

盐胁迫下白刺试管苗的生长与耐盐响应

张艳萍¹, 唐小刚²

(1. 甘肃省农业科学院生物技术研究所, 甘肃 兰州 730070; 2. 甘肃省农业科学院林果花卉研究所, 甘肃 兰州 730070)

摘要: 通过测定不同梯度盐胁迫下白刺试管苗的生长指标和根茎的抗性生理指标, 探讨了白刺试管苗的耐盐特性。结果显示: 从白刺的形态生长看, 在 NaCl 浓度为 100 mmol/L 时, 白刺试管苗长势最优, 浓度为 200 mmol/L 时, 白刺试管苗长势有所下降, 但仍能正常生长。从各抗性生理指标看, NaCl 浓度为 50 mmol/L 和 100 mmol/L 时, 茎叶和根的多数抗性指标值小于对照; NaCl 浓度在 150 mmol/L 和 200 mmol/L 时, 茎叶和根的多数抗性指标值就开始逐渐增加, 大于对照。说明 NaCl 浓度在 100 mmol/L 以内时, 对白刺试管苗的生长有促进作用, 甚至提供了白刺生长所需的营养, 并未产生胁迫。NaCl 浓度大于 100 mmol/L 之后, 对白刺试管苗的生长开始逐渐产生胁迫, 但白刺通过自身抗逆性机制调节, 在 NaCl 浓度为 200 mmol/L 时还能正常生长。

关键词: 白刺; 试管苗; 盐胁迫; 抗盐性

中图分类号: S793 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2020)08-0027-05

doi: 10.3969/j.issn.1001-1463.2020.08.007

盐胁迫会引起渗透胁迫, 导致植物体内离子失衡、增加植物体内的活性氧从而对植物产生氧化伤害, 这些变化将会抑制植物的生长、影响植物的健康, 甚至导致

死亡^[1]。为了适应不良环境, 植物经过长期自然选择会形成自身的一些耐盐机制, 这些机制主要包括渗透调节、离子平衡、氧化解毒和植物激素调控^[2]。

收稿日期: 2020-04-03

作者简介: 张艳萍(1978—), 女, 甘肃武威人, 助理研究员, 主要从事植物逆境胁迫研究工作。联系电话: (0931)7612683。

通信作者: 唐小刚(1976—), 男, 甘肃临洮人, 助理研究员, 研究方向为园林绿化及花卉育苗繁殖。Email: 474828569@qq.com。

RADO D, PÉREZ-ARTÉS E, et al. Detection of the nondefoliating pathotype of *Verticillium dahliae* in infected olive plants by nested PCR[J]. Plant Pathology, 2001, 50 (5): 609-619.

[12] 魏春芝, 刘朝霞, 武贵元, 等. 山东部分地区棉花黄萎病菌的致病类型及毒性分析[J]. 山东农业科学, 2015(12): 80-84.

[13] YAN W X, SHI Y X, CHAI A L, et al. *Verticillium* wilt of okra caused by *Verticillium dahliae* Kleb. In China[J]. Mycobiology, 2018, 46(3): 1-6.

[14] 黄仲生. 茄子黄萎病病原菌鉴定及防治研究[J]. 吉林蔬菜, 1997(6): 15.

[15] 王丽丽, 蔡超, 罗明, 等. 马铃薯黄萎

病研究现状[J]. 生物安全学报, 2017, 26 (1): 30-38.

[16] 王成成. 几种植物黄萎病原鉴定、致病性分化和棉花不同生育期感病性研究[D]. 石河子: 石河子大学, 2017.

[17] AMYOTTE S G, TAN XIAOPING, PENNER-MAN K, et al. Transposable elements in phytopathogenic *Verticillium* spp.: insights into genome evolution and inter- and intra-specific diversification[J]. BMC Genomics. 2012, 13 (16): 314

[18] 谢成建. 大丽轮枝菌致病及微菌核形成相关基因研究进展[J]. 生物技术通报, 2018, 34 (4): 51-59.

