

甘肃、新疆、内蒙苹果蠹蛾成虫消长规律^{*}

徐 婧¹ 姜红霞² 阿丽亚³ 郭静敏⁴ 张润志^{1,5**}

(1. 中国科学院动物研究所 动物进化与系统学重点实验室 北京 100101; 2 甘肃省植保植检站 兰州 730020;

3. 新疆维吾尔自治区植物保护站 乌鲁木齐 830006; 4. 内蒙古自治区植保植检站 呼和浩特 010011;

5. 农业虫害鼠害综合治理技术国家重点实验室 北京 100101)

摘 要 苹果蠹蛾 *Cydia pomonella* (L.) 是我国重要的果树害虫和检疫对象。2005 年至 2010 年, 本研究在甘肃、新疆及内蒙古的不同区县选取了 16 个果园, 使用性信息素诱捕器对其中的苹果蠹蛾成虫发生规律进行长期监测。结果表明, 苹果蠹蛾在西北地区每年发生 2.5 个世代; 在正常气候条件下, 3 个成虫发生高峰分别出现在 5 月上旬、7 月中下旬和 8 月中下旬, 但不同地区及同一地区不同果园之间存在较大差异; 化学防治、迷向防治等防治措施对苹果蠹蛾成虫捕获量的影响较大, 因此生活史研究为主的监测并不适合在上述果园中开展。综合上述研究结果, 未对苹果蠹蛾的季节动态进行准确的预测, 需要对苹果蠹蛾除成虫外的其他虫态的季节性变化进行详细研究, 并建议选择 3 个以上的果园进行监测, 综合各个果园的监测结果并得出结论。

关键词 苹果蠹蛾, 检疫害虫, 成虫, 甘肃, 新疆, 内蒙, 发生规律, 诱捕器

Growth and patterns of population decline in *Cydia pomonella* adults in Gansu, Xinjiang and Inner Mongolia

XU Jing¹ JIANG Hong-Xia² Aliya³ GUO Jing-Min⁴ ZHANG Run-Zhi^{1,5**}

(1. CAS Key Laboratory of Zoological Systematics and Evolution, Institute of Zoology, Chinese Academy of

Sciences, Beijing 100101, China; 2. Gansu Plant Protection and Quarantine Station, Lanzhou 730020, China;

3. Xinjiang Plant Protection Station, Urumqi 830006, China; 4. Neimenggu Plant Protection and Quarantine Station,

Hohhot 010011, China; 5. State Key Laboratory of Integrated Management of Pest Insects and Rodents, Beijing 100101, China)

Abstract The codling moth (*Cydia pomonella* (L.)) is a major fruit tree and quarantine pest. We used pheromone traps to monitor the occurrence of codling moth adults from 2005 to 2010 in 16 different orchards in different counties in Gansu, Xinjiang and Neimenggu Provinces. The results indicate that codling moths in these regions have 2.5 generations. Under regular climatic conditions three peaks of adults occur at the beginning of May, late July and late August, with major discrepancies in different districts, or in the different orchards of a same district. Chemical based control and mating disruption had a great impact on the number of adults trapped, therefore monitoring life history was not appropriate in orchards where these methods were implemented. It was not possible to precisely predict the seasonal dynamics of the codling moth from the data obtained because this requires much more specific data about the seasonal dynamics of other life-cycle stages. Conclusions should only be drawn from monitoring results obtained from more than 3 orchards.

