

不同种类外源多胺缓解大豆盐胁迫伤害的研究

王 强¹, 尹相博²

(1. 浙江自然博物馆, 浙江 杭州 310012; 2. 华东师范大学, 上海 200241)

摘要: 为了提高盐碱地中大豆的产量, 以大豆品种晋豆 1 号为试验材料, 研究了 NaCl 胁迫下不同质量浓度精胺(Spm)、亚精胺(Spd)和腐胺(Put)对大豆幼苗生长性状、质膜透性以及酶活性的影响。结果表明: 在 100 mmol/L 的 NaCl 胁迫下, 大豆幼苗的株高和主根长相对生长率、过氧化物酶活性、过氧化氢酶活性均降低, 电解质相对电导率升高。喷施外源多胺可以缓解盐胁迫对大豆幼苗生长的抑制作用, 其中 100 mg/L Spd、150 mg/L Spm 和 150 mg/L Put 作用效果较佳。100 mg/L Spd 对主根长相对生长率的提高效果最好, 比单纯 NaCl 胁迫提高了 650.00%; 150 mg/L Spm 对过氧化物酶活性和过氧化氢酶活性的提高作用最明显, 分别比 NaCl 胁迫下高出 39.66% 和 57.94%; 150 mg/L Put 处理后, 株高相对生长率比 NaCl 胁迫下提高了 42.86%, 同时电解质相对电导率降低 35.23%。外源多胺在适宜质量浓度范围内对盐胁迫下大豆幼苗表现出的毒害性状的具有一定的缓解作用。

关键词: 大豆幼苗; 盐胁迫; 精胺; 亚精胺; 腐胺

中图分类号: S565.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1004-3268(2014)04-0048-04

Alleviative Effects of Different Kinds of Exogenous Polyamines on Salt Injury of Soybean Seedlings

WANG Qiang¹, YIN Xiang-bo²

(1. Zhejiang Museum of Natural History, Hangzhou 310012, China;

2. East China Normal University, Shanghai 200241, China)

Abstract: In order to improve the soybean yield in saline alkali soil, the soybean cultivar Jindou No. 1 was chosen as experimental material, and the effects of different kinds and concentrations of exogenous polyamines on the growth of soybean seedlings, membrane permeability and protective enzyme activities of soybean leaves under salt stress were studied. The results showed that under the stress of 100 mmol/L NaCl, the relative growth rates of plant height and main roots, the activities of peroxidase and catalase reduced, but the relative electric conductivity increased. The suppressive effects of salt stress on soybean seedlings could be alleviated by spraying exogenous spermine(Spm), spermidine(Spd), putrescine(Put), and the alleviative effects of 100 mg/L Spd, 150 mg/L Spm and 150 mg/L Put were significant. 100 mg/L Spd enhanced the taproot relative growth rate most, increased by 650.00% compared to NaCl stress; 150 mg/L Spm showed best enhancement effect on peroxidase activity and catalase activity, with 39.66% and 57.94% higher than that of NaCl stress, respectively; 150 mg/L Put made plant height relative growth rate increase by 42.86%, and relative electric conductivity reduce by 35.23% compared with NaCl stress. In a word, suitable concentration of exogenous polyamine has ability to relieve the poisoned characters of soybean under salt stress.

Key words: soybean seedlings; salt stress; spermine; spermidine; putrescine

收稿日期: 2013-11-18

作者简介: 王 强(1973-), 男, 浙江台州人, 馆员, 硕士, 主要从事植物研究。E-mail: ttwangqiang@163.com

土壤盐害导致的作物产量下降和可耕地减少极大地制约着农业的发展。目前,我国耕地中盐渍土面积约 3 460 万 hm^2 ^[1]。盐分是影响作物生长和产量的一个重要因子,高盐会造成作物减产甚至死亡,其中以 NaCl 对作物生长的影响最大。盐胁迫会降低水势并导致植物体内离子失衡,从而产生毒害^[2]。盐胁迫条件下,植物细胞叶绿体和线粒体电子传递中的泄露电子累积,活性氧大量产生,使细胞内发生氧化损伤和膜结构损伤,除此之外,还会使叶绿素降解、核酸断裂、蛋白质变性,严重时导致细胞死亡^[3-5]。

提高植物耐盐性是植物抗逆研究的主要课题之一,其中施加外源物质缓解盐胁迫是一种主要的抗盐方式,相关的研究逐渐成为热点。多胺(polyamines, Pas)是一类含有 2 个或更多氨基的化合物,主要包括精胺(spermine, Spm)、亚精胺(spermidine, Spd)、腐胺(putrescine, Put)和尸胺(cadaverine, Cad)等物质^[6]。多胺具有促进某些组织生长、提高植株抗性、延缓衰老等功效,对于膜的正常维持也起着重要的作用^[7]。大量试验显示,多胺具有延缓叶片衰老、提高种子活力和缓解植物盐害等作用^[8]。但其对盐胁迫下大豆的缓解效果还未见报道,因此以晋豆 1 号大豆作为试验材料,比较不同种类、不同质量浓度多胺对盐胁迫下大豆植株的缓解效果,为外源多胺在大豆生产中的应用提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 试验材料

