

# 西藏油菜田小菜蛾防控策略研究

洪大伟<sup>1,2</sup>, 臧建成<sup>1,2</sup>, 唐晓琴<sup>1,2</sup>, 陈羿渠<sup>1,2</sup>, 庞博<sup>\*3</sup>

(1. 西藏农牧学院植物科学学院, 西藏 林芝 860000; 2. 西藏高原资源昆虫与应用昆虫实验室, 西藏 林芝 860000; 3. 西藏自治区农牧科学院农业研究所, 西藏 拉萨 850032)

**摘要:** 小菜蛾 *Plutella xylostella* 是西藏主要农耕区油菜田上重要的害虫, 严重威胁着西藏油菜产业的安全生产。西藏是我国重要的生态安全屏障, 对油菜田小菜蛾的防控要最大限度避免对生态环境的不良影响。为此, 提出了相应的防控策略建议: 了解掌握油菜主产区小菜蛾的虫源问题, 即小菜蛾迁飞与越冬; 对油菜主产区小菜蛾进行抗药性监测; 推广适合西藏使用的绿色防控技术。通过提出这些针对西藏小菜蛾的防控策略建议, 以为西藏小菜蛾的绿色防控提供理论依据, 从而更好地保护西藏的生态环境和油菜产业。

**关键词:** 小菜蛾; 越冬; 迁飞; 绿色防控; 西藏

中图分类号: S436.341.2+4

文献标志码: A

## Research on the Control Strategies for *Plutella xylostella* in Rapefield of Tibet

HONG Dawei<sup>1,2</sup>, ZANG Jiancheng<sup>1,2</sup>, TANG Xiaoqin<sup>1,2</sup>, CHEN Yiqu<sup>1,2</sup>, PANG Bo<sup>3</sup>

(1. Plant Science College, Xizang Agricultural and Animal Husbandry University, Tibet Linzhi 860000, China; 2. Laboratory of Resource and Applied Insect of Tibet Plateau, Tibet Linzhi 860000, China; 3. (Agriculture Research Institute, Tibet Academy of Agriculture and Animal Husbandry Sciences, Tibet Lhasa 850032, China)

**Abstract:** The *Plutella xylostella* is a significant pest in the rapeseed fields of Tibet's main agricultural areas, posing a serious threat to the safe production of the rapeseed industry in Tibet. Tibet serves as a crucial ecological security barrier of China, and the control of *Plutella xylostella* in rapeseed fields in Tibet should avoid adverse effects on the ecological environment as much as possible. Corresponding control strategy suggestions are proposed: understanding and mastering the pest source problem of *Plutella xylostella* in the main rapeseed production areas, namely, the migration and overwintering of *Plutella xylostella*; monitoring the resistance of *Plutella xylostella* in these areas; and promoting green control technologies suitable for use in Tibet. These suggestions for the control strategy of *Plutella xylostella* in Tibet are proposed to provide a theoretical basis for the green control of this pest in the region.

**Key Words:** *Plutella xylostella*; overwintering; migration; green control; Tibet

小菜蛾 (*Plutella xylostella*) 属鳞翅目菜蛾科, 主要危害油菜、白菜、花椰菜和芥菜等十字花科蔬菜, 是分布最广泛的世界性害虫, 全世界每年因小菜蛾取食危害造成的损失和防治费用高达 40~50 亿美元<sup>[1]</sup>。小菜蛾发生危害严重, 最开始在我国的东南沿海地区和长江流域, 随着经济的发展以及栽培技术的改善, 特别是我国北方地区设施农业的发展即

大棚技术为小菜蛾提供了生存和繁殖空间, 从而造成小菜蛾在我国北方的扩散, 范围延伸至全国<sup>[2]</sup>。小菜蛾在我国西藏地区分布广泛, 从低海拔农耕区到海拔超过 4 000 m 的高寒区域都有分布, 易贡农场的一块油菜田, 曾因小菜蛾的取食危害而毁种<sup>[3]</sup>。近些年, 在西藏日喀则、拉萨、林芝等地均有小菜蛾发生, 小菜蛾对不同的杀虫剂产生了不同的抗药性<sup>[4]</sup>。由于小菜蛾的适应能力和繁殖力强, 而且小菜蛾极易产生抗药性<sup>[5-8]</sup>, 这给小菜蛾发生危害的防控带来了极大的困难。当前防治小菜蛾发生危害主要措施是化学防治<sup>[9,10]</sup>, 长期使用化学农药防治小菜蛾, 会出现抗药性增强、用药量增大、继而抗药性更强的恶性循环。

