

青藏高原林木主要害虫发生与绿色防控研究

王保海¹, 翟卿^{1,2}, 张亚玲¹, 潘朝晖³, 梁妍⁴, 范瑞英¹, 扎罗¹, 曹龙²

(1. 西藏自治区农牧科学院, 西藏拉萨 850000; 2. 河南农业大学植物保护学院, 河南郑州 450002; 3. 西藏农牧学院食品科学学院, 西藏林芝 850400; 4. 兰州大学药学院, 甘肃兰州 730000)

摘要:【目的】对过去半个世纪以来青藏高原林木害虫调查取得的成果进行综述。【方法】依据不同的昆虫种类和生态要素, 首次将青藏高原林木害虫划分为人工林和原始林两个区域, 根据不同区域特点进行害虫绿色防控分析。【结果】综述了9种害虫生物学特性、发生规律。【结论】人工林以入侵害虫危害为主; 原始林以土著害虫危害为主。青藏高原林木害虫防治可采用“三改三用”绿色防控, 分区管理模式。

关键词: 林木; 害虫; 生物学; 发生规律; 绿色防控; 青藏高原
中图分类号: S433 **文献标识码:** A

Overview on Main Forest Pest Occurrence and Green Control in Qinghai-Tibet Plateau

WANG Bao-hai¹, ZHAI Qing^{1,2}, ZHANG Ya-ling¹, PAN Zhao-hui³, LIANG Yan⁴, FAN Rui-ying¹, ZHA Luo¹, CAO Long²

(1. Tibet Academy of Agricultural and Animal Husbandry Sciences, Xizang Lhasa 850000, China; 2. College of Plant Protection, Henan Agricultural University, Henan Zhengzhou 450002, China; 3. College of Food Science, Tibet Agriculture & Animal Husbandry University, Xizang Linzhi 850400, China; 4. School of Pharmacy, Lanzhou University, Gansu Lanzhou 730000, China)

Abstract:【Objective】This paper describes the results of forest pest survey in Qinghai-Tibet Plateau over the past half century.【Method】According to different insect species and ecological elements, forest pests in Qinghai-Tibet Plateau are divided into two types: artificial forest and virgin forest. And according to the characteristics of different areas, pest control methods were analyzed.【Result】The biological characteristics and occurrence rules of 9 important pests which occur frequently and seriously are described.【Conclusion】Native pests are the mainly hazard factors in virgin forest, and the main harm of planation was invasive pests Forest pest. Control on Qinghai-Tibet Plateau can adopt ‘three changes to three uses’ green prevention and control methods and zoning management mode.

Key words: Forest trees; Pests; Biology; Occurrence rules; Green prevention and control; Qinghai-Tibet Plateau

【研究意义】青藏高原地域辽阔, 生态环境脆弱, 林业发展科技水平较低。【前人研究进展】20世纪50年代以前, 青藏高原昆虫调查工作十分零星。20世纪50-80年代, 中国科学院、西藏农科院及全国相关大学、科研院所等50多个单位先后组织200多位专家, 进行多年、多次青藏高原昆虫科学考察。20世纪80年代至今, 由于农林害虫爆发, 青藏高原农业院校及科研部门针对农业、林业、草原害虫进行了三次大规模调查。青藏高原昆虫考察覆盖到所有县区, 1500多个不同的生态区域, 20 000多个样点,

包括海拔超过6200 m的阿里、那曲无人区。采集昆虫与蜘蛛标本60余万件, 鉴定出昆虫10 600多种(75%为林业昆虫), 其中命名了1000多种, 发现特有和高山昆虫4330多种, 造成一定危害的80多种。发现印度长臂金龟(*Cheirotonus macleayi* Hopa)、墨脱缺翅虫(*Zorotypus medoensis*)、西藏山蛉(*Rapisma xizangense* Yang)等一批珍稀昆虫。青藏高原成为中国已知昆虫种类最多的区域之一, 丰富了青藏高原的生物资源, 为我国生物资源的保护与利用做出了贡献^[1-14]。【本研究切入点】综述了9种主要害虫生物学特性、发生规律。依据不同的害虫种类和生态要素, 将青藏高原林木害虫划分为人工林和原始林两个区域, 根据不同区域特点进行害虫绿色防控分析。【拟解决的关键问题】本文对青藏高原林木

