

陕西洛川苹果树冠金纹细蛾幼虫空间结构分析

马 丽^a, 刘玉玉^a, 赵微微^a, 李 鑫^a, 白 龙^b

(西北农林科技大学 a 植物保护学院, b 生命科学学院, 陕西 杨凌 712100)

【摘 要】 【目的】明确苹果树冠金纹细蛾幼虫发生的时空动态,为金纹细蛾管理提供理论依据。【方法】在陕西洛川果区选择样地果园,以 5 点取样法定位抽样点,每样点选定代表树 1 株,将立体树冠划分为 20 个资源单位,每个资源单位随机抽取 20 片叶调查统计金纹细蛾种群数量,并用 Excel 和 Dps 软件对数据进行分析。【结果】洛川果区 6 月中旬金纹细蛾幼虫显现,7 月下旬起明显增加,9 月种群数量呈指数上升,10 月最高。种群数量在树冠的分布态势呈下层>中层>上层、北>东>西>南,其中树冠中层和下层又以内侧>外侧,水平方向各方位间种群数量差异不显著,垂直方向上层与下层间差异极显著,上层与中层、中层与下层差异显著,表明该虫属于喜阴、喜湿昆虫。金纹细蛾幼虫在苹果树冠的分布为聚集型,但聚集度较小,个体间吸引且有个体群出现,种群数量在树冠 20 个方位上的相近度不同,构成了不同层次上的亚层结构,分为密集区、过渡区和稀少区。【结论】在时间动态上,7 月份以后是金纹细蛾种群控制的关键时期,10 月份为减少来年虫源的最佳期;在空间动态上,苹果树冠中下层的内侧为重点防治部位,且树冠以 3 点取样调查为宜。

【关键词】 金纹细蛾幼虫;空间结构;分布型;亲疏关系

【中图分类号】 S436.611.2⁺9

【文献标识码】 A

【文章编号】 1671-9387(2009)03-0168-07

Spatial distribution pattern of larvae of *Lithocolletis ringoniella* in the crown of apple trees

MA Li^a, LIU Yu-yu^a, ZHAO Wei-wei^a, LI Xin^a, Bai Long^b

(a College of Plant Protection, b College of Life Sciences, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: 【Objective】 In order to offer theoretical gist for the management of Larvae of *Lithocolletis ringoniella* Mats, this study made clear the space-time dynamic of Larvae of *Lithocolletis ringoniella* Mats. 【Method】 In the sample orchard five sample spots were chosen, and one tree in every spot. The crown of a tree carve was divided into up twenty units and twenty leaves at every unit were researched and the number of group calculated. Finally the data were analyzed by Excel and Dps. 【Result】 The results show that larvae of *Lithocolletis ringoniella* Mats. appeared in the middle of June, increased obviously in the population, went up in exponentially in September and reached peak in October. The population was distributed spindly in the crown in a pattern of lower part > middle part > upper part; north part > east part > west part > south part and inside crown of middl below > outside, indicating *Lithocollet ringoniella* liked shadow and moisture habitate. Insignificant differences existed at horizontal orientation, and there were great significant differences between upper part and lower part, significant differences between upper part and middle part or upper part. The discrepancy and similarity index of larvae of *Lithocolletis ringoniella* was different at different orientations. *Lithocollet ringoniella* larvae were cluster community in

* [收稿日期] 2008-04-24

[基金项目] 陕西省农业科技攻关项目(2004K02-G6);世界银行资助项目(Y/SHYL/XY/050)

[作者简介] 马 丽(1982—),女,山东泰安人,在读硕士,主要从事果树害虫管理标准化研究。E-mail: ml_mali@163.com

[通信作者] 李 鑫(1957—),男,陕西岐山人,副教授,博士,主要从事果树害虫管理与农业标准化研究。

E-mail: lixin57@hotmail.com

the crown,distributing in different hierarchies within the crown which can be divided into densely clustered layer,transitional layer and sparsely clustered layer. 【Conclusion】 July is the key time for controlling group form time dynamic,while October is the best time for reducing the number of insect fountain. The middle part and lower part are important parts in managing,so we can research three sampling spots for *Lithocolletis ringoniella*.

