

稻田中华稻蝗发生动态、危害损失及防治指标

王华弟¹ 徐志宏² 冯志全³ 徐福寿⁴ 吴玉香⁵

(1. 浙江省植物保护总站, 杭州 310020; 2. 浙江大学农业与生物技术学院, 杭州 310029;
3. 浙江省富阳市植物保护站, 富阳 311400; 4. 浙江省杭州市植保土肥总站,
杭州 310020; 5. 浙江省杭州市西湖区农业局, 杭州 310013)

摘要:系统地研究了中华稻蝗发生动态与危害损失。结果表明, 中华稻蝗在浙江年发生1代, 主要危害早稻和早播单季晚稻。水稻分蘖期接入虫量10~50头/m², 叶被害率为52.61%~78.81%, 叶被害指数为14.51~25.00, 产量损失率为2.31%~27.42%, 孕穗至破口期接入虫量1~17头/m², 叶被害率为56.63%~88.00%, 叶被害指数为14.69~31.32, 产量损失率为1.28%~32.74%, 随着虫口密度增加, 危害程度上升, 产量损失率加大, 两者具有密切相关性, 建立了危害损失关系式。水稻叶片受害、光合能力减弱、幼穗分化不良、实粒减少、秕谷增加和粒重下降是导致水稻减产的主要原因。模拟测试表明, 随着水稻受害生育期推迟损失增大, 且分蘖期危害具有一定的补偿能力。在现有生产条件下, 经济允许损失水平为2.5%~3.0%; 2~3龄蝗蝻为防治适期, 氟虫腈、三唑磷等有较好防治效果。提出水稻分蘖期和孕穗至破口期防治指标分别为10头/m²和5头/m²。

关键词: 中华稻蝗; 发生动态; 危害损失; 防治指标

The occurrence, damage and action threshold of Chinese rice grasshopper, *Oxya chinensis*, in rice field

WANG Hua-di¹ XU Zhi-hong² FENG Zhi-quan³ XU Fu-shou⁴ WU Yu-xiang⁵

(1. Plant Protection General Station of Zhejiang Province, Hangzhou 310020, Zhejiang Province, China; 2. Agricultural & Biotechnological College, Zhejiang University, Hangzhou 310029, Zhejiang Province, China; 3. Plant Protection Station of Fuyang City, Zhejiang Province, Fuyang 311400, Zhejiang Province, China; 4. General Station of Plant Protection and Soil Fertilizer of Hangzhou, Hangzhou 310020, Zhejiang Province, China; 5. Agriculture Bureau of Westlake District, Hangzhou 310013, Zhejiang Province, China)

Abstract: The Chinese rice grasshopper (CRG, *Oxya chinensis*) occurs one generation a year in Zhejiang Province, it mainly damages on early rice and early planting single late rice in the middle and lower reaches of Yangzi River Valley. There were close relationships among population densities of CRG (at tillering, ear bearing-early heading stages) and damaged leaf rate, leaf injury index, and yield loss rate of rice; the harmfulness and yield loss rate of rice increased with the population of CRG. After the damage of CRG, the intensity of photosynthesis of rice plant was weakened, its young panicle differentiation was abnormal, grain setting rate decreased, blighted grain number increased, and grain weight reduced, all of these were main causing factors of rice yield reduction. The simulation injury test showed that the rice plant at tillering stage has rather strong compensation ability against the damage of CRG, and then the yield loss increased with the delaying of injury test stage. The tolerable rice yield loss level was determined as 2.5%~3.0%, the suitable stage of CRG for spraying were 2nd~3rd instar nymphs, the action

基金项目: 浙江省“九五”重大科技攻关项目(97110214), 浙江省科技计划项目(2002E10317)

作者简介: 王华弟, 男, 1961年生, 研究员, 从事水稻病虫预测预报和防治技术研究与推广, email: wanghd61@126.com

收稿日期: 2006-09-05

thresholds at tillering and ear bearing-early heading stages were 10 and 5 nymphs per square meter respectively. Fipronil and triazophos were recommended as the desirable insecticides for CRG control.

