

不同品种苦瓜水培幼苗耐盐碱性研究初探

刘 斌¹, 周 延¹, 王景燕^{2*}, 龚 伟², 郑阳霞¹

(1. 四川农业大学 园艺学院, 四川 雅安 625014; 2. 四川农业大学 林学院, 四川 雅安 625014)

摘要: 以翠绿、长白和绿脆3种苦瓜(*Momordica charantia* L.)水培幼苗为试验材料,用 Na^+ 浓度依次为34.2 mmol/L、68.4 mmol/L、102.6 mmol/L和136.8 mmol/L的中性盐(NaCl)和碱性盐(Na_2CO_3)溶液进行处理,研究处理10 d后苦瓜幼苗有关生理特性对2种盐胁迫的响应。结果表明: NaCl 溶液处理下,苦瓜幼苗株高、茎粗、最大叶面积和叶绿素含量均随 Na^+ 浓度的增加而减少,过氧化物酶(POD)活性随 Na^+ 浓度的增加呈先下降后上升趋势,而根长和电导率则随 Na^+ 浓度的增加而增加; Na_2CO_3 溶液处理下各形态生理指标变化与 NaCl 溶液处理大体相似,但 Na_2CO_3 影响程度大于 NaCl 。说明盐碱胁迫均对苦瓜幼苗造成不同程度的伤害,但在相同 Na^+ 浓度胁迫下, Na_2CO_3 对苦瓜的伤害程度大于 NaCl ,即苦瓜对盐的忍耐程度高于碱。各品种苦瓜抗盐性大小为:翠绿>长白>绿脆。

关键词: 苦瓜; 幼苗; 水培; 耐盐碱性

中图分类号: S642.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-3268(2010)08-0096-05

Preliminary Research on Salt- and Alkali-tolerance of Hydroponics Seedlings from the Different Balsam Pear Cultivars

LIU Bin¹, ZHOU Yan¹, WANG Jing-yan^{2*}, GONG Wei², ZHENG Yang-xia¹

(1. Horticulture College, Sichuan Agricultural University, Ya'an 625014, China;

2. Forestry College, Sichuan Agricultural University, Ya'an 625014, China)

Abstract: The seedlings of three cultivars of balsam pear were treated with neutral salt (NaCl) and alkaline salt (Na_2CO_3) with the Na^+ concentration being 34.2 mmol/L, 68.4 mmol/L, 102.6 mmol/L and 136.8 mmol/L for 10 days to study their physiological characteristics responses. The results showed that with the increase of salt concentration, the seedling stature, stem diameter, biggest leaf area and chlorophyll content of balsam pear seedlings were decreased, and peroxidase (POD) was decreased at low Na^+ concentration and increased at high Na^+ concentration, while the root length and conductivity were increased with Na^+ concentration increasing; and the responses of those indexes under Na_2CO_3 stress were generally similar to NaCl , but the influence of Na_2CO_3 stress was more serious. This indicated that salt and alkali stress were harm to balsam pear seedlings, and the harm was more serious under Na_2CO_3 stress than under NaCl stress at the same Na^+ concentration. Therefore, the salt- and alkali-tolerance of the three cultivars ordered: Cuili>Changbai>Lücu.

Key words: Balsam pear; Seedling; Hydroponics; Salt- and alkali-tolerance

收稿日期: 2010-03-24

基金项目: 四川省“十一五”育种攻关课题(2006YZGG-10); 四川省教育厅项目(08zb038); 四川农业大学青年科技创新基金项目(00330900); 四川农业大学优秀学士论文培育

