

不同土壤水分条件下 SOD_M对水稻 生理、产量和品质的影响

赵 绘¹,慕向宾¹,王占林¹,高 鹏¹,杜吉到²

(1. 大庆高新区华美科技有限公司,黑龙江 大庆 163319;2. 黑龙江八一农垦大学 农学院,黑龙江 大庆 163319)

摘要:为了明确干旱胁迫条件下 SOD_M对水稻产量和品质的影响,测定了不同水分条件不同 SOD_M处理下水稻光合性能、内源激素、产量及产量因素、水稻品质等指标。结果表明:SOD_M处理能够显著增加水稻剑叶中叶绿素的含量、提高光合速率、改善水稻光合性能。SOD_M的施用能够增加细胞分裂素的含量而降低脱落酸和乙烯的含量。同时,SOD_M的施用提高了水稻的产量,改善了水稻的出糙率、精米率等加工品质和外观品质。

关键词:土壤水分;水稻;SOD_M;产量;品质

中图分类号:S565.1

文献标识码:A

文章编号:1002-2767(2012)04-0062-04

在干旱条件下植物体内自由基大量产生会引发膜脂过氧化作用,造成细胞膜系统破坏,严重时导致植物细胞死亡^[1-2]。植物生长物质是由人工合成的,在植物体内具有生理活性的,以较小的剂量可起到较大调节效能的化合物^[3]。它可以调节

作物内部的新陈代谢,使植物能产生更高的糖分、蛋白质、更多的油脂和更优质的果实,从而获得在传统栽培条件下难于获得的效果^[4]。杜吉到等研究发现在大豆上喷施 SOD_M增加了单株有效荚数和单株粒数,对大豆产量增加有显著效果^[5]。该试验将研究在干旱胁迫条件下 SOD_M对水稻产量和品质的影响及其作用机理,为 SOD_M的推广应用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

供试品种为九优 418(杂交稻梗稻品种)。施

收稿日期:2012-01-04

基金项目:大庆市科技成果转化资助项目(SCG2008-028);黑龙江省农业科技成果转化资助项目(NB08B014);科技部科技人员服务企业资助项目(2009GJB20016);黑龙江省科技成果转化推广计划资助项目(TC10B1104)

第一作者简介:赵绘(1970-),男,黑龙江省大庆市人,博士,从事超氧化物歧化酶模拟物在农业上的应用研究。E-mail:vincentzhao@yahoo.com.cn。

Analysis on the Spatial-Temporal Variability of Soil Organic Matter Based on GIS

XIA Rui¹,HUANG Yuan-fang²

(1. Heilongjiang Province Forestry Designing and Research Institute, Harbin, Heilongjiang 150080;2. Resources and Environment College of China Agricultural University, Beijing 100193)

Abstract: In order to investigate the effect of different land use on soil properties in suburban area, taking Shunyi district in Beijing east suburb as example, the spatial distribution of soil organic matter in 1980 s and 2007 were compared and analyzed based on geostatistics and geographic information system (GIS). The results showed the SOM content in the district had been increasing from 1980 s to 2007 and this increasing effect was most significant at east and north of Shunyi district. The spatial distribution in 1980 s was similar to that in 2007, which was due to natural and artificial effects. The different land use had a positive influence on SOM, which had a guidance meaning for scientific agriculture management from the view of precision agriculture.

Key words: GIS; spatiotemporal variation; geostatistics; soil organic mater

用药剂为天意丰宝生产的 SOD_M。

1.2 方法

将水稻种子种植于土培池。土培池由水泥制成并填满土,每个池的长、宽、高分别为 8.0、1.5 和 0.3 m。土培池的土壤质地为沙壤土,耕作层有机质含量 2.04%,有效氮 106.2 mg·kg⁻¹,速效磷 28.5 mg·kg⁻¹,速效钾 93.6 mg·kg⁻¹。全生育期施尿素 420 mg·kg⁻¹,按基肥:分蘖肥:穗肥=4:2:4施用。2009 年 5 月 12 日播种,6 月 12 日移栽。株、行距为 17 cm×20 cm,单本栽。土壤水分处理(A):自移栽后的第 7 天(完全返青活棵)至成熟设置 2 种土壤水分处理:(A1)土壤水势保持-30 kPa;(A2)保持浅水层。喷施 SOD_M(B):(B1)分别于分蘖期(移栽后第 7 天)、穗分化期(移栽后第 45 天)和始穗期(开始抽穗,栽后第 75 天)喷施 SOD_M,浓度为 200 mg·kg⁻¹,每次喷施 SOD_M溶液 150 mL·m⁻²;(B2)以喷施等量(每次喷施 150 mL·m⁻²)蒸馏水为照。重复 3 次。小区面积

