

应用植保无人机释放稻螟赤眼蜂防治水稻二化螟技术研究

李青超, 赵秀梅, 王立达, 刘悦, 兰英, 刘洋, 韩业辉, 王连霞

(黑龙江省农业科学院齐齐哈尔分院, 黑龙江齐齐哈尔 161006)

摘要 为推广以虫治虫绿色防控技术, 减少水稻田化学农药的使用, 提高赤眼蜂释放效率, 降低防治成本。采用单因素随机区组设计和二因素完全随机化设计, 完成了不同放蜂量、放蜂器投放数量、放蜂量和放蜂器投放数量组合 3 个试验, 调查卵块寄生率、校正寄生率、相对防效和产量等相关指标。结果表明, 应用植保无人机释放稻螟赤眼蜂防治水稻二化螟, 释放量 45 万头/hm², 放蜂器投放数量 90 个/hm², 分 3 次平均释放, 每次释放间隔 5 d, 卵块寄生率 62.8%, 校正寄生率 60.0%, 防治效果 67.7%, 产量和挽回产量损失率分别为 11 186.4 kg/hm² 和 6.0%。

关键词 稻螟赤眼蜂; 水稻二化螟; 植保无人机; 寄生率; 相对防效

中图分类号 S476.4 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2023)01-0136-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2023.01.030



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Research on the Technology of Using Unmanned Aerial Vehicle to Release the *Trichogramma japonicum* to Control Rice Stem Borer
LI Qing-chao, ZHAO Xiu-mei, WANG Li-da et al (Qiqihar Branch, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Qiqihar, Heilongjiang 161006)

Abstract In order to promote the green control technology of pest control, reduce the use of chemical pesticides in paddy fields, improve the release efficiency of *Trichogramma*, and reduce the cost of control. The experiment adopted a single-factor randomized block design and a two-factor completely randomized design, and completed 3 experiments with different bee release amounts, bee release numbers, and combinations of bee release numbers and bee release numbers, investigated parasitism rate, corrected parasitism rate, yield and other related indicators. The results showed that the plant protection drone was used to release *Trichogramma* to control the rice borer, the release amount was 450 000 head/hm², and the number of bee releasers was 90 ind./hm², and the average release was divided into 3 times. The release interval was 5 days, the parasitism rate of egg mass was 62.8%, the corrected parasitism rate was 60.0%, the control effect was 67.7%, and the yield and recovered yield loss rates were 11 186.4 kg/hm² and 6.0%, respectively.

Key words *Trichogramma japonicum*; Rice stem borer; Unmanned aerial vehicle; Parasitism rate; Relative control effect

黑龙江省是我国重要的水稻种植基地, 2020 年黑龙江省水稻种植面积近 400 万 hm², 比 2019 年增加 7.5%。同时黑龙江省也是全国最大、最重要的粳稻主产区, 粳稻产量占全国 50% 以上, 在保障口粮安全方面起到了举足轻重的作用^[1]。水稻二化螟是水稻生产上的主要虫害, 且发生面积呈逐年增加趋势, 2020 年黑龙江省平均百秆活虫 1.4 头, 常年为害面积超过 100 万 hm², 造成水稻减产约 45 万 t, 经济损失约 13.95 亿元^[2]。目前生产中水稻二化螟主要依靠化学农药防治, 不仅大量杀伤天敌, 破坏生态环境, 抗药性问题日益突出, 还严重威胁人畜健康^[3]。陈洪凡等^[4]证实了稻螟赤眼蜂对水稻二化螟卵的寄生能力较强, 可有效控害。研究表明水稻田释放赤眼蜂防治二化螟, 能够显著降低虫口基数, 具有较好的防效^[5]。黄志农等^[6]研究表明, 在水稻二化螟中等或偏轻发生年份, 大面积释放稻螟赤眼蜂对水稻二化螟防治效果达 60%~70%。长期以来水田释放赤眼蜂一直依靠人工, 不仅释放效率低, 且随着人工费用日益增长, 防治投入的成本也越来越高^[7]。应用无人机投放稻螟赤眼蜂, 具有高效、快速、低成本、投放精准均匀的特点, 可在各种复杂的地形中投放^[8]。笔者应用植保无人机投放稻螟赤眼蜂防治水稻二化螟, 解决了传统人工放蜂的弊端, 旨在为该技术大面