作者简介: 刘 斌(1987-), 男, 四川华蓥人, 本科, 主要从事园艺植物生理方面的研究。

*通讯作者: 王景燕(1980-), 女, 四川眉山人, 讲师, 在读博士研究生, 研究方向: 植物生理及林业生态工程。

盐胁迫已经成为世界上很多地区和国家农业生产的重要障碍因子^[1]。在我国日益扩大的内陆盐碱地中,除了富含 NaCl 的盐渍土外,很大一部分就是以 Na₂CO₃ 为主的苏打盐碱土^[2]。苦瓜 (*Momordica charantia* L.)是农业生产中较普遍的蔬菜之一,具有促进食欲、利尿活血、消炎退热、解疲劳、清心明目的功效^[3]。有关盐胁迫对园艺植物的影响在番茄、莴苣、黄瓜、白菜、羊草和向日葵等植物上已有不少研究^[4-8],但是盐胁迫对苦瓜苗期生长的影响,前人研究较少,关于碱胁迫还未见报道。陈坚等指出,苦瓜幼苗比种子对盐胁迫敏感,且幼苗耐盐极限也较低^[9]。为了研究盐碱胁迫对不同品种苦瓜的影响,对翠绿、长白、绿脆 3 个苦瓜品种幼苗在盐碱胁迫下的生理生化指标进行对比分析,初步建立了衡量苦瓜耐盐碱能力大小的标准,并结合盐碱胁迫对其抑制效应的差异,为苦瓜适应盐碱胁迫的生理机制研究以及耐盐碱苦瓜品种的筛选和培育提供依据。

1 材料和方法

1.1 供试材料

供试材料:四川绵阳生产的蓝山长白苦瓜(X1),四川绵阳生产的台湾绿脆苦瓜(X2),河北青县生产的翠绿苦瓜(X3)。

1.2 试验方法

设 4 个 NaCl 胁迫浓度处理(34.2、68.4、102.8、136.8mmol/L)和 4 个 Na₂CO₃ 胁迫浓度处理(17.1、34.2、51.3、68.4mmol/L),即 Na⁺ 浓度依次为 34.2、68.4、102.6、136.6mmol/L。每个处理 15 株苗,以完全营养液为对照,3 次重复。

苦瓜幼苗长至二叶一心时,选取长势一致的材料进行水培,营养液配方采用日本园试配方^[10],在此基础上依次加入相应的 NaCl 和 Na₂CO₃,以控制试验预期浓度。营养液每天换一次,处理 10d 后测定各处理苦瓜幼苗株高、根长、根冠比、最大叶面积、过氧化物酶(POD)活性、叶绿素含量和电导率。

测定方法:待苗期处理结束后,将每份材料的地

上部与地下部分开,测量其株高和根长,再称出地上部分与地下部分鲜质量,计算根冠比;从每株幼苗中选取面积最大的叶片,用裁剪重量法^[11]测定其面积;在每株幼苗的相同部位取叶片,用愈创木酚法^[11]测定其 POD 活性,参照 Wellburn^[12]的方法测定叶绿素含量,并根据电导率测定法^[11]判断幼苗抗逆性的强弱。

由于目前尚未有关于衡量苦瓜耐盐碱能力大小的标准,所以本试验参考《引进春小麦种质耐盐性的鉴定评价》^[13]的标准方法,并根据生长状况将苗情分为 6 级,分级标准为:0 级——生长正常,无受害症状;1 级——生长基本正常,个别叶片出现黄斑;2 级——植株生长减缓,个别叶片黄化或枯萎;3 级——植株生长减缓,3~4 片绿叶;4 级——植株生长非常缓慢,只有 1~2 片绿叶;5 级——植株停止生长,叶片全部黄化。按公式计算盐害指数,并根据耐盐性分级标准确定各材料的耐盐等级:1 级——高耐,盐害指数为 0~20.0%;2 级——耐盐,盐害指数为 20.1%~40.0%;3 级——中耐,盐害指数为 40.1%~60.0%;4 级——敏感,盐害指数为 60.1%~80.0%;5 级——高感,盐害指数为 80.1%~100.0%。

盐害指数 = $\frac{\sum_{N=0}^i (N \text{ 级苗数} \times N \text{ 级})}{5 \text{ 级} \times \text{总苗数}} \times 100\%$

2 结果与分析

2.1 NaCl 和 Na₂CO₃ 胁迫对苦瓜幼苗盐害指数的影响

盐害指数作为植物耐盐性鉴定指标,是植物在盐胁迫下的综合表现,可以衡量植物受到盐分胁迫时群体的伤害程度。由表 1 可知,3 个品种苦瓜盐害指数有明显的不同,翠绿苦瓜在不同浓度处理下盐害指数均明显低于其他 2 个品种,而蓝山长白又略低于台湾绿脆。此外,在 Na⁺ 浓度相同情况下,经过 Na₂CO₃ 处理的幼苗盐害指数明显高于受 NaCl 处理的幼苗,当 Na₂CO₃ 浓度达到 51.3mmol/L 以上时,幼苗经受不住胁迫,全部死亡。

