



# 宁夏枸杞蚜虫生物农药防治研究进展

屈 欢

(北方民族大学 生物科学与工程学院/夏洛蒂医科大学联合研究实验室,宁夏 银川 750000)

**摘要:**蚜虫是枸杞最主要的害虫之一,不仅造成枸杞植株营养成分的流失,而且传播多种植物病毒,严重影响枸杞的品质和产量。蚜虫具有个体小、繁殖快、适应能力强的特点,由于西北地区高温干旱的环境以及长期单一地使用化学药剂防治使其抗药性增强等原因,导致宁夏蚜虫防治难度大,危害逐年加重。为做好蚜虫的防治工作,促进枸杞产业的可持续发展。本文归纳和总结了近年来国内利用生物农药防治枸杞蚜虫的研究进展,旨在为宁夏枸杞蚜虫的防治提供参考。

**关键词:**枸杞;枸杞蚜虫防治;生物源农药

枸杞,又名枸杞子,是茄科木本植物,浆果呈鲜红色、黄色等,既可鲜食,又是一味重要的中药,具有滋阴补血、益精明目等作用。枸杞是最具宁夏特色的传统优势产业。由于枸杞果实、枝叶营养丰富,易受多种病虫害的危害,枸杞蚜虫就是其中最主要的害虫之一。枸杞蚜虫俗称蜜虫,以棉蚜(*Aphis gossypii* Glover)为优势种,混合桃蚜(*Myzus persicae* Sulzer)和豆蚜(*Aphis craccivora* Koch)的危害种群<sup>[1]</sup>,以刺吸方式危害枸杞新生叶、花、果实等,进而使得枸杞果实品质下降、产量大幅度降低<sup>[2]</sup>。目前,枸杞蚜虫的防治主要使用化学药剂,以有机磷类、新烟碱类、氨基甲酸酯类、拟除虫菊酯类农药为主<sup>[3]</sup>。近年来随着枸杞栽培面积的逐步扩大和枸杞产业的升级,为推动有机枸杞食品安全发展,提升出口枸杞品质标准,传统化学农药已经很难满足需求。

近年来,随着无公害生物农药的研究与推广,为枸杞蚜虫防治提供了新的方法。生物农药包括植物源、动物源、微生物源三大类农药,是指利用生物活体(真菌和细菌等微生物、昆虫病毒、天敌等)或其代谢产物(植物信息素和生长素等)针对农业有害生物达到抑制或进行杀灭的制剂,非化学合成,来自天然的化学物质或生命体<sup>[4]</sup>。生物农药与化学农药相比,其在有效成分来源,工业化生产途径,产品的杀虫防病机理和作用方式等诸多方面有着许多本质的区别。未来生物农药

更适合应用于有害生物综合治理中,其比重将不断扩大。本文归纳和总结了近年来3类生物源农药对枸杞蚜虫的防治所取得的研究进展,为宁夏枸杞蚜虫的防治提供借鉴和指导。

## 1 植物源杀蚜剂的研究及应用现状

植物源农药,取自于植物,而又反过来应用于植物,具有不污染环境 and 害虫不易产生抗药性的特点,并且我国植物资源丰富,为植物源杀蚜剂的筛选研究提供了丰富的原料<sup>[5]</sup>。目前研究表明,能够有效防治蚜虫的植物源活性物质主要有:生物碱、酚类、黄酮、萜类、有机酸类、蛋白质类、甾类以及光活化毒素类等,部分已是进行相关农药登记的产品,有的只是全株或者部分有机溶剂提取物、水提物等<sup>[6]</sup>。

### 1.1 植物源农药防治枸杞蚜虫商品化产品现状

苦豆子是研究的比较早的一种杀虫植物,已经有商品化的产品。研究表明,苦豆子总碱及其6种单体对枸杞蚜虫具有一定毒杀活性。总碱的LD<sub>50</sub>为0.117 μg·头<sup>-1</sup>,低于野靛碱、苦豆碱、槐定碱;6种生物碱单体中,对枸杞蚜虫的毒杀活性大小依次是野靛碱、苦豆碱、槐定碱、槐果碱、苦参碱和氧化苦参碱,LD<sub>50</sub>分别为0.044、0.071、0.105、0.116、0.178和0.179 μg·头<sup>-1</sup><sup>[7]</sup>。田间试验表明,0.3%苦豆子总碱水剂稀释800倍药液对枸杞蚜虫仍有非常好的防效,药后7d防效可达90%以上,持效期长达15d,在药后15d的防效可达96%以上,且有一定的增产作用,是理想的防治枸杞蚜的无公害药剂<sup>[8]</sup>。

