



兰英,赵秀梅,刘悦,等. 玉米田双斑长跗萤叶甲综合治理研究进展[J]. 黑龙江农业科学, 2022(12):100-105.

# 玉米田双斑长跗萤叶甲综合治理研究进展

兰 英,赵秀梅,刘 悦,李青超,王立达,刘 洋

(黑龙江省农业科学院 齐齐哈尔分院,黑龙江 齐齐哈尔 161006)

**摘要:**近年来,随着我国玉米种植规模的不断扩大以及耕作方式的改变,双斑长跗萤叶甲已跃升为我国玉米产区的主要害虫,而对其综合防治相关研究较少。为减少其发生及危害,本文从其发生规律、危害特点、防治策略、防控方法等方面总结玉米产区双斑长跗萤叶甲的研究现状,介绍了不同防治措施的特点,并对今后的研究方向进行了展望,以期为我国玉米产区双斑长跗萤叶甲的深入研究和防治方法提供理论和技术支撑。

**关键词:**玉米;双斑长跗萤叶甲;发生规律;综合治理

双斑长跗萤叶甲 [*Monolepta hieroglyphica* (Motschulsky)], 属鞘翅目, 叶甲科, 别名双斑萤叶甲, 主要分布在东亚和东南亚的十几个国家和地区, 在中国各省分布广泛<sup>[1]</sup>。双斑萤叶甲是一种喜高温干旱型害虫, 广泛分布在半干旱和干旱地区, 其具有危害面积大、危害期长、繁殖和迁徙飞行快、食性杂、寄主范围广等特点<sup>[2]</sup>。近年来, 双斑萤叶甲对玉米、大豆、水稻等作物以及部分蔬菜的危害明显增加, 其发生面积持续扩大, 在我国玉米产区双斑长跗萤叶甲已由次要害虫上升为主要害虫, 危害逐年加重, 造成作物减产甚至绝收<sup>[3]</sup>。如何治理双斑萤叶甲已成为近年来的研究热点, 对其防治策略及方法已有初步研究, 但与玉米有关的防治措施较少, 有学者已对双斑萤叶甲基因组进行了测序分析, 并建立了系统发育树, 为后续的研究奠定了遗传基础<sup>[4]</sup>。本文从我国玉米产区双斑长跗萤叶甲的发生规律、危害特点、防治方法等方面综述了其综合治理研究进展, 以期为玉米产区双斑长跗萤叶甲的治理提供合理的策略, 并为今后的研究工作提供有价值的方向。

## 1 发生规律

双斑长跗萤叶甲在东北地区一年发生一代, 以散产卵在 15 cm 深表土下越冬, 一只雌虫可产约 200~300 枚卵, 卵在土中越冬至第二年 5 月初至中

旬开始孵化, 幼虫一直生活在土壤中, 以禾本科杂草根为食, 初羽化的成虫先在田边杂草以及豆类植物上取食叶片, 后迁入玉米田。一般在当年的 6 月底、7 月初初见成虫, 开始发生危害, 7 月中旬至 8 月下旬进入危害盛期, 8 月中下旬田间成虫种群数量达到高峰期, 田间盛发期超过 40 d, 9 月中上旬开始逐渐消退<sup>[5]</sup>。

## 2 危害特点

双斑长跗萤叶甲成虫主要以植物叶片为食, 咀嚼导致植物叶片上产生缺口和孔洞, 阻碍光合作用, 严重影响植物生长<sup>[6]</sup>。其寄主广泛, 主要包括禾本科的玉米、小麦、高粱、水稻、黑麦草、狗尾草、水草等; 十字花科的大白菜、油菜、花椰菜等; 豆科的大豆、绿豆、花生、紫花苜蓿、红豆草、地三叶等; 茄科的马铃薯、番茄、枸杞、辣椒等; 蔷薇科的苹果、月季、樱桃等, 主要为害叶、根、花(表 1)。在玉米田中, 双斑萤叶甲的幼虫和成虫均可对玉米造成危害, 成虫对玉米的危害更为严重。其幼虫生活在土中, 以取食玉米根系为主, 而成虫则以玉米叶片为食, 在玉米叶片上一般自上而下取食<sup>[7]</sup>, 被危害的玉米叶片表皮出现破孔、缺刻及不规则白色斑块, 严重时叶片仅剩网状叶脉, 影响玉米叶片的正常光合作用。在抽丝期后取食花丝影响玉米正常授粉, 在灌浆期则会取食籽粒, 引起雌穗成粒数减少, 进而造成减产<sup>[8]</sup>。此外, 双斑长跗萤叶甲在农田活动旺盛, 具有趋光性和聚集性, 白天日照强烈时成虫较为活跃, 取食量增多<sup>[2-3]</sup>。

