



姚琼, 全林发, 李文景, 徐淑, 董易之, 陈炳旭. 荔枝龙眼卷叶蛾科害虫及其防控研究进展 [J]. 环境昆虫学报, 2021, 43 (5): 1143–1153.

荔枝龙眼卷叶蛾科害虫及其防控研究进展

姚 琼, 全林发, 李文景, 徐 淑, 董易之, 陈炳旭

(广东省农业科学院植物保护研究所, 广东省植物保护新技术重点实验室, 广州 510640)

摘要: 荔枝龙眼卷叶蛾是荔枝龙眼生产中的重要害虫防控对象, 该类害虫幼虫取食寄主植物的嫩梢、叶片、花穗和幼果, 在中国南方及东南亚地区危害严重。目前针对该虫的防治措施以化学防治为主, 但是化学农药的滥用造成的问题众多, 迫切需要研发推广绿色且高效的防控技术。目前荔枝龙眼卷叶蛾研究不够深入, 而且关于危害较多且寡食性的圆角卷叶蛾 *Eboda cellerigera* Meyrick 和灰白卷叶蛾 *Argyroplote aprobola* Meyrick 的研究尚无报道。本文总结了荔枝龙眼卷叶蛾科害虫的种类和发生危害情况, 论述了三角新小卷叶蛾 *Olethreutes leucaspis* Meyrick 和荔枝异形卷叶蛾 *Cryptophlebia ombrodelta* Lower 等 6 种主要优势种的研究概况。此外, 本文还从农业防治、物理防治、生物防治和化学防治四个方面对该类害虫防治技术研究进展进行了描述, 对该类害虫研究前景进行了展望, 旨在为其相关的研究及综合防控新技术的研发提供参考。

关键词: 卷叶蛾; 荔枝; 龙眼; 防治技术; 研究进展

中图分类号: Q968.1; S433

文献标识码: A

文章编号: 1674-0858 (2021) 05-1143-11

Research progress and control of Tortricidae pests on litchi and longan

YAO Qiong, QUAN Lin-Fa, LI Wen-Jing, XU Shu, DONG Yi-Zhi, CHEN Bing-Xu (Plant Protection Research Institute, Guangdong Academy of Agricultural Sciences, Guangdong Provincial Key Laboratory of New High Technology for Plant Protection, Guangzhou 510640, China)

Abstract: Tortricidae is one of the most widespread and destructive pests on litchi (*Litchi chinensis* Sonn) and longan (*Dimocarpus longan* Lour) in Southern China and Southeast Asia. The larvae feed on the tender branchlets, spica, and fruit of the host plants, fruit production will be seriously affected and severe economic losses will be caused by this pest, yet the only effective way to control *T. papillosa* is chemical insecticide application. Unfortunately, the chemical insecticide can not only kill the pest insects, but can also harm the beneficial insects in orchards as well as the environment. Thus, alternative control methods are needed to specifically target this species. It is suggested that current research of Tortricidae pests on litchi and longan is insufficient. Moreover, there is no literature description about *Eboda cellerigera* Meyrick and *Argyroplote aprobola* Meyrick. It seriously restricted the development of control technology of this species. Here we summarized the Tortricidae species and their infection characteristics in litchi and longan orchards in China, as well as the research progress of predominate species in the litchi and longan orchards, such as *Olethreutes leucaspis* Meyrick, *Cryptophlebia ombrodelta* Lower, and *Homona coffearia*

基金项目: 国家自然科学基金 (31801800); 国家荔枝龙眼产业技术体系虫害防控岗位 (CARS-32-12); 乡村振兴战略专项资金 (403-2018-XMZC-0002-90); 广东省现代农业产业技术体系绿色发展共性关键技术研发创新团队项目 (2020KJ112); 广东省农业科学院科技创新战略专项资金 (R2019PY-QY001)

作者简介: 姚琼, 博士, 副研究员, 研究方向为农业昆虫与害虫防治, E-mail: joanyao_0603@163.com

*通讯作者 Author for correspondence: 陈炳旭, 博士, 研究员, 研究方向为果树害虫综合防治, E-mail: gzchenbx@163.com

收稿日期 Received: 2020-07-09; 接受日期 Accepted: 2020-08-26

Meyrick. etc. This review provided the research status on control techniques, including agricultural control, physical control, biological control and chemical control of Tortricidae pests, as well as provides the basis and inspiration for new pest control strategies of Tortricidae.

Key words: Tortricidae; litchi; longan; control techniques; research progress

荔枝和龙眼原产于中国,是我国南方的优势名贵水果,被誉为“南国四大果品”之一,主要分布于广东、广西、福建、海南、四川及云南等省(自治区)(陈炳旭,2017)。2019年全国荔枝和龙眼栽培面积分别为54.1万ha和27.6万ha;二者产量分别为184.8万t和75.58万t,在农业经济中占有重要地位(陈厚彬,2019)。由于南方气候温暖、雨水丰沛,荔枝和龙眼在生长发育过程中可受到100余种害虫的侵害,为害程度最严重的是鳞翅目害虫Lepidoptera,其中卷叶蛾科害虫Tortricidae是重要鳞翅目害虫之一(邓国荣和杨皇红,1998;王松等,2019)。此类害虫以幼虫取食寄主植物的新梢和嫩叶,有些种卷叶蛾还可为害花穗和果实,造成被害部位枯萎坏死,严重影响植株正常生长发育,对果树产量造成极大威胁(周忠实,2004)。在上世纪50年代,国内研究者就开始对荔枝龙眼卷叶蛾类害虫进行调查,但由于寄主植物地域限制,对荔枝龙眼上的卷叶蛾研究甚少(钱庭玉,1955)。随着荔枝龙眼产业的发展,对这两种果树病虫害的种类调查、防治及研究的报道也随之增多,其中虫害相关的报道研究以荔枝蒂蛀虫*Conopomorpha sinensis* Bradley和荔枝蝽*Tessaratoma papillosa* Drury最多,而卷叶蛾的研究进展依然缓慢。本文对近年来荔枝龙眼上卷叶蛾科害虫研究情况进行整理,旨在帮助广大科研工作者全面了解此类害虫的研究现状,以期为该虫的深入研究及综合防控技术的研发提供参考。

