

# 湖南省稻秆潜蝇发生规律及防治药剂筛选

田萍<sup>1</sup> 孙华明<sup>2</sup> 陈运康<sup>3</sup> 李新文<sup>4</sup> 贺华良<sup>1</sup> 李有志<sup>1\*</sup>

(1. 湖南农业大学植物保护学院, 长沙 410128; 2. 湖南省常德市鼎城区植保植检站, 常德 415101; 3. 湖南省株洲市攸县农业局植保植检站, 株洲 412300; 4. 湖南省农业农村厅植保植检站, 长沙 410005)

**摘要:** 为有效防控稻秆潜蝇 *Chlorops oryzae* 的发生危害, 于2017—2018年在湖南省11个县(市)定点系统调查稻秆潜蝇的寄主、田间发育进度、发生世代数及产卵选择性, 并进行3种常用药剂的田间防治效果试验。结果表明, 稻秆潜蝇的夏寄主有水稻、游草和稗, 越冬寄主有看麦娘和冬小麦。在湖南省1年发生5代, 即早稻上发生完整的第1代, 中稻上完成第2、3代, 晚稻上完成第4代, 在看麦娘上完成第5代(越冬代)。不同水稻品种上稻秆潜蝇总着卵量差异显著, 其中在丰两优6348品种上最多, 为120.5粒, 同一生育期内不同水稻品种上稻秆潜蝇着卵量之间差异显著, 同一品种不同生育期的稻秆潜蝇着卵量之间有差异; 不同水稻品种上稻秆潜蝇初孵幼虫平均钻蛀成功率之间差异显著, 除破口初期, 同一生育期内不同水稻品种上稻秆潜蝇初孵幼虫钻蛀成功率之间差异显著。所有供试药剂的中稻晒田前施药的防治效果均显著高于晒田后的防治效果; 在晒田前施药中, 0.1%呋虫胺颗粒剂的防治效果最好, 在黄土店镇和朱亭镇的防治效果分别为97.6%和93.6%, 显著优于70%吡虫啉和40%毒死蜱的防治效果。

**关键词:** 稻秆潜蝇; 寄主植物; 发生规律; 药剂; 防治适期

## Occurrence and fungicides screening of the rice stem maggot *Chlorops oryzae* in Hunan Province

Tian Ping<sup>1</sup> Sun Huaming<sup>2</sup> Chen Yunkang<sup>3</sup> Li Xinwen<sup>4</sup> He Hualiang<sup>1</sup> Li Youzhi<sup>1\*</sup>

(1. College of Plant Protection, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, Hunan Province, China; 2. Plant Protection and Inspection Station, Dingcheng District, Changde City, Changde 415101, Hunan Province, China; 3. Plant Protection and Inspection Station, Agricultural Bureau of Youxian County, Zhuzhou City, Zhuzhou 412300, Hunan Province, China; 4. Plant Protection and Inspection Station, Agricultural and Rural Department of Hunan Province, Changsha 410005, Hunan Province, China)

**Abstract:** In order to effectively prevent and control of the rice stem maggot, *Chlorops oryzae*, the host plants, field development progress, generations and oviposition selectivity of RSM in 11 cities and counties of Hunan Province were systematically investigated from 2017 to 2018, and the field control effects of three commonly pesticides were tested. The results showed that *Oryza sativa*, *Leersia hexandra* and *Echinochloa crusgalli* were the summer host plants of *C. oryzae*, while *Amygdalus oryzae* and *Triticum aestivum* were overwintering host plants. Moreover, it was estimated that five generations of *C. oryzae* could occur per year in Hunan. The first generation was completed on early rice; the second and third generations were completed on middle rice; the fourth generation was completed on late rice, and the fifth generation (overwintering generation) was completed on *A. oryzae*. Furthermore, there were signifi-

基金项目: 国家自然科学基金(31801736)

\* 通信作者 (Author for correspondence), E-mail: liyouzhi@hunau.edu.cn

收稿日期: 2020-08-04

cant differences in the total number of eggs of *C. oryzae* among different rice cultivars. The largest number of eggs (120.5) was laid on cultivar Fengliangyou 6348. There were remarkable differences in the number of eggs of *C. oryzae* on different rice cultivars during the same growth period, or on the same cultivar during different growth periods. There were significant differences in the boring success rate of neonates among different rice cultivars. There were significant differences in the boring success rate of neonates on different rice cultivars during the same growth period, except for the early break stage. In addition, the control effects of all tested pesticides were significantly better when applied on the middle rice before field drying than after field drying. Meanwhile, 0.1% dinotefuran had the best control effect in the field before paddy field drying (97.6% in Huangtudian Town and 93.6% in Zhuting Town, respectively), which were significantly better than those of imidacloprid (70%) and chlorpyrifos (40%).