收稿日期: 2022-09-10

基金项目: 齐齐哈尔市科技局农业攻关项目(CNYGG2021030); 黑龙江省农业科学院农业科技创新跨越工程专项(HNK2019CX14); 黑龙江省省属科研院所科研业务费项目(CZKYF2021C008); 中国科学院战略性先导科技黑土粮仓专项(XDA28130504)。

第一作者: 兰英(1994—), 女, 硕士, 研究实习员, 从事植物保护研究。E-mail: 1301622659@qq. com。

表 1 双斑萤叶甲主要寄主植物

科	寄主	拉丁学名	危害部位
禾本科	玉米	<i>Zea mays</i>	叶、根
	小麦	<i>Triticum aestivum</i>	叶、根
	高粱	<i>Sorghum bicolor</i>	叶、根
	水稻	<i>Oryza sativa</i>	叶、根
	黑麦草	<i>Lolium perenne</i>	叶
	狗尾草	<i>Setaria viridis</i>	叶、根
	冰草	<i>Agropyron cristatum</i>	叶
十字花科	大白菜	<i>Brassica pekinensis</i>	叶
	油菜	<i>Brassica napus</i>	叶
	花椰菜	<i>Brassica oleracea</i>	叶
豆科	大豆	<i>Glycine max</i>	叶、花、根
	绿豆	<i>Vigna radiata</i>	叶、花、根
	花生	<i>Arachis hypogaea</i>	叶、根
	紫花苜蓿	<i>Medicago sativa</i>	叶、花、根
	红豆草	<i>Onobrychis viciaefolia</i>	叶、根
	地三叶	<i>Trifolium subterraneum</i>	叶、花、根
茄科	马铃薯	<i>Solanum tuberosum</i>	叶
	番茄	<i>Solanum lycopersicum</i>	叶
	枸杞	<i>Lycium chinese</i>	叶、根
	辣椒	<i>Capsicum annuum</i>	叶
蔷薇科	苹果	<i>Malus pumila</i> Mill	叶、根
	樱桃	<i>Prunus pseudocerasus</i>	叶、根
	月季	<i>Rosa chinensis</i> Jacq	叶、根、花

3 防治策略

治理玉米产区双斑萤叶甲应坚持“先治田外,后治田内”的原则,以化学防治为主,以生物防治为辅,并结合农业措施和合理利用化学信息物质,培育并种植抗虫品种,实现防治一体化,高效治理双斑萤叶甲并达到绿色防控的治理目标。

4 防控方法

4.1 农艺措施

应用农艺措施是防治玉米田双斑萤叶甲危害的传统方法,减少双斑萤叶甲寄主植物的数量,特别是田间杂草,及时清除田间杂草可以有效减少越冬害虫的基数;加强水肥管理,有助于提高玉米的抗逆性<sup>[9]</sup>。待玉米收获后,对土地进行深耕、翻耕,可有效杀伤越冬虫卵并减少土壤中越冬虫卵的数量,使其基数大幅减少,进而减轻下一年度双斑长跗萤叶甲的发生程度;通过对玉米秸秆进行粉碎、沤肥等处理也可有效减少越冬虫卵<sup>[2]</sup>,利用合理的栽培管理制度防治害虫<sup>[10]</sup>。双斑萤叶甲成虫具有聚集性和趋嫩危害习性,在玉米田周边

