

蚜虱净对苜蓿主要害虫及天敌种群数量的影响

刘长仲¹, 严 林², 张新瑞¹, 陈应武¹, 张 方³

(1. 甘肃农业大学草业学院昆虫学系, 兰州 730070; 2. 青海大学农牧学院草业科学系, 西宁 810003;
3. 甘肃农业大学图书馆, 兰州 730070)

摘要:在甘肃省定西市九华沟系统研究了喷施蚜虱净对苜蓿主要害虫及天敌种群数量动态的影响。结果表明, 施药田蚜虫和蓟马的季节平均数量极显著高于对照田, 而盲蝽和瓢虫、小花蝽、蜘蛛等大多数天敌的季节平均数量则极显著低于对照田, 寄生蜂与对照田没有显著差异。喷施蚜虱净对种群数量时序动态的影响在不同害虫和天敌种类中表现不同, 5 月底施药后 7 d 对照田蚜虫和蓟马的种群数量分别为施药田的 4.13 倍和 5.2 倍, 此后施药田害虫的种群数量开始迅速增加, 到 6 月底 2 种害虫的种群数量均与对照田无显著差异, 到 7 月中旬以后反而显著高于对照田。施药对盲蝽种群数量时序动态的影响与蚜虫和蓟马不同, 5 月底施药后盲蝽的种群数量一直显著低于对照田, 直到 7 月下旬以后, 种群数量才恢复到对照田的水平。喷施蚜虱净对天敌种群数量的时序动态有极显著的影响, 大多数天敌的种群数量在 5 月底施药后到 7 月底都一直显著低于对照田, 直到 8 月上旬才恢复到对照田的水平。施用杀虫剂在防治害虫的同时杀伤大量天敌, 使害虫的种群数量迅速增加, 甚至造成更严重的为害。因此在苜蓿上使用对天敌杀伤力小的杀虫剂对保持天敌的自然控制能力有重要作用。

关键词: 苜蓿; 害虫; 天敌; 种群动态; 杀虫剂

文章编号: 1000-0933(2008)10-5188-06 中图分类号: Q145, Q959.22 文献标识码: A

Effects of imidacloprid spraying on the population dynamics of main insect pests and natural enemies on alfalfa

LIU Chang-Zhong¹, YAN Lin², ZHANG Xin-Rui¹, CHEN Ying-Wu¹, ZHANG Fang³

1 Department of Entomology, College of Grassland Science, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, China

2 Department of Grassland, College of Agriculture and Animal Science, Qinghai University, Xining 810003, China

3 Library of Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, China

Acta Ecologica Sinica, 2008, 28(10): 5188 ~ 5193.

Abstract: The effect of imidacloprid spray on the population dynamics of primary insect pests and their natural enemies in alfalfa fields was evaluated in Dingxi, Gansu Province in 2002. The average number of aphids and thrips across the entire post-spray period (From late May to August 2002) was significantly higher in imidacloprid-treated fields than in untreated fields, while the average number of plant bugs and most natural enemies including coccinellids, *Orius minutus*, and spiders was drastically reduced in the treated fields. The average population size of parasitic wasps was not significantly different in the treated fields compared with untreated fields across the entire post-spray period. It appeared that imidacloprid spray

基金项目: 国家教育部草业生态系统重点实验室基金资助项目 (CY-GG-2006-06); 国家自然科学基金资助项目 (30300045); 国家科技支撑计划资助项目 (2007BAD52B06); 甘肃省教育厅科学基金资助项目 (032-04)

收稿日期: 2007-05-06; **修订日期:** 2008-05-08

作者简介: 刘长仲 (1962 ~), 男, 重庆人, 博士, 教授, 主要从事昆虫生态与害虫治理教学与研究. E-mail: liuchzh@gsau.edu.cn; liu_chzh@163.com

Foundation item: The project was financially supported by Key Laboratory of Grassland Ecosystem, Chinese Ministry of Education (No. CY-GG-2006-06), National Natural Science Foundation of China (No. 30300045), National Science and Technology Support Plan (No. 2007BAD52B06), Project of Department of Education, Gansu Province (No. 032-04)

