

阿曼古力·吐尼亚孜,阿瓦古丽·艾买提,安尼瓦尔·库尔班,等.阿克苏阿瓦提县苹果蠹蛾消长规律的研究[J].江苏农业科学,2019,47(8):120-123.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.08.027

阿克苏阿瓦提县苹果蠹蛾消长规律的研究

阿曼古力·吐尼亚孜¹,阿瓦古丽·艾买提¹,安尼瓦尔·库尔班¹,李保平²,闰 祺²

(1.新疆农业大学农学院,新疆乌鲁木齐 830052; 2.南京农业大学植物保护学院,江苏南京 210095)

摘要:利用诱雌虫和雄虫的新型性诱剂,调查苹果园苹果蠹蛾和梨园苹果蠹蛾的消长动态并为苹果蠹蛾的防治工作提供科学依据。采用分行取样法,诱捕器固定挂置在梨和苹果树约 1.5 m 高处。每种处理重复 5 次,诱捕器顺行依次排列,间隔 3 株数,共挂置 7 行,每行之间间隔 2 行树,共有 75 个诱捕器试验装置。20 d 更换黏板,取回黏板在室内计数,通过观察成虫颜色、后翅反面有无黑板、翻看尾部生殖器结构分辨雌、雄蛾,分别计数统计。结果表明,在阿克苏阿瓦提县苹果蠹蛾 1 年发生 4 代。越冬代成虫 3 月下旬、4 月上旬开始羽化,4 月下旬达到高峰期。第 1 代 5 月中、下旬达到羽化高峰期。第 2 代 7 月中旬达到羽化高峰期,第 3 代 8 月中旬达到羽化高峰期。第 4 代 9 月中旬达到羽化小高峰期。梨园苹果蠹蛾比苹果园苹果蠹蛾早 1 个月左右达到羽化高峰期。越冬代和第 1、第 2 代苹果蠹蛾对梨树的危害较大,从第 3 代开始对苹果的危害较严重,到第 4 代时梨园的苹果蠹蛾成虫数量比苹果园的明显多,因此梨园是防治苹果蠹蛾的最适场所。

关键词:苹果蠹蛾;苹果园;梨园;消长动态;防治

中图分类号: S433.4;S436.611.2⁺9 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2019)08-0120-03

苹果蠹蛾 [*Cydia pomonella* (L.)] 属于鳞翅目 (Lepidoptera) 小卷蛾科 (Olethreutidae), 俗称苹果小卷蛾、苹果食心虫^[1]。苹果蠹蛾原产于欧亚大陆,在我国危害香梨、沙果、苹果海棠、枇杷、桃、杏、枣、野山楂、板栗属、无花果等,是世界上仁果类果树的毁灭性害虫^[2]。该幼虫蛀果,不仅会降低果实产量和质量,而且造成大量落果,导致严重经济损失^[3]。张学祖于 1957 年在新疆的库尔勒地区首次发现苹果蠹蛾^[4],随后苹果蠹蛾在我国快速传播,1987 年该虫传入甘肃敦煌,并向东扩散,2006 年蔓延到张掖市的临泽、甘州山、丹县^[5]。1984 年余河水等首次在新疆测定苹果蠹蛾性信息素的生物合成^[6],1971 年 Roelofs 等第 1 次鉴定出苹果蠹蛾雌性信息素的主要成分^[7]。苹果和梨是阿克苏地区的重要果树作物,近几年虽然苹果蠹蛾的危害比前几年减少了很多,但部分梨园香梨的蛀果率仍高达 20% 以上,苹果蛀果率达 22% 以上,给梨和苹果的生产带来严重危害^[8]。目前,国内对苹果蠹蛾的生物学特性^[9]、性信息素及其应用^[10-13]、趋性^[14]、天敌调查^[15]和综合防治^[16-17]等方面的研究很多,并获得了较好的研究结果。本试验在参考已有研究成果的基础上,对性信息素和植物源气味的成分构成及比例进行改进,分别研究新性信息素对苹果蠹蛾雌虫和雄虫的诱惑量,并掌握苹果蠹蛾发生规律,明确苹果蠹蛾暴发的生态学机制,而实现减少苹果蠹蛾的危害。

