

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*

李昌根^{1,2} 邹运鼎^{1**} 毕守东¹ 巫厚长¹ 陈向阳¹ 李 芬¹ 周夏芝¹ 林雪飞¹

(¹ 安徽农业大学林学与园林学院, 合肥 230036; ² 国家林业局三北防护林建设局, 银川 750001)

【摘要】 对管理精细和管理粗放的两种葡萄园进行全株调查和地面扫网调查, 分析其节肢动物群落结构特征参数差异及目标害虫葡萄跳叶甲和两种天敌草间小黑蛛、肖蛸蛛种群数量的差异. 结果表明, 两种葡萄园节肢动物群落之间在个体数量、优势集中性指数、均匀度指数和多样性指数上差异不显著; 物种数和丰富度指数差异显著 ($P < 0.05$); 葡萄树上节肢动物物种数差异不显著, 地面植被上物种数差异显著 ($P < 0.05$); 两种葡萄园之间树上和地面节肢动物个体数量、目标害虫葡萄跳叶甲种群数量、主要天敌草间小黑蛛和肖蛸蛛种群数量差异均不显著.

关键词 葡萄园 管理水平 节肢动物群落 害虫 天敌

文章编号 1001- 9332(2005) 12- 2365- 04 **中图分类号** Q968.1 **文献标识码** A

Effects of management level on community characteristics of arthropod and on population numbers of target insect pest and its natural enemies in graperies. LI Changgen^{1,2}, ZOU Yunding¹, BI Shoudong¹, WU Houchang¹, CHEN Xiangyang¹, LI Fen¹, ZHOU Xiaozhi¹, LIN Xuefei¹ (¹College of Forestry and Garden, Anhui Agricultural University, Hefei 230036, China; ²Three North Shelterbelt Forest of State Forestry Administration, Yinchuan 750001, China). -Chin. J. Appl. Ecol., 2005, 16(12): 2365~ 2368.

In this paper, an investigation on the grape tree and ground vegetation was conducted in two graperies with intensive and extensive management, aimed to study the effects of different management level on the community characteristics of arthropod, and the population numbers of target pest *Halticinae chalybca* (Illiger) and its natural enemies *Erigonidium graminicolum* and *Tetragnathidae*. The results showed that between the two graperies, the individual number, concentration value, evenness, and Hill diversity index of arthropod community had no significant difference, but its species number and abundance was significantly different ($P < 0.05$). The species number of arthropod on the grape trees in intensive management graperies was not significantly different from that in extensive management graperies, while on the ground vegetation, it was significantly different ($P < 0.05$). There was a little difference in the population numbers of *H. chalybca* and its natural enemies on the trees and ground vegetations of the two graperies.

Key words Grapery, Management level, Arthropod community, Insect pest, Natural enemies of insect.

1 引 言

群落生态学是集中研究生态系统中有生命的部分——生物群落的科学, 旨在了解群落的起源、发展、各种静态和动态特征, 以及群落与群落之间的相互关系, 从而深化对自然界特别是对生态系统的认识, 为人类充分而合理地利用自然资源, 提高生态系统向特定方向发展, 保持生态系统的相对稳定与平衡提供理论依据^[25]. 群落概念在生态学上的应用是“由于群落发展而导致生物的发展”, 因此对某种特定生物进行控制的最好方法就是改变群落^[1~ 3, 5, 14, 15, 18, 20, 21, 26]. 改变群落的做法包括改变栖境、不同品种、不同施肥水平、间套作、施用化学农药、不同种植制度、封山育林和管理水平等, 如我国对危害几千年的蝗害的控制就是从改变自然条件入

手, 引起生物群落的剧烈变化, 消除了飞蝗的产卵场和生活场所^[6]. 邹运鼎等^[28, 29]先后报道了不同氮肥水平、不同小麦品种对麦蚜天敌群落的影响; 韩宝瑜等^[7]报道了间作密植和单行种植对茶园节肢动物群落的影响; 侯有明等^[9]报道了化学杀虫剂对菜田节肢动物群落的影响; 王向阳等^[19]研究了除草剂对棉田节肢动物群落的影响; 赵志模等^[24]研究了不同种植制度对菜地昆虫群落等的影响; 万方浩等^[18]研究了综防区和化防区稻田害虫天敌群落差异; Haynes^[8]报道了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; 高宝嘉等^[4]研究了封山育林对昆虫群落的影响. 这些研究从不同侧面探讨了各种措施对农业和林业节肢动

* 安徽省省长专项基金资助项目(y47).