成都新朝阳的1.5%苦参碱可溶液剂,有效成分3.00、3.75、5.00 mg·kg<sup>-1</sup>的3个处理施药后1d对枸杞蚜虫田间防效在77.10%~87.00%,

收稿日期:2018-05-14

基金项目:宁夏自然科学基金资助项目(NZ15100);宁夏高等学校科学技术研究资助项目(NGY2015144);北方民族大学校级科研资助项目(2017SKKY05)。

作者简介:屈欢(1985-),女,博士,讲师,从事新农药创制研究。E-mail:rosalie42@163.com。

施药后 3 d 防效在 84.60%~95.50%,施药后 7 d 的防效在 86.80%~96.50%<sup>[9]</sup>。兰州世创生物科技有限公司的 5% 香芹酚水剂 400 倍、河北广盛(香港)生物科技有限公司生产的 0.5% 藜芦碱可溶液剂 600 倍对田间枸杞蚜虫也有一定的防效,药后 1、3、5、14、21、28 d 的防效分别为 55.85%、63.77%、75.90%、67.35%、52.38%、39.51%和 54.28%、61.03%、67.61%、50.40%、31.39%、28.72%<sup>[10]</sup>。在室内条件下采用浸渍法测定发现,广州农药厂的 2.5% 鱼藤酮乳油对枸杞蚜虫有很好的毒杀作用,24 h 的  $LC_{50}$  值为  $3.05 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ,48 h 的  $LC_{50}$  值为  $3.11 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ <sup>[11]</sup>。宁夏农林科学院植物保护研究所研发的植物源农药乳浆大戟植物杀虫水乳剂对枸杞蚜虫的室内杀虫活性测定显示,其对枸杞蚜虫 24 h 的  $LC_{50}$  值为  $0.3977 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ;在有效成分用量为 3 000 和 6 000  $\text{g} \cdot \text{hm}^{-2}$  时,药后 1、3、5、7,防效分别超过了 72.01%、59.95%、61.93%和 65.01%。防效与对照化学药剂高效氯氟菊酯在有效成分用量 1 000  $\text{g} \cdot \text{hm}^{-2}$  剂量下的防效相当,而显著优于印楝素的有效成分用量 1 875  $\text{g} \cdot \text{hm}^{-2}$  的防效,表现出较好的速效性。

## 1.2 植物源农药防治枸杞蚜虫基础性研究进展

由于我国幅员辽阔,有很多具有杀虫活性的植物<sup>[13]</sup>。很多的研究者进行了大量相关植物粗体物的活性筛选,发现很多具有杀蚜活性的物质。特别是西北农林科技大学无公害农药研究服务中心、宁夏农林科学院植物保护研究所、宁夏大学、山东农业大学等在枸杞蚜虫防治方面开展大量基础性筛选工作,为开发新的植物源杀蚜剂提供指导。

王芳等<sup>[14]</sup>进行了 10 种植物粗提物对枸杞主要害虫的杀虫活性筛选,发现披针叶黄华、乳浆大戟、狼毒和伏毛铁棒锤的乙醇提取物对枸杞蚜虫的  $LC_{50}$  分别为 258.90、303.97、529.73 和 822.90  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ,尤其是披针叶黄华和乳浆大戟的杀蚜虫活性较为突出,可进行进一步深入研究。张建英等<sup>[15]</sup>测定了 11 种植物乙醇提取物对枸杞蚜虫的拒食和毒杀活性,结果表明:苍耳、钩腺大戟、蒺藜、狼毒和伏毛铁棒锤提取液对枸杞蚜虫具有明显的拒食活性,利用狼毒、蒺藜和葫芦巴粗提液处理枸杞蚜虫 72 h,校正死亡率达 90%以上,其中狼毒提取物对枸杞蚜虫的毒杀活性最强。利用苍耳、钩腺大戟、狼毒、蒺藜和伏毛铁棒锤乙醇

