

# 气孔调节剂对水稻秧苗素质的影响

许周伟<sup>1</sup> 闻丹妮<sup>1</sup> 欧阳由男<sup>2</sup> 沈波<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>杭州师范大学 生命与环境科学学院, 杭州 310036; <sup>2</sup>中国水稻研究所, 杭州 310006)

**摘 要:**通过对机插水稻秧苗喷施不同浓度的硝普钠溶液和黄腐酸钾溶液,探究气孔调节剂对水稻秧苗素质的影响。结果表明,喷施不同浓度的硝普钠溶液和黄腐酸钾溶液均可引起秧苗气孔导度减小,促进秧苗地下部干物质增加和提高根系活力。黄腐酸钾溶液还可增加秧苗株高、茎基宽、地上部干物质量,提高叶绿素含量。以在苗期喷施 10 mL/L 的黄腐酸钾溶液较为适宜。

**关键词:**气孔调节剂;硝普钠溶液;黄腐酸钾溶液;水稻;秧苗素质

**中图分类号:**S511.051 **文献标识码:**A **文章编号:**1006-8082(2018)01-0024-04

气孔是蒸腾过程中水汽的主要出口,也是光合作用吸收空气中 CO<sub>2</sub> 的主要进口。作物通过调节其气孔开度,可以控制水分的蒸腾和植物的光合作用<sup>[1]</sup>。调节气孔及其蒸腾可以提高植物对干旱、冷害和高温等逆境的抗性<sup>[2]</sup>。气孔调节剂又称蒸腾抑制剂,是一种减少水分蒸发、保护植物、提高植物成活率的一种药剂。气孔调节被广泛应用在大树移植前后、运输过程中和在干旱高温环境下对绿化园林的名贵古树苗木的保护<sup>[3]</sup>。其作用机理为:在通过均匀喷施于植物叶片和枝干后,在叶片表面形成一层保护膜,降低叶片的气孔导度,减缓新陈代谢,特有的网状结构又能保证呼吸作用的正常进行,减少水分蒸发,提高植株的保水率。

本试验拟在水稻机插秧苗期喷施气孔调节剂(NO 和 CO<sub>2</sub>),通过测定气孔行为及相关生理指标,以解析水稻机插秧苗期生长发育响应气孔干扰的生理机理。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

试验水稻品种为中熟早籼稻中早 39。盘育秧,营养土为稻田青紫泥,秧盘为硬塑盘。NO 供体为硝普钠,CO<sub>2</sub> 供体为黄腐酸钾。

### 1.2 试验处理

采用机插育秧盘育秧,用清水浸种 48 h 至谷粒对光清透,浸种间隔 24 h 换水 1 次,在 33℃ 条件下保湿催芽至露白。每个秧盘填装营养土,整平后均匀播种,每盘播种量为 100 g 晾干芽谷,播种均匀,覆盖营养土不使种子裸露。覆盖营养土后,喷洒少量清水至湿润。播种后秧盘放置于室内通风阴凉处,每个播种盘上扣盖 1 个秧盘,即暗化促出芽立锥。立锥后取下覆盖秧

盘,将育秧播种盘移至育苗场,使秧苗见光通风,保持秧盘营养土湿润,秧盘底部接触土壤。苗期气孔干扰处理在秧苗 1 叶期和 2 叶期实施,采用叶面喷施的方法,硝普钠处理浓度分别为 0.1 mmol/L、1 mmol/L 和 10 mmol/L,以喷等量的蒸馏水为对照(CK);黄腐酸钾处理浓度分别为 1 mL/L、10 mL/L 和 100 mL/L,以喷等量的蒸馏水为对照(CK)。溶液配制时,每 1 L 溶液添加 1 mL 的展着剂(农用有机硅)。喷施时以植株湿润滴水为止。

### 1.3 考察指标及测定方法

待秧苗生长至 3 叶 1 心时取水稻植株样测定考察各项农艺和生理指标。秧苗株高用直尺测量,计算 10 株秧苗平均值。叶片叶绿素含量测量采用 CCM-300 叶绿素测量仪测定,叶片可溶性糖含量采用蒽酮比色法测定<sup>[4]</sup>,根系活力采用 TTC 法测定<sup>[5]</sup>,气孔导度采用 AP-4 气孔计测量。

## 2 结果与分析

### 2.1 对水稻秧苗农艺性状的影响

从表 1 可以看出,与 CK 相比,喷施不同浓度硝普钠,均会引起株高、茎基宽、根长、地上部干物质量的明显下降,其中根长下降尤为明显,且喷施浓度越高,下降越显著;但根数与 CK 相比,没有显著差异;地下部根质量则随喷施浓度的提高,增加越明显,与 CK 相比,喷施 1 mmol/L 和 10 mmol/L 硝普钠的处理,根质量分别增加了 3.6% 和 15.9%。