** 通讯联系人.

2005- 07- 04收稿, 2005- 09- 12接受.

物群落的影响. 本文研究不同管理水平对葡萄园节肢动物群落特征参数和目标害虫、天敌种群数量的影响, 以期对葡萄园害虫综合治理提供科学依据.

2 研究地区与研究方法

2.1 研究地区概况

安徽省合肥市地处江淮腹地丘陵地区, 地形分为丘陵、岗地和平原圩区三大类, 分别占总面积的 6%、8.3% 和 85.7%. 该市属亚热带与暖温带的过渡带. 气候温和, 四季分明, 雨量适中, 季风气候显著. 太阳能年辐射总量为 499.8 kJ·cm⁻², 年平均日照时数为 2 030~2 160 h, 年均气温为 15~15.8℃, 无霜期 223~235 d, 平均生长季为 296~316 d. 光能资源丰富, 但春季回温快, 秋季降温快. 多年平均降水量为 1 000 mm 左右, 主要集中在 5~9 月份, 蒸发量 1 514.7 mm.

2.2 研究方法

2.2.1 样株设置 合肥郊区骆岗镇官塘村(117°12'E, 31°52'N), 栽植 17.3 hm² 葡萄, 本研究选择 8 年树龄的葡萄园两处: 一处为长势好、管理精细, 面积为 0.15 hm² 的葡萄园; 一处为长势差、不修剪、不施肥、管理粗放, 面积为 0.2 hm² 的葡萄园. 其品种均为安徽省大面积种植的藤稔(*Vitis vinifera*) 品种, 葡萄树下植被以野蔷薇(*Rosa acicularis*)、野山楂(*Crataegus pinnatifida*)、黄荆(*Vitex negundo*)、飞蓬(*Erigeron annuus*) 等杂草为主.

2.2.2 调查方法 采取平行跳跃法在两处葡萄园各抽取 5 行, 每行定点 6 株, 每块葡萄园抽取 30 株进行全株调查, 详细记录葡萄株叶片、枝干和果实上所有昆虫^[17]及蜘蛛^[10]、螨类等的种类和数量, 以及样地情况. 对葡萄树下地面植被进行扫网调查, 两块葡萄园每次各扫 90 网, 分类统计节肢动物物种数和个体数量. 调查时间为 2004 年 4~10 月. 具体安排: 2004 年 4 月 2 次; 5 月 3 次, 6~7 月每月 2 次, 8~10 月每月 1 次, 共 12 次. 两块葡萄园 2002 年按常规管理, 2003 年粗放管理葡萄园不修剪、不施肥、只施用农药; 2004 年不修剪、不施肥、不施药、不除草. 2003 年管理精细的葡萄园冬季

施土杂肥, 春夏季追肥, 冬季修剪, 施用农药防治病虫害, 中耕除草, 夏季修剪; 2004 年按上述管理但不施药、不除草.

2.2.3 计算方法^[11~13, 16, 22, 23, 27]

相对丰盛度: $P_i = N_i / N$

其中, N_i 为第 i 物种的个体数, N 为总个体数;

Simpson 优势度: $C = \sum (N_i / N)^2 = \sum P_i^2$;

Shannon Winner 多样性指数: $H' = - \sum P_i \ln P_i$;

Pielou 均匀度: $J = H / H_{\max} = H' / \ln S$,

根据 Berger Parker 优势度指数 $D = \frac{N_{\max}}{N}$ 进行修正:

$D = \frac{(S - 1) N_{\max}}{N - N_{\max}}$

其中, S 为总种数, H_{\max} 为最大多样性指数, N_{\max} 为群落中优势种的个体数;

物种丰富度: $R = S / \ln(N)$

其中, S 为物种数, N 为群落中总个体数.

