

蔬菜害虫及其天敌昆虫群落 多样性和相关性研究*

王成树 陈树仁

(安徽农业大学经济昆虫菌物研究所, 合肥 230036)

摘要 在比较脆弱的菜田生态系统中,蔬菜害虫和天敌如果没有人为防治的干扰,天敌群落和害虫群落在结构上有动态的消长规律。江淮地区蔬菜害虫主要为菜缢管蚜(*Brevicoryae brassicae*)、瓜绢螟(*Diaphania indica*)、朱砂叶螨(*Tetranychus cinnabarinus*)及桃蚜(*Myzus persicae*)等,昆虫天敌主要为异色瓢虫(*Harmonia axyndis*)、广赤眼蜂(*Trichogramma evanescens*)及七星瓢虫(*Coccinella septempunctata*)等。8月下旬~9月下旬,菜田昆虫种类丰富、个体发生量大,多样性指数及均匀度指数较大。经典型相关分析,蔬菜害虫和天敌群落间典型相关系数达极显著水平,其中载荷较大的指标为多样性指数和均匀度,即两个群落结构间的相关,主要是多样性指数和均匀度的相关。

关键词 蔬菜害虫,天敌昆虫,群落结构,典型相关分析

Studies on the diversity and correlation between the communities of vegetable insect pests and their natural enemies. /WANG Cheng-Shu, CHEN Shu-Ren

Abstract Without chemical control, the communities of vegetable insect pests and their natural enemies had apparently dynamic relationships. In Jianghuai area, the pest community mainly included *Brevicoryae brassicae*, *Tetranychus cinnabarinus*, *Diaphania indica* and *Myzus persicae*, while the natural enemy community chiefly composed of *Harmonia axyndis*, *Coccinella septempunctata* and *Trichogramma evanescens*. Number of species and individuals of insects reached a climax between late August and late September, and the indexes of evenness and diversity of insect community were above 2.5 and 0.7 respectively. The authoritative coefficient between the communities of pests and natural enemies reached significant level. The correlation between the two communities was mainly dependent on the index of diversity and evenness, which had higher values loading in correspondent communities.

Key words vegetable insect pests, natural enemies, community structure, authoritative analysis

Author's address Institute of Economic Insects and Fungi, Anhui Agricultural University, Hefei 230036

由于生物多样性测度指标及方法的不确定、不统一,导致群落结构多样性研究中的争论较多,多样性和稳定性的关系则是多样性研究中的争论焦点之一。MacArthur 和 William 用种类丰富度作为多样性指标,前者认为稳定性与多样性有关,随着种类数增加,群落的稳定性提高;后者则认为缺乏有力的证据来支持多样性—稳定性理论^[1,2]。金翠霞等运用 Shannon 多样性指数(H)等分析高寒草甸蝇类群落,认为多样性在一定程度上反映了群落的稳定性,但不等于稳定性^[3]。

就菜田生态系统而言,蔬菜品种繁多、生长周期短、换茬快及反季节栽培的推广,造成菜田生态系统中昆虫群落结构的稳定性差,昆虫种类及数量变化多端,给蔬菜害虫的防治和益虫的利用带来了很大的困难。本文试图通过系统调查,以种类数 S 、所有种个体总数 N 、多样性指数 H 、均匀度 E 和优势度 D ,对菜田昆虫群落害虫和天敌在时间和空间上的结构特点进行分

析,以及研究在稳定性较差的菜田生态系统中,害虫与天敌之间是否存在因果关系和追随效应,从而为蔬菜害虫的综合治理和无公害蔬菜的生产提供一定的理论基础。

1 研究方法

1.1 调查方法

在江淮地区的南、北、中选 3 个基点(庐江县、怀远县和合肥市),于当年 4~10 月按不同蔬菜类型选代表性品种菜地,进行定点调查。类田 3 块地,每地 5 点取样,每点 10 株,查 50 株。于每月中旬(15 号左右)和下旬(30 号左右)调查两次,分别记数害虫和天敌(含昆虫纲外的节肢动物)的种类和数量,系统调查田不进行施药防治。