粗提物处理枸杞蚜虫 48 h 后,其平均拒食率均达到 80%以上,且拒食率在处理 12 h 后呈明显的增长趋势,处理 72 h 后拒食效果仍在 80%以上,说明这几种植物提取物对枸杞蚜虫作用的持效期较长。伏毛铁棒锤生物总碱对枸杞蚜虫具有较强的触杀活性,浓度为  $10.0 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$  处理校正死亡率分别达到 87.2%(24 h)和 96.5%(48 h),致死中浓  $LC_{50}$  分别为  $2.243 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$  (24 h)和  $1.406 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$  (48 h)<sup>[16]</sup>。在大田枸杞喷洒,0.25%大蒜素制剂 100 及 500 倍液对枸杞蚜虫具有良好的防治效果,用药后 3 d,其校正防效分别为 45.40%和 47.96%;用药后 5 d,其校正防效分别为 72.24%和 81.60%;用药后 7 d,其校正防效分别为 88.40%和 87.34%,相对于空白对照,药剂的防效均达到极显著水平,但是其速效性较差,这也是生物农药的特点<sup>[17]</sup>。梁瑞、左玲霞、张亚军等分别研究了穗花马先蒿、野西瓜苗、茜草的乙醇提取物和石油醚、氯仿、乙酸乙酯、正丁醇和水 5 种不同极性萃取物对枸杞蚜虫活性。穗花马先蒿石油醚萃取物的杀虫效果最高,48 h 的校正死亡率可达 96.38%<sup>[18]</sup>。野西瓜苗 95%乙醇提取物对枸杞蚜虫有较高的触杀活性,而且枸杞蚜虫的校正死亡率随着提取物浓度的增大和处理时间的延长均在升高,当浓度达到  $50.00 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  时,校正死亡率在 48 h 时达到 97.04%<sup>[19]</sup>。95%乙醇茜草提取物对枸杞蚜虫有较高的触杀活性,而且枸杞蚜虫的校正死亡率随着提取物处理时间的延长和质量浓度的增大而升高,当浓度为  $50.00 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  时,48 h 的校正死亡率为 97.62%<sup>[20]</sup>。通过载毒叶片法室内测定辣椒碱 12.5、25.0、37.5、50.0、62.5  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$  的 5 个浓度系列对枸杞蚜虫的毒力,随着浓度的增大,辣椒碱的杀虫活性显著增强,校正死亡率分别为 65.2%、75.6%、89.7%、96.3%、100.0%<sup>[21]</sup>。黄乾龙<sup>[22]</sup>对 90 余种植物丙酮提取物进行的杀蚜活性筛选,重点研究比较了大花旋复花、乳浆大戟、大花金挖耳和披针叶黄华全株丙酮提取物对枸杞蚜虫的室内毒力测定,发现都有一定的杀蚜活性,其中旋覆花全株丙酮提取物对枸杞蚜虫的毒力最高, $LC_{50}$  为  $1702.32 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

## 1.3 植物源农药防治枸杞蚜虫的作用方式研究进展

植物源农药因其种类不同,其对枸杞蚜虫的作用方式也不尽相同,主要的作用方式有触杀、胃毒、拒食、毒杀、忌避、引诱、抑制生长发育和不育

等<sup>[23]</sup>。而且由于其成分较为复杂,其作用方式也很复杂,往往都是几种作用方式共同起效,蚜虫很难产生抗药性。

研究发现乳浆大戟提取物对枸杞蚜虫表现出多种生物活性,包括触杀、熏蒸、忌避、抑制种群形成活性。目前,具有触杀活性的植物源杀虫植物不多,主要有除虫菊、鱼藤、烟草等。除此之外,乳浆大戟提取物还具有一定的熏蒸作用,但活性不高,而且击倒时间长,击倒速度很慢,说明乳浆大戟本身含有挥发气体而使昆虫中毒死亡,但挥发气体含量不高,所以效果不明显<sup>[24]</sup>。刘丽梅等<sup>[12]</sup>研究了罗勒精油、藿香精油、砂地柏精油和薄荷精油对枸杞蚜虫的作用方式以及对 5 种酶活性的影响,发现都有明显的熏蒸作用和一定的触杀作用。罗勒精油对枸杞蚜虫的熏蒸作用和触杀作用最好,熏蒸条件下  $LC_{50}$  为  $0.81 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1}$ ,在  $8 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1}$  的浓度下死亡率达到 93%,而触杀条件下  $LC_{50}$  为  $2.78 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1}$ ,在  $8 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1}$  的浓度下死亡率达到 98%。4 种精油对枸杞蚜虫羧酸酯酶(CarE)、乙酰胆碱酯酶(AChE)、谷光甘肽-S 转移酶(GSTs)均有显著的抑制作用,其中罗勒精油对 CarE 和 GSTs 的抑制作用最大。砂地柏精油对酸性磷酸酯酶(ACP)有明显的抑制作用,其抑制率范围为 8%~48%。薄荷、藿香、罗勒 3 种精油在浓度较低时对 ACP 具有诱导作用,浓度较高时则表现出一定的抑制作用。4 种精油对酚氧化酶(PO)均有明显的诱导作用,酶活性都有明显的增强,其诱导活性均表现为先增高后降低的趋势<sup>[25]</sup>。