Key words: *Oxya chinensis*; occurrence; damage and loss; action threshold

中华稻蝗 *Oxya chinensis* (Thunb.) 是我国水稻产区特别是长江中下游稻区土蝗的优势种, 为水稻的主要虫害之一^[1]。近年来, 随着农业生态环境改变, 耕作栽培制度和防治药剂的变化, 冬季气候变暖等多种因素影响, 中华稻蝗呈上升趋势, 在一些地区突发成灾, 一般危害损失率 10%~20%, 严重时高达 30%~50%, 成为水稻高产稳产的重要障碍^[1~2]。国内外对中华稻蝗发生与防治进行了一些研究^[3~11], 沈彩云等^[3]对河南水稻中华稻蝗生物学特性和防治进行研究, 林志伟等^[4]和胡正明^[5]分别对黑龙江寒地和安徽泾县中华稻蝗发生规律与危害损失进行研究, 但这些研究未见完整的防治指标报道。为了有效控制中华稻蝗发生危害, 为监测预警预报和综合防治“达标”提供科学依据。从“九五”以来, 作者在浙江富阳市和杭州市郊区对中华稻蝗危害损失与防治指标进行了系统的研究, 并进行多点示范与大面积推广应用。

1 材料与方法

1.1 供试材料

试验地点在浙江富阳市和杭州市郊区, 该区为单季水稻为主的单、双季稻混栽区。水稻品种: 浙 733, 按常规方法栽培和管理。供试的药剂: 5% 氟虫腈 (fipronil) 悬浮剂, 拜耳杭州作物科学公司生产; 20% 三唑磷 (triazophos) 乳油, 浙江新农化工有限公司生产; 80% 杀虫单 (sachongdan) 可溶性粉剂, 浙江海盐农药厂生产。

1.2 发生动态观察

在早、晚稻移栽后, 选择有代表性水稻 3~5 块田, 每块田定点调查 200 丛, 每隔 5 天调查 1 次虫口密度、发育进度和危害情况。

1.3 危害损失测定

1.3.1 成虫食叶量观察: 试验设单 ♀、单 ♂、1 ♀ 1 ♂、1 ♀ 2 ♂、1 ♀ 3 ♂ 5 个处理, 每处理 4 组重复, 每组 10 个钵 (45 cm × 45 cm), 每钵栽种水稻 5 丛, 网罩, 在水稻分蘖期接虫, 每 24 h 剪下被害的叶片, 连续 5 天, 用标准坐标纸量取叶片缺刻的方格数, 计算各处理每虫每天的食叶面积。

1.3.2 危害损失测定: 在大田网罩下进行。分蘖期

设 7 个处理, 每 1 m² 接入低龄 (2~3 龄) 蝗蝻 10、20、30、40、50 头, 即每小区 50、100、150、200、250 头, 以不接虫为对照; 孕穗至破口期设 6 个处理, 每 1 m² 接入 1、5、9、13、17 头, 即每小区 5、25、45、65、85 头, 以不接虫为对照。每处理 3 次重复, 共 39 个小区, 每小区 5 m²。每隔 10 天调查 1 次各小区虫量、10 丛水稻的危害株数、食叶面积, 计算叶被害率和危害指数。分蘖期接虫的至抽穗前拆网灭蝗 (5% 氟虫腈 450 mL/hm² 喷雾防治 1 次), 孕穗至破口期接虫的至乳熟期揭网。成熟期实测各小区产量, 每小区分别抽查水稻 10 丛, 单丛单株考查有效穗、实粒、空瘪粒、千粒重等经济性状。

叶片危害分级指标^[2]: 0 级: 叶片未受害或轻微受害; 1 级: 叶片未受害面积达到 1/4; 2 级: 叶片未受害面积达到 1/2; 3 级: 叶片未受害面积达到 2/3; 4 级: 叶片未受害面积达到 3/4。

$$\text{危害指数} = \frac{\sum (\text{叶片受害级数} \times \text{被害叶片数})}{\text{最高级值} \times \text{总叶片数}}$$

1.3.3 模拟测试: 水稻分蘖期、孕穗至破口期剪叶模拟中华稻蝗危害。设危害叶面积 10%、33%、50% 和不剪叶空白对照, 共 4 个处理, 6 次重复, 计 24 个小区, 每小区面积 2 m²。收获时每小区抽查水稻 10 丛, 单丛单株考查穗数、结实粒、空秕粒、千粒重等经济性状, 实测小区产量。