收稿日期: 2024-5-17

基金项目: 西北农林科技大学—西藏农牧学院联合基金项目 (XNLH2022-05); 西藏自治区重大害虫成灾机制及其绿色防控技术体系的建立项目 (XZ202401ZY0001)。

作者简介: 洪大伟 (1986-), 讲师, 主要从事农业昆虫与害虫防治研究, E-mail: hebeihongdawei@126.com。

油菜是我国西藏地区主要的油料作物,也是西藏五大主要栽培作物中唯一的经济作物,同时也是西藏人民重要的食用植物油来源<sup>[11]</sup>。油菜在西藏不仅种植面积广泛,而且其种质资源极其丰富<sup>[12-13]</sup>。因此,如何有效地对西藏油菜田小菜蛾的发生危害进行防控,直接关系到西藏的农业安全。西藏是我国的生态安全屏障,防控小菜蛾发生危害时一定要遵循绿色防控理念,应用绿色防控技术,最大程度限制化学农药使用,这就要求我们制定符合西藏油菜可持续发展的小菜蛾防控策略。

本文围绕小菜蛾虫源问题,主要包括小菜蛾迁飞与越冬,以及小菜蛾抗药性监测和绿色防控技术的应用。通过深入探讨西藏油菜田小菜蛾防控策略,以期对西藏自治区小菜蛾的绿色防控提供坚实的理论支撑,以促进农业的可持续发展。

## 1 西藏小菜蛾虫源问题

日喀则、拉萨、山南、林芝等地油菜田均受到小菜蛾的危害,这些地区的小菜蛾虫源究竟来自何处,以及它们是否在当地越冬,这些问题都值得我们深入研究。有报道显示,当北京地区冬季的平均气温 $0^{\circ}\text{C}$ 时持续28 d以上,99%的小菜蛾的蛹都会死亡,从而得出结论小菜蛾在北京地区不能越冬<sup>[14]</sup>;从小菜蛾的耐寒性实验结果推断出,小菜蛾的越冬理论分界线为最冷月份里平均气温为 $0^{\circ}\text{C}$ 等温线,大概相当于当地的2月份平均气温 $0^{\circ}\text{C}$ 等温线<sup>[15]</sup>。青藏高原东南地区特别是拉萨至林芝区域,该区域气温上一年11月、12月和次年1月、2月中,这4个月为最冷月份,高海拔地区基本上都处于 $0^{\circ}\text{C}$ 以下,但是拉萨至林芝区域3 500~4 000 m以下的地区可以达到 $0^{\circ}\text{C}$ 以上<sup>[16]</sup>。西藏主要农耕区集中于雅鲁藏布江流域,其中部分地区在最冷月份 $0^{\circ}\text{C}$ 等温线以上,小菜蛾可以在此地越冬的可能性极大。但是以往研究都是在海拔较低的地方进行的,对于研究西藏小菜蛾防治有一定的局限性。所以为了确定小菜蛾能否在西藏本地越冬,需要进行详细的越冬问题研究,以便确定越冬范围。

在一些地方小菜蛾如果不能越冬,每年油菜田还会发生危害的,就要考虑迁飞虫源。有报道显示,在国外比较寒冷的加拿大小菜蛾很有可能是从美国甚至是墨西哥迁飞过来<sup>[17]</sup>;国内报道显示,南京地区的小菜蛾种群可以迁飞到大连,故城地区的小菜蛾种群可以迁飞到公主岭,安阳地区小菜蛾种

