

不同旱稻品种灌浆期抗旱生理适应性的研究

吴磊,陈展宇,张治安,凌凤楼

(吉林农业大学农学院,吉林 长春 130118)

摘 要: 选择抗旱性不同的 4 个旱稻品种,对其灌浆期旗叶抗旱性生理指标进行测定。结果表明:超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)、过氧化氢酶(CAT)活性及游离脯氨酸含量均为抗旱性较强品种(旱稻 15 号,旱稻 2 号)极显著地高于抗旱性较弱品种(旱稻 1 号,旱稻 3 号);丙二醛(MDA)含量和细胞膜相对透性大小表现为抗旱性较强品种(旱稻 15 号,旱稻 2 号)极显著地低于抗旱性较弱品种(旱稻 1 号,旱稻 3 号)。SOD、POD、CAT 活性和丙二醛含量、游离脯氨酸含量、细胞膜相对透性可用来说明旱稻品种之间的抗旱生理适应性的差异。

关键词: 旱稻;保护酶活性;脯氨酸含量;丙二醛含量;细胞膜相对透性

中图分类号: S 511.01 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2008) 04-0163-04

中国是一个水资源缺乏的国家,中国人均水资源占有量为 $2\,400\text{ m}^3$,排世界第 109 位,被联合国列为 13 个贫水国家之一^[1]。随着北方地区缺水形势的日趋严重,发展节水农业已迫在眉睫。旱稻是全球五大稻作类型之一,具有较强的耐旱性,被誉为 21 世纪的新粮源^[2]。发展旱稻生产是适应我国水资源缺乏现状的有效措施。有关抗旱性的研究在水稻、玉米、大豆、甘薯等作物上已有过很多报道^[3~8]。但是,有关旱稻品种间抗旱生理适应性的研究报道甚少,灌浆期是稻作作物产量与品质形成的关键时期,本文通过对不同抗旱类型的 4 个旱稻品种灌浆期旗叶 POD、SOD、CAT 活性等生理指标的比较,探讨灌浆期旱稻品种间抗旱生理适应性的差异,期望找出鉴定旱稻品种抗旱性的生理指标,为培育高抗旱性品种提供理论参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试的旱稻栽培品种 4 个,旱稻 2 号与旱稻 15 号为抗旱性较强的品种,旱稻 1 号和旱稻 3 号为抗旱性较弱的品种,均由吉林农业大学水稻研究所提供。

1.2 试验方法

1.2.1 试验设计 试验于 2006 年在吉林省长春市吉林农业大学试验站进行,年平均降雨量为 567 mm , $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温是 $2\,860^\circ\text{C}$,年平均温度为 4.6°C 。试验地是黑土壤,2006 年 5 月 1 日进行旱地直播,

随机区组设计,3 次重复,5 行区,行距 0.65 m ,行长 10 m ,每公顷施纯 N 120 kg 、 P_2O_5 75 kg 、 K_2O 75 kg ,正常田间管理。于 2006 年 8 月 25 日进行光合及生理指标的测定。测定前 10 天为晴朗天气,并对植株形态进行观察,发现植株形态上从 8 月 20 日开始出现旱象。测定时土壤含水量为 $19\%\pm 1.5\%$ 。

在灌浆期测定旗叶净光合速率、叶绿素含量、可溶性糖含量、可溶性蛋白含量、丙二醛含量、细胞膜相对透性、游离脯氨酸含量及 SOD、POD、CAT 活性。

1.2.2 测定方法 用 CI-340 光合测定仪测定旗叶净光合速率(P_n),采用人工光源,光强设定在 $1\,200\text{ }\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$;叶绿素含量用分光光度法测定,然后用 Arnon 公式计算^[9];可溶性糖含量测定用蒽酮法^[9];可溶性蛋白含量的测定采用考马斯亮蓝 G-250 法^[9];丙二醛含量用硫代巴比妥酸法测定^[9];POD 活性用愈创木酚法测定^[9],以每分钟在 470 nm 处吸光度变化值表示酶活性的大小;SOD 活性测定用氯化硝基四氮唑蓝(NBT)光化还原法^[9],用抑制 NBT 光化还原的 50% 酶量为一个酶活性单位表示;CAT 活性测定用紫外吸收法^[9],以 1 min 内 A_{240} 减少 0.1 的酶量为 1 个酶活单位(U);细胞膜相对透性用电导仪法测定^[9];游离脯氨酸含量用磺基水杨酸法测定^[10]。所有结果均为 3 次测定的平均值。

