

金纹细蛾及其寄生蜂种群动态的模糊聚类分析

刘欢

(吴起县植保植检站,陕西 吴起 717600)

摘要: 金纹细蛾(*Lithocolletis ringoniella* Matsumura)是我国苹果产区的重要潜叶害虫,为了利用寄生蜂开展苹果园金纹细蛾的生物防治,调查了金纹细蛾及其寄生蜂发生的种群动态,并对两者种群动态进行了模糊聚类分析。结果表明:金纹细蛾对苹果的危害时间较长,始发生于6月初,并持续危害到10月底;7月中旬至9月中旬是金纹细蛾发生高峰期,存在明显的世代重叠现象。寄生蜂始发期晚于金纹细蛾,7月和8月是寄生蜂的发生高峰期。10月后金纹细蛾幼虫和寄生蜂的发生量均逐渐下降。金纹细蛾种群的22次调查结果可以聚为6类, $\lambda=0.968$;其寄生蜂的调查结果聚为4类, $\lambda=0.982$ 。聚类结果表明了苹果园中金纹细蛾及其寄生蜂种群动态随季节变化的差异,同时反映了金纹细蛾的种群消长与其寄生蜂的数量密切相关,寄生蜂是抑制苹果园金纹细蛾种群增长的主要因素之一。

关键词: 金纹细蛾;寄生蜂;种群动态;模糊聚类分析

中图分类号: S436.611.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1004-3268(2015)07-0103-04

Fuzzy Cluster Analysis of *Lithocolletis ringoniella* Matsumura and Its Parasitic Wasps in Apple Orchard

LIU Huan

(Plant Protection and Quarantine Station of Wuqi County, Wuqi 717600, China)

Abstract: *Lithocolletis ringoniella* Matsumura is one of the important leaf miners in apple production areas in China. In order to utilize parasitic enemy resources for *L. ringoniella* control, based on the principles of ecology and by the method of fuzzy clustering, this research studied the population dynamics of *L. ringoniella* and its parasitic wasps in an apple orchard. The time of *L. ringoniella* destroying apple was very long, starting in early of June, and sustaining harm in end of October. During middle of July to middle of September, damage of *L. ringoniella* was the most serious and generation overlapping was obvious. Initial period of parasitic wasp was later than that of *L. ringoniella*. The number of parasitic wasp was large in July and August. After October, the number of *L. ringoniella* larve and parasitic wasp gradually declined. 22 investigations were conducted on the population dynamics of *L. ringoniella* and its parasitic wasps in Yan'an, Shaanxi province. The 22 investigation results on population of *L. ringoniella* could be clustered into six clusters ($\lambda=0.968$). The investigation results on population of parasitic wasp could be clustered into four clusters ($\lambda=0.982$). The results of fuzzy cluster analysis reflected the seasonal differences of the population of *L. ringoniella* and its parasitic wasps in Chinese apple orchard, and a following phenomenon shown in the occurrence period and density of *L. ringoniella* and its parasitic wasps. Parasitic wasps were one of the main factors suppressing population growth of *L. ringoniella* in the apple orchard.

Key words: *Lithocolletis ringoniella* Matsumura; parasitic wasps; population dynamics; fuzzy cluster analysis

金纹细蛾 (*Lithocolletis ringoniella* Matsumura), 属于细蛾科, 是苹果的重要鳞翅目害虫之一, 广泛分布于我国各苹果产区。其体积小、发育周期短、繁殖力强, 潜叶危害, 危害处呈“泡囊”状虫疤^[1-5]。陕西是我国主要优质苹果产区之一, 金纹细蛾在陕西各苹果产区 1 a 一般发生 5 代, 其发生中后期存在严重的世代重叠^[5-7]。自然状态下, 单叶虫斑 10 余个, 严重时最多可达 30 个, 影响叶片光合作用, 常导致苹果叶片早落, 影响苹果生产^[8]。该虫自 1992 年暴发成灾以来发生量居高不下, 受害果树多达 80%^[5,8]。由于其活动隐蔽, 潜叶危害, 化学防治十分困难^[9-11]。同时, 随着近几年来我国有机果品生产的兴起, 人们对食品安全问题、环境保护问题以及生态可持续发展问题等的关注度越来越高, 因此, 生物防治将成为金纹细蛾防治的必然趋势^[9,12]。寄生蜂是金纹细蛾的主要天敌^[9,13-15], 因此, 研究金纹细蛾和其寄生蜂的种群动态可以为该虫的预测预报以及防治提供重要依据。