由于植物源农药的较高效、作用机理多样、不易诱发病虫害抗药性及环境相容性好等特点,在综合防治中表现出较好的防效,具有广阔的市场前景<sup>[23]</sup>。然而很多的植物提取物中,含有多种成分,主要作用成分或者作用方式并不明确,多数研究仍停留在利用粗提物和复配阶段,如在对抗蚜活性成分结构鉴定表征方面的研究较少,加强其分离纯化,其杀虫活性可能会有较大提高。这些活性物质的商品化还需要很长的路要走,亟待科研工作者和企业推进该方向的研究。

## 2 动物源杀蚜剂的研究及应用现状

动物源的杀蚜剂主要分为昆虫信息素、动物毒素、昆虫天敌等。现阶段关于枸杞蚜虫的研究主要集中在天敌方面,主要涉及捕食性和寄生性

两类。利用天敌可以使蚜虫在较长一段时间被控制在适当数量,优点是不易产生抗性,但缺点是见效较慢,实际生产中常结合其它防控方法进行综合防治,可达到较好的防效<sup>[23]</sup>。

相关的研究发现,蚜虫可通过后胫节释放性信息素来引诱雄蚜,如麦二叉蚜属的雌蚜。随后在其它种类的蚜虫中也发现了性信息素,性信息素的成分在多种蚜虫中相同,比例有差异。雌蚜依靠分泌的荆芥内酯和荆芥醇性信息素诱捕未成熟的雌虫和雄虫,使其越冬卵量减少,次年的蚜虫数量降低<sup>[23]</sup>。20 世纪 70 年代,Bowers 等<sup>[26-27]</sup>分离鉴定出蚜虫报警信息素的结构为(反) $\beta$ -法呢烯( $E\beta F$ ),当蚜虫受到外界惊扰时从腹管中释放出报警信息素,其周围的其它蚜虫可迅速感知并逃逸而避免受到伤害。 $E\beta F$  是多数蚜虫的报警信息素的主要成分,研究表明,在常规防治蚜虫的农药使用时加入  $E\beta F$ ,可增强蚜虫的移动性,从而使蚜虫与农药的接触概率增大,提高防治效果。目前在蚜虫的性信息素和报警素都已经完成合成,但是其在枸杞蚜虫防治利用方面的研究很少,这是今后的一个重要的研究发展方向。

蚜虫的寄生蜂分为初寄生蜂和重寄生蜂 2 类。其中初寄生蜂 400 多种,隶属 2 科,即蚜茧蜂科 Aphidiidae 和蚜小蜂科 Aphelinidae。重寄生蜂 33 种,隶属 5 科,分别是金小蜂科 Pteromalidae、跳小蜂科 Encyrtidae、姬小蜂科 Eulophidae、大痣细蜂科 Megaspilidae 和瘿蜂科 Cynipidae<sup>[28]</sup>。相关研究已经很多,其中很多的品种已经商品化生产,应用很成熟。其对枸杞蚜虫的防治效果虽未见具体报道,但其产品的应用范围已经覆盖了枸杞蚜虫,其在有机枸杞园将会有很好的应用。

异色瓢虫(*Leis axyridis*)对枸杞蚜虫的捕食功能反应的室内试验表明,成虫 24 h 最大捕食量为 135.60 头;瓢虫不同龄期的幼虫对枸杞蚜虫都具有捕食作用,其中 4 龄期幼虫的捕食量最大,在 24 h 时为 153.84 头;温度是影响异色瓢虫捕食量的一个因素,异色瓢虫最适捕食温度为 25℃,当温度低于 15℃或高于 30℃时,其捕食量都明显降低。田间调查表明,4-6 月和 8-9 月时,异色瓢虫是枸杞蚜虫的优势天敌种群,对蚜虫具有较好及长时间的防控,且其具有个体大、食谱广泛、生存能力强、捕食量大等特点,在大规模枸杞种植的生物防控中具有良好的应用前景<sup>[29]</sup>。在实验