1.4 药剂防治效果和防治适期试验

在中华稻蝗低龄期 (2~3 龄)、高龄期 (4~6 龄)、成虫期, 选择虫口密度较高的水稻田开展药剂试验, 设 5% 氟虫腈悬浮剂 450 mL/hm²、20% 三唑磷乳油 750 mL/hm²、80% 杀虫单可溶性粉剂 750 g/hm² 和空白对照区 4 个处理, 每处理 3 次重复, 小区面积 30 m², 小区间做小田埂隔离, 按每公顷兑水 750 kg 药量喷雾。在喷药前调查各处理区的虫口密度, 于喷药后的 24、168 h 调查残虫数量, 计算防治效果。

1.5 经济允许损失水平的确定

调查防治中华稻蝗的农药种类、各项防治费用、挽回损失和稻谷价格变动情况等, 制订中华稻蝗的经济允许损失水平 (EIL)^[12]。

1.6 数据统计

采用 DPS 软件^[13], 进行方差和最小差异显著性

检验(LSD)。

2 结果与分析

2.1 种群发生动态

结果显示,中华稻蝗在浙江一年发生 1 个世代。以卵在土壤中越冬,次年随着气温的升高,于 5 月上旬开始陆续孵化,6 月上旬至 7 月上旬为蝗蝻期,

7 月中、下旬开始羽化,8 月下旬交尾,并于土壤中产卵。主要危害早稻和早播单季晚稻。早稻分蘖期至破口抽穗期虫量上升快、危害重;灌浆黄熟期水稻叶片老化、营养条件差、蝗蝻羽化为成虫后扩散和虫口密度下降(表 1)。8~9 月中华稻蝗主要在晚稻、田边杂草、荒滩草地上栖息和取食危害。

表 1 中华稻蝗种群发生动态 (浙江富阳, 2003~2004)
Table 1 Occurrence of *Oxya chinensis*

观察日期 Date (month/day)	水稻生育期 Rice stage	虫口发育进度 Development		虫口密度 Grasshopper density (individual/m ²)	叶被害率(%) Damaged leaf rate
		虫龄 Instar	占总虫量(%) Percent of total		
5/8-10	播种出苗期 Sowing-seedling	1 龄蝗蝻 1st instar	75.71	1.5±0.3	2.56±1.07
6/6-12	分蘖期 Tillering	2 龄蝗蝻 2nd instar	60.71	10.5±2.8	33.71±2.52
6/17-19	圆秆拔节期 Elongating	3 龄蝗蝻 3rd instar	51.76	20.8±3.7	40.16±3.17
6/22-27	孕穗期 Ear bearing	4 龄蝗蝻 4th instar	56.01	24.7±4.1	59.91±4.16
7/1-5	破口始穗期 Early heading	5 龄蝗蝻 5th instar	63.04	25.6±3.6	67.36±3.89
7/10-13	抽穗期 Heading	6 龄蝗蝻 6th instar	66.56	19.5±3.4	30.65±3.67
7/20-25	黄熟期 Ripening	成虫 Adult	70.31	4.6±1.5	8.85±1.79

2.2 危害损失

2.2.1 成虫食叶量的观测

结果显示,每头成虫平均日食叶面积为 6.25±1.08 cm²。雌、雄虫的食叶量有一定差异,雌虫的日

食叶量平均为 7.27±1.13 cm²,雄虫为 5.06±1.00 cm²,雌虫的日食叶量比雄虫增加 30%。在♀:♂比例 1:1、1:2 和 1:3 时,随着雄性比例的增加,食叶量趋低,以♀:♂为 1:1 时日食叶量最大(表 2)。

表 2 中华稻蝗成虫食叶量观测 (浙江富阳, 2002~2004)
Table 2 Feeding amount measure of *Oxya chinensis* adults

性比 Sexratio	各处理区单虫的日食叶面积 Daily feeding leaf area of single adult (cm ²)				平均单虫食叶面积(cm ²) Average
	I	II	III	IV	
♀	6.48±0.91	6.08±1.11	7.92±1.23	8.60±1.88	7.27±1.13 b B
♂	4.83±0.49	5.37±0.88	4.68±0.89	5.34±0.91	5.06±1.00 c C
1♀:1♂	10.41±2.11	11.35±1.89	10.56±1.81	10.70±1.13	10.75±1.76 a A
1♀:2♂	7.48±2.13	7.06±1.56	7.54±0.78	8.37±1.35	7.61±1.49 b B
1♀:3♂	7.23±0.95	7.15±1.39	7.69±2.10	7.82±1.47	7.47±1.41 b B