Received date: 2007-05-06; **Accepted date:** 2008-05-08

Biography: LIU Chang-Zhong, Ph. D., Professor, mainly engaged in insect ecology and IPM. E-mail: liuchzh@gsau.edu.cn; liu_chzh@163.com

differentially affected the population dynamics among different insect pests and natural enemies. On the seventh day post-spray in late May, the populations of aphids and thrips in the treated fields were 4.13-fold and 5.2-fold lower than in the untreated fields, respectively. However, these pest populations recovered and increased rapidly in the treated fields. The population numbers were similar by the end of June and even significantly higher than the untreated fields by mid-July. For plant bugs, the population was significantly inhibited in the treated fields in late May, but by late July the population recuperated to untreated-field level. The natural enemies investigated were significantly affected in the treated fields compared with the untreated fields during the period from the imidacloprid spray performed in late May to the end of July. Most natural enemy populations recovered and reached untreated-field levels by early August. These observations suggest that imidacloprid spray inhibited insect pest populations only temporarily. Pest populations recovered rapidly resulting in even more serious pest infestation occurring in the late season because of negative impacts of pesticide spray upon the natural enemies.

Key Words: Alfalfa(*Medicago sativa* L.); insect pest; natural enemies; population dynamics; insecticide

苜蓿由于其多年生、枝叶茂盛、营养价值高等生物学特性,为昆虫提供了一个相对稳定、适宜的生存环境,害虫和天敌种类均很丰富^[1~4],被誉为“昆虫资源库”。其中害虫主要有蚜虫类、马铃薯叶蝉 *Empoasca fabae*、蓟马类、盲蝽类等^[5~8],对苜蓿生产造成严重威胁^[8~10]。施用化学农药控制害虫是害虫综合治理的重要方法,综合评价施用化学杀虫剂对农业昆虫的影响是近年来研究的热点^[11~16]。施用杀虫剂是苜蓿田(特别是苜蓿种子田)害虫科学管理的一项重要措施,施药的种类及时间对害虫及其天敌种群的数量动态会产生重要影响。目前有关杀虫剂对苜蓿昆虫种群数量影响的研究主要集中在杀虫剂对苜蓿主要害虫的短期防治效果方面^[17~20],对施药后苜蓿害虫种群数量的动态规律方面尚缺乏研究,特别是施药对天敌数量动态的影响尚未见相关报道。蚜虱净是一类有效成分为氯化烟酰的新型无公害杀虫剂,广泛应用于蚜虫、蓟马等害虫的防治^[21]。为了分析杀虫剂对苜蓿害虫和天敌种群数量的影响规律,以期对苜蓿害虫的防治提供科学依据,作者在甘肃省定西县九华沟对施用蚜虱净后苜蓿主要害虫及天敌种群数量的动态规律进行了研究。

1 材料与方法

1.1 实验设计

在定西市九华沟进行。选择6块第3年生的紫花苜蓿人工草地,设对照(不施药)、喷施1次5%蚜虱净EC3000倍液(江苏克胜集团生产)2种处理,每种处理3块田,每块田667m²左右。两种处理之间相距约40m(中间间隔2块苜蓿田,其中与喷药区相邻的一块用蚜虱净喷施处理),处理之内的3块田相距约3m。喷药时间为5月30日,整个实验期间不使用其它管理措施。

1.2 调查方法

从4月中旬至8月下旬,每隔10d左右调查1次,每次每块田随机选择5个样点,每点用捕虫网(口径33cm)扫描10单网(摆幅180°),同时调查1m×1m以内的地表蜘蛛,记载主要种类和数量。

1.3 分析方法

采用单因素重复试验统计分析施药对主要害虫及天敌种群数量的影响,采用双因素重复试验评价抽样日期与不同处理对种群数量的交互作用。方差分析中对不齐性方差数据进行了常用对数转换,多重比较采用新复极差法,数据分析全部在Excel和DPS统计软件^[22]中完成。

2 结果与分析

2.1 施药对主要害虫种群数量及动态的影响

2.1.1 害虫混合种群

施药对害虫混合种群平均数量的影响如图1和表1,施药后调查期间未施药的对照田害虫的平均数量为3362.38头,施药田为3278.54头,二者之间差异不显著($P>0.05$)。但施药对害虫数量的时序动态有明显影