表 1 NaCl 和 Na₂CO₃ 胁迫处理对苦瓜幼苗盐害指数的影响 %

品种	NaCl 浓度/(mmol/L)				Na ₂ CO ₃ 浓度/(mmol/L)			
	34.2	68.4	102.8	136.8	17.1	34.2	51.3	68.4
X1	20.00	50.00	74.67	88.67	42.00	74.67	—	—
X2	23.33	52.00	78.00	88.67	50.00	74.67	—	—
X3	11.33	36.67	59.33	71.33	36.67	52.00	—	—

2.2 NaCl 和 Na₂CO₃ 胁迫对苦瓜幼苗形态指标的影响

3 个品种苦瓜的对照处理均能保持正常生长,

无任何受害迹象,而经盐碱处理的材料表现出不同程度的盐害症状,如生长缓慢或停滞,新叶叶端卷

曲, 叶片黄化枯萎等。从表 2 可以看出, 盐碱处理的幼苗株高均有不同程度的降低, 但不同品种间存在差异, 其中, 翠绿下降最少, 在 NaCl 136.8 mmol/L 的胁迫下, 为对照的 49.2%; 在 Na₂CO₃ 34.2 mmol/L 的胁迫下, 为对照的 62.7%。同时, 受 Na₂CO₃ 处理的幼苗株高总体低于等 Na⁺ 浓度的 NaCl 处理的幼苗, 当 Na⁺ 浓度为 68.4 mmol/L 时,

盐碱胁迫下不同品种中以台湾绿脆幼苗株高相差最大。最大叶面积和茎粗均随 Na⁺ 浓度的增加而呈现下降趋势, 且 Na₂CO₃ 对幼苗的抑制明显强于 NaCl。与其他 3 个指标相反, 在 NaCl 胁迫下, 幼苗根长随着处理浓度的升高而增长, 而在 Na₂CO₃ 胁迫下, 幼苗的根长随着处理浓度的升高呈先增长后变短趋势。

表 2 NaCl 和 Na₂CO₃ 胁迫对苦瓜幼苗形态指标的影响

指标	品种	CK	NaCl 浓度/(mmol/L)				Na ₂ CO ₃ 浓度/(mmol/L)			
			34.2	68.4	102.8	136.8	17.1	34.2	51.3	68.4
株高/cm	X1	19.23	13.22	13.41	11.21	9.05	13.90	11.32	—	—
	X2	19.51	13.52	11.54	10.23	9.16	10.31	8.95	—	—
	X3	19.56	17.31	14.14	13.42	9.62	14.22	12.26	—	—
根长/cm	X1	7.50	7.80	8.21	10.10	11.02	11.35	4.56	—	—
	X2	6.82	7.54	8.03	10.55	13.05	10.37	3.88	—	—
	X3	5.04	8.40	9.21	10.13	11.31	12.65	4.86	—	—
最大叶面积/cm ²	X1	23.87	16.62	15.77	11.93	4.12	15.22	9.38	—	—
	X2	24.63	16.54	14.79	12.93	6.53	13.42	7.58	—	—
	X3	20.60	14.07	9.81	7.11	6.39	16.23	10.94	—	—
茎粗/cm	X1	0.52	0.50	0.48	0.43	0.40	0.49	0.41	—	—
	X2	0.56	0.54	0.51	0.45	0.41	0.47	0.42	—	—
	X3	0.61	0.59	0.57	0.53	0.51	0.56	0.51	—	—

2.3 NaCl 和 Na₂CO₃ 胁迫对苦瓜幼苗叶片 POD 活性的影响

从表 3 可知, 在 34.2~102.8 mmol/L 的 NaCl 处理浓度下, 随盐浓度增加, 苦瓜幼苗叶片 POD 活性呈逐渐下降趋势, 在 136.8 mmol/L 处理浓度下又明显上升, 但仍小于对照。这与时丽冉等^[14]、李妍^[15]的研究一致。而在 Na₂CO₃ 处理浓度下,

POD 活性呈逐渐下降趋势, 并未上升, 可能是 Na₂CO₃ 溶液的高 pH 环境抑制了 POD 活性。当 Na₂CO₃ 浓度为 34.2 mmol/L 时, 绿脆 POD 活性下降最为明显, 与对照相比下降了 29.5%, 翠绿 POD 活性下降最少, 与对照相比下降了 28.0%。由此可知, 翠绿苦瓜 POD 活性受 Na₂CO₃ 胁迫影响最小。

