

生物防治在窃蠹科病虫害中的应用

普布卓玛

西藏自治区高原生物研究所，西藏拉萨，850000；

摘要：窃蠹科昆虫是危害世界多种重要经济作物、商品储藏产品、木材和林木等资源的重要经济和生态害虫。生物防治技术是国内外学者治理窃蠹科害虫关注的技术，包括天敌昆虫应用、昆虫病原微生物利用、植物源农药开发、昆虫信息素应用、综合防治技术措施等生物防治方式。现阶段，生物防治技术在窃蠹科害虫治理中虽有一定效果，但存在受环境影响不利因素多、对非靶标生物伤害大、技术间协调配合不佳等问题。生物防治在窃蠹科害虫防治上仍有很大探索空间，要完善不同生物防治技术方法的合理化运用，以科学技术促进绿色防控技术发展。本文系统梳理生物防治在窃蠹科病虫害中的应用，旨在为其防治提供可持续方案，为绿色防治提供理论依据和实践指导。

关键词：窃蠹科；病虫害；生物防治；绿色防治

DOI：10.64216/3080-1494.25.06.053

窃蠹科昆虫因危害十分显著而被关注，该科的昆虫种类多样，其地理分布极为广阔，其寄主所涉及的范围包括仓储物资、建筑木材和森林植被等多个范畴，其中诸如烟草甲、药材甲等仓储害虫，对全球的烟草制品、粮食储备、中药材及调味品等储藏物产生了严重的经济损失，也对植物以及建筑木构件等带来不利影响^[1-3]，这类害虫造成的危害不光是直接经济损失，还可能影响产品的质量以及国际贸易的安全性，针对窃蠹科害虫的绿色防控技术研发成为重要研究课题。

我国在害虫生物防治范畴已取得重大突破，具体表现在天敌昆虫的利用、昆虫病原微生物的开发、信息素技术的应用以及生物源农药的研制等多方面^[4-5]，这些创新性研究不仅做到害虫防治，也对可持续利用提供技术支撑^[6]。生物防治技术在实际推广阶段依旧存在众多制约因素，囊括环境要素对防治成果产生的干扰、非靶标生物风险评估的复杂程度以及多种防治手段之间的协同作用等问题，本研究对生物防治技术在窃蠹科害虫综合治理里的应用现状进行整体分析，并深度挖掘其发展前景及面临的挑战。

1 生物防治手段

1.1 天敌昆虫控制

天敌昆虫凭借捕食性与寄生性作用机制，切实抑制害虫的种群密度，我国在重大林木害虫防控方面实现了突破性进展，尤其是在针对美国白蛾、红脂大小蠹、光肩星天牛等关键害虫的防治工作实践中，天敌昆虫生态

功能和其应用技术方面的研究，成了该领域的核心课题，这些成功的防治案例为窃蠹科害虫生物防治策略的拟定提供了重要理论依据和实践借鉴。

窃蠹科的害虫诸如烟草甲和药材甲等通常体型较小，活动场所多为储存物或者木质类商品内部空间狭小的地壳内，给捕食性天敌造成不利影响，如果寻找到与其相适应的天敌，则将会发挥巨大作用。例如某些捕食性螨类等，其应用前景十分广阔。Marcossi 等人认为捕食性螨类可对番茄锈螨、白粉病等害虫有较好的防控作用，因此推测在一些非常小且适应特殊的小生境下的微小的捕食螨可能对于窃蠹科害虫中的部分生境狭窄、生活在狭小空隙处的种类有一定的捕食效果。未来可以在仓储环境或者木材内部寻找或者引进合适的捕食性天敌昆虫，进一步探究捕食性天敌昆虫对该类害虫的捕食率。

1.2 昆虫病原微生物防治

昆虫病原真菌是最常用的微生物农药之一，如球孢白僵菌和绿僵菌，它们能与宿主昆虫直接通过菌丝体接触，穿透角质层进入血腔，在害虫体内繁殖并产生毒素，最终导致害虫死亡。昆虫病原细菌，特别是芽孢杆菌属因为能够产生多种杀虫毒素和抗菌肽而受到广泛关注，并被成功商业化为生物防治剂而推广。对于窃蠹科害虫，特别是烟草甲和药材甲这类仓储害虫，其生活环境相对封闭，有利于真菌孢子的传播和感染。因此，在未来的研究中可以重点筛选和评估对窃蠹科害虫具有高致病