1 荔枝龙眼卷叶蛾科害虫概况

据调查研究发现,福建省荔枝龙眼产区卷叶蛾有10种(陈元洪等,1997),广西省为害荔枝龙眼卷叶蛾有16种(邓国荣和杨皇红,1998;谭仕东等,1998;周忠实和邓国荣,2006a),广东省为害荔枝龙眼卷叶蛾有8种(董易之等,2015)(表1)。其中,三角新小卷叶蛾*Olethreutes leucaspis* Meyrick、灰白卷叶蛾*Argyroplotea aprobola* Meyrick、荔枝异形小卷叶蛾*Cryptophlebia*

ombrodelta Lower、圆角卷叶蛾*Eboda cellerigera* Meyrick、拟小黄卷叶蛾*Adoxophyes cyrtosema* Meyrick和褐带长卷叶蛾*Homona coffearia* Nietner为广东、广西和福建三地共有为害卷叶蛾种群;杨桃小卷蛾*Gatesclakeana idia* Diakonoff、梨小食心虫*Grapholita molesta* Busck、斜斑小卷蛾*Andrioplecta oxystaura* Meyrick、榆花翅小卷蛾*Lobesia aeolopa* Meyrick、豆小卷蛾*Matsumuraesia phaseoli* Matsumura、拟后黄卷叶蛾*Archips micaceanus* Walker、柑桔黄卷蛾*Archips eucroca* Diakonoff和黑尾黄卷蛾*Archips nigricaudanus* Walsingham仅在广西地区有发现;榆花翅小卷蛾和豆小卷蛾仅在荔枝园发现,杨桃小卷蛾仅在龙眼园发现。此外,在全球其他荔枝龙眼产地也发现了不同种的卷叶蛾,包括:在日本荔枝园内发现三角巨小卷蛾*Statherotis discana* Felder & Rogenhofer为害,在美国佛罗里达荔枝园发现有*Crocidosema lichivora* Baixeras为害,在非洲毛里求斯荔枝种植园发现有*Cryptophlebia peltastica* Meyrick为害,在印度荔枝园发现有灰白小卷叶蛾*Dudua aprobola* Meyrick为害(Nasu *et al.*, 1993; Brown *et al.*, 2002; Ray and Mukherjee, 2012)。

卷叶蛾的发生为害程度与荔枝龙眼的物候期息息相关。周忠实等(2004a)于2002-2003年对我国广西地区荔枝龙眼园卷叶蛾发生为害情况进行调查,结果表明:卷叶蛾在荔枝龙眼园全年均有发生,其中5-8月为卷叶蛾在龙眼园的幼虫高发期,7-12月为其在荔枝园的幼虫高发期;卷叶蛾对春梢为害较轻,但夏梢和秋梢期害梢率可高达70%以上,冬梢期害梢率达40%以上,荔枝花穗期受害率为23%,对荔枝龙眼产量影响很大。

2 主要优势种研究进展

2.1 三角新小卷叶蛾

三角新小卷叶蛾,又名黄三角黑卷叶蛾,多食性害虫,广东、广西和福建三个地区的荔枝龙眼产区均以三角新小卷叶蛾发生量最大。

表 1 我国荔枝龙眼卷叶蛾害虫名录
Table 1 Tortricidae pests on litchi and longan in China

序号 Order	中文名 Name	学名 Scientific name	寄主 Host plants		为害部位 Harm parts				为害等级 Harm level	食性 Feeding habits	别名 Another name	为害地区 Distribution
			荔枝 Litchi	龙眼 Longan	嫩梢 Tender tip	叶 Leaf	花穗 Spica	果实 Fruit				
1	三角新小卷蛾	<i>Olethreutes leucaspis</i>	✓	✓	✓	✓	✓		+++	多食性 Polyphagia	黄三角黑卷叶蛾	广东、广西、福建、海南 Guangdong, Guangxi, Fujian, Hainan
2	灰白卷叶蛾	<i>Argyroplote aprobola</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	++	寡食性 Oligovory	灰白条小卷蛾	广东、广西、福建 Guangdong, Guangxi, Fujian
3	黑点卷叶蛾	<i>Argyroplote illepidia</i>	✓			✓		✓	+	多食性 Polyphagia		广东、福建 Guangdong, Fujian
4	荔枝异形小卷蛾	<i>Cryptophlebia ombrodelta</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	++	多食性 Polyphagia	黑点褐卷叶蛾	广东、广西、福建、云南及台湾等 Guangdong, Guangxi, Yunnan, Taiwan <i>et al.</i>
5	圆角卷叶蛾	<i>Eboda cellerigera</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	+++	寡食性 Oligovory		广东、广西、福建 Guangdong, Guangxi, Fujian
6	杨桃小卷蛾	<i>Gatesclakeana idlia</i>		✓	✓	✓	✓		+	多食性 Polyphagia		广西 Guangxi
7	梨小食心虫	<i>Grapholita molesta</i>		✓					+	多食性 Polyphagia		广西 Guangxi
8	斜斑小卷蛾	<i>Andrioplecta oxystaura</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	+	寡食性 Oligovory		广西 Guangxi
9	榆花翅小卷蛾	<i>Lobesia aeolopa</i>	✓				✓		+	多食性 Polyphagia		广西 Guangxi

续表 1 Continued table 1

序号 Order	中文名 Name	学名 Scientific name	寄主 Host plants		为害部位 Harm parts				为害等级 Harm level	食性 Feeding habits	别名 Another name	为害地区 Distribution
			荔枝 Litchi	龙眼 Longan	嫩梢 Tender tip	叶 Leaf	花穗 Spica	果实 Fruit				
10	豆小卷蛾	<i>Matsumuraeses phaseoli</i>	✓		✓	✓			+	多食性 Polyphagia		广西 Guangxi
11	拟小黄卷叶蛾	<i>Adoxophyes cyrtosema</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	+	多食性 Polyphagia	柑桔褐带卷叶蛾	广东、广西、福建、四川、湖北 Guangdong, Guangxi, Fujian, Sichuan, Hubei
12	柑桔小黄卷叶蛾	<i>Adoxophyes fasciata</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	+	多食性 Polyphagia		广西 Guangxi
13	褐带长卷叶蛾	<i>Homona coffearia</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	+	多食性 Polyphagia	柑桔长卷蛾	广东、广西、福建 Guangdong, Guangxi, Fujian
14	后黄卷叶蛾	<i>Cacoecia asiatica</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	+	多食性 Polyphagia		广西、福建 Guangxi, Fujian
15	拟后黄卷叶蛾	<i>Archips micaceanus</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	+	多食性 Polyphagia		广西 Guangxi
16	柑桔黄卷蛾	<i>Archips eucroca</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	+	多食性 Polyphagia		广西 Guangxi
17	黑尾黄卷蛾	<i>Archips nigricaudanus</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	+	多食性 Polyphagia		广西 Guangxi
18	白点褐黄卷蛾	<i>Archips tabescens</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	+	多食性 Polyphagia		广东、福建 Guangdong, Fujian
19	龙眼裳卷蛾	<i>Cerace stipatana</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	+	多食性 Polyphagia		江西、福建、四川 Jiangxi, Fujian, Sichuan

注: + + + 表示较普遍, 为害较重; + + 表示发生量较少, 为害较轻; + 表示零星发生。Note: + + + indicated very common, harmful; + + indicated less common, less harmful; + indicated sporadic occurrence.