(本文责编: 陈伟)

白刺是具有多分枝、耐盐碱、耐干旱等特性的低矮灌木^[3]，广泛的自然生长于盐渍化坡埂高地和荒漠地区，能够有效改善土壤肥力，为其他植物群落创造生存条件，是荒漠、盐碱地重要的建群种^[4-6]。一些学者对白刺在盐胁迫下的生长和各种生理反应进行了初步的研究^[7-10]，但对白刺在组培条件下进行盐胁迫，其生长特征和体内主要渗透调节物质的积累特征等研究的较少，本研究做了一些相关工作，以期今后在组培水平上研究其与锁阳接种奠定一些理论基础。

1 材料与方法

1.1 供试材料

无菌白刺试管苗由甘肃省农业科学院生物技术研究所提供。白刺试管苗生长至 2~3 片真叶时剪取其幼嫩茎段，去掉基部叶片，获得单芽茎段作为试验材料。

1.2 试验方法

试验采用单因素随机区组设计。设置的 NaCl 梯度有 0(CK)、50、100、150、200 mmol/L，将准确称量的 NaCl 加到增殖培养基中，分别装入锥形瓶，封口后高压灭菌。在超净工作台上将生长良好的白刺幼嫩茎段接入到不同盐浓度培养基上，在组培室中进行继代培养和 NaCl 胁迫处理 40 d。每处理 10 瓶，每瓶接 5 株外植体，重复 3 次。

1.3 培养条件

基本培养基为含有 3%蔗糖和 0.7%琼脂的 MS 培养基，附加各种植物生长调节剂，pH 为 5.8~6.0。组培室温度(25±2)℃，光照强度 2 000~3 000 lx，光照时间 14 h/d (如无特别说明均为以上培养环境)。

1.4 数据统计与处理

处理 40 d 后测定形态生长指标以及抗性生理指标，每处理梯度均重复 3 次。生长指标包括根长、株高、根冠比等，抗性生理指标包括丙二醛含量、根系活力以及抗氧化系统酶活性等。丙二醛含量按 Fryer 等^[11]的方法测定，根系活力采用 TTC 法测定^[12]，SOD 活性采用氮蓝四唑比色法测定^[13]，POD 活性参考 Chance 等^[14]的方法测定，CAT 活性按照 Aebi^[15]的方法测定。

1.5 数据统计与处理

用 Excel 2007 对数据进行绘图与计算各指标的抗盐系数，用 SPSS 22.0 软件进行数据处理。

2 结果与分析

2.1 不同浓度 NaCl 对白刺生长的影响

对在添加不同浓度 NaCl 培养基中生长的白刺试管苗进行了根长、株高和根冠比(质量比)统计结果(表1)表明，随着 NaCl 浓度的增加，白刺的根长随之不断增加，NaCl 浓度为 150 mmol/L 和 200 mmol/L 时，根长均较 CK 显著增加；白刺的株高，在添加 NaCl 的培养基中生长的试管苗均较 CK 有所增高，NaCl 浓度为 100 mmol/L 时极显著增高。根冠比随着盐浓度的增加呈先降低后增高的趋势，CK 的根冠比均极显著高于在 NaCl 中生长的试管苗。总体看，白刺试管苗在添加 NaCl 的培养基中生长时，NaCl 对其生长起促进作用。

2.2 不同浓度 NaCl 对白刺根系活力的影响

根系活力是客观地反应根系生命活动的生理指标，其活力大小可在一定程度上反应植株的生长能力^[16]。如图 1 所示，根

表 1 不同 NaCl 浓度对白刺形态生长的影响

NaCl 浓度 (mmol/L)	根长 /cm	株高 /cm	根冠比
0(CK)	6.78±0.74 bB	8.42±0.11bB	1.250 5±0.020 8aA
50	7.94±0.55bAB	11.03±0.35abAB	0.852 6±0.020 8cC
100	8.08±0.10bAB	13.27±0.44aA	0.513 6±0.015 3eE
150	9.70±0.40aAB	10.23±0.34bAB	0.620 0±0.015 3dD
200	11.08±0.27aAB	9.75±0.76bAB	1.025 4±0.020 8bB

系活力随着 NaCl 浓度的增加呈先升高后降低的趋势。NaCl 浓度为 100 mmol/L 时，根系活力达到最大值，较 CK 增加了 2.8 倍，与 CK 差异极显著；NaCl 浓度大于 100 mmol/L 时，根系活力明显降低，均小于对照但差异不显著。