的杂草及树木上,利用网补法进行人工捕杀成虫可有效降低其虫口基数<sup>[11]</sup>。

4.2 选育抗虫品种

选育抗虫品种是防治双斑萤叶甲危害玉米田最根本、经济的途径<sup>[12]</sup>。抗虫玉米能直接有效地对抗玉米各个生育时期的各种细菌、真菌和昆虫害虫,国外学者在玉米抗虫品种方面的研究较多,尤其是以转基因抗虫玉米为主<sup>[13]</sup>。几十年来,转基因作物如玉米、水稻、番茄、棉花和马铃薯已经针对各种农业问题进行了开发,并提高了作物对昆虫、疾病和环境压力的抵抗力<sup>[14-16]</sup>。转基因技术已成为开发转基因抗虫玉米的环保、高效和可靠的平台<sup>[17]</sup>。转基因抗虫玉米含有双链 RNA(dsRNA),可通过 RNAi 途径靶向和抑制 mRNA 水平并导致昆虫发病或死亡<sup>[18]</sup>。外源基因插入玉米基因组 DNA 的干扰序列可形成发夹结构,转录后被识别并降解,插入的序列不会被翻译成蛋白质<sup>[19]</sup>。因此,转基因抗虫玉米不仅具有提高作物质量和产量的诱人潜力,而且还可以避免外源蛋白质的积累,但转基因玉米的安全性还有待确认<sup>[20]</sup>。利用分子生物学途径包括转录组学、蛋白质组学和代谢组学,不仅用于一般的生物学分析,而且还可用于转基因玉米的安全性评估<sup>[21]</sup>。这些方法可以准确检测与给定植物表型以及营养和毒理学特征相关的差异表达基因、蛋白质和代谢物,并比较转基因玉米和非转基因玉米之间的差异,用来证明转基因玉米的生物安全性<sup>[22]</sup>。目前我国已培育出很多转基因抗虫玉米品种,但还没有开发出转基因抗双斑萤叶甲的玉米品种,在保证转基因玉米的生物安全性的前提下,开发针对双斑萤叶甲的玉米品种是治理玉米产区害虫的一种有效途径。

4.3 化学防治

目前,化学防治是治理双斑萤叶甲为害的最常见和最有效的方法。其中以喷施有机磷农药为主,有机磷农药残留量低、含量高,约占全球农药年消费量的 70%<sup>[23]</sup>。有研究表明,乐果是一种内吸性有机磷杀虫剂和杀螨剂,具有毒性低、内吸性高、价格低廉等优点,近年来已经逐渐在玉米产区推广使用并对双斑萤叶甲的防治取得了很好的效果<sup>[24]</sup>。但通过叶面喷施乐果也对非目标生物造成了危害,导致生态环境受到破坏,而农民在喷施乐果时会暴露于有害烟雾中对身体造成一定的危害。使用无人机喷洒存在持续时间短和对玉米下部效果

差的问题,降低了农药的有效性。因此,必须开发一种经济、安全、集约化的处理方法来代替传统喷雾处理,使农药的有效性尽可能最大化<sup>[25]</sup>。Gui等<sup>[26]</sup>使用滴灌乐果研究其对双斑萤叶甲种群数量的控制效果,田间试验确定了干旱和半干旱地区乐果处理的最有效施用量和水量,研究了乐果在玉米和土壤中吸收、分布和消散的规律。Mansour等<sup>[27]</sup>田间试验表明通过滴灌的乐果比通过人工或无人机喷洒的乐果表现出更长的持久性。玉米植株的不同部位对乐果的吸收有滞后作用。乐果从根部吸收,向上运输,并在叶片中富集。乐果滴灌处理可防治双斑萤叶甲对玉米的侵染,并且对玉米和环境是相对安全的<sup>[28]</sup>。同时在当年6月下旬应先防治产区附近杂草等寄主植物上羽化出土的成虫,对周边寄主植物喷施1~2次氯虫苯甲酰胺,其具有很强的土壤内吸性,极易溶解,并可有效对抗害虫,减少害虫数量,使为害程度大幅降低<sup>[29]</sup>。在玉米吐丝灌浆期喷施氯吡磷、氯氰菊酯和茚虫威等化学药剂来降低玉米每穗成虫数量,同时也可防治蚜虫或玉米螟,做到“一喷多防”<sup>[30]</sup>。田间施药要避开玉米扬花期,以免影响授粉,并重点对玉米雌穗周围喷药。如果因缺少高杆喷雾器或大型高架喷雾车等造成田间作业、喷雾困难的,也可以使用野生艾蒿进行熏蒸<sup>[31]</sup>。无论使用何种农药及喷洒方式,都有其弊端。因此,合理开发一种经济且安全的新型生物农药,利用集约化的处理方法来代替传统喷雾处理,使农药的有效性尽可能最大化,是化学防治双斑萤叶甲的趋势。