收稿日期:2017-12-28

基金项目:国家重点研发计划(编号:2016YFC201202)。

作者简介:阿曼古力·吐尼亚孜(1993—),女,新疆阿克苏人,硕士,主要从事农业昆虫与害虫防治的研究。E-mail:2504866880@qq.com。

通信作者:安尼瓦尔·库尔班,博士,副教授,研究方向为农业昆虫与害虫的综合防治。E-mail:1834238969@qq.com。

1 材料与方法

1.1 试验地点

试验于 2017 年 4—10 月在新疆阿瓦提县托万克拜什艾日克村进行,阿瓦提县托万克拜什艾日克村位于新疆维吾尔自治区中西部,阿克苏地区西南部,塔里木盆地西北边沿,天山南麓(地处 39°31′~40°50′N,79°45′~81°05′E 之间)。东、北边与阿克苏市接壤,西边与柯坪县毗邻,西南边与巴楚县交界,南部深入塔克拉玛干大沙漠。气候特点是干旱少雨,蒸发量大,日照时间长,无霜期 211 d,年均日照时数 2 679 h;气温年较差 34 ℃,年均日较差 15 ℃。

试验地设计 2 个性信息素诱捕区,试验区 1 果园,主要以种植库尔勒香梨为主,试验区 2 果园,苹果、梨、杏、核桃混种,以苹果为主,树龄平均 15~30 年,行宽约 6 m,株间距约 5 m。果园管理较好,每年施药 2~3 次。

1.2 监测方法

在果园中设计苹果蠹蛾性信息素诱捕器,对果园的苹果蠹蛾成虫发生规律进行监测。诱芯是由南京农业大学植物保护学院生物防治实验室合成的苹果蠹蛾信息素,诱捕器为船形诱捕器,诱捕器里配的白色昆虫黏板由钙塑瓦楞板制成,其横向截面为宽 24 cm、长为 30 cm 的长方形。

诱捕器分别安置于阿瓦提县托万克拜什艾日克镇 1 处梨园(约 6.67 hm²)附近和阿瓦提县托万克拜什艾日克村 3 组的苹果园(约 2.33 hm²)附近,用分行取样法将诱捕器固定挂置在梨树约 1.5 m 高处,每个诱捕器黏虫板中间放置 1 粒诱芯,诱捕器底部写上性诱剂编号。每个处理重复 5 次,诱捕器顺行依次排列,间隔 3 株,共挂置 7 行,每行之间间隔 2 行树,共有 75 个诱捕器试验装置。每 20 d 更换 1 次黏板,取回黏板在室内计数,通过观察成虫颜色、后翅反面有无黑板、翻看

尾部生殖器官结构分辨雌、雄蛾,分别计数统计。

1.3 数据处理

数据用 Excel 2010 进行整理,用 SPSS 19.0 统计分析软件进行方差分析及多重比较。

统计活虫、死虫、化蛹及羽化数,分别计算化蛹率、羽化率和死亡率。

分析统计发育进度的计算公式:

化蛹率 = (活蛹数 + 蛹壳数) / 总活虫数 (活幼虫、蛹、蛹壳) × 100% ;

羽化率 = 蛹壳数 / 总活虫数 (活幼虫、蛹、蛹壳) × 100% 。

2 结果与分析

2.1 越冬基数及存活率分析

2017 年 3 月 25 日至 4 月 1 日在阿克苏地区阿瓦提县托万克白拜什艾日克村的试验区 1 和试验区 2,将果园分为表 1 中的 3 个区 (A、B、C),每个区域用棋盘式 5 点取样法对果园的梨树进行剥查。共剥查 75 株树,共剥出幼虫 516 头,其中存活幼虫数 463 头,死亡幼虫数 53 头。检查过程中发现化蛹幼虫及较多的蛹壳,说明此时越冬代苹果蠹蛾已经开始化蛹羽化。通过统计计算活虫、死虫、化蛹及羽化数,得出化蛹率为 15.31%,羽化率为 10.07%,而越冬死亡率仅为 10.27%。

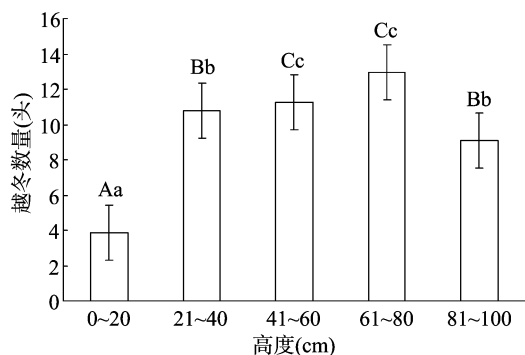
表 1 阿瓦提县苹果蠹蛾越冬基数的调查结果

地区	幼虫总数 (头)	活幼虫数 (头)	死虫数 (头)	活蛹数 (头)	蛹壳数 (头)
A 区	181	164	17	7	14
B 区	160	140	20	9	12
C 区	175	159	16	11	18

