

# 两种除草剂对棉田节肢动物群落多样性指数的影响\*

王向阳<sup>1,2</sup> 邹运鼎<sup>1\*\*</sup> 孟庆雷<sup>1</sup> 章炳旺<sup>1,3</sup> 代海敏<sup>2</sup>

(<sup>1</sup> 安徽农业大学,合肥 230036; <sup>2</sup> 全国农作物病虫测报网安徽省萧县区域站,萧县 235200;

<sup>3</sup> 安徽省安庆市植保站,安庆 246001)

**【摘要】** 系统地研究了棉田地面和棉株节肢动物群落及各亚群落施用克无踪(A)、高盖(B)与对照(CK)之间在群落生物多样性、丰富度和均匀度的差异。结果表明,对地面肉食动物群落生物多样性(H)的A-CK的  $t$  值为 3.099, B-CK的  $t$  值为 2.449,  $t > t_{0.05} = 2.228$ , 差异显著;地面植食动物亚群落的(H)A-CK的  $t$  值为 2.377, A-B 为 2.260,  $t > t_{0.05} = 2.228$ , 差异均显著。棉株节肢动物群落及亚群落 A-CK、B-CK 和 A-B 之间差异不显著。地面节肢动物亚群落丰富度 A-CK 的  $t$  值为 4.759, 地面植食类节肢动物亚群落为 4.359, 地面肉食节肢动物亚群落为 2.963, 均  $t > t_{0.05} = 2.228$ , 表明 A 与 CK 之间差异显著;在均匀度上, A 和 B 及 A-CK、B 与 CK 之间两类群落及亚群落上差异均不显著。A 和 B 对棉株节肢动物群落影响很小。施用 A 和 B 及 CK 的生物多样性的变化总趋势一致。

**关键词** 棉田 除草剂 节肢动物群落 多样性指数

**文章编号** 1001 - 9332(2005)03 - 0514 - 05 **中图分类号** Q958.11 **文献标识码** A

**Effects of herbicides on diversity indices of cotton field arthropod community.** WANG Xiangyang, ZOU Yunding, MENG Qinglei, ZHANG Bingwang (Anhui Agricultural University, Hefei 230036). -Chin. J. Appl. Ecol., 2005, 16(3): 514 ~ 518.

This paper studied the differences of the diversity, abundance and evenness of arthropod community and sub-community in cotton field among treatments haloxyfor-k (A), paraquat (B) and contrast (CK). The results showed that in the diversity of phytophagous sub-community,  $t_{A-CK} = 3.099$  and  $t_{B-CK} = 2.449$  ( $t > t_{0.05} = 2.228$ ), the difference being significant, and in the diversity of predatory sub-community,  $t_{A-B} = 2.260$  and  $t_{A-CK} = 2.377$  ( $t > t_{0.05} = 2.228$ ), the difference being also significant. In the arthropod community and sub-community, no significant difference was found for A-CK, B-CK and A-B. The abundance of arthropod community  $t_{A-CK} = 4.759$ , and that of phytophagous sub-community  $t_{A-CK} = 2.963$ , the effect being all significant ( $t > t_{0.05} = 2.228$ ). No significant difference was found in the evenness of arthropod community and sub-community for A-B, A-CK and B-CK. The biodiversity had the same change trend for treatments haloxyfor-R (A) paraquat (B) and contrast (CK).

**Key words** Cotton field, Herbicide, Arthropod community, Diversity index.

## 1 引 言

昆虫群落研究是害虫防治的基础,相关研究已有大量报道<sup>[2,5,12,13,21,25,26,28]</sup>。地球上的昆虫大约有 100 多万种,而真正对农作物造成危害的昆虫不过几百种。在农业生产过程中,大量使用的杀虫剂具有广谱杀虫活性,导致大部分无害的或有益的昆虫种群下降。研究表明,长期使用有机合成杀虫剂,使害虫种类从 130 ~ 180 种迅速减少到几种。与此同时,有 40 多种害虫天敌销声匿迹;水田的害虫由原来的 210 种减少到 10 余种<sup>[22]</sup>。

