

低磷胁迫对玉米抗氧化系统及可溶性糖含量阶段性变化的影响

张 燕,陈 静,田军熊,谭小龙,涂云彪,陈 波
(西昌学院 农业科学学院,四川 西昌 615013)

摘要:为探讨低磷胁迫下玉米叶片抗氧化系统及可溶性糖含量的阶段变化特性与玉米耐低磷能力之间的关系,以2份高耐低磷(511、178)和2份对低磷胁迫高度敏感(492、9782)的玉米自交系为材料,采用河沙盆栽的方法,研究低磷胁迫对玉米叶片抗氧化系统及可溶性糖含量阶段性变化的影响。结果表明:自交系的总体耐低磷能力为178>511>492>9782。低磷胁迫下,玉米叶片的SOD活性、POD活性和可溶性糖含量先高于对照后低于对照,而MDA含量始终高于对照。4个自交系出苗期、拔节期、吐丝期和灌浆期相对SOD活性平均值分别为1.90、0.93、0.76、0.61,相对POD活性平均值分别为1.33、1.02、0.66、0.62,相对MDA含量平均值分别为1.18、1.77、1.52、1.60,相对可溶性糖含量平均值分别为1.24、1.85、1.10、0.77。与敏感型自交系相比,耐低磷自交系的SOD和POD活性因低磷胁迫变化较小,MDA含量增加幅度也较小,而可溶性糖含量在低磷胁迫早期增加幅度较大。

关键词:玉米;低磷胁迫;抗氧化酶;丙二醛;可溶性糖

中图分类号:S513 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-2767(2015)11-0011-06 DOI:10.11942/j.issn1002-2767.2015.11.0011

有关植物在逆境胁迫下的抗氧化酶系变化和膜脂过氧化反应已广泛用于植物抗逆机理研究。营养元素既可直接作为抗氧化酶的组成成分而影响酶的活力,也可影响活性氧的产生和积累过程,因此,营养元素的缺乏也会引起植物体内活性氧代谢不平衡和相应清除系统的改变。磷是植物细胞分裂和抗氧化酶形成过程中的最重要元素,磷不足使ATP合成受阻,电子传递与磷酸化过程解偶联,电子直接传递给分子氧,过多的能量被消耗,而氧气还原导致自由基的产生^[1-2]。低磷胁迫对不同植物及同种植物不同基因型抗氧化酶系和膜脂过氧化的影响不同。低磷胁迫使水稻叶片和根系膜脂过氧化加剧,耐性品种膜脂化程度较低,低磷胁迫期间叶片抗氧化酶活性相对稳定,根系抗氧化酶活性增加幅度较大^[2-3]。低磷胁迫导致大豆抗氧化酶活性降低,MDA含量增加,耐性品种酶活性降低幅度小,MDA增加幅度小^[4-5]。可见,植物在低磷胁迫下抗氧化酶系的变化及膜脂过氧化程度与耐低磷能力有一定关系。有关低磷

收稿日期:2015-09-14
基金项目:四川省教育厅自然科学重点资助项目(14ZA0238)
第一作者简介:张燕(1979-),女,四川省珙县人,博士,副教授,从事作物抗逆机理研究。E-mail:243803088@qq.com。

Regional Research on the New Sweet Potato Varieties(Lines) in Guizhou

LI Yun¹,LI Xiao-hui²,SONG Ji-xuan¹,MAO Tang-fen¹,YANG Xiong-bi¹,PAN Tao³
(1. Guizhou Institute of Biotechnology, Guiyang, Guizhou 550006; 2. Guizhou Black Land Agricultural Limited Company, Guiyang, Guizhou 550006; 3. Ziyun County Agriculture Bureau of Guizhou, Ziyun, Guizhou 550800)

Abstract: In order to screen new sweet potato varieties with wide adaptability, high quality and high yield, the new Guizhou sweet potato varieties were studied in 2014. The results showed that the varieties 1025, 12s003 and 8-5-1-1 performed better in yield increase than CK1 and CK2 (Tongshu1, Fushu 16). The yield of Zishu 2 was lower than CK1 and CK2. The new varieties of 1025, 12s003 and 8-5-1-1 had different features and applications.
Keywords: sweet potato; new varieties; regional research