2.2 梨树不同部位对苹果蠹蛾幼虫越冬基数的影响

2017 年 3 月 25 日至 4 月 1 日,在阿克苏地区阿瓦提县托万克白拜什艾日克村对试验区 1 和试验区 2 果园的梨树进行剥查,共剥查 75 株树,共剥出存活幼虫 516 头。调查时认真记录每株树在离地 0 ~ 20、21 ~ 40、41 ~ 60、61 ~ 80、81 ~ 100 cm 处的树干老翘皮、树洞和裂缝中的苹果蠹蛾幼虫。由图 1 可知,苹果蠹蛾幼虫在离地 0 ~ 20 cm 高处与 21 ~ 40、41 ~ 60、61 ~ 80、81 ~ 100 cm 处之间的越冬幼虫数量之间有极显著差异,离地 61 ~ 80 cm 处越冬幼虫数量最多,其次是

21 ~ 40 cm 和 41 ~ 60 cm 处的越冬幼虫数量较多,离地 0 ~ 20 cm 处树皮处越冬幼虫数量最少。



不同处理间标有不同小写、大写字母分别表示差异显著 ($P < 0.05$)、极显著 ($P < 0.01$)

图 1 梨树不同高度对苹果蠹蛾幼虫越冬的影响

2.3 梨园苹果蠹蛾消长动态研究

由图 2 可见,在 2017 年 5 月 1 日至 9 月 23 日期间,在阿瓦提县梨园雌雄苹果蠹蛾成虫出现了 4 个高峰期,分别在 5 月中旬、7 月上旬、8 月中旬、9 月中旬。由此可知苹果蠹蛾 1 年发生 4 代。越冬代 3 月中旬开始羽化,4 月中、下旬达到羽化高峰期,本时间段温度为 15 ~ 20 °C。第 1 代 5 月中、下旬达到羽化高峰期,此时温度为 26 ~ 30 °C。第 2 代 7 月中旬达到羽化高峰期,其间温度为 28 ~ 33 °C。第 3 代 8 月中旬达到羽化高峰期,这段时间温度为 27 ~ 33 °C。第 4 代 9 月中旬达到羽化小高峰期,由于收果,第 4 代成虫数量急速减少,影响数据的调查,如果没有收果可能会继续增加,这时温度为 26 ~ 30 °C,由此可知 20 ~ 32 °C 时苹果蠹蛾成虫数量比较多。低于 20 °C 和高于 30 °C 时成虫数量少,基本上没有出现高峰期。20 ~ 32 °C 时成虫数量随着温度的升高而增加,其中温度高于 32 °C 时随着温度上升成虫数量会迅速减少。由此结果可知,苹果蠹蛾成虫羽化的最适温度为 27 ~ 30 °C。由图 2 可以看出,本试验中观察到的苹果蠹蛾各代成虫发生期和结束期之间无明显的时间隔距,一代成虫的发生期还没完全结束另一代就开始发生,由此可知苹果蠹蛾各代成虫有明显的世代重叠现象,尤其是越冬代成虫到第 2 代成虫之间有明显的世代重叠。