表 3 NaCl 和 Na₂CO₃ 胁迫对苦瓜幼苗叶片 POD 活性的影响

U/g

品种	CK	NaCl 浓度/(mmol/L)				Na ₂ CO ₃ 浓度/(mmol/L)			
		34.2	68.4	102.8	136.8	17.1	34.2	51.3	68.4
X1	367.5	332.5	290.2	237.5	316.7	282.3	263.2	—	—
X2	365.2	331.4	279.9	231.4	301.5	278.6	257.3	—	—
X3	382.5	357.5	282.5	240.3	322.4	286.1	275.4	—	—

2.4 NaCl 和 Na₂CO₃ 胁迫对苦瓜幼苗叶片叶绿素含量的影响

由表 4 可知, 苦瓜叶片的叶绿素含量明显受到盐碱胁迫的影响, 但 3 个品种间受影响的程度明显不同。Chl a 和 Chl b 含量随 NaCl 浓度的增加呈先上升后下降趋势, 在 Na⁺ 浓度为 68.40 mmol/L 时,

3 个品种叶绿素含量均达到最高点, 其中河北翠绿的含量高于其他 2 个品种。而随 Na₂CO₃ 浓度的增加, Chl a 和 Chl b 含量呈直接下降趋势, 这可能与盐碱对其作用机制不同有关。由图 1 可知, Chl a/Chl b 值随着 NaCl 和 Na₂CO₃ 溶液浓度的增加而下降, 这与朱进等^[16]的研究结果一致。

表 4 NaCl 和 Na₂CO₃ 对苦瓜幼苗叶片叶绿素含量的影响 mg/ g

指标	品种	对照	NaCl 浓度/(mmol/ L)				Na ₂ CO ₃ 浓度/(mmol/ L)			
			34. 2	68. 4	102. 8	136. 8	17. 1	34. 2	51. 3	68. 4
Chla	X1	0. 814	0. 861	0. 935	0. 816	0. 662	0. 584	0. 481	—	—
	X2	0. 823	0. 864	0. 933	0. 774	0. 652	0. 592	0. 487	—	—
	X3	0. 828	0. 872	0. 968	0. 833	0. 683	0. 776	0. 537	—	—
Chlb	X1	0. 349	0. 399	0. 458	0. 401	0. 329	0. 276	0. 234	—	—
	X2	0. 358	0. 403	0. 456	0. 382	0. 324	0. 269	0. 224	—	—
	X3	0. 362	0. 421	0. 476	0. 422	0. 351	0. 368	0. 258	—	—

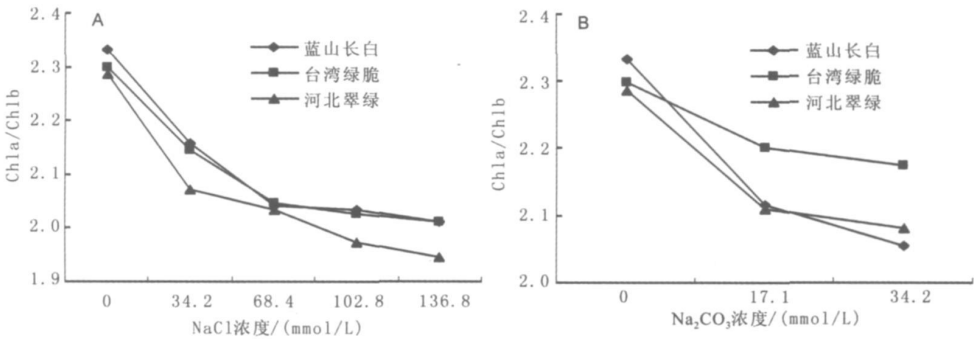


图 1 NaCl(A)和 Na₂CO₃(B)对苦瓜幼苗叶片 Chl a/ Chlb 的影响

2.5 NaCl 和 Na₂CO₃ 胁迫对苦瓜幼苗细胞膜透性的影响

细胞膜透性的上升与盐碱胁迫处理有关, 细胞内膜结构破坏, 则透性增加, 组织相对电导率增大, 因此, 细胞膜透性完整性可用相对电导率大小表示。苦瓜经过 NaCl 和 Na₂CO₃ 处理后电导率的变化见表 5, 随着盐碱浓度的增加, 苦瓜幼苗叶片相对电导率与对