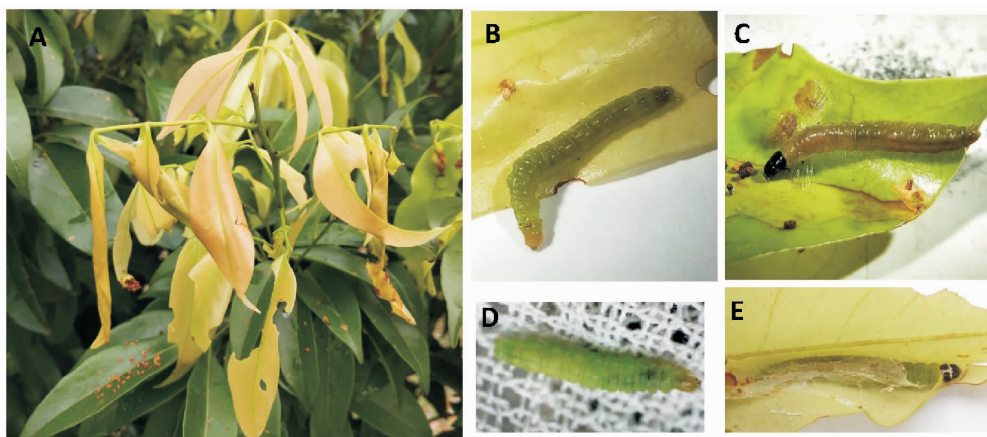


图1 卷叶蛾在荔枝上为害症状及4种卷叶蛾科害虫幼虫

Fig.1 Tortricidae pests on litchi and four Tortricidae pests larvae

注: A, 卷叶蛾在荔枝上为害症状; B, 三角新小卷叶蛾; C, 灰白卷叶蛾; D, 拟小黄卷叶蛾; E, 褐带长卷叶蛾。Note: A, Symptom of harm of Tortricidae pests on litchi; B, *O. leucaspis*; C, *A. aprobola*; D, *A. cyrtosema*; E, *H. coffearia*.

2.1.1 发生规律

该虫在荔枝龙眼上种群增长指数为 60.80 和 53.76, 明显高于在柑桔 (49.00) 和莲雾 (36.10) 等其他南方果树上, 荔枝和龙眼是其最适宜的寄主植物 (陈泽坦等, 2009)。该虫以幼虫为害荔枝龙眼的嫩梢、叶片和花穗, 分布于我国华南、日本和印度地区 (邓国荣和杨皇红, 1998)。在广西地区一年可发生 9 代, 世代重叠, 在荔枝园于 9 月和 12 月出现 2 个幼虫高发期, 在龙眼园于 5 月、7 月和 9 月出现 3 个幼虫高发期, 其高发期发生量占荔枝龙眼卷叶蛾害虫数量的 85% 以上, 该虫对果树危害日趋严重, 已成为荔枝龙眼产区主要害虫之一 (邓国荣等, 2002; 周忠实等, 2004; 2006b 和 2006c)。

2.1.2 生物学特征

三角新小卷叶蛾各虫态历期受温度和湿度影响很大, 卵期 2~9 d, 幼虫 9~41 d, 蛹期 6~39 d, 成虫期 3~16 d, 4 种虫态发育起点温度分别为: 4.92℃、3.91℃、8.54℃ 和 11.14℃, 其中幼虫过冷却点温度为 -12.78℃, 该虫可能以幼虫形态于虫苞中越冬 (陈元洪等, 1996; 邓国荣等, 2002; 陈泽坦等, 2007 和 2008)。其成虫大多于白天羽化, 晚上交尾产卵, 产卵前期 1~2 d, 喜欢产卵于腋芽叶脉、小叶缝隙间, 通常一叶一卵。初孵幼虫从卵底部钻出后潜入新梢顶芽的小叶夹缝, 吐丝缀成虫苞为害, 老熟幼虫下坠于落叶或杂草叶片上吐丝成茧化蛹, 在寄主植物的垂直分

布上呈现下层树冠害梢率显著高于上层树冠的特性 (邓国荣等, 2002; 周忠实等, 2004; 陈泽坦等, 2009)。

2.2 荔枝异形卷叶蛾

荔枝异形卷叶蛾, 又名黑点褐卷叶蛾和格木蛀梢虫, 寄主广泛, 可为害荔枝、龙眼、红毛丹、杨桃、格木和夏威夷果等多种植物, 主要分布于热带和亚热带地区, 是目前文献报道最多的一种荔枝龙眼卷叶蛾害虫。目前关于荔枝异形卷叶蛾的研究主要包括生物学特征、生活习性、人工饲养技术、种群动态及性信息素几个方面 (Jones, 1994a; 刘东明, 2005)。

2.2.1 发生规律

因地理位置和寄主植物不同, 该虫每年可发生 3~6 代, 世代重叠, 世代历期受温度和湿度影响较大, 在 18℃ 时为 66.87 d (刘东明等, 2005)。该虫在美国夏威夷地区红毛丹和夏威夷果果树上为害时, 可造成大量落果, 严重影响果树产量和果品质量 (Jones, 1994a; McQuate *et al.*, 2000)。

2.2.2 生物学特征

荔枝异形卷叶蛾的卵、幼虫、蛹和成虫的发育起点温度分别为 5.23℃、6.08℃、4.93℃ 和 4.90℃ (吴耀军等, 2019; 赵志刚等, 2019)。其幼虫经历 4 次蜕皮, 并以幼虫在寄主植物为害部位或树皮缝隙结茧越冬, 成虫全天可羽化, 成虫为雌雄异型, 在外型上雄虫较小、色泽偏淡, 雌虫体型稍大、身体黑褐色; 而且通过扫描电镜观察