群起可以迁飞至沈阳<sup>[18]</sup>;通过研究10个不同地方小菜蛾种群亲缘关系,初步推测北京地区小菜蛾和其他多个地区种群关系密切,基因交流频繁,迁飞虫源来自于多个地区<sup>[19]</sup>;肯尼亚小菜蛾种群遗传特征研究结果显示,在海拔200~2 000 m之间,地理阻隔和环境变化没有成为小菜蛾基因交流的障碍,各个小菜蛾地理群体间较低的遗传多样性和不明显的遗传结构表明其存在频繁的基因交流<sup>[20]</sup>。西藏主要农耕区,雅鲁藏布江中游地区日喀则海拔3 800 m,拉萨海拔3 680 m,林芝海拔2 980 m,3个地区农耕区海拔高度差在1 000 m以内。虽然有高山阻隔,但是河流是连接不同地区的走廊,由此推测小菜蛾在西藏主要农耕区进行迁飞的可能性较大。

## 2 西藏小菜蛾抗药性监测

小菜蛾对90%以上的药剂已产生了抗药性,导致害虫防控失效、作物产量损失、化学农药药量使用增大等严重后果<sup>[21]</sup>,因此对西藏油菜田小菜蛾抗药性进行监测研究,对指导小菜蛾防治尤为重要。西藏油菜田小菜蛾抗药性监测的研究对于制定针对性的防控策略具有重要意义,首先,监测结果可以为农业部门提供科学依据,指导杀虫剂的合理使用,延缓小菜蛾对杀虫剂的抗性发展。其次,监测结果还可以为农民提供及时的用药建议,帮助其选择合适的防治方法,减少农药使用量,降低防治成本,保障农产品质量和安全。最后,通过对小菜蛾抗药性的监测研究,可以为后续的抗药性机制研究提供重要的样品资源和数据支持,为探索高原地区小菜蛾抗药性的分子机制奠定基础。

当前关于西藏小菜蛾抗药性监测研究较少,近些年西藏农牧学院唐晓琴团队对西藏6个不同地点小菜蛾种群抗药性进行了监测研究,研究结果显示,日喀则市小菜蛾田间种群对氰戊菊酯的抗性达极高水平,谢通门县、林芝市巴宜区和米林县等地小菜蛾田间种群对氰戊菊酯产生高水平抗性;林芝市巴宜区、米林县、谢通门县和日喀则市4个地点小菜蛾田间种群对阿维菌素都处于高水平抗性<sup>[4-22]</sup>。由此可见,西藏小菜蛾种群抗药性较强,而且在抗药性上出现了差异,从而加重了西藏防治小菜蛾发生危害的难度。西藏小菜蛾抗药性的监测是一项长期的工作,需要资金长期的支持。小菜蛾的抗药性与农药类型、使用方法、使用习惯有关,

也就是人为因素在其中起到了重要作用,因此在西藏对小菜蛾抗药性进行长期的抗药性监测,有助于更好地开展高原地区小菜蛾的防控工作。

### 3 西藏小菜蛾的绿色防控技术

绿色防控是通过采用生态控制、生物防治以及物理防治等环保措施来管理害虫,其核心目标是减少化学农药的使用并确保农作物的安全生产。这种措施体现了“公共植保”和“绿色植保”的原则,是推动现代农业发展、构建“资源节约型和环境友好型”农业的关键策略。实施绿色防控不仅能够保障农业生产的安全,还有助于提高农产品的质量,保护农业生态,并支持农业贸易的安全<sup>[23]</sup>。