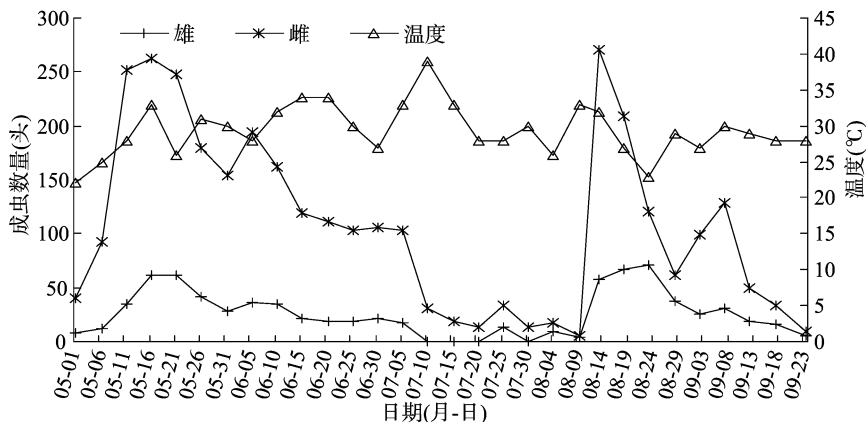


图 2 梨园苹果蠹蛾雄虫和雌虫消长动态

2.4 苹果园苹果蠹蛾消长动态研究

从图 3 可以看出,2017 年 5 月 1 日至 9 月 23 日期间,在

阿瓦提县苹果园雌、雄苹果蠹蛾成虫出现 4 个高峰期,分别在 6 月中旬、7 月中旬、8 月中旬、9 月中旬。结果表明,阿克苏阿

瓦提县苹果蠹蛾在苹果园 1 年发生 3 代。越冬代成虫 4 月中旬开始羽化,5 月上旬达到羽化高峰期。第 1 代 6 月中旬达到羽化高峰期,此时温度为 28~34℃。第 2 代 7 月中旬达到羽化高峰期,这时温度为 28~36℃。第 3 代于 8 月中下旬达到羽化高峰期,这段时间温度为 23~30℃。从图 3 还可以看

出,22~33℃时成虫数量比较多,低于 22℃和高于 33℃时成虫数量少,基本上没有高峰期。28~32℃时成虫数量随着温度升高而增加。由图 2 和图 3 可以看出,苹果蠹蛾第 1 代、第 2 代成虫在梨树上生活,第 3 代开始转移到苹果树上,最后开始越冬时又转移到梨树上。

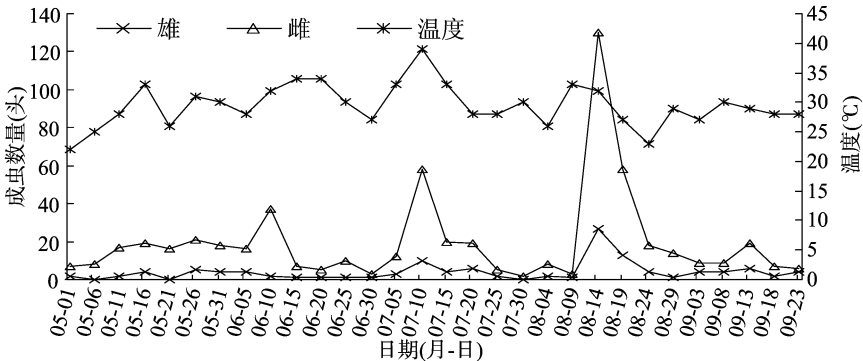


图3 苹果园苹果蠹蛾雄虫和雌虫消长动态

2.5 苹果园和梨园苹果蠹蛾数量比较

2017 年 5 月 1 日至 9 月 23 日期间,每 15 d 分别统计苹果园和梨园的苹果蠹蛾雌虫和雄虫数量。从表 2 可以看出,苹果园 6 月 10 日、7 月 10 日、8 月 24 日数量较多,梨园 5 月 26 日、6 月 10 日、8 月 24 日数量较多。但是每个高峰期之间没有明显的数量差距,这表明苹果蠹蛾有很明显的世代重叠。

表 2 梨园和苹果园苹果蠹蛾诱集量比较

日期	苹果园诱集量(头)		梨园诱集量(头)	
	雄	雌	雄	雌
5 月 11 日	28	4	329	55
5 月 26 日	47	9	524	165
6 月 10 日	61	10	411	99
6 月 25 日	19	3	273	60
7 月 10 日	59	14	200	40
7 月 25 日	42	12	53	13
8 月 9 日	10	3	24	4
8 月 24 日	162	44	403	196
9 月 8 日	23	9	197	93
9 月 23 日	20	12	53	41

旬、7 月中旬、8 月中旬、9 月中旬,9 月 17 日以后苹果蠹蛾成虫数量逐渐减少,不再出现高峰,推测可能是收果影响了苹果蠹蛾的数量,或者收果以后,第 4 代苹果蠹蛾没有完全发育。本研究结果也与先前报道的研究结果一致^[8,19-22]。本研究还发现,梨园第 1 代苹果蠹蛾比苹果园苹果蠹蛾早 1 个月左右达到羽化高峰期。这说明越冬代和第 1、第 2 代苹果蠹蛾对梨树的危害较大,从第 3 代开始危害苹果,第 4 代开始又转移危害梨树。由此可知,梨园越冬代和第 1 代成虫是最好的防治时期,需要进一步研究。

参考文献:

[1] 蔡青年,张青文. 重要农林外来入侵物种的生物学与控制[M]. 北京:科学出版社,2005:363-375.