注: I、II、III、IV 组,每组 10 个钵钵测定的平均值。同栏数值后有相同字母者表示无显著差异(LSD,小写字母, $P<0.05$;大写字母, $P<0.01$),下同。Note: I, II, III, IV groups, mean of 10 pots measured data for each group. Same letter indicates no significant difference (LSD, lower case letter, $P<0.05$; upper case, $P<0.01$), the following tables same.

2.2.2 水稻不同生育期虫口密度与危害损失关系

水稻分蘖期分别接入低龄蝗蝻 10、20、30、40、50 头/m²,至破口抽穗期考查,叶被害率分别为 52.61%、56.42%、58.65%、65.88% 和 78.81%,叶被害指数为 14.51、17.64、17.82、18.54 和 25.00;成熟期测产的产量损失率为 2.31%、10.20%、22.76%、25.33% 和 27.42%(表 3)。随着虫口密度增加,危

害损失加大,虫口密度(X_1)与叶被害率(Y_{11})、叶被害指数(Y_{12})、产量损失率(Y_{13})具密切相关性,建立的关系式为:

$$Y_{11}=43.9160+0.6186X_1 \quad r_{11}=0.9466^{**}$$

$$Y_{12}=12.1380+0.2188X_1 \quad r_{12}=0.8995^{**}$$

$$Y_{13}=-2.0010+0.6535X_1 \quad r_{13}=0.9519^{**}$$

水稻孕穗至破口期接虫,于乳熟期考查叶片被

害率及成熟期产量测定,分别接入低龄蝗蝻 1、5、9、13、17 头/m²,叶被害率为 56.63%、59.96%、66.14%、81.69% 和 88.00%,叶被害指数为 14.69、15.97、19.76、25.34 和 31.32,产量损失率为 1.28%、3.65%、9.71%、20.33% 和 32.74% (表 3)。在相同的虫口密度下,其叶被害率、叶被害指数和产量损失率明显高于分

蘖期造成的危害。虫口密度 (X_1) 与叶被害率 (Y_{21})、叶被害指数 (Y_{22})、产量损失率 (Y_{23}) 具密切相关性,建立的关系式为:

$$Y_{21} = 51.4783 + 2.1118X_1 \quad r_{21} = 0.9728^{**}$$

$$Y_{22} = 11.8243 + 1.0658X_1 \quad r_{22} = 0.9751^{**}$$

$$Y_{23} = -4.3681 + 1.9911X_1 \quad r_{23} = 0.9671^{**}$$

表 3 水稻分蘖期、孕穗至破口期中华稻蝗虫口密度与危害损失测定 (浙江富阳, 2002 ~ 2004)

Table 3 The population density and yield loss of *Oxya chinensis* in tillering stage

水稻生育期 Development stage	接入虫量 Nymph (individual/m ²)	叶被害率 Leaf injury rate(%)	叶被害指数 Leaf injury index	小区产量 Yield (g/m ²)	产量 Yield (kg/hm ²)	比对照减产 Yield reduction (kg/hm ²)	减产率 Loss rate (%)
分蘖期	10	52.61 ± 2.89	14.51 ± 1.30	336.7 ± 18.6	3 367.5 ± 235.5 a A	79.5 ± 13.5	2.31 d D
Tillering	20	56.42 ± 3.11	17.64 ± 2.11	309.6 ± 15.7	3 096.0 ± 157.5 b B	351.0 ± 25.5	10.20 c C
	30	58.65 ± 1.91	17.82 ± 1.98	266.1 ± 13.8	2 662.5 ± 138.0 c C	784.5 ± 34.5	22.76 b B
	40	65.88 ± 3.41	18.54 ± 2.11	257.3 ± 20.1	2 574.0 ± 51.0 cd CD	873.0 ± 57.0	25.33 a B
	50	78.81 ± 3.11	25.00 ± 2.50	250.1 ± 27.1	2 502.1 ± 163.5 d D	944.9 ± 61.5	27.42 a A
	CK	0.0	0.0	254.6 ± 16.8	3 447.0 ± 168.0 a A		
孕穗至	1	56.63 ± 3.18	14.69 ± 1.98	510.2 ± 15.6	5 106.0 ± 207.0 a B	64.0 ± 12.0	1.28 e E
破口期	5	59.96 ± 3.37	15.97 ± 2.18	498.0 ± 10.1	4 983.0 ± 133.5 b B	189.0 ± 16.5	3.65 d D
Early	9	66.14 ± 2.84	19.76 ± 1.36	466.7 ± 14.8	4 669.5 ± 117.0 c C	502.5 ± 28.5	9.71 c C
heading	13	81.69 ± 3.59	25.34 ± 2.11	411.8 ± 12.1	4 120.5 ± 81.0 d D	1 050.0 ± 30.0	20.33 b B
	17	88.00 ± 3.81	31.32 ± 2.98	347.7 ± 10.2	3 328.5 ± 72.2 e E	1 693.5 ± 88.5	32.74 a A
	CK	0.0	0.0	517.0 ± 20.6	5 022.0 ± 211.5 a A		