积推广应用提供技术支持。

1 材料与方法

1.1 材料 稻螟赤眼蜂蜂卡采用米蛾卵(小卵)繁育, 球形水田放蜂器采用秸秆复合材料制成, 防水透气, 下半部重上半部轻, 可漂浮于水面, 球体直径处可拧开, 上半部有 6 个 3 mm×3 mm 出蜂口, 由北京阔野田园生物技术有限公司提供。植保无人机, 型号 JF-S15-TD, 内置球形水田放蜂器投放装置, 由沈阳金丰春航空科技有限公司提供。

1.2 方法 试验于 2021 年 6 月 10 日—7 月 21 日在齐齐哈尔市泰来县克利镇进行, 水稻品种为齐粳 10。稻螟赤眼蜂蜂卡装入球形水田放蜂器, 选择晴朗无风天气, 采用无人机距离水稻田上方 15 m 处投放, 每个试验单元均匀投放球形放蜂器, 分 3 次平均释放, 每次释放间隔 5 d。各处理水稻栽培方式和管理条件基本一致, 整个生育期不喷施农药。

1.2.1 不同放蜂量对水稻二化螟的防治效果。 采用单因素随机区组设计, 试验因素为稻螟赤眼蜂释放量, 设 4 个处理, 处理 A 15 万头/hm², 处理 B 30 万头/hm², 处理 C 45 万头/hm², 处理 D 60 万头/hm², 设置不放蜂空白对照(CK), 每个处理 3 次重复, 每个重复放蜂器投放数量 30 个, 对照距离放蜂处理上风处 850 m, 共计 15 个试验单元, 每个试验单元面积 1 hm²。

1.2.2 放蜂器投放数量对水稻二化螟的防治效果。 采用单因素随机区组设计, 试验因素为放蜂器投放数量, 设 4 个处理, 处理 A 30 个/hm², 处理 B 60 个/hm², 处理 C 90 个/hm², 处理 D 120 个/hm², 每个处理 3 次重复, 每重复稻螟赤眼蜂

基金项目 黑龙江省农业科学院乡村振兴科技支撑示范项目; 中国科学院战略性先导科技专项(XDA28130504); 齐齐哈尔市科技局创新激励项目(CNYGG-2021029)。

作者简介 李青超(1986—), 男, 黑龙江肇州人, 助理研究员, 硕士, 从事植物保护研究。

收稿日期 2022-02-07

释放量为 45 万头/hm², 设置不放蜂空白对照(CK), 对照距离放蜂处理上风处 850 m, 共计 15 个试验单元, 每个试验单元面积 1 hm²。

1.2.3 放蜂量和放蜂器投放数量对水稻二化螟的防治效果。 采用二因素完全随机化设计, 试验因素 A 为放蜂量, 设 2 个水平, A₁ 30 万头/hm², A₂ 45 万头/hm², 试验因素 B 为放蜂器投放数量, 设 2 个水平, B₁ 90 个/hm², B₂ 120 个/hm²。共计 4 个处理, 即 A₁B₁、A₁B₂、A₂B₁、A₂B₂, 每个处理 3 个重复, 设置不放蜂空白对照(CK), 对照距离放蜂处理上风处 850 m, 共计 15 个试验单元, 每个试验单元面积 1 hm²。

1.3 测定项目与方法 寄生率和防治效果: 最后一次投放放蜂器之后第 10 天, 每个试验单元采用 5 点取样法, 每点 10 穴, 共计 50 穴水稻。调查水稻二化螟卵块数、被寄生卵块数, 计算卵块寄生率和校正寄生率; 水稻收获前调查白穗数, 计算白穗率和防治效果。

卵块寄生率 = 被寄生卵块数 / 调查总卵块数 × 100%

校正寄生率 = (放蜂区寄生率 - 对照区寄生率) / (1 - 对照区寄生率) × 100%

防治效果 = (对照区白穗率 - 防治区白穗率) / 对照区白穗率 × 100%

产量和挽回产量损失率: 在水稻收获期, 采用“Z”字型取样法, 每个试验单元调查 5 点, 每点选择分蘖较好、株高整齐的水稻 10 穴, 共计 50 穴, 测量 50 穴水稻的占地面积, 并脱粒称重, 计算产量和挽回产量损失。

