

宁夏不同区域欧李园昆虫群落多样性

曹春婧¹, 何建龙², 王占军², 魏淑花¹

(1. 宁夏农林科学院 植物保护研究所, 宁夏 银川 750002; 2. 宁夏农林科学院 荒漠化治理研究所, 宁夏 银川 750002)

摘要: 【目的】研究宁夏不同区域欧李 *Cerasus humilis* 园昆虫群落结构及多样性特征, 为制定有效的害虫防治策略奠定基础。【方法】2019年5-9月采用诱捕器诱集法对宁夏3个不同区域欧李园昆虫群落进行调查。【结果】共获得标本4743头, 隶属于10目46科101种。梨小食心虫 *Grapholitha molesta*、东方绢金龟 *Serica orientalis*、小长蝽 *Nysius ericae*、牧草盲蝽 *Lygus pratensis*、双斑萤叶甲 *Monolepta hieroglyphica*、红翅伪叶甲 *Lagria rufipennis*、多异瓢虫 *Hippodamia variegata*、丽草蛉 *Chrysopa formosa*、艾箭蚁 *Cataglyphis aenescens* 和黑点食蚜盲蝽 *Deraeocoris punctulatus* 为优势种。宁夏不同区域欧李园昆虫群落多样性指数、均匀度指数及丰富度指数由高到低依次为候磨欧李园、玉泉营欧李园、施记圈子欧李园; 集中性概率指数由高到低依次为施记圈子欧李园、玉泉营欧李园、候磨欧李园。相似性分析显示: 玉泉营欧李园与施记圈子欧李园在8月的昆虫群落结构中等相似(0.60)。害虫与天敌的相关性分析显示: 梨小食心虫与多异瓢虫呈显著正相关($P<0.05$); 小长蝽与多异瓢虫呈极显著正相关($P<0.01$); 红翅伪叶甲与艾箭蚁呈显著正相关($P<0.05$); 双斑萤叶甲与丽草蛉呈极显著正相关($P<0.01$)。【结论】相对于玉泉营欧李园和施记圈子欧李园, 候磨欧李园的昆虫群落稳定性最高。图2表5参25

关键词: 欧李; 种植区; 昆虫; 群落结构; 多样性

中图分类号: S718.7 文献标志码: A 文章编号: 2095-0756(2021)06-1253-08

Insect community diversity of *Cerasus humilis* orchards in different regions of Ningxia

CAO Chunjing¹, HE Jianlong², WANG Zhanjun², WEI Shuhua¹

(1. Institute of Plant Protection, Ningxia Academy of Agricultural and Forestry Sciences, Yinchuan 750002, Ningxia, China; 2. Institute of Desertification Control, Ningxia Academy of Agricultural and Forestry Sciences, Yinchuan 750002, Ningxia, China)

Abstract: [Objective] This study aims to clarify the structure and diversity characteristics of insect community of *Cerasus humilis* orchards in different regions of Ningxia, so as to develop effective pest control strategies. [Method] The insect community of *C. humilis* in three different regions of Ningxia was investigated using trap trapping method from May to September in 2019. [Result] A total of 4743 insect specimens belonging to 10 orders, 46 families and 101 species were obtained. The dominant species were *Grapholitha molesta*, *Serica orientalis*, *Nysius ericae*, *Lygus pratensis*, *Monolepta hieroglyphica*, *Lagria rufipennis*, *Hippodamia variegata*, *Chrysopa formosa*, *Cataglyphis aenescens* and *Deraeocoris punctulatus*. The descending order of diversity index, evenness index and richness index of insect community of *C. humilis* orchards was Houmo, Yuquanying,

收稿日期: 2020-12-10; 修回日期: 2021-05-11

基金项目: 宁夏回族自治区重点研发计划项目(2020BBF02027); 宁夏农林科学院科技平台建设提升项目(NKYP-19-07); 宁夏农林科学院科技创新引导项目(NKYG-18-04)

作者简介: 曹春婧(ORCID: 0000-0002-0471-3994), 从事农业昆虫与害虫防治研究。E-mail: 1372602470@qq.com。

通信作者: 魏淑花(ORCID: 0000-0003-2479-707X), 副研究员, 博士, 从事农业昆虫与害虫防治研究。

E-mail: weishuhua666@163.com

and Shijijuanzi. The concentration probability index from high to low was Shijijuanzi, Yuquanying and Houmo. Similarity analysis showed that the insect community structure in Yuquanying and Shijijuanzi *C. humilis* orchards was moderately similar in August(0.60). The correlation analysis between pests and natural enemies showed that there was a significant positive correlation between *G. molesta* and *H. variegata* ($P < 0.05$). There existed a very significant positive correlation between *N. ericae* and *H. variegata* ($P < 0.01$), a positive correlation between *L. rufipennis* and *C. aenescens* ($P < 0.05$), and a significant positive correlation between *M. hieroglyphica* and *C. formosa* ($P < 0.01$). [Conclusion] Compared with orchards in Yuquanying and Shijijuanzi, the *C. humilis* orchard in Houmo has highest stability of insect community. [Ch, 2 fig. 5 tab. 25 ref.]

