

鲁西南地区苹果绵蚜 (*Eriosoma lanigerum*) 及其天敌种群动态与群落结构特征

杨勤民^{1,2}, 程二东³, 王希国⁴, 卢增全², 孙绪艮^{1,*}

(1. 山东农业大学植物保护学院, 山东泰安 271018; 2. 山东省植物保护总站, 济南 250100;
3. 菏泽市东明县农业局, 山东菏泽 274500; 4. 菏泽市牡丹区农业局, 山东菏泽 274000)

摘要:通过田间蚜块计数、黄色粘虫板诱集、室内镜检等方法统计苹果绵蚜 *Eriosoma lanigerum* (Hausmann) 及其寄生性天敌日光蜂 *Aphelinus mali* Haldeman 种群数量, 分析比较了它们的消长动态。利用群落结构特征指数研究比较了不同时期苹果绵蚜及其天敌群落多样性。连续 2a 调查发现, 苹果绵蚜种群在鲁西南地区全年发生两个高峰, 其中 5 月中、下旬 ~ 7 月上旬为第一高峰期, 8 月下旬 ~ 10 月中旬为第二高峰期。有翅蚜发生在 4 月上旬 ~ 6 月上旬和 9 月上旬 ~ 10 月上旬。不同时期, 苹果绵蚜在苹果树体不同部位的种群数量存在差异, 上半年, 苹果绵蚜在根、树干及主枝部位分布密集, 发生危害较重; 7 月中、下旬之后, 苹果绵蚜在根及树干部位基本不再发生或发生较轻, 而在枝干部位, 包括主枝、侧枝和新梢, 发生危害较重。7 月份之前, 日光蜂滞后于苹果绵蚜的发生高峰, 其控制作用不很明显, 7 月份以后日光蜂跟随现象才比较明显, 与苹果绵蚜的第二个发生高峰前期基本吻合, 可以很好地控制苹果绵蚜的危害。鲁西南地区苹果绵蚜及其天敌群落多样性低, 群落稳定性差, 发现天敌 23 种, 捕食性天敌亚群落中七星瓢虫 *Coccinella septempunctata* Linnaeus、二星瓢虫 *Adalia bipunctata* (Linnaeus) 和叶色草蛉 *Chrysopa phyllochroma* Waesmael 等为优势种, 特别是 4、5 月份, 七星瓢虫和叶色草蛉可以很好地弥补因日光蜂跟随滞后而对苹果绵蚜控制作用的影响。这为保护利用自然天敌、可持续控制苹果绵蚜危害奠定了理论基础。

关键词:种群动态; 群落结构; 多样性; 苹果绵蚜; 日光蜂; 天敌

文章编号: 1000-0933(2008)06-2635-10 中图分类号: Q143, Q145, Q968 文献标识码: A

Seasonal abundance of woolly apple aphid, *Eriosoma lanigerum* and its parasitic wasp, *Aphelinus mali* and community structure of woolly apple aphid and its natural enemies in Southwestern area of Shandong Province

YANG Qin-Min^{1,2}, CHENG Er-Dong³, WANG Xi-Guo⁴, LU Zeng-Quan², SUN Xu-Gen^{1,*}

1 College of Plant Protection, Shandong Agricultural University, Taian, Shandong 271018, China

2 General Station of Plant Protection of Shandong Province, Jinan 250100, China

3 Heze City Dongming County Agricultural Bureau, Heze, Shandong 274000, China

4 Heze City Mudan Borough Agricultural Bureau, Heze, Shandong 274000, China

Acta Ecologica Sinica, 2008, 28(6): 2635 ~ 2644.

Abstract: Seasonal abundance of woolly apple aphid, *Eriosoma lanigerum* (Hausmann) and its parasitoid, *Aphelinus mali* Haldeman, were studied through the methods of counting aphid patch of the wingless aphids, trapping the alate aphids with

基金项目: 国家农业部农业植物有害生物疫情普查资助项目 (200515, 200217)

收稿日期: 2007-04-16; 修订日期: 2007-11-07

作者简介: 杨勤民 (1972 ~), 男, 山东鄄城人, 博士生, 高级农艺师, 主要从事植物检疫工作。E-mail: qminyang@sohu.com

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: xgsun@sdau.edu.cn

Foundation item: The project was financially supported by the Program of the Ministry of Agriculture for General Survey of the Epidemic Situation of the Harmful Organism to Agro-Plant, China

Received date: 2007-04-16; **Accepted date:** 2007-11-07

Biography: YANG Qin-Min, Ph. D. candidate, Senior agronomist, mainly engaged in plant quarantine. E-mail: qminyang@sohu.com

yellow sticky board and binocular microscope examination of the parasitoids and the mummy aphids in Southwestern Area of Shandong Province from 2001 to 2002. The results showed that two peaks of the aphid appeared in the orchard, one from the middle or last ten-day of May to the first ten-day of July, and the other from the last ten-day of August to the middle ten-day of October. The alate aphids also had two peaks, one from the first ten-day of April to the first ten-day of June and the second from the first ten-day of September to the first ten-day of October. The parasitoids, *Aphelinus mali*, can't have effective suppression on the aphid population before July because of its lagging behind the first peak of aphid, but after July they synchronized with the beginning of the second peak of the aphids and could keep them in control. In the different periods of the growing season, the number of the aphid was variable in different parts of the trees, the survey showed that the aphids crowded on the root, trunk and boughes, and seldom on branches and twigs before July, but after the middle of July, the number of aphids was much more on the boughes, branches and twigs than on the root and trunk. The community structure of woolly apple aphid and its natural enemies was investigated in 2002, twenty-three species of natural enemies were found and the dominant species included *Coccinella septempunctata* Linnaeus, *Adalia bipunctata* (Linnaeus), and *Chrysopa phyllochroma* Waesmael etc.. The community diversity of woolly apple aphid and its natural enemies was low, showing the unstable community easy to be disturbed in Southwestern Area of Shandong Province. All the results in this paper can lay the scientific basis for controlling woolly apple aphid and conserving its natural enemies.