Key words *Cydia pomonella*, quarantine pest, adults, Gansu, Xinjiang, Inner Mongolia, occurrence rules, traps

苹果蠹蛾 *Cydia pomonella* (L.) 原产欧亚大陆, 是世界著名的严重危害苹果生产的重要入侵害虫 (Shel' Deshova, 1967; Franck *et al.*, 2007), 是我国重要对外检疫对象 (中华人民共和国动植物检验检疫局等, 1997; 曾大鹏, 1998; 史惠玲等,

2008; 农业部关于印发《全国苹果蠹蛾疫情防控阻截行动方案》的通知, http://law.baidu.com/pages/chinalawinfo/11/25/2841ea268ed0a0911bdada5600c1991e_0.html)。该虫严重危害苹果、梨、沙果、杏、桃等, 常常造成毁

* 资助项目: 公益性行业 (农业) 科研专项 (200903042)、973 计划课题 (2009CB119204)。

** 通讯作者, E-mail: zhangrz@ioz.ac.cn

收稿日期: 2011-12-05, 接受日期: 2011-12-20

灭性危害,即便是使用大量化学药剂进行防治,产量也会损失 20% ~ 30% 以上 (Collyer and van Geldermalsen, 1975; Croft and Hoyt, 1983; 秦晓辉等, 2006),并且造成农药残毒污染,影响水果质量和人类健康。苹果蠹蛾上世纪 50 年代入侵我国新疆(张学祖, 1957),80 年代传入甘肃省河西走廊,随后扩散速度逐渐加快,2006—2011 年,分别在甘肃东部、宁夏、内蒙古西部、黑龙江、辽宁发现疫情,对占据我国苹果产量 80% 的西北黄土高原(陕西为主)和渤海湾(山东为主)2 大苹果主产区构成了严重威胁。因此,制定科学有效的检疫与防控措施,以阻止苹果蠹蛾在我国的进一步扩散危害,是当前最为紧要的问题。

对苹果蠹蛾发生规律的研究是对该虫进行有效控制的基础,有助于把握好防治的最佳时机,从而实现果园有害生物综合治理的目标。我国在过去 50 多年内对不同地区的苹果蠹蛾成虫季节动态进行了调查和研究(林伟丽等, 2006; 许永峰, 2008; 周昭旭等, 2008; 石磊等, 2009; 翟小伟等,

2010),结果显示苹果蠹蛾的发生世代数在 2 代与 3 代之间。但一直以来,缺乏不同地区以及同一地区不同果园间苹果蠹蛾成虫发生规律的比较研究,且对不同防治措施下苹果蠹蛾成虫季节动态的改变缺少考虑。为了合理制定苹果蠹蛾的治理方案,本研究于 2005—2010 年间,在我国西北的甘肃、新疆以及内蒙古等地开展了苹果蠹蛾的诱捕器实地监测,系统研究苹果蠹蛾成虫在不同年份及不同地区的发生规律,以期为苹果蠹蛾的监测和控制提供依据。

1 材料与方法

1.1 研究地点

2005 年至 2010 年,先后在甘肃省、新疆维吾尔自治区以及内蒙古自治区的不同区县选取果园并在果园中布设性信息素诱捕器,对 16 个果园中的苹果蠹蛾成虫发生规律进行长期监测,不同地区监测果园的数量见表 1。

表 1 苹果蠹蛾时空动态变化研究果园概况

Table 1 Conditions of cultural and management in the experimental orchards in 2005—2010

监测时间 Monitoing year	所在地区 Location	果园数量 Orchards number	寄主种类 Hosts varieties	果园面积 (hm ²) Orchards areas/hm ²	诱捕器密度 (部/667m ²) Traps density traps/667m ²	防治措施 Control methods	
2005	高台县 Gaotai County	1	苹果 Apple	黄元帅	6.67	1	化学防治 Chemical control
2007	临泽县 Linze County	6	苹果 Apple	黄元帅、国光	0.13 – 2.00	1	化学防治 Chemical control
2009	阿克苏市 Aksu City	7	苹果、梨 Apple and pear	富士、黄元帅、香梨、砀山梨	0.67 – 2.67	1 – 2	化学防治 迷向防治 Chemical control and mating disruption
2010	阿拉善左旗 Alxa Zuoqi	1	苹果、梨 Apple and pear	黄元帅、苹果梨、早酥梨	1.33	1 – 2	迷向防治 Mating disruption
2010	甘州区 Ganzhou District	1	苹果 Apple	黄元帅、国光	2.67	1	迷向防治 Mating disruption