响(表 1, $P < 0.0001$), 5 月底施药后 7d 对照田害虫数量是施药田的 4.56 倍($P < 0.01$), 此后施药田的害虫数量开始迅速增加, 到 6 月底施药田的害虫数量与对照田已无显著差异($P > 0.05$), 到 7 月下旬施药田的种群数量反而显著高于对照田($P < 0.01$), 其数量是对照田的 1.89 倍。

表 1 杀虫剂喷雾对害虫种群数量动态的影响方差分析

Table 1 Repeated measures analysis of variance on effects of insecticidal sprays on population dynamics of insect pests

变异来源 Source of variation	d.f.	害虫总数 Total Pests		蚜虫 Aphids		蓟马 Thrips		盲蝽 Plant bugs	
		F	P	F	P	F	P	F	P
施药前 Before treatment	1	0.30	0.6142	0.4390	0.5438	0.22	0.6628	0.41	0.5562
施药后 After treatment									
处理间 Between treatments	1	2.90	0.0981	18.020	0.0002	5.78	0.0222	85.24	<0.0001
处理和日期互作 Date $\times$ Treatments	7	13.12	<0.0001	29.721	<0.0001	23.34	<0.0001	5.12	0.0006

方差分析中数据进行了常用对数转换 Analysis performed on log-transformed values of the dependent variables

2.1.2 蚜虫

施药对蚜虫种群的平均数量有显著影响(图 1, 表 1), 施药后调查期间未施药的对照田蚜虫的平均数量为 1827.5 头, 施药田为 1949.25 头, 施药田显著高于对照田($P = 0.0002$)。施药对蚜虫种群数量的时序动态也有明显影响(表 1, $P < 0.0001$), 5 月底施药后 7d 对照田蚜虫的种群数量是施药田的 4.13 倍($P < 0.01$), 此后施药田蚜虫的数量开始迅速增加, 到 6 月底施药田蚜虫的数量与对照田已无显著差异($P > 0.05$), 到 7 月中旬施药田的种群数量反而显著高于对照田($P < 0.01$), 其数量是对照田的 1.44 倍, 而到 8 月上旬相差扩大到 3.65 倍。

2.1.3 蓟马

施药对蓟马种群的平均数量有显著影响(图 1, 表 1), 施药后调查期间未施药的对照田蓟马的平均数量为 745.33 头, 施药田为 1031.08 头, 施药田显著高于对照田($P = 0.0222$)。施药对蓟马种群数量的时序动态也有明显影响(表 1, $P < 0.0001$), 5 月底施药后 7d 对照田蓟马的种群数量是施药田的 5.2 倍($P < 0.01$), 此后施药田蓟马的数量开始迅速增加, 到 6 月底施药田蓟马的数量与对照田已无显著差异($P > 0.05$), 到 7 月中旬施药田的种群数量反而显著高于对照田($P < 0.01$), 其数量是对照田的 2.24 倍, 而到 7 月下旬差距进一步扩大到 3.98 倍。

2.1.4 盲蝽

施药对盲蝽种群的平均数量的影响与前述害虫不同(图 1, 表 1), 施药后调查期间未施药的对照田盲蝽的平均数量为 166.13 头, 施药田为 79.42 头, 对照田是施药田的 2.09 倍($P < 0.0001$)。施药对盲蝽种群数量的时序动态也有明显影响(表 1, $P = 0.0006$), 5 月底施药后对照田盲蝽的种群数量一直显著高于施药田($P < 0.01$), 直到 7 月下旬以后, 虽然对照田的种群数量仍然高于施药田, 但二者之间无显著差异($P > 0.05$)。