Key Words: seasonal abundance; community structure; diversity; *Eriosoma lanigerum* (Hausmann); *Aphelinus mali* Haldeman; natural enemies

苹果绵蚜 *Eriosoma lanigerum* (Hausmann) 是重要植物检疫性有害生物, 主要为害苹果属植物, 可导致绝收或果园被毁, 严重影响苹果产业的生产和发展^[1]。危害枝干的腐烂病、天牛等有害生物常与苹果绵蚜混合发生, 有的为苹果绵蚜的危害提供方便, 有的为其提供越冬或庇护场所等, 从而加剧苹果绵蚜的危害^[2,3]。国内, 苹果绵蚜最早于 1910 年前传入中国^[4]。目前, 国内除山东、辽宁等老发生区外, 其他苹果产区也有发生^[5,6], 文献报道西藏早有发现^[7], 2006 年传入新疆^[8]。国内外有关苹果绵蚜及其天敌苹果绵蚜小蜂(又名日光蜂) *Aphelinus mali* Haldeman 的种群动态^[9~13]、苹果绵蚜防治技术^[14~16]的研究已有不少文献, 对苹果园昆虫群落的研究也有报道^[17~19], 但对包括苹果绵蚜在内的果园昆虫群落的研究还未见报道。苹果绵蚜在果园内不是孤立存在的, 掌握苹果绵蚜及其天敌种群动态和群落结构特征, 是寻求有效、可持续控制苹果绵蚜技术的关键所在。为此, 作者以近年苹果绵蚜新发生区——山东菏泽为基点, 在调查了解苹果绵蚜在鲁西南地区发生消长动态的基础上, 对苹果绵蚜及其天敌群落结构特征进行了探讨, 为控制苹果绵蚜危害、保护天敌、充分利用自然天敌控害作用奠定了理论基础。

1 材料与方法

1.1 研究地点及材料

研究地点设在山东省菏泽市东明县。选有代表性的苹果园, 面积约 3330m², 果园内地势平坦, 土质为优良沙质壤土。其东、南两方向均与其他果园邻接, 北面隔一小路为饲养场, 西面有一片农田被一条公路及路边沟渠相隔。苹果树龄 10a, 品种主要是红富士, 杂有少量新红星和乔纳金等, 株行距为 3m × 4m 栽培方式。调查所用工具有计数器、手持放大镜、粘虫板(大小 0.3m × 0.4m, 粘胶为凡士林)等。气温资料源于菏泽市气象局。

1.2 种群动态调查方法

苹果绵蚜种群全年消长动态调查: 于 2001 年和 2002 年, 采用对角线 5 点, 每点 2 株, 共 10 株, 每株分根、树干、主枝、侧枝和新梢 5 部分进行调查, 其中根: 查距离树干 1m 范围内的根(包括根蘖); 树干: 查整个树干周围; 主枝: 查与树干连接的枝干; 侧枝: 查主枝上的侧生枝条; 新梢: 查 1 年生新梢。每年从 3 月份开始, 每月调查 3 次, 到 11 月上旬苹果绵蚜越冬结束, 记载各部位苹果绵蚜“蚜块”数量(由于在苹果绵蚜聚集的地方,

覆有无翅蚜分泌的白色绵絮状蜡质物,为便于调查,本文将其作为记数的单位,在此特称为“蚜块”),以蚜块数统计分析苹果绵蚜无翅蚜全年发生消长动态。

苹果绵蚜有翅蚜消长动态调查:2001 年 3 月~10 月,采用对角线 5 点取样,每点分 1m、2m 两个高度各挂 1 块黄色粘虫板,共 10 块,每 7d 悬挂 1 次,24h 后取回室内检查记载所有粘虫板上诱集到的苹果绵蚜有翅蚜个体数量。

日光蜂对苹果绵蚜跟随情况调查:2002 年 5 月~10 月,定期随机采集 20 个苹果绵蚜蚜块,带回室内镜检记载苹果绵蚜活体数和被日光蜂寄生的蚜体数,分别作为苹果绵蚜与日光蜂的种群数量。

1.3 群落结构抽样及分析方法

抽样方法 2002 年 4 月~9 月,采用对角线 5 点,每点 2 株,共 10 株,于每月中旬调查全株苹果树上苹果绵蚜及其天敌的种类和个体数量。

统计分析 采用群落内物种丰富度指数、种群优势度指数、群落生态优势度指数、Simpson 多样性指数、Shannon-Wiener 多样性指数和 Pielou 均匀度指数等进行群落分析,利用 Microsoft office Excel 2003 进行数据处理。

(1) 物种丰富度(Species richness) 即群落中的物种数,此处指群落抽样样本中的物种数,以 S 表示。

(2) 种群优势度(Dominance) 以 Berger-Parker(1974) 优势度指数(d) 公式计算: $d = N_i / N$

(3) 群落生态优势度(Ecological concentration) 它是反映群落内各种群优势状况的指标,以 Simpson (1949) 集中性指数(C) 公式计算: $C = \sum P_i^2$

(4) 群落多样性(Diversity) 采用 Simpson(1949) 多样性指数(D) 公式: $D = 1 - \sum P_i^2 = 1 - C$

和 Shannon-Wiener (1963) 多样性指数(H') 公式: $H' = - \sum P_i \lg P_i$

(5) 群落均匀度(Evenness) 采用 Pielou(1975) 提出的均匀度指数(J) 计算: $J = H' / H'_{\max} = H' / \lg S$