**Key words:** *Chlorops oryzae*; host plant; occurrence regularity; pesticide; optimal control period

稻秆潜蝇 *Chlorops oryzae* 又名稻秆蝇、稻黄秆蝇、稻钻心蝇、双尾虫,属双翅目秆蝇科昆虫,广泛分布于中国、越南、日本、朝鲜、韩国等亚洲国家(Takeda, 1998),是我国浙江、湖南、江西、重庆、安徽、贵州、广东等省(市)山区和半山区的水稻害虫(王华弟, 2005)。稻秆潜蝇幼虫钻入稻茎取食,如果心叶被取食则叶片破损;如果颖花和颖壳被取食,抽穗后稻穗为扭曲短小的白穗,穗形残缺不全(李典顺, 1997;王华弟等, 2007a)。部分地区水稻受害后枯心率达 20%~40%,伤穗率达 10%~25%,严重时减产 20%~50%,成为水稻高产、稳产的主要限制因素(王华弟, 2005)。

目前,国内外关于稻秆潜蝇的研究主要集中在形态特征(刘祥贵等, 2003)、生活习性(梁梅新, 1990;刘玉彬等, 1995)、寄主植物(廖华明等, 2003)、发生与为害特点(Kim, 1982;王华弟等, 2007a, b)、种群消长因素(蒋际清等, 1997;刘祥贵等, 2003)、生理生态(Takeda & Nagata, 1992; Takeda, 1997; 1998)和防治(李典顺, 1997;王华弟等, 2007b))等方面。本课题组前期也对稻秆潜蝇开展了系列研究,如鉴定了化学感受蛋白基因(Qiu et al., 2018),对其内参基因进行了筛选(Tian et al., 2019),对其遗传多样性进行了分析(Zhou et al., 2020)。稻秆潜蝇寄主植物分为夏寄主和越冬寄主,寄主植物被其幼虫取食后表现出受害症状,但是由于幼虫虫体较小不易发现,老熟幼虫转移至叶鞘处化蛹时更易剥查(梁梅新, 1990;刘祥贵等, 2003),故调查越冬代和非越冬代稻秆潜蝇的化蛹发育进度能够高效快速的确定其田间发生规律,进而确定防治关键时期。然而在稻秆潜蝇发生规律方面,湖南省各地报道并不一致,如邵阳市隆回县 1 年发生 2 代(孟妮等, 1995);湘西州(李典顺, 1997)、邵阳市邵东县(申初成等,

2013)、益阳市桃江县(薛智平等, 2018)等地 1 年发生 3 代,发生代数信息的不准确给田间防治工作带来巨大困难。此前稻秆潜蝇的防治药剂仍是以呋喃丹、氧化乐果、三唑磷等高毒、高残留农药为主(蒋际清等, 1997;王华弟等, 2007a, b),而这些高毒药剂目前已不适宜推广使用。呋虫胺、吡虫啉和毒死蜱具有低毒、低残留、广谱高效等特点,常被用于防治二化螟 *Chilo suppressalis*、稻纵卷叶螟 *Cnaphalocrocis medinalis*、稻飞虱等水稻害虫(刘祥英等, 2007;徐肖平等, 2011;项庆奶和廖璇刚, 2015)。

20 世纪 70 年代初,稻秆潜蝇仅在湘西中、高海拔山区稻田少量发生(孟妮等, 1995),21 世纪初在邵阳市邵东县每年都有发生,但范围小且为害较轻,属于次要害虫(申初成等, 2013)。近年,该虫在湖南省发生区域由高海拔山区向低海拔丘陵地区扩散,为害区域逐年扩大,为害程度逐渐加重,已从原先的次要害虫在局部区域上升为主要害虫。为有效防控稻秆潜蝇,本研究对湖南省 11 个县(市)定点系统调查稻秆潜蝇的寄主种类、产卵习性及其发生规律,并测定呋虫胺、吡虫啉和毒死蜱 3 种常用药剂对稻秆潜蝇的田间防治效果,旨在明确该虫的发生规律、有效防治药剂及施用技术,以期有效防治该虫提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

供试植物:丰两优 6348、株两优 278 和隆两优华水稻种子,均由湖南省水稻研究所夏胜平研究员提供。

供试药剂:40% 毒死蜱(chlorpyrifos)乳油,河北青园农药有限公司;0.1% 呋虫胺(dinotefuran)颗粒剂,广西利民药业股份有限公司;70% 吡虫啉(imid-

dacloprid)水分散粒剂,湖南大方农化有限公司。

## 1.2 方法

### 1.2.1 稻秆潜蝇寄主植物的田间调查

稻秆潜蝇越冬寄主植物的调查:2017年2月初至3月底在湖南省11个县(市)选择2016年受稻秆潜蝇为害较重的水稻田块进行稻秆潜蝇越冬寄主植物调查,共随机选择30个田块,其中怀化市洪江市2个、株洲市株洲县4个、常德市汉寿县4个、益阳市桃江县2个、长沙市宁乡市4个、衡阳市衡山县2个、岳阳市华容县2个、常德市鼎城区3个、常德市石门县1个、株洲市攸县3个、吉首市龙山县3个。收集每个田块的所有田埂2 m内的有典型稻秆潜蝇症状的冬小麦 *Triticum aestivum*、看麦娘 *Alopecurus aequalis* 及其他禾本科杂草,带回实验室剥查是否为寄主植物。

稻秆潜蝇夏寄主植物的调查:2017年5月中旬至11月底进行非越冬寄主植物的调查,调查地点、方法、和田块数量同上,主要调查植物为水稻 *Oryza sativa*、游草 *Leersia hexandra*、稗 *Echinochloa crusgalli* 和其他禾本科杂草。

