

玉米新品种粤903及其亲本对弱光胁迫的响应

马文羽¹ 阮丽娟¹ 谢育杭¹ 练金伟¹ 黄胜琴¹ 黎杰强^{1,2}

(¹广东省植物发育生物工程重点实验室/华南师范大学生命科学学院,广州510631;

²广东省连州市东篱种养实业有限公司,连州513400)

摘要:以玉米新品种粤903(Y903)及其母本斐96(F96)和父本斐35(F35)为试验材料,采取盆栽的方式,以自然光照为对照(CK),研究了苗期第6片叶展开时,遮光处理对玉米幼苗叶片的相对电导率、脯氨酸含量、丙二醛含量、抗氧化酶活性的影响。结果表明,在遮光处理下,玉米新品种粤903(Y903)的相对电导率显著高于父本(F35)、低于母本(F96);脯氨酸含量显著高于亲本,丙二醛含量显著低于亲本;POD、SOD酶活性显著低于父本(F35),与母本(F96)差异不显著;CAT酶活性显著高于母本(F96),与父本(F35)差异不显著。试验表明,玉米新品种粤903(Y903)的抗氧化酶防御能力遗传了亲本,而渗透调节、抗质膜过氧化能力比亲本强,能有效减小逆境造成的伤害。

关键词:玉米;基因型;弱光;胁迫

我国是玉米(*Zea mays* L.)种植面积最大的生产国和消费国,2017年全国玉米种植面积达3533万 hm^2 。玉米在我国作为主要的粮饲作物,分布广,种植区域环境差异大,特别是光照强度、日照时间的差异度大。研究表明,在对玉米进行遮光处理后,非耐密型玉米品种倒伏率明显高于耐密型玉米品种^[1];玉米的开花-吐丝间隔加长,叶绿素含量、净光合速率下降,株高降低,穗位高增加,穗粒数减少,导致产量降低^[2];玉米的质膜透性增大,渗透调节物质脯氨酸、过氧化产物丙二醛含量显著增加,抗氧化酶活性升高^[3];表明弱光胁迫对玉米膜系统及细胞发育会造成伤害,加速植株及叶片衰老。因此,选择对自主选育的新品种粤903(Y903)及其母本斐96(F96)、父本斐35(F35)进行遮光处理,研究该新品种及其亲本在弱光胁迫下生理指标的变化,初步阐明玉米对弱光胁迫响应的生理机制,为国内玉米高产抗逆品种的选育提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料 供试材料为华南师范大学生命科学学院和连州市东篱种养实业有限公司共同选育的新品种粤903(Y903)及其母本斐96(F96)和父本斐35(F35)。

1.2 试验设计 试验于2018年4-11月在华南师范大学生物园进行。采用盆栽,每盆装风干土1.5kg, pH值5.9,沙子和有机营养土1:1混合,有机质含量 $\geq 14\%$,其他成分(珍珠岩1.5g/kg、蛭石1.5g/kg、木纤维1.0g/kg、草炭3.5g/kg、椰糠3.5g/kg) $\geq 1\%$ 。种子经筛选、消毒、浸泡等预处理后播种,每盆施0.5g离子能聚合缓释复合肥作为基肥。播种前浇透水,出芽后每天浇水20~50mL。试验采用二因素裂区设计,主因素为光照,设自然光、遮光2个处理,副区因素为粤903(Y903)及其母本(F96)、父本(F35),3次重复。从玉米第2片叶展开时作遮光处理,每个处理3盆,每盆9株,重复3次,第6片叶展开时结束,以自然光照为对照处理(CK)。遮光处理用盖有黑色遮阴网的遮阴棚(遮光率约为80%),棚内四周通风良好。

1.3 指标测定 玉米幼苗第6片叶展开时,用02002打孔器从各处理取生长一致的第2片展开叶,各取10个圆片,用意大利哈纳-EC215台式电导率仪^[4]测定相对电导率。玉米幼苗第6片叶展开时,取各处理生长一致的第2片展开叶0.5g,分别测定如下指标:采用茚三酮-磺基水杨酸法^[5]测定脯氨酸含量;TBA(硫代巴比妥酸)显色法^[4]测定丙二醛(MAD)含量;愈创木酚法^[5]测定POD酶活性;氮蓝四唑光还原法^[5]测定SOD酶活性;紫外吸收法^[4-6]测定CAT酶活性。