胁迫下玉米抗氧化酶系变化规律的研究报道较少。范曾丽等研究得出,不同玉米自交系在低磷胁迫下抗氧化酶活性的变化趋势不一致,同一自交系在缺磷胁迫下不同抗氧化酶的变化趋势也有差异^[6-7]。陈俊意等研究指出,低磷胁迫下玉米叶片 SOD 活性、CAT 活性和 MDA 含量增加,磷高效玉米叶片 SOD 活性和 CAT 活性较高,叶片 MDA 含量较低,玉米的磷效率与低磷胁迫下 SOD 活性极显著正相关,与 POD 活性和 CAT 活性正相关但不显著,与 MDA 含量显著负相关^[8-9],即玉米叶片抗氧化酶活性在磷效率中发挥着一定作用。但是以往这些研究都是在胁迫较短时间内测定抗氧化酶活性,实际上从低磷胁迫开始到症状显现历时较长,潘晓华等对水稻的研究也指出应动态的看酶活性的变化趋势^[1]。本试验以 4 份不同磷效率玉米自交系为材料,测定了两种供磷条件下苗期至灌浆期叶片 SOD 和 POD 活性及 MDA 和可溶性糖含量,以探讨低磷胁迫下玉米叶片抗氧化系统及可溶性糖含量的阶段变化特性与玉米耐低磷能力之间的关系。

1 材料与方 法

1.1 材 料

供试材料为 2 份高耐低磷(511 和 178)和 2 份低磷高度敏感(492 和 9782)的玉米自交系;供试供试磷素营养液为 Hoagland 全素营养液^[10]和 Hoagland 缺磷液。

1.2 方 法

1.2.1 试验设计 试验于 2014 年 4 月,在西昌学院农业科学学院教学实习基地进行。

播种前准备新鲜河沙,测定河沙有效磷含量为 $2.97 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。河沙装入 $30 \times 28 \text{ cm}$ 的黑色塑料盆,每份自交系对照和处理分别播种 8 盆,每盆 7 粒。出苗至 3 叶 1 心前浇自来水,3 叶 1 心后定植每盆 5 株,此时以 Hoagland 全素营养液^[10]和 Hoagland 缺磷液分别浇灌作为对照和处理,每 7 d 浇 1 次,每次每盆约 300 mL,另据盆内河沙的干湿程度和植株水分状况适当浇水。拔节期后定植每盆 3 株,因拔节期时敏感型自交系濒临死亡,从拔节期起处理组改用含磷 $10 \mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 Hoagland 营养液浇灌。

1.2.2 测定项目及方法 ①生物学性状调查:分别在玉米苗期(处理后 21 d)、拔节期(处理后 42 d)、吐丝期(处理后 70 d)和灌浆期(处理后 98

d)统计植株存活叶数,测量株高和茎粗,每处理调查测定 5 株。随后剪取叶片提取酶液,最后剪下植株地上部分装入牛皮纸袋,带回实验室烘干称重。

②酶液提取与测定:于上午 9:00 取样,苗期和拔节期取植株最新全展叶,吐丝期和灌浆期取穗位叶,每个处理取 3 片叶,用剪刀剪下叶片放入冰盒带回实验室。去除叶片主脉,剪碎混匀,称取约 0.3 g 放入预冷的研钵中,加入 2 mL 预冷的 pH7.8 磷酸缓冲液和少量石英砂于冰浴上研磨成匀浆,转移至 10 mL 离心管,用磷酸缓冲液冲洗研钵 2 次并转入离心管,使最终体积为 6 mL。 4°C 下 $12\,000 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$ 离心 10 min,上清液 4°C 低温保存用于抗氧化酶活性及丙二醛和可溶性糖含量的测定,参照李合生的方法^[11]在 Thermo Electron Corporation 全波长酶标仪上测定相关指标。

③数据处理与分析:性状耐低磷系数=低磷胁迫下某性状调查(测定)值/正常供磷条件下某性状调查(测定)值。

耐低磷综合指数 $= 0.2 \times (\text{存活叶耐低磷系数} + \text{株高耐低磷系数} + \text{茎粗耐低磷系数}) + 0.4 \times \text{地上部干重耐低磷系数}$ ^[12]。

以抑制 NBT 光还原 50% 为 1 个 SOD 活性单位,以每分钟 A_{470} 上升 0.01 为 1 个 POD 活力单位。

$\text{SOD 活性}(\text{U} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW}) = (A_{\text{ck}} - A_{\text{s}}) \times V / (0.5 \times A_{\text{ck}} \times W \times V_{\text{s}})$

