

陈莉. SO₂ 对小麦幼苗生理生化指标的影响[J]. 江苏农业科学, 2013, 41(11): 68-70.

SO₂ 对小麦幼苗生理生化指标的影响

陈莉

(运城学院生命科学系, 山西运城 044000)

摘要:通过对运城当地常见小麦品种——临丰 615、临早 536、烟农 19 进行 SO₂ 静态熏气处理, 然后测定不同品种小麦在不同熏气(浓度分别为大气中浓度的 1、10、30、90 倍)条件下体内的生理生化指标, 探讨在不同浓度 SO₂ 胁迫下 3 个小麦品种对 SO₂ 的抗性差异。结果显示: 3 个品种对 SO₂ 的抗性大小依次为临丰 615 > 烟农 19 > 临早 536; 在低浓度 SO₂ 熏气条件下, 小麦幼苗能够通过细胞抗氧化酶活性使植株适应 SO₂ 胁迫, 但是高浓度 SO₂ 胁迫会引起细胞氧化损伤, 影响植物生长发育。

关键词:小麦; 幼苗; SO₂; 生理生化指标

中图分类号: S512.101 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2013)11-0068-02

SO₂ 是大气主要污染物之一, 具有刺激性气味, 也是酸雨形成的主要原因。其浓度过高时对植物具有毒害效应, 能破坏叶绿体结构, 使叶片失绿或坏死^[1], 且会诱发不可逆遗传损伤^[2]。SO₂ 通过气孔进入植物细胞, 溶于细胞液形成 HSO₃⁻ 和 SO₃²⁻, SO₃²⁻ 很快被氧化成 SO₄²⁻, 同时产生大量活性氧, 一定量的活性氧能诱发细胞抗逆基因表达增强从而提高抗性, 但过量时会导致细胞氧化损伤^[3-4]。SO₂ 对农作物的生长、发育和产量都有明显危害, 因此监测长期低浓度 SO₂ 对作物的影响及高浓度 SO₂ 对作物的急性伤害在农业生产上具有重要意义。小麦是主要粮食作物, 中国是世界小麦生产和消费大国。本试验采用室内培养及密闭箱静态熏气方法, 研究不同浓度 SO₂ 对不同小麦品种 POD 活性及脯氨酸、MDA 含量的影响。

1 材料与方 法

1.1 供试材料

本研究所采用的小麦, 包括 3 个不同的品种(系): 烟农 19、临丰 615、临早 536, 均购自山西运城盐湖区金圣种子有限公司, 其中临早 536 为包衣种。

1.2 材料处理

1.2.1 小麦幼苗的培养 小麦种子用蒸馏水浸泡 12 h, 分别将 3 个小麦品种各选出 4 份大小一致、没有损伤的种子, 均匀摊在底部放有滤纸的干净培养皿中, 倒入适量自来水, 培养皿上盖浸湿纱布(防止水分蒸发太快), 每隔 12 h 加适量水, 小麦发芽后揭去纱布, 待小麦长至 1~2 叶期, 进行 SO₂ 处理。

1.2.2 熏气处理 在 4 123.78 cm³ 塑料制的水槽内预先放置生长至 1~2 叶期的小麦幼苗, 采用密闭箱静态熏气, 根据 Na₂SO₃ + 2HCl = 2NaCl + H₂O + SO₂ ↑ 的原理, 定量产生不同浓度 SO₂ 气体(分别为空气中 SO₂ 浓度的 1、10、30、90 倍, 即 SO₂ 浓度分别为 0.2、2、6、18 mg/m³)。每处理重复 3 次。熏

气 24 h 后对 3 种小麦幼苗体内生理生化指标进行测定。

1.3 测定项目

过氧化物酶(POD)活性的测定: 愈创木酚法^[5]; 脯氨酸(Pro)含量的测定: 茚三酮显色法^[6-7]; 丙二醛(MDA)含量的测定: 硫代巴比妥酸反应比色法^[8-9]。