发现,雌雄蛾触角感受器种类和数量上也存在差异,雄蛾共观察到7种感器:刺形感器、毛形感器、腔锥形感器、栓锥形感器、耳形感器、锥形感器和鳞形感器,而雌蛾仅观察到前6种(赵志刚等,2018;龚粤宁等,2018)。成虫多于夜晚交配,产卵前期为3~5 d,卵多散产于叶茎、幼果果柄或嫩梢,初孵幼虫咬食荔枝龙眼果实表皮,2龄后蛀入果核内危害,通常一个钻蛀孔道内仅1头幼虫,以单头取食为主,在蛀孔留有褐色状虫粪及丝状物(Jones,1994b;陈炳旭,2017)。

2.3 褐带长卷叶蛾

2.3.1 发生规律

褐带长卷叶蛾,又名茶卷叶蛾、柑桔长卷叶蛾和咖啡卷叶蛾,多食性害虫,可为害茶、柑桔、荔枝、桃等多种植物。该虫在荔枝龙眼园内一年可发生5~7代,世代重叠(丁建华和郭剑雄,1989)。

2.3.2 生物学特征

褐带长卷叶蛾多于清晨羽化、于夜间交配,产卵前期为3~5 d,卵散产于叶片、叶柄和花序上,每雌产卵量超过100粒,其卵、幼虫和蛹的发育起点温度分别为9.48℃、6.13℃和7.95℃(郑绍双和吴俊辉,2006;李慧玲等,2018)。该虫以幼虫在叶苞中越冬,其幼虫经历5次蜕皮,幼虫历期随温度和湿度变化,范围为17.6~134 d(丁建华和郭剑雄,1989)。褐带长卷叶蛾雌性成虫翅黄褐色,雄性成虫前翅内缘黑色,雄虫体长8.27~9.34 mm显著短于雌虫9.51~11.21 mm(常明山等,2017)。

2.4 拟小黄卷叶蛾

2.4.1 发生规律

拟小黄卷叶蛾,又名柑桔褐带卷蛾,分布于我国广东、广西、福建和四川等地,多食性害虫,其寄主植物为芸香科、无患子科、茶科和蔷薇科等16科植物。在荔枝龙眼园以幼虫为害嫩梢、叶、花穗和果实。在广东地区一年可发生8~9代,世代重叠(周忠实,2004)。

2.4.2 生物学特征

该虫幼虫多经历4次蜕皮,幼虫历期随温度和湿度不同变化范围为14.2~50.1 d不等(周忠实,2004)。成虫多于清晨羽化,产卵前期为2~3 d,卵多产于叶片正面,单块卵卵粒数为30~200。该虫为害相关报道多见于柑桔,其为害荔枝龙眼园报道仅零星几篇。

2.5 圆角卷叶蛾 *Eboda cellerigera* Meyrick

圆角卷叶蛾,分布于我国广东、广西和福建等省,寡食性害虫,主要以幼虫为危害荔枝龙眼的嫩梢、叶片、及花穗。成虫体长约5.2 mm,静止时体态椭圆形,前翅中央有一白边围绕的飞鸟形斑纹,近前翅边缘有1条内具黑点的灰白色弧状横带(陈炳旭,2017)。

2.6 灰白卷叶蛾

灰白卷叶蛾,分布于我国广东、广西和福建等省,寡食性害虫,主要以幼虫为危害荔枝龙眼的嫩梢、叶片、花穗及果实,常同三角新小卷叶蛾一同发生,二者危害状十分相似。成虫体长7~8 mm,胸部背部灰褐色,前翅前缘区黑褐色,其作为灰白色,且密布黑色小点(陈炳旭,2017)。

荔枝异形卷叶蛾和褐带长卷叶蛾为目前文献报道量最多的两种卷叶蛾,除发生规律和生物学特征研究外,还有不同寄主适生性、触角电镜、生殖系统等行为学和组织学相关研究(Jones,1994b;Follett *et al.*, 2003;常明山等,2017)。但是关于其他荔枝龙眼卷叶蛾的研究报道屈指可数,而且危害较多且寡食性的圆角卷叶蛾和灰白卷叶蛾的研究尚无文献可寻,严重制约了我们对荔枝龙眼卷叶蛾的认知和其相关防控技术的研发。

3 综合防治关键技术研究进展

3.1 农业防治

目前,荔枝龙眼卷叶蛾农业防治技术大致可总结为:加强果园综合管理,加强水肥管理,提高果树抗性,合理施肥,促使每批新梢抽发整齐健壮,缩短嫩梢,减少卷叶蛾产卵量;冬季清园,控制冬梢,减少成虫越冬场所,从而减少春季的虫源;及时清除果园内的落果落叶及杂草,消除部分虫源(陈炳旭,2017)。

3.2 物理防治

物理防治是指利用工具或光、热、射线、声波等各种物理因素阻断病虫害为害的方法,该方法具有简单方便、经济有效、环境友好的特点。荔枝卷叶蛾防治中最常见物理防治方法为利用卷叶蛾的趋光性及趋化性,在成虫盛发期,以黑光灯、频振式杀虫灯或糖醋液诱杀(陈炳旭,2017)。

3.3 生物防治

生物防治凭借其毒副作用小、对人畜安全和

对环境友好的优点受到人们的追崇,是应用较为广泛的无公害防治技术之一。目前,荔枝龙眼卷叶蛾生物防控技术研究集中在天敌的保护利用、生物源农药和性信息素的应用。

3.3.1 天敌保护与利用

周忠实和邓国荣(2006d)调查研究发现荔枝龙眼卷叶蛾的天敌昆虫含寄生蜂、猎蝽、螳螂和螻蛄等9科21种昆虫。保护和维持果园中自然天敌种群优势是该项防治手段的关键,对果园合理间伐给其提供必要的栖息和越冬场所,协调化学药剂使用以减少对天敌的伤害;在此基础上,田间释放寄生蜂时把握好释放适期及释放密度,分批释放,可显著提高寄生蜂对卷叶蛾的防效(张宝鑫等,2007;邹华娇,2008)。

3.3.2 生物源农药的开发利用

生物源农药优点众多,原料来源广泛、对非靶标生物安全、毒副作用小、对环境兼容性好,发展前景良好。生物农药包括:植物源农药、微生物源农药和抗虫抗病基因的利用(邱德文,2013)。其中植物源农药研究工作集中在具有产卵趋避作用或杀虫活性的植物提取物的筛选与利用上。其中,印楝素是从印楝树中提取的具有杀虫活性的一类化合物,对害虫的作用方式主要表现为昆虫拒食、趋避和生长发育抑制等,该化合物具有广谱、低毒、不易产生抗性和对人畜安全等优点(陈小军等,2010)。研究报道,0.5%印楝素乳油和1%苦皮藤素乳油对褐带长卷叶蛾药后第5天的防效可达95.83%以上(张辉等,2014)。白僵菌和绿僵菌是一类重要的昆虫病原真菌,作为微生物源农药应用于农业害虫防控前景巨大(王定锋等,2014)。用 1×10^7 个/mL球孢白僵菌通过侵虫法、涂抹法等多种方法作用褐带长卷叶蛾5龄幼虫后,7 d内僵虫率为43.6%~85.0%(王定锋等,2012)。上述生物源农药对靶标害虫持效性长、对果园生态系统无害、符合无公害果品生产要求,其中印楝素作为新型植物源杀虫剂的杰出代表,被认为是最优秀的生物农药品种之一,符合绿色植保、农业可持续性发展的要求,具有广阔的应用前景。