$\text{POD 活性}(\text{U} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW}) = (A_2 - A_1) \times V / [0.01 \times (t_2 - t_1) \times V_{\text{s}} \times W]$

$\text{MDA 活性}(\text{nmol} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW}) = [6.45 \times (A_{532} - A_{600}) - 0.56 \times A_{450}] \times V / W$

$\text{可溶性糖含量}(\text{nmol} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW}) = (11.71 \times A_{450}) \times V / W$

式中:U 为酶活力单位; A_{ck} 为对照吸光度; A_{s} 为样品吸光度;V 为酶液总体积(mL);

V_{s} 为酶液加入量(μL);W 为叶片鲜重(g); $A_2 - A_1$ 为吸光度的增加值; $t_2 - t_1$ 为反应时间(min)。

相对酶活性指低磷胁迫下的酶活性与对照酶活性的比值,相对 MDA 含量和相对可溶糖含量指低磷胁迫下的含量与对照含量的比值。用 Excel2003 进行数据处理与作图,用 SPSS17.0 进行显著性检验。

2 结果与分析

2.1 低磷胁迫对玉米地上部生物学性状阶段性变化的影响

从表 1 可知,自交系 492 和 9782 苗期综合指数分别为 0.56 和 0.63,可见此时敏感型自交系已因缺磷而受到严重影响。拔节期为玉米营养生长迅速阶段,此时,敏感自交系的下部叶片严重枯死、株高下降,自交系受低磷胁迫的总体影响加大,综合指数大幅度下降。拔节期至灌浆期,综合指数变幅不大,但低磷胁迫延迟植株的生育期,敏感自交系尤为明显。苗期至灌浆期,511、178、492、9782 的综合指数平均值分别为 0.73、0.80、

0.47、0.40,即自交系的总体耐低磷能力为 178>511>492>9782。

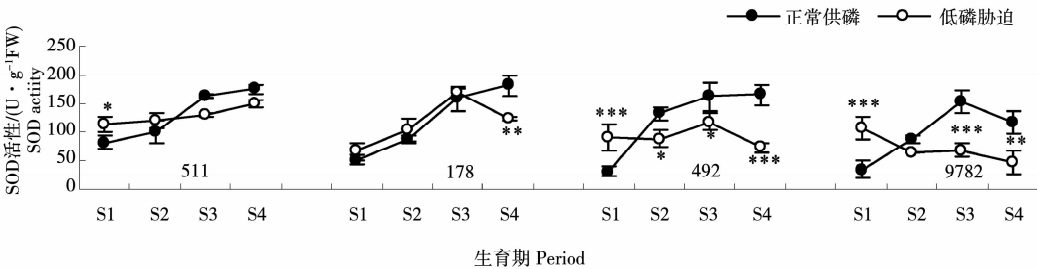
2.2 低磷胁迫对玉米叶片 SOD 活性阶段性变化的影响

正常供磷条件下,玉米苗期 SOD 活性最低,随后酶活性逐渐升高,511、178 和 492 的 SOD 活性从苗期至灌浆期一直持续上升,灌浆期达最大值。9782 的 SOD 活性在吐丝期最高,灌浆期略有下降。低磷胁迫下,SOD 活性总体表现为先高于对照后低于对照。4 个自交系分别在苗期(S1)、拔节期(S2)、吐丝期(S3)和灌浆期(S4)的相对 SOD 活性平均值分别为 1.90、0.93、0.76、0.61。

表 1 玉米地上部生物学性状耐低磷系数的阶段性变化

Table 1 Change of maize tolerance coefficients to low-P stress of shoot biological characters