3 结果与分析

3.1 不同处理葡萄园节肢动物群落特征间的差异

将两块葡萄园节肢动物群落特征参数列于表 1、表 2. 对节肢动物物种数和个体数及其相对丰盛度两两间差异进行 t 检验. 结果表明, 两群落间群落结构特征参数有 4 个指标差异不显著, 而物种数和物种丰富度差异显著.

3.2 不同处理葡萄园树体上和地面节肢动物群落物种数及个体数差异比较

将两块葡萄园树体和地面的节肢动物物种数列于表 3, 并对其进行 t 检验. 结果表明, 树上物种数之间 t 值为 0.9463, $df = 22$ 时, $t_{0.05} = 2.07$, $t < t_{0.05}$ 两者差异不显著; 地面上物种数之间 t 值为 2.6490, $df = 22$ 时, $t_{0.05} = 2.07$, $t < t_{0.05}$ 差异显著. 其原因可能是精细管理的葡萄园土壤肥力光照等条件好, 杂草种类多所致.

表 1 两种类型葡萄园节肢动物群落各项指标变化
Table 1 Changes of every ecological index of arthropod communities in two graperies

日期 Date	物种数(S) Species		个体数(N) Number (number/ 30 trees)		优势集中性(C) Concentration		均匀度(J) Evenness		丰富度(R) Abundance		香农多样性(H') Hill	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
4. 11	13	15	35	47	0. 1869	0. 1815	0. 8016	0. 7773	3. 656	3. 895	2. 056	2. 105
4. 25	22	14	155	127	0. 2327	0. 2789	0. 6215	0. 6597	4. 362	2. 89	1. 921	1. 741
5. 12	27	16	139	87	0. 1542	0. 1801	0. 7406	0. 8086	5. 472	3. 583	2. 441	2. 242
5. 22	26	19	279	96	0. 0886	0. 1248	0. 7771	0. 7689	4. 617	4. 163	2. 532	2. 264
5. 31	27	23	247	120	0. 1129	0. 1986	0. 7297	0. 6404	4. 901	4. 804	2. 405	2. 008
6. 12	35	24	214	125	0. 0863	0. 1328	0. 7268	0. 7388	6. 523	4. 971	2. 584	2. 348
6. 21	33	20	223	232	0. 1308	0. 2538	0. 6272	0. 6329	6. 103	3. 672	2. 193	1. 896
7. 11	30	19	515	160	0. 3913	0. 296	0. 4554	0. 6127	4. 804	3. 744	1. 549	1. 804
7. 24	20	9	102	40	0. 1830	0. 3112	0. 6142	0. 7173	4. 324	2. 439	1. 840	1. 576
8. 14	16	14	48	29	0. 1762	0. 0916	0. 6579	0. 834	4. 133	4. 158	1. 824	2. 201
9. 12	17	14	25	30	0. 0784	0. 0956	0. 8976	0. 9178	5. 281	4. 116	2. 543	2. 422
10. 15	11	13	20	27	0. 15	0. 1276	0. 8791	0. 8959	3. 672	3. 944	2. 108	2. 298
T 值	2. 4773*		1. 6312		1. 0001		0. 8535		2. 904*		0. 7279	

注: 当 $df = 22$ 时, $t_{0.05}$ 值 = 2.07; A: 精细管理的葡萄园 Intensive management graperies; B: 粗放管理的葡萄园 Extensive management graperies. 下同 The same below.

表 2 两种类型葡萄园节肢动物群落个体数及其相对丰度
Table 2 Individual numbers and relative abundance of arthropod community in two graperies

