

陕西延安万花山枣园土壤动物群落结构与组成

刘长海 骆有庆 陈宗礼 廉振民

(北京林业大学 省部共建森林培育与保育教育部重点实验室 北京 100083;
延安大学 陕西省区域生物资源保育与利用工程技术研究中心 延安 716000)

摘要: 2006 年 3 月和 11 月分别选取陕西延安万花山不同林龄枣园,对枣园土壤动物群落进行调查。两次共采集 40 个土壤样品,通过手拣方法、干漏斗法和湿漏斗法获得 463 只土壤动物,隶属于 3 门 7 纲 18 目,其中鞘翅目 9 科。结果表明,弹尾目、蜱螨目和蜘蛛目为优势类群;膜翅目蚊科、鞘翅目幼虫、鞘翅目成虫、鳞翅目幼虫、双翅目幼虫、石蜈蚣科、正蚓目、柄眼目为常见类群。通过群落多样性指数分析,2 号样地(树龄 7 年)的优势度指数较小,而多样性和均匀性指数较高,其个体数和类群数都多于 1 号样地(树龄 5 年)。

关键词: 枣园;土壤动物;群落;结构与组成;陕西延安

中图分类号: Q958 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263(2008)02-101-05

Community Structure and Composition of Soil Animal in Jujube Garden at Wanhushan, Yan an City, Shaanxi Province

LIU Chang-Hai LUO You-Qing CHEN Zong-Li LIAN Zhen-Min

(*The Key Laboratory for Silviculture and Conservation of Ministry of Education, Beijing Forestry University, Beijing 100083;
Shaanxi Engineering & Technological Research Center for Conservation & Utilization of Regional Biological Resources,
Yan an University, Shaanxi, Yan an 716000, China*)

Abstract: Soil fauna in Jujube garden at Wanhushan, Yan an City, Shaanxi Province was investigated in March and November 2006. The soil macrofaunas were taken by handsorting in different soil layers. The meso and microfauna were separated by Tullgren method and Baerman method. 463 individuals belonging to 3 phyla, 7 classes and 18 orders were collected, of which Coleoptera includes 9 families. The results showed that the dominant group was Collembola, Acarina and Araneae, and the common group was Hymenoptera, Coleoptera (larva), Coleoptera (adult), Lepidoptera (larva), Diptera (larva), Lithobiidae, Lumbricida and Stylommatophora. The composition of groups, distribution of number of individual and diversity index of soil fauna were analyzed. The result indicated that the dominance index of plot No. 2 (7 age group of jujube) was less than that of plot No. 1 (5 age group of jujube), its diversity index and evenness index were higher than plot No. 1. In addition, the total number of individuals and groups of No. 2 were more than those of plot No. 1.

Key words: Jujube garden; Soil animal; Community; Structure and composition; Yan an City, Shaanxi Province

土壤动物是生态系统的重要组成部分,对土壤的形成、发育、物理结构、化学性质、有机物质的分解等诸多方面均起着重要作用^[1,2],与枣树的生长和产量密切相关。20 世纪 80 年代初,在张荣祖等的倡导下,土壤动物群落生态学

基金项目 教育部科学技术研究重点项目(No. 206148),陕西省教育厅省级重点实验室科研与建设项目(No. 04JS02);
第一作者介绍 刘长海,男,副教授,博士研究生;研究方向:动物生态学;E-mail: lch1851@yahoo.com.cn。
收稿日期:2007-09-05,修回日期:2008-01-06

研究才真正开始起步,为中国土壤动物学研究开辟了方向^[3]。我国土壤动物的研究主要集中于森林和草地,有关枣园土壤动物的研究仅有钱复生等^[4]、张俊霞等^[5]及王宏伟^{*}的报道和研究,师光禄等对枣树冠下土壤层中节肢动物群落做了深入系统调查^[6~11]。枣树(*Zizyphus jujuba*)是陕北黄河沿岸营造水土保持的优良树种,国家已将枣树定为退耕还林的主要经济和生态树种之一,进行大力栽培。在黄河中上游,枣树被誉为最优的经济生态林树种^[12],适应在陕北尤其黄河沿岸地带栽培。但是枣树病虫害的猖獗流行严重制约着陕北红枣主导产业的可持续发展。本文对陕西延安万花山枣园土壤动物进行了初步调查,了解枣园土壤动物群落多样性及其结构特征,对科学管理枣园、提高红枣的产量和质量具有一定的实践指导意义。研究枣园土壤动物多样性有利于枣林健康和枣林害虫的生态调控,为探讨土壤动物对土壤质量变化的指示作用提供基础资料。