本试验数据均采用 DPS 数据分析系统分析处理。

收稿日期:2007-07-28

基金项目:吉林省财政厅项目

作者简介:吴磊(1982—),男,吉林长春人,在读硕士,主要从事植物生理方面研究。E-mail:wulei412@sohu.com。

通讯作者:张治安(1964—),男,教授,硕士生导师,主要从事植物逆境生理方面研究。E-mail:zhangzhan6412@yahoo.com.cn。

2 结果与分析

2.1 不同旱稻品种保护酶活性比较

由表 1 可以看出,4 个品种灌浆期旗叶 SOD、POD、CAT 3 种保护酶活性均为旱稻 15 号>旱稻 2 号>旱稻 3 号>旱稻 1 号。抗旱性较强的品种旱稻 15 号与旱稻 2 号之间 3 种保护酶活性差异不显著 ($P>0.05$);抗旱性较弱的品种旱稻 1 号与旱稻 3

号之间 3 种保护酶活性差异也不显著($P>0.05$)。但是,抗旱性较强的品种 SOD、POD、CAT 3 种保护酶活性极显著地高于抗旱性较弱的品种,旱稻 2 号 SOD、POD、CAT 活性比旱稻 3 号分别高 34.36%、29.82%、16.37%,比旱稻 1 号分别高 49.87%、33.48%、21.5%。说明抗旱性较强的品种旱稻 2 号和旱稻 15 号在防止细胞膜损伤、增强抗逆性方面强于抗旱性较弱的品种旱稻 1 号和旱稻 3 号。

表 1 不同旱稻品种旗叶保护酶活性的比较
Table 1 Comparison of activity of protecting enzymes in different varieties

品种 Varieties	SOD (U/g FW)	POD [Δ470/(min·g) FW]	CAT (U/g FW)
旱稻 15 号 Handao 15	42.31±1.19Aa	571.0±26.11Aa	1673.0±20.40Aa
旱稻 2 号 Handao 2	39.34±1.64Aa	501.1±28.90Aa	1663.3±35.00Aa
旱稻 3 号 Handao 3	29.28±1.28Bb	386.0±20.40Bb	1429.3±9.89Bb
旱稻 1 号 Handao 1	26.25±1.09Bb	375.4±3.60Bb	1369.0±54.06Bb

注:表中表明不同大写字母的值差异达 0.01 显著水平,不同小写字母的值差异达 0.05 显著水平,下同。
Note:Values followed by capital and lowercase letters stand for significant difference at 0.01 and 0.05 level respectively, and the following is the same.

2.2 不同旱稻品种旗叶丙二醛(MDA)含量及细胞膜相对透性的比较

叶片 MDA 含量高低和细胞膜相对透性大小可以反映细胞膜脂过氧化水平和膜受伤的程度^[1]。图 1 和图 2 结果表明,不同旱稻品种旗叶丙二醛含量及细胞膜相对透性为旱稻 1 号最高,旱稻 3 号次之,旱稻 15 号最小。抗旱性较强品种旱稻 2 号与旱稻 15 号,抗旱性较弱品种旱稻 1 号与旱稻 3 号之间

差异不显著($P>0.05$)。但是,抗旱性较强品种与抗旱性较弱品种之间差异极显著($P<0.01$),旱稻 3 号的丙二醛含量及细胞膜相对透性比旱稻 2 号分别高 97%、34.9%,比旱稻 15 号分别高 122%、42.19%,差异极其显著。由此看出抗旱性较强品种旱稻 2 号和旱稻 15 号防止细胞膜脂过氧化的能力强于抗旱性较弱品种旱稻 1 号和旱稻 3 号。

