

荔枝果园植物群落动态变化 及其对昆虫多样性的影响

何金祥, 周浩, 郭伦发, 王新桂, 赵志国, 赵健

(广西壮族自治区广西植物研究所, 广西桂林 541006)
中国科学院

摘要: 果园生态系统的植物多样性是害虫天敌多样性的基础。以广西横县境内莲州路荔枝果园为样本, 调查其中草本植物的种类和数量, 从群落物种的4个特征指数(丰富度指数、多样性指数、均匀度指数及优势集中性指数)来分析果园植被多样性状况及季节性变化规律; 同时调查分析果园栖生昆虫的种类、数量和4个相关性指数, 探讨果园植被多样性与昆虫多样性的相关关系。结果表明, 4~9月间, 果园植物多样性指数在0.842~1.370之间; 物种均匀度指数在0.445~0.659之间; 优势集中性指数在0.326~0.518之间。昆虫与植被多样性指数峰值出现的时间基本同步, 都在5~6月间。植被多样性指数较小起伏可导致昆虫多样性指数较大波动, 说明栖息地植被多样性变化对昆虫群落的结构和组成产生较大影响, 昆虫多样性与栖息地植被多样性密切相关。

关键词: 荔枝果园; 植被多样性; 昆虫多样性

中图分类号: Q948 文献标识码: A 文章编号: 1000-3142(2009)03-0337-05

Effects of dynamic variety of plant community on insect diversity in litchi orchard

HE Jin-Xiang, ZHOU Hao, GUO Lun-Fa, WANG Xin-Gui,
ZHAO Zhi-Guo, ZHAO Jian

(Guangxi Institute of Botany, Guangxi Zhuang Autonomous Region and the Chinese Academy of Sciences, Guilin 541006, China)

Abstract: Vegetation diversity is the basic of the diversity of natural enemies in orchard ecosystem. In this study, species and quantity of herbaceous plants of the Lianzhoulu Litchi Orchard were investigated in Heng County, Guangxi. Vegetation diversity in the orchard and its changing laws were studied by analyzing 4 characteristic indexes (species richness index; species diversity index; species evenness index; dominant concentration index). At the same time, the species and quantity of insects dwelling in the orchard were researched, the same 4 characteristic indexes of insect community were also calculated. The results showed that species diversity indexes, species evenness indexes and dominant concentration indexes of orchard vegetation were 0.842—1.370, 0.445—0.659 and 0.326—0.518 during April to September respectively. Peak values of diversity indexes of the vegetation appeared simultaneously with that of the insects, both in May to June. A narrow range fluctuation of vegetation diversity indexes caused a large range alteration of the insect diversity indexes, suggesting that the vegetation diversity of orchard markedly worked on the structure and the components of the dwelling insects. There were a closed correlation between vegetation diversity and insect diversity.

Key words: litchi orchard; vegetation diversity; insect diversity

收稿日期: 2008-03-18 修回日期: 2008-11-08

基金项目: 中国科学院农办项目(NK-十五-D-03)[Supported by Agricultural Project Office of Chinese Academy of Sciences]

作者简介: 何金祥(1968-), 男, 广西桂林人, 副研究员, 从事植物保护和生物防治技术研究。

物种多样性是生物多样性在物种水平上的表现形式,包括两方面的含义,一是指一定区域内物种的总和,二是指生态学方面物种分布的均匀程度,体现了物种群落的结构类型、组织水平、发展阶段和稳定程度(彭少麟等,1983)。在果园生态系统中,增加园地植被物种的多样性,可有效地改善园地的生态环境,为害虫天敌种群提供良好的栖息条件和充足的食猎物,有效地促进了天敌群落的早期发展,提高其种类和数量,使天敌昆虫的种群结构和组成趋于稳定,从而提高天敌对害虫的控制效能(常晓冰等,2006;高泽正,2007)。