收稿日期:2017-10-26

**基金项目:**杭州市农业攻关项目(20150432B01);浙江省粮食新品种选育重大科技专项(2016C02050-6)

表 1 不同浓度硝普钠溶液处理的水稻秧苗素质

处理	株高 (cm)	茎基宽 (cm)	根数 (条)	根长 (cm)	上部干物质量 (g)	下部干物质量 (g)
CK	20.93±1.18	0.262±0.028	13.00±2.74	13.08±5.12	17.71±1.37	8.72±0.47
0.1 mmol/L	20.64±0.75	0.272±0.024	12.00±4.12	8.82±0.81	16.58±0.97	8.56±0.33
1 mmol/L	20.56±0.87	0.242±0.020	12.20±2.39	8.12±3.02	16.32±1.22	9.03±0.43
10 mmol/L	17.41±0.96	0.218±0.031	12.40±2.19	9.14±4.85	12.94±0.71	10.11±0.40

表 2 不同浓度黄腐酸钾溶液处理的水稻秧苗素质

处理	株高 (cm)	茎基宽 (cm)	根数 (条)	根长 (cm)	上部干物质量 (g)	下部干物质量 (g)
CK	20.34±0.59	0.240±0.028	13.00±2.74	13.08±5.12	17.71±1.37	8.72±0.47
1 mL/L	20.10±0.87	0.242±0.031	12.20±1.48	7.86±2.14	15.66±1.77	8.11±0.44
10 mL/L	20.97±1.30	0.280±0.043	11.60±1.34	10.24±3.37	17.97±0.98	9.21±0.38
100 mL/L	21.36±0.80	0.248±0.011	12.40±1.82	9.64±0.95	17.63±1.21	9.10±0.51

