

苹果小吉丁虫的生物学及其生活史讨论

李孟楼,张正青

(西北农林科技大学 林学院,陕西 杨陵 712100)

摘 要:为了澄清苹果小吉丁虫的生物学,对我国 1954 年以来的文献和资料进行了归纳和总结。结果表明,该害虫在我国的寄主包括苹果、海棠、沙果(花红)、楸子、香果树、檉子(红果)、山定子、花楸、樱桃和榉栲,其分布区与野生寄主海棠、檉子、沙果等完全重合。该害虫幼虫有 5 个龄期,除在黑龙江可能 2 a 发生 1 代外,在其余省区 1 a 发生 1 代;依据越冬幼虫出蛰、蛹、成虫和当年幼虫越冬等发生期的差异,苹果小吉丁虫在我国具有 4 个年生活史类型区,即黑龙江、新疆、宁夏和青海,内蒙古、吉林和辽宁,河北、河南、甘肃和山东,山西、陕西、湖北和江苏。

关键词:苹果小吉丁虫;分布;寄主;生物学

中图分类号:S763.30 **文献标志码:**A **文章编号:**1001-7461(2017)04-0139-08

Discussion on Biology and Life History Associated with *Agrilus mali* Matsumura

LI Meng-lou, ZHANG Zheng-qing

(College of Forestry, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: In order to clarify the biological characteristics of *Agrilus mali* Matsumura, relative literatures since 1954 were consulted and summarized. The results indicated that the hosts of the parasite included apple, Chinese flowering crabapple, Chinese pear-leaved crab-apple, *Malus prunifolia*, *Emmenopterys henryi*, *Malus asiatica* var. *rinki*, *M. baccata*, mountain ash, cherry and *Cydonia oblonga*. The distribution of this pest was in accordance with the distribution of wild hosts of Chinese flowering crabapple, *M. asiatica* and Chinese pear-leaved crab-apple, etc. The larva of the pest had 5 instars, and it was one generation per year in most provinces except for one generation every two years in Heilongjiang Province. According to the differences in emergence periods, including the eclosion of overwintering larva, pupa, adult and overwintering larva in current year, the *A. mali* possessed four typical areas of annual life history: type I (Heilongjiang, Xinjiang, Ningxia and Qinghai); type II (Neimenggu, Jilin and Liaoning); type III (Hebei, Henan, Gansu and Shandong); type IV (Shanxi, Shaanxi, Hubei and Jiangsu).

Key words: *Agrilus mali* Matsumura; distribution; host; biology

我国苹果栽培面积达 220 余万 hm^2 , 随部分产区树龄老化、疏于管理等, 苹果小吉丁虫 *Agrilus mali* 已在少数产区发生和危害。苹果小吉丁虫是危害成龄苹果树干、枝和幼树树干的重要害虫, 并常在生长势不良、修剪管理不及时的果园危害严重。该害虫幼虫侵入枝、干皮层螺旋状取食韧皮部和形成层, 导致被害树皮干枯、形成虫疤, 枯死枝干常见

虫疤环绕一周, 其危害在树皮上形成的创伤极易诱发腐烂病, 加速被害枝干的死亡^[1-8]。我国学者对该害虫的危害和防治等已进行了不少研究^[9-10], 但对其生物学特性的研究报道仍有部分内容需要探讨; 根据作者的调查和试验, 现对该害虫的生物学讨论如下。

1 我国对苹果小吉丁虫的研究

1954 年翁心桐报道河北交河县苹果小吉丁虫危害幼树,1957 年该害虫被列国内检疫对象,此后我国对其研究范围涉及分布、寄主、习性、生活史、防治、寄主的抗性、天敌利用和检疫措施等^[11-90]。截止 2016 年 10 月,国内可见中文文献约 90 余篇(图 1、表 1),其中 1991—2016 年报道的文献量显著增加,表明该害虫对苹果树的危害在这一时期明显加重,而该害虫近年来的主要发生和危害省区分别是新疆、青海、甘肃等省区,新疆发生区的重害寄主是该害虫的野生寄主,青海和甘肃发生区的寄主是苹果^[6,8-11,14-15,43-46,50,57,67,74,78,86,89]。

