

水稻田农药喷雾上层植株雾滴截留影响的试验研究

宋淑然¹, 王卫星¹, 洪添胜¹, 王平¹, 罗锡文¹,
Sinfort Carde², Tisseyre Bruno², S'Éila Francis²

(1. 华南农业大学工程学院, 广州 510642; 2. Ecole National Supérieure Agronomique de Montpellier)

摘要: 精确喷施农药的效果取决于喷施药液在农作物(靶标)上的有效沉积。研究作物上层枝叶对农药的雾滴截留, 为喷雾器具的优化设计、性能改进以及正确使用等提供技术依据; 对合理喷施农药、提高农药的利用率、减少农药污染、保障食品安全具有重要意义。本试验研究以染料 Rhodamine-B 溶解成一定浓度的溶液代替农药对水稻田进行喷雾。用采样架沿水稻高度方向分 3 层采集水稻植株样品。用荧光分光光度计测定雾滴在水稻某一层间的沉积量。本试验研究提出了定量分析上层水稻植株叶面截留对雾滴沉积影响的方法, 分别对早稻与晚稻进行了试验。结果表明: 在按距离地面 40 cm 以上、20~40 cm 之间、5~20 cm 之间对水稻分层时, 上层水稻植株的雾滴截留对中层、底层水稻植株雾滴沉积影响的比例系数分别为: -0.6615(早稻为 -0.7493)、-0.3386(早稻为 -0.2511); 对地面雾滴损失影响的比例系数为 -1.1441。提出了喷雾沉积的不均匀系数。试验结果表明, 上层水稻枝叶对雾滴截留不会改善中层及底层水稻植株喷雾沉积的均匀性。

关键词: 水稻; 农药喷洒; 截留; 均匀性

中图分类号: S216; S491

文献标识码: A

文章编号: 1002-6819(2003)06-0114-04

1 引言

研究农药分布能为喷雾器的改造提供非常有用的依据^[1,2]。Salyani 等^[3]利用触感及水感试纸估测对柑橘树喷雾试验中喷雾器的喷雾质量, 研究了植物冠盖特性及喷雾时的气候参数对雾滴沉积的影响。Franz 等^[4]应用冲洗植物叶片的荧光测定法和对树叶感光快的水性试纸片的图像分析来量化沉积量, 测定了飞机喷雾条件下, 植物冠盖特性及气候参数对棉花、哈密瓜、叶状植物上的雾滴沉积的影响。洪添胜等^[5]采用 DGPS 定位、葡萄叶片面积的测试、葡萄叶片喷雾沉积物的收集及测定等试验方法, 研究了葡萄植株中的雾滴分布。Gupta 等^[6]通过实验室的试验研究, 测定了风速和旋转盘喷雾器在不同条件下的喷雾分布及雾滴沉积参数, 用荧光分析方法量化了示踪物在大豆叶不同水平上的沉积分布。

我国的水稻种植面积占粮食作物种植面积的 1/3。病虫害严重危害水稻的生长, 目前已发现 70 多种水稻病害^[7]。世界谷物生产统计表明^[8], 每年因病、虫、草害造成的损失分别约为 10%、14% 和 11%, 投入 1 元农药成本可以取得 8~10 元的经济效益^[9]。但从施药器械喷洒出去的农药只有 25%~50% 能沉积在作物的叶片上, 不足 1% 沉积在靶标害虫上, 只有不足 0.03% 的药剂能起到杀虫作用^[8]。因此, 研究水稻田农药喷雾上层植株对中层及底层植株的截留影响, 对提高农药的有效利用率、降低农药在非靶标环境中的投放量、提高稻谷的质量具有重要意义; 为喷雾器参数的优化和以不同水稻层面为重点雾滴沉积层的喷雾器设计提供理论依据。

2 材料与方法

喷雾试验地点选在华南农业大学农场农业工程学院试验站的试验稻田内, 试验田面积为 900 m²。早稻试验于 2001 年 5 月 31 日进行, 试验稻田分为抛秧区域和插秧区域; 晚稻试验于 2001 年 10 月 12 日进行。喷雾器为日本初田工业株式会社的 YS-450 STAR 型, 由日本产的 SHIBAURA (SD40000A-O) 型拖拉机动力输出轴驱动并悬挂在拖拉机后方。用 Rhodamine-B (一种红色荧光染料) 加水配制成浓度为 0.1% 的溶液作为喷雾剂, 代替农药进行实际田间喷雾。

