

根际低氧胁迫对水培番茄过氧化氢酶活性的影响

樊 严

(锦州农业科学院,辽宁 锦州 121017)

摘 要:为了促进水培番茄技术大面积推广,解决水培番茄栽培中根际低氧问题,试验以 10 个水培番茄品种为试材,研究了根际低氧处理对水培番茄过氧化氢酶(CAT)活性的影响。结果表明:在 30 d 的根际低氧处理过程中,根际低氧胁迫先激活了 CAT 活性,随着低氧时间的增加 CAT 活性逐渐降低;不同水培番茄品种 CAT 活性降低的程度不同;在根际低氧条件下 CAT 活性较强的番茄品种为“紫玫瑰”,酶活性较弱品种为“黄珍珠”。

关键词:根际低氧;番茄;过氧化氢酶

中图分类号:S 641.204⁺.7 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2015)08-0039-03

番茄是世界性的重要蔬菜,营养价值高,也是营养液栽培即水培中广泛应用的重要蔬菜之一。在营养液栽培过程中番茄经常面临根际低氧逆境。番茄如果营养液长期供氧不足会直接造成根系生长不良,从而影响产量。番茄根长期浸在缺氧营养液中非常容易腐烂^[1]。很多学者在不同的果蔬上进行了根系低氧逆境的研究,但关于水培番茄根际低氧逆境的研究很少。

研究表明植物在低氧胁迫条件下,体内会产生超氧自由基。植物体内在胁迫条件下的保护机制就是对活性氧的清除。植物在低氧胁迫逆境下会通过一系列的

生理生化代谢反应,来适应或缓解低氧胁迫所带来的伤害^[2]。在低氧胁迫下植物体内的超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)、过氧化氢酶(CAT)等酶活性增加^[3],致使活性氧数量增多,大量的积累^[4]。植物体的细胞内存在着多种抗氧化的分子和抗氧化酶,它们组成了植物体的抗氧化系统,这个系统可以使植物正常生理代谢产生的活性氧控制在一定水平从而使得植物不会受到活性氧的伤害。植物体内的抗氧化系统对植物维持正常生长发育起到了非常重要的作用^[5]。

抗氧化酶系统包括超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化氢酶(CAT)等。所有植物细胞中都存在过氧化氢酶(CAT),它可以将过氧化氢迅速分解为 H₂O 和 O₂。细胞中大部分的过氧化氢由 CAT 清除。该研究对 10 个番茄品种在根际低氧处理 30 d 内 CAT 活性进行分析,

作者简介:樊严(1975-),女,硕士,高级农艺师,现主要从事设施园艺栽培等研究工作。E-mail:fanyandd@126.com.

收稿日期:2014-11-10

Study on the Method of Measuring Pollen Viability and Pretreatment of Pollen

YANG Hong¹, YU He-ming², LI Xiao-yan¹, FENG Ying-ying¹

(1. College of Animal Science, Xichang College, Xichang, Sichuan 615013; 2. Tobacco Scientific Research Institute, Tobacco Company of Liangshan, Xichang, Sichuan 615013)

Abstract: Method of measuring pollen viability and pretreatment of pollen have very important significance for artificial pollination. Taking *Actinidia chinensis* as materials, the best way of measuring pollen viability and the effect of different treatments were studied. The results showed that, for pollen of flower bud, the method of TTC, the pollen viability was low, and the method of germination *in vitro* and the pollen viability was high. So, the best way of measuring pollen viability was methods of staining and germination. The rate of pollen germination was associated with the time, and for flower bud, the best way was separation of stamens and petals immediately for improving the rate of pollen germination; Pollen drying was associated with environmental condition, if the environment was suitable for drying pollen, it didn't need to use other drying methods.