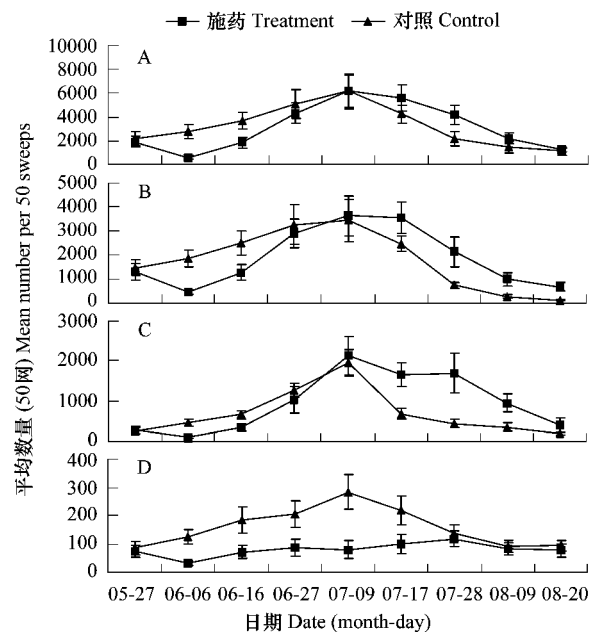


图 1 杀虫剂喷雾对害虫数量(平均值 $\pm$ 标准差)的影响

Fig. 1 Impact of insecticidal sprays on mean numbers of pests per 50 sweeps

A: 害虫总数 Total pests; B: 蚜虫 Aphids; C: 蓟马 Thrips; D: 盲蝽 Plant bugs; Error bars represent ± 1 SD

2.2 施药对主要天敌种群数量及动态的影响

2.2.1 天敌混合种群

施药对天敌混合种群平均数量的影响如图 2 和表 2,施药后调查期间对照田天敌的平均数量为 310.58 头,施药田为 199.63 头,对照田是施药田的 1.56 倍($P < 0.0001$)。施药对天敌混合种群数量的时序动态也有明显影响(表 2, $P = 0.0214$),5 月底施药后到 7 月底对照田天敌的种群数量一直显著高于施药田($P < 0.01$ 或 $P < 0.05$),到 8 月上旬以后,二者之间再无显著差异($P > 0.05$)。

2.2.2 瓢虫

施药对瓢虫种群数量有显著影响(图 2 和表 2),施药后调查期间对照田瓢虫的平均数量为 50.25 头,施药田为 23.08 头,对照田是施药田的 2.18 倍($P < 0.0001$)。施药对瓢虫种群数量的时序动态也有明显影响(表 2, $P = 0.001$),5 月底施药后到 7 月底对照田瓢虫的种群数量一直显著高于施药田($P < 0.01$),到 8 月上旬以后,二者之间再无显著差异($P > 0.05$)。

2.2.3 寄生蜂

施药对寄生蜂种群数量的影响如图 2 和表 2。施药后调查期间对照田寄生蜂的平均数量为 48.04 头,施药田为 40.58 头,施药田与对照田之间没有显著差异($P = 0.1184$)。但施药对寄生蜂种群数量的时序动态有显著影响(表 2, $P = 0.0007$),5 月底施药后第一次调查时种群数量显著低于对照田($P < 0.05$),此后种群数量迅速上升,到 6 月中旬两种处理之间已无显著差异($P > 0.05$),8 月上旬施药田的种群数量反而超过对照田,8 月中旬施药田的种群数量是对照田的 2.45 倍($P < 0.01$)。

2.2.4 小花蝽

施药对小花蝽种群数量有显著影响(图 2 和表 2),施药后调查期间对照田小花蝽的平均数量为 39.83 头,施药田为 21.46 头,对照田是施药田的 1.86 倍($P < 0.0001$)。5 月底施药后施药田小花蝽的时序动态与对照田相似(图 2),二者之间没有显著差异($P = 0.8673$),但对照田的种群数量一直显著高于施药田。