9 m²。塑料大棚挡雨,用土壤水分张力计检测土壤水分。在相应时期测定水稻叶片光合速率、叶绿素含量、叶绿素荧光、ABA、细胞分裂素(Z+ZR)含量,籽粒的乙烯释放速率,籽粒产量和籽粒品质。

2 结果与分析

2.1 不同水分条件下 SOD_M对光合性能的影响

SOD_M处理后灌浆后期(抽穗 23 和 32 d)叶片的光合速率显著高于对照。在干旱条件下抽穗后第 7 天、第 14 天、第 23 天和第 32 天叶片的光合速率 SOD_M 处理均显著高于对照。叶绿素含量在一定程度上可以作为作物叶片衰老程度的指标。SOD_M处理后灌浆后期(抽穗 23 和 32 d)叶绿素含量(SPAD 值)显著高于对照。在干旱条件下 SOD_M处理后抽穗后第 14 天、第 23 天和第 32 天叶片的叶绿素含量显著高于对照(见表 1)。从总体上看,随着时间的推移,SOD_M 处理和对照叶片的光合速率和叶绿素含量均呈下降趋势。

表 1 不同土壤水分条件下 SOD_M对结实期叶片光合速率和叶绿素含量的影响

Table 1 Effect of SOD_Mon photosynthetic rate and chlorophyll content of leaves under different soil water condition during productive stage

土壤水势/kPa Soil water potential	处理 Treatment	光合速率/ $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ Photosynthetic rate				叶绿素含量(SPAD 值) Chlorophyll content(SPAD value)			
		第 7 天 The 7th day				第 14 天 The 14th day			
		第 23 天 The 23rd day				第 32 天 The 32nd day			
0	CK	21.7a	18.6a	14.7b	11.6b	40.5a	39.6a	36.3b	34.5b
0	SOD _M	22.3a	18.9a	16.8a	14.3a	41.4a	40.5a	38.5a	36.3a
-30	CK	18.2b	14.3b	10.5b	7.5b	38.6a	37.2b	33.2b	30.5b
-30	SOD _M	20.6a	16.5a	13.7a	11.9a	39.5a	38.9a	36.5a	33.8a

注:不同小写字母者表示在 0.05 水平上差异显著。下同。

Note: The lowercase letters mean significant difference at 0.05 level. The same below.

在抽穗后第 23 天和第 32 天测定水稻剑叶叶绿素的荧光参数,通过取其平均值得出表 2。由表 2 可知,SOD_M处理后使剑叶叶绿素 a 荧光参数中的 PSII 最大光化学效率(Fv/Fm)、电子传递效率(ETR)、PSII 光量子产量(Φ PSII)、光化学猝

灭系数(qP)升高,非光化学猝灭系数(qN)、天线色素散失部分(D)、PSII 关闭程度(PP)降低了,在水分胁迫下尤为明显(见表 2)。这些结果表明喷施 SOD_M对水稻光合性能有显著的调节作用。

表 2 不同土壤水分条件下 SOD_M对水稻剑叶叶绿素 a 荧光参数的影响

Table 2 Effect of SOD_Mon chlorophyll a fluorescence parameters of rice flag leaves under different soil water condition

土壤水势/kPa Soil water potential	处理 Treatment	Fv/Fm	ETR	Φ PSII	qP	qN	D	PP
0	CK	0.75b	425b	0.81b	0.38b	0.11a	0.23a	0.62a
0	SOD _M	0.80a	449a	0.87a	0.45a	0.08b	0.16b	0.55b
-30	CK	0.71b	403b	0.68b	0.21b	0.15a	0.30a	0.79a
-30	SOD _M	0.75a	421a	0.79a	0.36a	0.10b	0.19b	0.64b