类 群 Groups	A		B		类 群 Groups	A		B	
	个体数 Number	相对丰盛度 Relative	个体数 Number	相对丰盛度 Relative		个体数 Number	相对丰盛度 Relative	个体数 Number	相对丰盛度 Relative
植食类 Phytophages					叶螨科 Tetranychidae	2	0.001	1	0.00089
叶蝉科 Cicadidae	3	0.0015	7	0.00625	捕食类 Predacious				
飞虱科 Delphacidae	12	0.00599	17	0.01518	食虫虻科 Asilidae	4	0.002	2	0.00179
蓟马科 Thripidae	0	0	5	0.00446	食蚜蝇科 Syrphidae	66	0.03297	27	0.02411
沫蝉科 Cercopidae	9	0.0045	1	0.00089	蛸蛛科 Tetragnathidae	59	0.02947	16	0.01429
蜡蝉科 Fulgoridae	31	0.01548	2	0.00179	蟹蛛科 Thomisidae	39	0.01948	33	0.02946
角蝉科 Membracidae	1	0.0005	1	0.00089	球腹蛛科 Theridiidae	40	0.01998	20	0.01786
蚜科 Aphididae	143	0.07143	125	0.01161	微蛛科 Microphantiidae	246	0.12288	148	0.13214
卷叶蛾科 Tortricidae	3	0.0015	1	0.00089	跳蛛科 Salticidae	46	0.02298	10	0.00893
毒蛾科 Lymantriidae	2	0.001	1	0.00089	狼蛛科 Lycosidae	17	0.00849	5	0.00446
灯蛾科 Arctiidae	12	0.00599	1	0.00089	管巢蛛科 Chibionidae	33	0.01648	26	0.02321
天蛾科 Sphingidae	11	0.00549	6	0.00536	猫蛛科 Oxyopidae	9	0.0045	2	0.00179
夜蛾科 Noctuidae	0	0	1	0.00089	圆蛛科 Araneidae	12	0.00599	1	0.00089
刺蛾科 Limacodidae	1	0.0005	0	0	蚊科 Formicidae	47	0.02348	38	0.03393
螟蛾科 Pyralidae	4	0.002	0	0	瓢虫科 Coccinellidae	162	0.08092	123	0.10982
苔蛾科 Lithosiidae	2	0.001	0	0	虎甲科 Cicindelidae	3	0.0015	4	0.00357
蛱蝶科 Nymphalidae	0	0	2	0.00179	步甲科 Carabidae	6	0.003	4	0.00357
粉蝶科 Pieridae	1	0.0005	0	0	螳螂科 Mantidae	3	0.0015	3	0.00268
叶甲科 Chrysomelidae	514	0.23381	255	0.22678	猎蝽科 Reduviidae	0	0	1	0.00089
(其中葡萄跳叶甲 H. chalybea)	491	0.23379	234	0.20804	蜉蝣科 Ephemeraeidae	18	0.00899	8	0.00714
象甲科 Curculionidae	2	0.001	1	0.00089	草蛉科 Chrysopidae	42	0.02098	31	0.02768
芫菁科 Meloidae	1	0.0005	0	0	寄生及中性类 Parasitic and neutrality				
蝗科 Acrididae	16	0.00799	6	0.00536	小蜂科 Chalcidoidea	1	0.0005	4	0.00357
菱蝗科 Tetrigidae	14	0.00699	1	0.00089	姬蜂科 Ichneumonidae	6	0.003	8	0.00714
蟋蟀科 Gryllidae	10	0.005	1	0.00089	大蚊科 Tipulidae	117	0.05844	9	0.00804
缘蝽科 Coreidae	60	0.02997	17	0.01518	蚊科 Culicidae	15	0.00749	26	0.02321
龟蝽科 Plataspidae	8	0.004	0	0	丽蝇科 Calliphoridae	22	0.01099	8	0.00714
蝽科 Pentatomidae	24	0.01199	3	0.00268	麻蝇科 Chloropidae	25	0.01249	7	0.00625
网蝽科 Miridae	54	0.02697	82	0.07321	蝇科 Muscidae	12	0.00599	9	0.00804
网蝽科 Tingidae	5	0.0025	1	0.00089	总数量 Total individuals	2025	1	1142	1
盾蝽科 Scutelleridae	31	0.01548	13	0.01161					

表 3 不同样地葡萄园节肢动物物种数和个体数
Table 3 Species and numbers of arthropod community in different graperies

