

# 喷灌对水稻光合及生理指标的影响

朱永兴<sup>1</sup>, 吴昊<sup>2</sup>, 武东坡<sup>2</sup> (1. 宁夏农业生物技术重点实验室, 宁夏银川 750002; 2. 宁夏农业综合开发办公室, 宁夏银川 750004)

**摘要** [目的] 为研究在喷灌条件下水稻光合及生理指标的变化。[方法] 以水稻品种节 3 为研究材料, 研究不同灌溉方式对水稻叶片光合速率、胞间 CO<sub>2</sub> 浓度、蒸腾速率、气孔导度、WUE 水分利用效率的影响。[结果] 在喷灌、漫灌方式下, 水稻叶片光合速率、胞间 CO<sub>2</sub> 浓度、蒸腾速率、气孔导度率间差异呈极显著水平, 水分利用效率呈不显著水平。[结论] 从节水角度来讲, 喷灌比常规灌溉具有较明显的优势。

**关键词** 喷灌; 漫灌; 水稻; 光合

**中图分类号** S152.7 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2014)27-09265-02

## Effects of Sprinkler Irrigation on Photosynthetic and Physiological Index of Rice

ZHU Yong-xing<sup>1</sup>, WU Hao<sup>2</sup>, WU Dong-po<sup>2</sup> (1. Ningxia Center of Agro-biotechnology, Yinchuan, Ningxia 750002; 2. Ningxia Agriculture Comprehensive Development Office, Yinchuan, Ningxia 750004)

**Abstract** [Objective] The research aimed to study the photosynthetic and physiological index of rice under sprinkler irrigation. [Method] Jie 3 was used as research object in this research and the effects of sprinkler irrigation on photosynthetic rate, transpiration rate, intercellular CO<sub>2</sub> concentration, stomatal conductance and water use efficiency of rice were studied. [Result] The photosynthetic rate, transpiration rate, intercellular CO<sub>2</sub> concentration, stomatal conductance of rice were at significant level, and the water use efficiency wasn't at significant level compared with flood irrigation. [Conclusion] It was superior to sprinkler irrigation, compared with flood irrigation from water-saving point.

**Key words** Sprinkler irrigation; Flood irrigation; Rice; Photosynthetic

水稻是世界上最主要的粮食作物, 为世界约 30 亿人口提供了 35% ~ 60% 的食物来源, 也是用水量最大的农作物<sup>[1]</sup>。有研究表明, 水稻灌溉面积占世界水稻种植面积的 75%, 灌溉水量约占亚洲农业用水总量的 80%<sup>[2-3]</sup>。随着世界人口的不断增长、城镇和工业化的发展、全球的气候变化以及环境污染的加重, 用于农作物灌溉的用水资源越来越短缺, 严重威胁农作物尤其是水稻生产的发展<sup>[4-5]</sup>。实施高产高效节水灌溉技术是解决水稻用水与经济发展用水之间矛盾的重要途径之一。为此, 国内外的水稻育种科学工作者对水稻的需水供水规律、需水供水的形态生理指标、不同水稻种植制度下的灌溉模式和技术进行了大量的研究, 创建了多种节水灌溉技术如干湿交替节水灌溉技术、间歇湿润灌溉技术、控制灌溉技术等<sup>[6-11]</sup>, 而利用喷灌技术进行水稻种植还未见系统性的报道。笔者通过研究不同灌溉方式对水稻叶片光合速率、胞间 CO<sub>2</sub> 浓度、蒸腾速率、气孔导度、水分利用效率的影响, 初步研究喷灌种稻的理论依据。

## 1 材料与方 法

**1.1 试验地概况** 试验地点在宁夏平罗县通伏乡。试验地为河滩地, 地势平整, 为中低产田, 全盐 2.1, pH 7.5。

**1.2 试验材料** 供试水稻材料为节 3。

**1.3 试验设计** 试验计划种植 26.67 hm<sup>2</sup>, 其中 13.33 hm<sup>2</sup> 为喷灌试验, 计划喷水 700 ~ 800 m<sup>3</sup>, 13.33 hm<sup>2</sup> 为常规灌溉 (作为对照), 计划灌水 1 200 m<sup>3</sup> 左右。播种方式为条播, 播种量为 375 kg/hm<sup>2</sup>, 行间距为 22 cm。每个处理施肥量相同, 基施尿素 195 kg/hm<sup>2</sup>、三料磷肥 255 kg/hm<sup>2</sup>、硫酸钾 150

kg/hm<sup>2</sup>, 在生育时期追施尿素 150 kg/hm<sup>2</sup>, 分 2 ~ 3 次追施。

**1.4 测定方法** 使用 LI-6400 光合仪于 2013 年 7 月 30 日 09:00 ~ 19:00 测定 2 种处理下水稻叶片净光合速率 (Pn)、气孔导度 (Gs)、胞间 CO<sub>2</sub> 摩尔分数 (Ci)、蒸腾速率 (Tr)、水分利用效率 (WUE), 重复 6 次。以浓度 95% 乙醇为空白, 在波长 665、649、470 nm 下测定吸光度以计算叶绿素质量分数。采用 Excel2007 处理数据和统计分析。