Key words:*Lithocollet ringoniella* Larvae;spatial distribution;distribution pattern;intimacy degree

金纹细蛾(*Lithocolletis ringoniella*, Mats. 鳞翅目,细蛾科)是苹果园中的重要食叶害虫之一,以潜藏叶片内、取食叶肉、造成泡囊状虫疤为特点。单位叶片有效光合叶面积减少,会引起果树提早落叶,导致树冠有机营养亏损,影响当年果实品质与整体产量,并进一步影响次年果园的生产能力。自从 1992 年金纹细蛾爆发以来,该虫在我国北方各苹果主产区普遍发生,危害严重^[1],而且仍有逐年加重趋势,成为近 20 年来苹果生产中由次要害虫变为主要害虫的代表之一。近年对金纹细蛾的防治研究虽有不少报道^[2-6],但多年的管理经验表明,在生产实际中防治该虫仍比较困难。

目前对金纹细蛾的研究,多以生物学特性和防治技术为主^[7-10],而在空间分布型方面的研究较少^[11],在渭北旱塬优质苹果产区,有关金纹细蛾的空间分布迄今尚未见报道。为更好地了解金纹细蛾的发生规律,明确其在果树生长期的空间分布动态,本研究以陕西代表性苹果产区——洛川县为试验点,对金纹细蛾幼虫的空间结构进行了研究,以期科学防治金纹细蛾提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

研究区地处黄土高原东区,位于陕西洛川县中部的旧县镇王家村某农户的果园,海拔高度 800~1 200 m,昼夜温差 16.6 ℃,土层厚 80~200 m,质地疏松,降雨量少,光照充足,环境污染小,是优质苹果的理想产区,种植品种以红富士系列为主。抽样区果园面积 0.33 hm²,树龄 10 年,树形均为小冠疏层形。

1.2 调查方法

调查时间自 2007 年 4 月中旬开始,到 9 月下旬结束,累计调查 13 次。

在样地果园,以 5 点取样法定位抽样点。每样点选定代表树 1 株,每株按树冠东、南、西、北 4 个方位,每方位分上、中、下 3 个层次,其中的中、下层又分为内侧与外侧,将立体树冠分解为 20 个资源单