2.2.3 水稻产量损失的构成因素分析

结果显示,水稻分蘖期受害后,每穗实粒数比对照减少 7.77% ~ 19.01%,结实率下降 1.09% ~ 21.27%,千粒重减少 0.11% ~ 6.62%;孕穗至破口期危害后,每穗实粒数比对照减少 4.68% ~ 14.50%,结实率下降 1.56% ~ 22.07%,千粒重减少 4.06% ~ 10.55% (表 4)。水稻叶片受害、光合同化能力减弱、幼穗分化不良导致实粒数减少、空秕粒增加、千粒重下降。

2.2.4 人工剪叶模拟测试

水稻分蘖期、孕穗至破口期人工剪叶模拟中华稻蝗危害,当危害叶面积在 10%、33%、50% 时,水稻产量损失率分别为 3.00%、9.08%、15.98% 和 6.68%、25.81%、48.05% (表 5),均表现为空秕粒增加、实粒数减少、千粒重下降,与接虫试验结果基本一致。模拟测试还表明,在相同危害程度下,孕穗至破口期损失大于分蘖期,表明水稻分蘖期受害后具有一定的补偿能力。人工剪叶的危害叶面积 (X_2) 与减产率 (Y) 具密切相关性,建立的关系式为:分蘖期 $Y_1 = -0.5997 + 0.3211X_2$, $r_1 = 0.9924^{**}$;

孕穗至破口期 $Y_2 = -4.8568 + 1.0227X_2$, $r_2 = 0.9917^{**}$ 。

2.3 防治适期与防治效果

结果显示,5% 氟虫腈 450 mL/hm²、20% 三唑磷 750 mL/hm²、80% 杀虫单 750 g/hm²,在中华稻蝗低龄(2 ~ 3 龄)蝗蝻期防治,平均防治效果为 97.4%、95.2% 和 92.1%;在高龄(4 ~ 6 龄)蝗蝻期防治,平均防治效果为 86.1%、84.4% 和 79.3%;在成虫期防治,平均防治效果为 82.0%、81.8% 和 76.9% (表 6)。结果表明,随着中华稻蝗虫龄增加,药剂防治效果显著下降,在低龄蝗蝻期防治,药后 1 天、7 天平均防治效果均在 90% 以上,同时低龄蝗蝻尚未对水稻造成明显危害,以此确定为防治适期,防治药剂以氟虫腈、三唑磷为好。

2.4 防治指标的拟订

以超过防治费用 1 倍为原则^[3~6],取 $F = 2$ 。据调查,中华稻蝗低龄期,用 20% 三唑磷乳油 750 ~ 1 125 mL/hm²,或 5% 氟虫腈 450 mL/hm² 防治 1 次,防治效果在 95% 左右,防治费用 120 ~ 150 元/hm²,稻谷价格 1.6 元/kg,平均一季稻谷产量 6 750 kg/hm²

表 4 水稻不同生育期中华稻蝗危害对水稻产量因子的影响 (浙江富阳, 2002 ~ 2004)
Table 4 The affects of *Oxya chinensis* to yield components in different stages