2.2 不同水分条件下 SOD_M对内源激素的影响

SOD_M处理显著降低了灌浆中后期叶片乙烯释放速率,提高了细胞分裂素中的玉米素和玉米素核苷含量,水分胁迫下两激素在 SOD_M和对照间的差异更大(见表 3)。在土壤水分充足的条件下,SOD_M对叶片脱落酸(ABA)含量无显著影响,但水分胁迫下,SOD_M处理显著降低了叶片 ABA 含量(见表 4)。

表 3 不同土壤水分条件下 SOD_M对结实期叶片细胞分裂素含量和脱落酸(ABA)含量的影响

Table 3 Effect of SOD_Mon contents of cytokinin and abscisic acid of leaves under different soil water condition during productive stage

土壤水势/kPa Soil water potential	处理 Treatment	细胞分裂素含量/pmol·g ⁻¹ FW Cytokinin content				脱落酸含量/pmol·g ⁻¹ FW Abscisicacid content			
		第5天	第 15 天	第 25 天	第 35 天	第 5 天	第 15 天	第 25 天	第 35 天
		The 5th day	The 15th day	The 25th day	The 35th day	The 5th day	The 15th day	The 25th day	The 35th day
0	CK	12.5a	11.3a	9.6b	6.2b	53.6a	58.9a	64.5a	72.6a
0	SOD _M	13.1a	11.9a	10.8a	8.4a	52.3a	56.2a	63.4a	70.5a
30	CK	10.2a	8.5b	6.5b	2.6b	98.9a	112.3a	135.6a	105.8a
30	SOD _M	10.8a	10.2a	8.7a	5.8a	95.1a	95.9b	120.4b	85.7b

表 4 不同土壤条件下 SOD_M对结实期籽粒乙烯释放速率的影响

Table 4 Effect of SOD_Mon the ethylene release rate under different soil water condition during productive stage

土壤水势/kPa Soil water potential	处理 Treatment	乙烯释放速率/pmol·h ⁻¹ Ethylene release rate			
		第 5 天	第 15 天	第 25 天	第 35 天
		The 5th day	The 15th day	The 25th day	The 35th day
0	CK	0.59a	0.63a	0.48a	0.21a
0	SOD _M	0.58a	0.51b	0.32b	0.12b
—30	CK	0.72a	0.83a	0.57a	0.33a
—30	SOD _M	0.69a	0.72b	0.42b	0.19b

2.3 产量及其构成因素分析

在供水充足的条件下,SOD_M处理后产量较对照(未喷 SOD_M)增加了 8.5%,在土壤水分胁迫(土壤水势为-30 kPa)条件下,SOD_M处理后产

量增加了 15.4%(见表 5)。说明在土壤水分等逆境胁迫条件下,SOD_M增产的效果更明显。产量的增加主要在于结实率的提高。

表 5 不同水分条件下 SOD_M对水稻产量及其构成因素的影响

Table 5 Effect of SOD_Mon yield and yield component under different soil water condition

土壤水势/kPa Soil water potential	处理 Treatment	穗数/万穗·hm ⁻² Spike number	每穗粒数/粒 Grain number per panicle	结实率/% Seed setting rate	千粒重/g 1000-grain weight	产量/t·hm ⁻² Yield	增产/% Yield increasing rate
0	CK	189a	201.8a	76.5b	26.3a	7.67b	—
0	SOD _M	191a	202.9a	79.2a	27.1a	8.32a	8.5
—30	CK	176a	189.6a	70.4b	24.3a	5.71b	—
—30	SOD _M	177a	192.3a	75.6a	25.6a	6.59a	15.4

2.4 稻米品质分析

在供水充足条件下,SOD_M处理能够显著提高水稻的出糙率、精米率和整精米率。在水分胁迫下,喷施 SOD_M后,出糙率、精米率和整精米率显著增加,垩白米率和垩白度显著降低(见表 6)。说明有改善稻米加工品质和外观品质的作用,在