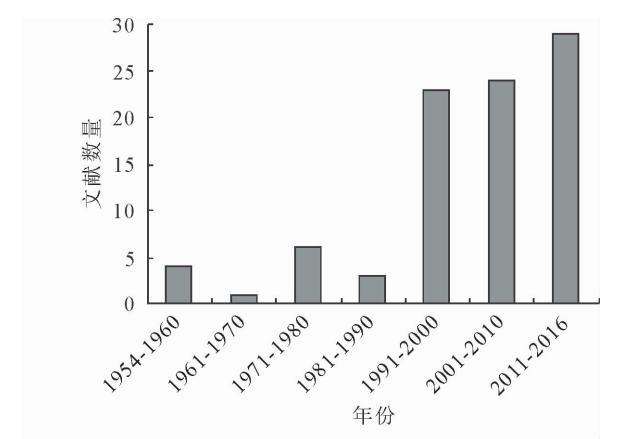


图 1 我国研究苹果小吉丁虫文献量的变化趋势

Fig. 1 Changes in literature number of *A. mali* study in China

表 1 1954 年以来各省研究苹果小吉丁虫的文献数量

Table 1 Literature number of of *A. mali* study in different provinces in China

省份	文献数	省份	文献数	省份	文献数
山东	2	辽宁	2	青海	7
山西	1	吉林	2	湖北	1
内蒙古	4	江苏	1	黑龙江	2
四川	2	河北	4	新疆	39
宁夏	3	河南	4	综合性	7
甘肃	7	陕西	2	合计	90

2 我国的地理分布

国内报道认为苹果小吉丁虫在国外主要分布于朝鲜、俄罗斯、日本等国,起源于欧洲、地中海岛山与和北非等地^[17,51,58,62],但根据现有文献,除 1924 年日本村松茂报道日本有分布、1948 年前苏联报道有分布外(文献难以查找),此后未见任何在国外有分布的研究和报道^[31,38,78],崔晓宁^[79]等的文献综述研究中也未指出在其他国家有分布。因此,该害虫可

能仅分布于我国和朝鲜。

苹果小吉丁虫在我国分布记载比较凌乱,作者整理后的地理分布区包括新疆(伊犁地区的伊宁、巩留、新源、尼勒克、特克斯)、宁夏(泾源、同心、海原)、青海(民和、乐都、循化、化隆、尖扎、贵德)、甘肃(景泰县、张家川县、天水、庆城县、漳县、成县、临洮县)、陕西(凤县、蒲城县、留坝、太白、宝鸡市、铜川市、富平、蒲城)、河北(怀来、平泉、邯郸市及北京、天津)、河南(太行及中条山区)、山东(临沂、蒙阴、沂源)、山西(临汾市、襄汾县)、湖北(宜昌、枝江、当阳)、湖南(?)、四川(茂县、理县、汶川)、广西(?)、云南(丽江)、吉林(大安市)、辽宁(锦州市、兴城县)、黑龙江(哈尔滨、双城、尚志、延寿、尚志、东宁、牡丹江市、林口、宁安、双鸭山、佳木斯市、鹤岗、汤原、依兰、桦川、海伦、绥棱、绥化、双城、五常、阿城、宾县、呼兰、巴彦、木兰、通河、哈尔滨、克东、北安)、内蒙古(包头市、准格尔旗、托克托)^[10-11,16,20-21,31,35,52,71,76,88,90]。

3 寄主与传播途径

部分文献报道苹果小吉丁虫的寄主为香果 *Ligusticum chuanxiong*, 香果(川芎)是草本植物、不可能是其寄主^[87];文献报道该虫的寄主有柳树和栎树,但实为柳干吉丁虫(*Scintillatrix ramirochiana*)(=*Agilus sappouensis*)^[17,47];而文献所报道的寄主还有楸果,实为花楸^[51],文献报道以桃、梨、李、樱桃、山楂和杏为寄主的可能将苹果小吉丁与金缘吉丁虫(*Lampra limbata*)和勒氏长吉丁虫(*Corae-bus rusticanus*)的危害相混淆了^[7,17-18,44-45,55-56,78-79,86],也有文献报道以蔡子为寄主,但蔡子为姜科植物不可能是其寄主^[66]。因此,该害虫的寄可能只有苹果、海棠、沙果(花红)、楸子、香果树、槟子(红果)、山定子、花楸、樱桃和榲桲;但依据苹果小吉丁虫的危害习性,桃和木瓜也极有可能是其寄主(表 2)。

国内文献报道该害虫通过带虫苗木和接穗调运而传播,但也有学者认为该害虫来自当地野生寄主^[11,17,29,31,38,57,63]。由表 2 明显可见,该害虫在国内的地理分布范围与野生寄主海棠、槟子、沙果等完全重合;许多非苹果栽培区均有苹果小吉丁虫的分布,但其寄主则是海棠、沙果、楸子、香果树、山定子、花楸、樱桃等,而与所有苹果栽培区毗邻的野生寄主几乎均有苹果小吉丁虫发生的报道^[16-17,45,51,56,66,73,78,86]。由于至今未见 1 篇有关苗木和接穗携带苹果小吉丁虫的研究报道,因而我国各苹果栽培区发生的苹果小吉丁虫很有可能来自当地野生或半驯化的寄主,由接穗和苹果苗木携带和传播的可能性还需进一步探讨。