日期 Date	物种数 Species				个体数 Numbers			
	A		B		A		B	
	I	II	I	II	I	II	I	II
4.11	9	12	10	6	27	31	15	16
4.25	13	12	11	6	128	100	22	28
5.12	18	13	11	7	111	70	25	27
5.22	24	15	13	6	234	106	40	10
5.31	29	26	8	6	230	108	15	15
6.12	27	21	16	9	171	85	47	39
6.21	21	24	11	16	186	212	27	27
7.11	28	15	15	11	487	118	33	23
7.24	13	8	10	6	70	29	36	9
8.14	9	7	13	11	11	11	28	17
9.12	9	8	11	12	11	13	12	15
10.15	5	9	11	8	5	14	12	14

I. 树上 On the tree(species/30 trees); II. 扫网 Netting (species/90 nets).

表 4 两种葡萄园主要害虫和天敌种群数量
Table 4 Population's quantity trends of main insect pest and natural enemy in two graperies(number/ 30 trees)

类型 Types	物种 Species	时间 Time												$\sum x_i$	\bar{x}_i
		4.11	4.25	5.12	5.22	5.30	6.12	6.21	7.11	7.24	8.14	9.12	10.15		
A	a	0	0	6	21	23	11	56	15	317	39	3	0	491	40.90
	b	5	5	16	51	49	48	49	39	25	5	1	0	293	24.40
	c	1	1	0	1	1	16	6	33	3	3	0	0	65	5.42
B	a	0	0	4	3	7	3	107	6	81	21	2	0	234	19.50
	b	3	9	7	23	22	13	42	15	8	0	2	0	144	12
	c	1	3	1	0	1	4	5	0	0	0	0	1	16	1.33

a) 葡萄跳叶甲 *H. chalybea*; b) 草间小黑蛛 *Erigonidium graminicolum*; c) 肖蛸蛛 *Tetragnathidae*.

对两种葡萄园树上和地面上节肢动物个体数量之间进行 *t* 检验. 结果表明, 树上节肢动物个体数量 *t* 值为 1.4831; 地面 *t* 值为 1.4357, *df* = 22, *t*_{0.05} = 2.07, *t* 值均小于 *t*_{0.05}, 表明其间差异均不显著.

3.3 两种葡萄园主要害虫和天敌间种群数量差异
由表 2 可以看出, 精细管理和粗放管理的葡萄园中, 害虫种类数量最多的是葡萄跳叶甲 (*H. chalybea*), 其数量分别占害虫总数的 51% 和 42.36%. 其主要天敌草间小黑蛛 (*Erigonidium graminicolum*) 数量分别占捕食类天敌总数的 28.9% 和 34.34%, 其次是肖蛸蛛 (*Tetragnathidae*), 与葡萄跳叶甲种群消长一致(表 4). 对上述 3

种动物种群数量两两间的差异比较可以看出, 精细管理和粗放管理的葡萄园中, 主要害虫葡萄跳叶甲种群数量 t 值为 0.7764. $df = 22$ 时, $t_{0.05} = 2.07$; 草间小黑蛛 t 值为 0.7455、肖蛸蛛为 1.4252, 均小于 $t_{0.05}(2.07)$, 表明 3 种种群数量上差异均不显著. 尽管精细管理的葡萄园长势好、营养丰富, 葡萄跳叶甲数量明显大于粗放管理的葡萄园, 是后者的 2.1 倍, 但差异仍不显著; 草间小黑蛛和肖蛸蛛则是 2 倍和 4 倍, 但差异均不显著.

4 结 语

研究结果表明, 精细管理和粗放管理的葡萄园中节肢动物群落特征参数之间的差异为: 1) 在个体数量、优势集中性、均匀度、多样性指数方面差异不显著; 2) 物种数、丰富度差异显著; 3) 葡萄树上物种数差异不显著, 地面植被上的物种数差异显著; 4) 葡萄树上和地面上的节肢动物个体数差异均不显著; 5) 主要害虫葡萄跳叶甲种群数量差异不显著, 是由于调查期间虫口波动大、组内方差大. 但精细管理的葡萄园对葡萄跳叶甲生长有利; 6) 葡萄跳叶甲的两种主要天敌草间小黑蛛和肖蛸蛛总虫口, 精细管理是粗放管理的 2 倍和 4 倍, 但两种葡萄园间差异仍不显著, 也是由于组内方差大所致.

