

DOI: 10.3969/j.issn.2095-1787.2019.01.002

滇中稻区稻水象甲的卵巢发育及防治

尹艳琼^{1,2}, 赵雪晴^{1,2}, 李向永^{1,2}, 陈福寿¹, 王 燕¹, 张红梅¹, 谌爱东^{1,2*}

¹云南省农业科学院农业环境资源研究所; ²农业部昆明作物有害生物科学观测实验站, 云南 昆明 650205

摘要:【目的】开展稻水象甲卵巢发育、扩散能力和防治药剂的筛选研究,为云南稻水象甲的防治提供依据。【方法】对成虫采用卵巢解剖法,确定卵巢的发育进度和产卵期;采用田间系统调查法和染色法明确扩散范围;采用浸叶法对常用杀虫剂进行室内筛选。【结果】2009 年 4 月下旬至 5 月上旬秧苗期,稻水象甲Ⅱ级卵巢达 100%,Ⅲ级卵巢的平均抱卵量为 8 粒·头⁻¹,最大抱卵量为 23 粒·头⁻¹。秧田返栽田的幼虫、成虫虫口密度明显高于大田,秧田返栽田的幼虫虫量是大田的 4.82 倍,第一代成虫是大田的 6.50 倍。烯啶虫胺、毒死蜱、辛硫磷、三唑磷、锐劲特对稻水象甲成虫防效在 96.11% 以上。【结论】滇中稻水象甲自然传播的范围小,随稻秧移栽是稻水象甲的主要传播方式,秧苗揭膜 1 周后至移栽前是化学防治的关键期,建议选用烯啶虫胺、辛硫磷、三唑磷、锐劲特在此期间开展田间防控。

关键词: 稻水象甲; 卵巢发育; 扩散能力; 药剂筛选

Study on ovarian development and chemical control of *Lissorhoptrus oryzophilus* Kuschel in central Yunnan

YIN Yanqiong^{1,2}, ZHAO Xueqing^{1,2}, LI Xiangyong^{1,2}, CHEN Fushou¹, WANG Yan¹,
ZHANG Hongmei¹, CHEN Aidong^{1,2*}

¹Institute of Agricultural Environment and Resources, Yunnan Academy of Agricultural Sciences;

²Crop Pest Science Observation Station of Department of Griculture in Yunnan, Kunming, Yunnan 650205, China

Abstract: 【Aim】The ovarian development, diffusion ability and pesticide selection of rice water weevil (*Lissorhoptrus oryzophilus* Kuschel) were studied to provide guidance for the prevention and control of the pest in Yunnan Province. 【Method】The ovarian development of rice water weevil was determined by analysis of the ovarian anatomy of female adult. To determine the range of dispersal of females, we used field surveys and marked release and capture method. Finally, insecticide effectiveness against weevil was screened by using leaf immersion method in laboratory. 【Result】From late April to early May 2009 at seedling stage, 100% rice water weevil at ovarian Ⅱ level was arrived. The average number of ovaries eggs at level Ⅲ and the maximum number of eggs laid were 8 grain·head⁻¹ and 23 grain·head⁻¹, respectively. Compared to rice seedling fields, the population density of larvae and adults of rice water weevil in replanted fields was higher. The number of returning larvae increased 4.82 times and the first generation of adults by 6.50 times. The control effects of the insecticides nitenpyram, chlorpyrifos, phoxim, triazophos and regent were effective at 96.11% against rice water weevil adults. 【Conclusion】Rice water weevil in central Yunnan has a small natural transmission range and transplanting rice seedlings is the main mode of transmission. We recommend that spraying of insecticides such as nitenpyram, phoxim, triazophos and regent should be done at the critical period a week after removing the plastic film of rice seedlings.