对农药敏感的害虫天敌受农药影响较大,尤其是生物生理生化特性或形态构造与害虫接近的天敌或寄生性天敌受害最大。Haynes<sup>[7]</sup>研究发现,农药控制西红柿节肢动物害虫时,对捕食性天敌的繁殖、捕食行为产生显著影响。

农药导致昆虫群落发生变化,在原生态系统中受到抑制的次要种群变成主要有害种群,导致害虫爆发。Thomas<sup>[19]</sup>和 Salas<sup>[16]</sup>研究发现,使用农药灭索威和西维因后,增加了西红柿蠕虫和卷心菜尺蠖 (*Geometridae*) 及潜叶类害虫种群数量。

自从 20 世纪 70 年代末,除草剂成为世界农药工业的主题<sup>[17]</sup>以来,国内化学除草面积逐年增加,由 1985 年的  $8.67 \times 10^6$   $hm^2$ ,增至 1999 年的  $6.0 \times 10^7$   $hm^2$ <sup>[20]</sup>。除草剂的大量施用,破坏了地面植被,给害虫和天敌群落带来严重影响。据统计,植食者各个体数量发生变化,致使 53% 的植食者数量降低,18% 的植食者数量增加<sup>[14]</sup>。天敌假说和资源集中假说<sup>[15]</sup>认为,多样化的农田生态系统比单作系统具有更为丰富和多样的害虫天敌,害虫数量减少。减少耕作和除草剂

\*安徽省自然科学基金资助项目(95-农-05)。

\*\*通讯联系人。

2004 - 05 - 21 收稿,2004 - 08 - 30 接受。

的使用对节肢动物种群数量没有影响<sup>[1]</sup>。但选择除草剂对地面节肢动物的种群数量没有影响,只有施用灭生性除草剂时影响明显,其中植食类降低 76.9%、肉食类降低 46.9%<sup>[23]</sup>。据报道,杀虫剂对棉田和菜田节肢动物多样性<sup>[8~11]</sup>、茶株密度、封山育林等对群落中节肢动物结构和生物多样性<sup>[4~6]</sup>有影响。使用杀虫剂和除草剂可引起害虫种群扩大<sup>[27]</sup>。本文研究施用不同类型的除草剂对棉田节肢动物群落的生物多样性、丰富度和均匀度等的影响,为棉田害虫管理和除草剂的选择提供科学依据。

## 2 材料与方法

### 2.1 试验设计与田间调查

试验地点选在安徽省萧县唐庙农场,调查棉田为豌豆(*Pisum sativum*)套作直播棉田,面积 700 m<sup>2</sup>,1998 年 4 月 17 日播种,棉花品种为“皖杂 40”,5 月 20 日前后定苗,密度为 36 000 株·hm<sup>-2</sup>左右。5 月中旬豌豆摘荚收获。试验设喷 20%克无踪水剂(Paraquat,英国产,中文通用名为百草枯,简称“克无踪”)3 750 ml·hm<sup>-2</sup>、喷 10.8%高效盖草能乳油(Haloxyfor-R,美国产,中文通用名为右旋吡氟乙草灵,简称“高盖”)450 ml·hm<sup>-2</sup>和空白对照 3 个处理,每处理 3 次重复。随机排列,共 9 个小区,每小区 70 m<sup>2</sup>(7 m×10 m)。于 6 月 10 日喷施除草剂。使用工农-16 型手动喷雾器施药,克无踪采用行间定向喷雾,高盖采用常规喷雾,每小区喷药液 5 kg。施药后 7 d(6 月 17 日)开始调查,以后 7 d 调查 1 次,至 8 月 26 日结束,共调查 11 次。每小区平行跳跃式固定 5 点,每点顺行固定 6 株健壮棉花和 1 m<sup>2</sup> 地面,每次均调查固定棉株和地面上节肢动物的种类和数量。卵、蛹和鳞翅目成虫不作记载。调查棉田从棉花出苗至调查结束不施任何杀虫、杀螨剂,亦不中耕除草,其它栽培管理按常规进行。