### 1.2.2 稻秆潜蝇田间发育情况调查

稻秆潜蝇非越冬代化蛹发育进度调查:2017—2018年在湖南省稻秆潜蝇发生较重的长沙市宁乡市、常德市汉寿县军山铺镇、株洲市渌口区朱亭镇水稻田内进行稻秆潜蝇田间发育进度调查试验。每个试验点调查面积为10 hm<sup>2</sup>左右,均种植株两优278水稻品种,早稻播种时间为4月2日,收割时间7月10日;中稻播种时间为5月25日,收割时间为10月5日;晚稻播种时间为6月15日,收割时间为10月中旬;迟播晚稻播种时间为8月3日,因播种时间偏晚,抽穗后结实率低,不收割。早中晚稻均为直播,每粒种子间距6 cm左右,采用当地常规田间管理措施。在水稻生育期内调查田间有稻秆潜蝇为害症状的水稻植株内稻秆潜蝇幼虫、蛹和蛹壳数量,自稻秆潜蝇幼虫进入老熟幼虫状态时开始调查,每隔1~3 d调查1次,直至水稻收割为止,每次调查有稻秆潜蝇为害症状的水稻植株300株。

稻秆潜蝇越冬代化蛹发育进度调查:2017—2018年每年2月底至3月初发现有幼虫向叶鞘处转移时开始,调查叶片有破损症状的看麦娘内稻秆潜蝇幼虫、蛹和蛹壳的数量,每隔1~3 d调查1次,到4月底越冬代蛹羽化完为止,每次调查300株。

因为稻秆潜蝇没有转株为害的习性且几乎每株受害稻茎只有1头幼虫((刘祥贵等,2003)),所以根据受害株数确定其田间虫量,水稻苗期可用田间破

叶株数代替田间幼虫虫量,水稻抽穗后可用田间被害稻穗的数量代替穗期田间幼虫虫量。看麦娘上的调查方法同水稻上的调查方法。

### 1.2.3 稻秆潜蝇对水稻品种的产卵选择性

于2017年在永州市职业技术学院教学基地的网室内进行试验,纱网为孔径250 μm的尼龙网,共选择3个面积均为408 m<sup>2</sup>的网室进行试验。将每个网室分成长6 m×宽5 m、面积相等的12个田块,每个田块相隔0.5 m。每个田块分别播种丰两优6348、隆两优华占和株两优278种子,均采用直播,种子间距约为10 cm,播种时间为5月20日。为获得3叶1心、5叶1心、分蘖末期和破口初期4个不同生育期的水稻植株,每个品种水稻种子分4次播种,播种时间相隔10、30和82 d。为确保所有水稻苗均为单株,及时剪除分蘖株,接虫前2 d拔除部分稻苗,保证每个田块内水稻苗300株。自网室周边水稻田内采集稻秆潜蝇蛹带回室内羽化后获得雌、雄成虫,蛹不食不动,成虫喂食10%蜂蜜水,当每个网室分批播种的水稻发育到3叶1心、5叶1心、分蘖末期、破口初期时,于16:00左右释放羽化12 h的20头成虫,雌、雄成虫比例为1:1。每个网室接虫后每天调查每株水稻苗上着卵量,共调查15 d。接虫后1周内,每天02:00—04:00在网室内进行人工模拟降雨,确保水稻叶片表面有水膜,有利于幼虫孵化,接虫40 d后,观察着卵水稻植株上有无典型的稻秆潜蝇为害症状,当有典型的稻秆潜蝇为害症状即表明该株水稻上稻秆潜蝇初孵幼虫成功钻蛀。钻蛀成功率=含卵受害株数/调查含卵总株数×100%。

### 1.2.4 田间药剂防治试验

2018年在稻秆潜蝇发生严重的湖南省常德市鼎城区黄土店镇和株洲市株洲县朱亭镇水稻田中进行试验,均种植株两优278,采用直播,每粒种子间距6 cm左右,播种时间均为5月20日。施药时间分为2种,一种为晒田前施药,即施药前田间保水深度约5 cm,施药2 d后放水晒田;另一种为晒田后施药,即晒田结束、复水后施药。每种施药方法均设5个处理,分别为40%毒死蜱乳油1.5 L/hm<sup>2</sup>喷雾、0.1%呋虫胺颗粒剂67.5 kg/hm<sup>2</sup>撒施、70%吡虫啉水分散粒剂3 kg/hm<sup>2</sup>拌毒土撒施、70%吡虫啉水分散粒剂1.5 kg/hm<sup>2</sup>喷雾和不施药处理(空白对照),每个处理重复3次,共30个小区,每个小区长6 m×宽8 m,随机区组排列,每个小区之间用田埂隔离,施药时每个小区周边用1.5 m高塑料膜分隔开以防药剂干扰。待9月21日水稻成熟后,采取五点取样法

调查每个小区的稻秆潜蝇为害株数,每点取样面积为20 cm×20 cm,计算每个小区的受害株率和防治效果。受害株率=受害株数/调查总株数×100%,防治效果=(1-处理区药后活虫数×对照区药前活虫数/(处理区药前活虫数×对照区药后活虫数))×100%。

### 1.3 数据分析

试验数据利用DPS 9.5软件进行统计分析,应用Duncan氏新复极差法进行差异显著性检验,采用*t*检验法对晒田前后的防治效果进行差异显著性检验,受害株率数据经反正弦平方根转换后进行差异显著性检验。

## 2 结果与分析

### 2.1 稻秆潜蝇寄主植物的田间调查

在湖南省11个县(市)的30个田块中发现水稻、游草、稗、看麦娘和冬小麦上有稻秆潜蝇。在湖南省,看麦娘是稻秆潜蝇的主要越冬寄主植物,越冬代以幼虫钻入看麦娘茎秆内取食心叶越冬。11月中旬至翌年3月11个县(市)的看麦娘上均可发现典型的稻秆潜蝇为害症状,2月中旬前可在有典型稻秆潜蝇为害症状的看麦娘心叶内剥查到其低龄幼虫,3月初可在有典型稻秆潜蝇虫害症状的看麦娘心叶内剥查到稻秆潜蝇高龄幼虫,或从其叶鞘内剥查到稻秆潜蝇老熟幼虫、蛹或羽化剩下的蛹壳。仅在岳阳市华容县稻田旁边的1株冬小麦内剥查到稻秆潜蝇