表 2 双斑萤叶甲主要天敌种类及分布

科	种	拉丁学名	分布
瓢甲科	十三星瓢虫	<i>Hippodamia tredecimpunctata</i>	黑龙江、吉林
	中华显盾瓢虫	<i>Hyperaspis sinensis</i>	辽宁
	龟纹瓢虫	<i>Propylaea japonica</i>	黑龙江、吉林、辽宁
	十二斑巧瓢虫	<i>Oenopia bissexnotata</i>	黑龙江、吉林、辽宁
狼蛛科	黑腹狼蛛	<i>Lycosa coelestis</i>	辽宁
	拟环纹豹蛛	<i>Pardosa pseudoannulata</i>	辽宁
球蛛科	八斑鞘腹蛛	<i>Coleosoma octomaculatum</i>	辽宁
茧蜂科	斑痣悬茧蜂	<i>Meteorus pulchricornis</i>	吉林、辽宁
	螟蛉绒茧蜂	<i>Apanteles ruficrus</i>	黑龙江、吉林、辽宁

4.5 化学信息物质

农作物、昆虫、天敌间通过物理或化学因素相互关联,化学信息物质在三者间的相互关系中起着重要作用<sup>[36]</sup>。害虫的天敌通过其散发在空气

4.4 生物防治

生物防治不仅保护了农田生态系统,同时大幅减少了污染,是未来治理双斑萤叶甲的主要方法。通过杀虫剂或化学制剂对双斑萤叶甲的数量进行控制虽然效果显著,但对生态环境造成较大影响,减少对化学农药的依赖是世界农业生产过程中的趋势<sup>[32]</sup>。生物防治有利于保护生态环境,目前有关双斑萤叶甲的生物防治研究较少。保护和合理利用其天敌是生物防治的重要措施,已知的天敌主要有瓢虫、捕食性蜘蛛、寄生蜂等(表2),天敌种类相对较少<sup>[33]</sup>,引进天敌并合理控制其种群数量成为了生物防治玉米田双斑萤叶甲的重要手段,同时双斑萤叶甲为保护其自身免受天敌侵害已经形成了防御手段,但具体机制尚不清楚。已有研究报道叶甲科昆虫会分泌毒素和驱虫剂来保护自己免受捕食者的侵害<sup>[34]</sup>。为了击退它们的天敌,一些叶甲科昆虫已经形成了一种防御系统,该系统由9对背外分泌腺组成,这些腺体插入体表并最终进入含有腺体分泌物的水库。在捕食者攻击的情况下,昆虫会压缩它们的腺体储存器,并将它们的分泌物以小液滴的形式呈现在它们的背上几秒钟,然后将其分泌的化合物重新导入体内<sup>[35]</sup>。但双斑萤叶甲的防御机制及其受到天敌侵害时的分泌物还没有研究报道过,解析双斑萤叶甲应对其天敌的防御机制对治理其虫害发生至关重要。国内关于其防御机制的研究较少,应加大力度研究其与寄主植物和天敌的相作机制,为双斑萤叶甲的生物防治提供理论依据。

中的化学信息物质来捕食昆虫,同时害虫也可诱导其寄主植物传播化学信息物质来躲避天敌。化学信息物质主要是具有挥发性的有机化合物,其已成为植物与外界的通信信号,其在农业中具有