Keywords: *Actinidia chinensis*; pollen viability; pollen germination; staining; germination *in vitro*

找到根际低氧胁迫下水培番茄酶活性的变化趋势,为抗低氧水培番茄选种育种以及水培番茄大面积推广提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试番茄品种:“佳红 5 号”、“佳红 4 号”来源于北京研益农科技发展中心生产;“中杂 106 号”,“中杂 108 号”由北京中蔬园艺良种研究开发中心生产;“丹红 F₁”、“黄珍珠”、“紫玫瑰”、“黑玉一号”、“春秀-3”购自北京凤鸣雅世科技发展有限公司;“红珍珠”购自北京南无科贸有限责任公司。

1.2 试验方法

选取供试 10 个水培番茄品种栽种。待番茄长出幼苗,选择长势一致的幼苗,选取每个品种中的 40~50 个植株进行试验。其中,50%品种用来进行低氧处理称为低氧组,50%进行对照试验称为对照组。对照组番茄幼苗采用管道栽培方法进行水培,循环营养液池中加氧泵 24 h 持续充气进行加氧。低氧组番茄幼苗洗净根系定植于相同规格的栽培池中,池内铺一层塑料薄膜,放营养液。栽培池上面盖上苯板,苯板上进行打孔,孔的半径 1.5 cm,每个孔栽植 1 株苗,孔的空隙用岩棉填充紧实,低氧组不用加氧泵加氧。番茄的日常管理与正常一样。试验时间为 30 d,每天 9:00 测量营养液中溶解氧,对照组溶氧浓度在 7.2~8.5 mg/L,低氧组溶氧浓度从 8.2 mg/L 降低至 3.4 mg/L。

处理后分别在低氧 10、20、30 d 取样测定各项指标。每组试验重复测定 3 次以上,取平均值。

1.3 项目测定

依据取样原则,从每处理选取 3 株植株,采用紫外吸收法进行 CAT 活性的测定。称取新鲜组织 0.5 g 置研钵中,加入 2~3 mL 4℃下预冷的 pH 7.8 磷酸缓冲液和少量石英砂,CaCO₃ 研磨成匀浆后,定容 10 mL。然后在 0~4℃下 4 000 r/min 离心 15 min,上清液即为 CAT 粗提液。4℃下保存备用。

样品酶活性测定:用移液管将 1.5 mL 磷酸缓冲液、0.3 mL 粗酶提取液、0.9 mL 超纯水加入 1 cm 石英比色皿,再加入 0.3 mL 底物溶液(即 0.1 mol/L H₂O₂ 溶液)混匀,并在 240 nm 处 5 min 内测定光密度,每隔 1 min 读数 1 次(所测酶液看实际情况,如在测定时间内 abs 变化过快则需稀释)。以 1 min 变化 0.05 为 1 个活力单位:

$$\text{酶活力}(\text{U} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}) = \frac{E_{240} \times \text{样品所测体积}}{0.05} \times$$

$\frac{\text{样品稀释倍数}}{\text{样品总体积}} \times \frac{1}{\text{样品重(g)}}$, 式中, E_{240} 为 240 nm 处每分钟光密度降低值的平均值。

1.4 数据分析

试验数据采用 SPSS 统计软件进行分析。

2 结果与分析

2.1 低氧处理 10 d 水培番茄 CAT 活性变化

由表 1 可以看出,低氧处理 10 d 所有番茄品种的低氧组 CAT 活性均高于对照,表明根际低氧使番茄体内 CAT 活性增强。并且 8 个品种与对照之间差异显著,表明根际低氧处理使得番茄植株内 CAT 活性显著的增强。“黄珍珠”、“佳红 4 号”植株内 CAT 活性增加不明显。与对照相比,增加比例最大的是“紫玫瑰”且与对照差异极显著。

表 1 低氧处理 10 d 番茄幼苗 CAT 活性

Table 1 CAT activity in tomato seedlings under hypoxia 10 days

品种编号 Variety No.	品种名称 Variety name	CAT 活性 CAT activity/(U · g ⁻¹ · min ⁻¹)		低氧/对照 Hypoxia /Control/ %	P 值 P value
		低氧组 Hypoxic group	对照组 The control group		
1	“佳红 5 号”	2.67±0.220	1.45±0.115	184.2±12.75	**
2	“佳红 4 号”	1.71±0.142	1.56±0.147	110.1±8.81	n
3	“中杂 106 号”	1.80±0.154	0.78±0.101	231.7±10.34	**
4	“中杂 108 号”	1.71±0.152	0.69±0.075	247.7±5.22	***
5	“丹红 F ₁ ”	1.65±0.214	0.63±0.106	261.7±11.21	**
6	“黄珍珠”	0.87±0.081	0.72±0.106	121.1±8.78	n
7	“紫玫瑰”	1.32±0.110	0.45±0.042	292.1±8.85	***
8	“黑玉一号”	0.62±0.085	0.24±0.042	257.2±12.37	**
9	“春秀-3”	1.80±0.151	1.23±0.121	146.4±11.60	**
10	“红珍珠”	1.12±0.118	0.75±0.104	149.1±4.72	*