力的昆虫病原真菌菌株,并开发适合仓储环境的施用技术。

鉴于芽孢杆菌的广谱杀虫活性,可以将其用于控制窃蠹科害虫。球孢白僵菌和枯草芽孢杆菌的混合使用能够同时控制温室粉虱和番茄白粉病,将昆虫病原细菌与昆虫病原真菌或其他生物防治手段结合,可能对窃蠹科害虫实现更高效的综合控制。

芽孢杆菌的优势主要是其孢子的耐环境胁迫性强、易于培养储存,产生的 Bt 毒蛋白只针对鳞翅目、鞘翅目、双翅目昆虫,在窃蠹科(鞘翅目)上有应用价值,进一步可以通过从自然界中筛选具有较高毒力的芽孢杆菌来确定其毒力和发生机制,如能否通过诱导宿主植物系统抗性从而影响窃蠹科昆虫取食或发育;将芽孢杆菌制剂用于仓储或木材中评价其对窃蠹科害虫的长效防效是很有意义的

1.3 植物源农药

对于窃蠹科的病虫害而言,植物源农药表现出良好的防治效果。Jahromi^[1]研究了蒜乳剂对烟草甲和赤拟谷盗的驱避效果,结果表明,10%浓度的蒜乳剂对烟草甲具有 58.56%的驱避率,对赤拟谷盗的驱避率更高。这提示蒜乳剂作为一种植物源驱避剂,在仓储环境中对烟草甲的防治具有应用潜力,可以通过处理包装材料或储存区域来减少害虫的侵扰。Tie 等人^[4]研究了蛇床子果实精油对烟草甲成虫的触杀和驱避毒性,发现该精油对烟草甲成虫具有显著的触杀和驱避作用,且活性随暴露时间和剂量的增加而显著增强。在一定的剂量下,能有效保护包装好的烤烟叶免受烟草甲成虫的侵扰,且 45 天后烟草甲数量为零。这些结果强烈表明蛇床子精油是控制烟草甲的一种有前景的替代品。

除了驱避作用,一些植物提取物也有直接的杀虫活性或抑制害虫发育的作用。百合的植物化学成分在饲喂测试中取得了有前景的结果,表明其可能通过影响害虫取食来发挥作用。这为开发新型植物源杀虫剂提供了新的思路。印楝作为一种新型生物杀虫剂在植物病虫害控制中的应用进行了系统综述,指出印楝素作为其活性成分,能影响昆虫的蛋白质合成、生物适应性、性通讯和几丁质合成等代谢过程。虽然该综述未直接提及窃蠹科,但印楝素的广谱作用机制提示其对窃蠹科害虫也可能具有潜在的防治效果,值得进一步研究。

植物源农药的优势在于其生物可降解性、低毒性以

及不易产生环境残留。然而,其作用速度通常较慢,且有效成分的稳定性、提取成本以及标准化生产是其推广应用面临的挑战。此外,不同植物源农药的活性成分和作用机制各异,需要针对特定害虫和应用场景进行筛选和优化。

1.4 昆虫信息素

昆虫信息素是昆虫之间传递信息的化学物质,包括性信息素、聚集信息素、报警信息素等。利用信息素进行害虫防治主要包括诱捕、迷向和监测等策略。研究发现,一些物种的 VOCs 对烟草甲成虫具有引诱作用,其原理为极性化合物在引诱作用中起主要作用,其中 α -离子酮和 β -离子酮在具有引诱作用的辣椒种类中含量较高,并在嗅觉计生物测定中表现出积极的引诱效果。这两种化合物有望作为烟草甲监测诱捕器中的引诱剂或信息素增效剂。

信息素在害虫防治中的优势在于其高度专一性,对非靶标生物无害,且用量极少。对于窃蠹科害虫,特别是烟草甲这类仓储害虫,信息素诱捕器已成为重要的监测工具,能够及时发现害虫的发生并评估其种群密度,为后续的防治决策提供依据。烟草甲延迟交配会显著降低后代产量,其中雌性受延迟交配的影响更大。这项研究为开发基于交配干扰的信息素防治技术提供了理论基础,即通过释放大量性信息素来干扰雄虫寻找雌虫,从而降低害虫的繁殖成功率。

然而,信息素的应用也存在局限性。首先,信息素的合成和生产成本可能较高。其次,信息素的稳定性和挥发性受环境条件影响,可能影响其在田间的持久性。再者,信息素通常只对特定性别的害虫有效,且不能直接杀灭害虫,因此常需与其他防治措施结合使用。对于窃蠹科害虫,未来的研究可以进一步筛选和鉴定更多具有引诱或干扰作用的信息素组分,并开发高效、稳定的信息素制剂和释放装置,以提高其在仓储和林木环境中的应用效果。