调查的主要蔬菜品种有小白菜(*Brassia chinensis*)、大白菜(*B. pekinensis*)、甘蓝(*B. oleraca var. capitata*)、萝卜(*Raphanus sativus*)、蕃茄(*Lycopersicon esculentum*)、茄子(*Solanum meloongna*)、辣椒(*Capsicum frutescens*)、黄瓜(*Cucumis sativus*)、豇豆(*Vigna sinensis*)、丝瓜(*Luffa cylindrica*)和南瓜(*Cucurbita meschata*)等。

1.2 分析方法

1.2.1 群落组织水平的测定

多样性、均匀度及优势度是群落组织的 3 个主要指标,本文采用 Shannon-Wiener 多样性指数 $H = -\sum P_i \ln P_i$ 、均匀度 $E = H/H_{\max} = H/\ln S$ 根据 Berger-Parker 优势度指数 $D = N_{\max}/N$ 进行修正: $D = (S-1)N_{\max}/(N-N_{\max})^{[4]}$,其中 P_i 为第 i 个物种个体总数的概率, 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, N 为群落中所有物种的个体总数。

1.2.2 典型相关分析

为了明确害虫和天敌群落结构之间的动态关系,由两者结构集团的 5 个指标:总种数 S 、所有种个体总数 N 、多样性指数 H 、均匀度 E 和优势度 D 进行典型相关分析。害虫组变量个数(p)及天敌组变量个数(q)均为 5,样本数即调查次数 N 为 13。首先对原始数据进行标准化处理,由标准化数据,计算离差阵,求解特征根和特征向量,从而得到典型相关系数 $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_p$ 和各对典型变量:

$$\begin{cases} U_i = \alpha_i' X_1 \\ V_i = \beta_i' X_2 \end{cases}$$

以统计量 $Q_{i-1} = -[N-i-\frac{1}{2}(p+q+1)] \ln \Lambda_{i-1}$ 进行典型相关系数的显著性检验^[5]。

2 结果与讨论

2.1 蔬菜昆虫群落的丰富度

通过系统调查,共查得蔬菜昆虫(含蜘蛛和螨类)58 种,其中害虫 39 种,占 67.2%;天敌 19 种,占 32.8%,不同时期内调查害虫和天敌种类数及个体总数,它们间有比较规律的动态关系(图 1),均以 6 月下旬和 8 月上旬发生种类数和发生个体数量最多,而在盛夏季节(7 月中下旬),发生种类数和各个种的发生个体数量都有所下降。就发生个体数量而言,蔬菜害虫盛发期在 7 月下旬和 8 月上旬,主要为菜缢管蚜(*Brevicoryae brassicae*)、朱砂叶螨(*Tetranychus cinnabarinus*)和瓜绢螟(*Diaphania indica*);天敌大量发生期在 9 月中下旬,主要为广赤眼蜂(*Trichogramma evanescens*)、拟长毛钝绥螨(*Amblyseius pseudolongispinosus*)、七星瓢虫(*Coccinella septempunctata*)和异色瓢虫(*Harmonia axyndis*),有一定的追随效应。从害虫和天敌的

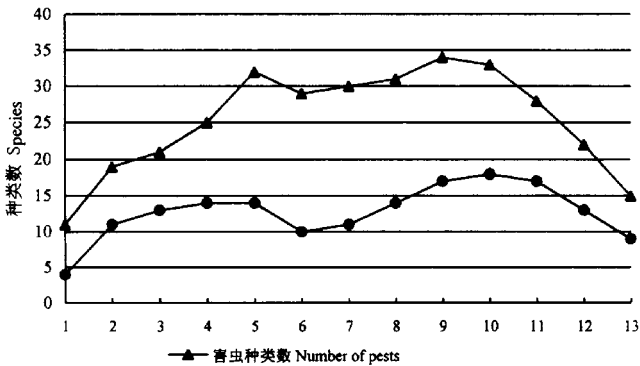


图1 蔬菜害虫和天敌不同时期发生的种类数

Fig.1 Species and numbers of individuals of insect pests and natural enemies recorded on different sampling dates