Key words: *Lissorhoptrus oryzophilus*; ovarian development; diepersal capacity; pesticide selection

稻水象甲 *Lissorhoptrus oryzophilus* (Kuschel) 是一种危险的检疫性害虫,孤雌生殖型(翟保平等, 1998),一旦侵入新区,将很快上升为水稻的主要常发性害虫(孙富余等,1997)。稻水象甲主要通过成虫啃食稻叶、幼虫蛀食稻根对水稻造成危害(何永福等,2017),幼虫蛀食稻根造成植株矮化,分蘖少,导致减产。卵巢解剖法能为稻水象甲大发生区域的监测、预报和及时防控提供依据(朱晓敏等, 2015),准确预测成虫产卵期,将其消灭于产卵之前(翟保平等, 1999a)。滇中稻区稻水象甲年发生

收稿日期(Received): 2018-09-03 接受日期(Accepted): 2018-10-12

基金项目: 科技部国际合作项目(2011DFB30040); 云南省科技计划项目(2014IA009); 云南省现代农业水稻产业技术体系

作者简介: 尹艳琼,女,副研究员。研究方向: 农业害虫综合治理。E-mail: yinyq1977@sina.com

* 通信作者(Author for correspondence), E-mail: chenad68@163.com

1~1.5代,4月份越冬代成虫会随秧苗被携带迁移到大田移栽苗上取食产卵,形成1代致害种群,因此,越冬代成虫是防治的重点(尹艳琼等,2016)。本研究通过定期调查和解剖稻水象甲,掌握越冬代成虫的卵巢发育进度,准确预测预报迁入水稻秧田的越冬代稻水象甲产卵时间,确定田间的最佳防治时期,并筛选适合的有效药剂进行及时防控,以减轻其危害程度,减少成灾面积。

1 材料与方法

1.1 试验地点

试验于2009—2010年在位于昆明市嵩明县(25°17'47" N, 103°8'37" E, 海拔1903 m)大桥村和腰站村中稻梗稻区的秧田返栽田和大田进行,水稻于2009年4月上旬播种,5月中旬移栽,10月上旬收获。

1.2 稻水象甲卵巢发育进度和卵量调查

在嵩明县大桥村和腰站村稻水象甲发生区,采集秧田返栽田田埂土壤中的越冬虫态和稻株上的成虫进行解剖,解剖数量为30头。解剖方法及卵巢发育程度的分级标准参照翟保平等(1999b)所述方法,记录卵巢发育级别和卵巢内的成熟卵粒数。

1.3 稻水象甲幼虫和成虫调查

1.3.1 幼虫调查 调查时间为水稻移栽期至抽穗期(5月26日—8月18日)。幼虫的调查采用水洗法,分别选取秧田返栽田和大田(各5块)进行调查,每块稻田随机选取5丛带泥稻苗,将带泥土的水稻根部放入60目分样筛,用水冲洗干净,然后分离泥土水中的植株残渣和细泥土,记录幼虫的数量。每15 d调查一次,共6次。

1.3.2 成虫调查 调查时间为水稻移栽期至抽穗期(5月26日—8月18日)。成虫的调查采用拍盘法,分别选取秧田返栽田和大田(各5块)进行调查,每块稻田随机选取10丛稻株,每2丛1盘,记录每盘的成虫数。每15 d调查一次,共6次。

1.4 标记释放方法

1.4.1 标记液的配比 酒精:碱性品红:紫外荧光粉:阿拉伯树胶:水=70:0.3:0.15:0.01:29.54(体积比)(沈慧梅等,2016)。

1.4.2 标记方法 在田间观察稻水象甲迁飞生物学行为特点的基础上,于2009年8月5日17时至日落天黑,进行稻水象甲的标放试验。将水稻植株顶部的稻水象甲用扫虫网收集,去除蜘蛛、水稻花

粉等杂物后,把所收集到的稻水象甲倒入已经配制好的染色液中浸泡10 s后滤出,在纸上均匀摊开,接在稻株上,观察其迁飞行为、迁飞方向。

1.4.3 虫源回收 在水稻收割完毕后,自2009年11月—2010年5月,结合越冬调查,每月一次,共6次。每次从释放点顺着观察到的迁飞方向,在距离释放点10、50、100、200、500 m处采集田埂土壤的越冬态稻水象甲,观察其中是否有染色过的虫体。

1.5 杀虫剂室内筛选方法

实验材料:50%烯啶虫胺可湿性粉剂 WP(南通江山农药化工股份有限公司),48%毒死蜱乳油 EC(美国陶氏益农公司),40%辛硫磷乳油 EC(江苏宝灵化工股份有限公司),20%三唑磷乳油 EC(湖北沙隆达股份有限公司),5%锐劲特乳油 EC(吉林力生农化农药有限公司),1.8%阿维菌素乳油 EC(湖北仙隆化工股份有限公司),70%吡虫啉可湿性粉剂 WP(德国拜耳公司),5%茚虫威乳油 EC(美国杜邦公司)。