收稿日期: 2019-03-28

基金项目: 科技基础性工作专项(2014FY210200); 中国博士后科学基金项目(2016M602935)

作者简介: 王保海(1952-), 男, 河南许昌人, 研究员, 学士, 专业方向: 植物保护, E-mail: wangbh@taaas.org, Tel: 13908904954。

主要害虫发生绿色防控进行综述,探讨适合于青藏高原林木害虫发生及生态特点的治理模式。这一地区占中国国土面积的四分之一,平均海拔 4200 m,是长江、黄河、澜沧江等江河的发源地,是藏民族集中居住地区,林地面积约为 6236 万 hm^2 ,占全国的 23.7%。为了抑制青藏高原河谷的风沙,提高生存环境,自 20 世纪 50 年代起开始大规模人工造林,至今人工林面积已达 560 万 hm^2 。这一工程提高了高原林地覆盖面积,减少了风沙侵袭农田,改善了当地小气候。但是,由于植物检疫制度不健全,导致人工林区害虫入侵,成灾逐年严重;另外,由于 20 世纪 50~80 年代原始林地过度采伐,导致害虫间歇性爆发,生态环境受到影响^[2-4]。

1 青藏高原林木昆虫分布

通过分析青藏高原林木昆虫种类与分布特点,结合生态要素、生产实际,并满足便于管理的需求。首次提出将青藏高原林木昆虫分为两大分布区域进行研究,即人工林区和原始林区。2 个区域内的林木种类、昆虫种类、气候条件、人类活动干扰程度截然不同。

人工林区:指植被以人工造林为主的区域,本区域人口集中,生产活动频繁,苗木调运检疫制度不健全,入侵害虫危害十分严重,年年大面积爆发成灾,造成树木成片死亡。主要包括西藏的拉萨、山南、日喀则等,青海的西宁、格尔木等。海拔 3500~4000 m,自东至西逐步抬升,但青海西宁,格尔木海拔较低;由于喜马拉雅山的阻挡,极大地削弱了印度洋季风对本区域的影响,导致该地区高寒、缺氧、干燥,年均温 7℃左右,日照丰富,达 3000 h 以上;降雨量 300~400 mm,由东到西逐步减少。林木以杨树和柳树为主,生物多样性较低,生态脆弱,易受人类活动干扰。本区域仅记录昆虫 660 余种,种类少,但特有种占比高,达 28.49%,其次为古北种和高山种^[2-4,16-17]。

原始林区:主要包括西藏东南、青海南部、四川西部等地区的原始森林。受印度洋温暖气流影响,这个区域气候温暖湿润,年均温 8~12℃,年降雨量 1000 mm,日照丰富,日照时长 2500~3000 h,海拔河谷地带海拔 2000~3000 m,自东至西逐步抬升。墨脱等地海拔较低;海拔 1000 m 左右,年平均气温 15~18℃,降雨量 1200~2500 mm,由东到西逐步减少。高山松、高山栎、红豆杉、香樟分布广泛,为热带雨林、季雨林、针阔叶混交林、针叶林立体生态系统,生态类型、生物多样性丰富。昆虫种类多,已知 3500 多种。东洋种、特有种、高山种分别占

29.87%,25.57%和 19.75%。由于生物多样性丰富,能够达到自然平衡,虫灾频次低,偶有土著害虫间歇发生,4~5 年大暴发一次,次年自然发生轻微^[2-4,16-17]。