产量(kg/hm²) = 50 穴水稻脱粒重 × (1 hm² / 50 穴水稻占地面积)

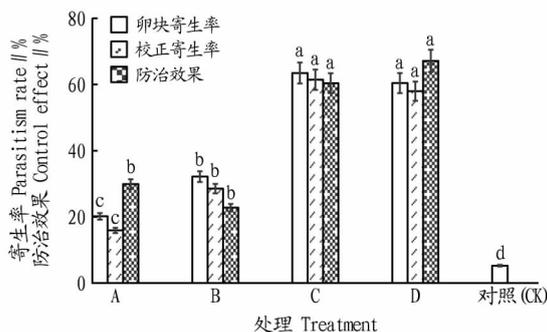
挽回产量损失 = (放蜂区产量 - 对照区产量) / 对照区产量 × 100%

1.4 数据分析 试验数据采用 Excel 2019 软件进行处理和作图。

2 结果与分析

2.1 不同放蜂量对水稻二化螟的防治效果 由图 1 可知, 处理 A、B、C、D 对水稻二化螟的卵块寄生率分别为 20.2%、32.2%、63.5% 和 60.4%, 校正寄生率分别为 15.9%、28.6%、61.5% 和 58.0%, 防治效果分别为 29.9%、22.8%、60.4% 和 67.1%。其中处理 C 的寄生率和校正寄生率最高, 分别为 63.5% 和 61.5%, 与处理 D 差异不显著, 但与处理 A 和 B 差异显著, 处理 D 的防治效果最高为 67.1%, 与处理 C 差异不显著, 但与处理 A 和 B 差异显著。对照(CK)寄生率为 5.3%, 说明自然条件下水稻田有赤眼蜂的存在, 但数量很少, 寄生率很低, 不能有效控制水稻二化螟数量。由此可知, 植保无人机释放稻螟赤眼蜂 30 万和 45 万头/hm² 均可以达到较为理想的控害效果。

2.2 放蜂器投放数量对水稻二化螟的防治效果 由图 2 可知, 随着放蜂器投放数量的增加, 各处理卵块寄生率、校正寄生率和防治效果逐渐增加, 处理 A、B、C、D 对水稻二化螟的卵块寄生率分别为 41.6%、46.8%、59.6% 和 67.5%, 校正寄生率分别为 38.2%、43.9%、57.4% 和 65.3%, 防治效果分别

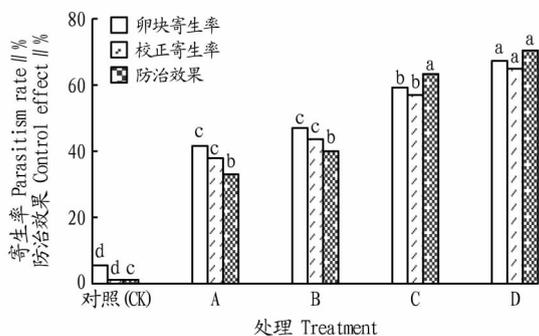


注: 不同小写字母表示不同处理间差异显著 ($P < 0.05$)。

Note: Different lowercases indicated significant difference between different treatments at 0.05 level.

图 1 放蜂量对水稻二化螟卵块寄生率、校正寄生率和防治效果
Fig. 1 The parasitism rate, corrected parasitism rate and control effect of the amount of wasps released on the egg mass of *Chilo suppressalis*

为 32.9%、39.9%、63.4% 和 70.5%。其中处理 D 的卵块寄生率、校正寄生率最高, 分别为 67.5% 和 65.3%, 与处理 A、B、C 均差异显著, 处理 D 防治效果最高为 70.5%, 与处理 C 差异不显著, 但与处理 A、B 差异显著。由此可知, 无人机投放放蜂器数量 120 个/hm² 可达到较为理想的控害效果。