位。调查时,对每个资源单位随机抽取 20 片叶,现场剖检虫疤,并统计幼虫数。

1.3 数据分析

1.3.1 金纹细蛾幼虫在苹果树冠的年发生时间动态 根据调查结果,按照时间绘制金纹细蛾幼虫数量的树冠年发生动态图。

1.3.2 金纹细蛾幼虫的空间结构 根据调查数据计算以下指标^[12-13]。

(1)平均拥挤度 M^* 。

$$M^* = m + s^2 / m - 1。$$

式中: M^* 为平均拥挤度,表示生物个体在一个样方中的平均邻居数; m 为平均密度; s^2 为样本方差。

(2) I 指标。

$$I = s^2 / m - 1。$$

$I < 0$ 时表示均匀分布, $I = 0$ 时表示随机分布, $I > 0$ 时表示聚集分布。

(3) M^* / m 指标。

$$M^* / m = (m + s^2 / m - 1) / m。$$

$M^* / m < 1$ 时表示均匀分布, $M^* / m = 1$ 时表示随机分布, $M^* / m > 1$ 时表示聚集分布。

(4) C_A 指标。

$$C_A = (s^2 - m) / m^2。$$

$C_A < 0$ 时表示均匀分布, $C_A = 0$ 时表示随机分布, $C_A > 0$ 时表示聚集分布。

(5)扩散系数 C 。

$$C = s^2 / m。$$

$C < 1$ 时表示均匀分布, $C = 1$ 时表示随机分布, $C > 1$ 时表示聚集分布。

(6) K 指标。

$$K = m / (s^2 / m - 1)。$$

$K < 0$ 时表示均匀分布, $K \rightarrow +\infty$ 时表示随机分布, $K > 0$ 时表示聚集分布。

(7)Iwao 回归分析($M^* - m$)。

$$M^* = a + bm。$$

$a = 0$ 时,表示分布为单个个体; $a > 0$ 时,表示个体间相互吸引,有个体群出现; $a < 0$ 时,表示个体间

相互排斥。 $b<1$ 时表示均匀分布, $b=1$ 时表示随机分布, $b>1$ 时表示聚集分布。

(8) Taylor 幂法则。

$$s^2=am^b。$$

$b\rightarrow0$ 时表示均匀分布, $b=1$ 时表示随机分布, $b>1$ 时表示聚集分布。

1.3.3 金纹细蛾幼虫数量在苹果树冠分布的相近度和模糊聚类分析 利用 Bray-Curtis Measure 系数,在树冠垂直(上、中、下)和水平(东、南、西、北、内和外)方向上,对这 9 个方位的变量内部各观察单位间的数值进行距离相关分析,以考察相互间的接近程度,进行距离相关分析^[12]。采用模糊聚类法对苹果树冠 20 个资源单位的金纹细蛾幼虫数量进行聚

类分析^[14]。
数据结果均在 Excel 和 Dps 数据处理系统上处理完成。

2 结果与分析

2.1 陕西洛川苹果树冠金纹细蛾幼虫发生的时间动态

由图 1 可以看出,在陕西洛川县苹果产区,从 6 月中旬起,金纹细蛾幼虫开始出现;进入 7 月,幼虫量逐渐上升但数量增加不明显;到 7 月下旬,数量明显增加并持续到 9 月上旬;9 月下旬至 10 月份,种群数量呈指数型攀升,幼虫数量由 9 月上旬末的不足 26 头/株,增长到 10 月 19 日的 121 头/株。

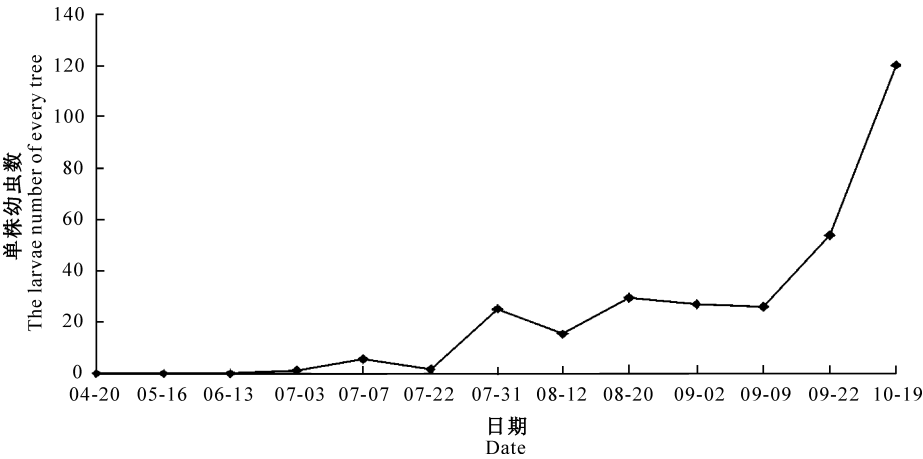


图 1 陕西洛川苹果树冠金纹细蛾幼虫数量随时间的变化

Fig. 1 The number change of larvae of *Lithocolletis ringoniella* with time in Luochuan city of Shaanxi province
有研究报道,该虫在洛川果区 1 年发生 5 代,成虫从越冬代起,依次以 3 月下旬—4 月下旬、5 月中旬—6 月中旬、6 月下旬—7 月上旬、7 月中旬—8 月中旬和 8 月下旬—9 月下旬的顺序发生^[15],与图 1 比较可以看出,从当年第 2 代幼虫发生起,金纹细蛾出现世代重叠现象,从而淡化了世代峰谷的起伏,使幼虫发生处在相对平缓上升过程中。07-22、08-12 和 09-09 前后分别出现了 3 个不甚明显的低谷;而 07-18—19 降雨、8 月上旬农户用药、09-05—07 降雨这 3 个时段的不利因素干扰,恰与 3 个低谷吻合,说明环境变化对金纹细蛾幼虫影响显著。从图 1 还可以看出,全年金纹细蛾幼虫增长量从 7 月下旬开始升高,种群增速最快为 9 月下旬至 10 月中旬,10 月成为全年数量最多期。因此,从管理角度上讲,7 月份以后应是种群控制的关键时期;10 月份为越冬代,此期为减少来年虫源的最佳期。