模糊聚类分析可以将具有模糊特征的昆虫种群动态系统分解为若干的亚系统, 从而将复杂的昆虫种群动态简单化, 并进一步揭示昆虫在时间和空间上的变化规律, 以指导害虫的综合防治^[16-17]。寄生性天敌作为控制害虫的一类重要自然因子, 一直受到昆虫学家的高度重视。掌握金纹细蛾和寄生蜂的种群动态, 有利于充分利用寄生蜂的自然控制作用。为此, 在对苹果园深入调查金纹细蛾及其寄生蜂的种群动态的基础上, 应用模糊聚类分析, 探讨了金纹细蛾及其寄生蜂的结构与动态变化规律, 为金纹细蛾的持续控制提供重要的科学依据。

1 材料和方法

1.1 研究区概况

试验在陕西省延安市吴起县白豹镇王湾村 (36°39'N、108°07'E) 进行。所选果园地处黄土高原, 海拔 1 000 ~ 1 425 m, 面积 0.21 hm², 种植的苹果品种主要为红富士, 树龄近 10 a。

1.2 金纹细蛾及寄生蜂数量调查

1.2.1 金纹细蛾幼虫和蛹的调查方法 于 2014 年 6 月至 10 月在试验苹果园按照 5 点取样的方法进行定点调查, 每样点选定代表树 1 株, 并将其树冠分为东、南、西、北 4 个方位, 同时, 又将每方位分为上部、中部、下部 3 个层次, 其中中部和下部又分为内侧与外侧, 每株共 20 个资源单位。每隔 7 d 调查一次, 共计调查 22 次。调查时, 随机抽取每个资源单位的 50 片叶, 共计 1 000 片/株, 将有虫疤的叶片装入标记袋中带回室内, 剖检虫疤, 记录金纹细蛾幼虫

和蛹的数量^[5,8-10]。

1.2.2 金纹细蛾寄生蜂的调查方法 每隔 7 d 调查一次, 与金纹细蛾调查同时进行。将有虫疤的叶片分别装入标记袋中, 带回室内, 置于事先准备好的保湿塑料培养皿中, 待金纹细蛾化蛹羽化成成虫并死亡后, 调查培养皿中寄生蜂的数量^[9,13]。

1.3 分析方法

1.3.1 种群动态指标的选取及数据处理 以幼虫虫口密度 (x_1 : 百叶头数)、蛹密度 (x_2 : 百叶个数) 和聚集度指标 $CA(x_3)$ 作为金纹细蛾种群动态的 3 个不同指标。定义 $A(1, 2, 3, \dots, 22)$ 为金纹细蛾种群的定论域。同样以寄生蜂 (y_1 : 百叶头数)、寄生率 (y_2 : %) 和聚集度指标 $CA(y_3)$ 作为金纹细蛾寄生蜂种群动态的 3 个不同指标。定义 $B(1, 2, 3, \dots, 22)$ 为寄生蜂种群的定论域^[18-19]。