### 2.2 研究方法

采用 Simpson 公式和 Shannorr Winner 公式计算多样性指数<sup>[3,9,18]</sup>。

$$D = 1 - \sum_{i=1}^S \frac{N_i(N_i - 1)}{N(N - 1)}$$

表 1 各处理节肢动物群落的多样性指数及 t 检验

Table 1 Diversity index and t-tested of arthropod community observed in treated plots (eleven averages)

群落类型 Community type	多样性指数 Diversity index						t 检验 t-tested					
	A		B		CK		A - CK		B - CK		A - B	
	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H
	0.739	2.526	0.778	2.864	0.796	3.023	0.798	1.991	0.505	1.125	0.578	1.274
	0.563	1.491	0.655	2.055	0.630	2.009	0.960	2.377 *	0.423	0.212	1.308	2.260 *
	0.626	1.817	0.664	2.023	0.752	2.376	2.223 *	3.099 *	2.023	2.449 *	0.574	1.006
	0.473	1.930	0.495	1.942	0.529	2.135	1.626	1.245	1.246	1.568	0.616	0.081
	0.407	1.478	0.441	1.517	0.444	1.610	0.785	0.685	0.109	0.733	1.043	0.308
	0.785	2.724	0.741	2.504	0.793	2.713	0.251	0.084	1.929	1.571	1.291	2.117

. 地面总群落 Community on ground; . 地面植食类亚群落 Phytophagous sub-community on ground; . 地面肉食类亚群落 Predatory sub-community on ground; . 棉株总群落 Community on plants; . 棉株植食类亚群落 Phytophagous sub-community on plants; . 棉株肉食类亚群落 Predatory sub-community on plants. A: 喷克无踪区 Paraquat; B: 喷高盖区 Haloxyfor-R; CK: 对照区 Control. \*  $P < 0.05$ ; \*\*  $P < 0.01$ . df = 10,  $t_{0.05} = 2.228$ ,  $t_{0.01} = 3.169$ . 下同 The same below.

$$H = - \sum_{i=1}^S P_i \log_2 P_i$$

式中,  $N_i$  为第  $i$  个物种的个体数,  $N$  为所有物种的个体总数,  $P_i = N_i/N$  即第  $i$  物种的个体数占群落总个体数的比例,  $S$  为丰富度,即群落所包含的物种数。

群落均匀度指数用 Pielou 的实测多样性与最大多样性的比例表示:

$$J = H / H_{\max} = H / \log_2 S.$$

原始数据经过整理,在计算机上运用 DPS 数据处理软件计算<sup>[18]</sup>。

## 3 结果与分析

### 3.1 各处理节肢动物群落多样性指数及其差异

将 3 个处理每次的调查数据为一组进行统计计算,得出其多样性指数,并将 11 次的平均值列于表 1。由表 1 可知,各处理 Simpson 多样性指数均低于 Shannorr Winner 多样性指数  $H$ 。地面植食类节肢动物亚群落的多样性指数表现为喷高盖处理区 > 对照区 > 喷克无踪处理区;棉株肉食类亚群落为喷克无踪处理区 > 对照区 > 喷高盖处理区。地面节肢动物总群落、肉食类亚群落和棉株节肢动物总群落、植食类亚群落的多样性指数均表现为对照区 > 喷高盖处理区 > 喷克无踪处理区。3 种处理间比较,喷克无踪处理区节肢动物的多样性指数为棉株肉食类亚群落 > 地面总群落 > 棉株总群落 > 地面肉食类亚群落 > 地面植食类亚群落 > 棉株植食类亚群落;喷高盖处理区为地面总群落 > 棉株肉食类亚群落 > 地面植食类亚群落 > 地面肉食类亚群落 > 棉株总群落 > 棉株植食类亚群落;对照区则为地面总群落 > 棉株肉食类亚群落 > 地面肉食类亚群落 > 棉株总群落 > 地面植食类亚群落 > 棉株植食类亚群落。初步可以看出,棉田喷施克无踪棉株肉食类节肢动物的多样性偏高,喷施高盖地面植食类节肢动物的多样性偏高,其余群落均以对照偏高。

对3个处理两两间进行 *t* 检验,结果表明,地面节肢动物总群落和地面植食类节肢动物亚群落喷施两种除草剂间,多样性 *D* 差异均不显著,多样性 *H* 差异显著.但喷施克无踪和高盖的地面肉食类亚群落与CK之间多样性 *H* 差异显著,棉株节肢动物总群落、植食类亚群落、肉食类亚群落处理两两之间的生物多样性 *D* 和生物多样性 *H* 差异均不显著.由此可以看出,喷施克无踪可显著降低地面植食类亚群落和肉食类亚群落多样性,喷施高盖可显著地降低地面肉食类亚群落的多样性,对地面上天敌有杀伤作用.两种除草剂对棉株上节肢动物群落多样性影响均不显著.