两块葡萄园之间在物种数、丰富度及地面上的物种数方面差异显著, 其它指标差异均不显著. 究其原因, 精细管理的葡萄园由于采取了施基肥和追肥措施, 杂草茂盛, 地面上的物种数明显多于粗放管理的葡萄园, 由表 3 可以看出, 每一块葡萄园 12 次扫描数据间波动小, 组间方差大于组内方差, 表明两块葡萄园地面上的物种数差异显著. 树上节肢动物物种数差异不显著, 主要是由于地面物种数差异造成了两块葡萄园物种数差异显著, 两块葡萄园节肢动物个体总数(N) 差异不显著, 物种数(S) 差异显著, 所以丰富度(R) 差异也显著.

参考文献

1 Buntin GD, Hargrove WL, Mcracken 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. Entomological Mathematical Ecology. Beijing: Tianjing Science Press. 437~447 (in Chinese)
4 Gao 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 Ge F(戈峰). 2002. Modern Ecology. Beijing: Science Press. 209~213 (in Chinese)

7 Han B-Y(韩宝瑜), Jiang G-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)
8 Haynes KY. 1988. Sublethal effects of neurotoxic insecticides on insect behavior. *Ann Rev Ent*, **33**: 149~155
9 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 field. *Acta Ecol Sin*(生态学报), **21**(8): 1262~1268 (in Chinese)
10 Hu J-L(胡金林). 1983. Chinese Spiders Collected from Fields and Forests. Tianjing: Science and Technology Press. (in Chinese)
11 Jin G-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)
12 Jin G-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)
13 Luo Z-Y(罗志义). 1982. Diversity analysis of arthropoda community in cotton fields of Shenshan districted and diversity effect made by insecticides. *Acta Ecol Sin*(生态学报), **2**(3): 255~266 (in Chinese)
14 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)
15 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)
16 Tang Q-Y(唐启义), Feng M-G(冯光明). 2002. DPS Data Processing System for Practical Statistics. Beijing: Science Press. 235~238 (in Chinese)
17 Tang Z-T(唐祖庭). 1989. Entomological Taxonomy. Beijing: China Forestry Press. 118~119 (in Chinese)
18 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)
19 Wang X-Y(王向阳), Zou Y-D(邹运鼎), Meng Q-L(孟庆雷), et al. 2005. Effects of herbicides on diversity in arces of cotton field arthropod community. *Chin J Appl Ecol*(应用生态学报), **16**(3): 514~518 (in Chinese)
20 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)
21 Wu H-Z(巫厚长), Cheng X-N(程遐年), Wei G-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)
22 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)
23 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
24 Zhao Z-M(赵志模), Zhang G-L(张昌伦). 1994. Studies on the community structure of vegetable insect by different planting system in Chongqing city. *Acta Phytophyl Sin*(植物保护学报), **21**(1): 39~45 (in Chinese)
25 Zhao Z-M(赵志模), Guo Y-Q(郭依泉). 1990. Principle and Methods of Community Ecology. Chongqing: Scientific and Technical Documentation Press, Chongqing Branch. 123~172 (in Chinese)
26 Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences(中国科学院动物研究所), eds. 1980. Natural Enemy Insect Volume. Beijing: Science Press. 82~195 (in Chinese)
27 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)
28 Zou Y-D(邹运鼎), Meng Q-L(孟庆雷), Gen J-G(耿继光), et al. 2002. Effects of different N levels on the biodiversity of wheat aphid and its natural enemies population and their space patterns. *Chin J A nhui Agric Univ*(安徽农业大学学报), **29**(3): 213~216 (in Chinese)
29 Zou Y-D(邹运鼎), Meng Q-L(孟庆雷), Gen J-G(耿继光), et al. 2002. Effects of wheat variety on the biodiversity of wheat aphid and their natural enemies population. *Chin J A nhui Agric Univ*(安徽农业大学学报), **29**(4): 321~325 (in Chinese)

作者简介 李昌根, 男, 1978 年生, 硕士. 主要从事昆虫生态学方面研究, 发表论文 8 篇. E-mail: lfb1999@eyou.com