱田 Light traping field	14.98%
	糖醋液田 Sweet and sour fluid field	14.87%
	综防田 Comprehensive prevention and control of the field	15.23%
	对照田 Control field	1.57%
	黄板田 Yellow plate field	1.41%
捕食性天敌 Predatory natural enemies	灯诱田 Light traping field	1.46%
	糖醋液田 Sweet and sour fluid field	1.43%
	综防田 Comprehensive prevention and control of the field	1.48%

表 2　不同防治方法对麦田昆虫群落主要特征值的影响

Table 2　Effects of different control methods on main characteristic value of insect communityin wheat field

处理 Treatment	麦田昆虫群落特征参数 Insect community main characteristic value in wheat field			
	优势度指数（*D*） Dominance index	多样性指数（*H′*） Diversity index	均匀性指数（*E*） Evenness index	优势集中性指数（*C*） The advantage of concentration index
对照田 Control field	0.6400	0.6030	0.2619	0.6804
黄板田 Yellow plate field	0.6355	0.6196	0.2690	0.6734
灯诱田 Light traping field	0.6162	0.6766	0.2938	0.6470
糖醋液田 Sweet and sour fluid field	0.6153	0.6879	0.2987	0.6412
综防田 Comprehensive prevention and control of the field	0.6021	0.7059	0.3066	0.6304

2.4　不同防治方法的小麦田中蚜虫亚群落特征分析

采用不同的防治方法，小麦田蚜虫亚群落优势度指数为：对照田>黄板田>灯诱田>糖醋液田>综防田；多样性指数为：综防田>糖醋液田>灯诱田>黄板田>对照田；均匀性指数为：综防田>糖醋液田>灯诱田>黄板田>对照田；优势集中性指数为：对照田>黄板田>糖醋液田>灯诱田>综防田。结果（表 3）表明，综防田中蚜虫亚群落的稳定性最好，对照田中蚜虫亚群落的稳定性最低，说明使用防治措施可以控制小麦田蚜虫群落的变化，降低麦蚜大发生的风险。

2.5　不同防治方法的小麦田中捕食性天敌亚群

落特征分析

采用不同的防治方法，小麦田捕食性天敌亚群落优势度指数为：对照田>黄板田>灯诱田>综防天>糖醋液田；多样性指数为：灯诱田>综防田>糖醋液田>黄板田>对照田；均匀性指数为：综防田>灯诱田>糖醋液田>黄板田>对照田；优势集中性指数为：对照田>黄板田>糖醋液田>综防田>灯诱田。结果（表 4）表明，对照田捕食性天敌亚群落的稳定性最低，而采用了防治措施的田块其稳定性相对较差，说明采用多种防治措施可以使捕食性天敌亚群落对变化于环境和来自群落内部波动的缓冲作用较强，某种天敌大发生的可能性较小，不利于天敌数量的增加。

3　小结与讨论

研究表明，麦田中昆虫种类和数量丰富，害虫以麦蚜为主，天敌以捕食性天敌为优势种。群落特征的主要参数有群落的多样性、均匀度、优势度、优势集中性指数。群落的多样性和均匀度较高而优势集中性指数较低的群落，其稳定性较好（李素娟等，2007）。群落优势度越大，物种间个体数差异越大，其优势种突出，种间竞争激烈，群落处于不稳定状态（张孝羲，2002）。在本试验调查中发现在昆虫相对丰盛度比较中，对照田小麦蚜虫种类的丰盛度最高，对照田的天敌种类丰盛度高于防治田；在昆虫群落稳定性方面，综防田中昆虫群落的稳定性最好，对照田中昆虫群落的稳定性最低，综防田中蚜虫亚群落的

表 3　不同防治方法对麦田蚜虫亚群落主要特征值的影响

Table 3　Effects of different control methods on main characteristic value of aphid sub-community in wheat field

处理 Treatment	麦田蚜虫亚群落特征参数 Main characteristic value of aphid sub-community in wheat field			
	优势度指数（*D*） Dominance index	多样性指数（*H′*） Diversity index	均匀性指数（*E*） Evenness index	优势集中性指数（*C*） The advantage of concentration index
对照田 Control field	0.7902	0.5797	0.5277	0.6609
黄板田 Yellow plate field	0.7889	0.5845	0.5321	0.6588
灯诱田 Light traping field	0.7812	0.6089	0.5543	0.6474
糖醋液田 Sweet and sour fluid field	0.7839	0.6136	0.5585	0.6492
综防田 Comprehensive prevention and control of the field	0.7540	0.6162	0.5609	0.6074

表 4　不同防治方法对麦田捕食性天敌亚群落主要特征值的影响

Table 4　Effects of different control methods on main characteristic value of predatory natural enemies in wheat field

处理 Treatment	麦田捕食性天敌亚群落特征参数			
	优势度指数（*D*） Dominance index	多样性指数（*H′*） Diversity index	均匀性指数（*E*） Evenness index	优势集中性指数（*C*） The advantage of concentration index
对照田 Control field	0.5895	0.6771	0.9768	0.5160