表 2 苹果小吉丁虫的寄主及其分布

Table 2 Hosts and distributions of of <i>Agrilus mali</i> in China	
寄主	分布区
苹果	新疆、宁夏、青海、甘肃、陕西、河北、河南、山东、山西、四川、云南、辽宁
海棠	新疆、海棠、青海、甘肃、陕西、河北、河南、山东、山西、湖北、湖南、四川、云南、吉林、辽宁、黑龙江、内蒙古、 <u>江西</u> 、 <u>江苏</u> 、 <u>安徽</u> 、 <u>浙江</u> 、 <u>广东</u> 、 <u>广西</u>
沙果	新疆、宁夏、青海、甘肃、陕西、河北、河南、山东、山西、湖北、四川、云南、辽宁、内蒙古、贵州
楸子	新疆、宁夏、青海、甘肃、陕西、河北、河南、山东、山西、辽宁、内蒙古
香果树	甘肃、陕西、河南、湖北、四川、贵州、云南、 <u>江西</u> 、 <u>江苏</u> 、 <u>安徽</u> 、 <u>浙江</u> 、 <u>福建</u> 、 <u>湖南</u> 、 <u>广西</u>
山定子	甘肃、陕西、河北、山东、山西、辽宁、吉林、黑龙江、内蒙古
花楸	甘肃、陕西、河北、山东、山西、吉林、辽宁、黑龙江、内蒙古
樱桃	新疆、青海、甘肃、陕西、河北、河南、山东、山西、四川、云南、辽宁、贵州、 <u>安徽</u> 、 <u>江苏</u> 、 <u>浙江</u> 、 <u>江西</u>
榲桲	新疆、陕西、河北、山东、湖北、江苏、吉林、辽宁、黑龙江、内蒙古

注：“xxx”非苹果小吉丁虫分布省份。

4 危害和习性

苹果小吉丁虫的危害和习性描述已有不少报道^[3,6-10,14-16,19,29,33-35,37-38,53-55,57,63,68-69,84,89],但不少因观察或研究条件限制,描述不清晰;危害和习性对于澄清生活史、调查危害程度和选择防治方法等比较重要,因而整理如下。

苹果小吉丁虫幼虫孵化后,直接咬穿紧贴树皮的卵壳、蛀入树皮的表皮层,初龄幼虫经过夏、秋季的蛀食和发育,至 11 月休眠前体长多在 4~6 mm,蛀入表皮的深度<3 mm,表皮下蛀道紫褐色、蜿蜒如线状。凡被害处表皮黑褐或深褐色稍下凹、即“虫疤”,虫疤上虫道明显、色稍浅,虫道两侧各 1 列微孔(通气孔),虫疤处树皮外都有红褐色胶状物流出、即“流红油、冒油”,渗入蛀道内树液被虫粪染为红色,再自接近表皮的微孔流出,干燥后为 2 mm 大小的黄色胶块。

越冬幼虫出蛰后、蛀食量增加,粪便自体后排出充满蛀道,随虫体逐渐增大、蛀道随之增长加宽,蛀道由表皮深入到韧皮部,被害处皮层枯死,稍微凹陷,呈暗褐色或黑褐色,但虫疤上的流红油现象已不普遍。5 月中旬以后幼虫蛀入形成层为害,食量和蛀道进一步增大,蛀道宽约 3 mm、充满褐色虫粪、木质部与韧皮部分离,严重损害了树液的输导组织;如虫疤绕枝干一周、输导组织均被切断、导致枝干或整株死亡,被害重的树木自 6 月上旬开始可见枝、叶萎蔫至枯死,叶变黄或枯黄、果实皱缩脱落。幼虫老

熟后蛀入木质部 3~5 mm,约 10 d 筑一香蕉形蛹室,而后幼虫体短缩、变为椭圆形预蛹,再约 10 d 后化蛹。

至化蛹时,树干或大枝条上的椭圆形虫疤大小为(1~3)cm×(4~8)cm,面积 20~60 cm²,虫疤内的蛀道回旋 1.5~2 周,蛹室多在虫疤中央。小枝上的虫疤环绕枝干成带状,蛀道常不回旋,部分虫疤内的蛀道长 13~17 cm。冬季或第 2 年春,虫疤处的树皮干枯、翘裂、脱落、难以愈合,并诱致腐烂病发生、加速树木死亡。

成虫羽化后咬穿韧皮部,再将表皮咬一直径 2~2.5 mm 半圆形的羽化孔、出穴,有假死性,取食苹果等寄主叶补充营养(偶尔食害梨叶),叶缘及叶面食痕呈小弧状的不规则缺刻;1 次飞行约 1~5 m,喜光、热,晴天 10:00—16:00 常数头聚于 1 树或 1 枝,沿枝条爬行,绕树冠下部飞翔、交尾、取食,每天早、晚或阴雨大风天气则静伏于叶、枝上不动。雌虫多在下午趋向于长势衰弱的寄主产卵,这是果园中被害株多呈核心分布的原因之一;卵多散产于向阳面枝干上接近嫩皮的疤痕里、粗皮裂缝、芽两侧、小枝基部等不光滑处;每次产 1 粒,每处落卵 1~4 粒,最多 5~6 粒,一处具 10 数粒卵时并非一次或一虫所产;室内饲养雌虫一生产卵 20 余粒,产卵期 10~20 d。所以在果园呈片状分布。