1 材料与方法

1.1 样地选择 研究样地设在陕西省区域生物资源保育与利用工程技术研究中心基地(原延安大学红枣繁育工程省级重点实验室基地)——陕西延安万花山牛毛沟流域枣园,地理坐标为 36°32'29.4" N、109°22'62.7" E,相对远离城区,人为干扰较少。枣园的枣树树龄 4~7 年,间作主要以花生(*Arachis hypogaea*)、马铃薯(*Solanum tuberosum*)、甘薯(*Ipomoea batatas*)、豆科(Leguminosae)作物为主,也有少量大白菜(*Brassica pekinenses*)、萝卜(*Raphanus sativus*)、辣椒(*Capsicum annuum*)等蔬菜。

1.2 标本采集与处理 2006 年 3 月、11 月 2 次在样地的 2 个固定点采集标本,1 号样地枣树树龄 5 年,2 号样地枣树树龄 7 年。选择枣树冠幅内平坦的地段作为取样点,在离树干 1 m 左右处取样。大型土壤动物主要以手拣方法采集,每样点在距地表 0~5 cm,5~10 cm,10~15 cm,15~20 cm 4 个土层中取样,每层取 30 cm × 30 cm × 5 cm 的土样,共取 8 个土壤样品。将土

壤动物拣出后,用 70 % 酒精固定,带回室内分类鉴定。中小型土壤动物的采集是在 30 cm × 30 cm 的样方内,用 100 cm³ 土壤环刀取样,与大型土壤动物相同,分 4 个土层取样,每层分别取 4 个样,其中 3 个样(300 cm³)分别用于干漏斗(tullgren apparatus),1 个样用于湿漏斗(baerman apparatus)分离提取中小型土壤动物,共取 32 个土壤样品。然后进行数量统计、分类鉴定和整理分析。

土壤动物分类主要采用青木淳一的大类别分类法^[13],一般鉴定到目,鞘翅目鉴定到科。收集的土壤动物标本用 SMZ-B4 连续变倍体视显微镜和 SZ-DM200 数码体视显微镜(重庆奥特光学仪器有限公司)进行初步分类鉴定,参照《中国亚热带土壤动物》、《中国土壤动物检索图鉴》、《昆虫分类学》(上、下册)、《昆虫学》(上册)、《周尧昆虫图集》等工具书进行鉴定^[1,14~17],同时统计个体数量。土壤昆虫成虫与幼虫的生态功能不同,因此分别进行统计^[18,19]。

1.3 数据分析与处理 各类群数量等级划分:个体数量占全部捕获量 10 % 以上为优势类群,介于 1 % ~ 10 % 之间的为常见类群,介于 0.1 % ~ 1 % 为稀有类群,0.1 % 以下的为极稀有类群^[19]。多样性指数 Diversity (H) 采用 Shannon-Wiener 指数公式: $H = - \sum P_i \ln P_i$; 均匀性指数 Evenness (E) 采用 Pielou 指数公式: $E = H / \ln S$; 优势性指数 Dominance (C) 公式: $C = (n_i / N)^2$; 丰富度指数 Richness (D) 公式: $D = \ln S / \ln N$ 。式中, H 为多样性指数, E 为均匀性指数, C 为优势性指数, P_i 为类群 i 占群落总个体数的比例, n_i 为该区第 i 个类群的个体数量, N 为样区内所有类群的个体数量, S 为样区内类群数目。本研究的所有计算用统计分析软 SPSS 13.0 完成。

2 结果与分析

2.1 土壤动物群落的类群与数量组成

 在两

* 王宏伟. 枣园土壤动物与土壤养分的关系及利用地膜防治枣园害虫的研究. 山西农业大学硕士学位论文, 2004.

个样地 2 次共获取 40 个土样,其中大型与中小型土壤动物样本分别为 8 个和 32 个。经鉴定

表 1 万花山枣园土壤动物类群组成

Table 1 Composition of soil fauna communities in jujube garden at Wanhushan

门 Phyla	纲 Class	目 Order	科 Family
软体动物门 Mollusca			
	腹足纲 Gastropoda		
	柄眼目 Stylommatophora		
环节动物门 Annelida			
	寡毛纲 Oligochaeta		
	正蚓目 Lumbricida		
节肢动物门 Arthropoda			
	蛛形纲 Arachnida		
	蜱螨目 Acarina		
	蜘蛛目 Araneae		
	软甲纲 Malacostraca		
	等足目 Isopoda		
	唇足纲 Chilopoda		
	石蜈蚣目 Lithobiomorpha		
综合纲 Symphyla			
	综合目 Symphyla		
	么蚣科 Scolopendrellidae		
昆虫纲 Insecta			
	原尾目 Protura		
	弹尾目 Collembola		
	双尾目 Diplura		
	蜚蠊目 Blattoptera		
	等翅目 Isoptera		
	直翅目 Orthoptera		
	同翅目 Homoptera		
	鞘翅目(幼虫) Coleoptera (larva)		
	步甲科 Carabidae		
	隐翅虫科 Staphylinidae		
	花萤科 Cantharidae		
	纓甲科 Ptiliidae		
	鞘翅目(成虫) Coleoptera (adult)		
	隐翅甲科 Staphylinidae		
	步甲科 Carabidae		
	金龟甲科 Scarabaeidae		
	扁甲科 Cucujidae		
	拟叩甲科 Languriidae		
	葬甲科 Silphidae		
	球蕈甲科 Leiodidae		
	膜翅目 Hymenoptera		
	双翅目(幼虫) Diptera (larva)		
	鳞翅目(幼虫) Lepidoptera (larva)		