公式中, N 为群落内各物种的个体总数量; N_i 为群落内物种 i 的数量; P_i 为物种 i 的数量占群落内各物种个体总数量的比例。

2 结果与分析

2.1 种群动态

2.1.1 苹果绵蚜种群全年消长动态

苹果绵蚜种群消长动态如图 1 所示。从图 1 看出,在鲁西南地区,2001 年和 2002 年苹果绵蚜发生消长总趋势基本一致,即全年发生两个高峰,其中 5 月中、下旬~7 月上旬为第一个高峰,此期蚜块数量较多,种群密度较高;8 月下旬~10 月中旬为第二个高峰,此期蚜块数量较少,种群密度相对较低。分析其原因,5 月中旬

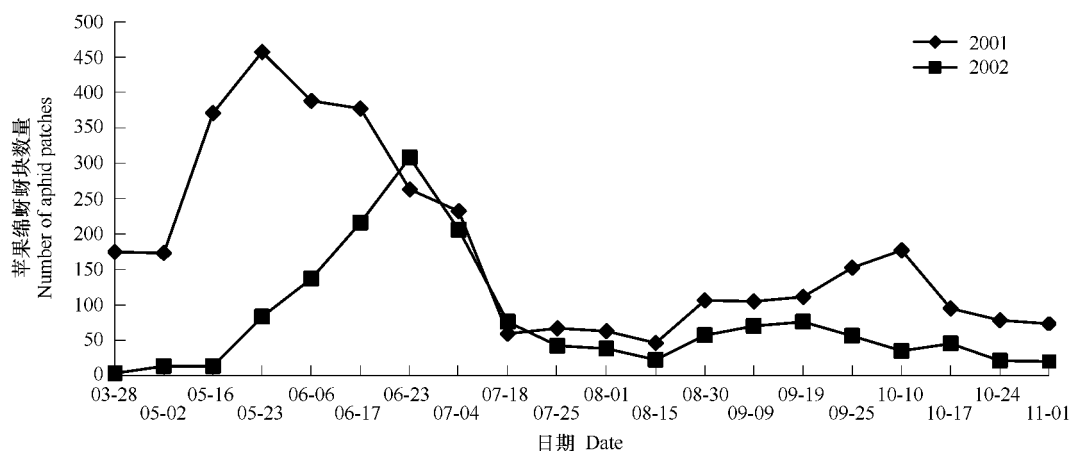


图 1 苹果园内苹果绵蚜种群周年发生动态(菏泽)

Fig. 1 Seasonal abundance of woolly apple aphid in apple orchard in Heze

后,由于气温适宜和有翅蚜的出现,苹果绵蚜危害加重,扩散和繁殖加快,蚜块数量急剧增加,至6月中、下旬迅速达到种群的第一个高峰期;到7月上旬时,由于连续高温天气,苹果绵蚜的繁殖受到抑制,蚜块数量大幅减少,种群密度降低;8月中、下旬又开始活动危害,之后出现一个小高峰,一直到11月上、中旬,由于气温较低,苹果绵蚜进入越冬阶段。

表1 菏泽市2001~2002年各旬平均气温(℃)

Table 1 The average temperatures (°C) of every ten-day period from 2001 to 2002 in Heze

年份 Year	旬 Ten-day period	月 Month											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2001	上 The first	0.1	-0.9	7.6	12.7	20.3	26.4	29.1	27.1	23.1	15.9	9.3	1.1
	中 The second	-3.7	2.8	11.1	16.0	23.4	25.8	27.8	25.9	21.3	16.0	6.7	-0.1
	下 The last	-1.8	3.8	11.2	15.4	23.7	26.9	25.0	24.7	18.9	14.6	7.7	-1.5
2002	上 The first	3.4	5.5	7.6	15.0	16.3	27.5	27.5	27.9	24.0	18.0	8.1	2.8
	中 The second	3.0	6.6	13.7	16.6	18.7	27.9	29.0	24.3	19.0	17.2	6.1	1.4
	下 The last	1.2	8.9	13.6	14.3	23.4	23.8	26.8	27.6	19.7	8.9	5.2	-3.2

比较分析2001年和2002年苹果绵蚜动态曲线,区别在于:2001年果园内的苹果绵蚜发生较早偏重,5月上旬的蚜块数量就较多,种群达到第一高峰期的时间较早,且持续时间较长;而2002年果园内的苹果绵蚜发生较晚偏轻,5月中、下旬才开始扩散危害,形成的蚜块数量较少,种群密度达到第一高峰期的时间较晚。分析其原因,主要是由于2001年该果园苹果绵蚜越冬基数较高,而2002年由于指导果农于冬前采取了刮除粗老翘皮和铲除根蘖等措施,苹果绵蚜越冬基数较低,这从图1中3月份的苹果绵蚜蚜块基数就可看出;同时由于2001年4、5、6月份等3个月份温度适宜,特别是5、6月份各旬平均气温都在27.0℃以下,比较适宜苹果绵蚜的繁殖为害。而2002年,高温天气发生较早(表1),6月上、中旬的平均气温都已达到27.5℃以上,种群繁殖较早地受到抑制,种群数量从7月上旬开始就很快降下去。比较第二高峰期,2001年由于果园内苹果绵蚜种群持续升高,于10月上旬达到高峰;而2002年在10月上旬未能达到高峰,其原因是果农于9月17日有一次喷药防治造成。

2.1.2 苹果树体不同部位苹果绵蚜的消长动态

图2、图3表明,在同一年份,在苹果树体不同部位的苹果绵蚜种群动态有所差异。上半年,苹果绵蚜在根、树干及主枝部位,特别是在根与树干部位种群密集,基本上是蚜块连接成片,危害较重;7月中、下旬之后,根及树干部位的苹果绵蚜基本不再发生或发生较轻,而在整个枝干部位,包括主枝、侧枝和新梢,苹果绵蚜的发生危害较重,其中,主枝上苹果绵蚜蚜块数量最多,其次是新梢,侧枝上的蚜块数量最少。田间调查发现,苹