1.2 监测方法

在上述果园当中布设苹果蠹蛾性信息素诱捕器进行苹果蠹蛾监测。诱剂为美国 BRI (Bedoukian Research Inc.) 公司合成的苹果蠹蛾信息素(反,反-8,10-十二碳二烯-1-醇),纯度约为 97%;诱芯为反口小橡皮塞,形状中空,每

个重约 0.3 ~ 0.5 g,由中国科学院动物研究所研制生产(专利号:CN201217257);每个诱芯中性信息素的含量为 1 mg,采用微量注射器滴定法制备。诱捕器为白色三角粘胶式诱捕器(中捷四方生物科技有限公司生产),由钙塑瓦楞板制成,其横向截面为边长 18 cm 的等边三角型,其纵向长度为

25 cm,底部放置粘虫胶板(长 25 cm×宽 18 cm)。

诱捕器安放密度为 1 部/667 m²,其中 2009 年在新疆阿克苏市,为配合进行诱捕器大量诱捕防治试验,部分果园的诱捕器设为 2 部/667 m²。诱捕器安放时间为 4 月下旬至 5 月上旬,其中 2005 年在高台县,诱捕器监测时间较晚,为 6 月下旬,之后定期对诱捕器进行检查,检查频率为每日 1 次至每周 1 次不等,检查时记录诱捕器捕获苹果蠹蛾的数量。每 2 周 1 次更换诱捕器的粘虫板,每月 1 次更换苹果蠹蛾性信息素诱芯。

根据苹果蠹蛾诱捕器的捕获量制作每个果园的苹果蠹蛾成虫消长曲线并对苹果蠹蛾的季节性发生规律进行分析。

2 结果与分析

经过 2005—2010 年的监测,得到了 16 个果园的成虫季节性变化动态。由于 2005 年诱捕器检

查频率较高,为 1 d/次,因此将该年的监测结果分别以每 3 d 和每 7 d 为一个单位进行累加,得到的成虫变化曲线见图 1。由图 1 可知,当对诱捕器的结果进行每 7 d 1 次的累加的时候,反映出的成虫的数量波动与按照每日捕获量作出曲线变化趋势一致,累加结果显示的 3 个成虫捕获高峰分别比实际捕获的高峰晚 6、1 和 5 d,最长不超过 1 周。为了便于进一步的分析,根据上述研究结果,并参考国外研究苹果蠹蛾生物气候学时通常采用的诱捕器检查频率,将所有的诱捕器监测结果统一为每周的捕获量(由于在实际调查过程中,2007 年对诱捕器的检查频率为 3 d/次,因此将 2007 年的监测结果设定为每 6 d 的捕获量),将剩余 15 个果园的成虫捕获量随检查时间的变化进行作图,得到每个监测果园的成虫季节消长曲线(图 2:A~F, H~P)。

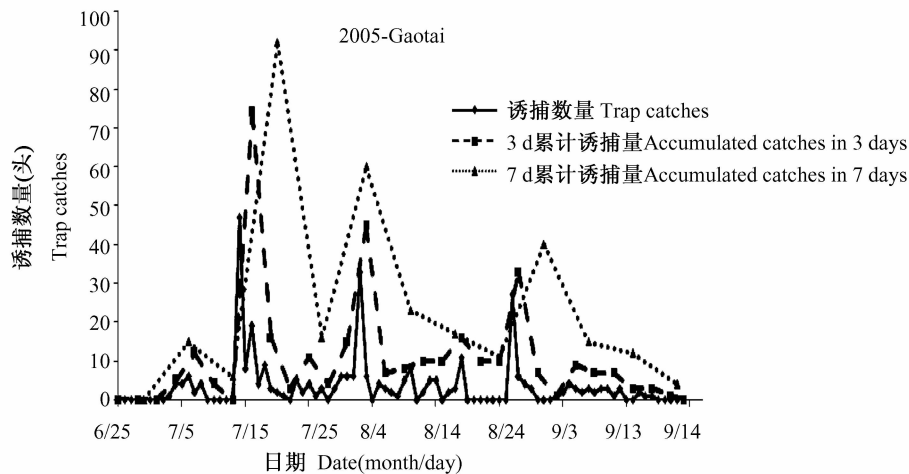


图 1 调查数据不同累加结果反映的成虫动态曲线

Fig. 1 Values of cumulative catches of codling moth at different intervals in sex pheromone traps during 2005

