

# 涝渍逆境下玉米叶片超氧化物歧化酶和过氧化氢酶活性与抗涝性的关系

刘晓忠 李建坤 王志霞 汪宗立

(江苏省农业科学院农业生物遗传生理研究所,南京 210014)

**摘 要** 研究了夏玉米单交种苏玉 1 号及其亲本自交系叶片内活性氧酶性清除系统中的超氧化物歧化酶(SOD)和过氧化氢酶(CAT)活性与玉米抗涝性的关系。淹水过程中,耐涝的母本苏 80-1 叶片中两种酶活性均比不耐涝的父本黄早 4 较少地受抑制,丙二醛(MDA)的积累量也较少。表明两亲本自交系间耐涝性的差异与其抵御活性氧毒害能力的强弱有关。杂交种( $F_1$ )则显示体内清除系统对涝渍的耐受性与其母本相仿,由于兼具生长的优势,因而表现为淹水条件下单株生产力受损最小。

**关键词** 玉米 耐涝性 超氧化物歧化酶 过氧化氢酶 丙二醛含量

业已证明,土壤淹水对夏玉米地上部的间接伤害明显地与叶片内清除活性氧的酶性保护系统活性被削弱,并进而导致的膜脂过氧化作用加速有关<sup>[2,4,5]</sup>。玉米不同基因型间抗涝性存在差异,一般表现为杂交种的抗涝性强于自交系<sup>[3]</sup>。但有关不同基因型间在淹水下植株抵御活性氧毒害能力的强弱是否与抗涝性的差异有关,至今未见报道。本文试图通过对目前大面积推广的夏玉米单交种苏玉 1 号及其两个亲本自交系在涝渍逆境下体内保护酶活性变化进行分析,以探索它们在基因型间(亲本自交系)和杂种后代( $F_1$ )中的表现及其与抗涝性的关系。

## 1 材料和方法

供试材料夏玉米(*Zea mays* L.)单交种苏玉 1 号及母本自交系苏 80-1 和父本自交系黄早四。以自然条件下盆栽试验为主,辅以田间水泥池试验,以考查受涝后供试材料的单株生产力。

田间水泥池试验在本院网室进行,供试材料按顺序排列种植,行株距为 60cm×20cm,每小区种植 40 株,3 次重复,苗株生长至 8~9 叶期时开始淹水处理,持续 5 天,籽粒充分成熟后收获并考种。

盆栽试验苗株按汪宗立等<sup>[2]</sup>描述的双套盆法土培种植,并进行水管理,日平均温度 28~30℃,最高气温达 37℃。5 叶 1 心期(苗龄约 18 天)开始淹水处理,水层保持 2~3cm。分别于

淹水 3 日和 5 日取上部第 4 叶片测定。

取 1g 去主脉叶片,加入 8ml 预冷的磷酸缓冲液(50mmol/L, pH7.0, 含 1%PVP),置冰浴上研磨成匀浆,100 目尼龙纱过滤,然后于 15000×g,4℃下离心 20min,上清液供测试。

SOD 活性按 Stewart 和 Bewley<sup>[10]</sup>的方法测定,以抑制 NBT 光还原 50%所需酶量为一个酶活性单位(u)。CAT 活性按 Chance 和 Maehly<sup>[6]</sup>的方法测定,以 240nm 处光密度每分钟改变 0.01 为一个酶活性单位。蛋白质含量按 Lowry 等<sup>[9]</sup>的方法测定。MDA 含量按 Heath 和 Parker<sup>[6]</sup>的硫代巴比妥酸反应法测定。

## 2 结果与分析

### 2.1 短期涝渍下杂种玉米及其亲本自交系的单株生产力

以单株生产力的大小反映植株广义的抗涝性,如表 1 所示,短期(5 日)受涝后,两亲本自交系单株粒重均极显著下降,杂种苏玉 1 号也显著减产。若以下降率表示,则父本自交系黄早四下降最甚(52.4%);其次是母本自交系苏 80-1(32.8%);杂种苏玉 1 号最少(下降 19.2%)。从单株产量构成因素看,受涝后供试材料单株粒重降低的差异主要取决于每穗实粒数的减少程度。表明供试材料的抗涝性为杂种苏玉 1 号>母本自交系苏 80-1>父本自交系黄早四。

### 2.2 涝渍对杂种玉米及其亲本自交系 SOD 活性的影响

表 1 淹水 5 日对不同玉米材料单株生产力的影响

材 料	粒重/株(g)			实粒数/穗			千粒重(g)		
	对照	淹水	占对照%	对照	淹水	占对照%	对照	淹水	占对照%
黄早四	31.7	15.1**	47.6	165.4	82.8**	50.1	185.7	177.7	95.4
苏 80-1	35.7	24.0**	67.2	174.4	127.3*	73.0	202.5	191.1	94.4
苏玉 1 号	78.2	61.8*	79.0	297.2	244.7	82.3	268.9	266.0	98.9