照相比不断增大, 其中以台湾绿脆变化最为明显, 在 NaCl 浓度为 136.8 mmol/ L 时, 高出对照 44.3%, 在 Na₂CO₃ 浓度为 34.2 mmol/ L 时, 高出对照 28.2%。膜透性增大程度: 绿脆> 长白> 翠绿。说明随着盐碱胁迫的增强, 细胞膜透性增大, 细胞内电解质渗漏量增多。这与於丙军等^[17] 关于 NaCl 对大麦幼苗根系蛋白质和游离氨基酸影响的研究结果一致。

表 5 NaCl 和 Na₂CO₃ 胁迫对苦瓜幼苗相对电导率的影响 %

品种	CK	NaCl 浓度/(mmol/ L)				Na ₂ CO ₃ 浓度/(mmol/ L)			
		34. 2	68. 4	102. 8	136. 8	17. 1	34. 2	51. 3	68. 4
X1	0. 124	0. 136	0. 150	0. 171	0. 181	0. 148	0. 163	—	—
X2	0. 131	0. 143	0. 154	0. 178	0. 189	0. 157	0. 168	—	—
X3	0. 119	0. 129	0. 145	0. 167	0. 175	0. 139	0. 157	—	—

3 结论与讨论

以 Na₂CO₃ 为主的碱性盐对植物造成的胁迫除了和 NaCl 共有的离子毒害、渗透胁迫之外, 还有高 pH 值以及高 pH 值造成的矿质元素的可利用性明显降低等因素。在这些胁迫因素中, 高 pH 值是首要的, 离子毒害次之, 渗透效应最小。试验结果显示, 碱性盐对植物的伤害作用明显大于中性盐。在盐碱胁迫下, 无论是苦瓜幼苗生长状况, 还是株高、根长、根冠比、最大叶面积, 均发生了明显变化。从

形态指标的变化可以看出, 河北翠绿受盐害影响最小, 蓝山长白次之, 台湾绿脆受影响最大。

POD 是植物体内重要的呼吸酶类, 其活性高低与酚类物质代谢、植物抗性密切相关。POD 活性在整个 NaCl 处理过程中呈先下降后上升的趋势, 136.8 mmol/ L NaCl 处理下其抗氧化功能的减少可能被其他酶活性的上升或植物体内渗透物质浓度的变化所弥补, 也就是说植物体内的酶可以通过共同协调作用来调节苦瓜的耐盐性。随着 Na₂CO₃ 浓度增加, Na₂CO₃ 处理的幼苗叶片 POD 的活性逐渐下

降,很可能是高 pH 环境抑制了酶的活性。根据试验结果分析推测,一方面,苦瓜细胞膜的通透性随盐碱溶液浓度的增加而增大,另一方面,当其无法通过外排的方式减轻盐胁迫的伤害时,就通过渗透物质进行调节,合成大量的渗透物质,增强细胞的保水能力。

有人认为,盐胁迫可以使叶片的叶绿素含量下降,且耐盐性越强的盐生植物的 Chla 和 Chlb 含量变化越小^[18]。因为叶绿素含量下降,光合作用受到抑制,植株代谢紊乱,降低了植株的抗逆性^[19]。但本研究结果与之不尽相同,在盐渍环境中,苦瓜叶片中的 Chla 和 Chlb 含量均先增加后下降。在低盐环境下 NaCl 可以导致叶绿体收缩,基质浓度增大,叶绿素含量增加。有研究表明,一定范围内的盐处理对盐生植物的叶绿素含量及光合能力有正刺激效应^[20],这是植物对盐胁迫的生理性适应。随着盐浓度变大叶绿素含量又下降,可能是高盐分抑制了叶绿素的合成。也有报道指出,盐胁迫下 Chlb 含量下降,可以减少对光能的捕获,降低活性氧的产生,减少对蛋白质的降解,使植物更加抗盐^[21]。而苦瓜幼苗叶绿素含量随着 Na_2CO_3 浓度增加呈下降趋势,可能是高 pH 使叶绿素酶失活,从而抑制了叶绿素合成。碱性盐处理的相对电导率明显大于中性盐,这进一步说明了碱性盐对苦瓜的伤害大于中性盐。