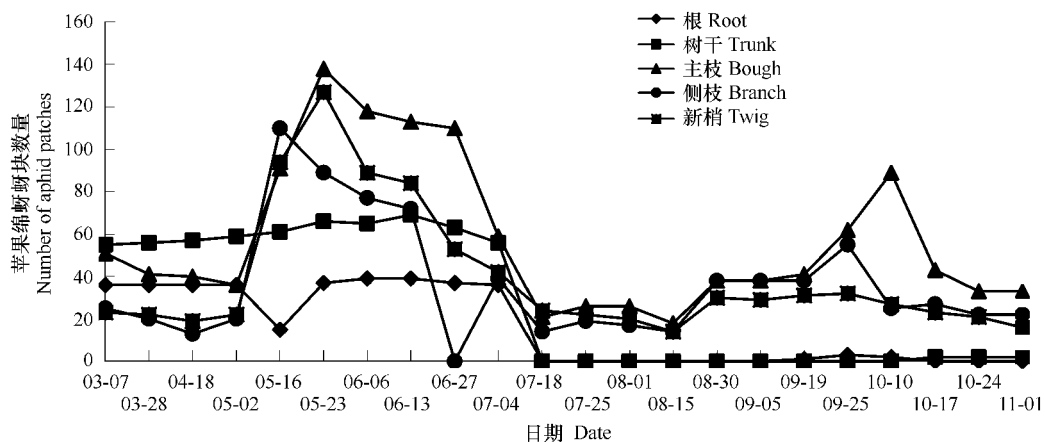


图2 苹果树体不同部位的苹果绵蚜种群动态(2001, 菏泽)

Fig. 2 Seasonal abundance of woolly apple aphid on different parts of apple tree in Heze (2001)

果绵蚜在3月中旬前后开始活动危害,但由于气温较低或气温变化比较频繁,一直到4月底都没有扩散,仍在越冬场所附近危害。4月底~5月上、中旬,苹果绵蚜逐步向上转移,在苹果绵蚜向上部迁移经过主枝部位的过程中,随时繁殖形成蚜块;同时,由于在炎热的7、8月份,主枝部位相对阴凉,且利于苹果绵蚜隐蔽为害,因此,在主枝部位的种群密度一直最高。

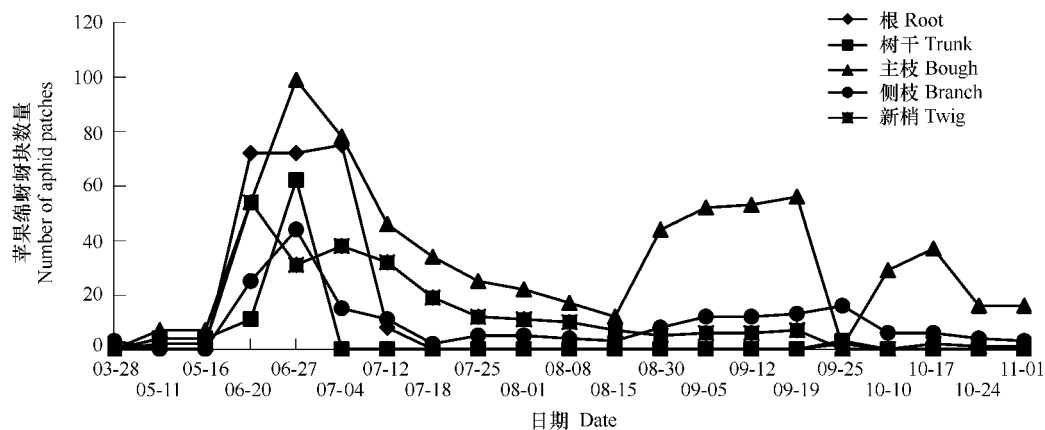


图3 苹果树体不同部位的苹果绵蚜种群动态(2002,菏泽)

Fig. 3 Seasonal abundance of woolly apple aphid on different parts of apple tree in Heze(2002)

2.1.3 苹果绵蚜有翅蚜消长动态

苹果绵蚜有翅蚜与蚜块全年消长动态曲线见图4。从图4可以看出,全年生活史中两次出现有翅蚜,4月上旬~6月上旬为夏季有翅蚜发生期,9月上旬~10月上旬为秋季有翅蚜发生期,夏季有翅蚜数量大大多于秋季有翅蚜数量。有翅蚜发生高峰出现在蚜块高峰之前。

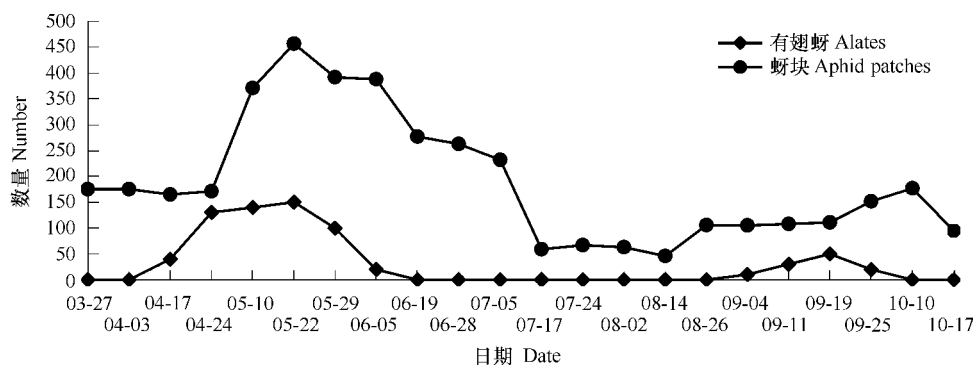


图4 苹果绵蚜有翅蚜与蚜块数量消长动态(2001,菏泽)

Fig. 4 Seasonal abundance of the alates and the aphid patches in Heze(2001)

由于有翅蚜与蚜块数量相差悬殊,在此利用有翅蚜数量的10倍数作图 The number of the alates showed in the figure is ten-fold of real alates