注:序号代表调查日期,其时间同表1 No. means Sampling Sequence in Table 1

种类数以及个体数量比率看(表1),夏季(7月上旬~8月中旬)的比值较大,表明此时蔬菜昆虫群落结构的稳定性较差,根据害虫的发生量,应进行重点防治。

表1 不同时期蔬菜害虫和天敌的比例

Table 1 Ratios of species and individuals of vegetable insect pests against those of natural enemies on different sampling dates

序号 No.	调查时间(日/月) Sampling date (date/month)	害虫种类数/天敌种类数 Species of pests/ Species of natural enemies	害虫个体数/天敌个体数 Individuals of pests/ Individuals of natural enemies
1	28/4	2.75	40.50
2	14/5	1.73	24.35
3	30/5	1.62	26.14
4	15/6	1.78	25.48
5	29/6	2.29	33.36
6	16/7	2.90	46.16
7	31/7	2.73	50.20
8	14/8	2.21	54.05
9	30/8	2.00	39.00
10	13/9	1.83	19.30
11	28/9	1.65	22.97
12	12/10	1.69	25.17
13	29/10	1.67	34.71

2.2 蔬菜昆虫群落结构多样性的测定

从蔬菜害虫和天敌群落结构参数来看(表2、表3)8月下旬~9月下旬,菜田昆虫种类丰富,发生量大,多样性指数及均匀度指数较大,表明在没有人工防治的前提下,蔬菜害虫和天敌之间的动态关系明显。就蔬菜害虫而言, r ——对策类害虫在数量上一直处于优势地位,主要为菜缢管蚜、朱砂叶螨和桃蚜(*Myzus persicae*)对应的天敌优势种主要为捕食者七星瓢虫、异色瓢虫和食蚜蝇(*Syrphus* sp.) (表4),食物链式效应明显,天敌昆虫的控制作用得到了有效的发

挥。

表 2 蔬菜害虫群落结构参数

Table 2 Indexes of vegetable insect pests' community

序号 No.	调查时间(日/月) Sampling date (date/month)	<i>S</i>	<i>N</i>	<i>H</i>	<i>E</i>	<i>D</i>
1	28/4	11	486	1.8386	0.7668	5.2351
2	14/5	19	1242	1.9507	0.6625	9.600
3	30/5	21	2300	1.8872	0.6199	11.4637
4	15/6	25	2242	2.2920	0.7120	6.8179
5	29/6	32	2035	2.4879	0.7179	8.6014
6	16/7	29	2031	2.5106	0.7456	7.6763
7	31/7	30	2309	2.5406	0.7470	7.2147
8	14/8	31	2108	2.7716	0.8071	6.9393
9	30/8	34	1989	2.7821	0.7889	9.0480
10	13/9	33	2026	2.6253	0.7508	8.7236
11	28/9	28	1975	2.9411	0.8826	15.3550
12	12/10	22	1032	2.3594	0.7633	7.4783
13	29/10	15	590	2.1259	0.7550	7.0714

表 3 蔬菜害虫天敌群落结构参数

Table 3 Indexes of natural enemies' community

序号 No.	调查时间(日/月) Sampling date (date/month)	<i>S</i>	<i>N</i>	<i>H</i>	<i>E</i>	<i>D</i>
1	28/4	4	12	1.2650	0.9125	2.1429
2	14/5	11	51	2.1635	0.9022	2.7500
3	30/5	13	88	2.3140	0.9022	3.3043
4	15/6	14	88	2.4097	0.9131	3.1127
5	29/6	14	61	2.3856	0.9040	2.8600
6	16/7	10	44	2.1324	0.9261	2.3143
7	31/7	11	46	2.2691	0.9854	2.500
8	14/8	14	39	2.5236	1.4085	2.3636
9	30/8	17	51	2.6796	1.2886	2.9769
10	13/9	18	105	2.7678	1.1138	2.1935
11	28/9	17	86	2.6208	0.9678	3.3803
12	12/10	13	41	2.3992	1.3390	2.0571
13	29/10	9	17	2.0685	1.4921	2.4615