蛹,未在其他杂草上剥查到稻秆潜蝇。

水稻种植期间,稻秆潜蝇以水稻为主要夏寄主,其次是水稻旁边的游草和稗。在早稻播种至晚稻收割期间,从所有调查点的水稻和游草受害株中均可剥查到稻秆潜蝇幼虫、蛹和蛹壳,但是,从剥查到的数量来看,稻秆潜蝇主要取食水稻,游草上较少;在株洲县、汉寿县、鼎城区、宁乡市有稻秆潜蝇为害症状的稗上可剥查到稻秆潜蝇。

### 2.2 稻秆潜蝇田间发育进度及发生世代数

2017—2018年湖南省长沙市宁乡市、常德市汉寿县军山铺镇、株洲市渌口区朱亭镇稻秆潜蝇的发育进度一致,故选择具有代表性的2018年湖南省株洲市渌口区朱亭镇稻秆潜蝇的田间化蛹进度来叙述。稻秆潜蝇在株洲市渌口区朱亭镇1年可发生5代,即在早稻上可完成第1代发育,在5月25日播种的中稻上可完成第2~3代发育,在迟播晚稻或落粒稻上可完成第4代发育,在越冬寄主看麦娘上完成第5代(越冬代)发育(图1)。

稻秆潜蝇在看麦娘上可完成越冬代(第5代,图1)。越冬代稻秆潜蝇来源于上年晚稻、落粒稻上羽化的成虫,11月在看麦娘苗上产卵,卵孵化后钻入心叶以幼虫越冬,越冬代蛹的始蛹期为翌年3月初,化蛹始盛期为3月中旬,化蛹高峰期为4月中下旬,化蛹盛末期为4月底前后,蛹终见期为5月10日前(图1)。

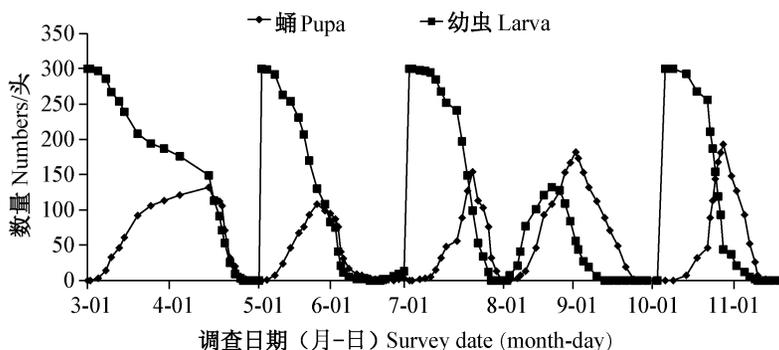


图1 2018年湖南省株洲市稻秆潜蝇田间化蛹进度

Fig. 1 Pupation progress of *Chlorops oryzae* in Zhuzhou City, Hunan Province in 2018

稻秆潜蝇在早稻上只能完成1个世代,即稻秆潜蝇第1代(图1)。5月上旬在早稻苗期即可发现稻秆潜蝇蛹,化蛹盛期为5月底至6月初,盛末期为6月上中旬,蛹终见期为6月下旬前(图1),6月下旬时早稻上又开始有少量低龄幼虫,7月中旬早稻收割,这些早稻上的第2代幼虫将在收割时被杀死。

稻秆潜蝇在中稻上可完成2个世代,即稻秆潜

蝇第2代和第3代(图1)。第2代始蛹期为7月初,此时可在中稻分蘖末期剥查到稻秆潜蝇蛹,化蛹盛期为7月下旬初,蛹终见期为8月初(图1);第3代蛹于8月中旬初可在中稻齐穗时剥查到,始盛期为8月中旬末,化蛹盛期为8月下旬末,盛末期为9月上旬初,终见期为9月下旬前(图1)。从中稻生长发育进度来看,稻秆潜蝇第2代和第3代幼虫的发生期与水稻

幼穗分化期一致,即幼虫在中稻幼穗分化前蛀入后取食幼穗生长点或颖花、颖壳,导致谷粒数量减少。

稻秆潜蝇在迟播晚稻或落粒稻上完成第4代,蛹期为10月中旬至11月上中旬,10月中旬即可在抽穗期的晚稻或落粒稻上发现稻秆潜蝇的蛹,化蛹盛期为10月下旬,终见期为11月中旬结束(图1)。第4代稻秆潜蝇的成虫羽化的始盛期在11月初,11月中旬转移至看麦娘上产卵,以幼虫越冬。

### 2.3 稻秆潜蝇对水稻品种的产卵选择性

不同水稻品种上稻秆潜蝇的总着卵量之间差异显著( $P<0.05$ ),其中在丰两优6348品种上稻秆潜蝇总着卵量最多,为120.5粒,在株两优278品种上次之,为89.5粒,在隆两优华占上最少,为52.1粒(表1)。同一生育期内不同水稻品种上稻秆潜蝇的着卵量之间差异显著( $P<0.05$ ),其中在3叶1心、5叶1心、分蘖末期和破口初期,稻秆潜蝇在丰两优6348品种上着卵量均最多,分别为47.3、46.3、15.3和10.6粒,显著高于其他2个品种上稻秆潜蝇的着卵量( $P<0.05$ ,表1),表明稻秆潜蝇产卵时对水稻品种有选择性。

