

我国苹掌舟蛾研究进展*

The Advances in the Study of *Phalera flavescens* in China

陈顺秀¹, 庞正轰^{2**}, 杨振德¹, 刘有莲²

CHEN Shun-xiu¹, PANG Zheng-hong², Yang Zhen-de¹, LIU You-lian²

(1. 广西大学, 广西南宁 530004; 2. 广西生态工程职业技术学院, 广西柳州 545004)

(1. Guangxi University, Nanning, Guangxi, 530004, China; 2. Guangxi Eco-engineering Vocational College, Liuzhou, Guangxi, 545004, China)

摘要: 总结我国 50 多年来对苹掌舟蛾 [*Phalera flavescens* (Bremeret Grey)] 的形态学、生物生态学特性和防治技术等方面的研究成果, 分析存在的主要问题, 提出今后研究苹掌舟蛾的发展方向和趋势, 以进一步提高苹掌舟蛾的研究水平和灾害控制能力。

关键词: 苹掌舟蛾 形态学 生物学特性 生态学特性 防治技术

中图分类号: S763.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-7378(2012)03-0207-05

Abstract: The previous study related to the biological, ecological properties and control techniques of *Phalera flavescens* in China are reviewed. In order to improve the study of *Phalera flavescens* and control the pest deserts in China, the common problems and the further research trends are proposed.

Key words: *Phalera flavescens*, morphology, biological propertie, ecological propertie, control techniques

苹掌舟蛾 [*Phalera flavescens* (Bremeret Grey)] 是经济林木的重大害虫之一, 该害虫杂食性强, 危害树种多, 危害严重, 损失巨大。苹掌舟蛾受害树木轻则影响生长, 重则影响产品质量及产量, 甚至造成林木死亡^[1~3]。山东省鲁西地区 1999 年因苹掌舟蛾危害苹果产量减产 20% 以上, 而在曲阜市梨果每年因苹掌舟蛾危害减产 30% ~ 70%, 均造成了巨大的经济损失^[4,5]。苹掌舟蛾不仅危害经济林, 还危害用材林和生态防护林; 不仅在北方发生危害, 也在南方发生危害, 危害程度逐步上升。我国从 20 世纪 50 年代末期开始研究苹掌舟蛾^[6,7], 到 2011 年, 共发表研究论文 40 多篇, 主要从苹掌舟蛾的形态特性、生物生态学特性和防治技术等方面进行研

究。为全面总结我国苹掌舟蛾研究成果, 进一步提高苹掌舟蛾的研究水平和灾害控制能力, 作者对我国苹掌舟蛾的研究进行了回顾, 供今后科学研究和生产实践参考。

1 形态学特征^[6~10]

成虫。体长♂ 17~23 mm, ♀ 17~26 mm, 翅展♂ 34~50 mm, ♀ 44~66 mm。头胸部背面淡黄白色, 腹部背面黄褐色。复眼黑色球形。触角♂ 为丝状, ♀ 为羽毛状, 黄褐色。前翅黄白色, 近基部有 1 个、外缘有 6 个大小不等的银灰色和紫褐色各半的椭圆形斑; 后翅浅黄白色, 外缘杂有 1 条褐色带斑。尾端均为淡黄色。苹掌舟蛾具两个亚种, 即指名亚种 *Phalera flavescens flavescens* (Bremer & Grey) 和云南亚种 *Phalera flavescens alticola* Mell^[10], 前者前翅基部暗斑与外缘的暗带分离, 后者前翅的暗斑通常与外缘的暗带在后缘相连。