2.2 陕西洛川苹果树冠金纹细蛾幼虫的空间结构

2.2.1 在树冠不同方位的分布 将立体树冠不同方位所得数据进行统计得表 1。

表 1 陕西洛川苹果树冠不同方位金纹细蛾幼虫的数量及比率
Table 1 Number and percentage of larvae of *Lithocolletis ringoniella* at different orientations of apple trees in Luochuan city of Shaanxi province

方位 Orientation		数量 Number	比率/% Percentage
水平方位 Horizontal orientation	东 East	148	25.65
	南 South	125	21.66
	西 West	143	24.78
	北 North	161	27.90
垂直方位 Vertical orientation	上部 Upper	83	14.38
	中部 内 Inside	104	18.02
	Middle 外 Outside	80	13.86
	下部 内 Inside	181	31.37
	Lower 外 Outside	129	22.36

从表 1 可以看出,在水平方向上,各方位金纹细蛾幼虫数量比率大小排序为北>东>西>南;从水

平方向的 3 个层次看,树冠中部和下部幼虫数量均为内侧>外侧;在垂直方向上,金纹细蛾幼虫种群数量在上、中、下层所占比率依次为 14.38%,31.88%和 53.73%,即下部>中部>上部。可见,该虫以树

冠的北部、下方和内侧为主要分布区域,表明金纹细蛾为喜阴、喜湿性昆虫。

2.2.2 树冠空间分布型的测定 采用 6 大指标测定苹果树冠金纹细蛾幼虫的聚集度,结果见表 2。

表 2 陕西洛川苹果树冠金纹细蛾幼虫的聚集度指标

Table 2 Contagious indexes of larvae of <i>Lithocolletis ringoniella</i> in apple trees in Luochuan city of Shaanxi province								
树号 Number	M^*	I	M^*/m	C_A	C	K	m	s^2
1	8.015	1.015	1.145	0.145	2.015	6.896	7.000	14.105 3
2	10.563	5.313	2.012	1.012	6.313	0.988	5.250	33.144 7
3	9.789	1.689	1.208	0.208	2.689	4.796	8.100	21.778 9
4	5.342	1.842	1.526	0.526	2.842	1.900	3.500	9.947 4
5	6.249	1.199	1.237	0.237	2.199	4.213	5.050	11.102 6

由表 2 可以得出, I 、 C 、 M^*/m 均大于 1,且 C_A 大于 0;由 Taylor 幂法则得: $\lg s^2=0.679+0.713\times \lg m(R=0.463)$, $\lg a=0.679>0$,说明金纹细蛾幼虫在苹果树冠的分布属于聚集型。同时看出,5 个样株中,除 2 号 K 值较小外,其余均较大。说明调查样地果园中金纹细蛾幼虫在树冠上的聚集度较小。

由 Iwao 回归分析法得出: $M^*=3.438+0.788m$ ($R=0.634$),其中 $a>0$ 。说明该虫个体间相互吸引,并有个体群出现。

2.2.3 树冠内幼虫分布的差异性比较 从表 3 可以看出,在水平方向上,金纹细蛾幼虫数量在东、南、西、北 4 个方向上及内侧与外侧的差异不显著,仅是树冠内侧的幼虫数多于外侧;在垂直方向上,金纹细蛾幼虫数量在树冠上部与下部间差异极显著,在上部与中部、中部与下部间差异显著。

2.2.4 树冠不同方位幼虫分布的相近度 将所得数据按东、南、西、北、上、中、下、内、外分 9 个方位处

理,用 Bray-Curtis Measure 系数得出其间的相近度,结果见表 4。

表 3 陕西洛川苹果树冠不同方位金纹细蛾幼虫数量的差异

Table 3 The discrepancy of larvae of <i>Lithocolletis ringoniella</i> at different orientations of apple tree in Luochuan city of Shaanxi province		
方位 Orientation	单株数量 Number of single tree	
水平方向 Horizontal orientations	北 North	32.2±8.843 1 aA
	东 East	29.6±11.304 9 aA
	西 West	28.6±15.453 2 aA
	南 South	25.0±9.083 aA
	内侧 Inside	56.6±24.337 2 aA
	外侧 Outside	41.8±10.158 7 aA
垂直方向 Vertical orientations	上部 Upper	16.8±9.230 4 aA
	中部 Middle	36.8±19.123 3 bAB
	下部 Lower	61.6±17.60 11 cB

注:小写字母表示 5%显著水平,大写字母表示 1%极显著水平。
Note: The small letters indicate significant differences ($P<5\%$); The capital letters indicate greatly significant differences($P<1\%$).