3.3.3 信息素的应用

利用性信息素监测害虫成虫种群动态和防控害虫是一种专一性强且无毒的绿色防控技术。鳞翅目昆虫蛾性信息素通常为12~18个碳的长碳链化合物,目前仅有关于荔枝异形小卷蛾性信息素

的研究报道。针对该虫性信息素成分研究早在上世纪70年代就已经开始,Ando(1977)利用(*Z*)-8-dodecenyl acetate对日本地区的荔枝异形小卷蛾雄虫分别进行了诱捕测试;Sinclair(1980)利用36种化学引诱剂诱捕澳洲坚果林内的荔枝异形小卷蛾成虫,验证(*Z*)-8-dodecenyl acetate对成虫有较好引诱作用;Chang(1995)和Vickers *et al.*(1998)利用(*Z*)-8-dodecenyl acetate, (*E*)-8-dodecenyl acetate, (*Z*)-7-dodecenyl acetate和(*Z*)-8-dodecen-1-ol的混合物于美国夏威夷荔枝园内离地4~6 m高位置和澳大利亚坚果园离地2~5 m高位置对雄性成虫有很好的诱捕作用;McQuate and Follet(2006)利用(*Z*)-8-dodecenyl acetate在美国夏威夷荔枝园内用于成功诱捕到多种卷叶蛾雄虫;常明山(2019)利用成虫触角电位反应明确了诱捕成虫的关键物质为(*Z*)-8-dodecenyl acetate。这些研究为基于卷叶蛾性信息素的监测和防控技术的研发提供必要的理论和实践基础。

3.4 化学防治

化学防治可直接降低虫口密度,是当前防治卷叶蛾最主要措施。中国农药信息网的资料显示,目前我国已正式登记的用于果树卷叶蛾的农药产品有17种,其中用于荔枝龙眼卷叶蛾防治的仅有杀螟硫磷与高效氯氰菊酯和辛硫磷混配剂2种(表2)。可见,当前我国用于荔枝龙眼卷叶蛾防治的药剂极少。由于卷叶蛾幼虫躲在虫苞中为害,药剂难以接触虫体,往往导致防效不佳。因此,针对荔枝龙眼卷叶蛾开展药剂筛选至关重要。周忠实(2004)、龙丽萍等(2006)和邱良妙等(2008)用室内喷雾法研究多种杀虫剂对荔枝龙眼卷叶蛾防治效果时发现:三角新小卷叶蛾对虫脒酰、高效氯氟氰菊酯、氟虫腈和甲维盐敏感性显著高于其它种类杀虫剂,对敌百虫敏感性最低,而且该虫在田间对敌百虫已开始产生抗性。田立刚(2018)对荔枝田间卷叶蛾幼虫防效调查结果表明:核多角体病毒和甲维盐对荔枝卷叶蛾防效达95%以上,但敌百虫和杀灭菊酯对其防效均低于70%。为防止荔枝龙眼卷叶蛾对杀虫剂产生抗药性,建议在荔枝龙眼害虫防控过程中,不应依赖某个单一类别的杀虫剂,应注意药剂的交替使用;需根据推荐的浓度和喷药间隔期使用杀虫剂;适时、认真地监测虫害情况,掌握卷叶蛾形成卷苞之前的防治适期并及时用药确保低龄幼虫防效。

表 2 我国针对果树卷叶蛾登记并在有效期内的农药产品 (中国农药信息网)

Table 2 Pesticide products registered for Tortricidae pests in China

农药名称 Pesticide products	产品数量 Products number	登记果树名称 Fruit tree	毒性 Toxicity	施药方式 Spray methods
敌敌畏 Dichlorvos	55	苹果 Apple	中毒 Mid toxicity	喷雾 Spray
虫酰肼 Tebufenozide	9	苹果 Apple	低毒 Low toxicity	喷雾 Spray
虱螨脲 Lufenuron	2	苹果 Apple	低毒 Low toxicity	喷雾 Spray
甲氧虫酰肼 Methoxyfenozide	2	苹果 Apple	低毒 Low toxicity	喷雾 Spray
甲维盐·除虫脲 Emamectin benzoate·diflubenzuron	1	苹果 Apple	低毒 Low toxicity	喷雾 Spray
氯虫·啉虫脲 Chlorantraniliprole·acetamiprid	1	苹果 Apple	低毒 Low toxicity	喷雾 Spray
啉虫·氟啉脲 Acetamiprid·novaluron	1	苹果 Apple	低毒 Low toxicity	喷雾 Spray
氯虫·高氯氟 Chlorantraniliprole· λ -cyhalothrin	1	苹果 Apple	低毒 Low toxicity	喷雾 Spray
甲维·杀铃脲 Emamectin benzoate triflumuron	1	苹果 Apple	低毒 Low toxicity	喷雾 Spray
氯虫·高氯氟 Chlorantraniliprole· λ -cyhalothrin	1	苹果 Apple	中毒 Mid toxicity	喷雾 Spray
高氯·毒死蜱 β -cypermethrin·chlorpyrifos	1	苹果 Apple	中毒 Mid toxicity	喷雾 Spray
甲氨基阿维菌素 Abamectin-aminomethyl	3	苹果、杨梅 Apple, Myrica rubra	低毒 Low toxicity	喷雾 Spray
敌百虫 Trichlorfon	9	柑桔 Orange	低毒 Low toxicity	喷雾 Spray
苦皮藤素 Celastrus angulatus	1	猕猴桃 Kiwifruit	低毒 Low toxicity	喷雾 Spray
溴氰菊酯 Deltamethrin	1	茶树 Tea plant	中毒 Mid toxicity	喷雾 Spray
杀螟硫磷 Fenitrothion	6	果树 Fruiter tree	中毒 Mid toxicity	喷雾 Spray
高氯·辛乳油 β -cypermethrin·phoxim	2	荔枝 Litchi	低毒 Low toxicity	喷雾 Spray