[2] 李照会. 农业昆虫鉴定[M]. 北京:中国农业出版社,2002:254-257.

[3] 王登元. 于江南新疆农业昆虫图志[M]. 新疆:新疆科学技术出版社,2010:126-127.

[4] 张学祖. 苹果蠹蛾在我国的新发现[J]. 昆虫学报,1957,7(4):467-472.

[5] 秦晓辉,马德成,张煜,等. 苹果蠹蛾在我国西北发生危害情况[J]. 植物检疫,2006,20(2):95-96.

[6] 余河水,臧冰,吴江,等. 苹果蠹蛾性信息素生物活性测定[J]. 新疆农业科学,1984(3):21-36.

[7] Roelofs R, Comeau A, Hill A, et al. Sexattractant of the codling moth: characterization with electronantennogram technique[J]. Science, 1971,174:297-302.

[8] 林伟丽,于江南,薛光华,等. 新疆阿克苏地区苹果蠹蛾和梨小食心虫消长规律的研究[J]. 新疆农业科学,2006,43(2):100-102.

[9] 周昭旭,罗进仓,陈明. 苹果蠹蛾的生物学特性及消长动态[J]. 植物保护,2008,34(4):111-114.

[10] 石磊,陈明,罗进仓. 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[J]. 甘肃农业大学学报,2009,44(1):115-117,137.

[11] 魏玉红,罗进仓,周昭旭,等. 信息素迷向技术防治苹果蠹蛾试验初报[J]. 中国果树,2010(3):48-50.

[12] 杜磊,张润志,蒲崇建,等. 两种苹果蠹蛾性引诱剂诱捕器诱捕效率比较及地面植被的影响[J]. 昆虫知识,2007,44(2):233-237.

3 结论与讨论

3.1 阿克苏地区阿瓦提县苹果蠹蛾越冬后基数及存活率

由本研究结果可知,剥查苹果树 75 株,共剥出存活幼虫 516 头,死亡幼虫 53 头,越冬死亡率仅为 10.07%。由此可知,苹果蠹蛾越冬存活率高。从调查结果来看,梨树不同高处的苹果蠹蛾幼虫越冬能力有极显著差异。结果表明,一般梨树离地 61~80 cm 处越冬的苹果蠹蛾幼虫数量最多,其次为 21~40、41~60、81~100 cm 处之间的区域,由此推测苹果蠹蛾越冬高度范围为 25~85 cm。这可能与苹果树皮的薄厚和温度有关,本结果与石磊于 2008 年得出的试验结果基本一致^[18]。

3.2 苹果蠹蛾成虫消长动态研究

研究结果表明,苹果蠹蛾成虫在阿瓦提县 1 年有 4 个高峰期,并且发现成虫数量和温度变化趋势有一定的相关性。阿瓦提县苹果蠹蛾羽化成成虫的最适温度范围为 27~32℃。在梨园阿克苏阿瓦提县苹果蠹蛾成虫高峰期分别在 5 月中旬、7 月上旬、8 月中旬、9 月中旬。在苹果园分别在 6 月中

吴波,程杏安,蒋旭红,等. 苦参碱农用活性及其结构修饰研究进展[J]. 江苏农业科学,2019,47(8):123-129.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.08.028

苦参碱农用活性及其结构修饰研究进展

吴波,程杏安,蒋旭红,刘展眉

(仲恺农业工程学院天然产物化学研究所,广东广州 510225)

摘要:研究证明苦参碱具有多种农用活性,是当前少数最具推广应用前景的天然植物源农药之一。从苦参碱的杀虫活性,抑制真菌、细菌活性以及生长调节活性 3 个方面对其农用活性研究进行综述,同时对苦参碱衍生物的结构修饰合成进展进行概述。

关键词:苦参碱;农用活性;苦参碱衍生物;修饰合成

中图分类号: TQ450.2⁺1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2019)08-0123-07

苦参碱广泛存在于苦参(*Sophora flavescens*)、苦豆子(*S. alopecuroides* L.)及广豆根(*S. subprostrata*)等豆科植物中,属于四环喹啉啶类化合物,具有多个方面的重要药理活性,研究发现其有镇静、镇痛、解热、降温等中枢抑制性作用,不仅对结核杆菌等有较好的抑制作用,而且在心血管系统、消化系统、抗肿瘤等方面也有较好的药用价值^[1-6]。