Key words: *Cerasus humilis*; planting area; insect; community structure; diversity

欧李 *Cerasus humilis* 为蔷薇科 Rosaceae 樱桃属 *Ceraras* 灌木类果树, 是世界驯化最晚的珍稀灌木, 属中国独有, 栽培历史约 3 000 a^[1]。欧李的盛花期一般在 4 月, 春可观花夏可观果, 具有很高的观赏价值。欧李果实不仅可以观赏而且含钙量高, 营养丰富, 鲜果中含钙量是 600 mg·kg⁻¹^[2], 所以又称“钙果”, 可以加工成果酒等食品^[3-4]。欧李喜光, 具有较强的抗寒、抗旱、抗瘠薄能力, 是适应性极强的优良树种, 能承受-40~-35 ℃ 的低温^[5]; 在年降水量约 200 mm、无霜期 120 d 的条件下可正常开花结果; 根系发达, 属强分蘖根系, 根冠比达 9:1^[2]; 欧李庞大的根系盘根错节、纵横交错, 集中分布在 20~40 cm 的土层内, 深可达 1.5~2.0 m, 形成表土密集的网状结构, 将 20 cm 深土层中的土壤紧紧包住, 显示出极强的固水保土作用, 是沙漠化地区治沙造林的优良树种^[6-8]。欧李作为防治荒漠化的优良树种已在中国西北地区广泛种植。2011 年, 宁夏从山西引进欧李, 在退化压砂地试种成功后^[9], 短短几年时间种植区域已覆盖中卫市沙坡头区、海原县、同心县、盐池县等区域。随着欧李引种及种植面积的扩大, 其害虫发生严重, 尤其是果实食心虫^[10-11], 严重影响了欧李果实的品质和产量。目前, 有关欧李园昆虫群落多样性及害虫研究较少, 从而制约了欧李害虫的防控和产业的发展, 因此, 开展宁夏不同区域欧李园主要害虫和天敌田间发生动态、昆虫群落结构及多样性研究, 将为欧李不同种植区确定害虫防治关键时期, 制定防控措施和保护天敌提供技术依据, 从而为欧李害虫可持续防控及欧李产业发展奠定基础。

1 研究地区与研究方法

1.1 研究区域概况

本研究所选欧李园包括: ①玉泉营欧李园位于宁夏回族自治区北部引黄灌区玉泉营苗木繁育中心, 其周围为温棚, 种植蔬菜; 海拔 900~1 500 m, 年降水量 200 mm, 年日照时数 2 800~3 100 h, 无霜期 149~161 d; 土壤主要有灌淤土、灰钙土、潮土、盐碱土等。②施记圈子欧李园位于中部干旱区盐池县高沙窝镇施记圈子村, 其周围为农田, 种植玉米 *Zea mays*; 海拔 1 300~1 500 m, 年降水量 200~350 mm, 年日照时数 2 850 h, 无霜期 141 d; 土壤以灰钙土、风沙土为主。③候磨欧李园位于南部黄土丘陵区固原市原州区彭堡镇候磨村, 其周围为农田, 种植蔬菜和牧草; 海拔 1 248~2 942 m, 年降水量 350~500 mm, 年日照时数 2 200~2 700 h, 无霜期 113~149 d; 土壤以黑垆土、黄绵土为主(表 1)。本研究的 3 个欧李园在采样前已经喷洒过农药, 统一田间管理。在研究开展期间, 3 个欧李园并未施过农药。

表 1 不同区域欧李园种植密度

Table 1 Planting density in <i>C. humilis</i> fields					
欧李园	经度(E)	纬度(N)	树龄/ a	面积/ hm ²	株行距/ (m×m)
玉泉营	106°12'00"	38°28'48"	2	2.01	0.6×1.2
候磨	106°07'48"	36°07'12"	2	0.67	0.5×1.0
施记圈子	106°51'00"	38°01'48"	7	0.67	0.5×1.0

1.2 调查方法

本研究采用梨小食心虫 *Grapholitha molesta* 诱捕器诱集法, 于 2019 年 5~9 月进行了 5 次昆虫群落调查, 隔 30 d 调查 1 次。根据欧李树体大小及种植密度, 悬挂梨小食心虫诱捕器密度为 60~75 个·hm⁻², 诱捕器间距 10~20 m, 呈“W”型排列, 性诱芯与粘虫板(北京中捷四方生物科技股份有限公司提供)组

合为三角形诱捕器，先将白色钙塑板折成三角形，再用细铁丝将性诱芯穿过诱捕器的中心，并将粘虫板的覆膜揭开，性诱芯与底面的垂直距离为 1 cm。诱捕器用铁丝固定在竹竿上，挂在离地 100 cm 处，每月收集 1 次，并更换新的粘虫板。每个粘虫板的两边采用保鲜膜覆盖，防止相互粘连。所有粘虫板统一收集，带回实验室鉴定，并进行统计。试验期间，每日记录平均风速 ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)、日平均气温 ($^{\circ}\text{C}$)、日最高气温 ($^{\circ}\text{C}$)、日最低气温 ($^{\circ}\text{C}$)、降水量 (mm) 等气象因子。

1.3 数据分析方法

本研究数据通过 Excel 2010、DPS(18.10) 和 SAS.v 8.2 进行统计分析，运用生态学的分析方法主要分析以下参数^[12-16]。

① Margalef 丰富度指数 (d): $d=(S-1)/\ln N$ 。其中: S 为物种数; N 为所有物种的个体数之和。

② Simpson 集中性概率指数 (λ): $\lambda = \sum_{i=1}^3 \frac{N_i(N_i-1)}{N(N-1)}$ 。其中: N_i 为第 i 监测区物种个体数之和。 λ 越大, 说明群落的集中性越高, 多样性越低。