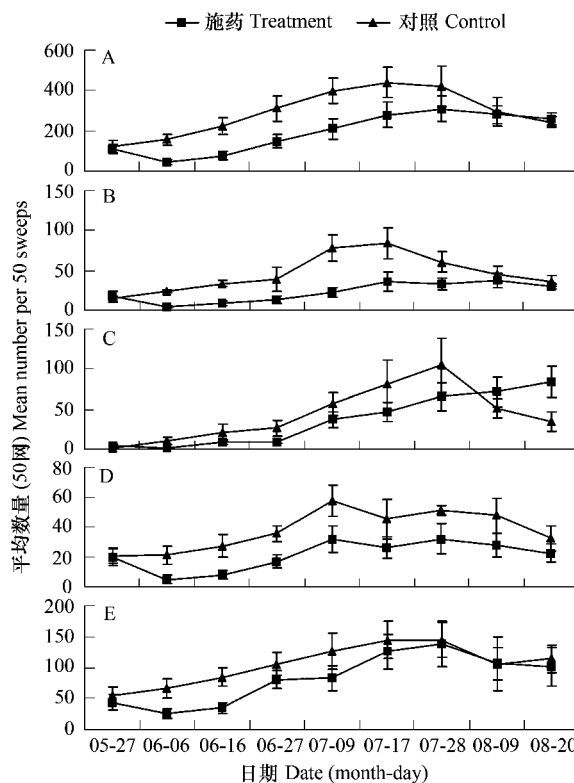


图 2 杀虫剂喷雾对天敌数量(平均值 ± 标准差)的影响

Fig. 2 Impact of insecticidal sprays on mean numbers of natural enemies per 50 sweeps

A: 天敌总数 Total natural enemies; B: 瓢虫 Coccinellids; C: 寄生蜂 Parasitic wasps; D: 小花蝽 *O. minutus*; E: 蜘蛛 Spiders; Error bars represent ± 1 SD

表 2 杀虫剂喷雾对天敌种群数量动态的影响方差分析

Table 2 Repeated measures analysis of variance on effects of insecticidal sprays on population dynamics of natural enemies

变异来源 Source of variation	d.f.	天敌总数 Natural enemies		瓢虫 Coccinellids		寄生蜂 parasitic wasps		小花蝽 <i>O. minutus</i>		蜘蛛 Spiders	
		F	P	F	P	F	P	F	P	F	P
施药前 Before treatment	1	0.20	0.6797	1.1247	0.3487	2.57	0.1841	0.01	0.9423	0.98	0.3793
施药后 After treatment											
处理间 Between treatments	1	49.62	<0.0001	90.409	<0.0001	2.58	0.1184	66.69	<0.0001	11.21	0.0021
处理和日期交互 Date $\times$ Treatments	7	2.81	0.0214	4.725	0.0010	4.97	0.0007	0.44	0.8673	0.82	0.5814

方差分析中数据进行了常用对数转换 Analysis performed on log-transformed values of the dependent variables

2.2.5 蜘蛛

施药对蜘蛛种群数量有显著影响(图2和表2),施药后调查期间对照田蜘蛛的平均数量为111.25头,施药田为86.67头,对照田是施药田的1.28倍,二者之间差异显著($P=0.0021$),但施药对蜘蛛种群数量的时序动态没有显著影响(表2, $P=0.5814$)。

3 讨论

苏丽等试验结果显示化学防治对瓢虫、捕食蝽类有显著影响,数量明显下降,间套作棉田化防区棉蚜数量明显高于未防区^[23],吴孔明等亦发现杀虫剂的使用使棉蚜上升更快^[24]。本研究表明,喷施蚜虱净对苜蓿害虫种群数量的时序动态和季节平均数量均有明显影响。5月底施药后初期蚜虫和蓟马的种群数量显著下降,但农药持效期后种群数量开始迅速增加,到6月底施药田2种害虫的种群数量均与对照田无显著差异,到7月中旬以后施药田2种害虫的种群数量反而显著高于对照田,使调查期间施药田蚜虫和蓟马的季节平均数量极显著高于对照田。施药对盲蝽种群数量时序动态的影响与蚜虫和蓟马不同,5月底施药后对照田盲蝽的种群数量一直显著高于施药田。造成这种差异的主要原因可能是因为蚜虫和蓟马的生活史短,繁殖快,施药后7d虽然种群数量分别下降了4.13倍和5.2倍,但在农药持效期后能够迅速繁殖,加上施药后杀伤了大量天敌,使蚜虫和蓟马失去天敌的自然控制,使种群数量得以迅速上升并超过未施药的对照田。而盲蝽由于生活史较长,繁殖速度慢,在农药持效期后虽然种群数量有所回升,但始终没有超过未施药的对照田。