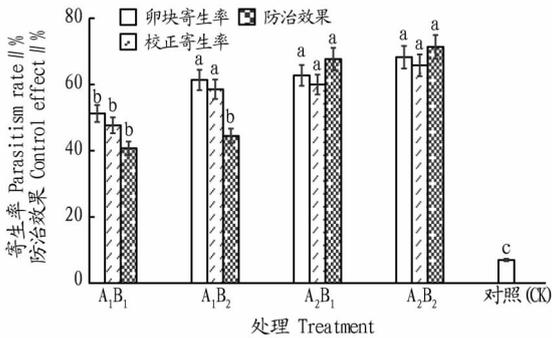
注: 不同小写字母表示不同处理间差异显著 ($P < 0.05$)。

Note: Different lowercases indicated significant difference between different treatments at 0.05 level.

图 2 放蜂器投放数量对水稻二化螟卵块寄生率、校正寄生率和防治效果

Fig. 2 Parasitic rate, corrected parasitism rate and control effect of the number of bee droppers on rice stem borer eggs

2.3 放蜂量和放蜂器投放数量对水稻二化螟的防治效果 由图 3 可知, 处理 A₁B₁、A₁B₂、A₂B₁、A₂B₂ 的卵块寄生率分别为 51.2%、61.4%、62.8% 和 68.3%, 校正寄生率分别为 47.7%、58.5%、60.0% 和 65.8%, 相对防效分别为 40.7%、44.4%、67.7% 和 71.4%。其中处理 A₂B₂ 的卵块寄生率和校正寄生率最高, 分别为 68.3% 与 65.8%, 和处理 A₁B₂ 和 A₂B₁ 差异不显著, 但与处理 A₁B₁ 差异显著, 处理 A₂B₂ 的相对防效最高为 71.4%, 与处理 A₂B₁ 差异不显著, 但与处理 A₁B₁ 和 A₁B₂ 差异显著。由此可知, 无人机释放稻螟赤眼蜂放蜂量 45 万头/hm², 放蜂器投放数量 90 或 120 个/hm² 可以达到较为理想的控害效果。



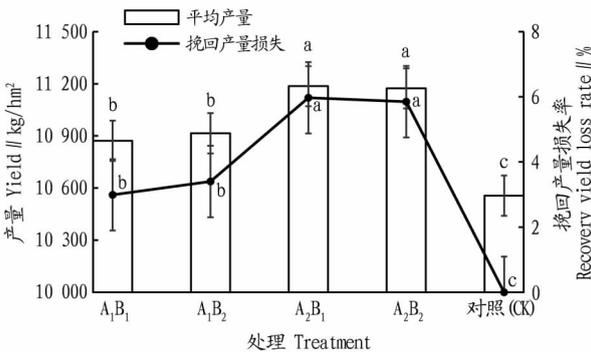
注:不同小写字母表示不同处理间差异显著($P < 0.05$)。

Note: Different lowercases indicated significant difference between different treatments at 0.05 level.

图3 放蜂量和放蜂器投放数量对水稻二化螟卵块寄生率、校正寄生率和防治效果

Fig. 3 Parasitism rate, corrected parasitism rate and control effect of the number of wasps released and the number of wasps released

2.4 产量和挽回产量损失率 由图4可知,各处理比对照(CK)均有不同程度的增产,处理A₁B₁、A₁B₂、A₂B₁、A₂B₂的产量分别为10 871.7、10 915.1、11 186.4和11 173.6 kg/hm²,挽回产量损失率分别为3.0%、3.4%、6.0%和5.8%,处理A₂B₁和A₂B₂的产量和挽回产量损失率差异不显著,但与处理A₁B₁、A₁B₂差异显著。由此可知,植保无人机释放稻螟赤眼蜂放蜂量45万头/hm²,放蜂器投放数量90和120个/hm²,水稻增产幅度相对较大,挽回产量损失相对较多。



注:不同小写字母表示不同处理间差异显著($P < 0.05$)。

Note: Different lowercases indicated significant difference between different treatments at 0.05 level.