荔枝是我国南方热带地区的主栽水果,根据李继文(1997)初步调查,荔枝果园虫害多达100多种。其中,危害较严重的有荔枝瘿、荔枝蒂蛀虫和褐带长卷叶蛾等,由于过多地使用化学农药,人类正面临着全球性“农药三R”——残毒(residue)、抗性(resistance)和再猖獗(resurgence)等严峻问题。因此,在荔枝生产中,对害虫采取无公害的生物防治和生态控制模式是今后果园害虫防治的主要方式,而良好的果园植被生态系统则是害虫生态或生物控制的基础条件。本文对广西横县莲州路果园草本植物物种多样性及昆虫多样性进行调查研究,通过测算物种丰富度、多样性指数、物种均匀度和生态优势集中性指数,评估果园初级(植物)生态系统的结构、组成、动态变化及其与次级(昆虫)生态系统多样性相关关系,为果园的农耕管理和虫害的生态控制提供科学指导。

1 材料与方法

1.1 实验样本果园

以广西横县莲州路果园为实验样本园,并对果园的地理位置和气候情况进行调查。

1.2 植被多样性调查

在果树行间随机抽取5个1 m×1 m的固定样地,调查每个样方中的草本植物种类和数量。从2004年4月30号开始调查到2004年9月10号调查结束,每月调查3次,每隔10 d调查1次。

1.3 昆虫多样性调查

按对角线五点取样法,共查5株,调查记录大小相当的荔枝枝条上的昆虫的种类和数量,寄生性昆虫和暂不能确定的种类带回室内鉴定。从2004年4月30号开始调查到2004年7月10号调查结束,每

月调查3次,每隔10 d调查1次。

1.4 数据分析

物种丰富度、均匀度指数、优势集中性指数、多样性指数是体现群落物种数量、结构、组成及相互关系的4个特征指数,分别通过如下方法测算:

(1)物种丰富度指数(species richness index):指一个群落或生境中物种数目的多寡,通过直接观测获得。

(2)物种多样性指数(species diversity index):采用Shannon-Wiener指数测算群落的物种多样性。

其公式如下: $P_i = n_i/N$; $D = -\sum_{i=1}^S P_i \ln P_i$

其中, P_i 为第*i*个物种的个体在取样中所占的比例, S 为种数, n_i 为第*i*种的个体数, N 为所有种的个体总数, D 为物种多样性指数。

(3)种的均匀度指数(species evenness index):指一个群落或生境中全部物种个体数目的分配状况,它反映的是种属组成的均匀程度。在多样性指数已知的基础上计算,公式如下: $J = D/\ln S$

其中, D 为物种多样性指数; S 为调查样方的物种数。

(4)优势集中性指数(Dominant concentration index):优势集中性指数是用来描述优势度集中于一个、几个或许多种类的程度。公式如下:

$C = \sum_{i=1}^S (P_i)^2$

其中, P_i 为第*i*个物种的个体在取样中所占的比例, S 为调查样方的物种数。

2 结果

2.1 莲州路果园的基本情况

莲州路果园位于广西东南部的横县,面积2 hm²,地处108°48′~109°37′ E,22°08′~23°30′ N之间。属南亚热带季风气候,光照充足,气候温暖,雨量充沛,年平均温度21.4℃,最低月气温12℃,最高月气温28.5℃,无霜期长达336 d,年平均降雨量1431 mm,主要降雨天气在6~9月份,年平均日照1778 h。种植的荔枝株龄为30 a,种植密度为5 m×6 m。

2.2 果园植物群落物种的结构组成和数量

从2004年4~9月,先后抽样调查到10392株植物,经过分类鉴定,其中包括蓝花草(*Ruellia brittoniana*)、旱稗(*Echinochloa hispidula*)、虎耳草