巨大的应用潜力,主要功能为防御病原体和害虫<sup>[37]</sup>。玉米叶片和根通过土壤的镰刀菌刺激挥发性有机化合物的释放,包括萜烯、脂肪酸衍生物、苯系物、苯丙素和氨基酸衍生物代谢物等,这些有机化合物通过空气传播并能够驱赶害虫<sup>[38]</sup>。同时一种病原体可以在玉米植株中诱导几种有机化合物的挥发,也可以在相邻的未受感染的玉米植株中诱导有机化合物<sup>[39]</sup>。研究表明玉米伸长期易受双斑萤叶甲的侵扰,利用信息化学物质有助于保护玉米免受其害。当植物受到真菌病原体的感染可能会对植物与害虫的相互作用产生不利影响,因为释放挥发性有机化合物的植物可能对害虫物种更具吸引力<sup>[40]</sup>。因此,需要对昆虫-植物相互作用和化学生态学有更深入的了解,才能成功地依靠信息化学物质进行管理,了解自然和农业环境中植物-昆虫-病原体的相互作用机制有助于减少虫害的发生。目前对于人工筛选并使用化学信息物质进行驱虫的使用方法和筛选体系不够完善,并且化学信息物质的释放可能会对其它寄主产生影响。因此,在农业生产中化学信息物质的使用方法还有待进一步研究。

#### 4.6 分子生物学途径

近年来,分子生物学途径已成为病虫害防治的重要手段。利用分子生物学技术为新的防治病虫害方法提供了科学的理论依据<sup>[41]</sup>。双斑萤叶甲在我国东北地区一年仅发生一代且其虫卵以滞育的形式越冬,采集到的越冬虫卵在室内进行继代饲养较为困难,增加了研究工作的难度,阐明越冬虫卵的生存机制尤为重要。目前可通过调节室内的温度和湿度等因素改变越冬虫卵的饲养条件,探索出在室内饲养越冬虫卵的最佳温度和湿度,但饲养效果不佳。滞育和冬眠在昆虫中普遍存在,国外学者通过分子生物学技术报道了昆虫滞育和冬眠的机制<sup>[42]</sup>。在此期间,昆虫体内合成了多元醇和一些低温保护剂,以保护自身免受低温伤害,一些滞育相关蛋白和基因已被分离或证明可以解释环境逆境期间的生存机制,同时,热休克蛋白基因的上调可能与其相关<sup>[43]</sup>。此外,有学者发现了在滞育和冬眠期间叶甲科昆虫产生了滞育特异肽并报道了这种新滞育特异肽的氨基酸序列和 cDNA,该肽具有抗真菌活性,作为  $\text{Ca}^{2+}$  通道阻断剂发挥作用,在双斑萤叶甲的研究中还没有研究发现滞育相关蛋白、基因和特异肽<sup>[44]</sup>。这些蛋白、基因及特异肽的发现将有助于确定滞育

特异性分子的功能和进化方面,可能会对治理双斑萤叶甲提供重要的理论依据。线粒体基因组包含细胞器线粒体的全部遗传信息,已广泛用于系统学、群体遗传学和分子进化研究<sup>[45]</sup>。已有研究报道了双斑长跗萤叶甲的完整有丝分裂基因组,并对其完整线粒体基因组进行了测序,结果显示双斑长跗萤叶甲线粒体基因组是一个圆形的双链分子,长度为 15 963 bp。包括典型的 37 个线粒体基因(13 个 PCG、22 个 tRNA 和 2 个 rRNA)和一个富含 A+ 的区域,基因含量和排列与果蝇基本相同,基于组合的 13 个蛋白质编码基因的系统发育分析一致地恢复了三个进化分支,可能为双斑萤叶甲的遗传特性提供重要依据<sup>[46]</sup>。双斑萤叶甲线粒体基因组的构成为其未来的研究提供了遗传基础。