试验田种植水稻为太空 2 号(早稻)和太空三号(晚稻)。太空稻植株平均高度约 75 cm, 由于植株上层叶片较为稀疏, 为研究水稻上层叶片的雾滴截留对中层及底层喷雾沉积的影响, 上层、中层、底层的植株截取范围按大、中、小分布, 如图 1 所示。利用采样架(50 cm(长) × 50 cm(宽) × 70 cm(高))将水稻沿高度方向分为三层, 喷雾后采集各层水稻植株样品(见图 1), 在抛秧区域与

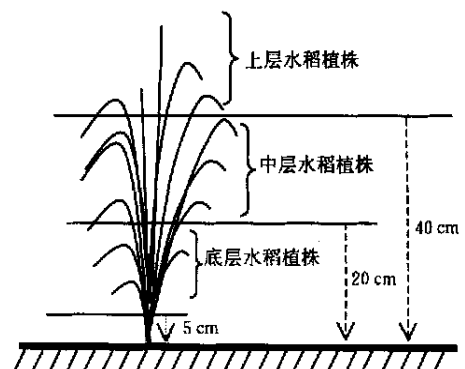


图 1 水稻层间植株及层间图像采集示意图
Fig. 1 Sketch map of collecting and photographing rice plant layers

收稿日期: 2003-04-08

基金项目: 中法先进研究合作计划项目“基于空间和图形信息的农药喷施分布”(PRA SI99-05)

作者简介: 宋淑然, 女, 副教授, 广州市天河五山 华南农业大学工程学院, 510642

插秧区域分别收集了 20 个采样点上的样品,每个采样点的面积为 0.25 m²。利用 FieldStar GPS 系统测出早稻试验各个试验点的地理位置,据此绘出早稻试验点分布图(如图 2)。为了便于分辨各试验点,图中坐标只计各试验点的东经、北纬的最后 4 位数。采样点在试验稻田的分布如图 2 所示。采集的水稻植株样品用 200 mL 的水清洗后,再收集约 10 mL 溶液样品。用荧光分光光度计测定其浓度,由此计算出雾滴在水稻某一区域的沉积量。晚稻试验中,在部分采样点地面上放置密布的一次性塑料杯,塑料杯上的沉积即为雾滴在地面上的损失。塑料杯用 300 mL 的水洗涤后,取出液体样品。

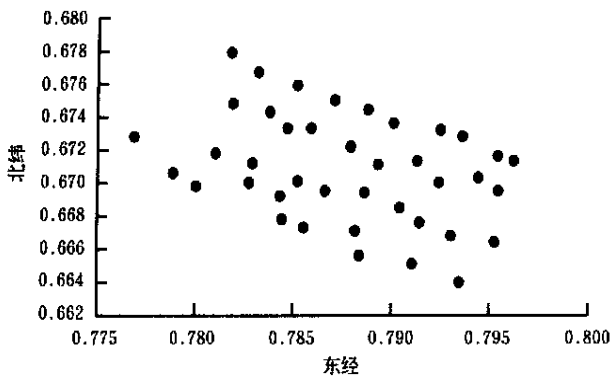


图 2 早稻试验点分布图

Fig. 2 Distribution map of early season rice testing spots

3 结果与分析

上层喷雾截留对雾滴沉积的影响,一直以来被人们所关注。但未见有关作物冠层截留影响的定量研究报告。

若采用雾滴沉积量绝对值来研究截留影响,即水稻植株雾滴沉积量对中层、底层植株喷雾沉积的影响,所描绘的图形无规律可循(如图 3 所示为早稻试验上层水稻植株雾滴沉积量对中层植株雾滴沉积量影响的散点图),这是由于各个试验点上的水稻植株本身之间的差异所造成的(例植株的密集程度及植株高度)。田间试验结果表明上层植株的喷雾沉积确实对中层及底层植株的喷雾沉积有影响:在喷雾器流量及拖拉机行驶速度不变时,上层植株沉积得越多,中层及底层植株的沉积就会相应减少。因此,提出了利用各层水稻植株雾滴沉积