夏季有翅蚜发生历时近两个月,始发期为4月10日,末期为6月5日,5月份为盛发期,5月22日利用黄色粘虫板诱集到15头有翅蚜,为夏季有翅蚜发生高峰日。结合苹果绵蚜全年发生消长分析,4月中、下旬正值苹果绵蚜无翅胎生雌蚜发生繁殖高峰前期,从图4苹果绵蚜蚜块数量动态曲线看,此期苹果绵蚜蚜块数量的增加尽管不很明显,但实际调查发现,每一蚜块内所含苹果绵蚜个体数量则是急剧增加的,其个体的聚集促使产生有翅蚜。有翅蚜的产生,反过来也同时加快了苹果绵蚜整个种群的迅速扩散和繁殖,促使种群迅速达到高峰。

秋季有翅蚜历时仅一个月,始发期为9月4日,末期为9月25日,9月中旬为盛发期。秋季有翅蚜的发生高峰期亦在其种群的第二个高峰出现前期,有翅蚜出现后,整个种群于9月下旬至10月上旬达到高峰。

2.1.4 日光蜂对苹果绵蚜跟随情况及其控害作用分析

不同时期 20 个苹果绵蚜蚜块内镜检到的苹果绵蚜与日光蜂的个体数量和寄生率见表 2。

表 2 不同时期 20 个蚜块内苹果绵蚜与日光蜂的个体数量和寄生率(2002, 菏泽)

Table 2 The number of aphids and aphelinids in twenty aphid patches and parasitism rates from May to October 2002 in Heze

项目 Item	日期 Date(Month-day)											
	05-11	05-30	06-20	07-04	07-18	08-01	08-15	08-30	09-19	09-25	10-10	10-17
苹果绵蚜 Aphids	981	481	398	492	819	840	780	466	336	239	365	442
日光蜂 Aphelinids	101	151	200	465	800	828	1232	742	435	322	275	256
寄生率(%) Parasitism rates	9.33	23.89	33.44	48.59	49.41	49.64	61.23	61.42	56.42	57.40	42.97	36.68

田间调查得知,越冬代日光蜂成虫从 4 月中、下旬开始出现,随后即开始产卵寄生苹果绵蚜。从表 2 可知,5 月 11 日调查的 20 个蚜块内苹果绵蚜被寄生率为 9.33%,5 月底寄生率有所提高,达到 23.89%,但整个上半年苹果绵蚜被寄生率均未达到 50%;8 月 15 日之后,蚜块内苹果绵蚜被寄生的数量才多于活蚜数量,一直到 9 月下旬寄生率均在 50% 以上。

从表 2 看出,日光蜂种群高峰发生于 7 月中旬~8 月底,寄生率高峰在 8 月中旬至 9 月底,它们均落后于苹果绵蚜的第一个发生高峰期(5 月中旬~7 月上旬),而与苹果绵蚜的第二个发生高峰前期(8 月下旬)基本吻合。上半年日光蜂的发生滞后于苹果绵蚜的发生高峰,推测其控制作用不很明显,7 月份以后日光蜂跟随现象才比较明显,于 8 月中、下旬苹果绵蚜第二发生高峰前期,日光蜂种群和寄生率均达到高峰,推测对苹果绵蚜的种群数量有控制作用。

2.2 苹果绵蚜及其天敌群落结构

2.2.1 群落物种组成

在鲁西南地区,苹果园内苹果绵蚜天敌种类较少,共 8 科 23 种,见表 3。其中寄生性天敌仅有苹果绵蚜蚜小蜂 1 种;捕食性天敌包括昆虫 3 科、17 种,蜘蛛类 4 科 5 种。捕食性天敌中瓢虫科的种类最多,有 9 种,占物种总数的 39.13%;其次是蜘蛛类有 5 种,占物种总数的 21.74%;草蛉科与食蚜蝇科各 4 种。

2.2.2 群落内优势种及种群优势度分析

优势种是指在数量或功能上占有优势,对整个群落起决定性影响的物种。在评价优势种时,常用 Berger-Parker(1974)提出的种群优势度指数来表示,同时还要结合该物种在群落中的功能和作用来确定。在苹果绵蚜及其天敌群落中,由于苹果绵蚜与日光蜂属 R 类昆虫,其形体小,个体数量大,若在数量上与其他捕食性天敌相比,具有绝对优势。为避免二者对其他物种的影响,下面仅列出了捕食性天敌亚群落不同时期主要物种的种群优势度指数,见表 4。

从表 4 看出,在 4 月 17 日和 5 月 20 日的亚群落中,七星瓢虫和叶色草蛉的优势度指数分别为 0.4167、0.1389 和 0.4483、0.1379,优势度最大,为 4、5 月份苹果绵蚜捕食性天敌优势种;6 月份,黑带食蚜蝇的优势度指数最高,达 0.5,为此期的天敌优势种;7、8、9 月份的群落中,二星瓢虫优势度指数最高,分别为 0.5455、0.3704、0.4282,成为了天敌优势种,七星瓢虫次之。

2.2.3 群落多样性分析

苹果绵蚜及其天敌群落结构特征指数见表 5。从表 5 看出,苹果绵蚜及其天敌群落中的物种数在 4、5、8、9 月份物种丰富度 S 值较大,物种比较丰富,而 6、7 月份物种数较少,分析原因,一是 6、7 月份天气炎热,部分昆虫如瓢虫等在植株下部或土缝中潜伏,二是在调查时期部分昆虫处于卵期,不在活动状态。7 月 20 日,尽管物种较少,但其总个体数较多,这主要是寄生性天敌日光蜂的数量此期急剧增加造成的。

表 3 苹果绵蚜天敌群落物种组成(2002,菏泽)

Table 3 Composition of the species in community of natural enemies of woolly apple aphid in Heze (2002)