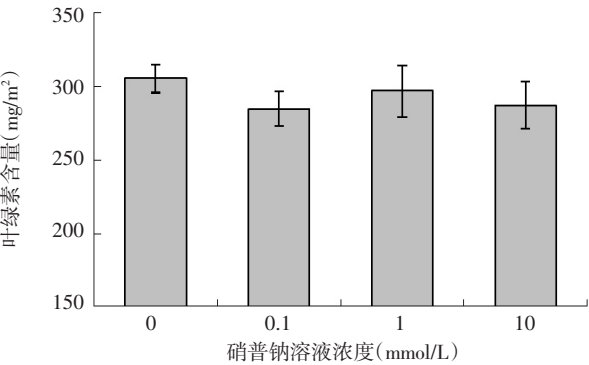


图 1 硝普钠溶液处理时水稻叶片叶绿素含量变化

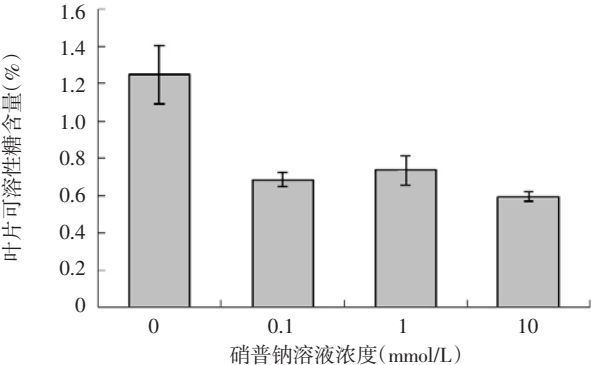


图 3 硝普钠溶液处理时水稻叶片可溶性糖含量变化

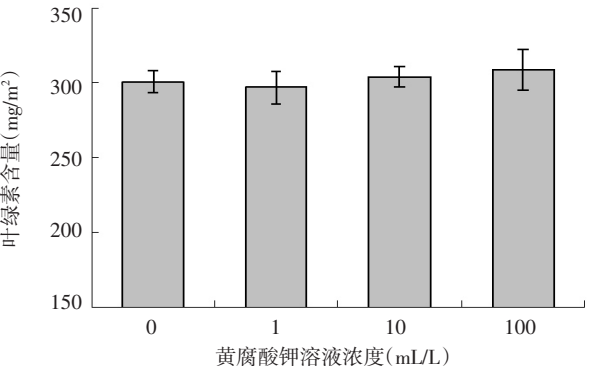


图 2 黄腐酸钾溶液处理时水稻叶片叶绿素含量变化

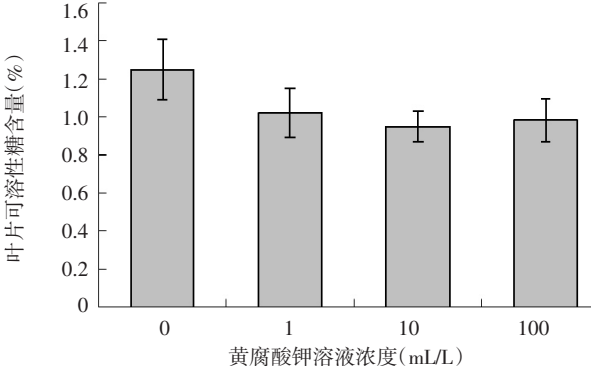


图 4 黄腐酸钾溶液处理时水稻叶片可溶性糖含量变化

从表 2 可见,与喷施 1 mL/L 和 100 mL/L 的处理相比,喷施 10 mL/L 黄腐酸钾溶液的处理可增加秧苗株高、茎基宽、根长、地上部干物质量和地下部干物质量,但对根数则有降低效应。

2.2 对水稻叶片叶绿素含量的影响

图 1 显示,与 CK 相比,在 0.1 mmol/L、1 mmol/L、10 mmol/L 硝普钠溶液处理下的水稻秧苗叶片叶绿素含量分别下降 20.66 mg/m²、8.58 mg/m² 和 18.02 mg/m²。图 2 显示,与 CK 相比,喷施 10 mL/L 和 100 mL/L 黄腐酸钾溶液的处理水稻秧苗叶片叶绿素含量分别上升了

3.38 mg/m² 和 7.88 mg/m²。

2.3 对水稻叶片可溶性糖含量的影响

从图 3 和图 4 可以看出,喷施硝普钠和黄腐酸钾溶液均导致水稻秧苗叶片可溶性糖含量下降,喷施硝普钠溶液对叶片可溶性糖含量的影响显著高于黄腐酸钾溶液。喷施 10 mmol/L 硝普钠溶液的处理秧苗叶片可溶性糖含量为 0.61%;喷施 10 mL/L 黄腐酸钾溶液的处理秧苗叶片可溶性糖含量为 0.96%。

2.4 对水稻根系活力的影响

从图 5 可见,与 CK 相比,喷施不同浓度硝普钠溶

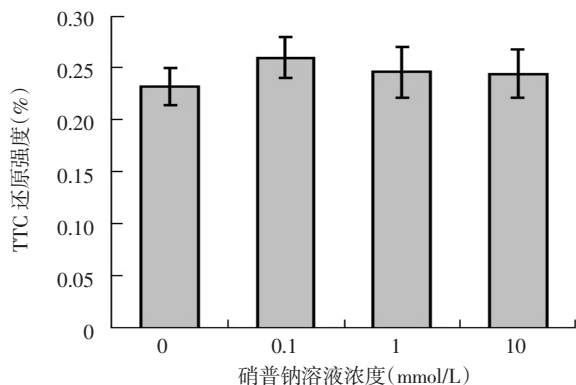


图5 硝普钠溶液处理时水稻秧苗根系活力变化

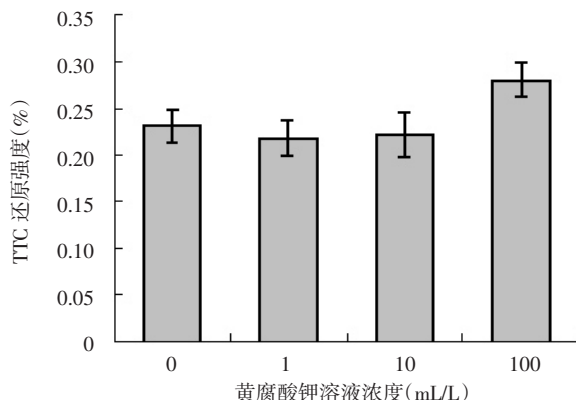


图6 黄腐酸钾溶液处理时水稻秧苗根系活力变化

液均不同程度的增加了秧苗根系活力,其中,以喷施0.1 mmol/L 浓度时的根系活力最高,为0.26%。从图6可见,喷施浓度为1 mL/L 和10 mL/L 的黄腐酸钾溶液对秧苗根系活力的影响较小,以喷施浓度为100 mL/L 的处理秧苗根系活力最高,为0.27%,与CK 相比增加了21.7%。