5 生活史

国内已有研究结果^[8-10,14-16,18,45,50-51,64,66,73,78,86]表明,苹果小吉丁虫卵从孵化侵入树皮蛀食、历越冬到再蛀食后幼虫发育老熟大约 5~7 个月,而老熟幼虫化蛹至成虫羽化并脱离蛹室(出穴)基本在 5~7 月(表 3)。由表 3 可知,除预蛹期和成虫在蛹室停留期的历期变化范围差异小外,其他各发育阶段的历期变异范围均较大,这是苹果小吉丁虫生活史描述与当地地理环境不相符的原因之一。该害虫生活史描述与当地地理环境不相符的另一原因是,每一发育阶段的始期~末期的气温随月份的变化而不相同。在苹果小吉丁虫年发育期内(除过越冬阶段),气温由低到高大约为 6~8 月>4~5 月≈9~10 月>3 和 11 月;虽然各地的气候变化规律不同,但在该害虫蛹期的 4 月上旬~5 月上旬发育历期较长、约 14~16 d,而在 5 中旬~8 月约 10~13 d。同理,成虫补充营养期的 5 月中下旬可能需要的时间约 15~24 d,产卵历期约 15~20 d,卵期约 15~20 d,6 月上旬~8 月下旬补充营养期约 3~14 d、产卵历期约 10~15 d、卵期约 8~14 d。

省	代数/年	越冬虫态	3月			4月			5月			6月			7月			8月			9月			10月			11月		
			上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下			
河南省	1/1	幼虫	...	...	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	...	
甘肃省	[2/3] [1/2] 1/1	幼虫	...	...	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	...		
山东省	1/1	幼虫	...	...	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	...		
山西省	1/1	幼虫、蛹	...	...	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	...		
陕西省	1/1	幼虫、蛹	...	...	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	...		
湖北省	1/1	幼虫	...	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	...				
江苏省	1/1	幼虫	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	...				

注：“()”,缺失报道,本研究增加;“[]”,错误报道,本研究删除。

表 3 苹果小吉丁虫各发育阶段的发育历期(根据 1956—2016 年资料汇总)

Table 3 Developmental periods in different developmental stages of of *Agrilus mali*

(summarized from the literatures during 1956 to 2016)

发育阶段	月份	历期/d	发育阶段	月份	历期/d
出蛰至预蛹	上/3 月—上/4 月	—	成虫补充营养期	中/5 月—下/8 月	3~24
预蛹期	下/3 月—中/4 月	8~10	产卵历期	下/5 月—中/8 月	10~20
蛹期	上/4 月—中/8 月	10~16	卵期	下/5 月—下/8 月	8~20
羽化后在蛹室停留期	上/5 月—中/8 月	8~10	当年幼虫	上/6 月—下/12 月	—

苹果小吉丁虫的生活史在国内各分布省区几乎都有研究报道,但因研究范围、海拔、环境的限制,部分研究结果有待商榷。该害虫在我国的年发生代数各地报道不一,甘肃有报道认为 1 a 1 代、2 a 1 代、3 a 2 代^[6,45,50,89],黑龙江报道认为 2 a 1 代^[88],其余各省区报道认为 1 a 1 代(表 4)。由于地理位置和纬度更偏北的新疆、宁夏、青海、辽宁、吉林和内蒙古年均发生 1 代,因而甘肃天水、陇南及临夏所报道 2 a 1 代、3 a 2 代肯定属失误;该害虫在新疆发生于伊犁地区,而伊犁和黑龙江的纬度相差不大,所以黑龙江所报道的 2 a 1 代是否确切也应继续进行探讨。

因苹果小吉丁虫发生区地理环境和气候间的差异,以往观察研究受所选择的条件限制,生活史描述也难免出现欠缺。总结我国各地研究结果,苹果小吉丁虫生活史可划分为 4 个不同的形式(表 4):黑龙江、新疆、宁夏和青海蛹期应该始于 5 月中旬、成虫出穴期(爬出蛹室)见于 6 月中旬、产卵和幼虫孵化始期分别见于 7 月上旬和中旬,但越冬幼虫出蛰期、成虫终见期和幼虫越冬期有所不同;内蒙古、吉林和辽宁蛹期、成虫出穴期、产卵期和幼虫孵化始期分别始于 5 月上旬、6 月上旬、6 月下旬和 7 月中旬,仅越冬幼虫出蛰期不同;河北、河南、甘肃临夏以东及东南部和山东蛹期、成虫出穴期、产卵期和幼虫孵化始期分别始于 5 月上旬、5 月下旬、6 月中旬和 6 月下旬,其他生活史习性基本一致;山西、陕西、湖北和江苏蛹期、成虫出穴期、产卵期和幼虫孵化始期分别始于 4 月上旬、5 月上旬、5 月下旬和 6 月上旬,仅越冬幼虫出蛰期不同。