(*Saxifraga stolonifera*)、马唐(*Digitaria sanguinalis*)、一点红(*Emilia sonchifolia*)、叶下珠(*Phyllanthus urinaria*)、菝葜(*Smilax china*)、车前草(*Plantago asiatica*)、红花酢浆草(*Oxalis corymbosa*)、三叶草(*Trifolium repens*)、黑墨草(*Eclipta prostrata*)、倒叶瘤足蕨(*Plagiogyria dunnii*)、雷公根(*Centella asiatica*)和白花菜(*Cleome gynandra*),分别属于 13 个科 14 个属(表 1)。

从 4 月份开始,随着气温的升高和降水量的增加,果园的植物群落数量逐渐升高,在 5 月 20 日左右达到一个高峰,五个样方植株的总量为 838 株;其后在 7 月 20 日达到另一个高峰,样方植株的总量

为 998 株(表 2);到 8 月盛夏高温期,植株总量有所下降,以少数物种如蓝花草(*Ruellia brittoniana*)和旱稗(*Echinochloa hispidula*)占优势为主要特征。

2.3 不同时期植物群落的丰富度、多样性、均匀度和优势集中性指数

通过观测发现,荔枝果园内植被物种的丰富度(物种数)季节性变化不大,在 4 月 30 日~5 月 20 日,物种丰富度稍高,为 8 个种;5 月 20 日~8 月 20 日,丰富度有所下降,为 6~7 种;8 月 30 日之后,又回升到 8 种。5 月和 9 月为春末和初秋,气候温和,与 6~8 月盛夏相比,温度比较适中,适合大多数植物的生长,因此,物种的丰富度稍大。

表 1 莲州路果园植物群落的物种组成

Table 1 The species composition of plant community in Lianzhoulu Litchi Orchard

种 Species	科 Family	属 Genus
蓝花草 <i>Ruellia brittoniana</i> Leonard	爵床科 Acanthaceae	蓝花草属 <i>Aphelandra</i>
旱稗 <i>Echinochloa hispidula</i> (Retz.) Nees	禾本科 Gramineae	稗属 <i>Echinochloa</i>
虎耳草 <i>Saxifraga stolonifera</i> Curt.	虎耳草科 Saxifragaceae	虎耳草属 <i>Saxifraga</i>
马唐 <i>Digitaria sanguinalis</i> (Linn.) Scop.	禾本科 Gramineae	马唐属 <i>Digitaria</i>
一点红 <i>Emilia sonchifolia</i> (Linn.) DC.	菊科 Compositae	一点红属 <i>Emilia</i>
叶下珠 <i>Phyllanthus urinaria</i> Linn.	大戟科 Euphorbiaceae	叶下珠属 <i>Phyllanthus</i>
菝葜 <i>Smilax china</i> Linn.	百合科 Liliaceae	菝葜属 <i>Smilax</i>
车前草 <i>Plantago asiatica</i> L.	车前草 Plantaginaceae	车前草属 <i>Plantago</i>
红花酢浆草 <i>Oxalis corymbosa</i> DC.	酢浆草科 Oxalidaceae	酢浆草属 <i>Oxalis</i>
三叶草 <i>Trifolium repens</i>	豆科 Leguminosae	车轴草属 <i>Trifolium</i>
黑墨草 <i>Eclipta prostrata</i> Linn.	菊科 Compositae	向日葵属 <i>Helianthus</i>
倒叶瘤足蕨 <i>Plagiogyria dunnii</i> Cop.	瘤足蕨 Plagiogyriaceae	瘤足蕨属 <i>Plagiogyria</i>
雷公根 <i>Centella asiatica</i> (L.) Urban.	扇形科 Umbelliferae	雷公根属 <i>Centella</i>
白花菜 <i>Cleome gynandra</i> Linn.	山柑科 Capparaceae	白花菜属 <i>Cleome</i>