室条件下,十三星瓢虫(*Hippodamia tredecimpunctata* Linnzeus)成虫捕食枸杞蚜虫的捕食量,随着猎物密度增加而增大,1头十三星瓢虫成虫24 h对雌虫和雄虫的最大捕食量分别为103和81头。随着瓢虫密度和猎物密度的增加,相互干扰明显增强,捕食率下降。实践表明,在利用十三星瓢虫成虫防治枸杞蚜虫时,瓢虫与蚜虫的比例以1:50较合适<sup>[30]</sup>。

试验测定了中华草蛉(*Chrysoperla sinica*)四龄幼虫、多异瓢虫(*Hippodamia variegata*)成虫、凹带食蚜蝇(*Syrphus nitens*)四龄幼虫和黑食蚜盲蝽(*Deraeocoris punctulatus*)成虫对枸杞蚜虫的捕食功能反应,其捕食效率依次为凹带食蚜蝇、中华草蛉、多异瓢虫和黑食蚜盲蝽,24 h最大捕食量分别为135.6、116.6、98.6和82.3头。田间观察试验表明,天敌的控制作用在野生枸杞种植园较强,优势天敌按种群数量依次为黑食蚜盲蝽、多异瓢虫、中华草蛉和凹带食蚜蝇,不同季节优势种也不同,4-6月为多异瓢虫,6-8月为凹带食蚜蝇,7-8月为中华草蛉,在整个枸杞生长期黑食蚜盲蝽均为优势天敌。但在化学防治田虫害较为严重,只能观察到多异瓢虫的捕食作用<sup>[31]</sup>。中国农业科学院中美天敌公司人工饲养龟纹瓢虫对枸杞蚜虫有较好的控制作用。释放后5 d控制效果即显现出来,虫口减退率80%左右,7 d虫口减退率80%以上,18 d虫口减退率接近100%<sup>[32]</sup>。

农药的过量施用严重破坏了天敌群落的结构与功能,也极大影响了病原性天敌,形成天敌在时空上的盲区,从而导致害虫频繁爆发。因而,农田生态系统的物种多样性的维持,尤其是天敌多样性,对于害虫的防控有重要意义<sup>[32]</sup>。如果使用了活体动物源杀虫剂,一般情况下不能再使用化学农药。动物源杀蚜剂研究较多,并且已经开发出了很多产品,其优点在于安全环保,蚜虫不易产生抗药性且防效时间长,缺点在于见效慢,受环境等因素影响较大,因而在实际枸杞蚜虫防控应用层面较少。加强这方面研究,无疑是枸杞蚜虫无公害绿色防控的一个重要发展方向。

### 3 微生物源杀蚜剂的研究及应用现状

微生物源杀虫剂是指由细菌、真菌、放线菌和病毒等微生物及其代谢产物加工制成的农药,按来源微生物源农药包括农用杀虫抗生素和活体微生物杀虫剂农药两大类。

目前,白僵菌、绿僵菌、苏云金杆菌(Bt)、菊欧

文氏杆菌、蜡蚧轮枝菌、禾谷缢管蚜病毒(Rh-PV)、链霉菌、阿维菌素、虫瘟霉等是研究较多的微生物源杀蚜剂。因其优异的杀蚜特性,已经被很多国内厂家制剂化生产、推广,并取得良好的效果。

白僵菌是我国微生物活体杀虫剂研究最多的真菌之一,其培养容易、具广谱杀虫活性、致病力强和对天敌友好等特点,已被开发成多种制剂用于农业害虫的防治,也是推广面积最大的活体微生物农药之一。刘浩等<sup>[33]</sup>研究了4种球孢白僵菌(*Beauveria bassiana*)对枸杞蚜虫的致病性试验,发现其都能对枸杞蚜虫有很好的防控作用,致死中时 $LT_{50}$ 为4~6 d,而温度为22~28℃,校正死亡率升高最快,31℃达到最高,而湿度在40%~90%条件下,其校正死亡率随湿度升高而升高。宁夏由于条件干旱,只有在夜间、雨后能达到高湿度,能否充分利用湿度合适期开展防治,是该项技术能否大面积发挥作用的关键。蜡蚧轮枝菌也在蚜虫防治方面有很好的表现。研究发现,中国农业大学提供的蜡蚧轮枝菌(*Verticillium lecanii*)株对枸杞蚜虫致死中浓度为 $1.8 \times 10^5$ 个 $\cdot mL^{-1}$ ,致死中时 $LT_{50}$ 为4.89 d,并且发现50%醚菌酯水分散粒剂和20%啉虫醚可湿性粉剂对蜡蚧轮枝菌较为安全,可适当混用<sup>[34]</sup>。北京汉帮生物技术有限公司的20%虫霉水乳剂10 mL $\cdot L^{-1}$ 对大豆蚜虫的防治效果达到99%以上<sup>[35]</sup>。