CA 计算公式为: $CA = (S^2 - m)/m^2$, 其中 m 为百叶平均虫量, S 为样本方差。

1.3.2 聚类分析方法 选用绝对值减数法标定模糊相似矩阵 RA 和 RB 。其相似系数 r_{ij} 计算公式为:

$$r_{ij} = \begin{cases} 1 & i = j \\ 1 - C \sum_{k=1}^m |U_{ik} - U_{jk}| & i \neq j \end{cases} \quad (i = 1, 2, 3, \dots, n; j = 1, 2, 3, \dots, m)$$

其中, C 为常数, 选取 $C = 0.05$ 时, 使得 r_{ij} 满足 $0 \leq r_{ij} \leq 1$, 接着采用传递闭包方法求等价矩阵 ($R \times A$ 和 $R \times B$), 然后对定论域 $A(1, 2, 3, \dots, 22)$ 和 $B(1, 2, 3, \dots, 22)$ 进行聚类^[16,20-21]。

2 结果与分析

2.1 苹果树冠金纹细蛾和寄生蜂消长动态

在该调查产区, 金纹细蛾对苹果的危害时间较长, 6 月初已在果园发现虫疤, 有明显的危害症状, 表明此时该虫已经开始危害苹果, 一直持续到 10 月下旬苹果树开始落叶。但是, 寄生蜂的始发期晚于金纹细蛾, 符合“天敌的跟随现象”。从图 1 可以看出, 6 月下旬果园内金纹细蛾幼虫量急剧上升, 7 月 7 日出现第 1 个高峰期 (每百叶 40.1 头), 随后幼虫量开始下降; 其蛹始见 6 月中旬左右, 第 1 个高峰期为 7 月 7 日, 平均每百叶有 28 个蛹; 7 月 7 日至 9 月 22 日是金纹细蛾生长发育适宜期, 其幼虫和蛹的数量均较多, 并且存在世代重叠现象; 寄生蜂始发现于 6 月 2 日, 接着急剧上升, 在 7 月 21 日达到第 1 个高峰期, 随后稍有下降, 但在 8 月中旬达到最高峰, 随后再急剧下降, 7 月和 8 月是寄生蜂的发生高峰期; 10 月后金纹细蛾幼虫和寄生蜂的发生量均逐渐下降, 但金纹细蛾蛹的数量却逐渐上升, 并在 10 月 27 日达到最高。

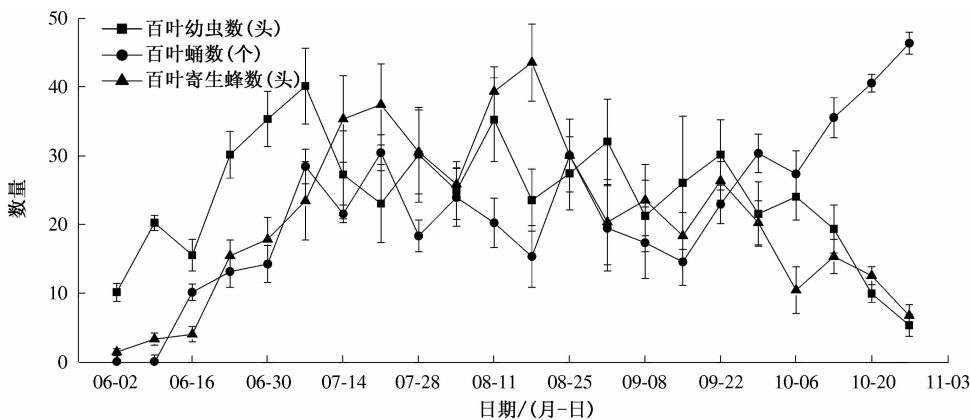


图 1 苹果园金纹细蛾幼虫、蛹及其寄生蜂发生时序动态

2.2 金纹细蛾种群动态聚类分析

从图 2 可以看出,取置信水平 $\lambda = 0.968$ 时,可以将定论域 $A(1,2,3,\cdots,22)$ 分为 6 个状态集: $a_1\{1\}; a_2\{2,3\}; a_3\{6\}; a_4\{12\}; a_5\{4,5,7,8,9,10,11,13,14,15,16,17,18,19,20\}; a_6\{21,22\}$ 。