3.2 各处理节肢动物群落丰富度和均匀度指数及其差异

群落丰富度和均匀度均对群落多样性产生影响<sup>[7,8]</sup>.由表2可见,3个处理地面节肢动物总群落和植食类、肉食类亚群落的丰富度均低于棉株上的节肢动物群落,均匀度均高于棉株上的群落;地面植食类和肉食类两个亚群落之间,只有喷克无踪处理区植食类的丰富度低于肉食类,另两个处理区植食类的丰富度均高于肉食类;3个处理棉株上植食类的丰富度均高于肉食类,而均匀度均低于肉食类;地面植食类的均匀度均高于肉食类.3个处理间比较,地面节肢动物总群落和植食类、肉食类亚群落的丰富度均表现为对照区 > 喷高盖处理区 > 喷克无踪处理区;棉株节肢动物总群落和植食类亚群落的丰富度均表现为喷克无踪处理区 > 对照区 > 喷高盖处理区;棉株肉食类亚群落为对照区 > 喷克无踪处理区 > 喷高盖处理区.地面节肢动物总群落和棉株肉食类亚群落的均匀度表现为喷克无踪处理区 > 对照区 > 喷高盖处理区;地面植食类节肢动物亚群落为喷克无踪处理区 > 喷高盖处理区 > 对照区;棉株节肢动物总群落、植食类亚群落和地面肉食类亚群落为对照区 > 喷高盖处理区 > 喷克无踪处理区.

由表2可见,喷克无踪处理区地面节肢动物总群落和植食类、肉食类亚群落的丰富度均显著低于

对照区,其中总群落和植食类亚群落的丰富度与对照之间的差异达极显著水平;喷高盖处理区地面节肢动物总群落和植食类亚群落均与对照区差异不显著,但肉食类则显著低于对照区;两种除草剂处理区的地面节肢动物丰富度之间也有差异,其中喷克无踪处理区地面植食类节肢动物亚群落的丰富度极显著低于喷高盖处理区,肉食类亚群落与喷高盖处理区差异不显著,节肢动物总群落显著低于喷高盖处理区,但未达极显著水平.棉株上节肢动物总群落和植食类、肉食类亚群落的丰富度,3个处理之间的差异均不显著.地面与棉株上节肢动物总群落和植食类、肉食类亚群落的均匀度,3个处理间的差异均不显著.因此,喷施除草剂只对棉田地面节肢动物群落的丰富度有一定影响,对棉株上节肢动物群落的丰富度和地面、棉株上节肢动物群落的均匀度均无显著影响.

3.3 各处理节肢动物群落多样性动态变化

由图1可知,3个处理棉株节肢动物群落多样性的消长基本一致;其中节肢动物总群落和植食性亚群落多样性上下波动较大,逐渐呈下降趋势.这主要由于7月15日(施药5周)后,棉蚜数量急剧增长,个体数占绝对优势,使群落均匀度降低,从而导致多样性指数较低;肉食类亚群落的多样性消长上下波动较小,且逐渐呈上升趋势,只在最后一次调查(8月26日)略有下降.这主要由于肉食类的丰富度前后相对稳定,但个体数逐渐上升,且主要物种的个体数悬殊较小,群落均匀度较高.3个处理地面节肢动物群落多样性的消长动态有一定差异,尤其是在药后2周内.喷克无踪处理区杂草施药后2d几乎全部枯死,地面植被遭到严重破坏,对地面节肢动物群落影响较大.药后2周内地面节肢动物总群落和植食类、肉食类亚群落的多样性均明显低于对照区和喷高盖处理区,但多样性指数逐渐上升,施药3周后,随着杂草萌生,地面植被逐渐恢复,节肢动物多样性才接近另两个处理区,且消长动态趋于一致,而植食类、肉食类亚群落多样性的消长曲线多在对照