## 2.5 硝普钠和黄腐酸钾溶液处理对叶片气孔阻力的影响

从图7和图8可以看出,喷施不同浓度的硝普钠溶液和黄腐酸钾溶液,水稻叶片气孔阻力均有所增加。与CK 相比,0.1 mmol/L、1 mmol/L、10 mmol/L 硝普钠溶液处理下的水稻叶片气孔阻力分别增加18.7%、25.7%和14.6%;1 mL/L、10 mL/L 和100 mL/L 黄腐酸钾溶液处理下水稻叶片气孔阻力分别增加了2.3%、13.5%和11.7%。

## 3 讨论

一氧化氮(NO) 作为一种重要的气体信号分子,对植物生长发育的很多过程都有着重要的调控作用,如细胞的呼吸作用、种子萌发、叶片伸展、乙烯释放等<sup>[6-8]</sup>。

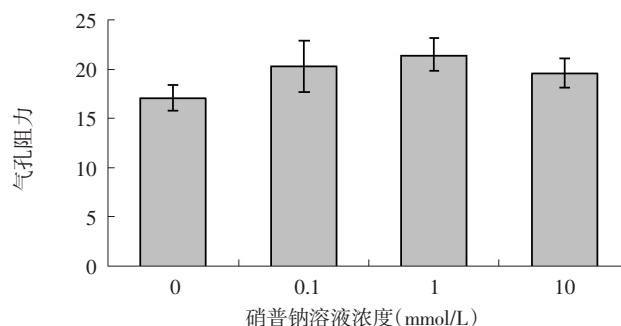


图7 硝普钠溶液处理时水稻叶片气孔阻力

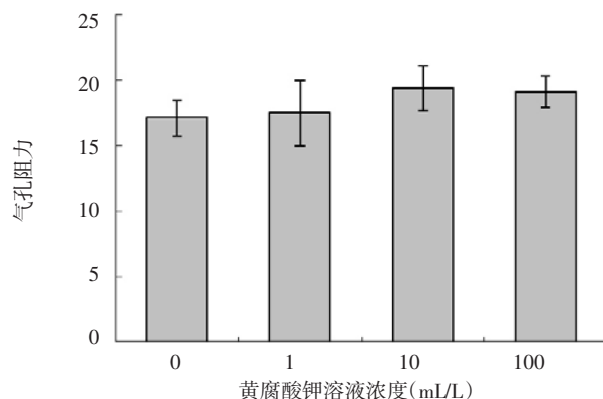


图8 黄腐酸钾溶液处理时水稻叶片气孔阻力

NO 还对植物响应逆境的胁迫应答起着重要的作用,Delledonne 等<sup>[9]</sup>发现,NO 在植物的抗病中起到了十分关键的作用。国内外也有许多研究表明,在高盐胁迫或干旱胁迫下,外施硝普钠溶液能有效缓解不良环境对植物的毒害作用<sup>[10]</sup>。黄腐酸钾是从草炭、褐煤和风化煤中提取出来的新型多功能高效植物生长调节剂。黄腐酸钾是一种公认的抗蒸腾物质,被广泛的运用于生产生活中。黄腐酸钾能够调节植物的气孔开度,减少植物的水分蒸发,促进植物根系的发育,提高光合速率和光合产量<sup>[11-12]</sup>。

本试验表明,喷施不同浓度的硝普钠溶液和黄腐酸钾溶液均可引起水稻叶片气孔阻力的增加即气孔导度减小,但这2种气孔调节剂的效应是有所差异的。从农艺性状来看,虽然硝普钠溶液对株高、茎基宽、根长、地上部干物质有下降效应,但能促进地下部干物质量的增加。而黄腐酸钾溶液不仅能增加秧苗株高和茎基宽,而且能增加地上部干物质量和地下部干物质量。从生理指标上来看,虽然硝普钠溶液和黄腐酸钾溶液都降低了水稻秧苗叶片的可溶性糖含量,但叶片叶绿素含量变化不大,特别是黄腐酸钾溶液还能一定程度上提高叶绿素含量,而且两者均能有效促进根系活力。说

明气孔调节剂可以提高水稻机插秧苗的素质, 尽管可溶性糖含量有所下降, 这可能与此时秧苗叶片较小, 光合能力不强, 且一部分光合产物分配至地下部有关。

比较 2 种气孔调节剂硝普钠溶液和黄腐酸钾溶液的综合效应,笔者认为,在机插秧苗中喷施黄腐酸钾溶液的效果较佳,且以 10 mL/L 的浓度为宜。

## 参考文献

- [1] 郑智礼,赵健康,李玉英. TCP 植物蒸腾抑制剂药效研究[J]. 山西林业科技, 2004, 3(2): 23-25.
- [2] 杨培岭,廖人宽,任树梅,等. 化学调控技术在旱地水肥利用中的应用进展[J]. 农业机械学报, 2013, 44(6): 100-108.
- [3] 牛书芳,杨小丽,屠长征,等. 蒸腾抑制剂对玉米生长发育的影响[J]. 河南农业科学, 1997, 12(6): 3-4.
- [4] 陈均辉,陶力,朱婉华,等. 生物化学实验: 3 版[M]. 北京: 科学出版社, 2004: 13-14.
- [5] 陈建勋,王晓锋. 植物生理学实验指导[M]. 广州: 华南理工大学

出版社,2006:85.