2 结果与分析

2.1 过氧化物酶(POD)活性

POD 是酶保护系统中的重要组成^[10], 是植物体内担负清除 H₂O₂ 的主要酶类之一, 能催化 H₂O₂ 氧化其他底物产生 H₂O, 缓解和避免膜内不饱和脂肪酸的过氧化作用, 维持了细胞膜的稳定性和完整性, 从而提高植物抗逆性。不同浓度 SO₂ 对不同小麦品种幼苗的 POD 活性[D_{470 nm} / (min · g)] 具有不同影响, 临丰 615、临早 536 这 2 个品种随着 SO₂ 浓度的升高 POD 活性先降低后升高, 而烟农 19 随着 SO₂ 浓度的升高 POD 活性先升高后降低。

不同小麦品种、SO₂ 浓度及两者互作的差异均达极显著(表 1、表 2、表 3), 即不同品种、不同浓度 SO₂ 对小麦幼苗 POD 活性均存在一定程度的影响。从表 2 可知, 烟农 19 与临丰 615、临早 536 幼苗的 POD 活性差异达 1% 极显著水平; 临早 536、临丰 615 幼苗的 POD 活性差异不显著; 且烟农 19 的 POD 活性最大, 临丰 615 的 POD 活性最小。从表 3 可知, 不同浓度 SO₂ 处理小麦幼苗, 对照与处理的 POD 活性差异均达 1% 极显著水平, 18 mg/m³ SO₂ 处理与其余 2 种浓度处理的 POD 活性差异不显著。

表 1 不同品种小麦幼苗在 SO₂ 处理下 POD 活性方差分析

变异来源	SS	df	s ²	F
品种间	0.000 77	2	0.000 38	10.689 58 **
浓度间	0.007 53	3	0.002 51	69.775 03 **
品种 × 浓度	0.004 46	6	0.000 74	20.683 91 **
误差	0.000 86	24	0.000 04	
总变异	0.013 63	35		

2.2 脯氨酸(Pro)含量

脯氨酸是植物在逆境胁迫下体内积累的重要渗透调节物质之一, 正常情况下的植物体内脯氨酸含量较低, 胁迫时含量便会大大增高, 且积累指数与植物的抗逆性有关, 则脯氨酸可

收稿日期: 2013-04-17

基金项目: 运城学院科研项目(编号: CY-2012001)。

作者简介: 陈莉(1980—), 女, 山西运城人, 硕士, 讲师, 研究方向为生物技术、生态环境。E-mail: clsshube@yahoo.com.cn。

表2 不同品种小麦 POD 活性差异显著性比较 (Duncan's 法)

品种	POD 活性均值 [$D_{470\text{ nm}}/(\text{min} \cdot \text{g})$]	$\alpha=0.05$	$\alpha=0.01$
烟农 19	0.127 08	a	A
临早 536	0.118 17	b	B
临丰 615	0.116 58	b	B

表3 不同浓度 SO₂ 对 POD 活性的影响 (Duncan's 法)

SO ₂ 浓度 (mg/m ³)	POD 活性均值 [$D_{470\text{ nm}}/(\text{min} \cdot \text{g})$]	$\alpha=0.05$	$\alpha=0.01$
0.2	0.140 22	a	A
2	0.123 78	b	B
6	0.118 78	b	B
18	0.099 67	c	C

作为植物抗逆性的一项生理生化指标^[11]。

不同浓度 SO₂ 对不同品种小麦幼苗进行处理,其脯氨酸含量(μg/g)不同,临丰 615、临早 536、烟农 19 这 3 个小麦品种(系)幼苗体内的脯氨酸含量均随着 SO₂ 胁迫浓度的升高而呈上升趋势。