水稻 受害 生育期 Stage	接虫数 Nymph (individual /m ²)	有效穗 Valid panicle		实粒 Filled grain		结实率 Grain rate (%)	结实率 下降 Reduction (%)	千粒重(g) 1000 grain weight	千粒重 比对照 减少 Reduction (%)
		穗/丛 Panicle/hill	比对照 减少 Reduction (%)	粒/穗 Grain/panicle	比对照 减少 Reduction (%)				
分蘖期 Tillering	10	7.01 ± 0.95 a A	0.85	30.86 ± 4.01 b B	7.77	65.82	1.09	27.31 ± 0.27 a A	0.11
	20	6.53 ± 0.87 ab AB	7.64	30.79 ± 2.89 b B	7.92	61.28	14.52	27.22 ± 0.31 a A	0.44
	30	6.87 ± 1.05 bc BC	2.83	30.51 ± 1.58 b BC	8.82	62.60	10.62	27.32 ± 0.25 a A	0.44
	40	6.47 ± 0.93 c BC	8.49	28.35 ± 4.18 c CD	15.27	59.24	20.56	26.19 ± 0.33 b AB	2.38
	50	6.27 ± 0.56 c C	11.32	27.10 ± 3.19 c D	19.01	59.60	21.27	25.53 ± 0.24 b B	6.62
	CK	7.07 ± 1.01 a A		33.46 ± 3.98 a A				27.34 ± 0.30 a A	
孕穗至 破口期	1	7.04 ± 0.89 a AB	1.94	88.16 ± 3.98 ab A	4.68	73.20	1.56	21.27 ± 0.18 ab AB	4.06
Early heading	5	6.96 ± 1.01 ab ABC	3.06	32.05 ± 4.03 abc AB	7.93	69.86	6.05	20.83 ± 0.22 ab AB	6.04
	9	6.90 ± 0.98 ab ABC	4.00	31.78 ± 3.19 bcd AB	8.71	66.01	11.23	20.67 ± 0.31 ab AB	6.77
	13	6.58 ± 0.87 bc CBC	6.59	80.13 ± 3.38 cd AB	13.44	63.61	14.46	20.17 ± 0.23 b B	9.02
	17	6.46 ± 0.97 c C	10.03	29.76 ± 4.03 d B	14.50	57.95	22.07	19.83 ± 0.29 b B	10.55
	CK	7.18 ± 1.09 a A		34.81 ± 4.09 a A				22.17 ± 0.28 a A	

表 5 水稻不同生育期模拟中华稻蝗危害的产量损失 (浙江富阳, 2002 ~ 2004)
Table 5 Yield loss by leaf clipping in different stages

水稻 生育期 Stage	被害 叶面积 Clipping leaf (%)	小区产量 Yield (g /m ²)	产量 Yield (kg/hm ²)	减产率 Reduction (%)	有效穗 Valid panicle (穗/丛)	比 CK 有效穗 减少 Reduction (%)	实粒/穗 Grain/ panicle	空秕粒 /穗 Empty grain	空秕率 增加 Increase (%)	千粒重 1000 grain weight (g)
分蘖期 Tillering	10	585.8 ± 17.9	5 862.0 ± 178.5 a A	3.00 a A	12.8 ± 0.9	1.51	67.8 ± 7.8	8.7 ± 1.5	11.37	24.4 ± 0.1
	33	549.2 ± 13.7	5 749.5 ± 133.5 b B	9.08 b B	12.2 ± 1.1	6.15	67.3 ± 5.9	10.1 ± 0.9	13.05	24.3 ± 0.1
	50	507.5 ± 12.7	5 076.0 ± 81.0 c C	15.98 c C	12.1 ± 0.7	6.93	62.5 ± 6.8	11.7 ± 1.3	15.77	24.8 ± 0.2
	CK	604.2 ± 17.5	6 030.0 ± 162.0 d D		13.0 ± 1.9		68.2 ± 8.1	8.0 ± 2.8	10.31	24.9 ± 0.1
孕穗期 Ear hearing	10	567.4 ± 10.3	5 677.5 ± 124.5 a A	6.68 a A	12.0 ± 1.3	13.04	65.9 ± 3.8	11.3 ± 2.7	14.64	24.1 ± 0.1
	33	451.3 ± 14.9	4 513.5 ± 145.5 b B	25.81 b B	11.8 ± 0.9	15.94	58.7 ± 2.9	19.8 ± 3.0	25.22	23.8 ± 0.1
	50	315.9 ± 5.9	3 160.5 ± 34.5 c C	48.05 c C	9.2 ± 0.5	33.33	73.9 ± 1.9	32.5 ± 2.9	42.54	23.0 ± 0.2
	CK	608.2 ± 10.5	6 084.0 ± 103.5 d D		13.8 ± 1.9		69.8 ± 6.5	7.1 ± 0.9	9.24	25.0 ± 0.2