一些研究者在使用绿僵菌防治烟蚜方面取得了良好的效果,制定出了一套生物活性测定标准<sup>[36]</sup>。绿僵菌对于烟蚜的防效好于同属的白僵菌,致死率可达100%,Yao等<sup>[37]</sup>通过实验证明绿僵菌在波长为312和365 nm的紫外光照射后降低了对烟蚜的毒力,因而田间应用绿僵菌防治蚜虫,紫外线是重要的影响因素。

在细菌防治枸杞蚜虫方面,苏云金芽孢杆菌(Bt)的研究最多。宁夏农科院植保所研究了福建省绿波生化有限公司生产Bt制剂对枸杞蚜虫的防治效果,致死中浓度 $LC_{50}$ 为6.85 mg $\cdot kg^{-1}$ ,并且速效性好,具有非常好的推广价值。菊欧文氏杆菌(*Dickeya dadantii*)在蚜虫肠道大量繁殖并穿过肠道上皮细胞,侵染脂肪体、胚胎和脑等器官造成蚜虫败血症而具有很强的杀灭蚜虫能力,10个菊欧文氏杆菌就可使豌豆蚜致死<sup>[38-39]</sup>。王磊等<sup>[40]</sup>从死亡蚜虫中分离得到KI63阴沟肠细

菌(*Enterobacter cloacae*) KI3 和粘质沙雷氏菌(*Serratia marcescens*)两株蚜虫高致病菌,对这两株菌种分离纯化后进行对油菜(*Brassica napus* L.)和海桐花(*Pittosporum tobira*)上的蚜虫的杀虫效果筛选试验。结果从中发现并鉴定出,这2株菌株对蚜虫均有明显的杀灭作用<sup>[40]</sup>。相对于真菌,细菌具有强传染性、专一致病性等特点,其生长周期短,培养容易,生产成本低,对环境要求较低,农用化学药剂对细菌影响较少,极大地提高了杀虫效率。

阿维菌素是由链霉菌中灰色链霉菌(*Streptomyces avermitilis*)发酵产生的一类具有杀虫、杀螨、杀线虫活性的十六元大环内酯化合物。研究发现,2.8%阿维菌素乳油5 500倍液对枸杞蚜虫,药后1、3、5、14、21、28 d的防效分别为56.52%、66.92%、75.12%、64.14%、52.00%和48.87%,具有很好的防效和持效性,可以将枸杞蚜虫长时间控制在合理阈值内<sup>[41]</sup>。多杀菌素又名多杀霉素或刺糖菌素和赤糖菌素,是由土壤放线菌多刺甘蔗多孢菌(*Saccharopolyspora spinosa*)在培养基质下经有氧发酵后产生的次级代谢产物,属于大环内酯类。陆玉荣<sup>[42]</sup>的研究发现,10%的多杀菌素SC对蔬菜蚜虫的 $LC_{50}$ 为 $72.60\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ,防治田间的蚜虫有较好的效果。多杀菌素对昆虫具有快速触杀和胃毒毒性,其中毒症状具有神经毒剂类似性,具体的是依靠刺激昆虫的神经系统,诱发非功能性的肌肉收缩、衰竭,并伴随有颤抖和麻痹症状,至今尚未发现其它化合物能以相同的作用方式影响昆虫的神经系统,并且没有有关多杀菌素交叉抗性方面的报道。杀蚜虫类抗生素开发应用非常广泛和成熟,和其它生物杀虫剂相比其高效广谱、持效期长,不易受到化学农药的影响,可以和其它农药混用达到防治目标。

#### 4 小结与展望

本文主要讨论了枸杞蚜虫生物防治的最近研究进展,重点介绍了几种已经制剂化生产的防控药剂使用效果和部分具有杀蚜活性生物及其代谢产物的初步研究成果。随着我国食品安全要求的提高和出口贸易标准的严格化,特别是枸杞中农残的含量指标监测越来越严格,并且西部地区干旱多变的气候为枸杞蚜虫发生提供了便利条件,这些都为枸杞蚜虫的绿色防控提出了期望。目