本试验研究了苦瓜形态指标和生理指标与耐盐性的关系,以平均盐害指数为评判标准能够很好地划分供试材料的耐盐等级。结果表明,在试验条件下,蓝山长白、台湾绿脆、河北翠绿的盐害指数有较大区别,抗盐性大小为:翠绿>长白>绿脆。苦瓜幼苗株高、最大叶面积、根长、茎粗、POD 活性、叶绿素含量和电导率的变化趋势与其耐盐性变化趋势相似,能够反映出植株耐盐性的强弱,可以作为衡量植株耐盐性强弱的参考指标。由于盐碱地大部分为盐碱相伴而生,情况较复杂,今后应加强混合盐溶液对植物影响的研究。

参考文献:

- [1] Munns R. Comparative physiology of salt and water stress[J]. Plant Cell and Environment, 2002, 25: 239-250.
- [2] 薛延丰,刘兆普.不同浓度 NaCl 和 Na_2CO_3 处理对菊芋幼苗光合及叶绿素荧光的影响[J].植物生态学报, 2008, 32(1): 161-167.
- [3] 吕家龙.蔬菜栽培学各论(南方版)[M].3版.北京:中国农业出版社,2006:193.

- [4] 韩春梅,李春龙,贺阳东,等.盐胁迫对莴苣种子萌发及幼苗生长的影响[J].长江蔬菜:学术版,2008(12b): 23-24.
- [5] 崔辉梅,陈曾.盐胁迫对白菜种子萌发和幼苗生长的影响[J].安徽农业科学,2006,34(18): 4680-4682.
- [6] 戴伟民,蔡润,潘俊松,等.盐胁迫对番茄幼苗生长发育的影响[J].上海农业学报,2002,18(1): 58-62.
- [7] 颜宏,赵伟,石德成,等.碱胁迫对羊草和向日葵的影响[J].应用生态学报,2005,16(8): 1497-1501.
- [8] 韩春梅,李春龙,贺阳东,等.盐胁迫对3个黄瓜品种种子萌发及幼苗生长的影响[J].安徽农业科学,2009,37(2): 480,546.
- [9] 陈坚,周木虎.盐胁迫对不同苦瓜品种萌发及幼苗生长的影响[J].湘潭师范学院学报:自然科学版,2002,12(4): 44-48.
- [10] 张福墁.设施园艺学[M].北京:中国农业大学出版社,2007: 234.
- [11] 熊庆娥.植物生理学实验[M].成都:四川科学技术出版社,2008: 55,62,72.
- [12] Wellburn A R. The spectral determination of chlorophylls a and b, as well as total carotenoids using various solvents with spectrophotometers of different resolution[J]. Journal of Plant Physiology, 1994, 144: 307-313.
- [13] 马雅琴,翁跃进.引进春小麦种质耐盐性的鉴定评价[J].作物学报,2005,31(1): 58-64.
- [14] 时丽冉,张文文.干旱和盐胁迫对小麦过氧化物同工酶的影响[J].衡水学院学报,2008,8(4): 50-52.
- [15] 李妍.盐胁迫对中华补血草生长和保护酶活性的影响[J].种子,2007,12(12): 76-79.
- [16] 朱进,别之龙.盐胁迫对3种黄瓜砧木幼苗光合特性的影响[J].园艺学报,2007,34(6): 1418-1424.
- [17] 於丙军,章文华,刘友良.NaCl 对大麦幼苗根系蛋白和游离氨基酸的影响[J].西北植物学报,1997,17(4): 439-445.
- [18] Rao G G, Rao G R. Pigment composition and chlorophyllase activity in pigment pea and gingelly under NaCl salinity[J]. Indian Journal Experimental Biology, 1986, 19: 768-770.
- [19] 张润花,郭世荣,李娟.盐胁迫对黄瓜根系活力、叶绿素含量的影响[J].长江蔬菜,2006(2): 47-49.
- [20] 陈长平,王文卿,林鹏.盐度对无瓣海桑幼苗的生长和某些生理生态特性的影响[J].植物学通报,2000,17(5): 457-461.
- [21] Valentina M. Activities of SOD and the ascorbate glutathione cycle enzymes in subcellular compartments in leaves and roots of the cultivated tomato and its wild salt-tolerant relative *Lycopersicon pennellii*[J]. Plant Physiology, 2000, 110(1): 42-51.