青藏高原害虫按照林区类型划分为两个区域,为分区治理提供了可能,在生产实践中发挥了重要作用。

2 青藏高原林木害虫主要种类、生物学特性及发生规律

2.1 人工林区主要害虫

2.1.1 春尺蠖 (*Apocheima cinerarius* Ersehoff) 人工林区中柳树上发生最为严重的害虫,于 20 世纪末、随着柳树从甘肃等地引进而入侵到西藏拉萨、山南、日喀则“一江两河”等地。并不断扩展蔓延,成为人工林区生长季节前期发生的重大害虫。春尺蠖在西藏一年一代,早春气温回升快,土壤解冻早,越冬蛹羽化提前,成虫羽化盛期在 3 月上、中旬,羽化多在傍晚和清晨,温度高、湿度小的地点羽化率高。成虫白天隐藏在林木下残枝、落叶、杂草或树木根际处,不活动。晚间由树干爬到树枝上进行交尾,卵产于树皮裂缝处,3 月中、下旬进入产卵盛期,平均每雌产卵量为 80~100 粒,卵期 19~25 d。卵孵化盛期在 4 月中旬,背风向阳处的卵孵化早。初孵化幼虫潜伏,取食柳树叶芽,幼虫有假死和吐丝现象,被害叶片出现缺刻、孔洞,严重时呈现为秃枝状。幼虫平均历期 33 d,5 月中、下旬,老熟幼虫开始入土化蛹,发育进度与食源多寡关系密切,食源丰富时幼虫期长。化蛹深度一般在 15~30 cm,因土壤含水量而异。树木根际周围的枯枝落叶为其越冬和越夏的主要场所。春尺蠖主要天敌有寄生蜂类、寄蝇类和鸟类等,自然界林区的天敌对其发生有一定的防控作用^[18]。

2.1.2 桃剑纹夜蛾 (*Acronycta ineretata* Hampson) 人工林区中柳树上为害仅次于春尺蠖的害虫,于 21 世纪初,随着柳树苗木运输,从甘肃、西藏林芝等地引入西藏拉萨、山南等地。入侵后成活率极高,成为人工林区生长季节中期发生的重要害虫。桃剑纹夜蛾在拉萨一年一代,以蛹在地下土中、树皮裂缝中作茧越冬。4 月下旬始现成虫,成虫具趋光性,5 月中下旬为羽化高峰,6 月上旬为始卵期,每雌产卵量 80 粒以上,6 月下旬孵化,孵化后幼虫向枝条端部移动。7 月上旬至 8 月初为危害盛期,多自叶片顶部开始取食,低龄幼虫啃食叶片下表皮和叶肉,留下上表皮成纱网状,2 龄以后则将叶片啃食成缺刻、孔洞,严重时将叶片全部吃光至仅剩叶脉,甚至仅留叶

柄。9 月上旬开始化蛹,以蛹越冬^[19]。

2.1.3 河曲丝叶蜂(*Nematus hequensis* Xiao) 人工林区柳树上的第三大害虫。于 21 世纪初随着柳树苗木运输,从甘肃等地侵入西藏拉萨、山南等地。繁殖力强,由于没有原产地天敌的跟进或引入而爆发,成为人工林区生长季节后期发生的重要昆虫,为害十分严重。发生时,柳树大部分叶片被啃光,有的整株呈现秃枝状,树下密布黑色虫粪,造成林业生态景观的破坏。调查发现,严重发生时有虫株率超过 90%,虫口密度达 15~30 头/50 枝条。西藏拉萨城市树木主要是柳树和杨树,为河曲丝叶蜂提供了良好的食物源。在拉萨一年一代,老熟幼虫多在 9 月下旬垂直坠落,在比较松软的土里做茧室越冬。翌年 7 月中旬开始化蛹,蛹期 6~8 d,7 月下旬羽化,8 月上旬为羽化盛期,8 月中旬为产卵盛期,8 月下旬至 9 月上旬达孵化盛期,9 月中旬到幼虫孵化末期,8 月下旬至 9 月上旬是其为害高峰期^[20]。

2.1.4 杨二尾舟蛾(*Cerura menciana* Moore) 人工林区主要土著害虫,取食叶片,严重发生时能把叶片吃光。一年一代,老熟幼虫可分泌黏液,与咬碎的树皮混合做成椭圆形茧室,并将其固着在树干上。成虫有趋光性,多晚上羽化,羽化后立即交尾,交尾 2~3 h 后产卵,卵产于叶片正面,每雌产卵量约为 80~100 粒,有的可达 130~400 粒,成虫寿命 8~10 d。卵孵化率高,可达 95%,卵期 8~10 d^[14]。