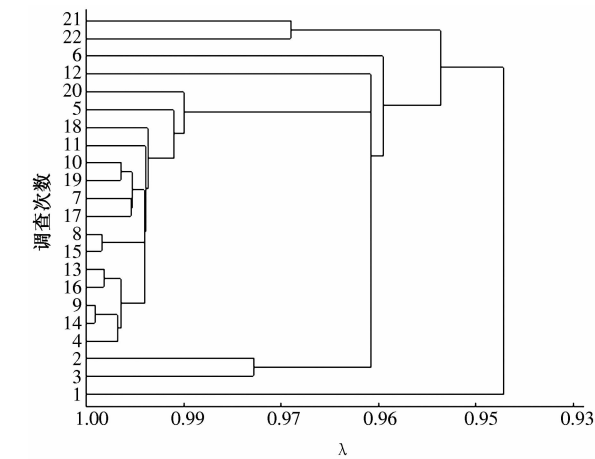


图 2 金纹细蛾种群动态聚类分析

a_1 描述了苹果新梢生长、幼果发育时金纹细蛾种群动态情况。此时,正是金纹细蛾第 1 代幼虫初发期。 a_2 描述了金纹细蛾第 1 代幼虫的快速生长期,该时期气候适宜,有利于金纹细蛾的生长发育。同时,金纹细蛾的繁殖速度和存活率较高,第 1 代幼虫数量处于急剧增长时期,该时期金纹细蛾的种群密度逐渐增大,聚集度相对较低。此期也是金纹细蛾寄生蜂种群的建立时期。因此,该时期是金纹细蛾防治的第 1 个最佳期,但在该时期防治金纹细蛾时,应注意保护其寄生蜂,尽量避免使用高毒农药。 a_3 描述了金纹细蛾幼虫发生量达到最高峰,种群密度较高,聚集度也达到最高水平。此时,苹果枝繁叶茂,营养充分,这对金纹细蛾的生长发育极为有利,百叶幼虫数和百叶蛹数均达到较高值,而寄生蜂的数量也逐渐增大。 a_4 描述了 8 月中旬金纹细蛾在

苹果园的发生情况,该时期是金纹细蛾第 3 代幼虫发生的高峰期。 a_5 描述了金纹细蛾存在严重的世代重叠现象,百叶幼虫和百叶蛹数在一定水平上下波动。 a_6 描述了金纹细蛾第 5 代幼虫化蛹高峰期,百叶幼虫数逐渐减少,但百叶蛹数急剧上升。由于金纹细蛾是以蛹越冬,该时期金纹细蛾的蛹发生整齐,且数量较大,是控制越冬代成虫的最佳时期。

2.3 寄生蜂种群动态聚类分析

从图 3 可以看出,取置信水平 $\lambda = 0.982$ 时,可以将定论域 $B(1,2,3,\cdots,22)$ 分为 4 个状态集: $b_1\{1\}; b_2\{2,3\}; b_3\{4,5,6,7,\cdots,21\}; b_4\{22\}$ 。