1.4 数据处理 使用Microsoft Excel 2016、Sigma

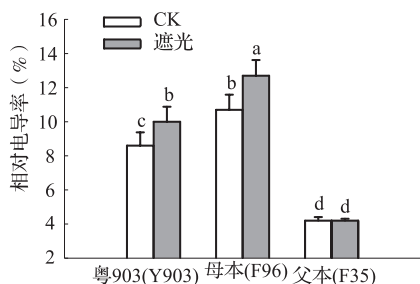
基金项目:广东省第三批“扬帆计划”南方牧草种质创新及产业化研究创新团队项目(2015YT02H032)

通信作者:黄胜琴

Plot 12.0 和 SPSS 22.0 统计软件对数据进行统计、分析、作图。

2 结果与分析

2.1 弱光胁迫对相对电导率的影响 从图 1 可以看出,在自然光照(CK)条件下,不同基因型玉米的相对电导率存在差异,表现为:母本(F96) > 粤 903(Y903) > 父本(F35)。遮光处理后,父本(F35)相对电导率与 CK 相比差异不显著;母本(F96)、粤 903(Y903)的相对电导率均比 CK 显著增加,分别升高了 18.7%、16.3%。



不同小写字母表示在0.05水平下差异显著,下同

图 1 遮光处理对不同玉米品种相对电导率的影响

2.2 弱光胁迫对渗透调节物质的影响 从图 2 可以看出,在自然光照(CK)条件下,父本(F35)脯氨酸含量最低,为 $5.69 \mu\text{g/g} \cdot \text{FW}$,母本(F96)与粤 903(Y903)分别为 $8.16 \mu\text{g/g} \cdot \text{FW}$ 、 $8.58 \mu\text{g/g} \cdot \text{FW}$,差异不显著。遮光处理使不同基因型玉米脯氨酸含量均显著升高,其中粤 903(Y903)增加最多,比 CK 增加了 $11.01 \mu\text{g/g} \cdot \text{FW}$,其次是父本(F35),母本(F96)增加最少,分别增加了 $7.52 \mu\text{g/g} \cdot \text{FW}$ 、 $4.07 \mu\text{g/g} \cdot \text{FW}$ 。

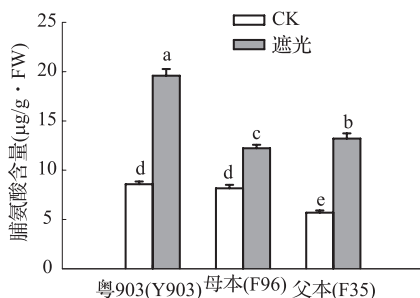


图 2 遮光处理对不同玉米品种脯氨酸含量的影响

2.3 弱光胁迫对膜质过氧化产物的影响 从图 3 可以看出,自然光照(CK)条件下,父本(F35)丙二醛含量最高,为 $0.011 \mu\text{mol/g} \cdot \text{FW}$,母本(F96)和粤 903(Y903)均为 $0.008 \mu\text{mol/g} \cdot \text{FW}$,差异不显著。

遮光处理后,母本(F96)丙二醛含量最高,为 $0.012 \mu\text{mol/g} \cdot \text{FW}$,与 CK 相比显著升高,增加了 50%;而父本(F35)和粤 903(Y903)与 CK 相比差异不显著。

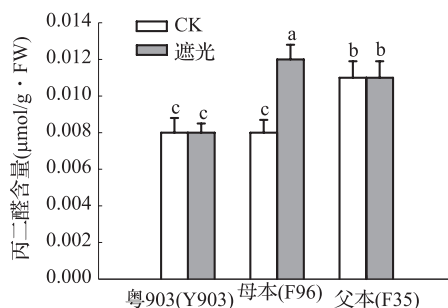


图 3 遮光处理对不同玉米品种丙二醛含量的影响

2.4 弱光胁迫对 POD 酶活性的影响 从图 4 可以看出,在自然光照(CK)条件下,父本(F35) POD 酶活性最低,为 $32.13 \text{U/g} \cdot \text{FW}$,粤 903(Y903)和母本(F96)分别为 $52.16 \text{U/g} \cdot \text{FW}$ 、 $48.38 \text{U/g} \cdot \text{FW}$,差异不显著。遮光处理后,三者的 POD 酶活性与 CK 相比均显著升高,且父本(F35)显著高于母本(F96)、粤 903(Y903),母本(F96)和粤 903(Y903)之间差异不显著。