2.1.5 青杨楔天牛(*Saperda populnea* Linnaeus) 21 世纪初,随着苗木运输从甘肃等地侵入西藏。以幼虫蛀食枝干为害,蛀孔处形成纺锤状瘤,养分正常运输受阻,导致枝梢干枯、易遭风折,或造成树干畸形,影响成材,甚至整株死亡。在西藏一年一代。以老熟幼虫在树枝的虫瘿内越冬,次年 4 月始现成虫,羽化后常取食树叶边缘以补充营养,2~5 d 后交尾。产卵前会先在枝梢上刻出马蹄形刻槽,后产卵其中,每雌平均产卵量 40 粒。初孵幼虫向刻槽两侧的韧皮部侵害,10~15 d 后,蛀入木质部,被害部位逐渐膨大成虫瘿。10 月上旬老熟幼虫将蛀食的木屑堆塞在虫道末端做成蛹室,幼虫在内越冬^[21-22]。

此外,本区域还有榆白长翅卷蛾(*Acleris ulmicola*),藏柳长痣大蚜(*Longistigam xizangensis* Zhang),长毛喜马象(*Leptomias longisetosus* Chao),尼胸突鳃金龟(*Hoplostemus nepalensis nepalensis* L.),园林金龟(*Phyllopertha horticola* L.)等中度发生的害虫。

2.2 原始林区主要害虫

2.2.1 绿黄枯叶蛾(*Trabla vishnou* Lefebure) 又名栗黄枯叶蛾、栎黄枯叶蛾,在西藏主要发生在藏东南地区,以通麦一波密一带最严重,年度间发生程度

差异显著。年降雨量偏少、雨季偏晚,发生重。大发生时,平均每株幼虫 70~90 头,有的年份有的地区每株可达 280 头以上,造成多种阔叶树叶被啃光,甚至导致整株枯死。年降雨量偏多、雨季偏早,发生轻。发生轻时,仅能发现叶片有缺刻,推测为其危害,但林间基本不见幼虫。可能与阴雨连绵导致白僵菌、核型多角体病毒流行,幼虫感染率提高有关,调查发现,雨量偏多的年份个体自然感染率可达 50%。此外,暴雨对其也有一定的冲刷作用。幼虫期天敌昆虫有捕食性蜻类、蛹期有寄生蜂、寄生蝇,有研究发现寄生率为 40% 左右^[14]。

2.2.2 横坑切梢小蠹(*Tomicus minor* Hartig) 分布于青海黄南州,2003 年以来发生加重,造成油松成片枝梢枯黄,甚至死亡,为害致死率达 39.5%。在当地一年一代,越冬代 4 月中旬羽化,钻蛀为害油松;5 月上旬至 6 月上旬产卵,每雌产卵量平均为 58 粒;6 月上旬至 8 月下旬为幼虫发生期,6 月中旬幼虫达到发生盛期;6 月下旬至 8 月下旬未化蛹,7 月上旬为化蛹盛期;7 月上旬至 10 月上旬为成虫期,7 月下旬至 8 月下旬为羽化盛期,并开始转株或转杆为害,并繁殖下一代,11 月下旬蛀入主杆基部越冬^[23]。

2.2.3 纵坑切梢小蠹(*Tomicus piniperda* Linnaeus) 危害情况与横坑切梢小蠹相似。该虫在青海省一年一代,成虫从被害梢转移到原被害木干基侵入越冬。越冬代成虫于 4 月中旬羽化,6 月下旬到越冬代发生末期。6 月上旬始见卵,6 月下旬为卵末期;6 月下旬始见幼虫,8 月下旬为幼虫末期。为害期 70 d 左右;7 月上旬至 8 月下旬为蛹期;7 月下旬于枝干皮层下可见当代新羽化成虫。8 月中下旬新一代成虫可突发危害,成虫为害期 90 d 左右,11 月中下旬开始蛀入寄主主干基部越冬^[24]。

2.2.4 朱颈褐锦斑蛾 [*Soritia leptalina* (Kollar, 1844)] 雌雄二型。在林芝地区一年发生一代,10 月下旬开始以 3~4 龄幼虫在枯叶及枝梢隐蔽处越冬;次年 3 月上旬,越冬幼虫开始活动;6 月下旬至 7 月上旬,老熟幼虫化蛹;8 月上旬开始羽化,8 月中旬为羽化高峰期,随后交尾、产卵,卵期 6~7 d。成虫白天羽化,交尾当天或次日产卵,单雌产卵量平均 183 粒;幼虫主要取食川滇高山栎,7 龄,少数 8 龄^[25]。