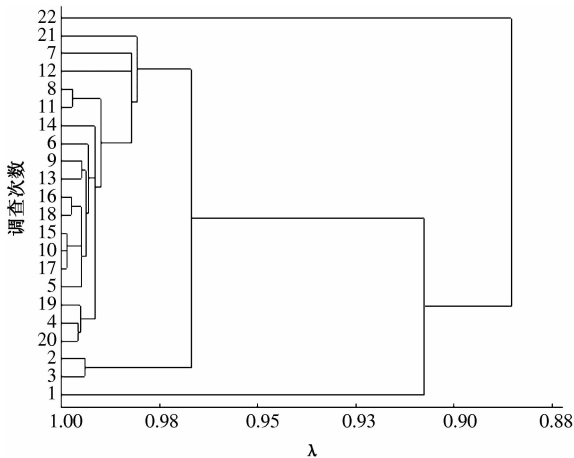


图 3 金纹细蛾寄生蜂种群动态聚类分析

b_1 描述了 6 月初苹果园中金纹细蛾寄生蜂的种群动态情况。该时期是金纹细蛾的初发期,寄生蜂的种群还未建立。 b_2 描述了苹果园中寄生蜂种群的建立情况。寄生蜂的种群随着金纹细蛾第 1 代幼虫数量的增加而增加,但是由于昆虫天敌存在“跟随现象”,寄生蜂的繁殖速度和数量明显低于金纹细蛾幼虫,所以此时期,寄生蜂不能有效控制金纹细蛾种群数量的增加。由于此时是寄生蜂的增长初期,使用化学农药时应谨慎。 b_3 描述了金纹细蛾世

代重叠时期寄生蜂的种群动态。这一时期,寄生蜂的种群数量随着金纹细蛾的种群波动而波动,表现为寄生蜂对金纹细蛾种群存在一定程度的控制力,但是由于农事操作以及化学农药的使用,对其造成了一定的影响,其种群密度相对较低。 b_4 描述了寄生蜂随着气候条件的恶化、金纹细蛾幼虫数量的急剧减少,其数量和寄生率也随之减少。

3 结论与讨论

本研究表明,在陕西延安苹果园中,金纹细蛾对苹果的危害时间较长,危害较重。金纹细蛾在6月初已发生,但是,寄生蜂的始发期晚于金纹细蛾;7月初是金纹细蛾第1代幼虫发生高峰期;7—9月,金纹细蛾幼虫和蛹发生量大,且存在世代重叠现象;10月后金纹细蛾幼虫发生量逐渐下降,但金纹细蛾蛹的数量却逐渐上升,并在10月27日达到最高。该研究结果与前人研究基本相符^[8,10]。6月2日左右是寄生蜂始发期,接着急剧上升,在7月21日达到第1个高峰期,随后稍有下降,但在8月中旬达到最高峰,随后又急剧下降,7月和8月是寄生蜂的发生高峰期。因此,要避免使用高毒农药,注意保护寄生蜂初始种群,使其种群快速增长^[22]。10月后,由于气候影响以及寄主数量的减少,寄生蜂的发生量逐渐下降,但此时,金纹细蛾的百叶蛹数却逐渐增多。金纹细蛾主要是以隐藏在树叶中的蛹越冬,因此,在冬季,应该清理果园中的落叶,以减少来年的虫量。

昆虫的种群动态是一个模糊性的问题^[20]。许多研究表明,采用模糊聚类分析研究昆虫的种群动态是较为合理的^[16,23-26]。本研究通过对金纹细蛾及其寄生蜂种群动态的模糊聚类分析,揭示了金纹细蛾在陕西延安苹果园的发生规律,明确了寄生蜂对金纹细蛾具有一定的控制作用,特别是在金纹细蛾世代重叠时期,该时期也是寄生蜂种群稳定时期,在防治上应当注意保护自然天敌,减少化学农药的使用或不使用化学农药,充分发挥寄生蜂对金纹细蛾的自然控制作用。本研究通过对苹果园中金纹细蛾及其寄生蜂的种群动态情况进行模糊聚类分析,为金纹细蛾生物防治提供了可靠的依据。

参考文献:

- [1] 梁耀龙.不同品种苹果树上金纹细蛾的发生动态[J].农业科技与信息,2012(8):16-17.
- [2] 翟浩,李晓军,张勇,等.山东泰安地区金纹细蛾发生规律研究[J].江苏农业学报,2013,29(3):508-512.
- [3] 王洪涛,刘学卿,王丽丽,等.山东苹果主产区金纹细蛾对4种杀虫剂的抗药性测定[J].果树学报,2014,31(4):673-678.
- [4] 翟浩,李晓军,张勇,等.泰安地区金纹细蛾成虫发生期及发生量预测模型研究[J].山东农业科学,2013,45(10):103-107.
- [5] 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.
- [6] 马丽,刘玉玉,赵微微,等.陕西洛川苹果树冠金纹细蛾幼虫空间结构分析[J].西北农林科技大学学报:自然科学版,2009,37(3):168-174.
- [7] 石勇强,陈川,郭小侠,等.陕西西安苹果园金纹细蛾的发生及防治[J].果树实用技术与信息,2014(10):29-30.
- [8] 李鑫,马丽,刘玉玉.黄土高原苹果金纹细蛾种群动态[J].植物保护学报,2011,38(3):209-215.
- [9] 刘玉玉,赵微微,马丽,等.苹果园金纹细蛾寄生蜂种类及空间分布调查[J].西北农业学报,2009,18(5):93-97.
- [10] 曹春玲,李鑫,吴素蓉,等.苹果园金纹细蛾种群动态及空间分布[J].西北农业学报,2014,23(2):169-175.
- [11] 李雅娟.不同药剂防治金纹细蛾药效研究[J].现代农业科技,2013(18):121-122.
- [12] 郑卫锋,张智强.三种苹果害虫性诱芯最佳摆放高度和间距的试验与研究初探[J].山西农业科学,2008,36(6):38-39.
- [13] 张金钰,李鑫,吴素蓉,等.果园生境对金纹细蛾寄生蜂发生影响及优势寄生蜂空间分布研究[J].中国生物防治学报,2012,28(3):326-333.
- [14] 于毅,孟宪水,严毓骅.苹果园植被多样化对金纹细蛾寄生蜂自然控制作用的影响[J].山东农业科学,1997(4):22-24.
- [15] 孟芳,李鑫,张金钰,等.金纹细蛾及其优势寄生蜂主要行为的研究[J].西北农林科技大学学报:自然科学版,2010,38(5):93-100,105.
- [16] 陈家骅,韩书友,张玉珍.烟蚜 *Myzus persicae* 种群动态的模糊聚类分析[J].河南农业大学学报,1990,24(4):428-435.
- [17] 何成兴,吴文伟,尹可锁,等.南美斑潜蝇及其寄生蜂种群动态的模糊聚类分析[J].西南农业学报,2006,19(4):639-642.
- [18] 陈伟燕.油菜桃蚜种群动态的模糊聚类分析[J].广西植保,1999,12(3):6-9.
- [19] 张承祚,孙雁芬,李强,等.花椒园棉蚜及其捕食性天敌动态的模糊聚类分析[J].西南农业学报,2006,19(4):631-634.
- [20] 刘树生,汪信庚,吴晓晶,等.应用模糊聚类分析研究菜蚜种群动态[J].浙江农业大学学报,1994,20(6):567-572.
- [21] 李锐,李生才,郑王义.麦长管蚜种群动态的模糊聚类分析[J].山西农业大学学报:自然科学版,2003,23(4):312-315.
- [22] 王秀梅,高九思,段爱琴,等.无公害苹果园害虫天敌的保护和利用[J].现代农业科技,2008(8):98-99.
- [23] 胡靖,张廷伟,刘长仲,等.基于模糊聚类法的亚洲小车蝗种群空间格局分析[J].甘肃农业大学学报,2012,47(3):62-66.
- [24] 卢申,江文娟,李桂亭,等.油菜田节肢动物群落结构及其模糊聚类分析[J].中国农学通报,2008,24(11):365-370.
- [25] 谷希树,白义川.模糊聚类分析露地黄瓜蚜虫种群消长动态[J].天津农业科学,1994(1):16-18.
- [26] 李捷,赵飞,牛荣山,等.设施枣园红蜘蛛种群动态的聚类分析[J].山西农业科学,2003,31(1):53-57.