表 4 陕西洛川苹果树冠不同方位金纹细蛾幼虫种群数量间的相近度

Table 4 Similarity index of larvae of *Lithocolletis ringoniella* of apple trees in the different orientation in Luochuan city of Shaanxi province

方位 Orientation	水平方向 Horizontal orientation						垂直方向 Vertical orientation		
	东 E	南 S	西 W	北 N	内 I	外 O	上 U	中 M	下 L
水平方向 Horizontal orientation	东 E	0							
	南 S	0.158	0						
	西 W	0.251	0.149	0					
	北 N	0.113	0.126	0.178	0				
	内 I	0.316	0.390	0.369	0.287	0			
	外 O	0.193	0.252	0.188	0.135	0.251	0		
垂直方向 Vertical orientation	上 U	0.281	0.212	0.266	0.320	0.549	0.432	0	
	中 M	0.151	0.249	0.187	0.154	0.228	0.135	0.378	0
	下 L	0.354	0.425	0.369	0.316	0.089	0.206	0.578	0.255 0

由表 4 可以看出,苹果树冠金纹细蛾幼虫种群分布量从同一层面上看,相距最远者为上层与下层(0.578),其次是上层与中层(0.378),距离最近为东

部与北部(0.113);从不同层面上看,上层与内侧距离最远(0.549),上层与外侧、下层与南部之间距离差别也比较显著,内侧与下层相距仅 0.089。可见,

金纹细蛾在苹果树冠中的分布构成了不同层次上的种群亚层结构。

2.2.5 树冠幼虫空间格局的划分 (1)幼虫树冠分

布的模糊聚类。为了便于统计,将 20 个方位用代码表示,如表 5 所示。用模糊聚类的方法对所得数据进行模糊聚类分析,结果见图 2。

表 5 苹果树冠 20 个资源划分单位的编码
Table 5 The code of 20 orientations of apple tree

方位 Orientation	上 Upper	中 Middle		下 Lower	
		内侧 Inside	外侧 Outside	内侧 Inside	外侧 Outside
东 E	1	2	3	4 ₄	5
南 S	6	7	8	9	10 ₅
西 W	11 ₁	12	13 ₈	14 ₃	15
北 N	16	17 ₂	18	19	20

注:编码下标数字区为过渡区。
Note:The number areas of subscripting digital are transition area.

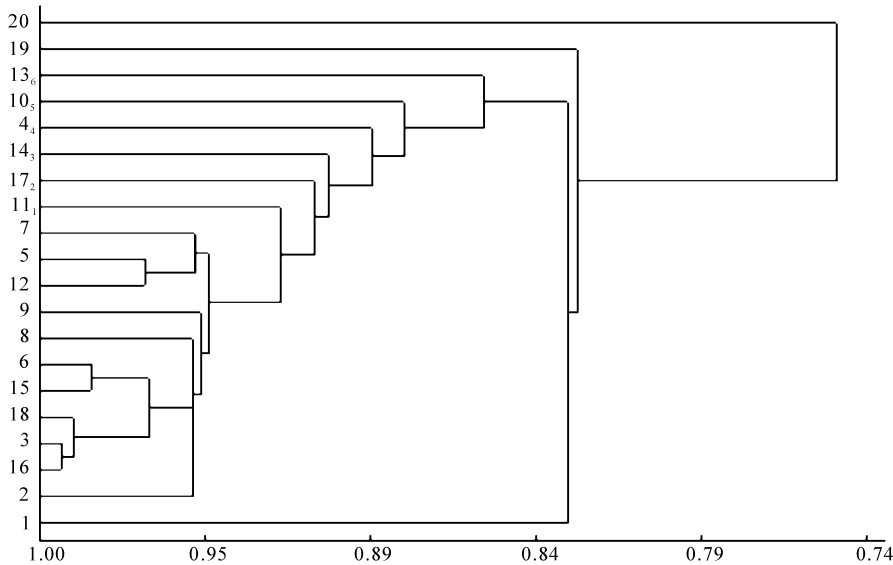


图 2 陕西洛川苹果树冠 20 个方位金纹细蛾幼虫的模糊聚类结果
Fig. 2 The fuzzy clustering of larvae of *Lithocolletis ringoniella* in the 20 orientations of apple trees in Luochuan city of Shaanxi province