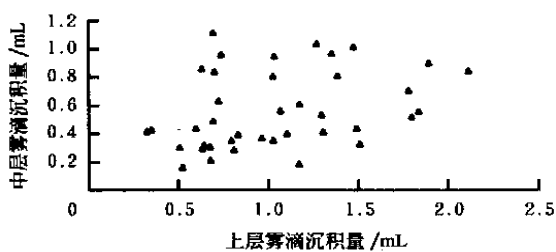


图 3 用雾滴沉积量评价截留影响的散点图

Fig. 3 Scattered diagram of evaluating interception influence with fog drop deposit

占该试验点上喷雾沉积的百分比代替雾滴沉积量绝对值,分析上层水稻植株雾滴截留对中层雾滴沉积的影响,这样,避免了用沉积量分析时由于不同试验点上各层水稻植株物理特性个体间的不同所带来的误差。所获得的上层雾滴截留对雾滴沉积的影响曲线是无量纲的通用曲线。

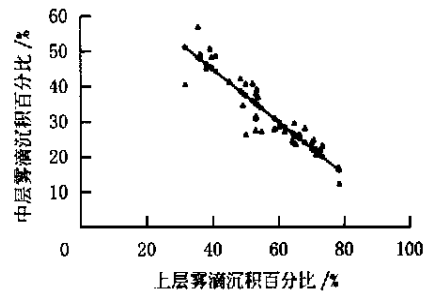
3.1 上层水稻植株雾滴截留对中层雾滴沉积的影响

3.1.1 早稻试验

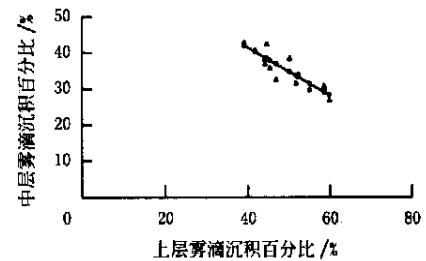
早稻试验中层雾滴沉积百分比 y_{e1} 与上层沉积百分比 x 之间的关系为

$$y_{e1} = 0.7470 - 0.7493x \quad (1)$$

经统计分析,式(1)的 F 检验结果极为显著,两组数据的线性相关系数 $r = 0.9144 > (r_{0.05}(n = 38) = 0.3125)$, 回归曲线如图 4a 所示。



a. 早稻试验



b. 晚稻试验

图 4 上层水稻植株雾滴截留对中层雾滴沉积的影响

Fig. 4 Influence of top layer rice fog drop interception on mid layer rice fog drop deposit

3.1.2 晚稻试验

晚稻试验中层雾滴沉积百分比 y_{l1} 与上层沉积百分比 x 之间的关系为

$$y_{l1} = 0.6784 - 0.6615x \quad (2)$$

经统计分析,式(2)的 F 检验结果极为显著,两组数据的线性相关系数 $r = 0.8882 > (r_{0.05}(n = 12) = 0.5324)$ 。回归曲线如图 4b 所示。

3.2 上层水稻植株雾滴截留对底层雾滴沉积的影响

3.2.1 早稻试验

早稻试验底层雾滴沉积百分比 y_{e2} 与上层沉积百分比 x 之间的关系为

$$y_{e2} = 0.2530 - 0.2511x \quad (3)$$

经统计分析,式(3)的 F 检验结果极为显著,两组数据的线性相关系数 $r = 0.60385 > (r_{0.05}(n = 38) = 0.3125)$ 。回归曲线如图 5a 所示。