2013 年以幼虫体长、口缘宽(头宽)和尾叉长 3 个指标的研究报道认为,苹果小吉丁幼虫有 5 个龄期^[12];1997 年以头宽为指标的研究报道则认为,该害虫幼虫具有 6 个龄期^[37]。比较 2 个研究报道的头宽指标值,1997 年报道的 1 龄、2 龄及 3 龄、4~6 龄分别与 2013 年的 3 龄、4 龄和 5 龄相同。因此,可以肯定该害虫幼虫只具有 5 个龄期。

6 结论

苹果小吉丁虫危害苹果属及蔷薇科部分果树,

常发生于生长势衰弱、管理不到位的果园,严重危害时导致被害枝和果树死亡,其蛀害所形成的伤口和“虫疤”则引发腐烂病危害^[26,30]。明确该害虫的寄主、生活史和生物学,是查明其危害程度和虫口数量、选择防治时期和方法的基础。因此对我国 1954 年以来的相关研究和报道进行了归纳和整理,厘清了苹果小吉丁虫在我国的分布、寄主和生活史。尽管该害虫蛀害枝条或树干后留“虫疤”,但“虫疤”只有在小幼虫蛀入皮层的“流红油”期显著可见,“虫疤”颜色和形状在幼虫的其余危害期和蛹期几乎与健康树皮难以区分,因此在“流红油”期最适宜调查该害虫危害程度和虫口数量。此外,部分文献报道该害虫也分布于湖南^[17]、广西^[71],但佐证文献不足,还有待于核实;对该害虫的生物防治,也可以考虑使用花椒吉丁啮小蜂^[91]。

参考文献:

[1] 丁培棣. 苹果枝干害虫的发生及防治要点[J]. 河南农业, 1996 (12):15.

[2] 卫石发. 防治苹果小吉丁虫有好办法[J]. 农业科技信息, 1994 (11):24.

[3] 山东省农林局. 苹果树危险性害虫苹小吉丁虫简介[J]. 山东果树简讯, 1967(5):8-9.

[4] 中国农业科学院情报资料室. 煤焦油防治苹果小吉丁虫[J]. 中国农业科学, 1960(4):54.

[5] 牛玉玲. 特克斯县主要林业有害生物的防治措施[J]. 国土绿化, 2015(2):36.

[6] 牛济军. 苹果小吉丁虫的发生规律及防治措施[J]. 甘肃农业科技, 2000(1):45-46.

[7] 王以胜. 苹果小吉丁虫的发生与防治[J]. 落叶果树, 1995(1):33.

[8] 王成育. 尖扎县苹果小吉丁虫防治技术[J]. 青海农技推广, 2006(1):39.

[9] 王念平, 于江南, 陈卫民, 等. 苹果小吉丁虫发生规律及防治技术研究[J]. 林业实用技术, 2007(9):30-31.

[10] 王念平. 伊犁河谷苹果小吉丁虫发生规律和综合防治技术研究[J]. 乌鲁木齐:新疆农业大学, 2012.

[11] 王春晓, 赵健桐, 隋建中, 等. 新疆发生苹果小吉丁虫[J]. 新疆农业科学, 1995(5):225-226.

[12] 王智勇, 张彦龙, 杨忠岐, 等. 苹小吉丁(鞘翅目:吉丁甲科)幼虫龄数的测定[J]. 林业科学研究, 2013, 26(6):786-789 .

WANG Z Y, ZHANG Y L, YANG Z Q, et al. Determination

of larval instars of *Agrilus mali* Matsumura (Coleoptera: Buprestidae) [J]. Forest Research, 2013, 26(6): 786-789.

[13] 王智勇,杨忠岐,张彦龙,等. 利用 4 种肿腿蜂(膜翅目:肿腿蜂科)防治危害新疆野苹果林的苹小吉丁(鞘翅目:吉丁甲科) [J]. 林业科学, 2014, 50(8): 97-101.

WANG Z Y, YANG Z Q, ZHANG Y L, *et al.* Biological control of *Agrilus mali* (Coleoptera: Buprestidae) by applying four species of bethylid wasp (Hymenoptera: Bethyidae) on *malus sieversii* in Xinjiang [J]. Scientia Silvae Sinicae, 2014, 50(8): 97-101.

[14] 王新,韩驰,李影丽,朱守卫. 新疆新源苹果小吉丁虫的发生及防治[J]. 中国果树, 2006(2): 54-55.