表 4 不同时期主要种植蔬菜种类、害虫及天敌优势种

Table 4 Main species of cultivated vegetables and their potential insect pests and natural enemies

序号 No.	调查时间(日/月) Sampling date (date/month)	种植蔬菜主要种类 Main planted vegetables	害虫优势种 Dominant insect pests	天敌优势种 Dominant natural enemies
1	28/4	小白菜、萝卜	菜缢管蚜	食蚜蝇
2	14/5	甘蓝、小白菜	菜缢管蚜	七星瓢虫
3	30/5	甘蓝、马铃薯	菜缢管蚜	龟纹瓢虫*

表4(续) Table 4 (continued)

序号 No.	调查时间(日/月) Sampling date (date/month)	种植蔬菜主要种类 Main planted vegetables	害虫优势种 Dominant insect pests	天敌优势种 Dominant natural enemies
4	15/6	黄瓜、马铃薯、辣椒	瓜蚜	异色瓢虫
5	29/6	花菜、黄瓜、辣椒	菜缢管蚜	异色瓢虫
6	16/7	花菜、豇豆	菜缢管蚜	黄绒茧蜂*
7	31/7	蕃茄、茄子、辣椒	朱砂叶螨	三突花蛛*
8	14/8	蕃茄、冬瓜、丝瓜	瓜绢螟	广赤眼蜂*
9	30/8	蕃茄、冬瓜、南瓜	瓜绢螟	广赤眼蜂
10	13/9	大白菜、秋甘蓝、花菜	菜缢管蚜	拟长毛钝绥螨 + 七星瓢虫
11	28/9	大白菜、小白菜、花菜	菜缢管蚜	异色瓢虫
12	12/10	大白菜、小白菜、萝卜	菜缢管蚜	异色瓢虫
13	29/10	大白菜、萝卜	桃蚜	异色瓢虫 + 丁纹豹蛛*

* 龟纹瓢虫 *Propylaea japonica*, 黄绒茧蜂 *Apanteles bakeri*, 三突花蛛 *Misumenops tricuspidatus*, 广赤眼蜂 *Trichogramma ecanescens*, 丁纹豹蛛 *Pardosa T-insignita*

2.3 蔬菜害虫及其天敌群落的典型相关分析

对蔬菜害虫及天敌群落结构(表2、表3)进行典型相关分析,得到特征根(λ_i^2)和典型相关系数(λ_i ; 表5)。经对各典型相关系数进行显著性检验表明(表5),只有第一个典型相关系数 $\lambda_1 = 0.9925$ 达极显著水平,即第一对典型变量 U_1 和 V_1 是有意义的。

$$U_1 = \alpha'_i X_i = 0.2791x_1 - 0.0003x_2 - 6.2819x_3 + 21.8708x_4 + 0.5701x_5$$

$$V_1 = \beta'_i X_i = 0.2934x_1 + 0.4576x_2 - 1.0216x_3 - 0.6232x_4 - 0.3808x_5$$

表5 害虫及天敌群落结构的典型相关分析

Table 5 Authoritative analysis of the communities of insect pests and natural enemies

序号 N(i)	特征根(λ_i^2) Chacteristic value	典型相关系数(λ_i) Authoritative coefficient	统计量(Q_{i-1}) Statistics	卡方检验(χ^2) Chi-square test
1	0.9850	0.9925	48.3207	$\chi^2_{0.01(25)} = 44.31^{**}$
2	0.8895	0.9431	17.7884	$\chi^2_{0.05(16)} = 26.30$
3	0.5857	0.7653	4.6418	$\chi^2_{0.05(9)} = 16.92$
4	0.1295	0.3598	0.5262	$\chi^2_{0.05(4)} = 9.49$
5	0.0116	0.1078	0.0292	$\chi^2_{0.05(1)} = 3.84$