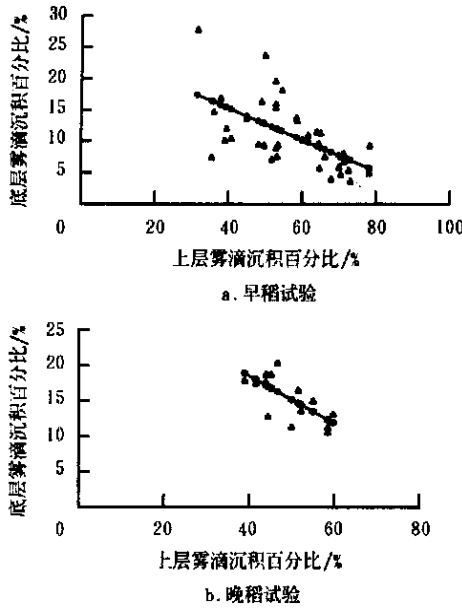


图5 上层水稻植株雾滴截留对底层喷雾沉积的影响
Fig. 5 Influence of top layer rice fog drop interception on bottom layer rice fog drop deposit

3.2.2 晚稻试验

晚稻试验底层雾滴沉积百分比 y_{12} 与上层沉积百分比 x 之间的关系为

$$y_{12} = 0.3216 - 0.3386x \quad (4)$$

经统计分析,式(4)的 F 检验结果极为显著,两组数据的线性相关系数 $r = 0.7034 > (r_{0.05}(n = 12) = 0.5324)$ 。回归曲线如图 5b 所示。

3.3 上层水稻植株截留对地面喷雾损失的影响

地面喷雾损失 y_g 与上层水稻植株截留 x 之间的关系为

$$y_g = 0.791769 - 1.1441x \quad (5)$$

经统计分析,式(5)的 F 检验结果极为显著,两组数据的线性相关系数 $r = 0.9520 > (r_{0.05}(n = 5) = 0.7545)$, 回归曲线如图 6 所示。

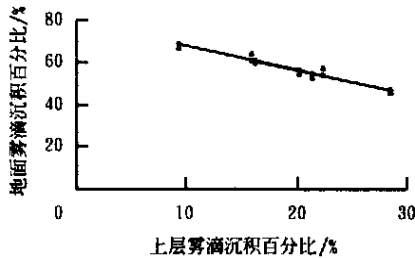


图6 晚稻试验上层截留对地面喷雾损失的影响
Fig. 6 Influence of top layer rice fog drop interception on ground fog drop loss in late season rice tests

3.4 喷雾分布沉积量的均匀性研究

若定义喷雾沉积的不均匀系数 u 为

$$u = \frac{d_{max} - d_{min}}{d} \quad (6)$$

式中 d_{max} ——雾滴沉积量的最大值; d_{min} ——雾滴沉积量的最小值; d ——雾滴沉积量的平均值。

由式 6 可知, u 值越大,喷雾沉积的不均匀度越大,根据式 6,计算出早稻和晚稻试验田各层喷雾沉积的不均匀系数如表 1 所示。

表 1 喷雾沉积不均匀系数 u

Table 1 Nonuniform factor u of fog drop deposit			
	上层雾滴沉积	中层雾滴沉积	底层雾滴沉积
早稻试验	1.6870	1.6817	2.3824
晚稻试验	0.9924	1.0608	1.7909

由表 1 看出,除早稻试验的中层雾滴沉积均匀性比对应上层雾滴沉积的均匀性稍有改善外,其他的中层、底层雾滴沉积并未因上层的雾滴截留而使其雾滴沉积的均匀性获得改善。

4 结论与讨论

对早稻及晚稻分别进行了喷雾试验,定量分析了上层水稻植株的雾滴沉积(上层截留)百分比对中层、底层水稻植株雾滴沉积百分比的影响,建立了地面雾滴损失及中层、底层水稻植株雾滴沉积百分比与上层截留百分比之间的回归模型。在按距地面 40 cm 以上、20~40 cm 之间、5~20 cm 之间对水稻植株进行分层采样时,上层水稻植株截留百分比与地面雾滴损失及中层、底层水稻植株雾滴沉积百分比之间成线性负相关关系,上层截留对中层沉积的影响作用明显强于对底层沉积的影响。为喷雾器设计参数优化及喷雾图的改进、以不同水稻层面为重点雾滴沉积层的喷雾器的研制提供依据。提出了喷雾沉积的不均匀系数,利用该系数,经研究发现上层水稻植株的雾滴截留不会改善中层及底层水稻植株雾滴沉积的均匀性。