目前,对该类害虫的防治仍然是以化学防治为主、农业防治和生物防治为辅的策略。实际生产中需把荔枝龙眼日常栽培管理与卷叶蛾防治工作结合起来,具体包括:灵活运用上述多种农业防治;措施采用科学用药,保护利用果园原有的天敌种群;在梢期和花穗期选用低毒高效药剂针对性防治。总之,在荔枝龙眼卷叶蛾等害虫防治中,应秉持生态控制原则,选择环境友好且安全高效的杀虫剂,保护利用天敌的自然控制作用,有效协调化学与生物防治,保护果园生物多样性,维持果园生态系统健康、持续、稳定发展,达到卷叶蛾及其它害虫可持续控制的目的。

4 小结与展望

卷叶蛾寄主范围较广,适应性更强,加之抗虫品种资源筛选培育工作不足和预测预报技术短缺,使其在我国荔枝、龙眼和澳洲坚果产区有进一步扩展蔓延的趋势(周忠实,2004)。荔枝龙眼是我国南方果树种植业的支柱产业之一,卷叶蛾作为荔枝龙眼的主要害虫,每年给荔枝龙眼产业造成巨大的经济损失(周忠实等,2006a;王松等,2019)。由于荔枝龙眼产业主要分布在中国华南地区,使得投入到荔枝龙眼卷叶蛾类害虫研究领域的力量有明显的区域性,国内外对该类害虫的专项研究较少,相关报道仅有数十篇文献,涉及的研究领域也较窄,因此对荔枝龙眼卷叶蛾的认识还停留在较浅层面。此外,卷叶蛾饲养完全依赖天然饲料,还没有任何关于人工饲料研究的报道。人工饲料方法的研究停滞,缺少稳定虫源,极大阻碍了该类害虫的研究进程。因此,迫切要求科研工作者对荔枝龙眼卷叶蛾类害虫展开更多元、更透彻的研究。随着科学研究的发展,组学研究应运而生,组学研究可帮助科研工作人员从整体的角度去探索生物体组织细胞、基因、蛋白及其分子间的相互作用,通过整体分析反映生物体各项生理功能和代谢状态(Bensu, 2016)。但是卷叶蛾科害虫的基因组和转录组信息空白,其研究局限性突出。因此,除了从生物学特征、生活史、害虫天敌调查和饲养技术等方面进行研究,还需从组学、分子生物学、细胞生物学等多角度探明该类害虫对寄主植物的选择机制,明确其与寄主植物、天敌及共生菌间的互作关系以及抗药性机理等,将为其绿色防治技术带来新契机。

参考文献 (References)

- Ando T, Yoshida S, Tatsuki ST. Sex attractants for male Lepidoptera [J]. *Agricultural and Biological Chemistry*, 1977, 3 (41): 1485 – 1486.
- Bensu K. Overview of systems biology and omics technologies [J]. *Current Medicinal Chemistry*, 2016, 23: 4221 – 4230.
- Brown J, Pena J, Vazquez T, et al. Description of a new tortricid pest (Lepidoptera: Tortricidae: Olethreutinae) of litchi (*Litchi chinensis*) in Florida, with a review of tortricid pests of litchi worldwide [J]. *Proceedings – Entomological Society of Washington*, 2002, 104 (2): 318 – 329.
- Chang V. Trapping *Cryptophlebia illepidia* and *C. ombrodelta* (Lepidoptera: Tortricidae) in macadamia in Hawaii [J]. *International Journal of Pest Management*, 1995, 41 (2): 104 – 108.
- Chang MS, Luo LF, Liu WA, et al. Morphological characters and reproductive system of *Homona coffearia* Niethner [J]. *Forest Pest and Disease*, 2017, 36 (2): 20 – 25. [常明山, 罗来凤, 刘文爱, 等. 柑橘长卷蛾成虫形态和生殖系统研究 [J]. 中国森林病虫, 2017, 36 (2): 20 – 25]
- Chang MS, Wu YJ, Zhao PF, et al. Effects of sex pheromone on potential response and trapping effect of the antennae of *Cryptophlebia ombrodelta* [J]. *Journal of Forestry and Environment*, 2019, 39 (6): 666 – 640. [常明山, 吴耀军, 赵鹏飞, 等. 性信息素对荔枝异形小卷蛾触角电位反应和诱捕效果的影响 [J]. 森林与环境学报, 2019, 39 (6): 636 – 640]
- Chen BX. Pest Identification and Control Atlas on Litchi and Longan [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2017: 31 – 41. [陈炳旭. 荔枝龙眼害虫识别与防治图册 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2017: 31 – 41]
- Chen HB. Status of Litchi and Longan Industry in China [R]. Guangzhou: Annual Work Summary Report Conference of National Lychee and Longan Industry Technology System, December 24, 2019. [陈厚彬. 中国荔枝龙眼产业现状 [R]. 广州: 国家荔枝龙眼产业技术体系年度工作总结报告大会, 2019 年 12 月 24 日]
- Chen XJ, Yang YZ, Zhang ZX, et al. Safety evaluation of azadirachtin and azadirachtin insecticides [J]. *Journal of Ecology and Environment*, 2010, 19 (6): 1478 – 1484. [陈小军, 杨益众, 张志祥, 等. 印楝素及印楝杀虫剂的安全性评价研究进展 [J]. 生态环境学报, 2010, 19 (6): 1478 – 1484]
- Chen YH, Hu QY, Huang YQ, et al. A preliminary study on the species and three species of leaf roller on longan [J]. *Fruit Trees in Fujian Province*, 1997, 7 (4): 19 – 21 + 3. [陈元洪, 胡奇勇, 黄玉清, 等. 龙眼卷蛾种类及三种卷蛾的初步研究 [J]. 福建果树, 1997, 7 (4): 19 – 21 + 3]
- Chen ZT, Li RX, Zhong YH. Effects of host plants on the growth, development and reproduction of the *Olethreutes leucaspis* [J]. *Journal of Tropical Crops*, 2009, 30 (5): 694 – 698. [陈泽坦,