表2 各处理节肢动物群落的丰富(S)度和均匀度(J)指数及t检验

Table 2 Relative abundance, evenness index and t-tested of arthropod community in treated plots (eleven averages)

群落类型 Community type	指数 Index						t 检验 t-tested					
	A		B		CK		A - CK		B - CK		A - B	
	S	J	S	J	S	J	S	J	S	J	S	J
	11.1	0.747	16.1	0.724	17.3	0.740	4.759**	0.110	0.975	0.579	2.969*	0.393
	4.8	0.678	8.9	0.668	8.9	0.649	4.359**	0.332	0.000	0.405	3.667**	0.130
	6.2	0.717	7.2	0.729	8.4	0.783	2.963*	1.379	2.448*	1.314	1.311	0.177
	30.4	0.416	28.7	0.428	30.2	0.455	0.134	1.042	1.022	1.214	1.355	0.359
	17.9	0.384	17.0	0.411	17.7	0.418	0.256	0.662	0.841	0.219	1.060	0.849
	12.2	0.765	11.7	0.706	12.6	0.747	0.506	0.639	1.264	1.667	0.833	1.633

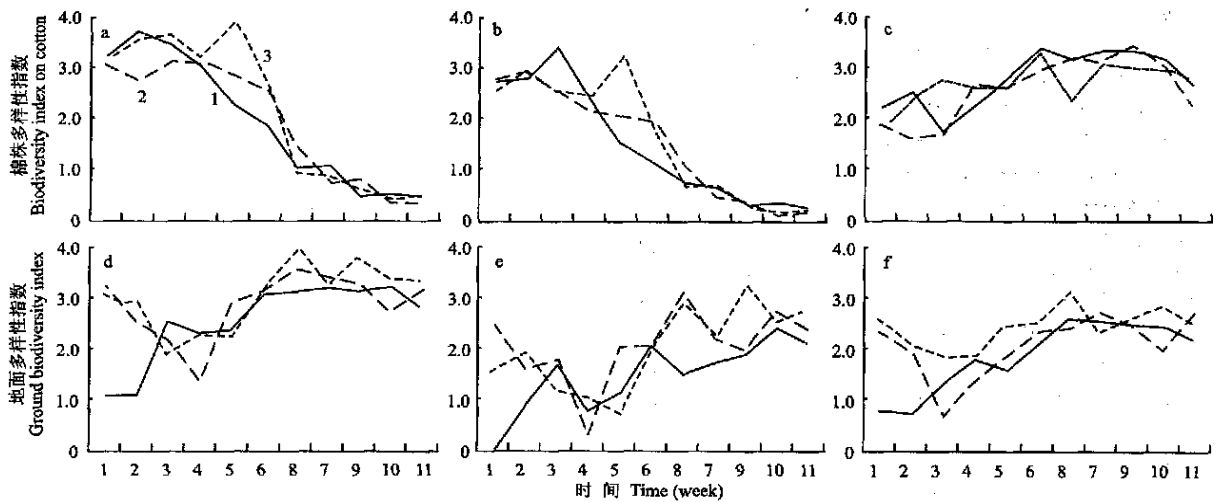


图1 各处理节肢动物多样性( $H$ )指数的动态变化

Fig. 1 Dynamic of diversity index of arthropod community in treated plots.

a) 棉株节肢动物总群落 Total community on cotton; b) 棉株植食类节肢动物亚群落 Phytophagous arthropod sub-community on cotton; c) 棉株肉食类节肢动物亚群落 Predatory arthropod sub-community on cotton; d) 地面节肢动物总群落 Total community on ground; e) 地面植食类节肢动物亚群落 Phytophagous arthropod sub-community on ground; f) 地面肉食类节肢动物亚群落 Predatory arthropod sub-community on ground. 1) 喷克无踪 Paraquat; 2) 喷高盖 Haloxfor-R; 3) 对照 Control.