卵。直径约 1 mm, 圆球形。

幼虫。初孵幼虫头、足黑色, 身体紫红色, 密被白长毛。4 龄后体色加深, 老熟时头黑色, 有光泽,

收稿日期: 2012-05-10

修回日期: 2012-06-12

作者简介: 陈顺秀 (1985-), 女, 硕士研究生, 主要从事森林病虫害防治研究。

** 通讯作者: 庞正轰 (1957-), 教授, 博士, 长期从事森林培育和病虫害防治教学与科研工作。

* 广西林业局“十五”科技项目 (桂林科学 [2001] 第 80 号) 资助。

身体紫黑色,毛灰黄色,体长50~55mm,体侧有稍带黄色的纵线纹,体上密被黄白色长毛。

蛹。体长约23mm,中胸背板后缘有9个缺刻,腹部末节背板光滑,前缘具7个缺刻,暗红褐色至黑紫色,纺锤形。腹末有臀棘6根,外侧2个常消失,中间2根较大。

外生殖器。♂外生殖器第8腹端部窄,端缘中央“V”形突,中部有1对垫状脊突,基缘1对齿突;爪形突末端尖小,端部长三角形;鄂形突基部两侧具齿形突起,指名亚种 *Phalera flavescens flavescens* 的鄂形突中侧有1枚较大齿突,而云南亚种 *Phalera flavescens alticola* Mell 的鄂形突中侧无大齿突,鄂形突端部弯曲渐细,镰刀形边具小齿;抱器内突和抱器端渐小,抱器背近端部增大拱形;阳茎细直,明显短于抱器瓣;阳端基环后缘中央分页,两侧齿形。♀外生殖器前后表皮约同长、短;第8背片宽舌形;前阴片近帽形,后阴片在开口处弧形内切,两侧隆肿;囊导管中等粗、直、两侧壁骨化;囊体大;囊突小,月牙形^[10]。

2 生物学特性

生活史。据《中国动物志——舟蛾科》^[10]记录,苹掌舟蛾1年1代。在北方翌年6月上、中旬成虫羽化,7月下旬至8月上旬最盛,9月上中旬以虫蛹在寄主植物根部附近表土层越冬。在南方化蛹期及成虫羽化期均延迟半个月左右,幼虫7月开始出现,8月中、下旬危害盛期。苹掌舟蛾在南方部分省区的发生世代数为1年1~3代。王沛霖等^[11]1992年报道,苹掌舟蛾在浙江省黄岩市为害枇杷(*Eriobotrya japonica*)时1年发生1~2代。发生2代的越冬蛹当年4月下旬成虫羽化,卵块于5月上旬出现,5月中旬至6月中旬幼虫轻为害枇杷春梢;6月上中、下旬化蛹;6月下旬至8月上旬为第2代成虫羽化期;卵期为7月下旬至8月上旬,8月中旬至10月上旬为幼虫期为害夏梢叶片严重;9月下旬后陆续化蛹入土越冬。发生1代的越冬蛹直至6月下旬至7月中旬羽化,8月中旬至9月下旬为幼虫危害期。另据朱国庆等^[12]1999年报道,福建莆田地区苹掌舟蛾危害枇杷,1年发生3代。第1代成虫8月上中旬出现,8月中旬出现幼虫,至9月下旬幼虫化蛹并以蛹越冬;第2代成虫10月中下旬至11月上旬出现,10月中下旬幼虫孵化,至11月下旬幼虫入土化蛹越冬;越冬代成虫于翌年4月下旬至6月上旬出现,5月上中旬幼虫出现,7月上旬化蛹。