通过分析果园植被的均匀度指数、多样性指数和优势集中性指数。结果发现,果园植被的均匀度指数在 0.470~0.663 之间,多样性指数在 0.842~1.370 之间,优势集中性指数在 0.326~0.518 之间。其中均匀度指数和多样性指数的峰值均出现在 5 月中下旬,而优势集中性指数的峰值则出现在 8 月中旬(表 2)。可见,植被多样性指数的季节性变化和均匀度指数的变化趋势基本相同,而与优势集中性指数的变化趋势相反。这可能由于 5 月份气温回升较快、日照时间变长、降雨量增多、温度适中,有利于大多数植物的生长,从而使果园绝大多数草本群落迅速生长,植被的多样性指数和均匀度指数同时增大。在 7~8 月盛夏,温度较高,植物生长旺盛,生物量增加较快,群落的个体数量也比 5 月份有所提高,加上气候变化和果园管理等原因,此期以蓝花草和旱稗等少数物种占优势为主要特征,因而使地

面植被群落的优势集中性指数变大。

2.4 不同时期昆虫数量、丰富度、多样性、均匀度和优势集中性指数

通过调查发现,莲州路果园内昆虫的个体数量在 5 月上中旬最多,5 月底 6 月初有一个下降期,6 月中下旬之后数量回升,并维持在一个比较稳定的水平。昆虫丰富度则是 5~6 月上旬较高,之后逐渐下降。通过计算发现,果园昆虫群落的多样性指数在 1.31~2.39 之间,峰值出现在 5 月;优势集中性指数在 0.13~0.51 之间,峰值出现在 6 月底至 7 月初;均匀度指数为 0.43~0.77,峰值出现在 5 月中下旬至 6 月初。多样性指数变化与丰富度、均匀度指数变化趋势相同,而与优势集中性指数变化趋势相反。

此外,个体数量、丰富度及多样性特征指数的动态变化,除了与气候及植被条件有关外,可能还与果

园的农耕管理特别是杀虫剂的使用有密切关系。

表 2 莲州路果园不同时期植物群落特征指数的变化情况
Table 2 The variation of characteristic indexes of plant community in Lianzhoulu Litchi Orchard

调查日期 (月/日) Survey date (month -day)	植物个 体数量 Quantity of plants	丰富度 指数 Species richness indexes	多样性指 数(D) Species diversity indexes	优势集中 性指数 (C) Dominant concentration indexes	均匀度 指数(J) Species evenness indexes
4/10	754	8	1.092	0.437	0.525
5/10	684	8	1.239	0.376	0.596
5/20	838	8	1.370	0.326	0.659
5/30	799	6	1.189	0.360	0.663
6/11	589	7	1.157	0.395	0.592
6/20	422	7	1.168	0.387	0.600
6/30	920	7	0.975	0.436	0.501
7/10	843	7	1.053	0.418	0.541
7/20	998	6	0.842	0.475	0.470
7/30	621	6	0.929	0.455	0.518
8/10	573	7	1.107	0.418	0.569
8/20	629	7	0.867	0.518	0.445
8/30	614	8	1.061	0.449	0.510
9/10	731	8	1.057	0.467	0.508
9/20	754	8	1.092	0.437	0.525

表 3 莲州路果园不同时期昆虫群落特征指数的变化情况
Table 3 The variation of characteristic indexes insect community in Lianzhoulu Litchi Orchard

调查日期 (月/日) Survey date (month -day)	昆虫个 体数量 Quantity of insects	丰富度 指数 Species richness indexes	多样性指 数(D) Species diversity indexes	优势集中 性指数 (C) Dominant concentration indexes	均匀度 指数(J) Species evenness indexes
4/10	777	23	1.85	0.32	0.59
5/10	667	26	2.34	0.16	0.72
5/20	725	28	2.39	0.15	0.72
5/30	512	27	2.18	0.18	0.66
6/11	483	22	2.38	0.13	0.77
6/20	648	17	1.41	0.46	0.50
6/30	674	15	1.36	0.49	0.46
7/10	685	14	1.31	0.51	0.43