③ Shannon-Wiener 多样性指数 (H'): $H' = -\sum_{i=1}^S P_i \ln P_i$ 。其中: S 为物种数; P_i 为 i 种个体占总个体数的比例。

④ Pielou 均匀度指数 (E): $E = H'/H'_{\max} = H'/\ln S$ 。

⑤ 群落 Jaccard 相似性系数 (q): $q=c/(a+b+c)$ 。其中: c 为 2 个群落共有物种数; a 和 b 分别为群落 A 和群落 B 的物种数^[17]。根据相似性系数原理, 判断相似性程度。若 $0 \leq q < 0.25$, 表示群落 A 和群落 B 极不相似; 若 $0.25 \leq q < 0.50$, 表示中等不相似; 若 $0.50 \leq q < 0.75$, 表示中等相似; 若 $0.75 \leq q < 1.00$, 表示极相似。

⑥ 群落相对稳定性测定。采用群落物种数与个体数之比 (S_i/S_j) 和天敌类群物种数与植食性类群物种数之比 (S_n/S_p) 表示; S_i 表示群落物种数, S_j 表示群落个体数, S_i/S_j 反映种间数量上的制约作用, S_i/S_j 越大说明种间的制约作用越强; S_n 表示天敌类群物种数, S_p 植食性类群物种数, S_n/S_p 反映食物网关系和天敌—害虫相互制约的复杂程度, S_n/S_p 越大说明昆虫群落内部的食物网结构和相互制约关系越复杂^[18]。

2 结果与分析

2.1 不同区域欧李园昆虫群落组成结构

2019 年 5-9 月在玉泉营、施记圈子、候磨欧李园采用诱捕器诱集法共获得标本 4 743 头, 隶属于 10 目 46 科 101 种。主要昆虫群落组成及数量特征如表 2 所示 (因篇所限, 仅列出前 10 种)。由表 2 可见: 主要昆虫群落的优势种有梨小食心虫、多异瓢虫 *Hippodamia variegata*、小长蝽 *Nysius ericae*、东方绢金龟 *Serica orientalis*、黑点食蚜盲蝽 *Deraeocoris punctulatus*、丽草蛉 *Chrysopa formosa*、红翅伪叶甲 *Lagriia rufipennis*、牧草盲蝽 *Lygus pratensis*、艾箭蚁 *Cataglyphis aenescens* 和双斑萤叶甲 *Monolepta hieroglyphica*; 个体数量分别占群落个体总数的 27.05%、16.72%、7.95%、6.56%、3.98%、3.46%、3.16%、2.49%、1.90% 和 1.83%。其中, 在玉泉营欧李园共获昆虫标本 2289 头, 隶属于 10 目 36 科 69 种, 优势种为梨小食心虫、多异瓢虫、小长蝽、红翅伪叶甲、黑点食蚜盲蝽、东方绢金龟、细胸锥尾叩甲 *Agriotes fuscicollis*、弱脊异丽金龟 *Anomala sucipennis* 和福婆鳃金龟 *Brahmina falderman*, 分别占个

表 2 不同区域欧李园主要昆虫群落组成及数量特征

Table 2 Species composition and quantity of main insect community in *C. humilis* fields in different growing areas

昆虫种类	玉泉营		施记圈子		候磨		合计	
	数量/头	比例/%	数量/头	比例/%	数量/头	比例/%	数量/头	比例/%
梨小食心虫	694	30.32	564	51.09	25	1.85	1283	27.05
多异瓢虫	394	17.21	55	4.98	344	25.48	793	16.72
小长蝽	174	7.60	60	5.43	143	10.59	377	7.95
东方绢金龟	104	4.54	94	8.51	113	8.37	311	6.56
黑点食蚜盲蝽	113	4.94	22	1.99	54	4.00	189	3.98
丽草蛉	13	0.57	120	10.87	31	2.30	164	3.46
红翅伪叶甲	142	6.20	5	0.45	3	0.22	150	3.16
牧草盲蝽	13	0.57	4	0.36	101	7.48	118	2.49
艾箭蚁	29	1.27	61	5.53	0	0.00	90	1.90
双斑萤叶甲	10	0.44	1	0.09	76	5.63	87	1.83

体总数的30.32%、17.21%、7.60%、6.20%、4.94%、4.54%、3.01%、2.36%和2.18%；施记圈子欧李园共获昆虫样本1104头，隶属于7目24科44种，其优势种为梨小食心虫、丽草蛉、东方绢金龟、艾箭蚁、小长蝽、多异瓢虫、黑点食蚜盲蝽，分别占个体总数的51.09%、10.87%、8.51%、5.53%、5.43%、4.98%和1.99%；候磨欧李园共获昆虫样本1350头，隶属于7目36科36种，其优势种为多异瓢虫、小长蝽、东方绢金龟、牧草盲蝽、双斑萤叶甲、中华布里隐翅虫 *Bledius chinensis*、黑点食蚜盲蝽、淡色姬蝽 *Nabis palifer*、牛虻 *Atylotus* sp、黄鞘婪步甲 *Harpalus pallidipennis*、丽草蛉和梨小食心虫，分别占个体总数的25.48%、10.59%、8.37%、7.48%、5.63%、4.22%、4.00%、3.11%、2.52%、2.44%、2.30%和1.85%。3个欧李园内，梨小食心虫比例均最大，从科数、物种数和个体数来看，玉泉营欧李园均最多。