西藏油菜田小菜蛾绿色防控技术可以从农业防治、物理防治、化学防治和生物防治这4方面入手,农业防治方面可以从培育抗虫品种入手<sup>[24]</sup>,西藏油菜种质资源丰富,抗小菜蛾油菜品种发掘。在物理防治中,可以利用灯光诱杀小菜蛾成虫<sup>[25]</sup>,但是灯光诱杀靶标昆虫的时候还会诱杀非靶标昆虫,尤其是频振式杀虫灯的使用,从而破坏农田的昆虫多样性<sup>[26]</sup>。因此,建议在西藏露地农田合理使用灯光诱杀技术,通过研究关键性害虫的日节律,开灯诱杀时间与其活动高峰期相吻合,最大程度上避免对非靶标昆虫的伤害;或者只在设施农业中使用。生物防治法方面,有报道显示释放寄生性天敌昆虫半闭弯尾姬蜂 *D. semiclausum* Hellen 等寄生蜂,建立稳定的田间种群,发挥天敌的控制害虫的作用<sup>[27]</sup>;利用捕食性和寄生性天敌防治小菜蛾,最好开发西藏本地的小菜蛾天敌昆虫资源,以免盲目引入外来天敌造成外来物种入侵的隐患;目前使用最广泛的生物防治是小菜蛾性诱剂技术,通过小菜蛾性诱剂诱杀其雄虫,从而使田间种群雌雄比例严重失调,从而达到控制小菜蛾的目的;关于西藏油菜田小菜蛾性诱剂使用的研究显示,为探索西藏林芝市巴宜区小菜蛾绿色监测防控技术在西藏的应用,在西藏农牧学院农场露地冬油菜田,筛选了诱集小菜蛾效果最佳的小菜蛾性诱剂品牌,研究结果显示北京中捷四方品牌和福建漳州南美品牌性诱剂,对林芝市巴宜区油菜田小菜蛾种群诱集效果较好<sup>[28]</sup>。但是小菜蛾性诱剂对不同地理种群的小菜蛾诱集效果有差异<sup>[29]</sup>,关于西藏小菜蛾性诱剂的研究开发目前仍是空白。化学防治方面,西藏农牧学院唐晓琴团队利用5种常规药剂对西藏6个地方的小菜蛾

种群,进行了抗药性研究<sup>[22]</sup>。而关于西藏小菜蛾低毒农药的筛选与研究,特别是使用烟碱类农药对西藏油菜访花昆虫蜜蜂的影响研究甚少,亟须开发适合西藏地区使用的绿色、高效、安全的小菜蛾杀虫剂。

### 4 小结与展望

利用绿色防控思想制定西藏油菜田小菜蛾的防控策略,完全符合我国农业可持续发展的要求,可以为西藏自治区小菜蛾绿色防控提供理论依据。最新研究表明,小菜蛾在越冬区种群抗药性是非越冬区种群(迁飞种群)的158倍,全球气候的变化可能导致小菜蛾的越冬分布范围扩大,从而促进小菜蛾抗药性的增强,这不仅会导致农业生产遭受因全球气候变化,而带来的害虫分布范围扩大,以及农药抗性增强的双重打击,还可能增加害虫防治强度,进而带来更大的经济损失<sup>[30]</sup>。青藏高原是气候变化的敏感区和脆弱区,也是全球气候变暖背景下最典型的脆弱地区之一,西藏升温效应比其他地区更为显著<sup>[31]</sup>。结合以上报道结果<sup>[30-31]</sup>,西藏油菜田小菜蛾适生区范围与农药抗性增强的趋势将更加明显,因此西藏油菜田小菜蛾的迁飞、越冬、抗药性监测、绿色防控技术等方面的研究显得尤为重要。

#### 参考文献:

- [1] YOU M S, KE F S, YOU S J, et al. Variation among 532 Genomes Unveils the Origin and Evolutionary History of a Global Insect Herbivore[J]. *Nature Communications*, 2020, 11(1):2321.
- [2] 姜东. 利用近等基因系研究小菜蛾鱼尼丁受体不同点突变对双酰胺类杀虫剂抗性的影响[D]. 南京:南京农业大学,2021.
- [3] 王富顺. 小菜蛾简介[J]. *西藏农业科技*, 1980, 2(2):27-28.
- [4] 付彩青. 西藏小菜蛾对常用药剂抗药性的初步研究[D]. 拉萨:西藏大学,2020.
- [5] 张建恒. 小菜蛾田间种群靶标抗性基因频率的检测及SCBI类杀虫剂靶标抗性的遗传方式[D]. 南京:南京农业大学,2016.
- [6] 冉静. 五种杀虫剂防治榨菜小菜蛾的药效试验初报[J]. *南方农业*, 2014, 8(7):24-25.
- [7] 荆玉谱. 对杀虫剂抗性和敏感小菜蛾 *ace-1* 基因克隆、基因频率与性质研究[D]. 福州:福建农林大学,2012.
- [8] 古强, 似伟, 付林, 等. 小菜蛾的识别与防治[J]. *四川农业科技*, 2007(9):47.
- [9] 周雯. 蔬菜害虫治理中的农户认知、决策及药剂治理现状与对策[D]. 扬州:扬州大学,2021.
- [10] 杜彩莲. 50株虫生真菌种质资源鉴定及对小菜蛾高毒力菌株的筛选[D]. 广州:华南农业大学,2020.
- [11] 袁玉婷, 尼玛次仁, 唐琳等. 立足油菜产业发展, 推动油菜增产增效——基于国家油菜产业技术体系拉萨综合试验站[J]. *西藏农业科技*, 2019, 41(S1):1-5.