由图 2 可以看出,当 $\lambda=0.74$ 时,整个树冠的金纹细蛾幼虫聚为一体,表明个体在树冠内分布联系密切。随 λ 值的增加,树冠北下外侧(编码 20)很快分离,随后是北下内侧(编码 19)和东上层(编码 1),说明这 3 个资源单位在空间上与树冠幼虫格局总体间差异极显著;从亲疏性(纵轴)看,东上层(编码 1)与 19、20 相距最远,异质性高。当 $\lambda=0.93$ 时,编码 2、16、3、18、15、6、8、9、12、5、7(分别为东中内、北上、东中外、北中外、西下外、南上、南中外、南下内、西中内、东下外、南中内)的 11 个方位迅速聚合,其余以 11₁、17₂、14₃、4₄、10₅、13₆ 为序的 6 个方位亲密度递减式分层聚合。参照李鑫等^[16]对柑橘园昆虫群落的划分方法,将金纹细蛾幼虫在苹果树冠上的分布亲疏性层次分为密集区(表 5 灰色区)、过渡区(下标

编码区)和稀少区。

(2)幼虫树冠密集区的时间动态。金纹细蛾幼虫在整冠区和密集区的种群数量随时间的变化见图 3。从图 3 可以看出,金纹细蛾幼虫在苹果树冠密集区和整个树冠的种群数量随时间变化的动态趋势一致,说明密集区种群数量的变化趋势可以代表树冠整体的变化。因此,考虑对树冠密集区和过渡区金纹细蛾幼虫种群数量进行适当抽样,就可以得到树冠整体水平的金纹细蛾幼虫种群数量。结合表 1 和表 4 信息,可确定该虫树冠调查和管理的空间区域,即在密集区的东南中层、东北中上层各取 1 点,在过渡区的西南内层取 1 点,这 3 点的调查数据即可代表整个树冠金纹细蛾幼虫的种群动态。这与以往调查方法完全不同,既节省时间,又可减轻工作量。

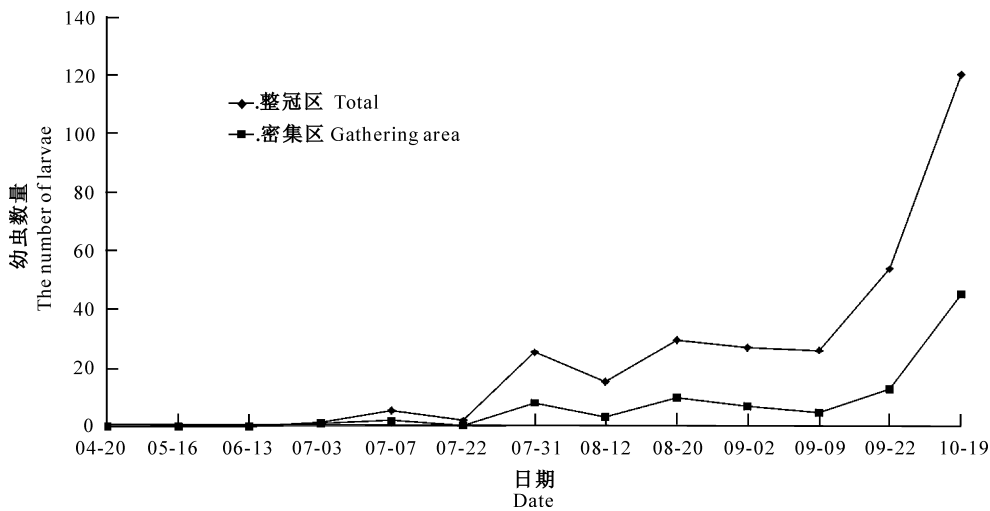


图 3 苹果树冠密集区和整冠区金纹细蛾幼虫数量的时间变化曲线

Fig. 3 The number curve of larvae of *Lithocolletis ringoniella* with time in dense areas and the whole area of apple tree