2.2 不同区域欧李园昆虫群落结构群落特征指数

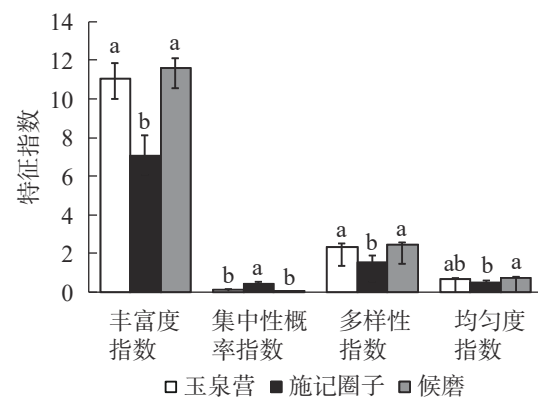
由图1可知：3个欧李园昆虫群落丰富度指数、多样性指数和均匀度指数由高到低依次为候磨欧李园、玉泉营欧李园、施记圈子欧李园；昆虫群落集中性概率指数由高到低依次为施记圈子欧李园、玉泉营欧李园、候磨欧李园。从丰富度指数和多样性指数看，候磨最高，施记圈子最低，且施记圈子与候磨、玉泉营的丰富度指数和多样性指数之间存在显著差异 ($P < 0.05$)。从均匀度指数上看，候磨最高，且候磨与施记圈子、玉泉营之间存在显著差异 ($P < 0.05$)，表明候磨欧李园内昆虫物种分布相对均衡，没有突发性，种间具有一定的制约能力。从集中性概率指数上看，施记圈子的集中性概率指数显著高于其他2个欧李园 ($P < 0.05$)，表明施记圈子优势类群的地位比较突出。

2.3 不同区域欧李园主要昆虫类群发生动态分析

宁夏不同区域欧李园的主要类群动态变化如图2所示。玉泉营欧李园害虫类群主要有梨小食心虫、东方绢金龟、小长蝽、红翅伪叶甲、细胸锥尾叩甲；天敌类群主要有多异瓢虫、黑点食蚜盲蝽、艾箭蚁。整体来看，主要类群到达峰值时间不同，害虫类群的数量大于天敌类群的数量，且梨小食心虫的发生量在5、7、8、9月均比天敌类群的发生量多；果实收获后，主要类群个体数减少，到9月个体数达到最低。从昆虫种类来看，梨小食心虫的发生量上下波动幅度较大，5-8月呈直线上升趋势，8月每个诱集板平均数达到最大值，为305头；东方绢金龟主要发生在5月，每个诱集板平均数最多可达101头；小长蝽主要发生在6月，每个诱集板平均数最大可达66头；红翅伪叶甲主要发生在6月，每个诱集板平均数最大可达62头；细胸锥尾叩甲主要发生在6月，每个诱集板平均数最大可达40头；多异瓢虫主要发生在7月，每个诱集板平均数最多为120头；黑点食蚜盲蝽主要发生在5月，每个诱集板平均数可达55头；艾箭蚁主要发生在7月，每个诱集板平均数最多为19头(图2A)。

施记圈子欧李园的害虫种类主要有梨小食心虫、东方绢金龟和小长蝽；天敌种类主要有多异瓢虫、黑点食蚜盲蝽、中华盗虻 *Cophinopoda chinensis*、丽草蛉和艾箭蚁。整体来看，5月欧李园天敌类群发生量较少，而梨小食心虫的发生量较多，欧李园主要害虫及天敌个体数量在7月达到高峰。9月欧李园主要害虫与天敌个体数量减少到最低。从昆虫种类来看，梨小食心虫的发生量上下波动较大，5-6月下降，7月上升到最高峰，每个诱集板平均数最多达283头，8、9月逐渐下降到最低值。东方绢金龟主要发生在6月，每个诱集板平均数最多可达86头。丽草蛉主要发生在7月，每个诱集板平均数最多可达97头。小长蝽主要发生在7月，每个诱集板平均数最大可达43头。艾箭蚁主要发生在7、8月，每个诱集板最多，为26头。黑点食蚜盲蝽主要发生在7月，每个诱集板平均数可达14头。中华盗虻主要发生在7月，其每个诱集板平均数为5头。多异瓢虫主要发生在6、7、8月，其中8月的发生量最大，每个诱集板平均数为18头(图2B)。

候磨欧李园害虫类群主要有梨小食心虫、东方绢金龟、牧草盲蝽、小长蝽、双斑萤叶甲；天敌类群



不同字母表示不同欧李园间存在显著差异 ($P < 0.05$)

图1 不同区域欧李园昆虫群落特征指数
Figure 1 Characteristic index of insect communities for *C. humilis* fields in different growing areas

主要有多异瓢虫、黑点食蚜盲蝽、中华丽草蛉。整体来看，5 月欧李园天敌类群发生量较少，而东方绢金龟的发生量较多，在 2019 年 6 月，主要类群数量达到第 1 个峰，在 2019 年 8 月达到第 2 个峰，且天敌类群的数量较多。从昆虫种类来看，梨小食心虫一直到 9 月才出现，其每个诱集板平均数为 25 头；东方绢金龟主要发生在 5 月，最多可达 55 头；小长蝽主要发生在 6 月，每个诱集板平均数最大可达 77 头；牧草盲蝽主要发生在 8 月，每个诱集板平均数最多可达 47 头；双斑萤叶甲主要发生在 8 月，每个诱集板平均数最大可达 40 头；多异瓢虫主要发生在 8 月，每个诱集板平均数最多为 201 头；黑点食蚜盲蝽主要发生在 8 月，每个诱集板平均数发生量可达 25 头；丽草蛉主要发生在 8 月，每个诱集板平均数为 18 头(图 2C)。