自交系 Lines	生育期 Period	耐低磷系数 Coefficients of tolerance to low-phosphorus				综合 指数 Composite index	自交系 Lines	生育期 Period	耐低磷系数 Coefficients of tolerance to low-phosphorus				综合 指数 Composite index
		存活叶数	株高	茎粗	地上部干重				存活叶数	株高	茎粗	地上部干重	
		Survival	Plant	Stem	Dry weight				Survival	Plant	Stem	Dry weight	
		leaf number	height height	diameter	of above ground				leaf number	height height	diameter	of above ground	
511	苗期	0.87	0.82	0.92	0.85	0.86	492	苗期	0.71	0.64	0.63	0.41	0.56
	拔节期	0.82	0.79	0.76	0.53	0.69		拔节期	0.52	0.50	0.54	0.33	0.44
	吐丝期	0.73	0.66	0.70	0.58	0.65		吐丝期	0.45	0.47	0.57	0.37	0.45
	灌浆期	0.93	0.72	0.86	0.55	0.72		灌浆期	0.38	0.48	0.44	0.40	0.42
178	苗期	0.90	0.86	0.77	0.83	0.84	9782	苗期	0.59	0.67	0.56	0.65	0.63
	拔节期	0.90	0.76	0.77	0.73	0.78		拔节期	0.39	0.39	0.55	0.20	0.35
	吐丝期	0.73	0.80	0.86	0.80	0.80		吐丝期	0.37	0.37	0.37	0.27	0.33
	灌浆期	0.75	0.82	0.89	0.75	0.79		灌浆期	0.30	0.35	0.31	0.25	0.29



、、*、*、* 分别表示与对照间在 0.05、0.01、0.001 水平差异显著。下同。
*, * and * mean significant difference at 0.05, 0.01 and 0.001 levels. The same below.

图 1 不同供磷条件下玉米叶片 SOD 活性阶段性变化

Fig. 1 Change of SOD activity in maize leaves under different phosphorus treatment

耐敏自交系 SOD 活性受低磷胁迫影响程度不同。耐性自交系 SOD 活性受低磷胁迫的影响较小,511 和 178 的 SOD 活性分别仅在苗期和灌

浆期与对照的差异显著和极显著。敏感自交系 492 和 9782 苗期 SOD 活性因低磷胁迫大幅度上升,分别为对照的 2.88 倍和 3.06 倍,极显著高于

对照,但从拔节期起就一直低于对照,492 拔节期和吐丝期显著低于对照,灌浆期极显著低于对照,9782 吐丝期和灌浆期都极显著低于对照。从苗期至灌浆期,自交系 511、178、492 和 9782 相对 SOD 活性平均值分别为 0.98、0.97、0.75、0.72。

2.3 低磷胁迫对玉米叶片 POD 活性阶段性变化的影响

正常供磷条件下,玉米叶片 POD 活性变化趋势为苗期较低,拔节期最低,拔节期至灌浆期连续大幅度上升。低磷处理与对照的阶段变化特征相似,不同自交系 POD 活性随生育进程变化的规律比较一致。4 个自交系出苗期、拔节期、吐丝期和灌浆期相对 POD 活性的平均值分别为 1.33、1.02、0.66、0.62。

低磷胁迫下,耐性自交系 511 和 178 苗期

POD 活性上升幅度略大于敏感自交系,拔节期 POD 活性仍略高于对照,并在吐丝期和灌浆期保持较大的相对 POD 活性。敏感自交系 492 和 9782 的 POD 活性自拔节期开始低于对照,吐丝期和灌浆期都极显著低于对照。自交系 511、178、492 和 9782,苗期至灌浆期相对 POD 活性平均值分别为 0.86、0.91、0.65、0.59。

2.4 低磷胁迫对玉米叶片 MDA 含量阶段性变化的影响

正常供磷条件下,玉米叶片 MDA 含量随生育进程而不断增加。低磷胁迫下,4 个自交系 MDA 含量始终高于对照,苗期、拔节期、吐丝期和灌浆期相对 MDA 含量分别平均为 1.18、1.77、1.52、1.60,即低磷胁迫促进了玉米叶片的膜脂过氧化。

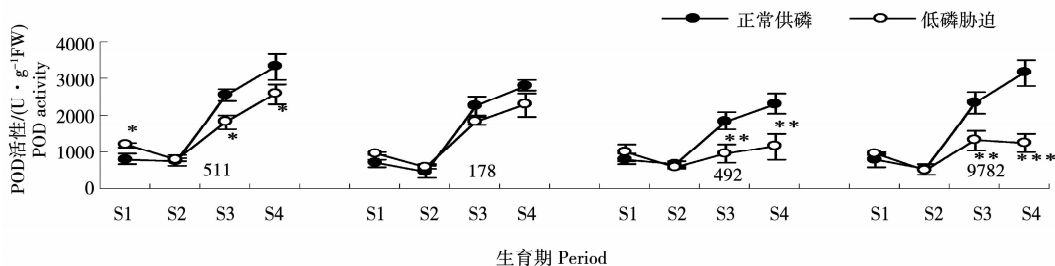


图 2 不同供磷条件下玉米叶片 POD 活性阶段性变化

Fig. 2 Change of POD activity in maize leaves under different phosphorus treatment