黄板田 Yellow plate field	0.5254	0.6919	0.9981	0.5012
灯诱田 Light traping field	0.5098	0.6930	0.9997	0.5002
糖醋液田 Sweet and sour fluid field	0.4807	0.6924	0.9989	0.5007
综防田 Comprehensive prevention and control of the field	0.4878	0.6928	0.9999	0.5003

稳定性最好，对照田中蚜虫亚群落的稳定性最低，对照田捕食性天敌亚群落的稳定性最低，防治田的捕食性天敌亚群落稳定性也相对较差。这些结果说明在农田生态系统中采用多种物理防治措施虽然可以降低麦蚜的种群数量，但也一定程度影响捕食者和寄生者，有一定的弊端，在实际应用中要合理应用。

农田生态系统是一个开放的生态环境系统，气候、土壤条件等多种因素对其有很重要的影响。黄板的诱杀效果受到其色泽、大小、质地、悬挂高度、悬挂密度的影响，糖醋液的诱杀效果受到成分的配比、当地的气候条件的影响，诱虫灯的诱杀效果受到设置的高度、诱虫光源的波长及使用时间的影响，这几种方法不仅能诱杀蚜虫等靶标害虫，还能对麦秆蝇、一些鳞翅目害虫等非靶标害虫产生影响。它们都会对草蛉、瓢虫等自然天敌和蚊、蝇等其他昆虫具有一定的诱杀力。因此，对于这些方法的使用还应注意一些细节，比如黄板悬挂的高度应略高于作物高度；研制自动开关的诱捕器降低糖醋液的挥发，并设计物理阻隔网避免对天敌的误杀；诱虫灯严格控制使用时间等。另外，种植一些诱集植物，起到吸引和保护天敌的作用，比如邻作油菜等作物增加农田植被多样性来提高天敌的丰富度和多样性（Munyuli *et al.*，2007）。

参考文献 (References)

Munyuli BT, Luther GC, Kyamanywa S, 2007. Effects of cowpea cropping systems and insecticides on arthropod predators in Uganda and Democratic Republic of the Congo. *Crop Protection*, 26(2): 114–126.

丁岩钦, 1994. 昆虫数学生态学. 北京: 科学出版社. 426̄515. [DING YQ, 1994. Insect mathematical ecology .*Beijing: Science Press*, (1): 426̄515.]

胡雅辉, 郭建英, 万方浩, 尉文彬, 2006.棉田及其邻作田地表节肢动物天敌的季节动态. 中国生物防治, 22(2): 101̄108. [HU YH, GUO JY, WAN FH, WEI WB , 2006. Seasonal dynamics of gound-dwelling natural enemies in cotton fields and their adjacent crop fields. *Chinese Journal of Biological Control*, 22(2): 101̄108.]

姜双林, 2007. 紫花苜蓿草地节肢动物群落功能团和营养层的多样性. 生态学杂志, 26(4): 519̄522. [JIANG SL, 2007. .Diversity in functional group and nutrional class of arthropod community on cultivated lucerne grassland.*Chinese Journal of Ecology*, 26(4): 519̄522.]

李素娟, 刘爱芝, 茹桃勤, 武予清, 韩松, 2007. 小麦与不同作物间作模式对麦蚜及主要捕食性天敌群落的影响.华北农学报, 22(1): 141̄144. [LI SJ, LIU AZ, RU TQ, WU YQ, HAN S, 2007. Effects of different intercropping models on wheat aphids and their predator communities..*Acta Agriculturae Boreali-sinica*, 22(1): 141̄144.]

刘志诚, 叶恭银, 胡萃, 2004. 抗虫转基因水稻和化学杀虫剂对稻田节肢动物群落的影响. 应用生态学报, 15(12): 2309̄2314. [LIU ZC, YE GY,HU C, 2004. Effects of *Bacillus thuringiensis* transgenic rice and chemical insecticides on arthropod communities in paddy fields. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 15(12): 2309̄2314.]

庞雄飞, 尤民生, 1996. 昆虫群落生态学. 北京: 中国农业出版社. 77̄102. [PANG XF, YOU MS, 1996. Insect community ecology.*China Agriculture Press*, 77̄102.]

张孝羲, 2002. 昆虫生态学与预测. 北京: 中国农业科学出版社. 139̄155.[ZHANG XY, 2002. Insect ecology and forecasting. *Insect Ecology and Prediction*, 139̄155.]

周洪旭, 李淑文, 谭秀梅, 董亮, 王俊平, 程林友, 2006.桃园节肢动物群落不同功能团、营养层的垂直分布和时序变化. 莱阳农学院学报, 23(3): 199̄201. [ZHOU HX, LI SW, TAN XM, DONG L, WANG JP, CHENG LY, 2006. Vertical distribution and temporal variation of arthropod guilds and nutrition classes

in peach garden. *Journal of Laiyang Agricultural College*, 23(3): 199̃201.]