同一品种不同生育期之间的稻秆潜蝇着卵量有

差异。3叶1心和5叶1心期时,丰两优6348品种上稻秆潜蝇着卵量分别为47.3粒和46.3粒,差异不显著,但显著高于分蘖末期和破口初期的着卵量。隆两优华占品种上不同生育期间的稻秆潜蝇着卵量规律同丰两优6348品种(表1)。表明稻秆潜蝇喜欢在嫩叶上产卵。

不同水稻品种上稻秆潜蝇初孵幼虫平均钻蛀成功率之间差异显著( $P<0.05$ ),其中在丰两优6348品种上稻秆潜蝇初孵幼虫平均钻蛀成功率最高,为85.9%,在株两优278品种上次之,为46.8%,在隆两优华占上最少,为16.5%(表1)。除破口初期,同一生育期内不同水稻品种上稻秆潜蝇初孵幼虫钻蛀成功率之间差异显著( $P<0.05$ ),其中在3叶1心、5叶1心和分蘖末期,丰两优6348上稻秆潜蝇初孵幼虫钻蛀成功率最高,分别为86.7%、85.3%和86.3%,显著高于其他2个水稻品种上初孵幼虫钻蛀成功率( $P<0.05$ );在破口初期,3个水稻品种上稻秆潜蝇初孵幼虫钻蛀成功率分别为94.6%、95.1%和96.2%,三者之间差异不显著(表1)。表明初孵幼虫能否成功钻入心叶取食与水稻品种和生育期有关,水稻破口期叶片包裹松软利于幼虫钻蛀。

表1 不同水稻品种各生育期内稻秆潜蝇的着卵量及初孵幼虫钻蛀成功率

Table 1 Amounts of eggs laid by female and the boring success rate of neonates on different rice cultivars at different developmental stages

水稻品种 Rice variety	3叶1心 Three-leaf period		5叶1心 Five-leaf period		分蘖末期 Late tillering stage		破口初期 Rupturing stage		总着卵量 Total of no. of eggs	平均钻蛀 成功率 Average success rate of stem-bor- ing/%
	着卵量 No. of eggs	钻蛀成功率 Success rate of stem-bor- ing/%	着卵量 No. of eggs	钻蛀成功率 Success rate of stem-bor- ing/%	着卵量 No. of eggs	钻蛀成功率 Success rate of stem-bor- ing/%	着卵量 No. of eggs	钻蛀成功率 Success rate of stem-bor- ing/%		
丰两优6348 Fengliangyou 6348	47.3± 0.9Aa	86.7± 1.4 a	46.3± 1.3 Aa	85.3± 2.7 a	15.3± 1.2 Ba	86.3± 2.7 a	10.6± 0.9 Ba	94.6± 1.2 a	120.5± 2.3 a	85.9± 1.4 a
株两优278 Zhuliangyou 278	40.7± 0.9 Ab	42.9± 2.3 b	33.7± 1.3 Bb	44.9± 1.7 b	10.3± 2.1 Cb	42.1± 1.7 b	5.3± 0.9 Cb	95.1± 1.7 a	89.5± 3.7 b	46.8± 2.2 b
隆两优华占 Longliang- youhuazhan	24.7± 1.5 Ac	13.7± 2.3 c	21.7± 1.5 Ac	15.7± 2.3 c	5.3± 1.9 Bc	14.7± 2.3 c	1.3± 0.9 Bc	96.2± 0.3 a	52.1± 1.7 c	16.5± 1.6 c

表中数据为平均数±标准误。同行不同大写字母、同列不同小写字母分别表示经Duncan氏新复极差法检验在 $P<0.05$ 水平差异显著。Data in the table are mean±SE. Different uppercase letters in the same row and different lowercase letters in the same column indicate significant difference at  $P<0.05$  level by Duncan's new multiple range test, respectively.

### 2.4 田间药剂防治效果

在黄土店镇,晒田前施药40%毒死蜱乳油、0.1%呋虫胺颗粒剂及施药量为 $3.0\text{ kg/hm}^2$ 和 $1.5\text{ kg/hm}^2$ 的70%吡虫啉水分散粒剂的防治效果分别为69.3%、97.6%、82.6%和77.1%,晒田后4个施药处理

的防治效果分别为47.6%、59.5%、54.8%和51.6%,均显著低于其晒田前施药的防治效果( $P<0.05$ );在朱亭镇,晒田前施药40%毒死蜱乳油、0.1%呋虫胺颗粒剂及 $3.0\text{ kg/hm}^2$ 和 $1.5\text{ kg/hm}^2$ 的70%吡虫啉水分散粒剂的防治效果分别为69.5%、93.6%、80.8%和

74.4%, 晒田后4个施药处理的防治效果分别为40.8%、54.2%、49.3%和45.7%,也显著低于其晒田前施药的防治效果( $P<0.05$ ),表明晒田前施药更有利于防治稻秆潜蝇(表2)。

表2 不同药剂和不同施药时间对稻秆潜蝇的防治效果

Table 2 Control effects of different pesticides and application time on *Chlorops oryzae*