[15] 王鑫. 贵德县苹果小吉丁虫的防治技术[J]. 青海农技推广, 2000(2): 37 .

[16] 冯凯歌. 苹果透翅蛾和苹果小吉丁的发生与防治[J]. 现代农村科技, 2013(13): 23.

[17] 冯明祥. 要警惕果树几种危险性害虫在我国的传播[J]. 植物检疫, 1992, 6(4): 291-293.

[18] 古丽努尔,王洁. 苹果小吉丁虫发生规律及防治措施[J]. 农村科技, 2013(9): 33-34.

[19] 辽宁农学院植保专业. 苹果小吉丁虫[J]. 新农业, 1973(23): 15-16.

[20] 刘旭,石万成,李建荣. 四川西部高原苹果害虫区系研究[J]. 西南农业大学学报, 1999, 21(1): 68-70.

LIU X, SHI W C, LI J R. The fauna of apple pests in the western plateau of Sichuan[J]. Journal of Southwest Agricultural University, 1999, 21(1): 68-70. (in Chinese)

[21] 刘忠权,陈卫民,许正,等. 新疆天山西部野苹果林分布与苹果小吉丁虫危害现状研究[J]. 北方园艺, 2014, 38(17): 121-124.

LIU Z Q, CHEN W M, XU Z, *et al.* Malus sievers forest distribution and *Agrilus mali* Matsumura status of damage in the west part of Tianshan Mountains[J]. Northern Horticulture, 2014, 38(17): 121-124. (in Chinese)

[22] 刘爱华,王玉兰,阿里木. 两种药剂防治苹果小吉丁虫试验[J]. 新疆农业科学, 2005, 42(Supp. 1): 101-102.

[23] 刘爱华,王登元,张新平,等. 新疆苹果小吉丁优势天敌控害效果初探[J]. 新疆农业科学, 2010, 47(8): 1522-1525 .

[24] 刘爱华,张新平,王登元,等. 苹果小吉丁刻柄茧蜂幼虫空间分布型和抽样技术研究[J]. 新疆农业科学, 2011, 48(7): 1292-1295.

[25] 刘爱华,张新平,温俊宝,等. 苹果小吉丁虫入侵新疆的风险分析及管理对策[J]. 江苏农业科学, 2013, 41(3): 105-107.

[26] 刘爱华,张新平,温俊宝,等. 天山野苹果林苹果小吉丁与苹果腐烂病复合危害研究[J]. 新疆农业科学, 2014, 51(12): 2240-2244.

[27] 刘爱华,阿里木,徐毅,等. 新疆野果林苹果小吉丁幼虫空间分布型研究[J]. 西北林学院学报, 2007, 22(6): 92-94.

LIU A H, ALIMU, XU Y, *et al.* Study on spatial distribution patten of *Agrilus mali* larvae in wild fruit forests in Xinjiang [J]. Journal of Northwest Forestry University, 2007, 22(6): 92-94. (in Chinese)

[28] 刘逸冷,祝建波. 新疆野苹果小吉丁虫防治试验[J]. 福建林业科技, 2015, 42(2): 138-160.

[29] 向守宏. 苹果小吉丁虫的发生规律和防治方法[J]. 中国南方果树, 1997, 26(2): 41.

[30] 孙益知,梁英英,孙弘. 陕西苹果小吉丁虫的研究[J]. 西北农学院学报, 1979(2): 47-56.

SUN Y Z, LIANG Y Y, SUN H. Studies on the apple buprestid (*Agrilus mali* Mats.) in Shensi[J]. Acta Collegii Settentrionali Occidentali Agriculturae, 1979(2): 47-56. (in Chinese)

[31] 孙益知. 关于苹果小吉丁虫检疫问题的商榷[J]. 植物检疫, 1983(5): 80-81.

[32] 托肯,周英. 苹果小吉丁虫在天山野果林的发生及防治[J]. 农村科技, 2012(2): 38-39.

[33] 自治区动植物检疫站. 重要检疫害虫-苹果小吉丁虫在我区泾源县首次发现[J]. 宁夏农林科技, 1974(8): 15-16.

[34] 邬新荣. 内蒙古西部区苹果密植栽培的病虫害防治[J]. 内蒙古农业科技, 2013(2): 82-83.

[35] 何海明,黄建平. 伊犁地区果树发生苹果小吉丁虫[J]. 新疆农业科技, 1999(6): 18.

[36] 努尔江·努尔海依甫,周英. 新源天山野果林苹果小吉丁虫发生情况及防治对策[J]. 新疆林业, 2011(6): 40-41.

[37] 吴雪娥,马福杰阿拉丁·达吾来西,刘云霄. 新疆苹果小吉丁虫生物学特征及其防治[J]. 新疆农业科学, 1997(6): 273-274 .