区曲线以下,其中肉食类的多样性在药后7周内均低于对照区。喷高盖处理区只对禾本科杂草有防效,且药效比克无踪慢,施药5d后禾本科杂草才陆续枯死,但阔叶杂草和莎草科的香附子却更加旺盛,地面植被的覆盖度与对照区的差别小,对地面植食类节肢动物的影响较小,地面节肢动物总群落和植食类亚群落的多样性一直与对照区相近,消长动态基本一致;但对肉食类亚群落的多样性影响较大,其多样性指数在施药后7周内也低于对照区。因此棉田施用灭生性除草剂克无踪,药后2周内对地面节肢动物多样性的影响较明显,3周后影响逐渐减小,其中植食类和节肢动物总群落的多样性在药后3周即可恢复,肉食类则在药后8周才能恢复;施用高盖对地面节肢动物总群落和植食类亚群落的多样性影响不大,但对肉食类的多样性有一定影响,需在药后8周才能恢复;施用两种除草剂对棉株上节肢动物多样性的消长动态基本无影响。

致谢 安徽省萧县病虫测报站王顺建、宋爱颖、黄娟及安徽农业大学植保系九五吴胜琨、陆尔君同学参加田间调查。

#### 参考文献

- 1 Buntin GD, Hargrove WL, Mccracken DV. 1995. Population of foliage-inhabiting arthropods on soybean with reduced tillage and herbicide USE. *Agron J*, **87**(5): 789 ~ 794
- 2 Cheng HH, Hanlon JJ. 1988. Residual activity of insecticides applied on tobacco for green peach aphid control. *Tob Sci*, **32**: 9 ~ 12
- 3 Ding Y-Q(丁岩钦). 1994. Entomomathematical Ecology. Beijing: Science Press. 437 ~ 447(in Chinese)

- 4 Cao B-J(高宝嘉), Zhang Z-Z(张执中), Li Z-Y(李镇宇), et al. 1992. Studied on the influence of the closed forest on the structure diversity and stability of insect community. *Acta Ecol Sin*(生态学报), **12**(1): 1 ~ 7(in Chinese)
- 5 Geng J-H(耿金虎), Shen Z-R(沈佐锐). 2003. Biodiversity in field ecosystems and integrated pest management. *Plant Prot Technol Ext*(植保技术与推广), **23**(11): 30 ~ 32(in Chinese)
- 6 Han B-Y(韩宝瑜), Jiang C-J(江昌俊), Li Z-M(李卓民), et al. 2001. Components of arthropod communities in tea gardens with four different cultivation types. *Acta Ecol Sin*(生态学报), **21**(4): 646 ~ 652(in Chinese)
- 7 Haynes KY. 1988. Sublethal effects of neurotoxic insecticides on insect behavior. *Ann Rev Ent*, **33**: 149 ~ 155
- 8 Hou Y-M(侯有明), Pang X-F(庞雄飞), Liang G-W(梁广文), et al. 2001. Effect of chemical insecticides on the diversity of arthropods in vegetable fields. *Acta Ecol Sin*(生态学报), **21**(8): 1262 ~ 1268(in Chinese)
- 9 Jin C-X(金翠霞), Wu Y(吴亚), Wang D-L(王冬兰). 1990. Diversity of arthropod communities in paddy fields. *Acta Ent Sin*(昆虫学报), **33**(3): 287 ~ 295(in Chinese)
- 10 Jin C-X(金翠霞), Wu Y(吴亚). 1981. A study on the measurements of community diversity and their application. *Acta Ent Sin*(昆虫学报), **24**(1): 28 ~ 33(in Chinese)
- 11 Luo Z-Y(罗志义). 1982. Diversity analysis of arthropoda community in cotton fields of Sheshan district and diversity effect made by insecticides. *Acta Ecol Sin*(生态学报), **2**(3): 255 ~ 266(in Chinese)
- 12 Miao Y(缪勇), Zou Y-D(邹运鼎), Sun S-J(孙善教), et al. 2002. Dynamics of predatory natural enemy community in cotton fields. *Chin J Appl Ecol*(应用生态学报), **13**(11): 1437 ~ 1440(in Chinese)
- 13 Pang X-F(庞雄飞), Zhang M-X(张茂新), Hou Y-M(侯有明), et al. 2000. Evaluation of plant protectants against pest insects. *Chin J*