采用浸叶法,设9个处理:烯啶虫胺、毒死蜱、辛硫磷、三唑磷、阿维菌素、锐劲特、艾美乐、茚虫威分别为1000、500、1500、500、1500、2000、4000、2000倍液,清水为对照处理(CK),每个处理4个重复。水稻移栽返青后(6月5日),在大田采集第一代稻水象甲成虫,密封带回室内。用预先处理的药剂分别浸泡3 cm长的水稻叶片10 s,然后取出晾干,放入直径6 cm的培养皿内,接入20头稻水象甲成虫,用封口膜密封处理。接虫后的培养皿放置于RXZ-380B型人工气候箱(温度:25℃;RH:65%~70%;光照:L/D=16 h/8 h),48 h后检查成虫死亡率,以虫体侧翻或仰卧不动为死亡标准。

防治效果计算:虫口减退率/%=(施药前虫口基数-施药后残存虫数)/施药前虫口基数×100;防治效果/%=(处理虫口减退率-对照虫口减退率)/(1-对照虫口减退率)×100。

2 结果与分析

2.1 稻水象甲卵巢的发育进度

腰站村调查结果(图1)显示,越冬代成虫(2009年9月下旬至翌年4月下旬)的卵巢以0级和Ⅰ级为主,4月中旬以前Ⅰ级卵巢占100%,稻水象甲在4月下旬取食杂草或秧苗,4月下旬—5月上旬卵巢开始发育为Ⅱ级,5月下旬和6月中旬开始出现Ⅲ级卵巢的高峰期,6月下旬后卵巢逐渐消

解为Ⅳ级和Ⅴ级。7月下旬,第一代成虫始见,卵巢级别均为0级。初羽化的稻水象甲在取食水稻叶片后,卵巢逐步发育至Ⅰ级。9月上旬,土壤中采集到的稻水象甲卵巢以Ⅰ级为主。此后,卵巢一直保持不发育状态,直到翌年的2—3月均处于Ⅰ级。

大桥村调查(图2)与腰站大体一致,因大桥的

播种期比腰站村提前,大桥稻水象甲的Ⅲ级卵巢高峰期(5月13日—6月25日)和第一代0级卵巢高峰期(7月3日—8月14日)比腰站Ⅲ级卵巢高峰期(5月22日—6月25日)和第一代0级卵巢高峰期(7月25日—8月27日)分别提前了9和22d,说明稻飞象甲的生态学特性受外界环境影响较大。

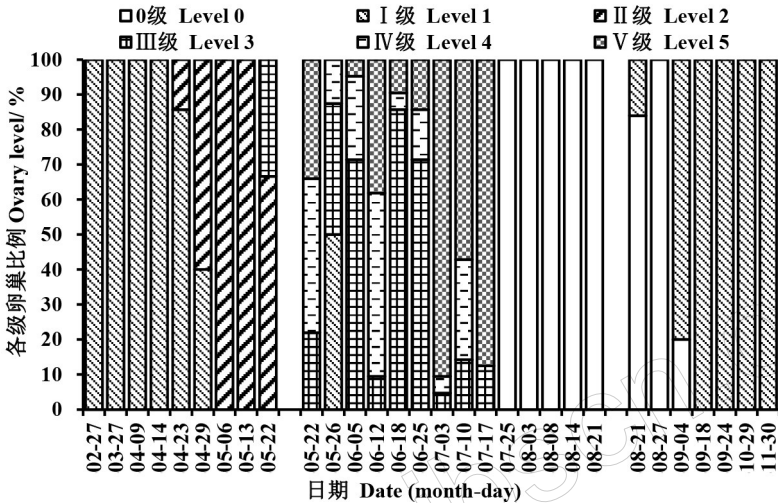


图 1 腰站村稻水象甲卵巢发育进度

Fig.1 Ovary developmental level of the rice water weevil (Songming, Yaozhan)

2月27日—5月22日为土壤中越冬代虫源卵巢发育进度,5月22日—7月17日为稻株上越冬代虫源卵巢发育进度,7月25日—8月21日为稻株上第一代虫源卵巢发育进度,8月21日—11月30日为土壤中第一代越冬虫源卵巢发育进度。

Feb. 27 to May. 22 indicate the ovarian development progress of overwintering generation insect source in soil, May. 22 to Jul. 17 indicate the ovarian development progress of overwintering generation insect source in the rice plant, Jul. 25 to Aug. 21 indicate the ovarian development progress of the first generation of insect source in the rice plant, Aug. 21 to Nov. 30 indicate the ovarian development progress of the first generation of wintering insect source in soil.