注:***表示典型相关系数达极显著水平

* ** means the authoritative coefficient reaches significant level

由于第二对及其以后的各典型相关系数均不显著,故仅对第一个典型相关系数和第一对典型变量进行分析。第一个典型相关系数 $\lambda_1 = 0.9925$ 达极显著水平,说明蔬菜害虫群落集团与天敌昆虫群落结构集团之间确实存在着一定的相关性。由于典型变量的意义主要是由那些载荷较高的参数所决定,对于第一个典型变量来说, U_1 是害虫群落结构5个参数的组合,在这5个参数中,以多样性指数 H 和均匀度 E 载荷较高,分别为 -6.2819 和 21.8708 ; V_1 是天敌群落结构5个参数的组合,在这5个参数中,同样以多样性指数 H 和均匀度 E 载荷较高,分别为 -1.0216 和 -0.6232 。这表明蔬菜害虫群落结构和天敌昆虫群落结构之间的相关主要是多样性指数和均匀度之间的相关。

3 讨论

蔬菜的种植区域和种植制度不同,导致蔬菜害虫的优势种不相同。如重庆市郊害虫优势

种主要为菜缢管蚜、朱砂叶螨、小菜蛾(*Plutella xylostella*)和菊潜叶蝇(*Psila nigricornis*)^[4];杭州市郊主要为蚜虫(*Aphis* sp.)、红蜘蛛(*Latrodectus mactans*)和蓟马(*Thrips* sp.)^[6]。从本文的研究结果看,江淮地区蔬菜害虫主要为菜缢管蚜、瓜绢螟、朱砂叶螨和桃蚜。

在研究昆虫群落结构的时间、空间关系时,人们运用了不同的群落指标。王金福等使用种类数、多样性指数、均匀度和优势度4个指标研究了杭州市郊区不同蔬菜的害虫群落间相似性及群落分类^[6]。庞保平研究麦田昆虫群落结构时,则使用了物种数目(S)、个体数量(N)、多样性指数(H)和均匀度(E)^[7]。本文对蔬菜害虫和天敌昆虫群落结构进行典型相关分析,发现两群落间具相关性,且主要为多样性指数和均匀度的相关。韩宝瑜等在研究马尾松林动物和虫生真菌群落结构及时空动态时,经主成分分析,结果也以多样性指数和均匀度为入选主成分,累积贡献率为90.14%^[8]。所以在进行昆虫群落结构及动态的研究时,可以只使用多样性指数和均匀度这两个指标。同时也可说明多样性指数和均匀度是衡量群落稳定性的主要指标,这一点是容易理解的,对一个昆虫群落来说,即使多样性指数高、物种丰富,但并不能保证没有爆发种群的发生,只有综合考虑均匀度指数,即物种既丰富又分布均匀,才是稳定的群落。所以仅使用种类丰富度来衡量群落稳定性,具有片面性^[1];而认为多样性指数是测定群落稳定性的重要指标^[3,9],也是不够全面的。

参 考 文 献

- 1 MacArthur R H. Fluctuation of animal populations and a measure of community stability. *Ecology*, 1955, **36**: 533 ~ 536
- 2 William W M. Diversity, complexity, stability and pest control. *J. Appl. Ecol.*, 1975, **12**: 795 ~ 807
- 3 金翠霞,吴亚. 群落多样性测定及其应用的探讨. *昆虫学报*, 1981, **24**(1): 28 ~ 33
- 4 赵志模,刘映红,张昌伦. 重庆市郊不同种植制度菜地昆虫群落结构研究. *植物保护学报*, 1994, **21**(1): 39 ~ 45
- 5 裴鑫德. 多元统计分析及其应用. 北京:北京农业大学出版社,1991: 287 ~ 289
- 6 王金福,李真峰. 杭州市郊区主要蔬菜害虫群落结构的研究. *生态学报*, 1988, **8**(1): 78 ~ 85
- 7 庞保平. 麦田昆虫群落的时间结构. *昆虫知识*, 1993, **5**: 263 ~ 266
- 8 韩宝瑜,李增智,鲁绪祥等. 淹没式交替施用白僵菌和农药的马尾松林动物和虫生真菌群落的结构及时间动态. *生物数学学报*, 1996, **11**(1): 82 ~ 93
- 9 金翠霞,吴亚,王冬兰. 稻田节肢动物群落多样性. *昆虫学报*, 1990, **33**(3): 287 ~ 295