左右,则经济允许损失率为 2.5% ~ 3.0%。

在确定经济允许损失水平的基础上,根据中华稻蝗发生动态、水稻分蘖期、孕穗至破口期不同虫口密度与叶被害率、叶被害指数、产量损失率的关系式、剪叶模拟测试和产量损失构成分析,以及防治适期和药剂防治效果综合试验等,确定 2 ~ 3 龄蝗蛹为防治适期,分蘖期和孕穗至破口期的防治指标分别为 10 头/m² 和 5 头/m²。

3 讨论

研究结果表明,中华稻蝗在浙江年发生 1 代,主要危害早稻和早播单季晚稻,以分蘖至破口抽穗期

虫口密度高、受害重。水稻分蘖、孕穗至破口期随着虫口密度增加,危害程度上升,产量损失率加大,两者呈密切相关性,建立了危害损失关系式。从几年调查情况看,中华稻蝗在田间呈点片发生,低龄蝗蛹具有群集性,从田边杂草迁向水稻田,田边 1 ~ 10 行的虫量占全田总虫量 80% 以上,其中以 1 ~ 5 行虫量最高^[2~5]。因此,在防治上应以“挑治为主、普治为辅、巧治低龄”的防治策略,以 2 ~ 3 龄蝗蛹为防治适期,选择氟虫腈、三唑磷等对口高效防治药剂,将中华稻蝗消灭在扩散大田之前^[2~11]。

关于中华稻蝗种群动态、经济阈值和防治指标,国内外学者进行过研究,取得了一些进展^[3~12]。林

表 6 中华稻蝗防治适期与药剂防治效果考查 (杭州市郊, 2003 ~ 2005)
Table 6 The spray time and control effects to *Oxya chinensis*

防治 适期 Spray time	药剂 Chemical	药后 1 天 1 day after spray		药后 7 天 7 day after spray		平均防治效果 Average effect (%)
		平均虫量 Average (individual/m ²)	防治效果 Effect (%)	平均虫量 Average (individual/m ²)	防治效果 Effect (%)	
低龄蝗	5% 氟虫腈 5% fipronil 450 mL/hm ²	2.4 ± 0.5	96.6 ± 0.6 a A	1.4 ± 0.35	98.2 ± 0.4 a A	97.4 ± 0.5 a A
蛹期	20% 三唑磷 20% triazophos 750 mL/hm ²	4.5 ± 0.3	93.7 ± 0.5 b B	2.7 ± 0.30	96.5 ± 0.4 b B	95.2 ± 0.4 b B
Young nymph	80% 杀虫单 80% sachongdan 750 g/hm ²	5.9 ± 0.8	91.7 ± 1.3 b B	6.0 ± 0.30	92.4 ± 0.4 c C	92.1 ± 0.6 c C
	CK	71.3 ± 1.2		78.9 ± 1.90		
高龄蝗	5% 氟虫腈 5% fipronil 450 mL/hm ²	8.2 ± 0.4	85.1 ± 1.0 a A	6.6 ± 0.50	87.0 ± 0.8 a A	86.1 ± 1.0 a A
蛹期	20% 三唑磷 20% triazophos 750 mL/hm ²	9.0 ± 0.4	83.6 ± 1.1 a AB	7.5 ± 0.40	85.2 ± 0.5 a A	84.4 ± 0.8 a A
Older nymph	80% 杀虫单 80% sachongdan 750 g/hm ²	12.0 ± 2.0	78.2 ± 2.6 b B	10.8 ± 0.90	80.3 ± 0.8 b B	79.3 ± 2.0 b B
	CK	55.1 ± 1.1		50.8 ± 1.20		
成虫期	5% 氟虫腈 5% fipronil 450 mL/hm ²	7.9 ± 0.3	80.8 ± 0.8 a A	6.6 ± 0.50	83.3 ± 0.9 a A	82.0 ± 0.9 a A
Adult	20% 三唑磷 20% triazophos 750 mL/hm ²	7.8 ± 0.2	81.0 ± 0.3 a A	6.6 ± 0.50	82.5 ± 0.5 a AB	81.8 ± 0.4 a AB
	80% 杀虫单 80% sachongdan 750 g/hm ²	10.0 ± 0.6	75.7 ± 1.1 b B	8.6 ± 0.50	78.2 ± 1.7 b B	76.9 ± 1.5 b B
	CK	41.2 ± 0.4		39.9 ± 0.80		