#### 5 展望

双斑长跗萤叶甲已成为我国玉米产区的主要虫害之一,严重限制了玉米的产量<sup>[47]</sup>。目前,国内对防治双斑萤叶甲的研究主要集中在其生物学特性、发生规律、危害特点及杀虫剂的选择上,而对其化学防治、生物防治、分子生物学方面的深入研究较少。为了更好地治理双斑萤叶甲,建议在以下几个方面深入研究:第一,在我国各玉米产区对双斑萤叶甲的分布及数量进行动态监测,在其分布集中和数量较多的地区及时采取防治措施。第二,筛选抗双斑萤叶甲玉米品种并培育新品种。第三,目前已发现的双斑萤叶甲天敌种类较少,还无法有效对其种群数量进行控制,应加强调查双斑萤叶甲的天敌种类,并建立合理的天敌引进制度,为今后的生物防治奠定基础。第四,合理利用化学信息物质,通过诱导玉米本身释放和人工释放化学信息物质来防治双斑萤叶甲,强化使用方法并建立完善的诱导体系,同时开发新的可利用的化学信息物质。第五,进一步对双斑萤叶甲的基因组进行测序,使其遗传信息不断完善,对已发现的相关蛋白和基因进行进一步研究,以期今后的研究工作提供依据。

#### 参考文献:

- [1] 赵秀梅,张树权,李青超,等. 黑龙江省玉米穗期主要害虫发生概况及防治对策[J]. 中国植保导刊,2014,34(11):37-39.
- [2] 王立仁,刘斌侠,付泓. 玉米田双斑长跗萤叶甲的发生为害情况与防治对策[J]. 陕西农业科学,2006,10(2):123.
- [3] 杜建军,云雷. 双斑长跗萤叶甲发生危害特点及防治措施[J]. 陕西农业科学,2009,10(3):202.
- [4] 梁日霞,王振营,何康来,等. 基于线粒体 COII 基因序列的双斑长跗萤叶甲中国北方地理种群的遗传多样性研究[J].