- Appl Ecol* (应用生态学报), **11** (1): 108 ~ 110 (in Chinese)
- 14 Risch SJ, Andow DA, Altier I. 1983. Agroecosystem diversity and pest control: Data tentative conclusions and new research directions. *Environ Ent*, **12**: 625 ~ 629
  - 15 Root RB. 1973. Organization of plant-arthropod association in simple and diverse habitats: The fauna of collards (*Brassicaoleracea*). *Ecol Monogr*, **43**: 95 ~ 124
  - 16 Salas J. 1992. Integrated pest-management program for tomato crops, Lara state, Venezuela. *Acta Hort*, **301**: 199 ~ 203
  - 17 Su S-Q (苏少泉). 1999. The recent status of herbicide development. *Pesticides* (农药), **38** (10): 11 ~ 15 (in Chinese)
  - 18 Tang Q-Y (唐启义), Feng M-G (冯明光). 2002. DPS Data Processing System for Practical Statistics. Beijing: Science Press. 235 ~ 238 (in Chinese)
  - 19 Thomas CFG, Hol EAA, Everts JW. 1990. Modeling the diffusion component of dispersal during recovery of a population of linyphiid spiders from exposure to an insecticide. *Funct Eld*, **4**: 357 ~ 360
  - 20 Tu H-L (涂鹤龄). 2001. Development in research and controlling of weeds in the fields of China. *Pesticides* (农药), **40** (3): 1 ~ 3 (in Chinese)
  - 21 Wan F-H (万方浩), Chen C-M (陈常铭). 1986. Studies on the structure of the rice pest-natural enemy community and diversity under IPM area and chemical control area. *Acta Ecol Sin* (生态学报), **6** (2): 159 ~ 170 (in Chinese)
  - 22 Wang J-G (王敬国). 2001. Utilization and Pollution Control of Agricultural Chemical Material. Beijing: Beijing Press. 177 ~ 195 (in Chinese)
  - 23 Wang X-Y (王向阳), Wang S-J (王顺建), Song A-Y (宋爱颖), et al. 2002. Effect of herbicide on the population dynamics of arthropod species in cotton field. *J Anhui Agric Univ* (安徽农业大学学报), **29** (4): 350 ~ 354 (in Chinese)
  - 24 Wu C-H (吴春华), Chen X (陈欣). 2004. Impact of pesticides on biodiversity in agricultural areas. *Chin J Appl Ecol* (应用生态学报), **15** (2): 341 ~ 344 (in Chinese)
  - 25 Wu H-Z (巫厚长), Cheng X-N (程遐年), Wei C-S (魏重生), et al. 2004. Effects of imidacloprid on arthropod community structure in tobacco field. *Chin J Appl Ecol* (应用生态学报), **15** (1): 95 ~ 98 (in Chinese)
  - 26 Wu H-Z (巫厚长), Cheng X-N (程遐年), Zou Y-D (邹运鼎). 1999. Dynamics of arthropod populations on different varieties of *Nicotiana tabacum*. *Chin J Appl Ecol* (应用生态学报), **10** (4): 452 ~ 456 (in Chinese)
  - 27 Yardim EN, Edwards CA. 1998. The influence of chemical management of pests, diseases and weeds on pest and predatory arthropods associated with tomatoes. *Agric Ecosyst Environ*, **70** (1): 31 ~ 48
  - 28 Zou Y-D (邹运鼎), Bi S-D (毕守东), Zhou X-Z (周夏芝), et al. 2003. Dynamics of the pest and natural enemy communities in peach orchards. *Chin J Appl Ecol* (应用生态学报), **14** (5): 717 ~ 720 (in Chinese)

---

作者简介 王向阳,男,1966年生,高级农艺师.主要从事农作物病虫生态治理和预测预报研究,发表论文 20 余篇. Tel: 0557-5022604; E-mail: wxy1102 @ah163.com

---