- 李荣幸, 钟义海. 寄主植物对三角新小卷蛾生长发育和繁殖的影响 [J]. 热带作物学报, 2009, 30 (5): 694–698]
- Chen ZT, Li RX, Zhong YH, *et al.* Effects of humidity on the growth of experimental population of *Olethreutes leucaspis* [J]. *Acta Entomologica Sinica*, 2007, 16 (3): 202–206. [陈泽坦, 李荣幸, 钟义海, 等. 湿度对三角新小卷蛾实验种群生长的影响 [J]. 华东昆虫学报, 2007, 16 (3): 202–206]
- Chen ZT, Li RX, Zhong YH, *et al.* Comprehensive control of *Olethreutes leucaspis* from Guangxi Province [J]. *Journal of Fruit Trees*, 2008, 29 (1): 93–96. [陈泽坦, 李荣幸, 钟义海, 等. 不同温度条件下三角新小卷蛾实验种群生命表 [J]. 热带作物学报, 2008, 29 (1): 93–96]
- Deng GR, Xian ZH, Li WQ, *et al.* Biological characteristics and control of *Olethreutes leucaspis* [J]. *Journal of Guangxi Agriculture*, 2003, S1: 173–175, 172. [邓国荣, 贤振华, 李伟群, 等. 三角新小卷蛾生物学特性及防治 [J]. 广西农学报, 2002, (增刊1): 173–175, 172]
- Deng GR, Yang HH. Map of Integrated Pest Control of Longan and Lychee [M]. Guangxi: Guangxi Science and Technology press, 1998: 11–17. [邓国荣, 杨皇红. 龙眼荔枝病虫害综合防治图册 [M]. 广西: 广西科学技术出版社, 1998: 11–17]
- Ding JH, Guo JX. Preliminary observation of *Homona coffearia* [J]. *Tea Science Bulletin*, 1989, 122 (1): 20–25. [丁建华, 郭剑雄. 茶卷叶蛾的初步观察 [J]. 茶叶科学简报, 1989, 122 (1): 20–25]
- Dong YZ, Xu HM, Xu S, *et al.* Investigation and control of major pest species in thinning and closed litchi gardens [J]. *Guangdong Agricultural Science*, 2015, 42 (21): 75–80. [董易之, 徐海明, 徐淑, 等. 间伐与密闭荔枝园主要害虫种类调查及防控 [J]. 广东农业科学, 2015, 42 (21): 75–80]
- Follett P, DeLuz S, Lower R, *et al.* Suitability of lychee fruits on and off the tree for *Cryptophlebia* spp. [J]. *Process of Hawaiian Entomology*, 2003, 36 (2): 89–94.
- Gong YN, Wang CB, Zhao ZG, *et al.* Scanning electron – microscope observation of antennae of *Cryptophlebia ombrodelta* [J]. *Acta Entomologica Sinica*, 2018, 40 (3): 708–714. [龚粤宁, 王晨彬, 赵志刚, 等. 荔枝异形小卷蛾 (鳞翅目: 卷蛾科) 触角的扫描电镜观察 [J]. 环境昆虫学报, 2018, 40 (3): 708–714]
- Jones, VP. Feeding by *Cryptophlebia illepidia* and *C. ombrodelta* (Lepidoptera: Tortricidae) on macadamia nut abortion [J]. *Journal of Economic Entomology*, 1994a, 87 (3): 781–786.
- Jones, VP. Oviposition patterns of *Koa seedworm* and litchi fruit moth (Lepidoptera: Tortricidae) on macadamia and litchi in Hawaii [J]. *Journal of Economic Entomology*, 1994b, 87 (5): 1278–1284.
- Liu DM, He J, Zhan JS, *et al.* Study on the biological characteristics of *Cryptophlebia ombrodelta* [J]. *Forestry Science and Technology*, 30 (5): 27–29. [刘东明, 何军, 湛金锁, 等. 荔枝异型小卷蛾生物学特性的研究 [J]. 林业科技, 2005, 30 (5): 27–29]
- Li HL, Zhang H, Wang DF, *et al.* Study on the starting temperature and effective accumulated temperature of *Homona coffearia* [J]. *Acta Teologica Sinica*, 2018, 59 (2): 83–85. [李慧玲, 张辉, 王定锋, 等. 茶卷叶蛾发育起点温度与有效积温的研究 [J]. 茶叶学报, 2018, 59 (2): 83–85]
- Long LP, Huang ZM, Tan JL. Study on the control effect of 9 insecticides on the *Olethreutes leucaspis* [J]. *Fruit Trees in South China*, 2006, 35 (6): 44–46. [龙丽萍, 黄在猛, 覃建林. 9种杀虫剂对三角新小卷蛾的控制作用研究 [J]. 中国南方果树, 2006, 35 (6): 44–46]
- Mcquate G, Follett P. Use of attractants to suppress oriental fruit fly and *Cryptophlebia* spp. in litchi [J]. *Process of Hawaiian Entomological Society*, 2006, 38 (2): 27–40.
- Mcquate GT, Follett PA, Yoshimoto JM. Field infestation of rambutan fruits by internal-feeding pests in Hawaii [J]. *Journal of Economic Entomology*, 2000, 93 (3): 846–851.
- Nasu Y, Kawasaki K, Arakaki N. *Statherotis discana* (Felder *et* Rogenhofer) (Lepidoptera: Tortricidae) injurious to litchi from Japan [J]. *Applied Entomology and Zoology*, 1993, 28 (1): 97–101.
- Qian TY. Study on six species of litchi fruit borer [J]. *Acta Entomologica Sinica*, 1955, 5 (2): 129–148, 248–249. [钱庭玉. 六种荔枝果蛀虫的研究 [J]. 昆虫学报, 1955, 5 (2): 129–148, 248–249]
- Qiu DW. Research progress and future prospect of biological pesticides [J]. *Plant Protection*, 2013, 39 (5): 81–89. [邱德文. 生物农药研究进展与未来展望 [J]. 植物保护, 2013, 39 (5): 81–89]
- Qiu LM, Wu W, Zhao JW, *et al.* Toxicity and field control effect of insecticide on *Olethreutes leucaspis* [J]. *Acta Entomologica Sinica*, 2008, 17 (4): 248–252. [邱良妙, 吴玮, 赵建伟, 等. 杀虫剂对三角新小卷蛾的毒力与田间防效 [J]. 华东昆虫学报, 2008, 17 (4): 248–252]
- Ray R, Mukherjee U. Effect of abiotic factors on the incidence of litchi leaf roller, *Dudua aprobola* Meyrick (Lepidoptera: Tortricidae) in Bihar [J]. *Pest Management in Horticultural Ecosystems*, 2012, 18 (2): 210–212.
- Sinclair ER, Sinclair P. Trapping adult macadamia nut borer, *Cryptophlebia ombrodelta* (Lower) (Lepidoptera: Tortricidae) [J]. *Australian Journal of Entomology*, 1980, 19 (3): 211–216.
- Vickers RA, Ironside DA, Mclean S, *et al.* Development of a pheromone – based monitoring system for the macadamia nut borer, *Cryptophlebia ombrodelta* (Lower) (Tortricidae: Olethreutinae), in Australia [J]. *Journal of Asia – Pacific Entomology*, 1998, 1 (1): 85–89.
- Wang DF, Yang G, Wang QS, *et al.* Identification of two *Isaria* isolates and bioassay of their pathogenicity against tea tortrix *Homona coffearia* and smaller tea totrix *Adoxophyes honmai* [J]. *Acta Phythophylacica Sinica*, 2014, 41 (5): 531–539. [王定锋, 杨广, 王庆森, 等. 两株棒束孢菌的鉴定及其对茶卷叶蛾和茶小卷叶蛾的致病力 [J]. 植物保护学报, 2014, 41 (5): 531–