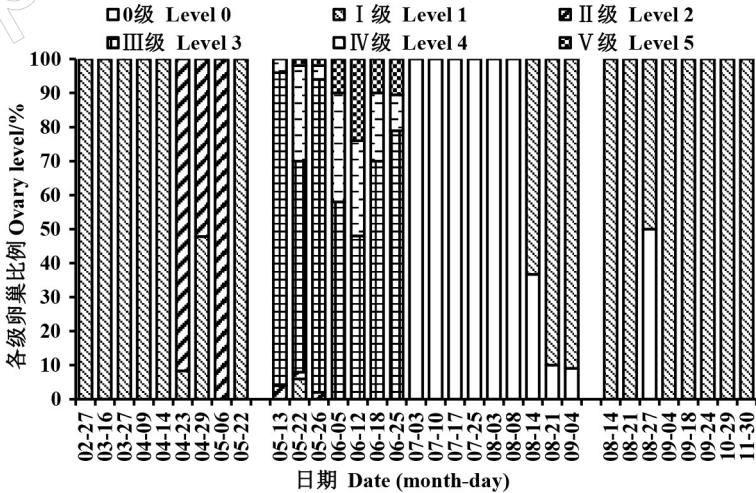


图 2 大桥村稻水象甲卵巢发育进度

Fig.2 Ovary developmental level of the rice water weevil (Songming, Daqiao)

2月27日—5月22日为土壤中越冬代虫源卵巢发育进度,5月13日—6月25日为稻株上越冬代虫源卵巢发育进度,7月3日—9月4日为稻株上第一代虫源卵巢发育进度,8月14日—11月30日为土壤中第一代越冬虫源卵巢发育进度。

Feb. 27 to May. 22 indicate the ovarian development progress of overwintering generation insect source in soil, May. 13 to Jun. 25 indicate the ovarian development progress of overwintering generation insect source in the rice plant, Jul. 3 to Sep. 4 indicate the ovarian development progress of the first generation of insect source in the rice plant, Aug. 14 to Nov. 30 indicate the ovarian development progress of the first generation of wintering insect source in soil.

Ⅲ级卵巢是稻水象甲产卵繁殖的主要时期,全年只有 1 个高峰期,此时正值水稻生长的分蘖期,稻水象甲产卵后,幼虫取食新根,给水稻的正常生长、分蘖等带来不利影响,在其产卵期来临之前即在Ⅱ级卵巢发育时期(水稻的秧苗期:4 月下旬—5 月上旬)展开及时防控,较为省时、省力、高效。

2.2 稻水象甲Ⅲ级卵巢的持卵量

从表 1 可以看出,稻水象甲田间成虫的平均抱

卵量均在 8 粒·头⁻¹以上,7 月 10 日腰站的最大抱卵量为 23 粒·头⁻¹。稻水象甲的卵巢发育为逐级发育,解剖记录仅为中输卵管内的成熟卵粒数,未包括在卵巢小管内的未成熟和已产的卵粒。因此,单头稻水象甲的实际产卵量应大于解剖记录所得结果。稻水象甲产卵部位集中在第 1 叶鞘(最外叶鞘),占 65%,其次是第 2 叶鞘。田间调查稻水象甲的产卵情况时,需注意水稻秧苗的最外一个叶鞘部分。

表 1 田间成虫抱卵量
Table 1 Number of eggs laid by adults in the fields

调查日期 Date	地点 Site	解剖数/头 No. of ovarian anatomy	平均抱卵量/(粒·头 ⁻¹) No. of average eggs	范围/(粒·头 ⁻¹) Range
2009-06-18	腰站 Yaozhan	45	8.84±0.45	5~18
	大桥 Daqiao	35	8.43±0.66	4~18
2009-06-25	腰站 Yaozhan	39	8.77±0.48	4~16
	大桥 Daqiao	15	9.60±0.84	5~16
2009-07-10	腰站 Yaozhan	14	7.50±1.28	4~23
	大桥 Daqiao	0	0	0