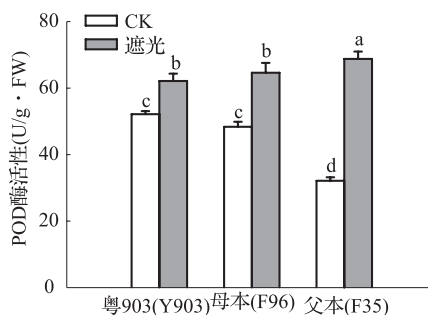


图 4 遮光处理对不同玉米品种 POD 酶活性的影响

2.5 弱光胁迫对 SOD 酶活性的影响 从图 5 可以看出,不同基因型玉米在自然光照(CK)条件下,粤 903(Y903)和母本(F96)的 SOD 酶活性分别为 $501.71 \text{U/g} \cdot \text{FW}$ 、 $442.12 \text{U/g} \cdot \text{FW}$,差异不显著,而父本的活性最高,为 $560.23 \text{U/g} \cdot \text{FW}$ 。遮光处理后,三者的 SOD 酶活性较 CK 均显著增加,且父本(F35)显著高于母本(F96)、粤 903(Y903),母本(F96)和粤 903(Y903)之间差异不显著。

2.6 弱光胁迫对 CAT 酶活性的影响 从图 6 可以看出,自然光照(CK)条件下,3 种基因型玉米的 CAT 酶活性与 SOD 酶活性表现一致,父本(F35)最高,为 $8.40 \text{U/g} \cdot \text{FW}$,其次为粤 903(Y903),母本(F96)

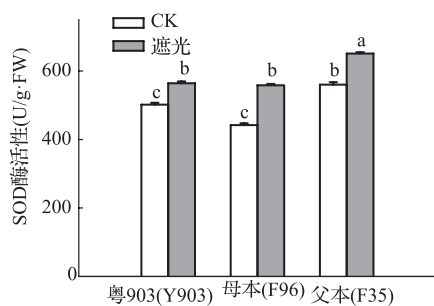


图5 遮光处理对不同玉米品种 SOD 酶活性的影响

最低,分别为 $6.60 \text{ U/g} \cdot \text{FW}$ 、 $5.40 \text{ U/g} \cdot \text{FW}$ 。遮光处理后,三者的 CAT 酶活性均较 CK 显著升高,且父本(F35)、粤 903(Y903)显著高于母本(F96),父本(F35)与粤 903(Y903)之间差异不显著。

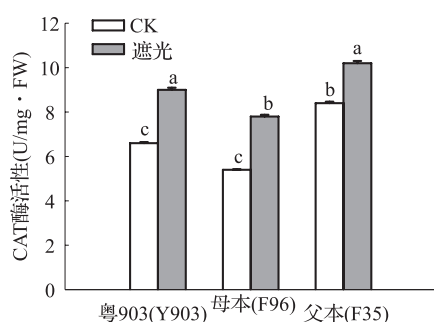


图6 遮光处理对不同玉米品种 CAT 酶活性的影响

3 讨论

当植物受到弱光胁迫时,代谢平衡失调,引起膜脂过氧化作用,产生大量丙二醛与酶蛋白发生链式聚合反应,使膜系统遭到破坏丧失功能^[7-8],细胞内的电解质外渗^[9],以致植物叶片浸出液的相对电导率升高。本研究发现,遮光处理后粤 903(Y903)及母本(F96)的相对电导率较 CK 显著增加,而父本(F35)变化不显著,其中粤 903(Y903)的相对电导率居两亲本之间。弱光胁迫使母本(F96)叶片中的丙二醛含量较 CK 增加 50%,这与丁梦秋等^[10]关于弱光胁迫对甜玉米叶片积累 MAD 的影响研究结果一致,而粤 903(Y903)和父本(F35)的丙二醛含量较 CK 没有显著变化,且粤 903(Y903)的丙二醛含量最低。根据 Zhan 等^[11]的研究,玉米叶片内丙二醛越少抵抗逆境迫害的能力越强,说明粤 903(Y903)能及时清除有害物质丙二醛,抗质膜过氧化能力比亲本强。