水分胁迫等逆境条件下效果尤为显著。但对水稻品质没有显著的改善作用。直链淀粉含量、胶稠度和蛋白质这三个方面的

表 6 不同土壤水分条件下 SOD_M对水稻品质的影响

Table 6 Effect of SOD_M on quality of rice under different soil water condition

土壤水势/kPa	处理	出糙率/%	精米率/%	整精米率/%	垩白米率/%	垩白度/%	直链淀粉含量/%	胶稠度	蛋白质/%
Soil water potential	Treatment	Brown rice rate	Milled rice recovery	Head rice rate	Chalked grains rate	Chalkiness score	Amylose content	Gel consistency	Protein content
0	CK	72.1b	66.3b	61.4b	24.2a	8.9a	17.5a	62.5a	8.3a
0	SOD _M	74.9a	68.7a	63.5a	22.6a	8.6a	17.3a	62.4a	8.5a
-30	CK	60.2b	52.1b	44.3b	40.5a	15.7a	17.4a	61.3a	8.7a
-30	SOD _M	65.7a	56.9a	50.8a	33.6b	10.1b	16.9a	62.3a	8.9a

3 结论与讨论

叶绿素是植物进行光合作用的主要色素和必要基础,在光能吸收、传递和转换过程中起着关键作用。研究表明,用矮壮素处理可使玉米叶面积变小变厚,叶绿素含量提高^[5]。冯乃杰等用几种调节剂在大豆上施用,对比发现 SOD_M对提高大豆功能叶片叶绿素含量的调控效果最佳^[6]。试验中 SOD_M处理的水稻剑叶叶绿素含量显著高于对照。SOD_M处理后剑叶叶绿素 a 荧光参数中的 PSII 最大光化学效率(F_v/F_m)、电子传递效率(ETR)、PSII 光量子产量(Φ PSII)、光化学猝灭系数(qP)降低了非光化学猝灭系数(NPQ)、天线色素散失部分(D)、PSII 关闭程度(PP),在水分胁迫下尤为明显。这些结果表明喷施 SOD_M对水稻光合性能有显著的调节作用。SOD_M处理还能提高水稻叶片中的玉米素和玉米素核苷含量,而降低脱落酸和乙烯的含量。这些对水稻的品质

和产量均有一定程度的影响,水稻产量的提高主要依靠结实率的提高。SOD_M合理施用显著提高水稻的出糙率、精米率和整精米,改善水稻品质。

参考文献:

- [1] Fridovich I. Biological effects of the superoxide radical[J]. Arch Biochem Biophys, 1986, 247(1): 1-11.
- [2] 高亚梅,韩毅强,杜吉到,等.干旱胁迫对大豆酶活性的影响[J].黑龙江八一农垦大学学报, 2007, 19(4): 13-16.
- [3] 冯乃杰,孙聪姝,宋柏权,等.调节剂对大豆产量形成的影响及其机理研究[J].大豆科学, 2007, 26(5): 700-704.
- [4] 于洋,蔺秀荣,杜吉到,等.超氧化物歧化酶模拟物(SOD_M)对大豆产量的影响[J].黑龙江八一农垦大学学报, 2008, 20(4): 27-30.
- [5] Luo Peigao, Ren Zhenglong. Wheat leaf chlorosis controlled by a single recessive gene [J]. Journal of Plant Physiology and Molecular Biology, 2006, 32(3): 330-338.
- [6] 冯乃杰,赵黎明,郑殿峰,等. SOD_M、DTA-6 和 Cc 对大豆生育中后期功能叶片生理特性的影响[J].中国油料作物学报, 2009, 31(1): 23-28.

Effect of SOD_M on the Physiological Characteristics, Yield and Quality of Rice under Different Soil Water Conditions

ZHAO Hui¹, MU Xiang-bin¹, WANG Zhan-lin¹, GAO Peng¹, DU Ji-dao²

(1. Huamei Technology Company Limited, Daqing, Heilongjiang 163319; 2. Agronomy College of Heilongjiang Bayi Agricultural University, Daqing, Heilongjiang 163319)

Abstract: For understanding effect of SOD_M on yield and quality of rice under drought stress condition, photosynthetic and physiological characteristics, endogenous hormones, yield and yield component, quality of rice treated with SOD_M under different soil water condition were measured. The results showed that the treatment of SOD_M could obviously increase chlorophyll contents of rice flag leaves, raise photosynthetic rate and improve photosynthetic characteristics. SOD_M could increase cytokinin contents, and decrease abscisic acid and ethylene contents. Meanwhile, SOD_M could increase yield of rice, and improve processing quality, including brown rice rate(BRR) and head rice rate(HRR) and appearance quality.

Key words: soil water; rice; SOD_M; yield; quality