不同小麦品种、不同 SO₂ 浓度处理间及两者互作的脯氨酸含量差异均极显著(表 4、表 5、表 6),即不同品种、不同浓度 SO₂ 对小麦幼苗的脯氨酸含量均造成一定影响。不同小麦品种幼苗的脯氨酸含量差异均达 1% 极显著水平(表 5),且临丰 615 的脯氨酸含量最大,临早 536 最小。不同浓度 SO₂ 对脯氨酸含量的影响差异显著性检验结果显示(表 6),不同浓度 SO₂ 处理小麦幼苗时,小麦幼苗体内脯氨酸含量差异均达 1% 极显著水平,且随着 SO₂ 浓度的增加而增加。

表4 不同品种小麦幼苗在 SO₂ 处理下脯氨酸含量方差分析

变异来源	SS	df	s ²	F
品种间	1 313.501 67	2	656.750 83	23 408.940 6**
浓度间	80 417.245 56	3	26 805.748 52	955 452.422 4**
品种×浓度	706.829 44	6	117.804 91	4 198.986 8**
误差	0.673 33	24	0.028 06	
总变异	82 438.250 0	35		

表5 不同品种小麦脯氨酸含量差异显著性比较 (Duncan's 法)

品种	脯氨酸含量均值 (μg/g)	$\alpha=0.05$	$\alpha=0.01$
临丰 615	83.141 7	a	A
烟农 19	79.583 3	b	B
临早 536	68.925 0	c	C

表6 不同浓度 SO₂ 对脯氨酸含量影响 (Duncan's 法)

SO ₂ 浓度 (mg/m ³)	脯氨酸含量均值 (μg/g)	$\alpha=0.05$	$\alpha=0.01$
18	154.000 0	a	A
6	70.711 1	b	B
2	58.322 2	c	C
0.2	25.833 3	d	D

2.3 丙二醛(MDA)含量

MDA 作为脂质过氧化作用的产物,其含量反映膜脂过氧化程度的强弱^[12],而其含量的积累会严重地损伤生物膜。植物遭受逆境时,MDA 是膜脂过氧化最重要的产物,是衡量膜

脂过氧化程度的一个重要指标,可作为植物抗性评价的重要参考指标^[13]。从不同浓度 SO₂ 对不同品种小麦幼苗丙二醛含量(μmol/L)的影响中得知,临丰 615、临早 536、烟农 19 这 3 个品种的小麦在 SO₂ 胁迫下幼苗体内丙二醛含量与对照(1 倍)相比先降低后升高。

不同小麦品种、不同 SO₂ 浓度处理间 MDA 含量的差异极显著,品种和浓度间互作也存在显著差异(表 7、表 8、表 9),即不同品种、不同浓度 SO₂ 对小麦幼苗 MDA 含量均有一定影响。不同品种小麦幼苗的丙二醛含量差异均达 1% 极显著水平(表 8),且临早 536 的丙二醛含量最大,临丰 615 最小。不同浓度 SO₂ 处理小麦幼苗时(表 9),体内脯氨酸含量差异均达 1% 极显著水平。

表7 不同品种小麦幼苗在 SO₂ 处理下 MDA 含量方差分析

变异来源	SS	df	s ²
品种间	0.000 02	2	2 241.976 6**
浓度间	0.000 23	3	14 990.4248**
品种×浓度	0.000 03	6	960.152 5**
误差	0.000 01	24	
总变异	0.000 29	35	

表8 不同品种小麦 MDA 含量差异显著性比较 (Duncan's 法)

品种	MDA 含量均值 (μmol/L)	$\alpha=0.05$	$\alpha=0.01$
临早 536	0.011 2	a	A
烟农 19	0.009 6	b	B
临丰 615	0.009 4	c	C

表9 不同浓度 SO₂ 对 MDA 含量影响 (Duncan's 法)

SO ₂ 浓度 (mg/m ³)	MDA 含量均值 (μmol/L)	$\alpha=0.05$	$\alpha=0.01$
18	0.013 4	a	A
0.2	0.011 7	b	B
6	0.007 7	c	C
2	0.007 4	d	D