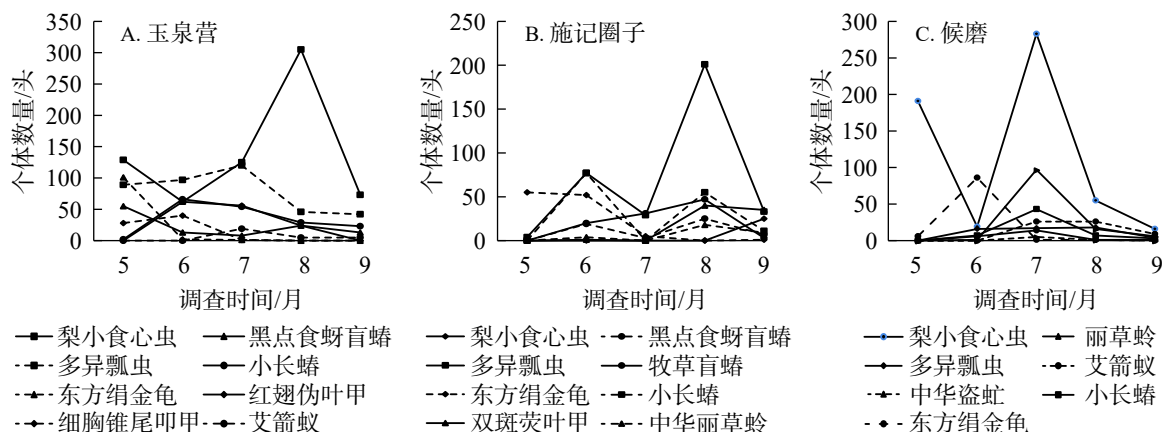


图 2 不同区域欧李园主要害虫及天敌昆虫的时间动态

Figure 2 Temporal dynamic of major insect in *C. humilis* fields in different growing areas

2.4 不同区域欧李园不同时间昆虫群落相似性比较

从不同时间不同区域欧李园的相似性来看(表 3): 5 月, 3 个欧李园的相似性系数均大于 0, 小于 0.25, 表明 5 月 3 个欧李园的昆虫群落结构极不相似; 6 月, 3 个欧李园的相似性系数均未达 0.50, 其中施记圈子欧李园与候磨欧李园的相似性系数为 0.24(0 ≤ q < 0.25), 说明施记圈子欧李园与候磨欧李园在 6 月的昆虫群落结构极不相似; 其他地区欧李园的相似性系数均大于 0.25, 小于 0.50, 表明其他地区欧李园之间的昆虫群落结构在 6 月均为中等不相似。7 月候磨欧李园与施记圈子欧李园、玉泉营欧李园的相似性系数为 0.15、0.16(0 ≤ q < 0.25), 说明候磨欧李园与施记圈子欧李园、玉泉营欧李园在 7 月的昆虫群落结构极不相似; 玉泉营欧李园与施记圈子欧李园的相似系数大于 0.25, 小于 0.50, 表明玉泉营欧李园和施记圈子欧李园在 7 月昆虫群落结构均为中等不相似; 玉泉营欧李园与施记圈子欧李园在 8 月的相似性系数较高, 达 0.60, 表明玉泉营欧李园和施记圈子欧李园在 8 月的昆虫群落结构中等相似, 其他地区欧李园的相似性系数均大于 0.25, 小于 0.50, 表明其他地区欧李园之间的昆虫群落结构在 8 月均为中等不相似; 9 月, 3 个欧李园的相似性系数均大于 0.25, 小于 0.50, 表明 9 月 3 个地区欧李园的昆虫群落结构中等不相似。由此可知, 不同时间同一空间或同一时间不同空间具有不同的昆虫群落组成特点及变化程度, 说明不同的昆虫种类可以利用不同的生态位资源, 出现时间或空间差异使其可以尽量减少竞争。

表 3 欧李园各月昆虫群落相似性分析

Table 3 Similarity analysis of insect community in *C. humilis* fields in different months

欧李园	月份	施记圈子					候磨				
		5	6	7	8	9月	5	6	7	8	9月
玉泉营	5	0.12					0.23				
	6		0.30					0.28			
	7			0.41					0.15		
	8				0.60						0.29
	9					0.38					0.40
施记圈子	5						0.08				
	6							0.24			
	7								0.16		
	8									0.29	
	9										0.26

2.5 不同区域欧李园昆虫群落的稳定性分析

由表 4 可见: 3 个欧李园之间的 S_i/S_j 从大到小依次为候磨欧李园、施记圈子欧李园、玉泉营欧李

园,说明候磨欧李园昆虫的物种种类数相对于个体数较多,种间的制约作用较强,个别物种的变动产生的影响比另外2个欧李园小,昆虫种类分布相对均衡。 S_n/S_p 从大到小依次为候磨欧李园、玉泉营欧李园、施记圈子欧李园,说明候磨欧李园昆虫群落内部的食物网结构和相互制约关系较另外2个欧李园复杂,所以遇到外界的干扰时,昆虫群落的抗干扰性比较高,天敌类群相对于其本身的植食类群来说较多。结合这2点分析可以看出:候磨欧李园昆虫群落的稳定性比其他2个欧李园高。