志伟等^[4]对黑龙江水稻中华稻蝗虫口密度、水稻产量结构及产量损失进行测定,但未见经济阈值和防治指标研究报道。胡正明^[5]对安徽泾县中华稻蝗危害损失与防治费用进行了研究,提出中华稻蝗经济阈值以 0.41 头/m² 为宜,鉴于与经济允许水平有密切关系的各种经济因素和产量已发生较大变化^[12,14~15],这一指标偏严,不利于防治效益提升和生态环境保护,其水平值应作相应调整。本研究确定了经济允许损失率为 2.5% ~ 3.0%,在对中华稻蝗危害损失与经济性状系统测定分析的基础上,提出水稻分蘖期和孕穗至破口期防治指标分别为 10 头/m² 和 5 头/m²。经 2003 ~ 2005 年浙江 15 个县(市、区)6.7 万 hm² 水稻系统观察和大规模推广应用,不仅有效地控制了中华稻蝗发生危害,而且减少用药次数,增加了稻田天敌数量,取得了显著的经济效益和生态效益。

参 考 文 献 (References)

- 陈志群(主编). 水稻病虫害防治. 北京:中国农业出版社, 2004, 27 ~ 29
- 王华弟(主编). 粮食作物病虫害测报与防治. 北京:中国科学技术出版社, 2005, 27 ~ 30
- 沈彩云, 卢兆成, 沈北芳, 等. 中华稻蝗的发生规律及防治研究. 昆虫知识, 1988, 25(3):134 ~ 137
- 林志伟, 南山, 孙庆德, 等. 寒地水稻中华稻蝗发生规律及为害损失的研究. 黑龙江农业科学, 2000, (4):12 ~ 13
- 胡正明. 中华稻蝗发生规律及为害损失研究. 安徽农业大学学报, 1996, 23(4):507 ~ 509
- Farrow R A. Population dynamics of the Australian plague locust, *Chortoicetes terminifera* (Walker) in central western New South Wales I. Reproduction and migration in relation to weather. Australian Journal of Zoology, 1979, 27(5):717 ~ 745
- Ohadulhe J E. Grass availability and food preference of *Locusta migratoria migratorioides*. Zeitschrift für Angewandte Entomologie, 1979, 88(4):354 ~ 363
- Akinsola E A. Effect of rice stem-borer infestation on grain yield and yield components. Insect Science and its Application, 1984, 5(2):91 ~ 94
- 刘长仲, 冯光翰. 高山草原主要蝗虫的生物学特性. 植物保护学报, 2000, 27(1):42 ~ 46
- 张菊花, 吴振延, 余岩斌. 中华稻蝗低龄若虫取食习性和营养效应. 安徽农业科学, 1998, 26(2):145 ~ 146
- 李翠兰, 段毅豪, 卢芙蓉, 等. 氟虫腈急性致死作用对中华稻蝗种群遗传结构的影响. 农业环境科学学报, 2005, 24(5):919 ~ 923
- 张左生. 水稻病虫害防治指标的制订. 见农牧渔业部全国植物保护总站主编. 中国水稻病虫害综合防治进展. 杭州:浙江科学技术出版社, 1988, 161 ~ 178
- 唐启义, 冯明光. 实用统计分析及其 DPS - 数据处理系统. 北京:科学出版社, 2002, 6 ~ 48
- 王华弟, 张左生, 程家安. 连作晚稻三化螟为害损失与防治指标研究. 植物保护学报, 1994, 21(3):201 ~ 208
- 李克诚, 吴传伟, 吴友龙, 等. 水稻稻秆潜蝇为害损失测定与经济阈值研究. 植物保护, 1994, 20(6):6 ~ 8