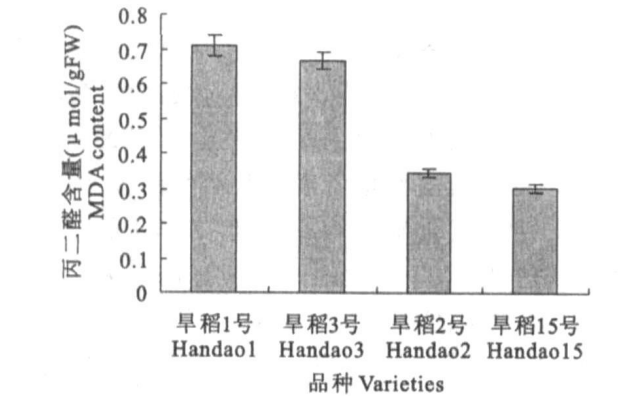


图 1 不同旱稻品种丙二醛含量的比较
Fig. 1 Comparison of MDA content in different varieties

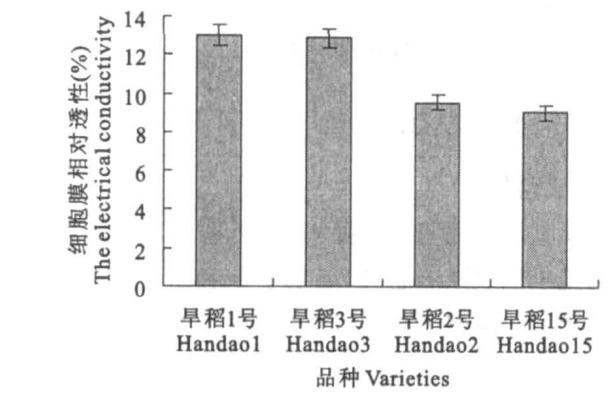


图 2 不同旱稻品种细胞膜相对透性的比较
Fig. 2 Comparison of the electrical conductivity in different varieties

2.3 不同旱稻品种旗叶可溶性糖、可溶性蛋白、叶绿素含量及净光合速率的比较

在一定范围内,叶绿素含量增加,叶绿体对光能吸收与转化增强,光合速率增大^[13]。4 个品种净光合速率的比较,结果见表 2。可以看出,旱稻 2 号>

旱稻 15 号>旱稻 1 号>旱稻 3 号,旱稻 2 号比旱稻 15 号、旱稻 1 号及旱稻 3 号分别高 2.84%、6.76%、7.88%,差异均不显著($P>0.05$)。4 个品种叶绿素含量的比较结果与净光合速率结果相同,同样差异不显著。

表 2 不同早稻品种旗叶可溶性糖、可溶性蛋白、叶绿素含量及净光合速率的比较

Table 2 Comparison of content of soluble sugar soluble protein , chlorophyll and net photosynthetic rate in different varieties

品种 Varieties	可溶性糖 Soluble sugar (mg /g F W)	可溶性蛋白 Soluble protein (mg /g F W)	叶绿素 Chlorophyll (mg /g F W)	净光合速率 Pn [$\mu\text{mol} / (\text{m}^2 \cdot \text{s})$]
早稻 2 号 Handao 2	42.05±1.02Aa	31.39±1.05Aa	5.94±0.21Aa	19.57±0.49Aa
早稻 15 号 Handao 15	38.37±1.29Aab	28.55±0.94Aab	5.90±0.25Aa	19.03±0.15Aa
早稻 1 号 Handao 1	36.46±1.04Aab	27.07±1.01Aab	5.42±0.19Aa	18.33±0.71Aa
早稻 3 号 Handao 3	34.68±1.2Ab	26.86±0.48Ab	5.35±0.16Aa	18.14±0.85Aa