3 讨论

大气中的 SO₂ 主要通过气孔进入植物体,植物吸收 SO₂ 后气孔关闭可能与叶片 ABA 含量增高有关,导致膨压降低、气孔关闭^[14],另诱导产生的 H₂O₂ 可作信号分子来调节气孔运动和基因表达^[15]。本试验中,(1)相同熏气时间内,不同品种的小麦在不同 SO₂ 浓度下体内 POD 活性变化规律不同,但也有相似之处。临丰 615、临早 536 随 SO₂ 浓度的升高 POD 活性先降低后升高,而烟农随 SO₂ 浓度的升高 POD 活性先升高后降低,3 者对 SO₂ 的伤害均表现出一定抗性。(2)临丰 615、临早 536、烟农 19 这 3 个小麦品种(系)幼苗体内脯氨酸含量随 SO₂ 胁迫浓度的升高呈上升趋势,且上升幅度均较大。说明在 SO₂ 胁迫下小麦幼苗均表现出一定抗性,并随胁迫浓度的提高抗性增强。(3)临丰 615、临早 536、烟农 19 这 3 个小麦品种在 SO₂ 处理浓度为大气中 SO₂ 浓度的 10、30 倍时其 MDA 的含量与对照相比均降低。小麦幼苗体内 POD 清除活性氧减缓细胞氧化损伤,维持 MDA 含量与对照接近,表现出一定抗性。但 SO₂ 浓度为 18 mg/m³ 胁迫时幼苗细胞内 MDA 含量升高,此时虽 POD 活性增强,但对小麦叶面伤害增大,导

周根友,陈启康,姜平,等. 沿海滩涂耐盐水稻安全高产栽培技术[J]. 江苏农业科学,2013,41(11):70-71.

沿海滩涂耐盐水稻安全高产栽培技术

周根友¹, 陈启康¹, 姜平², 夏华¹

(1. 江苏沿江地区农业科学研究所,江苏如皋 226541; 2. 江苏润扬种业有限公司,江苏仪征 211400)

摘要:沿海滩涂种植耐盐水稻不仅可增加粮食产量,对土壤还具有改良作用。其安全高产栽培的关键技术为:平整土地,沟渠配套;选择适宜的耐盐水稻品种(系);通过泡田洗盐、适期播种,科学地进行苗床管理,培育壮秧;通过大田培肥洗盐、适时早插,提高移栽质量;针对海涂盐土特点,合理肥水运筹;重视病虫防治。

关键词:沿海滩涂;耐盐水稻;高产;栽培技术

中图分类号: S511.04 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2013)11-0070-02

江苏沿海开发已上升为国家战略,其滩涂总面积 68.73 万 hm^2 ,占全国滩涂总面积的 1/4^[1]。农业利用是海涂资源开发的重点,而海涂土壤含盐量较高,普通作物和耐盐性不强的作物在这里不能正常生长,耐盐作物的种植利用和改良土壤已成为江苏省沿海开发急需解决的一项重要课题^[2-3]。大量实践证明,沿海滩涂种植耐盐水稻不仅可增加粮食产量,对我国粮食安全具有重要意义,而且还可以通过水稻种植过程中的泡田洗盐等措施降低土壤盐分含量,对土壤具有很好的改良作用^[4]。自 2007 年以来,笔者每年都在沿海滩涂开展耐盐水稻种植试验和高产栽培技术研究。结果表明,通过科学

的肥水管理,沿海滩涂种植耐盐水稻产量可达 7 530 kg/hm^2 。现将沿海滩涂耐盐水稻安全高产栽培技术介绍如下。

1 平整土地,沟渠配套

1.1 平整土地

海涂开垦之前凹凸不平,无法进行水浆管理,不能直接种植水稻。所以,海涂种植水稻之前一定要先平整土地,这也是抑制土壤返盐的一项重要措施。

1.2 沟渠配套

水源是种植水稻的前提条件,因此海涂土地平整后还要建设好排灌设施,开沟引水,建立好水源,并采用淡水灌溉。淡水灌溉不仅有利于水稻生长,而且有利于土壤改良。进水渠与排水沟要独立设置,使之能够独立灌水、排水。排水沟要适当加深,深度一般要达到 1 m 左右,有利于及时彻底地排水,降低地下水位,减少土壤耕作层的盐分。