- [12]刘合满,曹丽花.1980—2010年西藏农作物播种面积与人口数量变化的相关分析[J].中国农业资源与区划,2013,34(3):84-88,100.
- [13]旦巴,傅廷栋,孟霞,等.西藏野生油菜遗传多样性分析[J].中国油料作物学报,2009,31(2):109-113,121.
- [14]熊立钢,吴青君,王少丽,等.小菜蛾越冬生物学特性研究[J].植物保护,2010,36(2):90-93.
- [15]马春森,马罡,杨和平.小菜蛾在温带地区越冬研究进展[J].生态学报,2010,30(13):3628-3636.
- [16]姚永慧,张百平.青藏高原气温空间分布规律及其生态意义[J].地理研究,2015,34(11):2084-2094.
- [17]DOSDALL L, MASON P, OLFERT O, et al. The Origins of Infestations of Diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.), in Canola in Western Canada [J]. The Management of Diamondback Moth and Other Crucifer Pests, 2001:26-29.
- [18]邢鲲,赵飞,彭宇,等.2009年我国小菜蛾迁飞路径典型案例解析[J].环境昆虫学报,2016,38(5):896-902.
- [19]熊立钢.小菜蛾越冬生物学特性与种群亲缘关系研究[D].北京:中国农业科学院,2009.
- [20]谢丹丹.肯尼亚小菜蛾群体遗传变异的研究[D].福州:福建农林大学,2016.
- [21]冯夏,李振宇,吴青君,等.小菜蛾抗性治理及可持续防控技术研究及示范——公益性行业(农业)科研专项“小菜蛾可持续防控技术研究及示范”进展[J].应用昆虫学报,2011,48(2):247-253.
- [22]王思展,付彩青,唐晓琴,等.西藏小菜蛾对5种杀虫剂的抗药性研究[J].中国植保导刊,2021,41(9):81-83,88.
- [23]夏敬源.大力推进农作物病虫害绿色防控技术集成创新与产业化推广[J].中国植保导刊,2010,30(10):5-9.
- [24]胡慧芬,方小平,肖春.油菜种质资源抗小菜蛾的鉴定[J].江西农业学报,2006,18(5):73-76.
- [25]陈丽萍,季青梅,陈吉祥.彝良县辣椒主要病虫害绿色防控技术[J].云南农业科技,2023(6):33-36,39.
- [26]张广学,郑国,李学军,等.从保护生物多样性角度谈频振式杀虫灯的应用[J].昆虫知识,2004,41(6):532-535.
- [27]李振宇,陈焕瑜,包华理,等.小菜蛾区域性抗药性治理技术研究——公益性行业(农业)科研专项“十字花科小菜蛾综合防控技术研究及示范推广”研究进展[J].应用昆虫学报,2016,53(2):247-255.
- [28]李章林,金宣汝,臧建成,等.利用性诱剂监测林芝市巴宜区小菜蛾种群发生动态[J].高原农业,2021,5(1):9-13.
- [29]李振宇,湛爱东,章金明,等.不同性诱剂诱芯对小菜蛾引诱效果研究[J].应用昆虫学报,2011,48(2):324-327.
- [30]MA C S, ZHANG W, PENG Y, et al. Climate Warming Promotes Pesticide Resistance through Expanding overwintering Range of a Global pest [J]. Nature Communications, 2021, 12(1):5351.
- [31]中国新闻网.全球气候变暖致西藏升温显著[EB/OL].(2015-12-23) [2024-05-15]. <https://www.chinanews.com.cn/gn/2015/12-23/7684404.shtml>