6~9月幼虫猖獗危害,2~4月份未见幼虫为害,余下月份亦有幼虫危害。

生活习性。苹掌舟蛾属于多食性害虫,其寄主有:苹果(*Malus pumila*)、杏(*Prunus armeniaca*)、梨(*Pyrus* spp.)、桃(*Prunus persica*)、李(*Prunus salicina*)、樱桃(*Cerasus serrulata*)、山楂(*Crataegus pinnatifida*)、枇杷(*Eriobotrya japonica*)、海棠(*Malus nicromaalu*)、沙果(*Malus asiatica*)、榆叶梅(*Prunus triloba*)、胡椒(*Piper nigrum*)、板栗(*Castanea mollissima*)、榆树(*Ulmus pumila*)等14种。作者于2011年8~10月在广西百色市老山林场发现苹掌舟蛾危害西南桦(*Betula alnoides*)人工林,平均虫口密度每株100条以上,危害相当严重,在2~3周内几乎将全树叶片吃光,形似火烧。苹掌舟蛾爆发危害的寄主有:苹果、梨、枇杷、山楂、板栗等经济树种,其他寄主猖獗危害较少。苹掌舟蛾在不同地区的生活习性相近^[6,8,13~16]。其成虫多在夜间羽化,白天隐藏在树冠内、各种树叶丛、墙角、屋檐下或杂草丛中,夜间活动,寿命5~13天不等,强趋光性,成虫羽化后数小时至数日后交尾,交尾后1~3天开始产卵于寄主叶背面,为整齐块状,平均300多粒,最多可达600余粒,卵期5~13天不等。幼虫5~6龄,平均寿命31天左右。幼虫孵化后先集群叶片背面,头向叶缘排列成行,由叶缘向内蚕食叶肉,仅剩叶脉和下表皮,幼虫4龄末5龄初食量大增,进入暴食期,此时幼虫可取食整个叶片,而且常将寄主叶片全部吃光。幼虫的群集、分散、转移常因寄主叶片的大小而异,如为害桃叶3龄时即开始分散;为害苹果、梨叶时,则4龄或5龄才开始分散。幼虫白天停息在叶柄或小枝上,头、尾翘起,形似小舟,故有“舟形毛虫”之称。幼虫有假死和吐丝下垂的习性,这是幼虫应对威胁及敌害的自卫反应。老熟幼虫停止取食则顺着树干爬下或直接坠地入土化蛹越冬。

目前苹掌舟蛾的生物学特性研究还不够全面。比如发生代数的研究,在北方,年发生代数数为1年1代;在南方,年发生代数尚未明确,在浙江黄岩、福建莆田1年1~3代,在南方其它省区1年发生几代有待研究;另外,苹掌舟蛾危害猖獗的寄主为经济类果树为主,其寄主选择性爆发原因等还有待深究。

3 生态学特性

地理分布。苹掌舟蛾在我国已发现在北京、河

北、山西、黑龙江、辽宁、上海、江苏、浙江、福建、江西、山东、湖北、湖南、广东、广西、海南、四川、贵州、云南、陕西、甘肃、台湾等 22 个省(市、区)有分布,其中发生猖獗的地区有:山西、吉林、辽宁、陕西、河北、山东、河南、福建等多个省区^[6,8,13~18]。在国外,在朝鲜、日本、俄罗斯、缅甸等地区^[10]有分布。

空间分布与预测模型。目前,苹掌舟蛾空间分布型研究相对较少。唐鸿庆等^[13]1975 年对西安地区的蛹进行调查表明,越冬蛹潜土深度 2~10cm 不等,与李连昌^[6]1965 年报道的 1~18cm 相差不明显。乔春贵等^[19]1989 年对长春市郊区的净月果园等地区的苹掌舟蛾幼虫空间分布型及抽样技术进行了研究,表明,苹掌舟蛾幼虫空间分布型属于聚集型的负二项分布。伊伯仁等^[20]1991 年在分布型研究基础上对苹掌舟蛾进行了田间抽样调查并根据实际情况提出了苹掌舟蛾预测预报模型,根据模型对 1988~1989 年两年多的样本资料进行模拟预测,结果符合实际情况。

环境因素影响。自然环境中温度、降雨量、大气相对湿度和土壤含水量等环境因子对苹掌舟蛾生长发育及种群数量影响较大。温度与幼虫生长发育关系^[6,21]。当平均气温 25℃ 时,幼虫生长发育历期仅需 24 天,当平均气温为 17℃ 时,历期则延至 41 天;在 10℃、40℃ 条件下苹掌舟蛾幼虫个体死亡率高,在室内相对湿度 60%~70%、温度 10~40℃ 条件下其幼虫发育速度随温度升高加快,10℃、40℃ 分别为幼虫发育的起点温度和最高温度,20~30℃ 为发育适温。温度及降雨量与种群数量发生关系^[6,13,22]。