植物源农药属于绿色农药的一大类,创制新型绿色农药成为当前农药开发的主流之一。苦参碱因其具有较好的杀虫、抑菌、生长调节等农用活性,成为当前少数最具推广应用前景的植物源农药之一,使其在农业上具有较大的发展前景。因此,本文基于近年来对苦参碱及其衍生物的农用活性和苦参碱结构修饰的研究进行综述,为进一步加快苦参碱在植物源农药方面的研究和开发应用提供指导。

1 苦参碱的理化性质

苦参碱为针状或棱状结晶,分子式为 $C_{15}H_{24}N_2O$,相对分

子质量为 248.36,英文名为 *matrine*,熔点为 76 °C,易溶于水、苯、三氯甲烷、乙醚和二氧化碳,难溶于石油醚^[7]。其结构式见图 1。

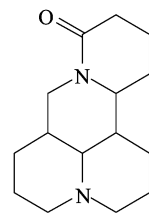


图1 苦参碱结构式

苦参碱为羽扇烷宁(*lupanine*)的异构体,属于四环的喹啉啶类(*quinolizidine*),分子骨架可看作是 2 个双稠环哌啶环拼合而成。由拼合部位可知苦参碱是属于内酰胺状态。苦参碱的 N-16 和 C-15 内酰胺结构可被皂化,生成羧酸衍生物或苦参酸(*matricic acid*),苦参酸又易脱水环合,生成苦参碱^[8]。

2 苦参碱的农用活性

近年来,许多研究人员通过细胞生物学、分子生物学等技术手段在苦参碱农用生物活性试验上做了许多尝试,发现其对植物和禽畜均具有杀虫、抗菌和生长调节等生物活性。

2.1 苦参碱的杀虫活性

2.1.1 农业害虫毒杀活性 苦参碱对多种农业害虫具有显著的毒杀活性,如双翅目韭菜迟眼蕈蚊(*Bradysia odoriphaga*),鳞翅目稻纵卷叶螟(*Cnaphalocrocis medinalis*)、茶

收稿日期:2017-11-21

基金项目:国家自然科学基金(编号:21406274,21376281);国家级大学生创新训练项目(编号:201711347012);广东省大学生科技创新培育专项基金(攀登计划)(编号:K1178350111);广东省大学生创新训练项目(编号:201711347055)。

作者简介:吴波(1993—),男,江西宜春人,硕士,主要从事天然产物农用活性研究。E-mail:919007657@qq.com。

通信作者:程杏安,男,博士,副教授,主要从事天然产物农用活性研究。E-mail:anzai_28@163.com。

[13]谭博,王岩,曹晓艳,等. 利用性诱剂监测新疆果树食心害虫的消长动态[J]. 新疆农业科学,2011,48(7):1287-1291.

[14]朱银飞,马荣,张卫星,等. 苹果蠹蛾成虫对不同波长黑光灯的趋性研究初探[J]. 新疆农业大学学报,2010,33(6):506-508.

[15]李保平,孟玲. 苹果蠹蛾幼虫和蛹寄生蜂种类[J]. 昆虫天敌,2001,23(4):185-187.

[16]常小蓉. 金塔县苹果蠹蛾发生与综防研究[J]. 中国植保导刊,2005,25(4):35-36.

[17]秦占毅,刘生虎,岳彩霞,等. 苹果蠹蛾在甘肃敦煌的生物学特性及综合防治技术[J]. 植物检疫,2007,21(3):170-171.

[18]石磊. 张掖地区苹果蠹蛾的生物学特性和生态学特性研究[D]. 兰州:甘肃农业大学,2008.

[19]郭俊杰,杨寒丽,吴莉莉,等. 新疆库尔勒市苹果蠹蛾发生消长动态调查[J]. 中国植保导刊,2016,36(9):53-55.

[20]罗树凯,梁虎军,陈婧,等. 新疆阿拉尔地区苹果蠹蛾发生规律初探[J]. 新疆农垦科技,2016(5):33-34.

[21]王同仁,艾买尔江·尼亚孜. 苹果蠹蛾发生规律监测及防效试验[J]. 农村科技,2014(10):36-37.

[22]马兰,冯宏祖. 苹果蠹蛾消长动态及果园中赤眼蜂释放技术的研究[J]. 新疆农业科学,2011,48(2):261-265.