- 昆虫学报,2011,54(7):828-837.
- [5] 邵天玉,刘兴龙,刘春来,等. 黑龙江省双斑长跗萤叶甲成虫田间发生动态研究[J]. 黑龙江农业科学,2014(5):65-66.
- [6] 高宇,徐伟,史树森,等. 双斑长跗萤叶甲寄主植物名录[J]. 湖北农业科学,2017,56(5):865-869.
- [7] 聂强,孙强. 双斑萤叶甲成虫的取食选择性研究[J]. 黑龙江八一农垦大学学报,2009,21(4):38-41.
- [8] 陈静,张建萍,张建华,等. 双斑长跗萤叶甲的嗜食性[J]. 昆虫知识,2017,44(3):357-360.
- [9] 赵秀梅,刘洋,谭可菲,等. 玉米田双斑萤叶甲发生危害情况与防治对策[J]. 黑龙江农业科学,2011(6):51-52.
- [10] 张聪,葛星,赵磊,等. 双斑长跗萤叶甲越冬卵在玉米田的空间分布型[J]. 生态学报,2013,33(11):3452-3459.
- [11] 王连霞,王克勤,赵秀梅,等. 用黄色粘虫板监测玉米田双斑萤叶甲和蚜虫种群动态与诱杀效果研究[J]. 玉米科学,2021(14):122-127.
- [12] WANG X J, ZHANG X, YANG J T, et al. Effect on transcriptome and metabolome of stacked transgenic maize containing insecticidal cry and glyphosate tolerance epsps genes[J]. Plant, 2018, 93(6):1007-1016.
- [13] SHEN Q Q, PU Q Y, LIANG J, et al. CYP71Z18 overexpression confers elevated blast resistance in transgenic rice [J]. Plant Molecular Biology, 2019, 100(6):579-589.
- [14] LUAN Y S, CUI J, WANG W C, et al. Mir 1918 enhances tomato sensitivity to *Phytophthora infestans* infection[J]. Scientific Reports, 2016, 6:35858-35869.
- [15] NI M, MA W, WANG X F, et al. Next-generation transgenic cotton: pyramiding RNAi and Bt counters insect resistance [J]. Plant Biotechnology Journal, 2017, 15(9):1204-1213.
- [16] SCHIEMANN J, DIETZ-PFEILSTETTER A, HARTUNG F, et al. Risk assessment and regulation of plants modified by modern biotechniques: current status and future challenges[J]. Annual Review of Plant Biology, 2019, 70:699-726.
- [17] MAO Y B, CAI W J, WANG J W, et al. Silencing a cotton bollworm P450 monooxygenase gene by plant mediated RNAi impairs larval tolerance of gossypol[J]. Nat Biotechnol, 2007, 25(11):1307-1313.
- [18] ZHANG J, KHAN S A, HECKEL D G, et al. Next-generation insectresistant plants: RNAi-mediated crop protection[J]. Trends Biotechnol, 2017, 35(9):871-882.
- [19] RICROCH A, BERGE J B, KUNTZ M, et al. Evaluation of genetically engineered crops using transcriptomic, proteomic, and metabolomic profiling techniques[J]. Plant Physiol, 2011, 155(4):1752-1761.
- [20] BARROS E, LEZAR S, ANTONEN M J, et al. Comparison of two GM maize varieties with a near-isogenic non-GM variety using transcriptomics, proteomics and metabolomics [J]. Plant Biotechnology Journal, 2010, 8(4):436-451.
- [21] KIM J K, PARK S Y, LEE S M, et al. Unintended polar metabolite profiling of carotenoid-biofortified transgenic rice reveals substantial equivalence to its non-transgenic counterpart[J]. Plant Biotechnology Reports, 2013, 7(1):121-128.
- [22] RAO J, YANG L, GUO J, et al. Metabolic changes in transgenic maize mature seeds over-expressing the *Aspergillus niger* phyA2 [J]. Plant Cell Reports, 2016, 35(2):429-437.
- [23] 张萌,崔娟,徐伟,等. 几种农作物寄主对双斑长跗萤叶甲成虫生殖力的影响[J]. 中国农学通报,2015,31(23):81-84.
- [24] 李广伟,张建萍,陈静,等. 几种杀虫剂对双斑萤叶甲的毒力测定及田间药效试验[J]. 农药,2007,46(7):486-488.
- [25] 王振华,王宏富,刘鑫,等. 双斑长跗萤叶甲在相邻农田生态系统中种群消长规律[J]. 植物保护,2018,44(1):161-165,178.
- [26] GUI W J, WANG S T, GUO Y R, et al. Development of a one-step strip for the detection of triazophos residues in environmental samples[J]. Analytical Biochemistry, 2008, 377:202-208.
- [27] MANSOUR R, YOUSSEFI F E, LEBDI K G, et al. Imidacloprid applied through drip irrigation as a new promising alternative to control mealybugs in *Tunisian vineyards* [J]. Review of Plant Protection Research, 2010, 50:314-319.
- [28] REDING ME, ZHU H, DERKSEN R, et al. Drip chemigation with imidacloprid and nematodes for control of scarab larvae in nursery crops[J]. Horticulture Environment And Biotechnology, 2008, 26:93-100.
- [29] 张选良. 玉米双斑长跗萤叶甲的发生规律及综合防治对策[J]. 陕西农业科学,2009,5(3):201.
- [30] 麻林,李军,王建林,等. 双斑长跗萤叶甲发生规律观察[J]. 中国植保导刊,2006,26(8):40-41.
- [31] 袁海滨,刘莹,丁玉骁,等. 野艾蒿精油对双斑萤叶甲成虫的熏蒸活性及体内酶活力的影响[J]. 吉林农业大学学报,2014(1):30-35.
- [32] 陈光辉,尹弯,李勤,等. 双斑长跗萤叶甲研究进展[J]. 中国植保导刊,2016,36(10):19-26.
- [33] 聂强. 双斑萤叶甲生物学特性和防治策略的研究[D]. 大庆:黑龙江八一农垦大学,2009.
- [34] OLDHAM N J, VEITH M, BOLAND W, et al. Iridoid monoterpene biosynthesis in insects: evidence for a de novo pathway occurring in the defensive glands of *Phaedon armoraciae* (Chrysomelidae) leaf beetle larvae [J]. Naturwissenschaften, 1996, 83:470-473.
- [35] PASTEELS J M, BRAEKMAN J C, DALOZE D, et al. Chemical defence in chrysomelid larvae and adults[J]. Tetrahedron, 1982, 38:1891-1897.
- [36] KESSLER A, BALDWIN I T. Plants responses to insect herbivory: the emerging molecular analysis[J]. Annual Review of Plant Biology, 2002, 53:299-328.
- [37] DUDAREVA N, PICHERSKY E. Metabolic engineering of plant volatiles[J]. Current Opinion in Biotechnology, 2008, 19:181-189.
- [38] HOLOPAINEN J K, GERSHENZOU J. Multiple stress factors and the emission of plant VOCs[J]. Trends in Plant Science, 2010, 15(3):176-184.
- [39] BALDWIN I T, HALITSCHKE R, PASCHOLD A, et al. Volatile signaling in plant-plant interactions: "Talking trees" in the genomics era[J]. Science, 2006, 311:812-815.