2.6 欧李园主要害虫与天敌及环境因子的相关分析

欧李园主要害虫与天敌及环境因子的相关分析表明(表5):昆虫群落的物种数与平均风速、日平均气温、日最高气温和日最低气温均呈现相关性,其中与平均风速表现为极显著负相关($P<0.001$),说明风速越大,昆虫群落的物种数就越少;与日最高气温和日最低气温表现为极显著正相关($P<0.01$);与日平均气温表现为显著正相关($P<0.05$)。小长蝽与日平均气温、日最高气温和日最低气温均呈现相关性,其中与日最低气温表现为极显著正相关($P<0.01$),与日平均气温和日最高气温表现为显著正相关($P<0.05$)。红翅伪叶甲与日平均气温、日最高气温和日最低气温均呈显著正相关($P<0.05$)。双斑萤叶甲与降水量表现为极显著正相关($P<0.01$)。

表5 欧李园主要害虫与天敌及环境因子的相关性分析

Table 5 Analysis of the correlation between major insect and environmental factors in *C. humilis* fields

项目	个体数	物种数	梨小食心虫数量	小长蝽数量	红翅伪叶甲数量	东方绢金龟数量	双斑萤叶甲数量
平均风速	0.091 3	-0.858 0***	0.282 1	-0.273 4	-0.348 7	0.501 8	-0.376 1
日平均气温	0.487 4	0.622 0*	0.274 7	0.606 1*	0.629 0*	-0.050 8	-0.241 9
日最高气温	0.470 7	0.650 4**	0.282 5	0.570 8*	0.615 5*	-0.108 0	-0.260 0
日最低气温	0.473 5	0.669 3**	0.220 1	0.659 7**	0.624 0*	-0.076 9	-0.129 7
降水量	-0.120 4	0.305 5	-0.375 4	0.092 5	-0.119 7	-0.162 6	0.726 2**
丽草蛉数量	-0.132 9	0.482 0	-0.355 0	0.217 4	0.105 3	-0.277 6	0.887 2***
艾箭蚁数量	-0.042 5	0.451 6	-0.339 0	0.128 8	0.602 4*	-0.204 2	-0.053 1
多异瓢虫数量	0.879 6***	0.456 5	0.570 7*	0.827 6**	0.170 5	-0.060 1	0.227 7
黑点食蚜盲蝽数量	0.561 6*	0.275 7	0.324 5	0.244 1	-0.073 4	0.402 4	-0.019 4

说明: *表示在0.05水平上差异显著($P<0.05$); **表示在0.01水平上差异显著($P<0.01$); ***表示在0.001水平上差异显著($P<0.001$)

昆虫群落个体数与多异瓢虫、黑点食蚜盲蝽均呈现相关性,其中与多异瓢虫表现为极显著正相关($P<0.001$),说明天敌多异瓢虫数量越多,昆虫群落的个体数就越多;与黑点食蚜盲蝽表现为显著正相关($P<0.05$)。从害虫与天敌的相关性可以看出:梨小食心虫与多异瓢虫表现为显著正相关($P<0.05$)。小长蝽与多异瓢虫表现为极显著正相关($P<0.01$)。红翅伪叶甲与艾箭蚁表现为显著正相关($P<0.05$)。双斑萤叶甲与丽草蛉表现为极显著正相关($P<0.001$)。说明欧李园内害虫的数量越多,天敌的数量也随之增多。

3 讨论

宁夏3个不同区域欧李园共获得标本4743头,隶属于10目46科101种。昆虫群落丰富,结构复杂,其中为害欧李的主要害虫为梨小食心虫、东方绢金龟、红翅伪叶甲、双斑萤叶甲、小长蝽和牧草盲蝽。天敌资源丰富,主要天敌种类有多异瓢虫、龟纹瓢虫 *Propylaea japonica*、七星瓢虫 *Coccinella septempunctata*、二星瓢虫 *Adalia bipunctata*、双七瓢虫 *Coccinula quatuordecimpustulata*、小花蝽 *Orius similis*、黑点食蚜盲蝽、丽草蛉和艾箭蚁。梨小食心虫捕食性天敌主要有蜘蛛、蚂蚁、草蛉、瓢虫、花蝽等,寄生性天敌主要有松毛虫赤眼蜂 *Trichogramma dendrolimi*、广赤眼蜂 *Trichogramma evnescens* 和玉米螟赤眼蜂 *Trichogramma ostriniae*^[19-20]。这与本研究结果相似,其中,丽草蛉、艾箭蚁、多异瓢虫及黑点食蚜盲蝽等为优势种。多异瓢虫是本研究3个不同区域欧李园中的优势天敌,且多异瓢虫密度与梨小食心虫和小长蝽的密度呈显著正相关,艾箭蚁与红翅伪叶甲呈显著正相关($P<0.05$),丽草蛉与双斑萤

叶甲呈极显著正相关 ($P < 0.001$), 表明天敌群落对害虫群落有着控制作用, 这对控制欧李园虫害暴发及稳定欧李园生态系统平衡有重要作用^[21]。梨小食心虫在候磨、施记圈子、玉泉营欧李园的发生高峰期分别为 9、7 和 8 月; 王志梅等^[11]对山西钙果园中梨小食心虫发生规律研究发现: 梨小食心虫在 6 月发生量最多; 刘显臣等^[22]对长白山欧李蛀果害虫发生规律研究发现: 梨小食心虫在 7 月下旬羽化峰值最高。由此可见: 在中国不同欧李种植区, 梨小食心虫发生规律不同, 其主要原因是害虫发生与环境及气候变化因子密切相关^[23], 因此, 中国不同欧李种植区的梨小食心虫的防治关键期也不同。此外, 不同的时间段, 欧李园的主要害虫和天敌的优势种类均不相同。确定主要害虫和天敌在时间上的同步性以及空间上的同域性^[24], 可以合理地保护和利用自然天敌, 从而进行害虫的综合防治。