## 2 结果与分析

**2.1 不同灌溉条件下水稻叶片光合速率的变化** 分别对喷灌及常规灌溉水稻叶片的光合速率进行测定。每个处理测定 6 片叶, 测定结果取平均值, 并且进行方差分析。由图 1 可知, 在 2 种灌溉条件下水稻叶片光合速率呈现 0.01 水平显著差异, 常规灌溉水平下水稻叶片光合速率高于喷灌条件下, 说明喷灌影响水稻叶片的光合速率。

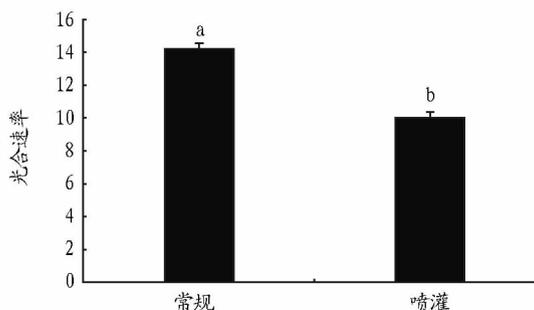


图 1 不同灌溉条件下水稻叶片光合速率的变化

**2.2 不同灌溉条件下水稻叶片气孔导度的变化** 分别对喷灌及常规灌溉水稻叶片的气孔导度进行测定。每个处理测定 6 片叶, 测定结果取平均值, 并且进行方差分析。由图 2 可知, 在 2 种灌溉条件下水稻叶片气孔导度呈现 0.01 水平显著差异, 常规灌溉水平下水稻叶片气孔导度高于喷灌条件下, 说明喷灌影响水稻叶片的气孔导度。

**基金项目** 国家重点基础研究发展计划“973 计划”项目 (G2006CB100106); 国家重点基础研究发展计划“973 计划” (G2011CB016411)。

**作者简介** 朱永兴 (1979 - ), 男, 宁夏灵武人, 助研, 硕士, 从事植物逆境生理生态与分子生物学方面的研究。

**收稿日期** 2014-08-13

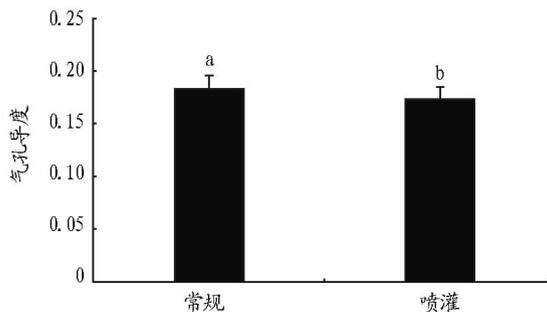


图2 不同灌溉条件下水稻叶片气孔导度的变化

### 2.3 不同灌溉条件下水稻叶片胞间 CO<sub>2</sub> 摩尔分数的变化

分别对喷灌及常规灌溉水稻叶片的胞间 CO<sub>2</sub> 浓度进行测定。每个处理测定 6 片叶,测定结果取平均值,并且进行方差分析。由图 3 可知,在 2 种灌溉条件下水稻叶片胞间 CO<sub>2</sub> 浓度呈现 0.01 水平显著差异,常规灌溉水平下水稻叶片胞间 CO<sub>2</sub> 浓度高于喷灌条件下,说明喷灌影响水稻叶片的胞间 CO<sub>2</sub> 浓度。