有土壤动物 463 只,隶属 3 门 7 纲 18 目 19 类群(表 1)。其中个体数最多的是弹尾目(38.88%)、蜱螨目(27.65%)和蜘蛛目(12.10%),共占总个体数的 78.63%,为优势类群;膜翅目蚁科、鞘翅目成虫、鞘翅目幼虫、鳞翅目幼虫、双翅目幼虫、石蜈蚣科、正蚓目、柄眼目分别占 4.75%、3.46%、2.38%、1.94%、1.73%、1.51%、1.30%、1.08%,为常见类群;其余的类群只占总个体数的 1%以下。大型土壤动物正蚓目、蚁科在样地也颇为常见(表 2)。

2.2 土壤动物群落的多样性指数 表 3 给出了两个样地的土壤动物特征指标的计算结果。在两个样地中,2 号样地(树龄 7 年)中的土壤动物的优势度指数($C=0.2415$)较小,但多样性($H=1.8345$)和均匀性指数($E=0.5053$)都较高,其土壤动物的个体数和类群数都多于 1 号样地(树龄 5 年)。

3 讨 论

土壤动物的类群数、个体数、以及多样性、均匀性、优势度是反映土壤动物群落结构、功能和水平分布差异性的重要指标。比较本研究及安徽水东^[4]、山西太谷枣园^[5]土壤动物的种类和多样性,安徽水东枣园和山西太古枣园的优势类群相同,只是所占比例有差异,前者个体数最多的是蜱螨目(38.12%)和线虫纲(35.98%),共占总个体数的 74.10%,后者个体数最多的是线虫纲(44.41%)和蜱螨目(28.89%),共占总个体数的 73.3%;延安万花山枣园优势类群除了二者共有的蜱螨目外,还出现了弹尾目和蜘蛛目。北方沿黄河的山西和陕西的两个枣园土壤动物的常见类群相似。本调查中弹尾目和蜱螨目仍是节肢动物群落主体,与以往的研究结果一致。值得注意的是在陕西延安万花山枣园未发现土壤线虫,而线虫却是安徽和山西枣园的优势类群。造成这种差别的原因还有待今后进一步深入研究。

群落的种类多样性不仅反映群落内生物种类多少和分布状况,也反映该生态系统食物网的复杂程度。在陕北枣园土壤动物中蜘蛛目

表 2 万花山枣园土壤动物组成和数量统计

Table 2 Composition and quantity of soil fauna in jujube garden at Wanhushan

类群 Group	样地个体数 (个) No. of plot		个体总数 (只) Total number of individuals	频度 (%) Frequency	多度 Abundance
	1	2			
弹尾目 Collembola	70	110	180	38.88	+++
蜱螨目 Acarina	36	92	128	27.65	+++
蜘蛛目 Araneae	18	38	56	12.10	+++
膜翅目 (蚁科) Hymenoptera (Formicidae)	9	13	22	4.75	+++
鞘翅目 (成虫) Coleptera (adult)	7	9	16	3.76	++
鞘翅目 (幼虫) Coleptera (larva)	5	6	11	2.38	++
鳞翅目 (幼虫) Lepidoptera (larva)	3	6	9	1.94	++
双翅目 (幼虫) Diptera (larva)	2	6	8	1.73	++
石蜈蚣科 Lithobiidae	0	7	7	1.50	++
正蚓目 Lumbricida	2	4	6	1.30	++
柄眼目 Stylommatophora	2	3	5	1.08	++
半翅目 Hemiptera	0	3	3	0.06	+
直翅目 Orthoptera	1	2	3	0.06	+
等足目 Isopoda	2	2	3	0.06	+
等翅目 Isoptera	2	0	2	0.04	+
综合目 Symphyla	0	1	1	0.02	+
双尾目 Diplura	0	1	1	0.02	+
原尾目 Protura	0	1	1	0.02	+
蜚蠊目 Blattoptera	0	1	1	0.02	+
个体总数 Total number	158	305	463	100	

1 号样地 :5 年枣树 ; 2 号样地 :7 年枣树。

No. 1 of plot-five age group of jujube ; No. 2 of plot-seven age group of jujube.