组成 Composition	种类 Species	S	比率 Rates(%)
膜翅目 Hymenoptera			
蚜小蜂科 Aphelinidae	苹果绵蚜蚜小蜂 <i>Aphelinus mali</i>	1	4.35
脉翅目 Neuroptera			
草蛉科 Chrysopidae	叶色草蛉 <i>Chrysopa phyllochroma</i>	4	17.39
	中华通草蛉 <i>Chrysoperla sinica</i>		
	丽草蛉 <i>Chrysopa formosa</i>		
	大草蛉 <i>Chrysopa septempunctata</i>		
鞘翅目 Coleoptera			
瓢虫科 Coccinellidae	七星瓢虫 <i>Coccinella septempunctata</i>	9	39.13
	异色瓢虫 <i>Harmonia axyridis</i>		
	多异瓢虫 <i>Hippodamia (adonia) variegata</i>		
	二星瓢虫 <i>Adalia bipunctata</i>		
	八斑和瓢虫 <i>Harmonia octomaculata</i>		
	黑襟毛瓢虫 <i>Scymnus (Neopullus) hoffmanni</i>		
	黑背毛瓢虫 <i>Scymnus (Neopullus) babai</i>		
	十三星瓢虫 <i>Hippodamia tridecimpunctata</i>		
	四斑毛瓢虫 <i>Scymnus frontalis</i>		
双翅目 Diptera			
食蚜蝇科 Syrphidae	黑带食蚜蝇 <i>Epistrophe balteata</i>	4	17.39
	长扁食蚜蝇 <i>Sphaerophoria</i> sp.		
	斜斑鼓额食蚜蝇 <i>Scaeva pyrastris</i>		
	四条小食蚜蝇 <i>Paragus quadrfaciatus</i>		
蜘蛛目 Arachnida			
蟹蛛科 Thomisidae	三突花蛛 <i>Misumenops tricuspidatus</i>	1	4.35
微蛛科 Erigonidae	草间小黑蛛 <i>Erigonidium graminicola</i>	1	4.35
圆蛛科 Araneidae	黄褐新圆蛛 <i>Neoscoma doenitzii</i>	1	4.35
狼蛛科 Lycosidae	中华狼蛛 <i>Lycosa sinensis</i>	2	8.70
	星豹蛛 <i>Pardosa astrigera</i>		

表 4 苹果绵蚜捕食性天敌亚群落中主要物种的种群优势度指数(2002,菏泽)

Table 4 The dominance indices of the main species in the subcommunity of predator enemies of woolly apple aphid from April to September 2002 in Heze

种类 Species	日期 Date(Month-day)					
	04-17	05-20	06-19	07-20	08-21	09-19
七星瓢虫 <i>Coccinella septempunctata</i>	0.4167	0.4483		0.3636	0.1481	0.1905
二星瓢虫 <i>Adalia bipunctata</i>	0.0556	0.0690		0.5455	0.3704	0.4286
异色瓢虫 <i>Harmonia axyridis</i>		0.1034	0.1667		0.0370	
叶色草蛉 <i>Chrysopa phyllochroma</i>	0.1389	0.1379			0.0741	0.1429
中华通草蛉 <i>Chrysoperla sinica</i>	0.0556	0.0345			0.0370	0.0476
丽草蛉 <i>Chrysopa formosa</i>	0.0556	0.0690			0.0370	0.0952
大草蛉 <i>Chrysopa septempunctata</i>	0.0278	0.0345				0.0476
草间小黑蛛 <i>Erigonidium graminicola</i>	0.0278	0.0345				
星豹蛛 <i>Pardosa astrigera</i>					0.1111	0.0476
黑带食蚜蝇 <i>Epistrophe balteata</i>	0.1111		0.5000			
四条小食蚜蝇 <i>Paragus quadrfaciatus</i>	0.0278	0.0345	0.3333			

群落多样性是群落中物种数和各物种个体数构成的群落结构特征的一种表示方法。从表 5 看出,不同时期苹果绵蚜及其天敌群落的多样性指数 D 和 H' 值普遍较小,说明苹果绵蚜及其天敌群落多样性低,稳定性较差,易受环境及人为干扰等因素的影响。多样性的高低主要依赖群落中物种数的多少和个体在各个物种中的分布是否均匀,一般是物种数多、均匀度大的群落,其多样性就高,如 9 月 19 日,物种数为 9,均匀度为 0.3949,其 Simpson 多样性指数 D 值和 Shannon-Wiener 多样性指数 H' 值均最高,分别为 0.5269 和 0.3768;4 月 17 日的物种数最多, $S=13$,均匀度较高, $J=0.3367$,其 H' 值仅次于 9 月 19 日的 H' 值。但有时出现物种数少而均匀度高的群落,其多样性可能与物种数多而均匀度低的群落的多样性相似,如 7 月 20 日群落的物种数为 5,均匀度为 0.4568,其物种数最少而均匀度最大,而其多样性指数的大小与 8 月 21 日的多样性指数相似。

表 5 苹果绵蚜及其天敌群落结构特征指数(2002,菏泽)

Table 5 The indices of community characteristics of woolly apple aphid and its natural enemies in Heze (2002)

日期 Date(Month-day)	S	N	C	D	H'	J
04-17	13	191	0.6586	0.3414	0.3751	0.3367
05-20	12	551	0.7263	0.2737	0.2713	0.2514
06-19	5	475	0.7245	0.2755	0.2173	0.3109
07-20	5	1586	0.4939	0.5061	0.3193	0.4568
08-21	12	1909	0.5002	0.4998	0.3348	0.3102
09-19	9	611	0.4731	0.5269	0.3768	0.3949