2.3 稻水象甲的扩散行为

如图 3 所示,6 月上旬为幼虫的初见期,在整个生育期内,秧田返栽田内水稻根部的幼虫量均高于大田,6 月 25 日秧田返栽田内的最高虫量为 8.2 头·株⁻¹,大田为 0.8 头·株⁻¹。5 月 26 日秧田返栽田越冬代成虫量为 4.8 头·株⁻¹,6 月 13 日为 2.4 头·株⁻¹,分别是大田越冬代成虫虫量的 4.8 和 1 倍。7 月中旬第一代成虫出现,7 月 13 日—8 月 18 日,秧田返栽田的成虫数量明显高于大田,7 月 26 日秧田返栽田第一代成虫 8.7 头·株⁻¹,是大田(1.1 头·株⁻¹)的 7.9 倍,8 月 18 日秧田返栽田 13.7 头·株⁻¹,是大田(0.8 头·株⁻¹)的 17.1 倍。调查结果说明大田内的越冬代成虫随水稻的移栽而迁入大田,秧田返栽田的繁殖率高于大田。

如表 2 所示,稻水象甲的迁飞能力较弱,只在染色点附近的田埂上发现,且飞行距离不远,仅 3~5 m。由于稻水象甲在土中越冬的特性,标记回收的难度比其他迁飞昆虫要大,结合秧田与大田幼虫、成虫田间虫量对比表明,滇中稻区稻水象甲自然传播的范围小。在长期的调查中发现,水稻移栽期灌溉沟渠中的杂草上有一定数量的稻水象甲,说明滇中稻区稻水象甲随稻秧移栽和水流传播是其主要扩散方式。

表 2 稻水象甲的染色标记回收结果
Table 1 Release and recapture data of rice water weevil

回收日期 Date	采集虫量/头 No. of insects collected	回收标记虫量/头 No. of insects recaptured	飞行距离/ Distance/ m	迁飞方向 Wind direction
2009-10-21	50	6	3~5	西南 Southwest
2009-11-18	33	3	5	西南 Southwest

2.4 室内药剂筛选

如表 3 所示,在所测药剂中,48%毒死蜱 EC、40%辛硫磷 EC、20%三唑磷 EC、5%锐劲特 EC、50%烯啶虫胺 WP 对稻水象甲均有较好的效果,48 h 防效分别为:100%、100%、100%、100%、96.11%,可用于秧苗揭膜至移栽前,以及第一代成虫羽化后至迁移越冬期间的化学防治。1.8%阿维菌素 EC48 h 防效为 50.65%;表现较差的是 5%茚虫威 EC 和 70%吡虫啉 WP,48 h 防效仅达29.87%和 24.68%。

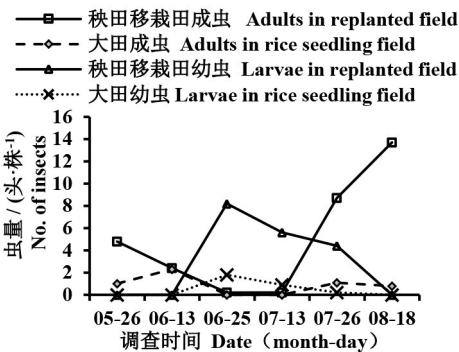


图 3 秧田返栽田与大田成虫和幼虫虫量动态对比
Fig.3 Dynamic comparison of adults and larvae populations between rice seedling field and replanted field

表 3 8 种药剂对稻水象甲成虫存活的影响

Table 3 Effectiveness of eight pesticides on survival of rice water weevil adults

药剂 Pesticides	处理虫数/头 No. of adults	药后 48 h After the drug 48 h		
		活虫数/头 No. of insects alive	平均虫口减退率 Average mortality rate/%	平均防治效果 Average control effect/%
48% 毒死蜱 Chlorpyrifos EC	80	0	100.00a	100.00a
40% 辛硫磷 Phoxim EC	80	0	100.00a	100.00a
20% 三唑磷 Triazophos EC	80	0	100.00a	100.00a
5% 锐劲特 Regent EC	80	0	100.00a	100.00a
50% 烯啶虫胺 Nitenpyram WP	80	3	96.25a	96.11a
1.8% 阿维菌素 Avermectin EC	80	38	52.50b	50.65b
5% 茚虫威 Indoxacarb EC	80	54	32.50c	29.87c
70% 吡虫啉 Imidacloprid WP	80	58	27.50c	24.68c
对照 Control (water)	80	77	3.75	0

同列数据后的不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著。
Different letters in the same column indicate significant difference at 0.05 level.