本区域还有云杉梢斑螟(*Dioryctria schuetaeella* Fuchs)、桧小蠹(*Scolytoplatyus* spp)、云杉小蠹(*Scolytus sinopiceus* Tsai)和松毛虫(*Lebeda nobilis* Walker)等中度为害害虫。

2.3 青藏高原林木害虫发生的基本规律

2.3.1 与苗木调运的关系 从系统、群落、种群3个层次和害虫、天敌、林木三者关系,解析人工林5种入侵害虫、原始林4种土著害虫的灾变规律。青藏高原林木害虫无论是从水平分布还是垂直分布角度分析,各分布区的优势种均有不同。研究证明林木与林木害虫是在青藏高原独特的环境条件下,相互制约、协同进化,形成高度复杂而又稳定的对立统一体。但在苗木的调运中,植物检疫不严,打破了原有的平衡。植物检疫与苗木调运对当地害虫种群数量动态及为害成灾的影响极其明显,特别是缺乏植物检疫环节,害虫一旦引入,后患无穷。人工林5种重大害虫中4种为入侵害虫,此外还有青杨天牛(*Saperda populnea* L.),白透翅蛾(*Paranthrene tabaniformis*),光肩星天牛(*Anoplophora glabripennis*)等。

2.3.2 与生态环境的关系 人工林害虫喜干旱半干旱凉性林地。早春温度回升快、多小雨,孵化率和存活率高、为害重。土层深厚,地面覆盖物多的林下,数量多、为害严重。杨二尾舟蛾、青杨楔天牛对北京杨、新疆杨为害重,而对藏青杨、银白杨为害轻。干旱年份发生重,正常年份发生轻;暖冬发生重,寒冬发生轻。原始林害虫喜潮湿半潮湿温性林地。

2.3.3 与人类活动的关系 林地未采伐区域生物多样性丰富,害虫发生轻;采伐区域,尤其是过度采伐区域生物多样性减少,害虫发生严重。对比分析历史数据,研究青藏高原生境多样性对虫害发生的影响,发现大面积单一品种单一种植是人工林害虫入侵成灾的根本原因。探讨主要害虫、天敌与林木的关系,发现多数林木害虫食性比较单一,对寄主植物的依存度极高,而寄主植物的生长状况易受林木管理的影响,进而影响害虫及其天敌的发生。为害基本规律是:人工林害虫发生重,以入侵种类为主;原始林害虫发生轻,以土著种类为主;单一林发生重,混合林发生轻。

3 林木害虫分区治理“三改三用”绿色防控理念与技术体系及分区治理

3.1 林木害虫“三改三用”绿色防控理念

3.1.1 改植物检疫不规范 从区外引进种子、苗木和其他林产品应实施严格检疫。完善机构,建立检疫章程。林木种子园、苗圃不出售携带有害虫的种子、苗木。凡是内地局部或广泛为害严重而青藏高原尚无记录的害虫都应列为检疫对象,从内地引进的种子、苗木及相关产品均需按规定检疫。春季越冬虫态开始活动(约3-4月)和秋季落叶后越冬前

(约10-11月)进行害虫发生情况普查,一旦发现入侵害虫,应立即上报上级林业主管部门,采取防控措施进行防控。重大害虫要彻底防除,控制蔓延速度和范围。

3.1.2 改栽种模式 改单一品种为多树种,多树种搭配造林。规划造林时,要规划营造多树种搭配的混交林。抗性树种和易感树种均要占一定比例。其中,抗性树种为主栽树种,一般是当地适生的树种,占70%~80%左右,如沙棘、银白杨等。易感树种为害虫喜食的树种,占30%左右,可用于对害虫的诱集,便于集中灭杀。现有林区遭受虫害的植株清理后,及时栽植抗性树种填空补缺,使林区逐步改造成结构合理的混交林。