在研究中,多数监测的果园中都采取了较为密集的防治措施,其中图 2 中 O 代表的果园没有采取任何防治措施;图 2(A~I, L~N)代表的果园采取了传统的化学防治措施;图 2 中 P 代表的果园进行迷向防治处理,但是未达到防治的效果;图 2 中 J, K 在化学防治的基础之上又采取了迷向防治措施。从图 2 中可以看出,多数研究果园中的苹果蠹蛾并没有呈现出明显的发生世代高峰,往往在整个生长季中出现断断续续捕获的情况。

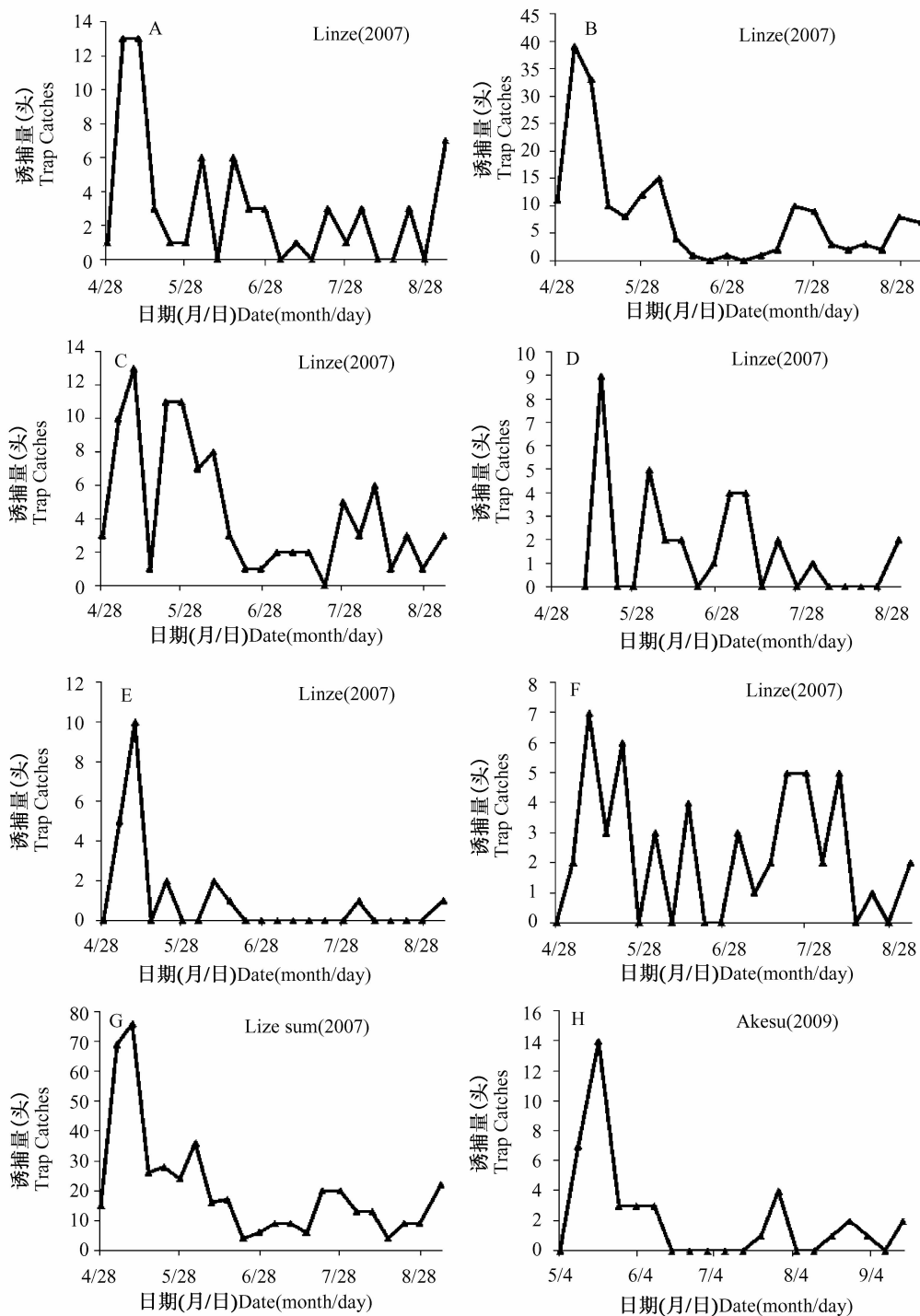
2007 年,最早捕获越冬代成虫的时间是在 4

月 28 日(诱捕器悬挂时间为 4 月 22 日);5 月 10 日左右,越冬代成虫到达羽化高峰(图 2:A~C, E, G);之后捕获数量逐渐减少,在 6 月 21 日—7 月 9 日间降至最低(图 2:A~C, E, G);随后成虫数量上升,在 7 月 21 日—7 月 28 日之间达到捕获高峰;随后成虫数量短暂下降,在 8 月 27 日之后再出现小幅度的上升(图 2:A, B, E, G)。总的来看,2007 年,苹果蠹蛾成虫出现 3 个羽化高峰,分别出现在 5 月上旬、7 月中下旬和 8 月下旬(图 2:G)。此外,越冬代成虫的捕获量在整个生长季的捕获

量中所占的比例最高,后面的捕获量则相对较小(图2:B,E,G)。在许多管理较好的果园当中,虫口基数过小,整个生长季中无法看到明显的世代高峰(图2:D,F)。

2009年,由于多数监测果园开始悬挂诱捕器的时间较晚,因此当年的消长动态图中4月中下旬未出现越冬代成虫发生高峰(图2:H~N);在这

些果园中,5月份捕获的苹果蠹蛾可视为越冬代的延续。5月底至6月上中旬,成虫捕获量出现明显的间断(图2:H~M);6月20日以后成虫捕获数量逐渐上升,但不同果园高峰时间相差较大,多数捕获高峰集中在7月1日—7月18日之间(图2:J~M);之后捕获量逐渐下降,在8月上旬,成虫捕获数量再次上升,时间一直延续到9月中上旬。