(1)温度:苹掌舟蛾成虫羽化盛期与温度的高低有关,当日温度高则羽化数量多;同时,苹掌舟蛾种群的发生需高温条件,16.9~31.9℃ 为其生存温度区间,23℃ 以上时成虫开始出土。(2)降雨量:降雨量大小直接影响成虫羽化盛期时羽化数量的多少;7 月份的降雨量大小与其种群数量季节波动有极大关系,即 7 月降雨量多可能导致种群大发生,而干旱年份成虫羽化数量则会受到抑制。大气相对湿度与其发生关系^[21]。在 25~30℃、大气相对湿度 30%~90% 时苹掌舟蛾可完成卵的孵化、幼虫的蜕皮和化蛹并以 40%~80% 的大气相对湿度最利于其生长发育。土壤含水量与蛹羽化关系^[21]。土壤含水量在 30%~70% 时,蛹的羽化率为 56.67%~73.33%,土壤含水量为 80% 时羽化率为 6.67%,土壤含水量 10%~20% 与 90% 以上时,蛹不能正常羽化,土壤含水量的多少直接影响蛹的羽化率。

苹掌舟蛾的生态学特性研究不够系统。苹掌舟蛾的发生发展与各地温度、湿度、光照、风等自然因子变化的关系,与寄主、天敌、人为活动的关系等还未进行深入系统的研究,因此,对其分布范围、发生危害规律等尚未完全掌握,预测预报技术相当落后;同时,其危害爆发是在一定的地理区域范围内,选择性地理爆发原因有待研究。苹掌舟蛾生态学特性的研究手段也比较落后。目前应用研究都只采用一些常规的研究方法,高科技技术手段,如现代信息技术、现代显微技术等先进技术极少应用,表现出重视应用研究而忽视基础研究,研究结果深度不够。

4 防治技术

人工防治。施祖彬等^[23]采用人工采卵、捕杀幼虫进行防治取得了一定的效果。在成虫产卵盛期,人工采集卵块捕杀。利用幼虫集群性在幼虫尚未分散之前人工对其进行捕杀;幼虫扩散后,利用其受惊吐丝下垂的习性,振动有虫树枝,消灭落地幼虫。采取浇水、耕土除蛹方法也可得到较好的防治效果。越冬的蛹在土壤水分饱和状态无法正常羽化,可浇水使土壤水分达到饱和状态,杀死虫蛹;同时越冬蛹较为集中,春季结合耕作,刨树盘将蛹翻出,冻死或晒死,让其虫蛹被鸟类捕食。

物理防治。安建会等^[9]利用成虫的趋光性,在成虫发生期设置黑光灯、电网杀虫灯诱杀苹掌舟蛾成虫,取得了一定的防治效果。

化学防治。李连昌^[6]1960~1961 年在太谷对苹掌舟蛾进行药剂防治试验表明,防治效果较好的有 150~300 倍的 25% DDT 乳剂、6% 可湿性 666、50% 可湿性 DDT 等药剂,其外 1000 倍的 50% 乙硫磷和 80% 马拉松也有一定的防治效果。DDT、666 等化学农药已经被禁用。伊伯仁等^[24]1988 年对苹掌舟蛾进行了 8 种不同化学药剂的防治实验,结果表明生产上选用速灭杀丁、辛硫磷或杀螟松等药剂,可及时有效地控制苹掌舟蛾为害。另赵连吉^[25]1992 年、李云联^[26]1996 年、衡雪梅^[27]2010 年等亦对苹掌舟蛾化学防治作了报道。

生物制剂防治。苏芸金杆菌、除虫菊、苦参碱、微生物杀虫剂“7216”(苏芸杆菌类)等对苹掌舟蛾有良好的防治效果^[2,28~33]。汤勇华^[34]2006 年应用室内实验与田间试验相结合的方法进行防治试验,结果表明以 500~1000 倍液的苏云金杆菌防效最佳,达 85% 以上,略高于 DDVP。张丽芳^[17]2011 年的防治实验表明,25% 灭幼脲 3 号悬浮剂 1500 倍液、

2.5%溴氰菊脂乳油 3000 倍液、20%除虫脲悬浮剂 2500 液对苹掌舟蛾可起到较好的防治效果。另外胡夫防^[35]1995年、张国锁等^[36]2000年对苹掌舟蛾的生物制剂防治亦作了报道。