图4 产量和挽回产量损失率

Fig. 4 Yield and recovery yield loss rate

3 讨论

该研究结果表明,植保无人机释放稻螟赤眼蜂30万头/hm²对水稻二化螟的相对防效较为理想,研究结果与张振铎等^[9]相符;放蜂器投放数量120个/hm²相对防效

最高,研究结果与任奎升等^[10]相近;稻螟赤眼蜂放蜂量45万头/hm²,放蜂器投放数量90个/hm²对水稻二化螟的相对防效较为理想为67.7%,该结果与肖卫平等^[11]的结果一致,产量和挽回产量损失率最高,分别为11 186.4 kg/hm²和6.0%。

水稻田释放稻螟赤眼蜂对二化螟有较好的防治效果,是稻田防治二化螟的重要生物防治措施,可减少化学药剂的使用,保护生态环境,对稻田的生态平衡具有重要意义^[12]。该试验受2个关键因素的影响,一是水稻二化螟发生期要精准预测预报,蜂卵相遇才能达到最好的效果,二是赤眼蜂田间存活时间、存活率和寄生能力受天气影响^[13]。植保无人机投放赤眼蜂平均日作业能力133 hm²,较传统人工释放效率高20倍,放蜂效率高,节约时间,降低人工成本,可以短时间内大面积精准均匀释放稻螟赤眼蜂^[14],适合大面积推广应用,但其防控效果是否优于人工释放还有待进一步研究。

4 结论

应用植保无人机释放稻螟赤眼蜂防治水稻二化螟,推荐田间稻螟赤眼蜂释放量45万头/hm²,放蜂器投放数量90个/hm²,防治效果为67.7%,产量和挽回产量损失率分别为11 186.4 kg/hm²和6.0%。

参考文献

- 代滢芸. 2018年黑龙江省水稻市场分析报告[J]. 黑龙江粮食, 2019(5): 16-21.
- 张齐凤, 王春荣, 宋显东, 等. 黑龙江水稻二化螟发生动态及区划研究初探[J]. 中国植保导刊, 2021, 41(4): 43-46.
- 方波. 不同药剂防治水稻二化螟效果比较试验[J]. 安徽农学通报, 2020, 26(24): 112-113.
- 陈洪凡, 黄寿山, 张玉烛, 等. 稻螟赤眼蜂对二化螟和台湾稻螟的控制潜能评价[J]. 应用生态学报, 2010, 21(3): 743-748.
- 周淑香, 李丽娟, 毛刚, 等. 不同世代发生区赤眼蜂防治二化螟效果差异分析[J]. 东北农业科学, 2021, 46(6): 56-59.
- 黄志农, 张玉烛, 朱国奇, 等. 稻螟赤眼蜂防控稻纵卷叶螟和二化螟的效果评价[J]. 江西农业学报, 2012, 24(5): 37-40.
- 李敦松, 袁曦, 张宝鑫, 等. 利用无人机释放赤眼蜂研究[J]. 中国生物防治学报, 2013, 29(3): 455-458.
- 赵玲丽, 周志艳, 宋灿灿, 等. 基于无人机精准投放赤眼蜂的探讨[J]. 农机化研究, 2022, 44(10): 1-6, 36.
- 张振铎, 陈俸, 常志龙, 等. 两种赤眼蜂防治水稻二化螟的效果比较[J]. 中国植保导刊, 2019, 39(1): 46-47, 51.
- 任奎升, 张政, 刘卫国, 等. 赤眼蜂防治水稻二化螟效果初探[J]. 湖北植保, 2020(2): 39-40, 46.
- 肖卫平, 谈孝凤, 吴庭慧, 等. 人工释放稻螟赤眼蜂防治二化螟应用技术[J]. 中国植保导刊, 2021, 41(5): 51-55.
- 胡长安, 王建武, 杜桂丽, 等. 稻螟赤眼蜂对水稻二化螟的防治效果示范[J]. 安徽农学通报, 2016, 22(11): 70, 123.
- 谢原利, 万利, 宁云华, 等. 甘蓝夜蛾核型多角体病毒悬浮剂+稻螟赤眼蜂防治水稻二化螟和稻纵卷叶螟应用初报[J]. 湖北植保, 2019(6): 29-30, 32.
- 沈小英, 刘睿蓬, 罗彩英, 等. 防治水稻有害生物田间效果评价: 基于植保无人机释放赤眼蜂防治水稻纵卷叶螟和钻蛀性害虫[J]. 广西植保, 2021, 34(4): 6-8.