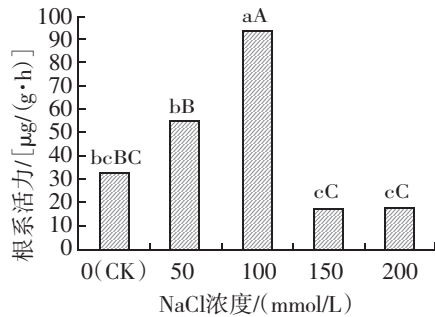


图 1 不同 NaCl 浓度对白刺根系活力的影响

2.3 不同 NaCl 浓度对白刺组织内丙二醛含量的影响

丙二醛(MDA)是植物逆境下膜脂过氧化作用的最终产物，对细胞膜有毒害作用，其含量反映膜脂过氧化程度^[17]。从图 2 可以看出，白刺组培苗茎叶中丙二醛含量随着 NaCl 浓度的增加呈先升高后降低的趋势，NaCl 浓度为 100 mmol/L 时达到最大值，较 CK 增加了 1.9 倍，与 CK 差异极显著；而根中丙二醛含量随着 NaCl 浓度的增加呈先降低后升高的趋势，NaCl 浓度为 50 ~ 100 mmol/L 时较 CK 降低，随后随着 NaCl 浓度的增加开始升高，升高幅度与 CK 差异不显著。

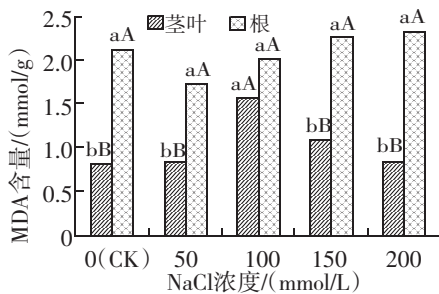


图 2 不同 NaCl 浓度对白刺丙二醛含量的影响

2.4 不同浓度 NaCl 对白刺组织内抗氧化系统酶活性等指标的影响

在植物细胞中，SOD 是用来清除 ROS 的首要物质。SOD 可有效清除盐胁迫下植

物体内产生的大量 O²⁻，同时产生 H₂O₂。植物的耐盐性有赖于它对活性氧毒害的清除能力^[17]。从图 3 可以看出，白刺试管苗的茎叶和根中的 SOD 活性均随着 NaCl 浓度的增加呈先降低后升高的趋势。NaCl 浓度为 50 ~ 100 mmol/L 时，与 CK 相比都是降低的；在 NaCl 为 150 ~ 200 mmol/L 时，较 CK 都有升高。茎叶中的 SOD 活性，NaCl 浓度为 200 mmol/L 时与 CK 相比显著升高，升高幅度达 180%，其余间均差异不显著。根中的 SOD 活性，盐处理下与 CK 相比均无显著差异。

POD 可清除多种类型的活性氧，在植物体内清除活性氧过程中起着重要作用^[17]。从图 4 可以看出，白刺试管苗茎叶和根中的 POD 活性均随着 NaCl 浓度的增加呈先降低后升高的趋势。NaCl 浓度为 50 ~ 100 mmol/L 时，根中 POD 活性较 CK 显著降低；茎叶中的 POD 活性也降低，但与 CK 差异不显著。NaCl 浓度为 150 ~ 200 mmol/L 时，茎叶中 POD 活性均较 CK 升高，NaCl 浓度为 200 mmol/L 时极显著升高，升高幅度达