[40]

DICKE M, BRUIN J. Chemical information transfer between plants; back to the future[J]. Biochemical Systematics AND Ecology, 2001, 29: 981-994.

[41]

RENFREE M B, LINCOLN D W, ALMEIDA O F, et al. Abolition of seasonal embryonic diapause in a wallaby by pineal denervation[J]. Nature, 1981, 293: 138-139.

[42]

SUZUKI K, TANAKA H, AN Y, et al. Significance of specific factors produced throughout diapause in pharate first instar larvae and adults[J]. Insect Timing: Circadian Rhythmicity to Seasonality, 2001: 185-198. DOI: 10. 1016/ B978-04450608-5/50047-7.

[43]

TANAKA H, SUDO C, AN Y, et al. A Specific peptide produced during adult diapause of the leaf beetle, *Gastrophysa Atrocyanea motschulsky* (Coleoptera: Chrysomelidae) [J]. Applied Entomology and Zoology, 1998, 33: 535-43.

[44]

HAHN C, BACHMANN L, CHEVREUX B, et al. Reconstructing mitochondrial genomes directly from genomic next-generation sequencing reads—a baiting and iterative mapping approach[J]. Nucleic Acids Research, 2013, 41 (13): e129-e129.

[45]

RONQUIST F, TESLENKO M, van der MARK P. MrBayes 3. 2: efficient Bayesian phylogenetic Inference and model choice across a large model space[M]. Systematic Biology, 2012, 61 (3): 539-542.

[46]

POSADA D. ModelTest : phylogenetic model averaging [J]. Molecular Biology and Evolution, 2008, 25: 1253-1256.

[47]

张聪. 玉米田双斑长跗萤叶甲发生规律及生物学特性研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2012.

# Research Progress on Comprehensive Management of *Monolepta hieroglyphica* (Motschulsky)

LAN Ying, ZHAO Xiu-mei, LIU Yue, LI Qing-chao, WANG Li-da, LIU Yang  
(Qiqihar Branch, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Qiqihar 161006, China)

**Abstract:** In recent years, with the continuous expansion of maize planting scale and the change of tillage method, *Monolepta hieroglyphica* has become the main pest in maize producing areas, but there are few studies on its comprehensive control. In order to reduce its occurrence and harm, in this paper, the research status of *Monolepta hieroglyphica* in corn producing areas was summarized from the aspects of occurrence law, hazard characteristics, control strategy, prevention and control methods, the characteristics of different control measures were introduced, and the future research direction was prospected, in order to provide theoretical and technical support for further research and control methods of *Monolepta hieroglyphica* in corn producing areas.

**Keywords:** maize; *Monolepta hieroglyphica*; occurrence regularity; comprehensive control

立足黑龙江 辐射全中国 聚焦大农业 促进快发展

## 欢迎订阅2023年《黑龙江农业科学》

《黑龙江农业科学》是黑龙江省农业科学院主管、主办的综合性农业科技期刊，是全国优秀期刊、黑龙江省优秀期刊。现已被中国核心期刊（遴选）数据库、中国学术期刊综合评价数据库等多家权威数据库收录。

月刊，每月10日出版，国内外公开发行。全国各地邮局均可订阅，国内邮发代号14-61，每期定价25.00元。

欢迎投稿 欢迎订阅 欢迎关注微信公众号

地址：哈尔滨市南岗区学府路368号《黑龙江农业科学》编辑部  
邮编：150086 电话：0451-51522869  
投稿网址：hljnykx.haasep.cn E-mail:nykx1357@sina.com