耐敏自交系 MDA 含量因低磷胁迫的增幅不同。低磷胁迫下,耐性自交系 511 在四个生育期 MDA 含量与对照差异都不显著;178 仅在灌浆期显著高于对照。敏感自交系 492 拔节期至灌浆期都显著或极显著高于对照,9782 苗期就显著高于

对照,拔节期后一致极显著高于对照。511、178、492 和 9782 苗期至灌浆期的 MDA 含量分别平均为对照的 1.17 倍、1.45 倍、1.91 倍、1.87 倍,即敏感自交系叶片膜脂化加剧程度大于耐性自交系。

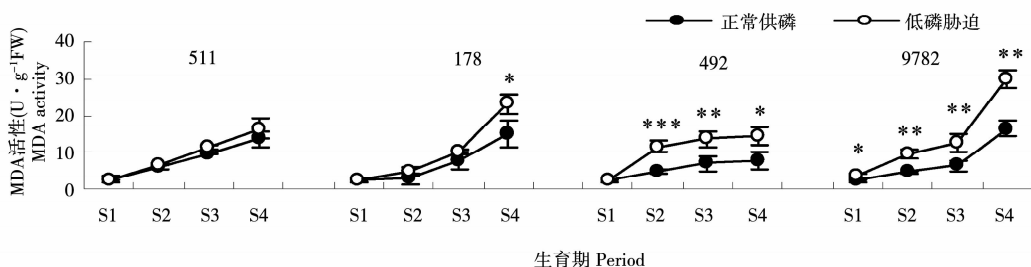


图 3 不同供磷条件下玉米叶片 MDA 含量阶段性变化

Fig. 3 Change of MDA content in maize leaves under different phosphorus treatment

2.5 低磷胁迫对玉米叶片可溶性糖含量阶段性变化的影响

正常供磷条件下,玉米叶片可溶性糖含量在拔节期最低,拔节期后持续上升。低磷胁迫下,可

溶性糖含量总体表现为早期高于正常供磷,后期低于正常供磷,苗期、拔节期、吐丝期和灌浆期相对可溶性糖含量平均值分别为 1.24、1.85、1.10、0.77。

不同磷效率自交系可溶性糖含量因低磷胁迫而升降的时间和幅度明显不同,耐性自交系 511 和 178 苗期至吐丝期一直高于对照,灌浆期才显著或极显著低于对照。敏感自交系 492 苗期和拔节期高于对照,灌浆期极显著低于对照;9782 苗

期至吐丝期与对照差异不显著,灌浆期极显著低于对照。可见,低磷胁迫下耐性自交系可溶性糖含量增加幅度较大,增加持续时间较长,511、178、492、9782 相对可溶性糖含量分别平均为 1.19、1.21、0.98、0.84。

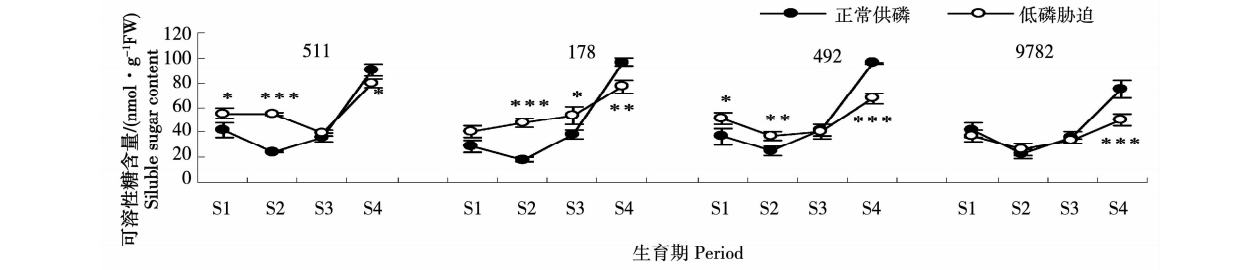


图 4 不同供磷条件下玉米叶片可溶性糖含量阶段性变化
Fig. 4 Change of soluble sugar content in maize leaves under different phosphorus treatment