- 539]
- Wang DF, Zeng MS, Li HL, *et al.* Effect of inoculation method on toxicity of *Beauveria bassiana* against 5th instar larvae of *Homona coffearia* [J]. *Fujian Journal of Agricultural Sciences*, 2012, 27 (10): 1097–1101. [王定锋, 曾明森, 李慧玲, 等. 染毒方式对球孢白僵菌侵染茶卷叶蛾毒力的影响 [J]. 福建农业学报, 2012, 27 (10): 1097–1101]
- Wang S, Xie YY, Zhang CB, *et al.* Research progress of litchi diseases and insect pests and their control [J]. *Jiangsu Agricultural Science*, 2019, 47 (17): 120–124. [王松, 谢银燕, 张成彬, 等. 荔枝病虫害及其防治研究进展 [J]. 江苏农业科学, 2019, 47 (17): 120–124]
- Tan SD, Wei JD, Lan RX. Structural similarity analysis of litchi and longan pest community [J]. *Guangxi Science & Technology of Tropical Crops*, 1998, 69 (4): 4–10, 24. [谭仕东, 韦金道, 蓝如新. 荔枝龙眼害虫群落结构相似性分析 [J]. 广西热带科技, 1998, 69 (4): 4–10, 24]
- Tian LG. Control effect of leaf roller larvae in the litchi orchards [J]. *Friends of Farmers*, 2017, 8 (16): 118. [田立刚. 荔枝田间卷叶蛾幼虫防效试验 [J]. 农民致富之友, 2017, 8 (16): 118]
- Zhang BX, Huang P, Li DS. Control of litchi stink bug by *Anastatus japonicas* [J]. *China Tropical Agriculture*, 2007, 1 (1): 50. [张宝鑫, 黄萍, 李敦松. 利用平腹小蜂防治荔枝蜡技术 [J]. 中国热带农业, 2007, 1 (1): 50]
- Zhang H, Li HL, Wang DF. Preliminary laboratory test of azadirachtin and acanthine in the control of *Homona coffearia* [J]. *Tea Science and Technology*, 2014, 1 (4): 43–44. [张辉, 李慧玲, 王定锋. 印楝素、苦皮藤素防治茶卷叶蛾幼虫室内试验初报 [J]. 茶叶科学技术, 2014, 1 (4): 43–44]
- Zhao ZG, Wang CB, Wang H, *et al.* Effects of temperature on the development and reproduction of *Cryptophlebia ombrodelta* [J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2019, 39 (7): 2626–2633. [赵志刚, 王晨彬, 王欢, 等. 温度对荔枝异形小卷蛾发育和繁殖的影响 [J]. 生态学报, 2019, 39 (7): 2626–2633]
- Zhao ZG, Wang CB, Wang SK, *et al.* The life cycle and control of *Cryptophlebia ombrodelta* in artificial forest [J]. *Journal of Northwest Forestry Institute*, 2018, 33 (6): 152–158. [赵志刚, 王晨彬, 王胜坤, 等. 格木人工林内荔枝异形小卷蛾的生活史及其防治 [J]. 西北林学院学报, 2018, 33 (6): 152–158]
- Zheng SS, Wu JH. The occurrence and control of *Homona coffearia* in Guangzhou area [J]. *Guangdong Agricultural Science*, 2006, 1 (5): 71–73. [郑绍双, 吴俊辉. 广州地区荔枝褐带长卷叶蛾的发生及防治试验 [J]. 广东农业科学, 2006, 1 (5): 71–73]
- Zhou ZS. Study on the Population Composition and the Control Techniques of the Major Species of Leaf Rollers on Longan [D]. Nanning: Guangxi University, 2004. [周忠实. 龙眼荔枝卷叶蛾类集合种群构成及主要种防治技术研究 [D]. 南宁: 广西大学, 2004]
- Zhou ZS, Deng GR. Population dynamics and community structure of moths of longan and litchi [J]. *Insect Knowledge*, 2006a, 43 (3): 311–315. [周忠实, 邓国荣. 龙眼和荔枝卷叶蛾类种群动态及其群落结构 [J]. 昆虫知识, 2006a, 43 (3): 311–315]
- Zhou ZS, Deng GR. Comprehensive control of *Olethreutes leucaspis* from Guangxi Province [J]. *Journal of Fruit Trees*, 2006b, 23 (2): 304–306. [周忠实, 邓国荣. 广西三角新小卷蛾等龙眼卷叶蛾的综合治理 [J]. 果树学报, 2006b, 23 (2): 304–306]
- Zhou ZS, Deng GR. The vertical distribution and the growth and decline of the larvae of *Olethreutes leucaspis* on litchi [J]. *Plant Protection*, 2006c, 32 (3): 86–87. [周忠实, 邓国荣. 荔枝上三角新小卷蛾幼虫的垂直分布与消长 [J]. 植物保护, 2006c, 32 (3): 86–87]
- Zhou ZS, Deng GR. Species of natural enemies and control of dominant species of leaf roller of longan and litchi [J]. *China Biological Control and Prevention*, 2006d, 22 (1): 78–80. [周忠实, 邓国荣. 龙眼荔枝卷叶蛾天敌种类及其优势种的控制作用 [J]. 中国生物防治, 2006d, 22 (1): 78–80]
- Zou HJ. Control effect on litchi stink bug in field release of *Anastatus japonicas* [J]. *Journal of Plant Protection*, 2008, 28 (4): 26–27. [邹华娇. 田间释放平腹小蜂对荔枝蜡的控制效果 [J]. 中国植保导刊, 2008, 28 (4): 26–27]

更改说明

本刊 2021 年 43 卷 4 期 950 页“荔科技园荔枝蒂蛀虫常规暴发期的种群空间分布格局”一文, 因作者单位考核要求变更, 署名单位现更正为“广东省农业科学院植物保护研究所/广东省植物保护新技术重点实验室”。特此说明。