3 讨论

研究表明,滇中稻区稻水象甲全年只有一个产卵繁殖期,产卵期主要处于水稻的分蘖期(5月下旬和6月中旬),产卵之前即4月下旬—5月上旬水稻移栽前是防治的关键期。秧田返栽田幼虫量比大田高,这与贵州发生区研究结果一致(何永福等,2013;廖国会等,2012)。云南滇中稻区水稻秧田期为稻水象甲的主要防治时期,不同地区具体的防治期又有差异,滇中稻区最佳防治期4月22日—5月13日,贵州发生区开展田间防控的最佳时期是4月20日前,贵州发生区移栽苗已带幼虫(张昌容等,2018),而滇中稻区稻水象甲到分蘖期才开始出现幼虫。稻水象甲的发生世代和发育阶段与水稻生长发育同步,与水稻的耕作制度密切相关(商晗武等,2003),在中国北方单季稻区,稻水象甲一年仅发生1代,而在浙江的双季稻区一年可发生2代(翟保平等,1999a);不同育秧方式下稻水象甲幼虫空间分布也会有差异(巍薇等,2013),直播稻田稻水象甲增殖倍数明显低于移栽稻田(郑宏海等,2006);稻水象甲越冬后成虫在春季获得寄主水稻前所经历的时间长短对其产卵、取食和存活率影响显著(商晗武等,2003)。

研究表明,很多可供稻水象甲防治的药剂,如48%毒死蜱、40%氯虫苯甲酰胺·噻虫嗪、20%丁硫克百威、10%阿维·氟酰胺和20%辛·三唑等,对稻水象甲成虫都具有较好的控制作用(杨少雄等,2017;叶照春等,2012);100亿个孢子·mL⁻¹白僵菌、1.5%除虫菊素、7.5%鱼藤酮和6%乙基多杀菌素等也具有较好的推广价值(王小武等,2017);狄

雪塬等(2017)通过研究发现,插秧后3~7 d是施用YS03球孢白僵菌防治稻水象甲的最佳时期,药后24 d杀虫效果达100%。本研究筛选的48%毒死蜱EC、40%辛硫磷EC、20%三唑磷EC、5%锐劲特EC、50%烯啶虫胺WP对稻水象甲均有较好的效果,48 h防效分别为100%、100%、100%、100%、96.11%。翟保平等(1998)研究表明,100 mg·kg⁻¹剂量的吡虫啉浸秧根后对稻水象甲的卵巢发育和产卵有明显的抑制作用,可有效控制越冬代稻水象甲主迁种群在本田的产卵,是苗期防治首先药剂。

在中国,90%以上水稻种植区均适合稻水象甲生存,南方稻区是高度适生区域(齐国君等,2012),而云南全省稻区均是适生区,其中东南部高度适生。对稻水象甲的防治,除了加强检疫、掌握关键防治期、选用有效药剂及时防治外,还要根据生物学特性、耕作制度、地理气候特征构建常态化、环保化的区域防控体系。如:利用稻水象甲的越冬场所需要一定湿度的特性,通过铲除田埂的杂草,降低湿度,可降低越冬代稻水象甲的成活率;通过延缓水稻5~10 d的播种期,延长水稻供食时间,可致使冬后虫产卵历期缩短,卵量下降(商晗武等,2003);稻水象甲对水的依赖性较高(杨茂发等,2013),取食、产卵和分布均表现出明显的喜水习性(郑宏海等,2006),水旱轮作能有效防控稻水象甲的发生与危害(刘志峰等,2016);赵旭等(2012)研究表明,稻田养鸭对稻水象甲成虫的防效达92.56%。总之,对滇中稻区稻水象甲的防治应形成“严控秧田虫源基数,做好监测,综合防治”的共识。