3.1.3 改防治方法 林木害虫绿色防控要以自然控制为主。原始林地,林地生物群落具有较高的物种多样性,捕食性、寄生性天敌种类和数量较多,对害虫的自然抑制作用明显。人工林地则一方面需要保护自然天敌,另一方面则需引入原产地天敌,充分发挥天敌对害虫的控制作用。如人工引进赤眼蜂等。原始林地严禁过度采伐,仅靠天敌就可抑制害虫的发生。

3.1.4 用物理技术 物理防治就是利用各种物理因素及机械工具或设备防治害虫。具有简单方便、经济有效、毒副作用少、无残留的优点,在无公害林地具有广阔应用前景。包括设施防护、人工捕杀、灯光诱杀、潜所诱杀、食饵诱杀、色板诱杀等。

3.1.5 用生态调控 杨柳害虫严重发生区,多栽种沙棘和槐树,恶化害虫的生存条件。沙棘适应性强,分布广,易栽种,好管理,沙棘果营养丰富,不是主要杨树害虫的寄主植物。槐树耐旱,尤其在海拔较高的地带,依然能生长良好。槐树花是重要的蜜源,可以弥补西藏蜜源植物缺乏的局面,促进西藏养蜂业发展,不是主要杨树害虫的寄主植物。减少引进树苗、实施就地育苗、品种搭配、间套栽植,创造不利于害虫发生环境条件,实施生态调控。

3.1.6 用生物防治 通过引进与多年的筛选,系统评价了苏云金杆菌、病毒杀虫剂、绿僵菌、微孢子虫等生物制剂的防治效果,明确了微孢子虫等制剂具有隔代传播及越年扩散能力,施药后5~6年仍能见病原微生物感染的昆虫,能够通过自然富集作用导致害虫病害的传播与流行,将害虫虫口密度持续控制在防治指标之下。多年的应用还证明微孢子虫与青藏高原生态系统相容性极好,提高了生物多样性指数,修复了青藏高原生态环境。此外,堆积物庇护、留茬庇护天敌、种植开花树种诱集天敌、合理用药,利用和保护天敌,发挥天敌的控害作用等都是生

物防治的有效手段。

4 林木害虫绿色防控技术体系与分区治理

4.1 林木害虫防控技术体系

4.1.1 5 项生物与生态调控技术 ①堆积物庇护,如在林地堆放石头,树枝枯叶等庇护。②引进天敌,尤其是入侵害虫原产的天敌。③种植招引天敌树木,如在拉萨市和山南市多开花的槐树。④保护鸟类,在林地周边的农田严禁撒播拌农药的种子。⑤品种搭配,因地制宜提高沙棘,沙生槐,榆树等的栽种比例。

4.1.2 5 项物理抑制技术 ①黑光灯诱杀。青藏高原 9 种重要害虫中有 8 种害虫有趋光性,已经利用太阳能黑光灯诱杀多年,起到明显的防治效果 ②微波处理种苗。西藏 90 % 林木种苗和种子是从区外引入,集中处理是防止害虫入侵的有效措施。③障碍物阻挡。在柳树茎秆缠绕光滑物,阻止雌成虫和幼虫上树产卵和危害 ④性诱剂。对多种害虫都有防治效果,⑤饵木诱杀技术。选用欧洲,北美等发达国家研制的切稍小蠹聚集信息素等制品诱杀。

这 10 项技术,灵活应用控制害虫是保护青藏高原生态环境的重要选择。在青藏高原人工林慎用或大力减用化学农药,原始林不使用化学农药是可行的,也是有先例和实践经验的。

4.2 林木害虫分区治理

4.2.1 人工林生态脆弱区 重点是认真落实植物检疫法规,加强植物检疫。对引进树苗及材料进行消毒、除害处理,隔离试验栽种,取样检验,一旦确定携带有入侵害虫,立即采取封锁、消灭、销毁等措施。人工林害虫防治采取“植物检疫 + 生态调控 + 物理防治 + 生物防治”技术系统,以保护自然生态系统为基础,在害虫常发区采取多树种混合造林,合理设置造林田块,改造虫源地环境等措施,林边堆放杂草和石块等招引天敌,为天敌提供避难场所,招引鸟类、草地牧鸡,释放赤眼蜂,采用喷施微孢子虫、绿僵菌等生物防治技术控制重大害虫为害,发挥天敌对林木害虫的自然控制作用。