表 3 万花山枣园土壤动物群落结构重要指标

Table 3 Important indexes of soil fauna communities in jujube gardens at Wanhushan

指标 Index	样地 No. of plot	
	1	2
类群数 Groups	13	18
个体总数 Total number	158	305
多样性指数 Index of diversity (<i>H</i>)	1.716 3	1.834 5
均匀性指数 Index of evenness (<i>E</i>)	0.669 1	0.634 7
优势度指数 Index of dominance (<i>C</i>)	0.268 5	0.241 5
丰富度指数 Index of richness (<i>D</i>)	0.506 6	0.505 3

是优势类群之一,它们对枣园害虫具有一定的控制作用,说明万花山枣园土壤动物类群数量和组成更趋合理。

多样性、均匀性与优势度都取决于群落类群数和各类群的个体数。多样性指数大,说明群落物种丰富,结构复杂,类群数量分布均匀。在众多表征群落多样性的指数中,Shannon-Wiener 多样性指数和辛普森多样性指数是应用

最广泛的 2 个指数。本实验采用多样性指数 (*H*) 分析土壤动物群落的特征。万花山枣园土壤动物群落多样性和均匀性指数都较高,意味着其群落结构的稳定性更高^[20]。这种结论与以往枣园土壤动物的研究结果一致^[4,5]。然而,土壤动物在分类时常常分类单位较大,不同类群间生态位各异,某个优势类群的数量巨大,往往掩盖了该群落中其他类群的信息,使得群落多样性与均匀度显著相关,而与丰富度关系不密切^[21]。有关更适合于衡量土壤动物群落多样性的指标,还有待于进一步研究探讨。

参 考 文 献

- [1] 尹文英. 中国亚热带土壤动物. 北京: 科学出版社, 1992.
- [2] 尹文英. 中国土壤动物. 北京: 科学出版社, 2000.
- [3] 张荣祖, 杨明宪, 陈鹏等. 长白山北坡森林生态系统土壤动物初步调查. 森林生态系统研究, 1980, (1): 133 ~ 152.

- [4] 钱复生, 王宗英. 水东枣园土壤动物与土壤环境的关系. 应用生态学报, 1995, 6(1): 44~50.
- [5] 张俊霞, 刘贤谦. 太谷县枣园土壤动物与土壤养分的关系. 山西农业大学学报, 2005, 25(1): 8~11.
- [6] 师光禄, 赵莉藟, 刘素琪等. 枣园害虫、捕食性和中性昆虫群落结构及动态研究应用. 应用生态学报, 2006, 17(1): 80~86.
- [7] 师光禄, 赵莉藟, 苗振旺等. 不同间作枣园害虫的群落结构与动态. 生态学报, 2005, 25(9): 2 263~2 271.
- [8] 师光禄, 赵莉藟, 苗振旺等. 不同生境类型枣园中节肢动物群落结构特征. 昆虫学报, 2005, 48(4): 561~567.
- [9] 师光禄, 刘素琪, 赵莉藟等. 综合治理与常规防治枣园天敌昆虫的群落结构及其多样性. 林业科学, 2005, 41(1): 101~108.
- [10] 师光禄, 曹挥, 席银宝等. 枣园节肢动物群落优势功能集团的空间时序动态及其相关性. 林业科学, 2003, 39(4): 78~83.
- [11] 师光禄, 曹挥, 戈峰等. 不同类型枣园节肢动物群落营养层及优势功能集团的组成与多样性时序动态. 林业科学, 2002, 38(6): 79~86.
- [12] 付明胜, 刘立斌, 马光亮等. 陕北黄河沿岸优良生态经济型树种——红枣. 林业科技, 2001, 26(6): 52~53, 56.
- [13] 青木淳一. 土壤动物学. 东京: 北隆馆, 1973.
- [14] 尹文英. 中国土壤动物检索图鉴. 北京: 科学出版社, 1998.
- [15] 郑乐怡, 归鸿. 昆虫分类学(上、下). 南京: 南京师范大学出版社, 1999.
- [16] 南开大学, 中山大学, 北京大学等. 昆虫学(上). 北京: 高等教育出版社, 1980.
- [17] 周尧. 周尧昆虫图集. 郑州: 河南科学技术出版社, 2002.
- [18] 林英华, 孙家宝, 刘海良等. 黑龙江帽儿山土壤动物群落组成与多样性分析. 林业科学, 2006, 42(4): 71~77.
- [19] 吴东辉, 张柏, 陈鹏. 吉林省黑土区农业生境大型土壤节肢动物群落组成与生态分布. 中国农业科学, 2006, 39(1): 125~131.
- [20] 黄玉梅, 张健, 杨万勤. 巨桉人工林土壤动物群落结构特征. 生态学报, 2006, 26(8): 2 502~2 509.
- [21] 阴环. 汾河两岸两种人工林土壤动物群落多样性研究. 山西师范大学学报(自然科学版), 2006, 20(2): 74~77.