- [6] 廖人宽,杨培岭,任树梅.高吸水树脂保水剂提高肥效及减少农业面源污染[J].农业工程学报,2012,28(17):1-10.
- [7] Borisjuk L, Rolletschek H. Nitric oxide is a versatile sensor of low oxygen stress in plants[J]. *Plant Signal Behav*, 2008, 3(6): 391-393.
- [8] 程红焱,宋松泉.植物一氧化氮生物学的研究进展[J].植物学通报,2005,22(6):723-737.
- [9] Delledonne M, Xia Y J, Dixon R A, et al. Nitric oxide functions as a signal in plant disease resistance[J]. *Nature*, 1998, 394: 585-588.
- [10] Mishina T E, Lamb C, Zeier J. Expression of a nitric oxide degrading enzyme induces a senescence programme in Arabidopsis [J]. *Plant Cell Environ*, 2007, 30(1): 39-52.
- [11] 许旭旦,褚涵索,杨德兴,等.叶面喷施腐殖酸对小麦临界区干旱的生理调节作用的初步研究[J].植物生理学报,1983,(9)4:367-374.
- [12] 周毅,王传江,曹一平.喷施硝基黄腐酸盐对春小麦的抗旱效应及其分析[J].中国农业科技导报,2005,7(4):46-50.

## Effects of Stomatal Regulator on Seedling Quality of Rice

XU Zhouwei<sup>1</sup>, WEN Danni<sup>1</sup>, OUYANG Younan<sup>2</sup>, SHEN Bo<sup>1</sup>

(<sup>1</sup> College of Life and Environmental Sciences, Hangzhou Normal University, Hangzhou 310036, China; <sup>2</sup> China National Rice Research Institute, Hangzhou 310006, China)

**Abstract:** In this paper, the effects of stomatal regulators on seedling quality of rice were studied by spraying sodium nitroprusside solution and fulvic acid potassium solution on machine-transplanted rice seedlings in plate. The results showed that spraying different concentrations of sodium nitroprusside and fulvic acid potassium solution could cause the decrease of stomatal conductance, promote the increase of below-ground dry weight and effectively improve root activity. Under the treatment of fulvic acid potassium solution, plant height, base width, below-ground dry weight and chlorophyll content were increased. It was suggested that it is more suitable to spray 10 mL/L fulvic acid potassium solution for machine-transplanted rice seedlings in plate.

**Key words:** stomatal regulator; sodium nitroprusside solution; fulvic acid potassium solution; rice; seedling quality

[illegible]

·综合信息·

## 江西省 2017 年审定通过的水稻新品种(4)

审定编号 (赣审稻)	品种名称	类型	选育单位	品种来源	全生育期 (d)	区试产量 (kg/667m <sup>2</sup> )
20170043	洪优华占	籼型三系杂交稻	江西华吴水稻协同创新科技有限公司、江西农业大学农学院、江西省萍乡市农业科学研究所、中国水稻研究所	洪 A × 华占	122.9	601.75
20170044	Q 优雅丝	籼型三系杂交稻	江西天涯种业有限公司、重庆中一种业有限公司、南昌市良种场	Q1A × 雅丝	122.9	595.85
20170045	五优 3301	籼型三系杂交稻	江西省超级水稻研究发展中心、福建省农业科学院生物技术研究所、广东省农业科学院水稻研究所	五丰 A × 闽恢 3301	123.6	589.34
20170046	众优华占	籼型三系杂交稻	江西省上饶市农业科学研究所	众 A × 华占	121.9	583.55
20170047	航新糯	籼型常规糯稻	南昌市农作物良种引育中心、广东省农业科学院水稻研究所	航香糯 / 新 814	123.0	460.20
20170048	赣巨 1 号	籼型常规稻	江西省农业科学院农产品质量安全与标准研究所	先恢 207/(91-308/ 巨胚 1 号 )F <sub>6</sub>	119.0	452.80

(下转第 37 页)