施药对天敌的影响与害虫不同,并且在天敌之间存在较大差异。5月底到7月底,对照田的瓢虫、小花蝽和寄生蜂种群数量一直显著高于施药田,到8月中旬施药田寄生蜂的种群数量反而超过未施药对照田,其余天敌均未超过对照田。造成这种差异的主要原因可能是因为施药后使瓢虫、小花蝽等天敌的种群数量锐减,而这些天敌的生活史均较长,增长速度慢,且天敌的增长有明显的时间跟随现象,使农药持效期后天敌的种群数量长时间不能恢复。寄生蜂主要是寄生于蚜虫的小蜂,因前期种群数量少,施药对其影响相对较小,6月底以后施药田的蚜虫种群数量显著增长并超过未施药对照田,为寄生蜂的寄生和繁殖提供了良好的条件,使寄生蜂的种群数量显著增加,到8月中旬施药田的寄生蜂种群数量反而显著高于未施药对照田。施药对蜘蛛的影响比瓢虫和小花蝽等捕食性天敌昆虫小,主要原因可能是因为蜘蛛的活动范围广,在植株的中下部和地面也有较多数量分布,这些地方药剂难以喷到。

因此,当苜蓿田中以蚜虫、蓟马为主要防治对象时,应充分发挥天敌的自然控制作用,必要时使用高效、低毒的选择性杀虫剂,尽量避免使用对天敌杀伤作用大的农药,这样才能达到既控制害虫又保护天敌,持续控制害虫的目的。

References:

- [1] Pimentel D, Wheeler A G Jr. Species and diversity of arthropods in the alfalfa community. *Environmental Entomology*, 1973, 2(4): 659—668.
- [2] Wheeler A G. Studies on the arthropod fauna of alfalfa VI. Plant bugs (Miridae). *Canadian Entomologist*, 1974, 106: 1267—1275.
- [3] Wheeler A G. Studies on the arthropod fauna of alfalfa VII. Predatory insect. *Canadian Entomologist*, 1977, 109: 423—427.
- [4] Zhang X R, Liu C Z, Yan L, *et al.* Study on the population dynamics of main arthropod groups in alfalfa fields. *Acta Agrestia Sinica*, 2007, 15(6): 556—560.
- [5] Liu C Z, Zhou S R. Cutting effects on the insect community structure and dynamics of alfalfa pasture. *Acta Ecologica Sinica*, 2004, 24(3): 542—546.
- [6] Wu Y F, Zhao X H. The thrips are main injurious insects of alfalfa production in China. *Grassland of China*, 1990, (3): 64—66.
- [7] Gao Y H, Liu C Z. Studies on the predatory function of *Hippodamia (Adonia) variegata* (Goeze) to *Acyrtosiphon pisum* (Harris). *Plant Protection*, 2006, 32(6): 51—53.
- [8] Lefko S A, Pedigo L P, Rice M E. Alfalfa stand tolerance to potato leafhopper and its effect on the economic injury level. *Agronomy Journal*, 2000, 92(4): 726—732.
- [9] Cuperus G W, Radcliffe E B, Barnes D K, *et al.* Economic injury levels and economic thresholds for pea aphid, *Acyrtosiphon pisum* (Harris), on alfalfa. *Crop Protection*, 1982, 1(4): 453—463.