注: * 表示与对照组比较差异显著(P<0.05), ** 表示与对照组比较差异较显著(P<0.01), *** 表示与对照组比较差异极显著(P<0.0001), n 表示与对照组比较差异不显著(P>0.05)。下同。

Note: * indicates compared with the control group were significantly difference (P<0.05), ** indicates the difference compared with the control group was more significantly difference (P<0.01), *** indicates compared with the control group were significantly different (P<0.0001), compared with control group, indicates the difference was not significant (P>0.05). The same below.

2.2 低氧处理 20 d 水培番茄 CAT 活性变化

由表 2 可以看出,低氧处理 20 d 后 8 个品种的 CAT 活性高于对照,其中“佳红 5 号”、“佳红 4 号”、“中杂 106 号”、“中杂 108 号”、“丹红 F₁”、“紫玫瑰”显著高于对照,“春秀-3”、“红珍珠”与对照差异不显著。“黑玉一号”、“黄珍珠”CAT 活性低于对照,“黄珍珠”品种酶活性显著低于对照。

2.3 低氧处理 30 d 水培番茄 CAT 活性变化

表 3 显示,低氧处理 30 d 仍有 7 个品种 CAT 活性比对照高,但却有了较大差异,其中“佳红 5 号”、“中杂 106 号”、“丹红 F₁”、“红珍珠”这 4 个品种的酶活性与对照无显著差异,而“佳红 4 号”、“中杂 108 号”、“紫玫瑰”CAT 活性与对照相比有明显的增高,比对照增加最多的是“中杂 108 号”。3 个品种“黄珍珠”、“黑玉一号”、“春秀-3”酶活性比对照有显著的降低,其中“黄珍珠”酶活性

表 2 低氧处理 20 d 番茄幼苗 CAT 活性

Table 2 CAT activity in tomato seedlings under hypoxia 20 days

品种编号 Variety No.	品种名称 Variety name	CAT 活性		低氧/对照 Hypoxia /Control/ %	P 值 P value
		CAT activity/(U · g ⁻¹ · min ⁻¹)			
		低氧组	对照组		
		Hypoxic group	The control group		
1	“佳红 5 号”	1.42±0.105	1.04±0.133	136.7±7.14	*
2	“佳红 4 号”	2.10±0.243	0.78±0.108	269.9±11.04	**
3	“中杂 106 号”	1.11±0.138	0.75±0.126	147.8±10.68	*
4	“中杂 108 号”	1.44±0.159	0.96±0.104	150.8±9.87	*
5	“丹红 F ₁ ”	1.80±0.106	1.20±0.150	150.4±10.75	**
6	“黄珍珠”	0.84±0.087	1.38±0.155	62.0±10.96	**
7	“紫玫瑰”	1.32±0.147	0.56±0.080	237.9±8.83	**
8	“黑玉一号”	0.36±0.130	0.60±0.181	59.8±5.51	n
9	“春秀-3”	1.02±0.171	0.78±0.179	131.4±8.11	n
10	“红珍珠”	1.05±0.231	0.77±0.147	136.4±3.66	n

比对照极显著降低。CAT 活性与对照相比,降低比例由大到小顺序为:“黄珍珠”、“黑玉一号”、“春秀-3”、“丹红 F₁”、“中杂 106 号”、“佳红 5 号”、“紫玫瑰”、“红珍珠”、“佳红 4 号”、“中杂 108 号”。