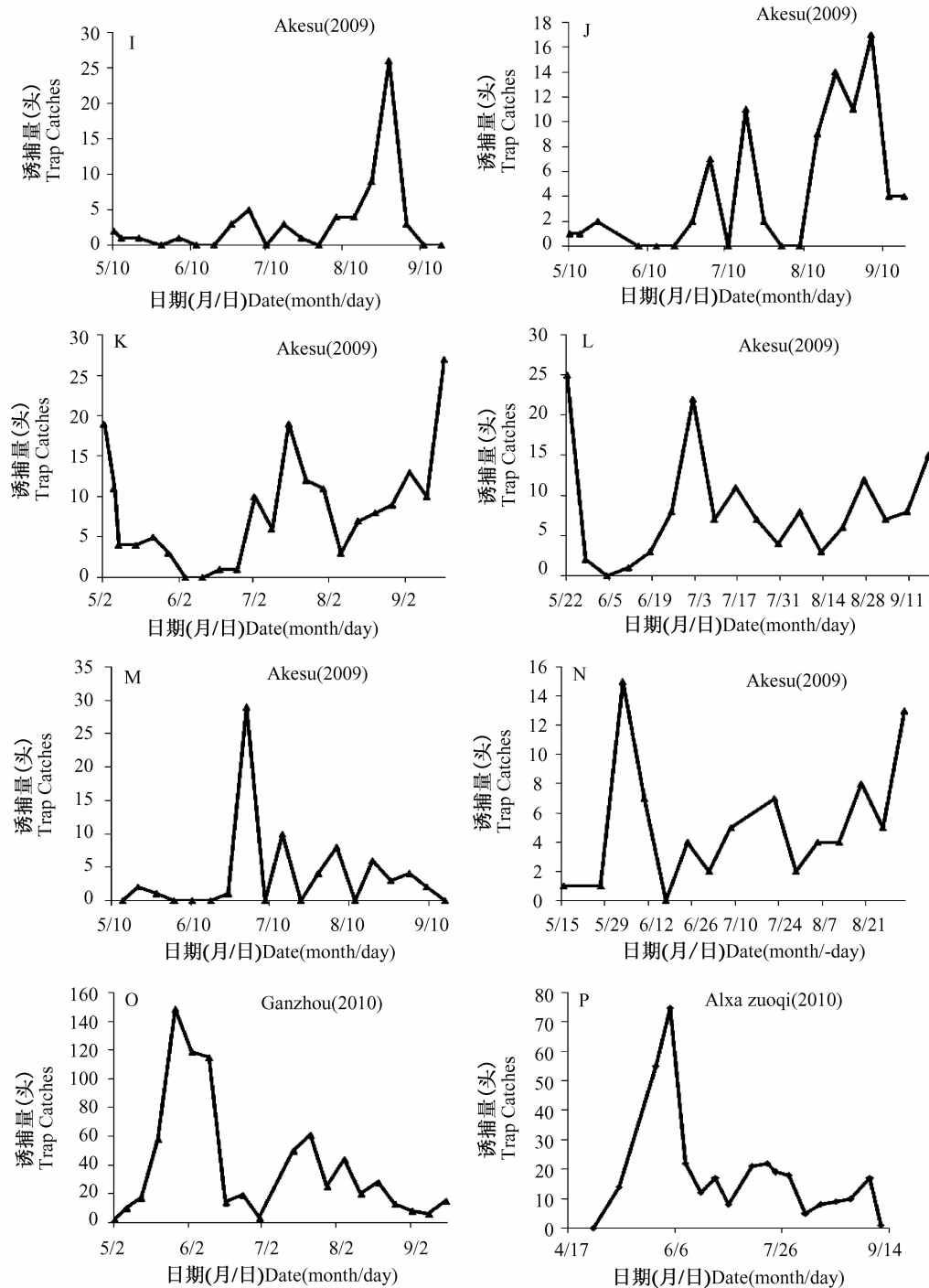


图2 不同监测果园的苹果蠹蛾捕获量动态变化

Fig.2 Weekly catches of codling moth in different monitoring orchards in Northwest China

即使同在阿克苏市,不同果园成虫捕获量高峰时间也有很大的不同,图2中,M与K、L的第1代羽化高峰相差达2周之多;此外,第1世代成虫发生时间和第2世代发生时间还存在明显的重叠现象。与2007年相似,2009年进行监测的果园大多

也采取了较为密集的化学防治措施,成虫捕获量会因此而受到较大的影响。

与2007—2009年的监测不同,2010的监测则是在之前没有采取任何防治措施的果园当中进行的。在甘肃甘州区果园中,诱捕器首次捕获时间

在 5 月 2 日,越冬代成虫 5 月 27 日达到高峰,随后捕获量下降,至 7 月 1 日降至最少;随后成虫诱捕数量逐渐增加,至 7 月 22 日达到第 2 个高峰;之后捕获量再次逐渐下降,在 9 月初再次出现上升(图 2:O)。在阿拉善左旗果园中的捕获情况与甘州区相似(图 2:P),首次捕获成虫时间在 5 月 11 日,越冬代成虫在 6 月 4 日达到高峰;随后捕获量下降,至 7 月 1 日降至最少;随后再次增加,7 月 19 日达到第 1 世代的成虫高峰。之后在 8 月中旬还会出现一个小的捕获高峰并持续到 9 月上旬。