4.2.2 原始林生态稳定区 原始林区域害虫防治采取“自然控制 + 物理防治 + 生物防治”的技术系统,重点是防止滥砍滥伐。本区域原始林比重大,立体成片分布,生物多样性丰富,生物之间长期形成了相互依赖、相互制约的关系;虽然植食性昆虫种类多,但天敌寄生率和捕食率可达 80 % 以上,重要害虫间歇性发生,不会出现连年灾害,有的种类甚至不成灾,自然控制效果明显。

系统,简便易行,控害效果具有持续性,将林业的、生物的、生态的防控方法合理搭配,是减施或不施农药,保护生态、控制青藏高原害虫成灾的根本途径。

参考文献:

- [1]王保海,张亚玲.青藏高原昆虫地理分布[M].郑州:河南科技出版社,2017.
- [2]王保海,张亚玲.青藏高原昆虫区系独特性研究[J].西南农业学报,2015,28(1):328-332.
- [3]唐晓琴,卢杰.西藏森林病虫害现状及其控制措施[J].安徽农业科学,2008,36(34):15060-15062.
- [4]唐晓琴,李亮明,藏建成,等.西藏外来林业有害生物的发生与防范[J].中国森林病虫,2011,30(1):5,44-45.
- [5]王保海,王翠玲.青藏高原农业昆虫[M].郑州:河南科技出版社,2016.
- [6]王保海,黄复生,覃荣.西藏昆虫分化[M].郑州:河南科学技术出版社,2006.
- [7]王保海.西藏昆虫区系及其演化[M].郑州:河南科学技术出版社,1992.
- [8]王保海,潘朝晖,张登峰,等.青藏高原天敌昆虫[M].郑州:河南科学技术出版社,2011.
- [9]中国科学院青藏高原综合考察队.西藏昆虫<一>[M].北京:科学出版社,1981.
- [10]中国科学院青藏高原综合考察队.西藏昆虫<二>[M].北京:科学出版社,1981.
- [11]中国科学院青藏高原综合考察队.西藏南迦巴瓦峰地区昆虫[M].北京:科学出版社,1988.
- [12]薛万琦,王明福.青藏高原蝇类[M].北京:科学出版社,2006.
- [13]中国科学院青藏高原综合考察队.喀喇昆仑山昆虫[M].北京:科学出版社,1996.
- [14]中国科学院青藏高原综合考察队.横断山区昆虫[M].北京:科学出版社,1988.
- [15]张亚玲,王保海,登增卓嘎,等.青藏高原瓢虫科地理分布[J].西藏农业科技,2014,32(2):39.
- [16]唐晓琴.西藏林芝地区经济林主要病虫害的种类与危害[J].贵州农业科学,2014,42(4):123-126.
- [17]才旺计美,王新谱,扎西多吉.榆白长翅卷蛾在西藏危害的首次报道[J].中国森林病虫,2004(5):44.
- [18]王翠玲,张明兰,谢丹.西藏春尺蠖控灾技术研究[J].西藏农业科技,2014,36(3):18-20.
- [19]张亚玲,王保海.拉萨市桃剑纹夜蛾调查研究初报[J].西藏科技,2015(6):32.
- [20]雷雪萍,庞博,卓嘎,等.河曲丝叶蜂在拉萨的发生规律及防治策略[J].植物保护,2019,45(1):186-189.
- [21]左力,杨静,刘清元.青杨楔天牛在拉萨发生危害情况的初步调查[J].中国森林病虫,2004,23(5):34-35.
- [22]才旺计美,党卫东.青杨天牛在我区危害的初步研究[J].西藏科技,2006(3):70-67.
- [23]张登峰.坎布拉林场横坑切稍小蠹发生为害特性研究[J].青海大学学报,2012,30(1):1-6.
- [24]张登峰.青海省坎布拉林场纵坑切稍小蠹发生危害特性研究[J].中国森林病虫,2013,32(1):15-17.
- [25]唐晓琴,藏建成,卢杰.川滇高山栎朱颈褐锦斑蛾(鳞翅目:斑蛾科)生物学特性[J].林业科学,2017,53(6):175-180.

(责任编辑 李洁)

林木害虫分区治理“三改三用”绿色防控管理