2.5 植被多样性与昆虫多样性的相关性

比较同期果园植被多样性和昆虫群落多样性的动态变化曲线(图 1), 结果发现, 植被多样性曲线走势缓和, 随着季节变化波动不大, 峰高高度差不明显; 而昆虫的多样性曲线随着季节变化波动较大, 峰高高度差比较明显; 植被多样性和昆虫多样性峰值出现的时间基本同步。果园植被多样性轻微下降, 导致栖息其间的昆虫种群多样性水平急剧下降。这种变化趋势说明, 昆虫种群的多样性与栖息地植被

多样性密切相关。

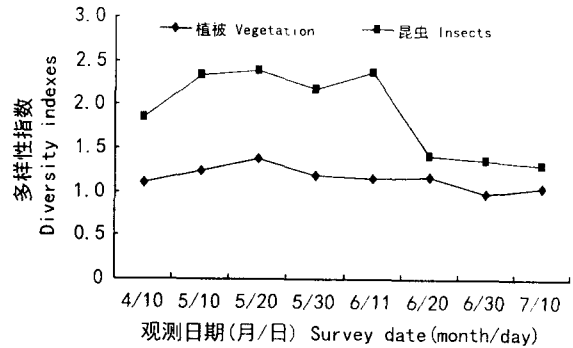


图 1 植被多样性与昆虫多样性的季节性动态变化曲线
Fig. 1 The dynamic curve of vegetation diversity and insect diversity

3 讨论

初级生态系统多样性是次级生态系统多样性的基础。在初级生态系统(植物)多样性研究方面, 已有较多报道。近年来, 人们对特定生态系统如雪山(李宏伟等, 2007)、湿地(兰竹虹等, 2006)甚至人文风景区(袁秀等, 2007)的植物多样性进行了全面研究, 而对果园生态系统研究则少见报道。我国南方的气候条件良好, 适合多种动植物生长生存, 南方果园内植物生态系统有其独特的特点。对莲州路果园地面植被进行研究发现, 尽管受人为因素(如耕作、施肥、除杂草等)影响, 果园内草本植物物种仍相当丰富, 包括 13 科 14 属 14 种, 多样性、均匀度和优势集中性指数均随着季节的变化而有所改变; 调查到的豆科、菊科植物总体总量非常庞大, 这些植物正是荔枝果园害虫优势天敌中华草蛉(*Chrysopa sinica*)及肉食性螨类(*T. Uritcae*)的中间寄主。

果园草本层是果园内除了果树之外初级生态系统的主体, 陈北光等(1997)指出, 小区域内物种多样性指数随草本层物种多样性指数增大而增大。而栖息地植物多样性是影响昆虫数量及分布的主要因子(陈洁君等, 2004; 王辰等, 2007), 果园植物群落多样性影响害虫的迁入、在寄主植物间的扩散迁出、繁殖、生长和存活(王庆森, 2003), 这是由于只有具备多样性的繁茂的植物群落, 才有可能给多种天敌昆虫提供充足的蜜源植物、替代猎食物、良好小生境及避难场所(魏永平等, 2003, 2004)。本研究结果也表明, 昆虫种群的多样性与栖息地植被多样性密切相关, 只要生存地植被有轻微的改变, 其间的昆虫群落

组成和结构就会受到较大的影响,种群多样性水平也急剧下降。因此,在果园生态系统内,提高主体植被草本层的种类和数量是维持整个果园生态系统多样性的先决条件。

现行的农耕方式中,果园的管理目标是以产量和质量为核心的,如何将果园的杂草控制在一定的数量和范围,或者种植一些有益的草类不与目标作物荔枝争水争肥,使果园内植物群落多样性达到一定水平的同时,又保证杂草对果树的负面作用低于经济阈值,这是一个值得进一步研究和探讨的问题。我们知道,频繁的耕作和使用大量的除草剂防除杂草,这样不但会破坏土壤结构、促使水土流失、造成养分损失、增加生产成本;而且,单一的作物种植,加剧了病虫害的危害速度和程度,对果树生长及结果造成不利影响;另外,由于农药的使用,在杀灭害虫的同时,也会毒杀园内害虫天敌,并加大土壤中农药残留和积累。这一系列传统的果园耕作管理措施,不可避免地造成果园整体生态系统多样性的丧失及健康发展。因此,改变传统的果园管理及耕作措施,适当提高园内的草本植被的生物多样性,是实现果园害虫生物控制的基础。