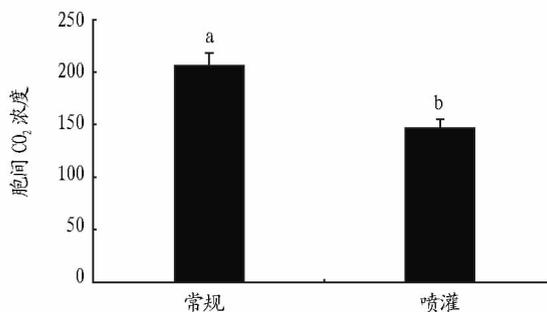


图3 不同灌溉条件水稻叶片胞间 CO<sub>2</sub> 摩尔分数的变化

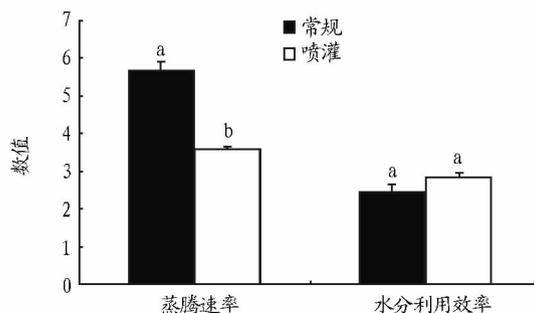


图4 不同灌溉条件下水稻叶片胞间蒸腾速率及水分利用效率的变化

### 2.4 不同灌溉条件下水稻叶片胞间蒸腾速率及水分利用效率的变化

分别对喷灌及常规灌溉水稻叶片的胞间蒸腾

速率、水分利用效率进行测定。每个处理测定 6 片叶,测定结果取平均值,并且进行方差分析。由图 4 可知,在 2 种灌溉条件下水稻叶片胞间蒸腾速率呈现 0.01 水平显著差异,常规灌溉水平下水稻叶片胞间蒸腾速率高于喷灌条件下,说明喷灌影响水稻叶片的胞间蒸腾速率。同时,在 2 种灌溉条件下水稻叶片水分利用效率差异不显著,常规灌溉水平下水稻叶片水分利用效率低于喷灌条件下,说明在喷灌可以提高水稻叶片的水分利用效率。

### 3 讨论

水稻节水是目前研究热点和难点。由于传统的灌溉方式耗水量较大,该研究在喷灌和常规灌溉条件下研究水稻生理生化变化。研究表明,在喷灌、常规灌溉下,水稻叶片光合速率、气孔导度、胞间 CO<sub>2</sub> 浓度、蒸腾速率差异呈 0.01 显著水平,而水分利用效率差异不显著。喷灌条件下水稻叶片光合速率、气孔导度、胞间 CO<sub>2</sub> 浓度、蒸腾速率低于常规灌溉,而水分利用效率则略高于常规灌溉。从节水角度来讲,喷灌比常规灌溉具有较明显的优势,仍有待今后开展大量的试验进行验证。

### 参考文献

- [1] FAGERA N K. Plant tissue test for determination of optimum concentration and uptake of nitrogen at different growth stages in low land rice[J]. Commun Soil Sci Plan, 2003, 34: 259 - 270.
- [2] BOUMAN B A M. A conceptual framework for the improvement of crop water productivity an different spatial scales[J]. Agric Syst, 2007, 93: 43 - 60.
- [3] BOUMAN B A M, TUONG T P. Field water management to save water and increase its productivity in irrigated lowland rice[J]. Agric Water Manag, 2001, 49: 11 - 30.
- [4] BELDER P, SPIERTZ J H J, BOUMAN B A M, et al. Nitrogen economy and water productivity of lowland rice under water-saving irrigation[J]. Field Crops Res, 2005, 93: 169 - 185.
- [5] BORRELL A, GARSIDE A, FUKAI S. Improving efficiency of water use for irrigated rice in a semi-arid tropical environment[J]. Field Crops Res, 1997, 51: 65 - 82.
- [6] SINGANDHUPE R B, RAJPUT R K. Response of rice to irrigation-schedule and nitrogen in sodic soil[J]. India J Agron, 1987, 32: 130 - 133.
- [7] RAMASAMY S, BERGE H F M T, PURUSHOTHAMAN S. Yield formation in rice in response to drainage and nitrogen application[J]. Field Crops Res, 1997, 51: 65 - 82.
- [8] OCKERBY S E, FUKA S. The management of rice grown on raised beds with continuous furrow irrigation[J]. Field Crops Res, 2001, 69: 215 - 226.
- [9] BOUMAN B A M, PENG S, CASTANEDA A R, et al. Yield and water use of irrigated tropical aerobic rice systems[J]. Agric Water Manag, 2005, 74: 87 - 105.
- [10] LIU X J, WANG J C, LU S H, et al. Effects of non-flooded mulching cultivation on crop yield, nutrient uptake and nutrient balance in rice-wheat cropping systems[J]. Field Crops Res, 2003, 83: 297 - 311.
- [11] TAO H, BRUECK H, DITTERT K, et al. Growth and yield formation for rice (*Oryza sativa* L.) in the water-saving ground cover rice production system (GCRPS)[J]. Field Crops Res, 2006, 95: 1 - 12.