综合所有果园的监测结果,苹果蠹蛾在西北地区主要可以发生 2 个完整的世代,且多数果园中有第 2 代的成虫出现。

3 讨论

经过对新疆、甘肃、内蒙古多个果园的调查发现,苹果蠹蛾在我国西北大部分地区仍然以每年发生 2.5 个世代为主,这与前人的研究结果相一致(林伟丽等, 2006; 许永峰, 2008; 周昭旭等, 2008; 石磊等, 2009; 翟小伟等, 2010)。尽管多数果园中有第 2 世代的成虫出现,但是通常发生在 8 月下旬至 9 月份;通常情况下 9 月后气温降低并不足以使第 3 世代的卵和幼虫完成发育,因此苹果蠹蛾目前在西北多数地区只能发育完成 2 个完整世代与 1 个不完整的第 3 世代。

由于苹果蠹蛾发生规律受气候条件以及果园实地条件的影响,因此在不同年份及不同地区间存在着较大的差异。如 2010 年,甘肃甘州区和内蒙古阿拉善左旗 2 个果园中,发生世代数的总体情况与之前在酒泉和张掖等地的研究结果相似(张荣耀和蒋银荃, 2001; 许永峰, 2008; 翟小伟等, 2010),但是越冬代的出现时间和发生高峰明显的都晚于往年。这主要是由于 2010 年 4 月份西北地区气温低于往年而造成成虫羽化时间推迟。但是除越冬代之外,其他世代出现时间的变化不大,越冬代和第 1 世代之间的间隔明显缩短。此外,本研究发现阿克苏果园中的成虫发生高峰期与张学祖(1958)在巴州以及赵魁杰等(1979)在喀什的调查结果相似,但与周娜丽等(1973)在巴州和林伟丽等(2006)在阿拉尔的调查结果存在较大的不同。这种差异很可能是不同年份气候条件存在较大差异造成的,也可能是由于不同研究者调查的果园采取了不同防治措施所引起的。

在研究中,多数监测的果园中都采取了较为密集的防治措施,成虫捕获数量会因此而受到较大的影响,在整个发生季中未呈现出明显的发生世代高峰。因此以生活史研究为主的监测并不适合在上述果园中进行。

对苹果蠹蛾成虫发生时间以及世代数的调查是对其生物气候学模型进行研究的重要条件,Riedl 等(1976)与 Pitcairn 等(1992)均根据苹果蠹蛾的飞行时期进行预测模型的研究,Rock 等(1993)还曾依据生物气候学模型对苹果蠹蛾在不同地理区域的成虫飞行时间的差异进行过比较。不同研究的结果表明,苹果蠹蛾在我国发生世代数在每年 2 个世代至 4 个世代之间,但是对发生世代数的判断多以成虫消长曲线为根据,综合其他各个虫态进行的研究相对有限。由于在我国多数地区,8 月之后苹果蠹蛾的发生具有明显的世代重叠现象,而且成虫数量普遍较少,因此对此后第 2 世代以后成虫发生实际情况往往难以直接判断,只能根据发生量的大小以及气温变化等因素进行推测。因此,下一步需要有更多的工作对苹果蠹蛾其他虫态的季节性变化进行研究,结合基于有效积温的苹果蠹蛾生物气候模型的研究,对苹果蠹蛾的季节动态进行准确的预测。

从监测的角度看,由于本项研究中多数实验果园都采用过不同程度的防治措施,因此对苹果蠹蛾的成虫的发生动态造成了或大或小的影响,其中迷向处理对越冬代苹果蠹蛾成虫监测的结果影响最大,化学防治对越冬世代之后的各个世代成虫监测结果的影响较大。当发生高峰期每周捕获数量小于 10 头时,这个点的监测结果往往缺乏规律性,无法反映当地的发生世代数。在所有监测的果园当中,无人防治的果园(或对照区)内诱捕器捕获数量对苹果蠹蛾成虫发生规律有较好的反映。此外从 2007 年和 2009 年的监测结果可以看出,即使是在同一县(市)进行的监测当中,不同果园的出现日期也会有所不同,因此在对某一地区苹果蠹蛾的生活史进行研究时,建议选择 3 个以上的果园进行监测,综合各个果园的监测结果并得出结论。