[38] 张汉斐. 伊犁野果林苹果小吉丁虫发生动态及防治[J]. 新疆农业科技, 2000(6): 22.

[39] 张兴旺. 蛀干害虫的树干注药防治[J]. 果树实用技术与信息, 2002(7): 18-19.

[40] 张权. 同心等地苹果小吉丁虫发生严重[J]. 宁夏农林科技, 1995(4): 56.

[41] 张宏,杨丽. 苹果小吉丁虫的防治[J]. 农村科技, 2006(10): 21.

[42] 李玉梅. 苹果小吉丁虫危害规律及防治方法[J]. 现代农业, 1988(5): 34-35 .

[43] 李仲春. 怎样防治苹果小吉丁虫[J]. 中国水土保持, 1995(3): 58.

[44] 李宽莹. 苹果小吉丁虫防治方法[J]. 西北园艺, 1998(4): 33.

[45] 李越. 苹果小吉丁虫的发生与防治[J]. 烟台果树, 2015(3): 56.

[46] 李新苗. 苹果小吉丁虫在青海苹果产区大面积发生[J]. 植保技术与推广, 1998, 18(5): 45.

[47] 李磊,史九玲,王秀君,等. 桃红颈天牛、苹小吉丁虫在栎树上的危害特性及其化学防治试验[J]. 河北林业科技, 2004(1): 22-23.

[48] 杨占原. 苹果小吉丁虫的防治[J]. 内蒙古林业, 1992(7): 29.

[49] 杨志义,宋静. 早春喷药防治苹果小吉丁幼虫效果好[J]. 北方果树, 1994(2): 32.

[50] 杨和平,闫学斌. 苹果小吉丁虫的发生及防治[J]. 落叶果树, 2005(6): 49.

[51] 杨宗琦,陈宗宪. 加强对检疫性害虫苹果小吉丁虫的防治[J]. 农业科学通讯, 1956(6): 371-374.

[52] 杨锋,刘志,伊凯,等. 东北山定子(*Malus baccata* (L.) Borkh) 野生居群表型遗传多样性分析及生态地理分布研究[J]. 植物遗传资源学报, 2015, 16(3): 490-496.

YANG F, LIU Z, YI K, *et al.* Studies on geographical regions and analysis on genetic diversity of phenotypic of natural Population of ‘*Malus baccata* (L.) Borkh’ in northeast of China [J]. Journal of Plant Genetic Resources, 2015, 16(3): 490-

496. (in Chinese)

[53] 辛学. 苹果小吉丁虫防治[J]. 北京农业, 2010(13): 26.

[54] 邹小艳. 人工栽培果园苹果小吉丁虫发生与综合防治[J]. 农村科技, 2015(4): 37.

[55] 阿克木江·扎克, 刘孟君, 胡雪林. 苹果小吉丁虫的发生与防治[J]. 农村科技, 2011(6): 26.

[56] 陈军, 湛玉荣. 苹果小吉丁虫的预防措施及防治方法[J]. 新疆农业科学, 2007, 44(S2): 186-187.

[57] 陈刚. 苹果小吉丁虫的发生与防治[J]. 青海农技推广, 1997(4): 45.

[58] 陈丽. 新疆外来入侵种现状研究[J]. 新疆环境保护, 2012, 34(1): 21-27.

CHEN L. Study on present situation of invasive alien species in Xinjiang[J]. Environmental Protection of Xinjiang, 2012, 34(1): 21-27. (in Chinese)

[59] 陈燕君. 新疆新源县野苹果林资源保护与恢复[J]. 北京农业, 2015(27): 98.

[60] 周汝尧. 中国植物多样性探访万里行 新疆野果林: 苍天的恩赐 人为的劫难[J]. 生命世界, 2013(8): 38-45.

[61] 周园. 秋治苹果小吉丁虫[J]. 中国农业科学, 1959(14): 501.

[62] 季英, 季荣, 黄人鑫. 外来入侵种-苹果小吉丁虫及其在新疆的危害[J]. 新疆农业科学, 2004, 41(1): 31-33.

[63] 季英. 警惕外来害虫苹果小吉丁虫在我区的猖獗发生[J]. 新疆农业科技, 2004(2): 18.

[64] 屈巧凤, 张庆吉, 曾兆连, 等. 苹果小吉丁虫的发生规律及防治[J]. 内蒙古农业科技, 1998(6): 29-30.

[65] 欧阿力别克·巴依朱马, 巩留县野苹果资源现状及保护措施[J]. 农民致富之友, 2015(10): 136.

[66] 临沂地区革命委员会农林局. 做好植物检疫工作消灭苹果小吉丁虫[J]. 山东农业科学, 1973(5): 7-9.

[67] 段勤考. 开沟涂药防治苹果小吉丁虫效果好[J]. 西北园艺, 1995(2): 39.