植物可以通过渗透调节作用来缓解胁迫带来的伤害,脯氨酸是典型的渗透性调节物质,能降低植

物细胞水势,维持细胞膜的完整性^[12];同时植物也可以通过激活抗氧化酶 SOD、CAT、POD 防御活性氧对细胞膜系统的伤害^[13],保护植物生理活性。本研究发现,弱光条件下 3 个品种的抗氧化酶活性均升高,其中粤 903(Y903)的 POD、SOD 酶活性显著低于父本(F35),与母本(F96)差异不显著,CAT 酶活性显著高于母本(F96),与父本(F35)差异不显著,粤 903(Y903)在弱光条件下脯氨酸含量显著高于亲本。因此,粤 903(Y903)的抗氧化酶防御能力遗传了亲本,而渗透调节、抗质膜过氧化能力比亲本强,能有效减小逆境造成的伤害。

参考文献

- [1] 张宏宇,齐华,谢友荣,周志鹏,田张,张文可. 弱光胁迫对不同耐密型玉米茎秆抗倒伏能力及产量的影响. 玉米科学,2017,25(1): 75-81
- [2] Qian C J, Zhang W, Zhong X M, Li F H, Shi Z S. Comparative studies on the photosynthetic characteristics of two maize (*Zea mays* L.) near-isogenic lines differing in their susceptibility to low light intensity. Emirates Journal of Food and Agriculture, 2018, 29(4): 300-311
- [3] 牛丽,潘利文,王彦坡,刘天学. 不同基因型玉米根系对弱光胁迫的生理响应. (2018-05-24) [2018-12-18]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/22.1201.S.20180523.1530.024.html4>
- [4] 李玲. 植物生理学模块实验指导. 北京: 科学出版社, 2009: 78-82, 97-98
- [5] 李小方, 张志良. 植物生理学实验指导. 5 版. 北京: 高等教育出版社, 2016: 28-31, 88
- [6] 陈建勋, 王晓峰. 植物生理学实验指导. 2 版. 广州: 华南理工大学出版社, 2006
- [7] 张会灵, 高文, 陈双臣, 余义, 岳雪莲, 张菊平. 氯化钙对盐胁迫下豌豆种子萌发及幼苗生理特性的影响. 中国种业, 2016(3): 38-40
- [8] 徐建霞, 郑常祥. 玉米抗旱生理生化指标的研究进展. 农技服务, 2018(4): 33-35
- [9] 夏法刚, 孟惠娟, 谢萍萍, 邓邦柱, 林宏, 季彪俊. 铜胁迫对薏苡种子萌发及幼苗生长的影响研究. 中国种业, 2013(4): 50-53
- [10] 丁梦秋, 闻诗文, 陆卫平, 陆大雷. 结实期弱光胁迫对甜玉米籽粒灌浆和叶片衰老的影响. 核农学报, 2017, 31(5): 964-971
- [11] Zhan F, Li B, Jiang M, Yue X, He Y, Xia Y, Wang Y. Arbuscular mycorrhizal fungi enhance antioxidant defense in the leaves and the retention of heavy metals in the roots of maize. Environmental Science and Pollution Research, 2018, 25(24): 24338-24347
- [12] 何静雯, 明萌, 卢丹, 吴月燕. 弱光胁迫对植物生理特性影响的研究进展. 中国农学通报, 2018, 34(6): 123-130
- [13] 蒋小满, 柏新富, 赵建萍, 尹娟. 水杨酸对盐胁迫下三角滨藜种子萌发及幼苗生长的影响. 中国种业, 2007(3): 39-40

(收稿日期: 2018-12-18)