参考文献:

- 魏永平,花蕾,张雅林. 2004. 生境调节对苹果园害虫可持续控制作用[J]. 中国农学通报, **20**(1):204—206
- 李继文. 1997. 林区附近山地果园病虫害初步调查其防治[J]. 热带作物科技, **4**:53—56
- Chang XB(常晓冰), Miao ZW(苗振旺), 刘素琪(Liu SQ), *et al.*. 2006. Studies on the structure and characteristics of major natural enemies community in Jujube yards(枣园天敌群落结构与特征的研究)[J]. *J Shanxi Agric Univ(Nat Sci)*(山西农业大学学报·自然科学版), **26**(1):16—18
- Chen JJ(陈洁君), Wang YF(王义飞), Lei GC(雷光春), *et al.*. 2004. Impact of habitat quality on metapopulation structure and distribution of two melitaeine butterfly species(栖息地质量对两种网蝶集合种群结构和分布的影响)[J]. *Acta Entomol Sin*(昆虫学报), **47**(1):59—66
- Chen BG(陈北光), Zhang MM(张木明), Su ZY(苏志尧), *et al.*. 1997. Species diversity of evergreen broadleaved forest in Dandongshan Nature Reserve, Guangdong(广东大东山常绿阔叶林物种多样性分析)[J]. *J South China Agric Univ*(华南农业大学学报), **18**(4):59—63
- Gao ZZ(高泽正). 2007. Biodiversity and the natural control of the pest in loquat orchards(枇杷园生物多样性及其对害虫的自然控制)[D]. South China Agric Univ(华南农业大学博士论文)
- Lan ZH(兰竹虹), Chen GZ(陈桂珠), Liao Y(廖岩), *et al.*. 2006. Biodiversity of wetland plants in South China Sea(南中国海地区湿地植物多样性研究)[J]. *Ecol Sci*(生态科学), **25**(1):13—16
- Li HW(李宏伟), Zhao YF(赵元藩). Plant diversity of Baimaxueshan National Nature Reserve(白马雪山国家级自然保护区植物多样性)[J]. *Guihaia*(广西植物), **27**(1):71—76
- Peng SL(彭少麟), Chen ZH(陈章和). 1983. Research on the species diversity of plant of the subtropical forests in Guangdong(广东亚热带森林群落物种多样性)[J]. *Ecol Sci*(生态科学), **2**:98—103
- Wang C(王辰), Gao XY(高新宇), Liu Y(刘阳), *et al.*. 2007. Effects of wetland vegetations on ecological distribution of Odonata species in Beijing, China(湿地植被对北京地区蜻蜓生态分布的影响)[J]. *Acta Ecol Sin*(生态学报), **27**(2):516—525
- Wang QS(王庆森), Wu GY(吴光远), Ceng MS(曾明森). 2003. Biological diversity and the control of pests in tea garden(生物多样性与茶园害虫控制)[J]. *Tea Sci Tech*(茶叶科学技术), **3**:1—4
- Wei YP(魏永平), Zhang YL(张雅林), Hua L(花蕾), *et al.*. 2003. Biological diversity on the ecological management of pest in Orchard(果园生物多样性对害虫生态治理的作用)[J]. *Shaanxi J Agric Sci*(陕西农业科学), **6**:29—31
- Yuan X(袁秀), Li JW(李景文), Li JQ(李俊清). 2007. Attributes of vegetation and status of plant diversity in Great Wall Scenic-spots in Beijing(长城北京段风景区植被特征及植物多样性)[J]. *Acta Ecol Sin*(生态学报), **27**(3):977—988