可溶性糖是光合作用的主要产物,与光合作用有密切的关系。可溶性蛋白对光合作用有重要贡献的是二氧化碳固定酶(RuBP 羧化酶),占可溶性蛋白质的 50%^[13]。随着叶片衰老这种对光合作用有重要贡献的酶迅速被分解,是衰老过程中光合作用衰退的一个重要原因。4 个品种可溶性糖、可溶性蛋白含量比较结果如表 2,规律与净光合速率的规律相同。早稻 15 号与抗旱性较弱的早稻品种之间可溶性糖、可溶性蛋白含量差异不显著,但早稻 2 号与早稻 3 号的差异显著($P<0.05$)。

2.4 不同早稻品种旗叶脯氨酸含量的比较

4 个早稻品种游离脯氨酸含量的比较结果(如图 3)表明,旗叶游离脯氨酸含量为早稻 15 号>早稻 2 号>早稻 3 号>早稻 1 号。抗旱性较强的早稻品种早稻 15 号比早稻 2 号高 7.24%,抗旱性较弱的早稻品种早稻 3 号比早稻 1 号高 3.16%,不存在显著差异($P>0.05$)。但早稻 2 号脯氨酸含量比早稻 3 号及早稻 1 号分别高 84.54%、90.39%,抗旱性较强品种与抗旱性较弱品种之间差异极显著($P<0.01$)。

3 讨 论

表 1 反映了不同抗旱类型的早稻品种之间内源保护系统的差异。Bowler 等研究认为SOD 处于防御活性氧伤害的“第一道防线”^[14]。同时 POD 与 CAT 也广泛存在于植物体内,是细胞内有毒物质 H₂O₂ 的重要清除剂^[9]。在逆境胁迫下,植物细胞质膜结构上的稳定性是细胞执行新陈代谢生命功能的基础。植物细胞膜主组分中的不饱和脂肪酸含量极高,很容易受到活性氧的攻击而发生均裂^[9]。细胞膜相对透性是膜透性的重要指标。当植物在逆境胁迫下,游离脯氨酸积累的现象已经在很多植物中得到证实^[8,13]。我们的试验结果表明(表 1,图 1、2、3),不同抗旱类型的早稻品种灌浆期在保护酶活性、丙二醛含量、细胞膜相对透性大小及脯氨酸含量上

存在着极显著差异,说明不同品种之间生理适应性不同,因此可以用上述指标来鉴定早稻品种灌浆期的生理适应性。

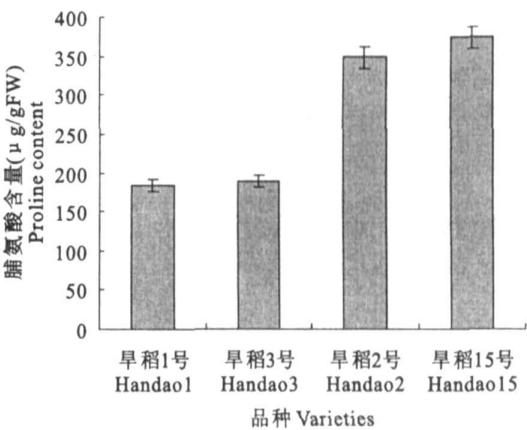


图 3 不同早稻品种脯氨酸含量比较

Fig. 3 Comparison of proline content in different varieties

由表 2 结果看出:叶绿素含量与净光合速率结果相同,早稻 2 号>早稻 15 号>早稻 1 号>早稻 3 号,与徐根娣^[13]的研究结果相一致,叶绿素含量在一定范围内与光合速率成正比。但 4 个品种间叶绿素含量及净光合速率的差异不显著,与黄文江等对水稻旱作幼苗期的研究结果一致^[19]。黄文江等研究表明,水分散失对气孔开度的依赖大于光合的依赖,所以在水分亏缺情况下作物蒸腾量显著下降,蒸腾下降超前于光合下降,且光合下降不显著。可溶性糖、可溶性蛋白含量与光合作用关系密切,由表 2 结果看出:可溶性糖、可溶性蛋白含量与净光合速率的规律一致,但品种间的差异不存在明显规律。王贺正等对水稻开花期的研究表明,可溶性糖含量及可溶性蛋白含量不能作为水稻开花期抗性的鉴定指标^[4,17]。因此,叶绿素含量、净光合速率不能用来鉴定早稻品种灌浆期的生理适应性。可溶性糖含量、可溶性蛋白含量是否能用来鉴定早稻品种灌浆期的生理适应性还有待进一步研究。

参 考 文 献:

[1]

杨 婕,杨晓光.旱稻耗水特征及水分利用效率研究进展[J].中国生态农业学报,2003,11(4):95—98.