收稿日期:2013-04-22

基金项目:江苏省农业科技自主创新资金[编号:CX(12)3067]。

作者简介:周根友(1965—),男,江苏如皋人,副研究员,从事作物栽培与水稻育种研究。Tel:(0513)87571017;E-mail:zgy8321@163.com。

致 MDA 含量增加,表现为一定的细胞氧化损伤。

本研究结果进一步表明,低浓度 SO_2 能使小麦幼苗适应胁迫,但高浓度 SO_2 暴露使小麦幼苗细胞内 MDA 含量增高,植物生理性缺水,叶面出现明显可见伤害,小麦幼苗生长发育受到抑制。

参考文献:

[1] Rakwal R, Agrawal G K, Kubo A, et al. Defense/stress responses elicited in rice seedlings exposed to the gaseous air pollutant sulfur dioxide [J]. *Environmental and Experimental Botany*, 2003, 49: 223-235.

[2] Yi H, Liu J, Zheng K. Effect of sulfur dioxide hydrates on cell cycle, sister chromatid exchange, and micronuclei in barley [J]. *Ecotoxicology and Environment Safety*, 2005, 62(3): 421-426.

[3] 郝林, 张惠文, 徐昕, 等. 二氧化硫对小麦的氧化胁迫及其某些信号分子的调节 [J]. *应用生态学报*, 2005, 16(6): 1038-1042.

[4] Kong F X, Hu W, Chao S Y, et al. Physiological responses of the lichen *Xanthoparmelia mexicana* to oxidative stress of SO_2 [J]. *Environmental and Experimental Botany*, 1999, 42(3): 201-209.

[5] 张宝元, 靳卫东. 过氧化氢酶活性的定量测定 [J]. *科学教育*,

2007, 6(4): 56-57.

[6] 张殿忠, 汪沛洪, 赵会贤. 测定小麦叶片游离脯氨酸含量的方法 [J]. *植物生理学通讯*, 1990, 18(4): 62-65.

[7] 朱广廉, 邓兴旺, 左卫能. 植物体内游离脯氨酸的测定 [J]. *植物生理学通讯*, 1983, 9(1): 35-37.

[8] 徐民俊, 刘桂茹, 杨学举. 水分胁迫对抗旱性不同冬小麦品种的丙二醛含量的影响 [J]. *小麦科学*, 2002, 14(3): 69-71.

[9] 赵世杰, 许长成, 邹琦, 等. 植物组织中丙二醛测定方法的改进 [J]. *植物生理学通讯*, 1994, 30(3): 207-210.

[10] 蒋明义, 郭绍川. 水分亏缺诱导的氧化胁迫和植物的抗氧化作用 [J]. *植物生理学通讯*, 1996, 32(2): 144-150.

[11] 孙丽华. 黄杨粗蛋白、氨基酸组分与脯氨酸等与其耐寒性的研究 [J]. *干旱区资源与环境*, 2006, 20(6): 202-206.

[12] 张志良, 瞿伟菁. *植物生理学实验指导* [M]. 北京: 高等教育出版社, 2005.

[13] 陈贵, 胡文玉, 谢甫绶, 等. 提取植物体内 MDA 的溶剂及 MDA 作为衰老指标的探讨 [J]. *植物生理学通讯*, 1991, 27(1): 44-46.

[14] 刘荣坤. 二氧化硫对植物伤害及其机理的研究 [J]. *中国环境科学*, 1982(6): 75-78.

[15] 程艳丽, 宋纯鹏. 植物细胞 H_2O_2 的信号转导途径 [J]. *中国科学: C 辑*, 2005, 35(6): 480-489.