[参 考 文 献]

- [1] Whitney J D, Salyani M, Churchill D B, et al. A field investigation to examine the effects of the sprayer type, ground speed, and volume rate on spray deposition in Florida citrus[J]. J Agric Engng Res, 1989(42): 275 ~ 283.
- [2] Coates W. Spraying technologies for cotton deposition and efficacy [J]. Applied Engineering in Agriculture, 1996, 12(3): 287 ~ 296.
- [3] Salyani M, Fox R D. Evaluation of spray quality by oil and water sensitive papers[J]. Transactions of the ASAE, 1999, 42(1): 37 ~ 43.
- [4] Franz E, Bouse L F, Carlton J B, et al. Aerial spray deposit relations with plant canopy and weather parameters[J]. Transactions of the ASAE, 1998, 41(4): 959 ~ 966.
- [5] 洪添胜, Tisseyre B, Sinfort C, et al. 基于 DGPS 的农药喷施分布质量的研究[J]. 农业机械学报, 2001, 32(4): 42 ~ 44.
- [6] Gupta C P, Duc T X. Deposition studies of a hand-held air-assisted electrostatic sprayer[J]. Transactions of the ASAE, 1996, 39(5): 1633 ~ 1639.
- [7] 马汇泉, 辛惠普, 崔 丽. 绿色食品基地建设的有效保证——植物病害生物防治技术[J]. 现代化农业, 2002. (1): 9 ~ 13.
- [8] 祁力钧, 傅泽田, 史 岩. 化学农药施用技术与粮食安全[J]. 农业工程学报, 2002, 18(6): 203 ~ 206.

- [9] 高仁君,刘西莉,李健强. 21 世纪农药展望[A]. 植物保护 21 世纪展望暨第三届全国青年植物保护科技工作者学术研讨会[C],1998,9:128~132.
- [10] Salysni M, Bensalem E, Whitney J D. Spray deposition and abscission efficacy of CMN-pyrazole of valencia orange. Transactions of the ASAE, 2002,45(2):265~271.

Testing research on effects of top layer rice fog drop interception on pesticide spraying distribution in rice fields

Song Shuran¹, Wang Weixing¹, Hong Tiansheng¹, Wang Ping¹, Luo Xiwen¹,
Sinfort Carde², Tisseyre Bruno², S éila Francis²

(1. Polytechnic College, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China;

2. Ecole National Supérieure Agronomique de Montpellier)

Abstract : The evaluation of precise pesticide spraying depends on the effective deposit of the liquid onto the crop. Research on fog drop interception by top layer rice plant during pesticide spraying provides technical data for the optimum design, performance improvements, and correct use of the sprayer. Research also has a wide significance in reasonably spraying pesticide, increasing the pesticide-applying efficiency, reducing pesticide residue and contamination, and ensuring foodstuff safety. A solution of Rhodamine-B mixed with water in 0.1% concentration was used instead of a pesticide to spray rice fields. Rice plant leaves were collected along the altitude direction of rice growth in three layers using a sampling frame. The deposit of spraying fog drop on rice plant in every layer was measured by means of a fluorescence spectrophotometer. The method of quantitatively analyzing the effect of fog drop interception by top layer rice leaves on the deposit of spraying fog drop was first put forward in this paper. Tests were conducted in early season and late season rice fields. Results showed that when the rice plant was bedded in three layers, above 40 cm, between 20~40 cm and between 5~20 cm above the ground, the proportional factors of top layer rice aroplets interception to mid layer rice fog drop deposit, bottom layer rice aroplets deposit and to ground fog drop loss were -0.6615 (and -0.7493 for early season rice), -0.3386 (and -0.2511 for early season rice) and -1.1441, respectively. The nonuniformity coefficient of fog drop deposit was defined and studied. A conclusion was reached that top layer rice fog drop interception could not improve the uniformity of aroplets deposition of the mid layer or bottom layer.

Key words : rice plant; pesticide spraying; interception; uniformity