3 讨论

目前,对金纹细蛾幼虫空间结构的研究报道较少,本文仅对其幼虫在苹果树冠内的分布进行了分析。有研究提及金纹细蛾有喜阴特性,在果树上的发生往往在树冠北部高于南部,内膛高于外围^[8],本研究数据也有此倾向,但南北向、内外侧间差异不显著,这可能与当地当年的环境气候有关,需要进行多次的重复调查分析进一步验证。在聚类分析中,金纹细蛾幼虫种群变化表现复杂,出现过渡区域,但对植株之间的空间分布差异未作详细研究,这需要在以后的工作中加以补充,以更好地完善金纹细蛾的防治方法。3点取样的调查方法也需要多年的对比重复验证,才能更具有稳定性和代表性。

4 结论

对洛川苹果产区金纹细蛾幼虫发生动态的研究表明:6月中旬起,苹果叶片出现较明显的幼虫虫疤;7月份虫量逐渐上升,到7月下旬种群数量明显增加并持续到9月上旬,之后种群数量呈指数型上升。全年之中,金纹细蛾幼虫数量从7月下旬开始增加,9月中旬增长最快,10月份越冬代种群数量最高。从管理角度上说,7月份起应是种群控制的关键时期,10月份是减少来年虫源的最佳时期。

对金纹细蛾幼虫树冠分布型的研究表明:其种群数量以树冠下层>中层>上层,水平方向为北>东>西>南,中层和下层均为内侧>外侧。可见,该虫以树冠的北部、下层和内侧为主要分布区域,属于喜阴、喜湿性昆虫,并且各方位之间种群数量差异性

不同,在水平方向上差异不显著,在垂直方向上表现为树冠上层与下层间差异极显著,其他层次间差异显著。金纹细蛾幼虫树冠分布型为聚集型,但聚集度较小,个体间相互吸引,并有个体群出现。金纹细蛾幼虫在苹果树冠内构成了不同层次上的种群亚层结构,模糊聚类结果将其分为密集区、过渡区和稀少区,由此得出该种群的调查取样方法,即在密集区的东南中层、东北中上层和过渡区的西南内侧共取3点进行调查,可代表整个树冠金纹细蛾幼虫的种群动态。

[参考文献]

- [1] 赵艳华. 金纹细蛾在牡丹江地区消长规律初报 [J]. 北方园艺, 1995(4):20-21.
Zhao Y H. The report of dynamics disciplinarian study about *Lithocolletis ringoniella* in the regional of Mudanjiang [J]. Northern Horticulture,1995(4):20-21. (in Chinese)
- [2] 陈 川,唐周怀,李 鑫. 我国苹果害虫的天敌昆虫研究概况 [J]. 陕西师范大学学报:自然科学版,2006,34(Sup):15-17.
Chen C,Tang Z H, Li X. Progress on studies of natural enemy insects in apple orchard in China [J]. Journal of Shaanxi Normal University:Natural Science Edition,2006,34(Sup):15-17. (in Chinese)
- [3] 刘玉霞,任应党,申效诚,等. 苹果金纹细蛾的发生及综合防治 [J]. 河南农业科学,2003(4):31-32.
Liu Y X,Ren Y D,Shen X C,et al. The occurrence regularity and control of apple *Lithocolletis ringoniella* [J]. Journal of Henan Agricultural Sciences,2003(4):31-32. (in Chinese)
- [4] 韩琥珀,高九思,马趁英,等. 豫西苹果园金纹细蛾猖獗危害原因及防治对策 [J]. 河南农业科学,2004,(2):47-48.
Han H P,Gao J S,Ma C Y,et al. The apple moth fine the rampant causes and measures control of *Lithocolletis ringoniella* of apple orchard in the western of Henna [J]. Journal of Henan

Agricultural Sciences,2004(2):47-48. (in Chinese)