天敌防治。谢卿媚^[37]、林玉蕊等^[1]研究表明核多角体病毒(NPv)对苹掌舟蛾的感染力及专化性强,对幼虫具有良好的防治效果。张建军等^[38]2004年对苹掌舟蛾进行家蚕核型多角体病毒(BmNPV)感染接种实验表明 BmNPV 至前蛹期才表现出发病症状,幼虫在生长期仍会对植株造成危害,BmNPV 在田间防治效果还需作进一步研究。毛文杰等^[39]研究表明,嗜线虫致病杆菌 HB310 菌株(较佳浓度 1.02×10^8 个/ml)具有强的杀虫效果和拒食活性。另外,利用寄生性天敌进行苹掌舟蛾防治更为环保和适应生产需要。苹掌舟蛾寄生性天敌主要有红股大腿小蜂(*Brachymeria podagrica* Fabricius)、次生大腿小蜂(*Brachymeria secundaria* Ruschka)、啮小蜂(*Tetrastichus* sp.)、长须茧蜂(*Microdus* sp.)等^[40]。有研究表明,在卵期释放赤眼蜂(*Trichogramma* spp.),卵被寄生率可达 95% 以上^[41]。

目前苹掌舟蛾的防治技术研究还不成体系。尽管开展了人工防治、物理防治、化学防治、生物制剂和天敌防治试验,但是这些方法较为零乱,不成体系,难以组装配套。此外,尚未开展防治指标研究,还未知对不同的树种及林分应该在多大虫口密度下、什么时间、采用何种方法,使用何种药物和何种浓度进行防治才可取得最佳的防效,收到最好的生态和经济效益。

5 发展方向和建议

苹掌舟蛾的研究方向应该从区域局部向区域全局群体研究方向发展。经 50 多年的研究,苹掌舟蛾的形态特征已经全面掌握;许多地区开展了针对当地区域化的苹掌舟蛾生物生态学特性及防治技术的研究,但是这些方面的研究大多是在局部区域进行,北方研究报道较多,南方较少,未能达到区域全局化的研究,因此今后应该从北到南的全局区域化群体方向更深层次进行研究以掌握其发生发展。苹掌舟蛾的研究方向应该从定性描述向定量预报方向发展。20 世纪 60~80 年代,在苹掌舟蛾灾害预报方面主要从定性方面进行一些描述,20 世纪 90 年代初建立了预报数学模型,初步开展了定量预报,但是基本未能应用在防治实践上。进入 21 世纪,对预测

预报的要求更高,要求预报出害虫的发生时间、发生地点、发生数量、危害程度、是否需要防治等,因此今后的预测预报等应该向精确定量的方向发展,才能对防治实践产生重大的指导意义。苹掌舟蛾的研究方向应该从单一防治向综合防治方向发展。20 世纪 80 年代前的防治试验以化学防治为主,包括农药种类、使用剂量及浓度和施用时间等筛选试验;至 20 世纪 90 年代,防治主要以生物制剂如苏云金杆菌类等的无公害防治试验为主。21 世纪后多进行了化学药剂和生物制剂相结合的方法进行防治试验。同时,核多角体病毒(NPv)等天敌防治试验亦有相应进行,并收到了一定的成效。从发展历程看是从单一向综合防治的方向发展。今后的防治方向应该从生态环保等方面综合考虑,更加注重利用生物制剂和天敌昆虫等进行综合防治。