前,蚜虫的绿色防控研究非常多,但是很多都集中在初步的研究,制剂化的产品较少,而针对枸杞蚜虫的绿色防控药剂更是少之又少。枸杞蚜虫的防控是一个系统的工作,必须加强前期监测和预警,在蚜虫发生的初级阶段做好防控工作,将其种群密度控制在合理的阈值内,无法对枸杞造成重大危害。在发展绿色防控的同时,做好农艺措施防控,也要做好针对虫害特殊情况爆发的应急措施,做好害虫的综合防控,实现枸杞产业的可持续发展。

#### 参考文献:

- [1] 张润志,张蓉.宁夏危害枸杞的蚜虫种类为棉蚜、桃蚜和豆蚜[J].农药科学与管理,2016,53(1):218-222.
- [2] 李建领.仿生胶与脱叶剂对枸杞主要害虫防控效果研究[D].泰安:山东农业大学,2015.
- [3] 赵世华.宁夏枸杞主要害虫发生规律及无公害防治技术与示范[D].北京:中国农业大学,2005.
- [4] 张兴,马志卿,李广泽.试谈生物农药的定义和范畴[J].农药科学与管理,2002,23(1):32-36.
- [5] Qian Y X. The current and development of the botanical pesticide[J]. World Pesticide,2008,30(1):6-13.
- [6] 樊鹏飞.植物源杀蚜活性物质筛选及复配增效研究[D].杨凌:西北农林科技大学,2011.
- [7] 刘丙涛.6种苦豆子生物碱单体及其不同组合的杀蚜活性研究[D].杨凌:西北农林科技大学,2013.
- [8] 李越鲲,米海莉,张曦燕,等.0.3%苦豆子总碱防治枸杞蚜虫田间药效试验[J].中国农学通报,2006,22(9):374-376.
- [9] 司光义.1.5%苦参碱可溶液剂防治枸杞蚜虫田间药效评价[J].农业开发与装备,2016(11):92-93.
- [10] 韩斌杰.4种生物农药对枸杞蚜虫的田间防效[J].甘肃农业科技,2014(6):48-49.
- [11] 杜玉宁,张宗山,沈瑞清,等.4种生物农药对枸杞蚜虫的室内毒力测定[J].林业科技,2007,32(6):29-30.
- [12] 刘畅,王芳,张蓉,等.乳聚大戟植物杀虫水乳剂对枸杞蚜虫的毒力测定及田间防效[J].农药,2014,53(9):680-682.
- [13] 赵善欢.植物化学保护[M].3版.北京:中国农业出版社,2000.
- [14] 王芳,南宁丽,周一万,等.10种植物粗提物对枸杞主要害虫的杀虫活性[J].甘肃农业大学学报,2013(6):88-91.
- [15] 张建英,杨贵军,于有志,等.11种植物提取物对枸杞蚜虫的拒食和毒杀活性测定[J].农业科学研究,2007,28(1):21-23.
- [16] 郭生虎,王敬东,马洪爱.伏毛铁棒锤生物总碱的杀虫活性研究[J].中国农学通报,2013,29(36):382-385.
- [17] 陈学文.大蒜素对枸杞蚜虫的田间防治效果[J].江苏农业科学,2012,40(5):97-98.
- [18] 梁瑞,杨敏丽.穗花马先蒿对枸杞蚜虫的杀虫活性研究[J].安徽农业科学,2008,36(3):1112-1113.