对宁夏 3 个不同区域欧李园的昆虫群落多样性指数、均匀度指数和群落稳定性分析得出: 各昆虫群落稳定性从大到小依次为候磨欧李园、玉泉营欧李园、施记圈子欧李园。候磨欧李园的昆虫群落在丰富度指数、多样性指数和均匀度指数上显著高于其他 2 个欧李园, 说明候磨欧李园昆虫群落物种分布最均匀, 群落组成更为丰富; 在候磨欧李园, 群落物种数与个体数的 S_i/S_j 和天敌种数与害虫种数的 S_n/S_p 均偏高。在不同欧李园中天敌是影响昆虫群落结构的主要因子, 从候磨欧李园主要类群的发生动态可以看出: 捕食性天敌类群对植食性昆虫的控制作用较强。这些指标都表明: 候磨欧李园昆虫群落稳定性相对较高, 结构复杂, 对于外界的适应调节能力最强。另外 2 个欧李园的昆虫群落, 从均匀度指数和多样性指数的一致性来看, 玉泉营欧李园的稳定性要强于施记圈子欧李园, 而 S_i/S_j 则显示施记圈子欧李园大于玉泉营欧李园, 但数值相差较小。综合比较推断: 玉泉营欧李园稳定性要高于施记圈子欧李园。群落相似性分析显示: 不同欧李园在 5、6、7、9 月的昆虫群落结构不相似, 玉泉营欧李园与施记圈子欧李园在 8 月的相似性系数较高 (0.60), 说明不同昆虫种类可以利用不同的生态位资源, 出现时间的差异可以尽量减少竞争^[25]。

4 参考文献

- [1] 曹琴, 张玉娥, 岳文英. 欧李名与实研究[J]. 山西农业大学学报(社会科学版), 2002, 1(3): 247-249.
CAO Qin, ZHANG Yu'e, YUE Wenying. A study of name and entity of chinese dwarf cherry [J]. *J Shanxi Agric Univ Soc Sci Ed*, 2002, 1(3): 247-249.
- [2] 薛晓芳, 杜俊杰. 浅谈欧李的开发利用价值[J]. 落叶果树, 2012, 44(3): 23-26.
XUE Xiaofang, DU Junjie. On the value of *Cerasus humilis* development and utilization [J]. *Deciduous Fruits*, 2012, 44(3): 23-26.
- [3] 李卫东, 李欧, 和银霞, 等. 基于 TXRF 法的欧李果肉中营养元素特征分析[J]. 食品科学, 2015, 36(4): 164-167.
LI Weidong, LI Ou, HE Yinxia, et al. Analysis of nutrient element characteristics of flesh of Chinese dwarf cherry based on total reflection X-Ray fluorescence method [J]. *Food Sci*, 2015, 36(4): 164-167.
- [4] 刘婷婷, 马岩石, 李娜, 等. 全果发酵与果渣发酵对欧李果酒香气特征的影响[J]. 食品科学, 2016, 37(12): 99-104.
LIU Tingting, MA Yanshi, LI Na, et al. Comparison of aroma characteristics of *Cerasus humilis* wines fermented from whole fruits and pomace [J]. *Food Sci*, 2016, 37(12): 99-104.
- [5] 刘保东, 孙井山, 杜鹃, 等. 西部特有野生树种欧李优良类型选择研究[J]. 内蒙古林业科技, 2008, 34(4): 33-35.
LIU Baodong, SUN Jingshan, DU Juan, et al. Choice of good variety of unique wild *Cerasus humilis* west China [J]. *J Inn Mong For Sci Technol*, 2008, 34(4): 33-35.
- [6] 张东为, 贾天会, 舒乔生. 水保优良树种欧李的研究进展及今后研究方向[J]. 中国水土保持, 2012(1): 45-47.
ZHANG Dongwei, JIA Tianhui, SHU Qiaosheng. Research progress and future research directions of the excellent soil and water conservation tree species [J]. *Soil Water Conserv China*, 2012(1): 45-47.
- [7] 毕庆玲, 杜宏志, 王庆茹, 等. 沙地珍贵经济树种的筛选[J]. 防护林科技, 2015(6): 70-71.
BI Qingling, DU Hongzhi, WANG Qingru, et al. Screening on valuable economic species on sandy land [J]. *Prot For Sci Technol*, 2015(6): 70-71.
- [8] 张琴, 宋经元, 邵飞, 等. 防风固沙优良树种欧李的潜在适生区及生态特征[J]. 北京林业大学学报, 2018, 40(3): 66-74.
ZHANG Qin, SONG Jingyuan, SHAO Fei, et al. Potential suitable distribution area and ecological characteristics of *Cerasus humilis*, an excellent tree species for windproof and sand fixation [J]. *J Beijing For Univ*, 2018, 40(3): 66-74.