地点 Location	处理 Treatment	晒田前施药 Application before drying paddy field		晒田后施药 Application after drying paddy field	
		受害株率 Percentage of damaged plants/%	防治效果 Control effect/%	受害株率 Percentage of damaged plants/%	防治效果 Control effect/%
常德市鼎城区 黄土店镇 Huangtudian Town, Dingcheng District, Changde City	40% 毒死蜱乳油, 1.5 L/hm <sup>2</sup>	3.9±0.2 b	69.3±0.1 d*	6.6±0.6 b	47.6±0.7 d
	40% chlorpyrifos EC, 1.5 L/hm <sup>2</sup>				
	0.1% 呋虫胺颗粒剂, 67.5 kg/hm <sup>2</sup>	0.3±0.0 e	97.6±1.1 a*	5.1±0.2 e	59.5±0.9 a
	0.1% dinotefuran GR, 67.5 kg/hm <sup>2</sup>				
	70% 吡虫啉水分散粒剂, 3.0 kg/hm <sup>2</sup>	2.2±0.3 d	82.6±0.4 b*	5.7±0.4 d	54.8±1.3 b
株洲市株洲县 朱亭镇 Zhuting Town, Zhuzhou County, Zhuzhou City	70% imidacloprid WG, 3.0 kg/hm <sup>2</sup>				
	70% 吡虫啉水分散粒剂, 1.5 kg/hm <sup>2</sup>	2.9±0.2 c	77.1±0.7 c*	6.1±0.3 c	51.6±2.2 c
	70% imidacloprid WG, 1.5 kg/hm <sup>2</sup>				
	空白对照 CK	12.7±0.1 a	-	12.6±0.4 a	-
	40% 毒死蜱乳油, 1.5 L/hm <sup>2</sup>	4.3±0.4 b	69.5±1.3 d*	8.4±0.2 b	40.8±1.1 d
朱亭镇 Zhuting Town, Zhuzhou County, Zhuzhou City	40% chlorpyrifos EC, 1.5 L/hm <sup>2</sup>				
	0.1% 呋虫胺颗粒剂, 67.5 kg/hm <sup>2</sup>	0.9±0.1 e	93.6±2.1 a*	6.5±0.1 e	54.2±0.4 a
	0.1% dinotefuran GR, 67.5 kg/hm <sup>2</sup>				
	70% 吡虫啉水分散粒剂, 3.0 kg/hm <sup>2</sup>	2.7±0.5 d	80.8±0.7 b*	7.2±0.3 d	49.3±1.4 b
	70% imidacloprid WG, 3.0 kg/hm <sup>2</sup>				
朱亭镇 Zhuting Town, Zhuzhou County, Zhuzhou City	70% 吡虫啉水分散粒剂, 1.5 kg/hm <sup>2</sup>	3.6±0.2 c	74.4±2.3 c*	7.7±0.2 c	45.7±1.7 c
	70% imidacloprid WG, 1.5 kg/hm <sup>2</sup>				
	空白对照 CK	14.1±0.4 a	-	14.2±0.4 a	-

表中数据为平均数±标准误。同一地点同列不同小写字母表示经Duncan氏新复极差法检验在 $P<0.05$ 水平差异显著。\*表示晒田前施药与晒田后施药经 $t$ 检验法检验在 $P<0.05$ 水平差异显著。Data in the table are mean±SE. Different lowercase letters in the same column in the same site indicate significant difference at  $P<0.05$  level by using Duncan's new multiple range test. \* indicates significant difference between pesticide applications before and after drying paddy field at  $P<0.05$  level by using the  $t$  test.

在晒田前施药的各处理中,0.1%呋虫胺颗粒剂的防治效果最好,在黄土店镇和朱亭镇的防治效果分别为97.6%和93.6%,显著高于其他3种药剂( $P<0.05$ );其次是施药量为3.0 kg/hm<sup>2</sup>的70%吡虫啉水分散粒剂,其防治效果分别为82.6%和80.8%,但是此剂量过高,在实际生产中不推荐使用;施药量为1.5 kg/hm<sup>2</sup>的70%吡虫啉水分散粒剂的防治效果较差,分别为77.1%和74.4%;40%毒死蜱乳油的防治效果分别为69.3%和69.5%,效果最差,显著低于其他3种药剂( $P<0.05$ ,表2)。因此,推荐使用0.1%呋虫胺颗粒剂来防治稻秆潜蝇,于中稻晒田前按67.5 kg/hm<sup>2</sup>撒施。

### 3 讨论

在农业防治中,控制越冬虫源是害虫防治的有效方法之一。本研究结果表明,稻秆潜蝇主要越冬寄主植物为看麦娘,且发生面积大,分布范围广。在该寄主上稻秆潜蝇越冬代蛹始见期为3月上旬,成

虫始见期为3月中下旬,越冬代成虫产卵时正值湖南省早稻秧苗期,所以早稻秧苗期受害率高。因此,建议在入春后、3月前及时铲除沟边、田边等地上的看麦娘及其他禾本科杂草,在稻秆潜蝇化蛹前对空闲田、绿肥作物田及时翻耕或灌水,起到灭蛹灭虫作用,减少越冬虫口基数,能有效减轻稻秆潜蝇的发生。