1.5 综合防治策略与未来展望

单一的生物防治方法往往难以彻底解决复杂的病虫害问题。因此,将多种生物防治技术与农艺措施、物理防治等相结合,构建综合病虫害管理(IPM)策略,是实现可持续农业和林业发展的必然趋势。

综合病虫害管理强调在充分了解害虫生物学、生态

学及其与环境互作的基础上,协调运用多种防治手段,以经济、有效、环境友好的方式将害虫种群控制在经济阈值以下。在农作物病虫害绿色防控技术研究中构建病虫害监测预警系统、加强农艺与生物防治协调、保护天敌生物生境等配套策略,这些理念同样适用于窃蠹科害虫的防治。对于窃蠹科害虫,特别是仓储害虫,综合防治可以包括以下几个方面:(1) 监测预警:利用信息素诱捕器、食诱剂或定期检查等方式,及时发现窃蠹科害虫的发生和种群动态,为精准防治提供依据。(2) 环境管理:保持仓储环境的清洁卫生,清除害虫滋生源;控制温湿度,创造不利于害虫发生的环境条件。对于林木窃蠹,则需优化营林模式,增强林木自身抗性。(3) 物理防治:利用高温、低温、缺氧等物理手段直接杀灭害虫,例如对受感染的储藏物进行冷冻或加热处理。(4) 生物防治:在监测预警的基础上,有针对性地施用植物源农药(如蛇床子精油、蒜乳剂)、微生物农药(如昆虫病原真菌或细菌),或引入/增殖天敌昆虫。例如,在仓储环境中,可以考虑在包装材料上涂覆植物精油以达到驱避和触杀效果。

2 结论与展望

窃蠹科害虫的防治有较大的经济效益和生态效益,在仓储产品、木材等方面有着较大的保护价值,生物防治为害虫的管理提出了新思路,利用天敌昆虫、昆虫病原微生物、植物源农药、昆虫信息素等方式来控制害虫种群已初见成效。但是由于生物防治具有极好的发展前景,在生物防治的实际使用过程中还存在不少亟待解决的问题,包括受外界环境条件影响较大、非目标生物安全性差以及各防治措施间的协调配合等。所以今后的研发工作要致力于开发出更多的高效的、稳定的生物防治产品,并开展综合防治技术的研发工作。

目前窃蠹科病虫害防治存在以下问题:缺乏对窃蠹科害虫系统性、深入的生物防治研究,现有文献多非针对该科害虫,植物源农药、信息素筛选试验多,天敌资源调查及开发研究,尤其是天敌昆虫开发应用潜力和作用机理研究少;梳角窃蠹生物防治报道少,仅有识别及

防控措施报道。大部分生物防控剂田间或实用环境使用效果不足,多处于实验阶段,其在复杂环境下的持续性和稳定性有待实验证明。综合防治策略构建不完善,虽综合病虫害管理是趋势,但窃蠹科害虫如何结合生物防治与其他绿色防控措施并发挥最大效益,还需更多探讨。

未来,生物防治将更多用于窃蠹科害虫控制,包括研发新型生物防控剂、引进天敌昆虫及配合使用各类生物防控剂,也会更多应用于仓储、木材加工等特殊环境施药。防治措施更全面后,窃蠹科害虫防治将向绿色环保、生态持续方向发展,保障农业、林业绿色可持续发展。

参考文献

- [1]Jahromi M G, Pourmirza A A, Safaralizadeh M H. Repellent effect of sirinol (garlic emulsion) against *Lasioderma serricornis* (Coleoptera: Anobiidae) and *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae) by three laboratory methods [J]. African Journal of Biotechnology, 2012, 11(2): 280-288.
- [2]Guarino S, Basile S, Arif M A, et al. Odorants of *Capsicum* spp. dried fruits as candidate attractants for *Lasioderma serricornis* F. (Coleoptera: Anobiidae) [J]. Insects, 2021,12(1):61.
- [3]田广庆. 梳角窃蠹的识别与防治技术[J]. 青海农林科技,2002(04): 69.
- [4]陈学新. 21 世纪我国害虫生物防治研究的进展问题与展望[J]. 昆虫知识,2010(04):615-625.
- [5]徐长江,赵文博,郭青松. 气象条件对农作物病虫害生物防治效果的影响[J]. 河北农业,2025(06):102-103.
- [6]徐长江,赵文博,郭青松. 气象条件对农作物病虫害生物防治效果的影响[J]. 河北农业,2025(06):102-103.

西藏自治区自然科学基金(XZ202301ZR0002G)