- [9] 张璐瑶. 压砂地欧李品种筛选及水肥耦合试验研究[D]. 银川: 宁夏大学, 2018.
ZHANG Luyao. *Study on the Varieties Selection and Water-fertilizer Coupling Effects of Cerasus Humilis in Gravel-mulched Field*[D]. Yinchuan: Ningxia University, 2018.
- [10] 李捷, 薛艳花, 王怡, 等. 钙果园桃小食心虫田间消长动态[J]. *山西农业科学*, 2015, **43**(10): 1308 – 1310.
LI Jie, XUE Yanhua, WANG Yi, *et al.* Population dynamic of *Carposina sasakii* matsumura in *Cerasus humilis* (bunge) sok orchard [J]. *J Shanxi Agric Sci*, 2015, **43**(10): 1308 – 1310.
- [11] 王志梅, 杜俊杰. 钙果园梨小食心虫成虫预测预报与防治研究[J]. *山西果树*, 2012(5): 3 – 5.
WANG Zhimei, DU Junjie. Forecast and prevention research of oriental fruit moth adult in *Cerasus humilis* (bunge) sok orchard [J]. *J Fruit Resour*, 2012(5): 3 – 5.
- [12] 姜洋, 皮兵. 我国昆虫物种多样性研究现状[J]. *湖南林业科技*, 2004(3): 47 – 49.
JIANG Yang, PI Bing. Research status of insect species diversity in my country [J]. *Hunan For Sci Technol*, 2004(3): 47 – 49.
- [13] 吴亮亮. 油菜田节肢动物群落研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2014.
WU Liangliang. *Arthropod Community Research on Canola*[D]. Yangling: Northwest A&F University, 2014.
- [14] 韦柳妮. 靖西县烟田节肢动物群落结构及其动态研究[D]. 南宁: 广西大学, 2014.
WEI Liuni. *Study on the Arthropod Community Structure and Dynamics in Tobacco Field of Jingxi County*[D]. Nanning: Guangxi University, 2014.
- [15] 赵志模, 郭依泉. 群落生态学原理及方法[M]. 重庆: 科学技术出版社重庆分社, 1990: 1 – 48.
- [16] SCHOENER T W. Resource partitioning in ecological communities [J]. *Science*, 1974, **185**(4145): 27 – 38.
- [17] 丁岩钦. 昆虫数学生态学[M]. 北京: 科学出版社, 1994.
- [18] 蒋杰贤, 万年峰, 季香云, 等. 桃园生草对桃树节肢动物群落多样性与稳定性的影响[J]. *应用生态学报*, 2001, **22**(9): 2303 – 2308.
JIANG Jiexian, WAN Nianfeng, JI Xiangyun, *et al.* Diversity and stability of arthropod community in peach orchard under effects of ground cover vegetation [J]. *Chin J Appl Ecol*, 2001, **22**(9): 2303 – 2308.
- [19] 穆宝锋, 董兆克, 刘士峰, 等. 4种庇护植物对苹果园梨小食心虫及其主要天敌的种群动态影响[J]. *北京农学院学报*, 2019, **34**(1): 39 – 44.
MU Baofeng, DONG Zhaoke, LIU Shifeng, *et al.* Effects of four species of refuge plants oriental fruit moth, *Grapholita molesta* on population dynamics of and its major natural enemies [J]. *J Beijing Univ Agric*, 2019, **34**(1): 39 – 44.
- [20] 孟豪, 赵利鼎, 李先伟, 等. 梨小食心虫的天敌资源[J]. *山西农业科学*, 2011, **39**(8): 858 – 861.
MENG Hao, ZHAO Liding, LI Xianwei, *et al.* The investigation into natural enemies of *Grapholitha molesta* (Lepidoptera: Tortricidae) [J]. *J Shanxi Agric Sci*, 2011, **39**(8): 858 – 861.
- [21] 张晓明, 李强, 陈国华, 等. 不同种植模式花椒园昆虫群落的结构及稳定[J]. *应用生态学报*, 2009, **20**(8): 1986 – 1991.
ZHANG Xiaoming, LI Qiang, CHEN Guohua, *et al.* Insect community structure and its stability in a *Zanthoxylum bungeanum* garden with different planting pattern [J]. *Chin J Appl Ecol*, 2009, **20**(8): 1986 – 1991.
- [22] 刘显臣, 陈丽, 徐霞, 等. 长白山钙果蛀果害虫发生规律及药剂防治[J]. *吉林农业科学*, 2014, **39**(1): 58 – 60.
LIU Xianchen, CHEN Li, XU Xia, *et al.* Occurrence and chemical control of fruit borer of *Prunus humilis* bunge [J]. *J Jilin Agric Sci*, 2014, **39**(1): 58 – 60.
- [23] 史普想, 于国庆, 于洪波, 等. 辽宁阜新花生产区昆虫群落结构及多样性分析[J]. *花生学报*, 2019, **48**(1): 40 – 47.
SHI Puxiang, YU Guoqing, YU Hongbo, *et al.* Analysis of insect community structure and diversity in peanut fields in Fuxin, Liaoning Province [J]. *J Peanut Sci*, 2019, **48**(1): 40 – 47.
- [24] 王东. 桃园昆虫群落结构特征及主要害虫防控技术的研究[D]. 泰安: 山东农业大学, 2010.
WANG Dong. *Study on the Structure Characteristics and Control Technology of Insect Community in Peach Orchard*[D]. Tai'an: Shandong Agricultural University, 2010.
- [25] 张勇. 北京八达岭林场油松林昆虫群落多样性研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2007.
ZHANG Yong. *Diversity of Insect Community in Chinese Pine Forest from Badaling Forest Center in Beijing*[D]. Beijing: Beijing Forestry University, 2007.