供试大豆品种为耐盐性较弱的晋豆 1 号;试验药品包括精胺、亚精胺、腐胺、NaCl 等,均为天津市瑞金特化学品有限公司制造;珍珠岩为市购。

1.2 试验设计及处理

试验时间为 2013 年 6—8 月。取健壮饱满的大豆种子用 75% 的乙醇消毒 5 min,无菌水冲洗 3 次,选择 50 孔的塑料穴盘播种,以珍珠岩为基质。子叶展开后开始浇灌营养液(1/2 剂量的 Hoagland 营养液),每 2 d 浇 1 次,在温室中培养。展开 4 片叶后移栽单独培养,按照表 1 设置处理,进行试验。具体操作是第 1 天 NaCl 处理浓度为 50 mmol/L,2 d 后浓度增大到 100 mmol/L,此时定为胁迫开始。试验期间每天 19:00 分别向 T2—T10 处理的幼苗叶片喷施不同种类、不同质量浓度的多胺,对照(CK)和 T1 处理喷施等量的蒸馏水。每个处理选用 30 株苗,重复 3 次。

表 1 多胺缓解 NaCl 胁迫试验设计

处理编号	处理方法
CK	1/2 剂量的 Hoagland 营养液
T1	1/2 剂量的 Hoagland 营养液+100 mmol/L NaCl
T2	1/2 剂量的 Hoagland 营养液+100 mmol/L NaCl+50 mg/L Spd
T3	1/2 剂量的 Hoagland 营养液+100 mmol/L NaCl+100 mg/L Spd
T4	1/2 剂量的 Hoagland 营养液+100 mmol/L NaCl+150 mg/L Spd
T5	1/2 剂量的 Hoagland 营养液+100 mmol/L NaCl+50 mg/L Spm
T6	1/2 剂量的 Hoagland 营养液+100 mmol/L NaCl+100 mg/L Spm
T7	1/2 剂量的 Hoagland 营养液+100 mmol/L NaCl+150 mg/L Spm
T8	1/2 剂量的 Hoagland 营养液+100 mmol/L NaCl+50 mg/L Put
T9	1/2 剂量的 Hoagland 营养液+100 mmol/L NaCl+100 mg/L Put
T10	1/2 剂量的 Hoagland 营养液+100 mmol/L NaCl+150 mg/L Put

1.3 测定项目及方法

处理 10 d 后,每个重复随机选取 10 株进行测定。用直尺分别测量各植株的高度和主根长度,并计算出株高和主根长的相对生长率。株高相对生长率= $[\ln(10\text{ d 的株高})-\ln(0\text{ d 的株高})]/10$,主根长相对生长率= $[\ln(10\text{ d 的主根长})-\ln(0\text{ d 的主根长})]/10$ 。按照逢焕明等的方法测定电解质相对电导率^[9];过氧化物酶(POD)活性测定采用愈创木酚法^[10];过氧化氢酶(CAT)活性测定采用 KMnO_4 滴定法^[11]。

试验数据采用 SPSS 软件 Duncan 多重比较法进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 多胺对 NaCl 胁迫下大豆幼苗株高和主根长相对生长率的影响

从表 2 可以看出,仅在 NaCl 胁迫下,大豆幼苗株高相对生长率显著低于对照,比对照降低了 24.32%。T3、T7 和 T10 处理幼苗株高相对生长率较单纯 NaCl 胁迫幼苗分别提高了 14.29%、28.57%、42.86%。从主根长相对生长率来看,T3、T7 和 T10 处理的效果也较为明显,较单纯 NaCl 胁迫幼苗主根长相对生长率分别提高了 65.00%、216.67%、183.33%。

表 2 多胺对 NaCl 胁迫下大豆幼苗株高、主根长相对生长率的影响 $\text{cm}/(\text{cm} \cdot \text{d})$

处理编号	株高相对生长率	主根长相对生长率
CK	0.037±0.002b	0.032±0.002b
T1	0.028±0.002d	0.006±0.001d
T2	0.018±0.001f	0.036±0.003b
T3	0.032±0.003cd	0.045±0.003a
T4	0.026±0.005d	0.006±0.004d
T5	0.028±0.003d	0.004±0.003d
T6	0.018±0.001f	0.002±0.002d
T7	0.036±0.003b	0.019±0.003c
T8	0.028±0.002d	0.003±0.002d
T9	0.024±0.003e	0.015±0.004c
T10	0.040±0.004a	0.017±0.004c