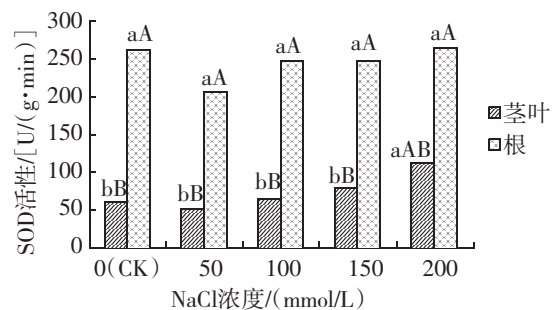


图 3 不同 NaCl 浓度对白刺根茎叶 SOD 活性的影响

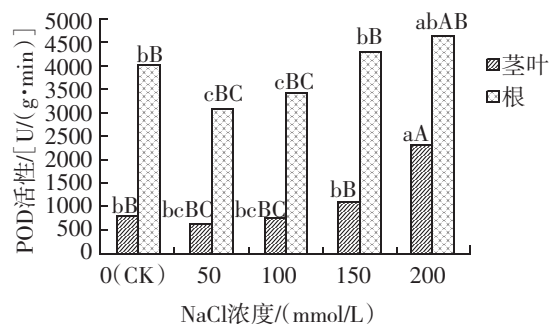


图 4 不同 NaCl 浓度对白刺根茎叶 POD 活性的影响

280%；根中 POD 活性也比 CK 升高，但差异不显著。

CAT 将细胞内过多的 H_2O_2 转变为 H_2O ，能有效清除 H_2O_2 对细胞的氧化作用，维持 H_2O_2 在一个低水平，从而保护细胞膜的结构。因此，植物体内存在 CAT 是其保护自身免受活性氧自由基毒害的关键^[17]。从图 5 可以看出，白刺试管苗的茎叶和根中的 CAT 活性随着 NaCl 浓度的增加呈逐渐增加的趋势。茎叶中 CAT 活性，NaCl 浓度为 50~100 mmol/L 时，比 CK 增加，但差异不显著；NaCl 浓度为 150 mmol/L 时比 CK 显著增加，在 200 mmol/L 时极显著增加。根中 CAT 活性均较 CK 极显著增加，在 NaCl 浓度为 200 mmol/L 时达最大值，较 CK 增加了 240%。

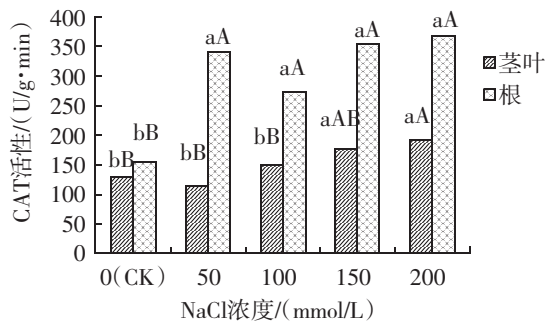


图 5 不同 NaCl 浓度对白刺茎叶、根 CAT 活性的影响

3 结论与讨论

在盐胁迫下，植物的生长速度和生物量的大小直观地反映其生长状态，体现植株的耐盐能力。从白刺的形态生长看，NaCl 浓度为 100 mmol/L 时白刺试管苗长势最优，反而对照的白刺试管苗长势不好，根黄化老化现象严重。在 NaCl 浓度为 200 mmol/L 的高浓度盐胁迫时，白刺试管苗长势有所下降，但是依旧能良好地正常生长。从各抗性生理指标看，NaCl 浓度在 50 mmol/L 和 100 mmol/L 时，茎叶和根的多数抗性指标值还小于对照；NaCl 浓度在 150 mmol/L 和 200 mmol/L 时，茎叶和根的多数抗性指标值就开始逐渐增加，大于对照。综合形态和抗性生理指标看，NaCl 浓度在 100 mmol/L

以内时，对白刺试管苗的生长有促进作用，甚至是提供了白刺生长所需的营养，并未产生胁迫。NaCl 浓度大于 100 mmol/L 之后，对白刺试管苗的生长开始逐渐产生胁迫，白刺通过自身抗逆性机制调节，在 NaCl 浓度为 200 mmol/L 时还能正常生长。

植物在盐胁迫下的生理生化反应十分复杂，任何一种生理指标均不能单独用来说明植物的耐盐能力。如 MDA 含量的多少代表膜损伤程度的大小，但也只是间接表示而不能直接反应植物膜受损情况，在分析时应该同时考虑 SOD、POD 对膜修复的速度和 CAT 对膜的保护能力，即使用它们的比率来衡量植物对逆境的反应更为合理^[18]。白刺茎叶几个指标的变化趋势以及根中几个指标含量所保持的相对稳定性，都很好地说明了白刺具有较强的耐盐代谢生理机制，有利于其在盐胁迫环境下的生长。

参考文献：

- [1] CHINNUSAMY V, ZHU J, ZHU J-K. Salt stress signaling and mechanisms of plant salt tolerance[J]. Genet. Eng. (N Y), 2006, 27: 141-177.
- [2] DEINLEIN U, STEPHAN A B, HORIE T, LUO W, et al. Schroeder JI. Plant salt-tolerance mechanisms[J]. Trends Plant Sci., 2014, 19: 371-379.
- [3] 倪建伟, 武香, 张华新, 等. 3 种白刺耐盐性的对比分析[J]. 林业科学研究, 2012, 25(1): 48-53.
- [4] 李双福, 张启昌, 张起超, 等. 白刺属植物研究进展[J]. 北华大学学报(自然科学版), 2005, 6(1): 78-81.
- [5] 卢树昌, 苏卫国. 重盐碱区白刺耐盐性及其利用研究[J]. 天津农学院学报, 2004, 11(4): 30-35.
- [6] 马启慧. 耐盐碱植物白刺的开发与利用[J]. 黑龙江农业科学, 2007(5): 116-117.
- [7] 王秀娟, 杨会青. 盐碱胁迫下西伯利亚白刺的渗透调节物质的变化[J]. 热带农业科学, 2010, 30(2): 34-36.
- [8] 张胜景, 杜卫军, 王文成. 西伯利亚白刺耐