近年来,湖南省稻秆潜蝇对中稻为害最重,其产量损失大于早、晚稻。从中稻生长发育进度来看,稻秆潜蝇第2代和第3代幼虫的发生期与水稻幼穗分化期一致,推测幼虫在中稻幼穗分化前蛀入后取食幼穗生长点或颖花、颖壳,导致谷粒数量减少而减产。针对稻秆潜蝇的防控,王华弟等(2007a,b)提出了“狠治一代压基数,巧治二代保丰收”的防治策略——以成虫盛发至卵孵盛期为防治适期,在水稻秧田期、大田期进行防治,但该防控策略不符合目前湖南省水稻的现状,因为当时浙江省稻秆潜蝇1年发生3代,且大多数地方都种植单季稻,而使用的农

药氧化乐果、三唑磷也已禁用。为抑制无效分蘖,湖南省在水稻有效分蘖结束时通常采取晒田措施。本研究结果显示对稻秆潜蝇的防治适期为中稻晒田前,推测在晒田前施药杀死已侵入或即将侵入的幼虫可保护幼穗不被取食,从而可达到防虫保产的效果。

稻秆潜蝇在全国各地的发生代数不同,如四川省1年发生2代(廖华明等,2003),重庆市(刘祥贵等,2003)、浙江省(王华弟等,2007b)、贵州省(王勤灵,2015)等1年发生3代。本研究调查结果显示,稻秆潜蝇在湖南省常德市汉寿县、株洲市株洲县和长沙市宁乡市1年发生5代。湖南省益阳市桃江县虽然与本研究的长沙市宁乡市地理位置毗邻,但薛智平等(2018)报道该地稻秆潜蝇1年发生3代。同属邵阳市的隆回县(孟妮等,1995)和邵东县(申初成等,2013)在地理位置上呈左右并列态,即纬度相差并不大,但发生代数也不同,分别为1年发生2代和3代,究其原因可能与调查点的海拔高度不同。王华弟等(2007a)认为山区海拔每升高100~200 m,稻秆潜蝇发生期会推迟2~5 d。根据2016—2019年隆回县的抽查数据,隆回县高海拔山区(调查点海拔高度450~500 m)稻秆潜蝇的发育进度虽比株洲县等低海拔地区(调查点海拔高度40~84 m)晚7~12 d,但年发生代数仍为5代(数据未发表)。湖南省大部分水稻田海拔高度均在500 m以下,在制定稻秆潜蝇防控策略时应以当前1年发生5代为参考。

本研究得出稻秆潜蝇的寄主植物有5种,但不同寄主植物对稻秆潜蝇生长发育和繁殖力的影响以及该虫在这些寄主植物之间的选择性还需更进一步研究。其次,本研究仅对常德、株洲、宁乡3个市的稻秆潜蝇发生规律进行详细调查,今后还应加强对更多地点的种群监测,以获得更加全面、准确的数据,为稻秆潜蝇的高效防控提供科学依据。另外,田间试验结果表明0.1%呋虫胺颗粒剂可有效防治稻秆潜蝇,但还需筛选更多高效药剂,以延缓稻秆潜蝇对单一药剂产生抗性。

### 参 考 文 献 (References)

- Jiang JQ, Ji GF, Huang X, Zhang QZ, Zhang BY, Zhang LP. 1997. Studies on bionomics and integrated control of *Chlorops oryzae*. Entomological Journal of East China, 6(1): 93-98 (in Chinese) [蒋际清, 纪谷芳, 黄新, 张清作, 张秉涯, 张梨萍. 1997. 稻秆潜蝇生物学特性及其综合治理探讨. 华东昆虫学报, 6(1): 93-98]
- Kim KW. 1982. Relationships between damaged site of ears and heading time and position of punctured leaves by the rice stem maggot, *Chlorops oryzae* Matsumura, in the second generation. Korean Journal of Applied Entomology, 21(4): 175-178
- Li DS. 1997. Occurrence regularity and control countermeasures of *Chlorops oryzae* in western Hunan. Hunan Agricultural Sciences, (2): 33-34 (in Chinese) [李典顺. 1997. 湘西稻秆潜蝇的发生规律及防治对策. 湖南农业科学, (2): 33-34]
- Liang MX. 1990. Study on the life habits and control of *Chlorops oryzae*. Entomological Entomology, 27(2): 72-73 (in Chinese) [梁梅新. 1990. 稻秆潜蝇生活习性及其防治研究. 昆虫知识, 27(2): 72-73]
- Liao HM, Tu JH, Wang S, Long YC, Wang XQ, Ou XC, Yang L. 2003. Occurrence of *Chlorops oryzae* Matsumura in Sichuan Province. Journal of Sichuan Agricultural University, 21(2): 145-146 (in Chinese) [廖华明, 涂建华, 王胜, 龙寅成, 王湘琼, 欧孝成, 杨力. 2003. 四川稻秆潜蝇发生规律. 四川农业大学学报, 21(2): 145-146]
- Liu XG, Dong DW, Xiao Y, Zhao L, Dou W. 2003. Biology and ecology of rice stem maggot (*Chlorops oryzae*). Journal of Southwest University (Natural Science Edition), 25(3): 220-222, 226 (in Chinese) [刘祥贵, 董代文, 肖勇, 赵亮, 豆威. 2003. 稻秆潜蝇的生物学与生态学特性研究. 西南农业大学学报(自然科学版), 25(3): 220-222, 226]
- Liu XY, Liu ZS, Bai LY, Li XJ, Cai XH. 2007. Application of chlorpyrifos in the control of rice pest insects. Modern Agricultural Sciences and Technology, (23): 107-109 (in Chinese) [刘祥英, 刘占山, 柏连阳, 李旭君, 蔡湘衡. 2007. 毒死蜱在水稻虫害防治上的应用. 现代农业科技, (23): 107-109]
- Liu YB, Deng JS, Li SL, Wang LZ. 1995. A study on the living habits of *Chlorops oryzae*. Entomological Entomology, 32(3): 133-137 (in Chinese) [刘玉彬, 邓吉生, 李树莲, 王玲珍. 1995. 稻秆潜蝇的生活习性研究. 昆虫知识, 32(3): 133-137]
- Meng N, Liu ZL, Xiao YQ. 1995. Preliminary observation on the occurrence and control of *Chlorops oryzae* in Longhui County. Journal of Hunan Agricultural University, 21(5): 519 (in Chinese) [孟妮, 刘祝龙, 萧玉奇. 1995. 隆回县稻秆潜蝇发生与防治的初步观察. 湖南农业大学学报, 21(5): 519]
- Qiu L, Tao SJ, He HL, Ding WB, Li YZ. 2018. Transcriptomics reveals the molecular underpinnings of chemosensory proteins in *Chlorops oryzae*. BMC Genomics, 19: 890
- Shen CC, Peng MW, Zhou JJ, Luo XL, Liu F. 2013. Occurrence characteristics and causes of *Chlorops oryzae* Matsumura in Shaodong County in 2012. Hunan Agricultural Sciences, (3): 75-77 (in Chinese) [申初成, 彭美文, 周检军, 罗小亮, 刘芬. 2013. 2012年邵东县稻秆潜蝇发生特点及原因分析. 湖南农业科学, (3): 75-77]
- Takeda M. 1997. Effects of photoperiod and temperature on larval development and summer diapause in two geographic ecotypes of the rice stem maggot, *Chlorops oryzae* Matsumura (Diptera: Chloropidae). Applied Entomology & Zoology, 32(1): 63-74
- Takeda M. 1998. Genetic basis of photoperiodic control of summer and winter diapause in geographic ecotypes of the rice stem maggot, *Chlorops oryzae*. Entomologia Experimentalis et Applicata, 86:

59-70

- Takeda M, Nagata T. 1992. Photoperiodic responses during larval development and diapause of two geographic ecotypes of the rice stem maggot, *Chlorops oryzae*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 63: 273-281
- Tian P, Qiu L, Zhou AL, Chen G, He HL, Ding WB, Li YZ. 2019. Evaluation of appropriate reference genes for investigating gene expression in *Chlorops oryzae* (Diptera: Chloropidae). *Journal of Economic Entomology*, 112(5): 2207-2214
- Wang HD. 2005. Prediction and control of insect pests and diseases on food crops. Beijing: China Science and Technology Press, pp. 21-27 (in Chinese) [王华弟. 2005. 粮食作物病虫害测报与防治. 北京: 中国科学技术出版社, pp. 21-27]
- Wang HD, Lü ZX, Chen YF, Xu FS, Zhu JX. 2007a. Population dynamics and sustainable managing techniques of rice stem maggot. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 23(6): 483-487 (in Chinese) [王华弟, 吕仲贤, 陈银方, 徐福寿, 朱金星. 2007a. 水稻稻秆潜蝇种群发生动态与持续控制技术的研究. 中国农学通报, 23(6): 483-487]
- Wang HD, Xu ZH, Chen YF, Zhu JX, Fang YH. 2007b. Rice yield loss due to *Chlorops oryzae* Matsumera and its action thresholds in rice fields in Zhejiang Province. *Acta Entomologica Sinica*, 50(4): 383-388 (in Chinese) [王华弟, 徐志宏, 陈银方, 朱金星, 方屹豪. 2007b. 浙江稻田稻秆潜蝇为害损失与防治指标研究. 昆虫学报, 50(4): 383-388]
- Wang QL. 2015. Occurrence regularity and control measures *Chlorops oryzae* Matsumura. *Plant Doctor*, 28(4): 7-8 (in Chinese) [王勤灵. 2015. 稻秆潜蝇发生规律及防治对策. 植物医生, 28(4): 7-8]
- Xiang QN, Liao XG. 2015. Control effect of dinotefuran on *Chilo suppressalis*. *Zhejiang Agricultural Sciences*, 56(6): 835-836 (in Chinese) [项庆奶, 廖璇刚. 2015. 呋虫胺对水稻二化螟的防治效果. 浙江农业科学, 56(6): 835-836]
- Xu XP, Lin ZZ, Yang FG. 2011. Field efficacy test of imidacloprid against rice plant-hopper. *Zhejiang Agricultural Sciences*, 52(5): 1088-1089 (in Chinese) [徐肖平, 林致中, 杨发贵. 2011. 吡虫啉防治水稻稻飞虱田间药效试验. 浙江农业科学, 52(5): 1088-1089]
- Xue ZP, Ding ZH, Han YQ, Wen JH, Peng ZP. 2018. The causes of outbreaks and control strategies of *Chlorops oryzae* Matsumura in Taojiang County. *Hunan Agricultural Sciences*, (1): 75-77 (in Chinese) [薛智平, 丁朝晖, 韩永强, 文吉辉, 彭兆普. 2018. 桃江县稻秆潜蝇大发生原因及防控对策. 湖南农业科学, (1): 75-77]
- Zhou AL, Tian P, Li ZC, Li XW, Tan XP, Zhang ZB, Qiu L, He HL, Ding WB, Li YZ. 2020. Genetic diversity and differentiation of populations of *Chlorops oryzae* (Diptera, Chloropidae). *BMC Ecology*, 20: 22

(责任编辑:张俊芳)