- [19] 左玲霞,谢晓鹏,杨敏丽.野西瓜苗对枸杞蚜虫的杀虫活性研究[J].安徽农业科学,2010,38(30):16918-16919.
- [20] 张亚军,杨敏丽.茜草对枸杞蚜虫的杀虫活性初探[J].农药,2008,47(9):694-695.
- [21] 陈学文.辣椒碱对枸杞蚜虫的毒性研究[J].安徽农业科学,2011,39(19):11488-11491.
- [22] 黄乾龙.121种植物提取物的杀蚜杀螨活性筛选[D].杨凌:西北农林科技大学,2012.
- [23] 唐平华,陈国平,朱明库,等.蚜虫防治技术研究进展[J].植物保护,2013,39(2):5-12.
- [24] 刘畅,王芳,张蓉.乳聚大戟提取物对枸杞蚜虫作用方式研究[C]//中国植物保护学会.2014年中国植物保护学会学术年会论文集,北京:中国农业科学技术出版社,2014.
- [25] 刘丽梅,段立清,苏柳,等.四种植物精油对枸杞蚜虫的毒力及3种酶活性的影响[J].中国森林病虫,2017,36(1):5-9.
- [26] 张海娜,钱玉源,刘祎,等.蚜虫防治研究概况及在棉花上的应用[J].农学学报,2015,5(8):36-39.
- [27] 刘金艳.蚜虫报警信息素的合成及生物活性研究[D].北京:首都师范大学,2008.
- [28] 王颖颖,李飞,王甦,等.寄生蜂调控半翅目害虫粉虱和蚜虫生理机制的研究进展[J].环境昆虫学报,2014,36(6):1033-1039.
- [29] 关晓庆.异色瓢虫对枸杞蚜虫的捕食功能反应及选择[J].湖北农业科学,2011,50(12):2442-2445.
- [30] 任月萍.十三星瓢虫对枸杞蚜虫的捕食功能及寻找效应的研究[J].吉林农业大学学报,2007,29(6):616-619.
- [31] 赵紫华,张蓉,贺达汉.宁夏枸杞主要天敌对枸杞蚜虫的捕食功能反应[J].宁夏大学学报(自然版),2009,30(3):275-277.
- [32] 李锋,杨芳.人工饲养龟纹瓢虫对枸杞蚜虫控制效果初探[J].宁夏农林科技,2002(5):22.
- [33] 刘浩,梁香丽,张宗山.宁夏本地球孢白僵菌对枸杞蚜虫控制作用[J].中国森林病虫,2015,34(4):42-44.
- [34] 刘浩,张龙,张宗山.蜡蚧轮枝菌对枸杞蚜虫的室内毒力和常用药剂敏感性测定[J].中国蔬菜,2012,1(4):87-90.
- [35] 李春杰,许艳丽,刘长仲,等.虫霉防治大豆蚜虫效果及其评价[J].中国油料作物学报,2006,28(1):79-82.
- [36] Hesketh H, Alderson P G, Pye B J, et al. The development and multiple uses of a standardized bioassay method to select hypocrealean fungi for biological control of aphids[J]. Biological Control, 2008, 46(2): 242-255.
- [37] Yao S L, Ying S H, Feng M G, et al. In vitro and in vivo responses of fungal biocontrol agents to gradient doses of UV-B and UV-A irradiation. [J]. Biocontrol, 2010, 55(3): 413-422.
- [38] Grenier A M, Duport G, Pagès S, et al. The phytopathogen *Dickeya dadantii* (*Erwinia chrysanthemi* 3937) is a pathogen of the pea aphid[J]. Applied and Environmental Microbiology, 2016, 72(3): 1956-1965.
- [39] Costechareyre D, Balmand S, Condemine G, et al. *Dickeya dadantii*, a plant pathogenic bacterium producing Cyt-like entomotoxins, causes septicemia in the pea aphid *Acyrtosiphon pisum*[J]. PLoS One, 2012, 7(1): e30702.
- [40] 王磊,张灼,欧晓昆,等.细菌在蚜虫生物防治中的研究初探[J].南方农业学报,2010,41(3):226-230.
- [41] 韩斌杰.4种生物农药对枸杞蚜虫的田间防效[J].甘肃农业科技,2014(6):48-49.
- [42] 陆玉荣,吕敏,张春梅,等.几种常用杀虫剂对蔬菜蚜虫的生物活性研究[J].安徽农业科学,2013(18):7818-7819.

## Research Progress on Biological Pesticide Prevention and Cure of *Lycium barbarum* Aphid in Ningxia

QU Huan

(College of Biological Sciences and Engineering, Northern University of Nationalities, Charlotte Medical University Joint Laboratory, Yinchuan 750000, China)

**Abstract:** Aphid is one of the most important pests of *Lycium barbarum*. It not only causes the loss of nutrients in *Lycium barbarum*, but also transmits many plant viruses, which seriously affects the quality and yield of *Lycium barbarum*. Because of its small size, rapid reproduction and strong adaptability, high temperature and drought environment in Northwest China and long-term single use of chemical pesticides to prevent and control its resistance to insecticides have increased, resulting in great difficulty in the control of aphids in Ningxia, the damage is increasing year by year. In order to improve the control of aphids and promote the sustainable development of *Lycium barbarum* industry. This paper summarized the research progress of biological pesticides on the control of *Lycium barbarum* aphids in China and the aim was to provide references for the control of Ningxia *Lycium barbarum* aphids.

**Keywords:** *Lycium barbarum*; chinese wolfberry aphid control; biological pesticide