参考文献

- 狄雪源, 杨茂发, 严斌, 邹晓, 2017. YS03 球孢白僵菌防治稻水象甲最佳时期试验. 广东农业科学, 44(3): 108-112.
- 何永福, 廖国会, 金剑雪, 程英, 张忠民, 袁洁, 陈小均, 江兆春, 胡吉峰, 2013. 稻水象甲幼虫在水稻根部的空间分布型研究. 西南农业学报, 26(3): 1006-1008.
- 何永福, 叶照春, 吴石平, 张忠民, 江兆春, 李鸿波, 2017. 贵州中部地区稻水象甲取食植物种类及取食习性. 植物保护学报, 44(6): 996-1003.
- 廖国会, 江兆春, 叶照春, 何海永, 张忠明, 何永福, 袁洁, 2012. 水稻育秧返栽田与移栽大田稻水象甲幼虫的发生数量. 贵州农业科学, 40(5): 81-83.
- 刘志峰, 张茂文, 廖晓军, 谢彦, 2016. 水旱轮作对稻水象甲防控研究. 生物灾害科学, 39(1): 48-50.
- 齐国君, 高燕, 黄德超, 吕利华, 2012. 基于 MAXENT 的稻水象甲在中国入侵扩散动态及适生性分析. 植物保护学报, 39(2): 129-136.
- 商晗武, 程家安, 蒋明星, 张志涛, 2003. 起始供食时间对稻水象甲冬后成虫繁殖、取食和存活的影响. 中国水稻科学, 17(1): 78-82.
- 沈慧梅, 李向永, 谌爱东, 赵雪晴, 尹艳琼, 吕建平, 翟保平, 田维奎, 2016. 云南白背飞虱标记释放回收试验与轨迹模拟. 中国水稻科学, 30(1): 93-98.
- 孙富余, 赵成德, 田春晖, 赵文生, 1997. 稻水象甲的发生规律与防治研究Ⅷ. 稻水象甲综合防治技术. 辽宁农业科学, 1(6): 7-10.
- 王小武, 丁新华, 吐尔逊·阿合买提, 付开赞, 何江, 付文君, 郭文超, 2017. 不同生物药剂对稻水象甲的毒力、拒食活性及防效分析. 生物安全学报, 26(1): 68-74.
- 巍薇, 杨茂发, 廖启荣, 杨洪, 陈文龙, 2013. 两种育秧方式下稻水象甲幼虫的空间分布型及其抽样技术. 植物保护学报, 40(2): 128-132.
- 杨茂发, 杨大星, 徐进, 刘健锋, 武承旭, 2013. 稻水象甲成虫活动行为的日节律. 昆虫学报, 56(8): 952-959.
- 杨少雄, 杨铭, 唐建祥, 肖慧, 马志卿, 2017. 几种药剂对稻水象甲成虫的田间防治效果研究. 陕西农业科学, 63(2): 33-34, 77.
- 叶照春, 张忠明, 何永福, 廖国会, 陈小均, 何海永, 吴石平, 江兆春, 胡吉峰, 袁洁, 2012. 防治稻水象甲成虫药剂室内筛选. 农药, 51(8): 611-612, 615.
- 尹艳琼, 李向永, 赵雪晴, 刘萍, 谌爱东, 2016. 云南稻区稻水象甲 *Lissorhoptrus oryzophilus* Kuschel 种群发生特征. 生物安全学报, 25(3): 189-193.
- 翟保平, 程家安, 郑雪浩, 吴建, 夏万清, 1999a. 浙江省双季稻区稻水象甲致害种群的形成. 植物保护学报, 26(2): 137-141.
- 翟保平, 商晗武, 程家安, 1999b. 稻水象甲卵巢发育程度的分级及其应用. 中国水稻科学, 13(2): 45-49.
- 翟保平, 商晗武, 郑雪浩, 1998. 吡虫啉对稻水象甲卵巢发育和产卵的影响. 中国农学通报, 14(3): 18-20.
- 张昌容, 何永福, 李鸿波, 张忠民, 江兆春, 宋聚群, 2018. 贵州龙里越冬代稻水象甲卵巢发育进度调查. 中国植保导刊, 38(1): 70-72.
- 赵旭, 傅杨, 刘萍, 汤静莹, 迟旭春, 贾雪清, 2012. 稻—鸭共生技术对稻水象甲的生态控制效应. 安徽农业科学, 40(13): 7766, 7823.
- 郑宏海, 皇甫伟国, 林家威, 姜厉行, 钱卫星, 赖朝晖, 陈宏明, 许培骞, 周丁国, 2006. 直播稻区稻水象甲种群动态及分布. 中国水稻科学, 20(2): 210-215.
- 朱晓敏, 骆家玉, 田志来, 2015. 我国稻水象甲研究进展与展望. 吉林农业科学, 40(5): 79-84.

(责任编辑: 郑姗姗, 郭莹)

<http://www.jbscn.org>