2014 年甘肃省大豆品种区试白银点总结

高玉芳, 赵宝勰, 杜世坤, 赵振宁, 强旭阳

(白银市农业科学研究所, 甘肃 白银 730900)

摘要: 2014 年甘肃省大豆品种(系)区域试验白银点的试验结果表明, 参试品种(系)有 8 个较对照品种陇豆 2 号增产, 其中 6 个表现较好, 达到甘肃省大豆区域试验的增产要求。以汾豆 92 折合产量最高, 为 2 283.3 kg/hm², 较对照品种陇豆 2 号增产 172.2 kg/hm², 增产率 8.16%; 其次是汾豆 93, 折合产量为 2 277.8 kg/hm², 较对照品种陇豆 2 号增产 166.7 kg/hm², 增产率 7.90%; 0331 位居第 3, 为 2 272.2 kg/hm², 较对照品种陇豆 2 号增产 161.1 kg/hm², 增产率 7.63%; 陇黄 2 号、GZ11-277 均较对照品种陇豆 2 号增产 5.26%; 中黄 42 较对照品种陇豆 2 号增产 4.21%。以上 6 个品种抗倒伏、抗病、综合性状优良, 建议继续进行区域试验或生产试验, 进一步鉴定其丰产性和稳定性。

关键词: 大豆品种; 甘肃省区域试验; 2014 年; 白银

中图分类号: S565.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2020)08-0031-05

[doi: 10.3969/j.issn.1001-1463.2020.08.008](https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-1463.2020.08.008)

大豆是我国重要的经济作物, 从 20 世纪 90 年代开始, 我国的大豆产业经历了巨

收稿日期: 2019-09-12; **修订日期:** 2020-05-01

基金项目: 甘肃省特色作物产业技术体系项目; 甘肃省科技重大专项计划(18ZDZNA008)。

作者简介: 高玉芳(1967—), 女, 甘肃靖远人, 高级农艺师, 主要从事大豆育种研究工作。Email: 2321443138@qq.com。

通信作者: 赵振宁(1964—), 男, 甘肃会宁人, 高级农艺师, 主要从事大豆育种研究工作。Email: zzning2008@163.com。

- 盐性鉴定初步研究[J]. 安徽农学通报, 2006, 12(12): 37-38.
- [9] 吴春荣, 李亚, 张晓琴, 等. 不同品种白刺幼苗对盐胁迫的适应性研究[J]. 甘肃科技, 2009, 25(20): 154-155.
- [10] 闫永庆, 刘兴亮, 王 岷, 等. 白刺对不同浓度混合盐碱胁迫的生理响应[J]. 植物生态学报, 2010, 34(10): 1213-1219.
- [11] FRYER M J, ANDREWS J R, OXBOROUGH K, et al. Relation between CO₂ assimilation photosynthetic electron transport and active O₂ metabolism in leaves of maize in the field during periods of low temperature[J]. Plant Physiology, 1998, 116: 571-581.
- [12] 裴怀弟, 张敏敏, 刘新星, 等. NaCl 胁迫条件下马铃薯再生苗耐盐性研究[J]. 甘肃农业科技, 2014(11): 39-41.
- [13] BEYER W F, FRIDOVICH I. Assaying for superoxide dismutase activity: some large consequences of minor changes in conditions [J]. Analytical Chemistry, 1987, 161: 559-566.
- [14] CHANCE B, MAEHLY A C. Assay of catalases and peroxidases[J]. Methods in Enzymology, 1955, 2: 764-775.
- [15] AEBI H. Catalase in vitro[J]. Methods in Enzymology, 1984, 105: 121-126.
- [16] 张恩平, 张淑红. NaCl 胁迫对黄瓜幼苗子叶膜脂过氧化的影响[J]. 沈阳农业大学学报, 2001, 32(6): 446-448.
- [17] 谭会娟, 李新荣, 刘玉冰, 等. 盐胁迫下红砂愈伤组织的抗氧化能力与耐盐性研究[J]. 中国沙漠, 2013, 33(2): 549-553.
- [18] 赵 玮, 党占海, 张建平, 等. NaCl 胁迫对不同抗旱强度胡麻品种农艺性状和生理指标的影响[J]. 甘肃农业科技, 2016(11): 1-6.

(本文责编: 郑立龙)