注:\*, \*\* 分别表示 t 测验达 0.05, 0.01 显著水平。

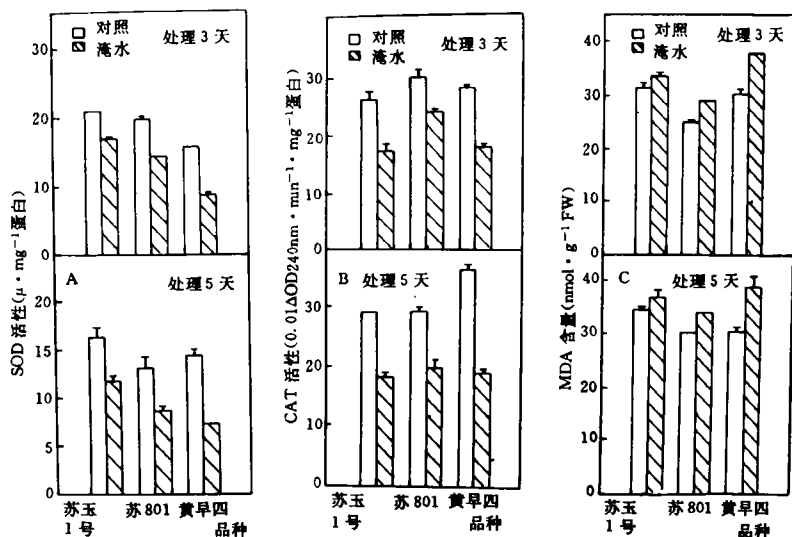


图 1 涝渍逆境下杂交玉米苏玉 1 号及其亲本自交系叶片 SOD 活性(A)、CAT 活性(B)和 MDA 含量(C)

图 1-A 可见,供试材料叶片内 SOD 活性因淹水而明显下降,不耐涝的父本自交系黄早四下降最多,淹水 3 日下降 44.4%;淹水 5 日下降 51.5%。耐涝的母本自交系下降较少,分别下降 27.9%和 34.7%。杂种苏玉 1 号的下降幅度略低于耐涝亲本苏 80-1,分别为 19.1%和 28.3%。表明淹水下 SOD 活性下降率与供试材料间的耐涝性呈相反关系。

### 2.3 涝渍对杂种玉米及其亲本自交系过氧化氢酶活性的影响

图 1-B 表明,受涝后叶片 CAT 活性明显下降,供试材料中以不耐涝的黄早四下降最显著,淹水 3 日和 5 日分别下降 39.4%和 49.6%;耐涝的苏 80-1 下降 18.2%和 36.8%;杂种苏玉 1 号的下降幅度与母本苏 80-1 相接近,分别为 25.1%和 37.0%,即 CAT 活性下降率也与供试材料间的耐涝性呈相反关系。

### 2.4 涝渍对杂种玉米及其亲本自交系 MDA 含量的影响

图 1-C 表明,涝渍逆境下不耐涝的父本黄早四叶片内 MDA 的积累量明显高于耐涝的母本苏 80-1 和杂种苏玉 1 号,即 MDA 的增加率与它们的抗涝性同样表现为相反的关系。