建议开展寄生范围研究。苹掌舟蛾是杂食性很强的害虫,其寄生范围尚未弄清,随着苹掌舟蛾生活环境的变化,其危害用材林和防护林树种的范围可能不断扩大,危害程度和造成的经济损失也可能有所上升,这应引起重视并进一步加强研究。建议深化地理分布研究。目前,苹掌舟蛾在国内 22 个省市有分布,但是对其海拔分布范围没有报道。应在此方面加强研究。同时,对苹掌舟蛾在各省区的分布应进一步细化到县(市、区)。在这些基础上绘制苹掌舟蛾地理区域的水平和垂直分布图,为深入掌握其分布范围及综合防治等提供依据。建议深化发生规律研究。目前开展生物生态学特性研究较多的为北方区域,但是苹掌舟蛾在南方的生物生态学特性等却可能与北方不同,即发生危害规律可能存在较大差异。因此,应加强全局区域化苹掌舟蛾发生规律的研究。(1)生物学特性上,加强北方南方地区苹掌舟蛾的遗传基因型、环境、寄主植物对其休眠、滞育、行为习性等特性影响的研究。(2)生态学特性研究上,预报模型、温度及水分等环境因子对苹掌舟蛾的影响在北方地区的研究还处于较为初步状态,其生态学的众多特性亦尚属于空白,南方地区相关研究较之更少,因此可深入利用高科技手段对温度、水分、湿度、有效积温等因子影响苹掌舟蛾发生的关系进行探讨,建立起更精确实用的预报模型并运用到生产实践中;同时,苹掌舟蛾猖獗危害只在较为集中的寄主上及一定的地理区域范围,是否为地理区域气候环境因素致使其种群对生态环境适应规律和扩散趋势发生变化,或是寄主植物本身的因素影响形成,有待进一步探讨;再者,寄主植物的营养次生

物质及挥发性物质与苹掌舟蛾发生危害的相互间关系、昆虫信息素对苹掌舟蛾的种群动态影响等方面亦有待进一步研究。建议开展防治指标研究。苹掌舟蛾危害经济果木林、用材林和防护林的防治指标是不同的,尽管未制定出防治指标也可以开展防治,但是其科学性不强。应该根据目的树种制定苹掌舟蛾防治指标,科学指导防治工作。建议开展生物防治研究。苹掌舟蛾暴发危害以经济果树林木居多,同时也危害用材及防护林,化学药剂防治会对果树产品、环境保护、人畜安全、生物多样性等造成一定影响,因此今后防治应更多的采用生物制剂和寄生性天敌等综合防治进行。使用生物防治时应考虑林种、防治具体方法等以增加防治效果。

参考文献:

- [1] 林玉蕊,吴志远. 苹掌舟蛾药效实验的统计分析[J]. 华东昆虫学报,2000,9(1):85-88.
- [2] 李小妮,谢杰,宋新强,等. 苹掌舟蛾(舟形毛虫)无公害防治[J]. 北方园艺,1995(5):34-35.
- [3] 伊伯仁,乔春贵,康芝仙,等. 苹掌舟蛾预测预报的数学模型与化学防治[J]. 吉林农业大学学报,1991,13(1):20-23,39.
- [4] 马广民. 苹果舟形毛虫的发生与防治[J]. 农业科技通讯,1999(3):32-33.
- [5] 薛玉燕,邢殿菊. 梨园苹掌舟蛾的发生与防治[J]. 中国果树,2007(1):63-64.
- [6] 李连昌. 晋中地区苹果天社蛾的初步研究[J]. 植物保护学报,1965,4(1):69-76.
- [7] 学士剑. 陕西关中地区果树害虫调查简报[J]. 陕西农业科学,1958(4):254-260.
- [8] 薛玉燕,邢殿菊. 苹掌舟蛾的生物学特性与防治[J]. 果农之友,2006(11):28.
- [9] 安建会. 苹掌舟蛾的发生规律与防治[J]. 现代农村科技,2011(11):29.
- [10] 武春生,方承莱. 中国动物志[M]:昆虫纲:鳞翅目:舟蛾科. 第31卷. 北京:科学出版社,2003.
- [11] 王沛霖. 枇杷舟形毛虫的为害及其防治[J]. 福建果树,1992(3):48-49,31.
- [12] 朱国庆,徐祖进,廖剑秋,等. 枇杷舟蛾年发生代数的研究[J]. 武夷科学,1999(15):92-94.
- [13] 唐鸿庆,桂枝荣. 西安地区苹天社蛾研究初报[J]. 西安大学学报,1975(1):93-97.
- [14] 王家民,和喜田. 舟形毛虫的发生及防治研究初报[J]. 辽宁果树,1986(3):26-27.
- [15] 伊伯仁,乔春贵,康芝仙. 苹掌舟蛾生物学、预测数学模型及防治的初步研究[J]. 病虫测报,1990(3):51-56.
- [16] 张洪喜,曹仲臣,赵香兰,等. 冀东地区苹掌舟蛾生物学特性研究[J]. 河北农业技术师范学院学报,1996,10(4):75-77.
- [17] 张丽芳,李兰平. 舟形毛虫幼虫防治效果研究[J]. 现代农业科技,2011(13):153,158.
- [18] 傅丽君. 农药对枇杷园生态系的影响与主要害虫生态控制研究[D]. 福州:福建农林大学,2005:16-24.
- [19] 乔春贵,伊伯仁,康芝仙,等. 苹掌舟蛾空间分布型经济抽样技术的研究[J]. 吉林农业大学学报,1989,11(4):1-5.
- [20] 伊伯仁,乔春贵,康芝仙,等. 苹掌舟蛾预测预报的数学模型与化学防治[J]. 吉林农业大学学报,1991,13(1):20-23,39.
- [21] 高九思,柴利粉,张继敏,等. 山楂舟形毛虫生物学特性及温湿水对其生长发育的影响[J]. 河南农业科学,2006(6):83-85.
- [22] 刘志军,张万军,马忠秋,等. 苹掌舟蛾成虫种群动态变化规律研究[J]. 山西林业科技,2001(3):1-4,35.
- [23] 施祖彬. 板栗害虫苹掌舟蛾、栋毒蛾、黄刺蛾的防治方法[J]. 现代农业科技,2006(12):62.
- [24] 伊伯仁,康芝仙,曹学娜,等. 几种药剂防治苹掌舟蛾的试验研究[J]. 落叶果树,1988(3):41.
- [25] 赵连吉,尹作中. 果树叶部害虫舟形毛虫的防治[J]. 吉林林业科技,1992(4):61.
- [26] 李云联. 顶梢卷叶蛾和舟形毛虫的为害与防治[J]. 落叶果树,1996(1):49.
- [27] 衡雪梅,袁水霞,范军涛. 舟形毛虫的发生危害及防治措施[J]. 河南农业,2010(8):55.
- [28] 孙瑞学,张丽萍. 苹掌舟蛾无公害防治的研究[J]. 北方果树,1998(3):13.
- [29] 孙金钟,李朝安. 两种细菌防治木樨尺蠖和舟形毛虫试验[J]. 林业实用技术,1966(24):10-11.
- [30] 孙瑞学,石得田,宋瑞平,等. 舟形毛虫的药剂防治[J]. 河北果树,1997(2):48-49.
- [31] 孙瑞学,张丽萍. 苹掌舟蛾无公害防治的研究[J]. 北方果树,1998(3):13-14.
- [32] 孙德莹,齐学军. 无公害药剂防治果树害虫苹掌舟蛾效果[J]. 现代化农业,2006(5):5.
- [33] 王艳琴,陈吉清,宛文戈. 应用微生物杀虫剂“7216”防治果树天幕毛虫、舟形毛虫试验[J]. 北方果树,1985(Z1):4-6.
- [34] 汤勇华. 苏云金杆菌敏感性菌株对苹掌舟蛾的毒效试验[J]. 林业调查规划,2006,31(4):88-89.
- [35] 胡夫防. 新法防治苹果舟形毛虫[J]. 北京农业,1995(4):24.
- [36] 张国锁,李燕. 防治舟形毛虫[J]. 河北林业,2000(6):11.
- [37] 谢卿媚,吴志远. 苹掌舟蛾核型多角体病毒病的初步研究[J]. 微生物学通报,1984(5):196-197.
- [38] 张建军. 家蚕核型多角体病毒对其它农林害虫的感染及弱化作用研究[D]. 泰安:山东农业大学,2004:18.
- [39] 毛文杰,宋萍,王勤英. 嗜线虫致病杆菌 HB310 菌株对苹掌舟蛾的生物活性[J]. 中国生物防治,2007,23(1):93-95.
- [40] 傅丽君. 农药对枇杷园生态系的影响与主要害虫生态控制研究[D]. 福州:福建农林大学,2005:16-24.