[2]

江巨鳌,黄志刚,屠乃美.旱种条件下水稻旱稻品种(组合) 的生物学特性比较研究[J].农业现代化研究,2005,26(3):233—236.

[3]

徐芬芬,叶利民,曾晓春,等.水稻对水分胁迫的生理响应及适应性研究进展[J].安徽农学通报,2005,11(7):48—49.

[4]

王贺正,马 均,李旭毅,等.水稻开花期一些生理生化特性与品种抗旱性的关系[J].中国农业科学,2007,40(2):399—404.

[5]

杨建昌,王志琴,朱庆森.水稻品种的抗旱性及其生理特性的研究[J].中国农业科学,1995,28(5):65—72.

[6]

陈 京.抗旱性不同的甘薯品种对渗透胁迫的生理响应[J].作物学报,1999,25(2):232—236.

[7]

席章营,吴克宁,王同朝,等.玉米抗旱性生理生化鉴定指标及利用价值分析[J].河南农业大学学报,2000,34(1):7—12.

[8]

王启明,马原松.不同抗旱品种大豆苗中脯氨酸累积的差异[J].商丘职业技术学院学报,2005,4(17):63—64.

[9]

张治安,张美善,蔚荣海.植物生理学实验指导[M].北京:中国农业科学技术出版社,2004.

[10]

邹 琦.植物生理学实验指导[M].北京:中国农业出版社,2000.

[11]

张治安,陈展宇,李大勇,等.烯效唑浸种对高粱幼苗生理指标的影响[J].吉林农业大学学报,2004,26(6):599—602.

[12]

徐根娣,蔡妙珍,刘 鹏.硼、锰营养对大豆光合特性的影响[J].浙江师范大学学报(自然科学版),2004,27(1):62—65.

[13]

Y·Y·莱谢姆,胡文玉(译).植物衰老过程和调控[M].沈阳:辽宁科学技术出版社,1986.

[14]

Bowler C, M V van Montagu, Inze D. Superoxide dismutase and stree tolerance[J]. Ann Rev Plant Physiol Mol Biol, 1992, 43:83—116.

[15]

孙彩霞,沈秀英,刘志刚.作物抗旱性生理生化机制的研究现状和进展[J].杂粮作物,2002,22(5):285—288.

[16]

黄文江,王纪华,赵春江,等.旱作水稻幼穗发育期若干生理特性及节水机理的研究[J].作物学报,2002,28(3):411—416.

[17]

王贺正,马 均,李旭毅,等.水稻开花期抗旱性鉴定指标的筛选[J].作物学报,2005,31(11):1485—1489.

Study on physiological adaptation of drought stress on up rice at filling stage

WU Lei , CHEN Zhan yu , ZHANG Zhi an , LI NG Feng tou
(College of Agronomy , Jilin Agricultural University , Changchun 130018, China)

Abstract : The flag leaves stress physiological index of four breeds of upland rice were studied on filling stage . The result showed that the activity of superoxide dis mutase (SOD) , peroxidase (POD) , Catalase (CAT) and the content of Proline in drought stronger varieties(Handao 15 and Handao 2) were observably higher than drought resistance of the weaker varieties (Handao 3 and Handao 1) , and the content of Malondialdehyde (MDA) and the electrical conductivity in drought stronger varieties (Handao 15 and Handao 2) were significant - ly lower than drought resistance of the weaker varieties (Handao 1 and Handao 3) . So the activity of SOD , POD , CAT and the content of MDA , Proline , the electrical conductance reveal the difference of physiological adaptation in different varieties .

Key words : upland rice ; protection activity ; proline content ; Malondialdehyde(MDA)