群落生态优势度是反映群落内各种群优势状况的指标,一般是生态优势度高,均匀度就低。如 5 月 20 日,其苹果绵蚜及其天敌群落生态优势度最高, $C=0.7263$,均匀度最低, $J=0.2514$,群落多样性指数最低,其 Simpson 多样性指数 $D=0.2737$,其 Shannon-Wiener 多样性指数 $H'=0.2713$ 。反之亦然,如 9 月 19 日和 7 月 20 日的群落生态优势度较低,均匀度较高,其多样性也较高。

3 讨论

苹果绵蚜一般全年有两个发生高峰^[20],从本文调查结果看,在鲁西南地区苹果绵蚜也是年发生两个高峰,其发生为害最盛期在 5 月中旬至 6 月下旬,7、8 月份连续多日的高温抑制苹果绵蚜的发生与繁殖。

苹果绵蚜在苹果树体不同部位的种群发生动态,以往还未见有报道。作者调查发现,上半年,该虫在苹果树的根及树干等部位的种群密度较大,其原因一方面是由于苹果绵蚜多在根及果树下部各种隐蔽场所越冬,在迁移前或迁移过程中,要经过根蘖和树干等,并在这些部位繁殖扩增;另一方面,从取食或营养角度分析,由于营养物质及水分主要是从根部吸收并通过树干部位向上运输,易于苹果绵蚜发生,特别是根蘖部位,更利于苹果绵蚜取食和滋生繁殖,因此产生的蚜块数量较多。7 月中、下旬之后,新梢及幼嫩枝条部位苹果绵蚜发生危害加重。

关于苹果绵蚜有翅蚜,在青岛地区,夏季有翅蚜仅在较密的绵蚜群落中偶有发生,时期为 5 月下旬至 6 月下旬,而秋季有翅蚜自 8 月底出现,9 月中旬至 10 月中旬为盛发期,11 月尚有少数发生^[3]。调查发现,在鲁西南地区,夏季有翅蚜发生在 4 月上旬~6 月上旬,秋季有翅蚜发生在 9 月上旬~10 月上旬,有翅蚜出现时期较青岛地区早。这应与当地气温条件和种群开始活动早晚有关。至于青岛与鲁西南地区在夏季和秋季有翅蚜发生数量的差异,其原因还有待于研究。

关于苹果绵蚜寄生蜂,前人通过分析寄生蜂及绵蚜所需生态条件,得知青岛地区寄生蜂不能全年控制苹果绵蚜的发生^[21];通过测定不同温度条件下日光蜂在苹果绵蚜体内的发育进度,发现日光蜂的发育落后于苹果绵蚜的个体发育^[22]。通过镜检不同时期蚜块内日光蜂的数量发现,上半年苹果绵蚜被寄生率较低,日光蜂的发生滞后于苹果绵蚜的发生高峰。7 月份之后日光蜂跟随较紧,控制作用才比较明显,因此,在果园管理过程中若需药剂防治时,应尽量避免日光蜂成虫盛期喷药,以保护利用之。

本文田间调查数据表明,苹果绵蚜有翅蚜夏季发生数量多于秋季,可能与寄生蜂寄生作用有关。分析其

原因,4、5 月份气温适宜,绵蚜繁殖速度快,而寄生性天敌发生滞后,不能有效控制苹果绵蚜的发生,有利于绵蚜种群数量剧增,种群密度增高,从而促使产生更多的有翅蚜迁移以寻求新的食源;而在秋季,由于苹果绵蚜的寄生性天敌日光蜂的发生数量很大,苹果绵蚜被寄生率高,致使蚜块内苹果绵蚜种群密度较低,有翅蚜产生数量较少。

已经报道的苹果绵蚜天敌有 73 种^[23]。在鲁西南地区,作者调查发现苹果绵蚜天敌 23 种。从苹果绵蚜捕食性天敌优势种分析知,在 4、5 月份,七星瓢虫和叶色草蛉为优势种,可以很好地弥补此期因日光蜂跟随滞后而对苹果绵蚜控制作用的影响。

本文通过研究苹果绵蚜及其天敌群落的结构特征及变动,发现苹果绵蚜及其天敌群落多样性较低,群落稳定性较差。同时初步分析确定了苹果绵蚜捕食性天敌优势种主要有七星瓢虫、二星瓢虫、叶色草蛉等。而对于苹果绵蚜对整个果园昆虫群落或天敌群落的影响还有待进一步研究。

References:

- [1] Lemoine J, Huberdeau D. The woolly apple aphid (*Eriosoma lanigerum* Hausmann): the come-back of a pest in apple orchards. *Arboriculture Fruitiere*, 1999, (532): 19–26.
- [2] Qiu M B, Wang Z N. Occurrence, quarantine and control of woolly apple aphid. *Plant Quarantine*, 1989, 3(1): 21–23.
- [3] Chang Y, Chu W H. Preliminary studies on the life history and the control of the woolly apple aphid (*Eriosoma lanigerum* Hausmann) in Tsingtao district. *Acta Entomologica Sinica*, 1957, 7(2): 167–182.
- [4] National Agricultural Technology and Service Center. Chen S D ed. *Handbook of Plant Quarantine Objects*. Beijing: Chinese Agricultural Press, 1998. 104–107.
- [5] Yang Q M, Lu Z Q, Dong B X, et al. Progress in the studies on control techniques and occurrence regularity of woolly apple aphid; *Eriosoma lanigerum* Hausmann. *Plant Quarantine*, 2003, 17(Supplement): 26–30.
- [6] He C L, Tian H Y, Mao Y Z. Progress of the studies on control and occurrence of woolly apple aphid in China. *Shanxi Forest Science and Technology*, 2004, (1): 34–38.
- [7] Cui G C. History and occurrence status of woolly apple aphid in Tibet. *Plant Protection*, 1985, (4): 50.
- [8] Chen W M, Yu J N, Xu Y, et al. The first occurrence of woolly apple aphid in Xinjiang. *Xinjiang Agricultural Sciences*, 2006, (4): 309.
- [9] Asante S K. Seasonal abundance of woolly apple aphid, *Eriosoma lanigerum* (Hausmann) and its important natural enemies in Armidale, northern New South Wales. *Plant Protection Quarterly*, 1999, 14(1): 16–23.
- [10] Brown M W, Schmitt J J. Population dynamics of woolly apple aphid (Homoptera: Aphididae) in West Virginia apple orchards. *Environmental Entomology*, 1994, 23(5): 1182–1188.
- [11] El-Haidari H, Georgis R, and Salam N. Population density of *Aphelinus mali*, a parasite of *Eriosoma lanigerum* in Iraq. *Environ. Entomol*, 1978, 7: 913–914.
- [12] Shan F, Kuang R P. The intrinsic rate of increase of population of woolly apple aphid, *Eriosoma lanigerum* (Hausm.). *Zoologica Research*, 1988, 9(3): 285–290.
- [13] Zhong N, Kuang R P, Shan F, et al. Effect of mean density and aggregation of the woolly apple aphid (*Eriosoma lanigerum* Hausm.) on parasitism percentage of *Aphelinus mali* Haldeman. *Zoologica Research*, 1988, 9(4): 395–400.
- [14] Molinari F. Woolly apple aphid (*Eriosoma lanigerum* Hausm.). *Informatore Fitopatologico*, 1986, 36(11): 35–37.
- [15] Qiu M B. Studies on the spread, damage rate and control techniques of woolly apple aphid, *Eriosoma lanigerum* in Jiaodong Area. *Entomological Journal of East China*, 1997, 6(2): 39–45.
- [16] Nicholas A H, Spooner-Hart R N, Vichers R A. Abundance and natural control of the woolly aphid *Eriosoma lanigerum* in an Australian apple orchard IPM program. *Bio Control*, 2005, 50: 271–291.
- [17] Xu G L, Jin A R, Du J Z, et al. Study on the insect community and dynamic change of apple orchard in Taihang Mountain Area. *Acta Agriculturae Boreali-Sinica*, 2006, 21(Supplement): 156–159.
- [18] Chen C, Tang Z H, Li X. Studies on the space distributions of natural enemy insects in apple orchard. *Natural Enemies of Insects*, 2005, (4): 18–22.
- [19] Yan N S, Li Z Y, Tao M, et al. Apple orchards insect community species compose in Yunnan tableland area. *Journal of Yunnan Agricultural University*, 2000, 15(1): 5–8.
- [20] Cao J. A course of lectures serialized-the serious insect pests (thirteen): woolly apple aphid. *Entomological Knowledge*, 1957, (4): 185–

186, 160.

- [21] Lung C D, Wang Y P, Tang P Z. Investigations on the biology and utilization of *Aphelinus mali* Hald., the specific parasite of the woolly apply aphid, *Eriosoma lanigerum* Hausm. Acta Entomologica Sinica, 1960, 10(1): 1—39.
- [22] Asante S K, Danthanarayana W. Development of *Aphelinus mali* an endoparasitoid of woolly apple aphid, *Eriosoma lanigerum* at different temperatures. Entomologia Experimentalis et Applicata, 1992, 65(1): 31—37.
- [23] Asante S K. Natural enemies of the woolly apple aphid, *Eriosoma lanigerum* (Hausmann) (Hemiptera: Aphididae): a review of the world literature. Plant Protection Quarterly, 1997, 12(4): 166—172.

参考文献:

- [2] 邱名榜, 王尊农. 苹果绵蚜的发生及检疫与防治. 植物检疫, 1989, 3(1): 21~23.
- [3] 张岳, 朱文惠. 苹果绵蚜生活史与防治研究. 昆虫学报, 1957, 7(2): 167~182.
- [4] 全国农业技术推广服务中心编. 陈生斗主编. 植物检疫对象手册. 北京: 中国农业出版社, 1998. 104~107.
- [5] 杨勤民, 卢增全, 董保信, 等. 苹果绵蚜发生规律与防治技术研究进展. 植物检疫, 2003, 17(增刊): 26~30.
- [6] 贺春玲, 田海燕, 毛永珍. 我国苹果绵蚜发生及防治研究进展. 陕西林业科技, 2004, (1): 34~38.
- [7] 崔广程. 苹果绵蚜在西藏发生的历史和现状. 植物保护, 1985, (4): 50.
- [8] 陈卫民, 于江南, 徐毅, 等. 苹果绵蚜首次在新疆发生. 新疆农业科学, 2006, (4): 309.
- [12] 单访, 况荣平. 苹果绵蚜种群内禀增长率的研究. 动物学研究, 1988, 9(3): 285~290.
- [13] 钟宁, 况荣平, 单访, 等. 苹果绵蚜密度及聚集度对日光蜂寄生作用的影响. 动物学研究, 1988, 9(4): 395~400.
- [15] 邱名榜. 胶东半岛苹果绵蚜的扩散为害及防治研究. 华东昆虫学报, 1997, 6(2): 39~45.
- [17] 徐国良, 靳爱荣, 杜纪壮, 等. 太行山区苹果园昆虫群落及其动态变化研究. 华北农学报, 2006, 21(增刊): 156~159.
- [18] 陈川, 唐周怀, 李鑫. 苹果园天敌昆虫群落的空间分布研究. 昆虫天敌, 2005, (4): 18~22.
- [19] 严乃胜, 李正跃, 陶玫, 等. 云南高原苹果园昆虫群落种类组成特点. 云南农业大学学报, 2000, 15(1): 5~8.
- [20] 曹骥. 连载讲座——我国的大害虫(十三): 苹果绵蚜. 昆虫知识, 1957, (4): 185~186, 160.
- [21] 龙承德, 王永佩, 唐品志. 苹果绵蚜寄生蜂(*Aphelinus mali* Haldeman)的生物学特性和其利用研究. 昆虫学报, 1960, 10(1): 1~39.