- [10] Zhang R, Yang F, Xian C Z, *et al.* A study on the yield loss and economic threshold of alfalfa damaged by thrip, *Odentothrips lati*. Plant Protection, 2005, 31(1): 47—49.
- [11] Cohen J E. A food web approach to evaluating the effect of insecticide spraying on insect pest population dynamics in a philippine irrigated rice ecosystem. Journal of Applied Ecology, 1994, 31: 747—763.
- [12] Hull L A. Impact of four synthetic pyrethroids on major natural enemies and pests of apple in Pennsylvania, Journal of Economic Entomology, 1983, 76(1): 122—130.
- [13] Lester P J. The effects of refuge size and number on acarine predator-prey dynamics in a pesticide-disturbed apple orchard. Journal of Applied Ecology, 1998, 35: 323—331.
- [14] Li C G, Zou Y D, Bi S D, *et al.* Effects of management level on community characteristics of arthropod and on population numbers of target insect pest and its natural enemies in graperies. Chinese Journal of Applied Ecology, 2005, 16(12): 2365—2368.
- [15] Luo Z Y. Diversity analysis of arthropoda community in cotton fields of Sheshan district and diversity effect made by insecticides. Acta Ecologica Sinica, 1982, 2(3): 255—266.
- [16] Hou Y M, Pang X F, Liang G W, *et al.* Effect of chemical insecticides on the diversity of arthropods in vegetable fields. Acta Ecologica Sinica, 2001, 21(8): 1262—1268.
- [17] Radcliffe E B, Weires R W, Stucker R E, *et al.* Influence of cultivars and pesticides on pea aphid, spotted alfalfa aphid, and associated arthropod taxa in a Minnesota alfalfa ecosystem. Environmental Entomology, 1976, 5(6): 1195—1207.
- [18] van den Bosch R, Reynolds H T, Dietrick E J. Toxicity of widely used insecticides to beneficial insects in California cotton and alfalfa fields. Journal of Economic Entomology, 1956, 49(3): 359—363.
- [19] Tao Z J, Hua L, Jia Z K. The population dynamics of thrips on alfalfa and the controlling effects of insecticides. Agricultural Research in the Arid Areas, 2005, 23(4): 212—218.
- [20] Fenton F A. The effect of several insecticides on the total arthropod population in alfalfa. Journal of Economic Entomology, 1959, 52(3): 428—432.
- [21] Liu C Z, Wang G, Yan L. Effects of imidacloprid spraying on community structure and dynamics of arthropod in alfalfa field. Chinese Journal of Applied Ecology, 2007, 18(10): 2379—2383.
- [22] Tang Q Y, Feng M G. DPS data processing system for practical statistics. Beijing: Science Press, 2002. 294—304.
- [23] Su L, Ge F, Liu X H. Effects of chemical insecticides on populations of insect pests and natural enemies in different cotton fields. Acta Ecologica Sinica, 2003, 23(12): 2631—2641.
- [24] Wu K M, Liu Q X. Studies on the resurgence caused by insecticides for cotton aphid, *Aphis gossypii*. Acta Ecologica Sinica, 1992, 12(4): 341—347.

参考文献:

- [4] 张新瑞,刘长仲,严林,等. 苜蓿田主要节肢动物种群数量研究. 草地学报, 2007, 15(6): 556~560.
- [5] 刘长仲,周淑荣. 刈割对苜蓿人工草地昆虫群落结构及动态的影响. 生态学报, 2004, 24(3): 542~546.
- [6] 吴永敷,赵秀华,特木尔布和. 蓟马是我国苜蓿生产的主要害虫. 中国草地, 1990, 3: 64~66.
- [7] 高有华,刘长仲. 多异瓢虫对豌豆蚜捕食作用研究. 植物保护, 2006, 32(6): 51~53.
- [10] 张蓉,杨芳,先晨钟,等. 蓟马危害苜蓿的产量损失及防治指标研究. 植物保护, 2005, 31(1): 47~49.
- [14] 李昌根,邹运鼎,毕守东,等. 管理水平对葡萄园节肢动物群落特征参数及目标害虫、天敌种群数量的影响. 应用生态学报, 2005, 16(12): 2365~2368.
- [15] 罗志义. 上海佘山地区棉田节肢动物群落多样性及杀虫剂对多样性的影响. 生态学报, 1982, 2(3): 255~266.
- [16] 侯有明,庞雄飞,梁广文,等. 化学杀虫剂对菜田节肢动物多样性的影响. 生态学报, 2001, 21(8): 1262~1268.
- [19] 陶志杰,花蕾,贾志宽. 苜蓿蓟马的发生规律和药剂防治试验. 干旱地区农业研究, 2005, 23(4): 212~218.
- [21] 刘长仲,王刚,严林. 蚜虱净对苜蓿田节肢动物群落结构及动态的影响. 应用生态学报, 2007, 18(10): 2379~2383.
- [22] 唐启义,冯明光. 实用统计分析及其 DPS 数据处理系统. 北京: 科学出版社, 2002. 294~304.
- [23] 苏丽,戈峰,刘向辉. 化学杀虫剂对不同类型棉田害虫、天敌种群的影响. 生态学报, 2003, 23(12): 2631~2641.
- [24] 吴孔明,刘芹轩. 杀虫剂诱使棉蚜再猖獗的研究. 生态学报, 1992, 12(4): 341~347.