[5] 郭建平,杭海龙,索世虎,等. 影响苹果金纹细蛾发生的因素及其在测报中的应用 [J]. 河南农业科学,1999(11):32.
Guo J P, Hang H L, Suo S H, et al. The factors of the affect occurrence of *Lithocolletis ringoniella* and the application in forecasting [J]. Journal of Henan Agricultural Sciences, 1999 (11):32. (in Chinese)

[6] 石勇强,陈 川,唐周怀,等. 金纹细蛾的综合防治 [J]. 山西果树,2004(3):50-51.
Shi Y Q, Chen C, Tang Z H, et al. The integrate control of *Lithocolletis ringoniella* [J]. Shannxi Fruits, 2004(3):50-51. (in Chinese)

[7] 孙瑞红,窦立志,张玉涛. 苹果金纹细蛾发生及防治研究进展 [J]. 北方果树,2001(1):1-3.
Sun R H, Dou L Z, Zhang Y T. The progress of the occurrence and control in *Lithocolletis ringoniella* of apple tree [J]. Northern Fruits, 2001(1):1-3. (in Chinese)

[8] 章士美,赵泳祥. 中国农林昆虫地理分布 [M]. 北京:中国林业出版社,1996:1-147.
Zhang S M, Zhao Y X. The geography distribution of agriculture and forestry insects of China [M]. Beijing: The China Publishing Company of Forestry, 1996:1-147. (in Chinese)

[9] 石勇强,陈 川,惠 伟,等. 金纹细蛾发生规律与防治研究进展 [J]. 陕西师范大学学报:自然科学版,2003,31(Sup):109-112.
Shi Y Q, Chen C, Xi W, et al. The general research of occurrence regularity and control of *Lithocolletis ringoniella* [J]. Journal of Shaanxi Normal University: Natural Science Edition, 2003, 31(Sup):109-112. (in Chinese)

[10] 周栓菊,陈玉林,张会轩. 金纹细蛾的生物学特性及防治研究 [J]. 河北职业技术师范学院学报,2002,16(3):30-32.
Zhou S J, Chen Y L, Zhang H X. The biological characteristic and non-environmental pollution of *Lithocolletis ringoniella* mats and control [J]. Journal of Hebei Vocation-Technical Teachers College, 2001, 16(3):30-32. (in Chinese)

[11] 胡长效,赵 虎,王胜永. 金纹细蛾幼虫空间分布及二阶抽样技术研究 [J]. 江西植保,2004,27(4):145-148.
Hu C X, Zhao H, Wang S Y. Study on spatial distribution pattern of Larvae of *Lithocolletis ringoniella* and its two-stage sampling [J]. Jiangxi Plant Protection, 2004, 27(4):145-148. (in Chinese)

[12] 丁岩钦. 昆虫数学生态学 [M]. 北京:科学出版社,1994:22-334.
Ding Y Q. The bionomics of insect mathematics [M]. Beijing: The Publishing Company of Science, 1994:22-334. (in Chinese)

[13] 胡长效,孙迎春,杨 培. 桃潜叶蛾幼虫空间分布及二阶抽样技术研究 [J]. 江西农业学报,2004,16(1):29-33.
Hu C X, Sun Y C, Yang P. Study on spatial distribution pattern of larvae of *Lyonetia clerkella* and its two-stage sampling [J]. Technique Acta Agriculture Jiangxi, 2004, 16(1):29-33. (in Chinese)

[14] 徐汝梅. 种群数量的时空动态 [M]. 北京:北京师范大学出版社,1990.
Xu R M. The dynamics of population of space-time [M]. Beijing: The Publishing Company of Normal University, 1990.

[15] 乔晓亮,花 蕾. 洛川苹果金纹细蛾发生规律的初步研究 [J]. 陕西农业科学,2005(1):26-28.
Qiao X L, Hua L. The disciplinarian study of *Lithocolletis ringoniella* in apple tree of Luochuan [J]. Shaanxi Journal of Agricultural Sciences, 2005 (1):26-28. (in Chinese)

[16] 李 鑫,刘绍友. 柑橘树冠昆虫群落立体结构分析 [J]. 西北农业大学学报,1991,19(2):8-15.
Li X, Liu S Y. The study of three-dimensional structure of crown insect community [J]. Acta Univ Agriculture Boreali-occidentalis, 1991, 19(2):8-15. (in Chinese)