3 讨论与结论

大量研究表明,植物的抗逆性强弱与抗氧化酶的活性有一定关系,但抗氧化酶系在逆境胁迫下的反应是复杂的。抗氧化酶活性的变化方向和幅度可能因胁迫类型、植物物种或品种的耐逆性甚至植株部位不同而不同,也会因为逆境胁迫的强度以及发生时期和持续时间长短而不同。植物在逆境胁迫下一般表现为抗氧化酶活性上升和 MDA 含量增加。但当胁迫超过一定范围或持续一定时间后抗氧化酶活性便会下降,而 MDA 含量则持续上升。耐性品种在相应逆境胁迫下一般能在较长时间维持较高的抗氧化酶活性,而 MDA 含量的增加幅度相对较小。因此,植物在逆境胁迫下的抗氧化酶活性和 MDA 含量的高低常被看作品种耐逆性强弱的生理指标。

矿质元素的缺乏也会引起植物体内活性氧代谢不平衡和相应清除系统的改变。有关低磷胁迫对植物氧化胁迫的产生及抗氧化酶系的变化已有不少研究。可以肯定,抗氧化酶系的变化及其对活性氧的清除也是植物耐低磷的生理机制。有关低磷胁迫下玉米抗氧化酶活性变化的研究报道较少,且多是对低磷胁迫短期内的研究^[6-9]。但低磷胁迫属于慢性伤害,对植株的影响存在长期缓慢累积效应,因此关于低磷胁迫下抗氧化酶活性在各生育期的变化特征的研究对于揭示玉米磷效率差异机理可能更为重要。本研究表明,低磷胁迫下,玉米叶片 SOD 和 POD 活性表现为早期高于对照后期低于对照,MDA 含量始终高于对照。

比较而言,耐低磷自交系 SOD 和 POD 活性受低磷胁迫影响较小,MDA 含量增幅较小,178 的 SOD 活性仅在灌浆期与对照差异极显著,POD 活性在整个试验期间与对照差异都不显著,MDA 含量仅在灌浆期极显著高于对照。511 的 SOD 活性仅在苗期与对照的差异显著,POD 活性在苗期显著高于对照,吐丝期和灌浆期显著低于对照,MDA 含量在整个试验期间与对照差异都不显著。耐性自交系可能因为对缺磷反应比较迟缓,所以胁迫早期 SOD 活性上升幅度小于敏感自交系,但胁迫下的 SOD 和 POD 活性都能在吐丝期和灌浆期较长时间内维持在较高水平,这可能有利于延缓其在低磷胁迫下的衰老进程而保证植株长期而稳定的生长发育,植株茎叶营养转移到籽粒的时间也就较长,因此最终能获得较高产量。敏感自交系对低磷胁迫早期反应强烈,SOD 活性上升幅度大于耐性自交系,但随胁迫时间延长,SOD 活性迅速下降而低于对照,在生育后期酶活性下降幅度明显大于耐性自交系,且敏感自交系的相对 POD 活性始终低于耐性自交系。此外,敏感自交系在低磷胁迫下的 MDA 含量在较长时间内持续高于对照,MDA 的积累可能抑制了 SOD 和 POD 活性,从而促使抗氧化酶系统丧失功能,进一步加重膜系统受损,这势必削弱植株的长势,加速其衰老进程。

可溶性糖含量是植物体内物质代谢的重要指标,可反映碳水化合物的合成和运输情况,同时与植物的抗性、衰老、光合作用和产量形成密切相关。植物组织中的可溶性糖含量可因供养状况和

植物本身的发育进程而变化。比如,氮素形态可以影响棉花苗期各器官中可溶性糖的含量和单株可溶性糖积累量^[13]。低磷胁迫下,磷低效油菜品种可溶性糖含量变化不显著,而磷高效品种可溶性糖含量升高,从而具有较强的保水能力^[14]。另据报道,小麦体内脯氨酸和可溶性糖等有机物含量的增加有利于提高植株的保水能力,而且小麦的磷效率与抗旱性显著相关^[15-16]。研究表明,低磷胁迫下,玉米叶片可溶性糖含量早期高于对照后期低于对照。耐性自交系在低磷胁迫早期可溶性糖含量增加幅度较大,且增加持续时间较长,如 178 在吐丝期可溶性糖含量依然明显高于对照,这可能有利于其植株干物质的积累,也可能有利于提高其在低磷胁迫下的抗旱能力。