[68] 茹克亚, 陈卫民, 阿吉古丽. 苹果小吉丁虫的发生规律及防治措施[J]. 农村科技, 2008(10): 38.

[69] 茹克亚·阿不力孜, 于江南, 陈卫民, 等. 新疆伊犁河谷苹果主要害虫发生现状及综合防治技术[J]. 黑龙江科技信息, 2008(25): 129, 209.

[70] 贺朋会. 苹果树枝干害虫的综合防治[J]. 西北园艺, 2014(4): 54.

[71] 赵增锋. 苹果病虫害种类、地域分布的主要病虫害发生趋势及研究[D]. 保定: 河北农业大学, 2012.

[72] 钟宁. 浅议苹果病虫害及其综合治理[J]. 四川林业科技, 1997, 18(4): 66.

[73] 唐学亮, 孙晋. 苹果小吉丁虫的发生规律及防治对策[J]. 山西果树, 2001(1): 46.

[74] 徐培河, 张宏亮, 杜晓莉, 等. 青海苹果主要害虫越冬习性调查[J]. 青海农林科技, 1991(3): 38-41.

[75] 翁心桐. 防止吉丁虫害死幼树的方法[J]. 农业科学通讯, 1954(6): 517.

[76] 耿运江, 董合干, 郝晓云. 伊犁州主要农业外来入侵物种的现状-面临的问题和应对措施[J]. 新疆农业科技, 2015(1): 39-40.

[77] 贾玉龙, 包秀兰. 苹果小吉丁虫发生及防治[J]. 新疆农业科技, 2003(1): 35.

[78] 郭又奇. 苹果小吉丁虫防治技术[J]. 现代园艺, 2010(5): 57-58.

[79] 崔晓宁, 刘德广, 刘爱华. 苹果小吉丁虫综合防控研究进展[J]. 植物保护, 2015, 41(2): 16-23.

CUI X N, LIU D G, LIU A H. Research progress in integrated management of *Agrilus mali* [J]. Plant Protection, 2015, 41(2): 16-23. (in Chinese)

[80] 康芝仙, 高慧艳, 焦培娟, 等. 春季涂药防治苹果小吉丁虫的试验研究[J]. 吉林农业大学学报, 1984, 6(1): 9-13.

[81] 梅闯, 闫鹏, 艾沙江·买买提, 等. 新疆野苹果 (*Malus sieversii*) 受苹小吉丁虫危害程度与树皮厚度、径阶的关系[J]. 中国农业科技导报, 2016, 18(4): 24-30.

MEI C, YAN P, MAMAT A, *et al.* The relationship between Bark thickness and diameter class on *Agrilus mali* damage in Xinjiang wild apple [J]. Journal of Agricultural Science and Technology, 2016, 18(4): 24-30. (in Chinese)

[82] 梅闯, 闫鹏, 韩立群, 等. 新疆野苹果不同类型单株对苹果小吉丁虫抗性差异[J]. 新疆农业科学, 2015, 52(10): 1859-1865.

[83] 黄运江. 苹果小吉丁虫灾害成因及治理[J]. 农村科技, 2004(9): 12.

[84] 焦淑萍, 岳朝阳, 张新平, 等. 新疆林木外来有害生物种类记述[J]. 新疆农业科学, 2009, 46(1): 95-101.

JIAO S P, YUE C Y, ZHANG X P, *et al.* Record and narrate on exotic harmful species of forest in Xinjiang [J]. Xinjiang Agricultural Sciences, 2009, 46(1): 95-101. (in Chinese)

[85] 韩有刚, 唐永清. 伊犁果园害虫综合防治技术[J]. 新疆农业科技, 2011(6): 52.

[86] 韩振德. 苹果小吉丁虫防治技术[J]. 青海农林科技, 2002(3): 59.

[87] 黑龙江农业科学实验所. 防治苹果小吉丁虫(幼虫)的新方法[J]. 农业科技通讯, 1971(7): 40-41.

[88] 黑龙江省园艺研究所植保研究室. 苹果小吉丁虫的防治方法[J]. 黑龙江园艺, 1977(2): 42-45.

[89] 蒲建霞. 甘肃天水苹果园苹果小吉丁虫的防治方法[J]. 果树实用技术与信息, 2011(8): 33-34.

[90] 蔡聪, 高九思, 高阳. 河南省苹果园有害昆虫种群结构及为害性调查[J]. 陕西农业科学, 2010(6): 35-38, 41.

[91] 张伟, 李孟楼. 花椒吉丁啮小蜂生物学特性初步研究[J]. 西北林学院学报, 2010, 25(1): 107-110.

ZHANG W, LI M L. Preliminary study of the biological characteristics of *Tetrastichus zanthoxylumii* [J]. Journal of Northwest Forestry University, 2010, 25(1): 107-110. (in Chinese)