参考文献 (References)

Collyer E, van Geldermalsen M, 1975. Integrated control of

- apple pests in New Zealand 1. Outline of experiment and general results. *New Zeal. J. Zool.*, 2(1):101—134.
- Croft BA, Hoyt SC, 1983. Integrated Management of Insect Pests of Pome and Stone Fruits. New York: A Wiley-Interscience Publication. 1—472.
- Franck P, Reyes M, Olivares J, Sauphanor B, 2007. Genetic architecture in the codling moth: comparison between microsatellite and insecticide resistant markers. *Mol. Ecol.*, 16(17):3554—3564.
- Pitcairn MJ, Zalom FG, Rice RE, 1992. Degree-day forecasting of generation time of *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae) populations in California. *Environ. Entomol.*, 21(3):441—446.
- Riedl H, Croft BA, Howitt AJ, 1976. Forecasting codling moth phenology based on pheromone trap catches and physiological-time models. *Can. Entomol.*, 108: 449—460.
- Rock GC, Stinner RE, Bachelier JE, Hull LA, Hogmire HW, 1993. Predicting geographical and within-season variation in male flights of four fruit pests. *Environ. Entomol.*, 22(4): 716—725.
- Shel' Deshova GG, 1967. Ecological factors determining distribution of the codling moth *Lapspeyresia pomonella* L. in the Northern and Southern Hemispheres. *Ent. Rev.*, 46:583—605.
- 曾大鹏, 1998. 中国进境森林植物检疫对象及危险性病虫害. 北京:中国林业出版社. 168—171.
- 林伟丽, 于江南, 薛光华, 2007. 苹果蠹蛾空间分布型及数学消长模型研究. 新疆农业大学学报, 30(1):40—43.
- 秦晓辉, 马德成, 张煜, 李广华, 王培, 2006. 苹果蠹蛾在我国西北发生危害情况. 植物检疫, 20(2):95—96.
- 石磊, 陈明, 罗进仓, 2009. 3 种性诱捕器诱捕苹果蠹蛾效果比较及成虫的时序动态变化. 甘肃农业大学学报, 44(1):115—117.
- 史惠玲, 王培新, 李鹏飞, 任引朝, 2008. 苹果蠹蛾入侵陕西的风险分析. 陕西林业科技, (4):76—80.
- 许永锋, 2008. 苹果蠹蛾在张掖市发生与为害规律调查. 植物检疫, 22(4):246—248.
- 翟小伟, 刘万学, 万方浩, 蒲崇建, 2010. 甘肃酒泉苹果蠹蛾的发生规律. 昆虫知识, 47(4):715—719.
- 张学祖, 1957. 苹果蠹蛾(*Carpocapsa pomonella* L.)在我国的新发现. 昆虫学报, 7(4):467—472.
- 张学祖, 1958. 苹果蠹蛾的初步研究. 昆虫学报, 8(2): 136—150.
- 张耀荣, 蒋银荃, 2001. 苹果蠹蛾生物学特性及综合防治. 中国森林病虫, 20(1):21—23.
- 赵魁杰, 胡吉买买提, 申凤举, 1979. 喀什地区苹果蠹蛾的初步观察 // 新疆维吾尔自治区植物保护学会. 新疆害虫文选.
- 中华人民共和国动植物检疫局, 农业部植物检疫实验所, 1997. 中国进境植物检疫有害生物选编. 北京:中国农业出版社. 23—26.
- 周娜丽, 宋美杰, 张庆义, 1977. 巴州苹果蠹蛾的初步研究. 巴州科技, (4):1—17.
- 周昭旭, 罗进仓, 陈明, 2008. 苹果蠹蛾的生物学特性及消长动态. 植物保护, 34(4):111—114.