参考文献:

- [1] 潘晓华,刘水英,李峰,等.低磷胁迫对不同水稻品种叶片膜脂过氧化及保护酶活性的影响[J].中国水稻科学,2003,17(1):57-60.
- [2] 李锋,李木英,潘晓华,等.不同水稻品种幼苗适应低磷胁迫的根系生理生化特性[J].中国水稻科学,2004,18(1):48-52.
- [3] 万美亮,邝炎华,陈建勋.缺磷胁迫对甘蔗膜脂过氧化及保护酶系统活性的影响[J].华南农业大学学报,1999,20(2):1-6.
- [4] 吴俊江,刘丽君,钟鹏,等.低磷胁迫对不同基因型大豆保护酶活性的影响[J].大豆科学,2008,27(3):437-441.
- [5] 敖雪,谢甫绶,张惠君,等.磷对不同磷效率基因型大豆保护

酶的影响[J].大豆科学,2009,28(1):67-71.

- [6] 范曾丽,王三根.不同基因型玉米自交系在低磷胁迫下的生理生化特性比较初探[J].西华师范大学学报,2005,26(3):257-261.
- [7] 范曾丽,王三根.玉米自交系在缺磷胁迫下的 5 种抗氧化酶活性变化的研究[J].西华师范大学学报,2007,28(1):14-19.
- [8] 陈俊意,吕学高.低磷胁迫下不同磷效率玉米某些特性的基因型差异[J].南方农业,2007,1(1):22-23,35.
- [9] 陈俊意,蔡一林,张文龙,等.玉米基因型磷效率及其相关生理性状的回归模型和主成分分析[J].西南农业学报,2008,21(2):396-401.
- [10] 连兆煌.无土栽培原理与技术[M].北京:中国农业出版社,1994:32.
- [11] 李合生.植物生理生化实验原理和技术[M].北京:高等教育出版社,2000:164-165,167-169,260-261.
- [12] 张燕,陈波,肖源灵,等.玉米自交系耐低磷特性鉴定[J].广东农业科学,2014,11(8):35-38.
- [13] 李存东,董海荣,李金才.不同形态氮比例对棉花苗期光合作用及碳水化合物代谢的影响[J].棉花学报,2003,15(2):87-90.
- [14] 李俊,张春雷,秦岭,等.不同磷效率基因型油菜对低磷胁迫的生理响应[J].中国油料作物学报,2010,32(2):222-228.
- [15] 姜东,陶勤南,曹卫星.渍水对小麦节间水溶性碳水化合物积累与再分配的影响[J].作物学报,2002,28(2):230-234.
- [16] 李虹,张锡梅.不同基因型小麦苗期对低磷和水分胁迫的反应[J].干旱地区农业研究,2001,19(1):72-78.

Effect of Low-P Stress on Maize Antioxidant System and Soluble Sugar Content

ZHANG Yan, CHEN Jing, TIAN Jun-xiong, TAN Xiao-long, TU Yun-biao, CHEN Bo

(Agronomy Department, Xichang College, Xichang, Sichuan 615013)

Abstract: In order to explore the antioxidant system of maize under low-P stress and the relationship between of the soluble sugar content change and resistant ability against low-P, maize inbred lines 511(HT), 178(HT), 492(HS) and 9782(HS) were potted in sand to study the low-P stress effect on the changes of maize antioxidant system and soluble sugar content. The results showed that the tolerance to low-P stress was 178>511>492>9782. Under low-P stress, SOD activity, POD activity and soluble sugar content were firstly higher than control and then lower, but the MDA content was higher than control all the time. The relative SOD activity at seedling, elongation, silking and filling stage averaged at 1.90, 0.93, 0.76 and 0.61 respectively. The average relative POD activity at the four stages were 1.33, 1.02, 0.66 and 0.62, average relative MDA content were 1.18, 1.77, 1.52 and 1.60, average relative soluble sugar content was 1.24, 1.85, 1.10 and 0.77, respectively. Compared with the HS lines, the SOD and POD activity of the HT lines was influenced less by low-P stress, MDA content increased less, but there was a larger increase of soluble sugar content at early stage.

Keywords: maize; low-P stress; antioxidase; MDA; soluble sugar