## 3 讨论

SOD 和 CAT 以及过氧化物酶等一起组成了防御生物活性氧毒害的酶性保护系统(Fridovich,1968),在植物体内它们同样行使着清除活性氧的功能<sup>[7]</sup>。有关涝渍逆境下 SOD 和 CAT 活性的变化与玉米受涝渍伤害的关系已有过讨论<sup>[2]</sup>。本试验观察到,两个亲本自交系在遭受淹水后其叶片中 SOD 和 CAT 活性的下降率有明显差异,这反映出它们在涝渍逆境下抵御活性氧毒害的能力也不一样。黄早四源于北方(北京),在未淹水的正常土壤水分下生长,两种酶活性水平高于另一亲本及杂种后代,但淹水后酶活性下降率最显著(图 1-A、B),其叶片内膜脂过氧化程度(图 1-C)以及田间受涝后单株生产力下降幅度也最大(表 1),充分表现出一个耐涝性较弱的亲本自交系。另一个亲本苏 80-1 则源于南方(南京),就其受涝后的田间单株生产力以及保护酶活性的变化和 MDA 积累量看,则属一个耐涝性较强的自交系,尤其是上部叶片 CAT 活性的抑制率和 MDA 的积累量和增加率不仅明显低于不耐涝的黄早四,并且几乎与其杂种后代( $F_1$ )相当,甚至受影响更小。因此,以往对这两个自交系在田间直观表现的耐涝性差异,可以用其在涝渍逆境下地上部清除系统活性的下降率的大小指示出来。本文结果还表明,夏玉米品种苏玉 1 号也属一个较耐涝的杂交种,从淹水下几个生理参数看,其耐涝性主要受其母本自交系影响,或可认为杂种玉米的耐涝性在  $F_1$  代表现为显性。虽然在淹水条件下杂种玉米体内清除活性氧毒害的能力明显超过其耐涝的母本,但由于杂种玉米各器官的生长速率均具有杂种优势,特别是进入 8 叶期之后,节根的出生潜力明显增加<sup>[1]</sup>,致使该品种“避涝”能力也有所增强,这有助于增加对短期涝渍的抗性,也有利于在逆境解除后较快地恢复生长。由于兼具“耐”、“避”的适应特点和生长优势,这可能是杂交玉米在涝渍下单株生产力比其耐涝的母本自交系受损率更小的一个原因,从而也对一般玉米单交种的抗涝性强于自交系的事实提供了部分解释。然而这并不意味着所有玉米单交种在具有杂种优势的同时皆可兼有较强的抗涝能力。从本文结果看,亲本自交系之一在涝渍逆境下保护酶活性的水平及对涝渍的耐受能力,似乎直接影响单交种的这一特性的表现。因此,在组配强优势的杂交组合时,选择具有生理上耐涝的自交系为亲本是值得考虑的。

## 参 考 文 献

- 1 汪宗立, 刘晓忠, 王志霞. 夏玉米不同株龄对土壤涝渍的敏感度. 江苏农业学报, 1987, 3(2): 14~20
- 2 汪宗立, 刘晓忠, 李建坤等. 玉米的涝渍伤害与膜脂过氧化作用和保护酶活性的关系. 江苏农业学报, 1988, 4(3): 1~8
- 3 罗瑶年, 刘玉敬, 王忠孝等. 玉米种质资源苗期抗涝性的鉴定. 作物品种资源, 1986(4): 22~24
- 4 李建坤, 汪宗立, 王志霞. 活性氧清除剂对受渍玉米叶片保护酶活性的影响. 江苏农业学报, 1991, 7(3): 23
- 5 李建坤, 汪宗立. 涝渍逆境下玉米各细胞器超氧化物歧化酶活性的变化及 6-BA 的保护作用. 江苏农业学报, 1992, 8(3): 20~24
- 6 Chance B, Maehly AC. Assay of catalase and peroxidase. In: Colowick SP, Kaplan NO(eds). Methods of Enzymology. New York: Academic Press, 1955, (11): 746;
- 7 Elstner EF. Oxygen activation and oxygen toxicity. Ann Rev Plant Physiol, 1982, 33: 73~96
- 8 Heath RL and Parker L. Photoperoxidation in isolated chloroplast. I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation. Arch Biochem Biophys, 1968, 125: 189~198
- 9 Lowry OH et al. Protein measurement with Folin phenol reagent. J Biol Chem, 1951, 193: 265~275
- 10 Stewart RRS and Bewley JD. Lipid peroxidation associated with accelerated aging of soybean axes. Plant Physiol, 1980, 65: 245~248

## Relationship Between the Activities of Superoxide Dismutase and Catalase in Corn Leaves and Waterlogging Tolerance

Liu Xiaozhong      Li Jiankun      Wang Zhixia      Wang Zongli

(Institute of Agrobiological Genetics and Physiology, Jiangsu Academy of Agricultural Sciences, Nanjing)

**Abstract**      The summer corn (*Zea mays* L.) hybrid Suyu 1 and its two parental inbred, Su 80-1 (maternal inbred, waterlogging tolerant) and Huangzaosi (paternal inbred, waterlogging intolerant), were used to investigate the relationship between waterlogging resistance and the activity of superoxide dismutase (SOD) and catalase and malondialdehyde (MDA) contents in leaves. The results showed that the decrease of SOD and catalase activities and increase of MDA contents in Su 80-1 leaves were much less than that in Huangzaosi leaves under waterlogging condition. It is suggested that the difference of waterlogging tolerance between two parental inbred was positively correlated with their ability to resist the toxicity of biological active oxygen. The behavior of SOD and catalase activities and MDA content in Suyu 1 ( $F_1$  hybrid) under waterlogging condition was similar to that in Su 80-1 (maternal inbred). But the loss of biomass induced by waterlogging injury was the least in Suyu 1 among three varieties. This is partly because of the rapid growth in  $F_1$  hybrid, so that it can avoid the sensitive stage.

**Key word:** Corn; Waterlogging tolerance; Superoxide dismutase (SOD); Catalase; Malondialdehyde (MDA) content