表 3 低氧处理 30 d 番茄幼苗 CAT 活性

Table 3 CAT activity in tomato seedlings under hypoxia 30 days

品种编号 Variety No.	品种名称 Variety name	CAT 活性		低氧/对照 Hypoxia /Control/ %	P 值 P value
		CAT activity/(U · g ⁻¹ · min ⁻¹)			
		低氧组	对照组		
		Hypoxic group	The control group		
1	“佳红 5 号”	0.79±0.101	0.60±0.127	132.4±11.73	n
2	“佳红 4 号”	2.04±0.218	1.41±0.123	144.1±8.22	*
3	“中杂 106 号”	0.28±0.106	0.21±0.085	130.1±12.77	n
4	“中杂 108 号”	1.62±0.121	1.05±0.125	155.8±10.70	**
5	“丹红 F ₁ ”	0.24±0.115	0.21±0.093	110.2±8.91	n
6	“黄珍珠”	0.54±0.099	1.56±0.130	34.7±4.17	***
7	“紫玫瑰”	1.80±0.104	1.35±0.095	133.4±4.30	**
8	“黑玉一号”	0.42±0.079	0.81±0.120	51.4±3.53	**
9	“春秀-3”	0.90±0.081	1.35±0.132	67.2±4.96	**
10	“红珍珠”	0.57±0.096	0.42±0.850	136.3±13.14	n

3 结论

水培根际低氧胁迫下,番茄植株体内 CAT 活性呈现先增加后逐渐减少的趋势。低氧处理 10 d,所有品种 CAT 活性低氧组与对照组比值大于 100%,但随着低氧处理时间增加比值逐渐减小,表明低氧使得番茄体内的 CAT 活性先增加后减少,但不同品种表现有差异,CAT 活性的峰值出现时间不同,50%以上品种 CAT 活性相对最高值出现在低氧 10 d,低氧 10 d 与对照比值最大的是紫玫瑰 292.1%,表明该品种 CAT 活性对低氧敏感,且 CAT 活性在低氧处理 30 d 内都维持在较高水平。

“黄珍珠”品种低氧处理 20 d、30 d 其 CAT 活性都显著低于对照,且低氧处理 30 d 后比对照降低了 65.3%,与对照呈极显著差异,表明该品种在根际低氧环境中 CAT 活性较弱。确定在根际低氧条件下 CAT 活性较强的番茄品种为“紫玫瑰”,酶活性较弱品种为“黄珍珠”。

参考文献

- [1] 王汝祥,徐志豪,季鹰,等. NFT 无土栽培营养液溶氧量的研究[J]. 农业工程学报,1991(12):55-62.
- [2] 汪天,王素平,郭世荣,等. 植物低氧胁迫伤害与适应机理的研究进展[J]. 西北植物学报,2006,26(4):847-853.
- [3] 胡晓辉,郭世荣,李璟,等. 低氧胁迫对黄瓜幼苗根系无氧呼吸酶和抗氧化酶活性的影响[J]. 武汉植物学研究,2005,23(4):337-341.
- [4] 杜秀敏,殷文璇,越彦修,等. 植物中活性氧的产生及清除机制[J]. 生物工程学报,2001,17(2):121-125.
- [5] 李忠光,李江鸿,杜朝昆,等. 在单一提取系统中同时测定五种植物抗氧化酶[J]. 云南师范大学学报(自然科学版),2002,22(6):44-48.

Effect of Rhizosphere Hypoxia Stress on Hydroponics Tomato CAT Enzyme Activity

FAN Yan

(Jinzhou Academy of Agricultural Sciences,Jinzhou,Liaoning 121017)

Abstract: In order to promote hydroponics tomato technology in large scale, solve hydroponics tomato cultivation in the root zone hypoxia problem, with ten hydroponics tomato varieties as test material, effect of rhizosphere hypoxia stress on tomato CAT activity was studied. The results showed that, during 30 days rhizosphere hypoxia stress, CAT activity was activated under the root zone hypoxia conditions firstly, then as hypoxia time increasing, CAT activity decreased; CAT activity decreased to varying degrees of different hydroponics tomato varieties; Under hypoxic conditions, the relative strong CAT activity tomato varieties was ‘Zimeigui’, the relative weaker tomato varieties was ‘Huangzhenzhu’.

Keywords: hypoxia; tomato; CAT