注:同列数据后不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)。

2.2 多胺对 NaCl 胁迫下大豆幼苗电解质相对电导率的影响

表 3 显示,在 NaCl 胁迫下,大豆叶片的电解质相对电导率比对照明显升高,增加了 25.44%,细胞膜的通透性增加。添加不同种类外源多胺后,电解

质相对电导率表现不同程度地下降,表明多胺对盐毒害有一定的缓解作用。T3、T7、T10 处理的电解质相对电导率分别比单独盐胁迫状态下降低了 13.60%、22.81%、35.23%,表明 150 mg/L 的 Put 对盐胁迫下细胞膜毒害的缓解效果最好。

表 3 多胺对 NaCl 胁迫下大豆幼苗电解质相对电导率的影响

项目	处理编号										
	CK	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
电解质相对电导率/%	38.45d	48.23a	47.87ab	41.67c	38.23d	45.21b	43.23bc	37.23d	44.21bc	39.38cd	31.24e

注:同行数据后不同小写字母表示差异显著($P<0.05$),下同。

2.3 多胺对 NaCl 胁迫下大豆幼苗过氧化物酶活性的影响

由表 4 可知,在 100 mmol/L NaCl 胁迫下,大豆幼苗过氧化物酶的活性明显降低,在添加多胺后过氧化物酶的活性开始升高,其中 100 mg/L

Spd、150 mg/L Spm 和 150 mg/L Put 作用效果较佳,处理后过氧化物酶活性较 T1 分别提高 36.47%、39.66%、36.21%。表明多胺可以通过提高过氧化物酶活性而缓解 NaCl 胁迫对大豆幼苗的毒害。

表 4 多胺对 NaCl 胁迫下大豆幼苗 POD 活性的影响

项目	处理编号										
	CK	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
POD 活性/(U/g)	15 300b	11 600d	13 400c	15 830a	15 220ab	13 300c	15 100b	16 200a	13 700c	15 200b	15 800ab

2.4 多胺对 NaCl 胁迫下大豆幼苗过氧化氢酶活性的影响

从表 5 可知,在 100 mmol/L NaCl 胁迫下,大豆幼苗过氧化氢酶活性迅速降低,在添加不同多胺后,过氧化氢酶的活性开始上升,表明多胺

可以通过增加过氧化氢酶活性而起到部分缓解作用。Spd、Spm 和 Put 分别以 100 mg/L、150 mg/L 和 150 mg/L 处理缓解效果最佳,其过氧化氢酶活性分别较 T1 提高了 32.65%、57.94%、45.45%。

表 5 多胺对 NaCl 胁迫下大豆幼苗 CAT 活性的影响

项目	处理编号										
	CK	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
CAT 活性/(U/g)	18.21b	12.65e	13.34e	16.78c	14.34de	14.78d	17.56bc	19.98a	15.09cd	16.26c	18.40b

3 结论与讨论

目前,国内外对植物盐胁迫的研究越来越重视,盐胁迫的缓解物质也在不断的探索中增加,多胺作为一种普遍认可的抗逆物质被广泛运用。本试验结果表明,外源多胺在一定程度上可以提高盐胁迫下大豆幼苗的各项生长指标,缓解盐胁迫对大豆植株生长的抑制作用。同种多胺相比,亚精胺、精胺和腐胺分别以 100 mg/L、150 mg/L、150 mg/L 作用效果最佳。从株高相对生长率指标看,150 mg/L 的腐胺效果最好,与对照组相比已经无明显差别。当 100 mg/L 的亚精胺处理时,主根长相对生长率最高,为 0.045 cm/(cm·d),显著高于对照组,其对根生长起到了促

进作用。150 mg/L 的腐胺处理时,电解质相对电导率最低,比单独盐胁迫状态下降低了 35.23%。当施加 150 mg/L 的精胺时,大豆幼苗过氧化物酶和过氧化氢酶活性均最高,过氧化物酶活性达到 16 200 U/g,比单纯盐胁迫下提高了 39.66%,过氧化氢酶活性达到 19.98 U/g,比单纯盐胁迫下提高了 57.94%。

多胺缓解盐胁迫的主要原理是其带有正电荷的氨基,与带有负电荷磷酸基的 DNA 和 RNA 结合,促进植物细胞以及动物细胞中 DNA 的转录和 RNA 的翻译;它们能和膜上的蛋白质或磷脂结合,使膜保持稳定^[12]。尽管盐胁迫对植物的影响及植物的抗盐研究方面已有大量报道,但由于其机制十分复杂,有许多问题还有待探索。(下转第 55 页)

- 量与品质的影响[J]. 甘肃农业科技, 2011(6):5-8.
- [8] 陈小宝. 土壤连作产生的危害及防治措施[J]. 现代农业科技, 2009(22):24.
- [9] 吕卫光, 杨新民, 沈其荣, 等. 生物有机肥对连作西瓜土壤酶活性和呼吸强度的影响[J]. 上海农业学报, 2006, 22(3):39-42.
- [10] 张春兰, 吕卫光, 袁飞, 等. 生物有机肥减轻设施栽培黄瓜连作障碍的效果[J]. 中国农学通报, 1999, 15(6):67-69.
- [11] 邵孝侯, 刘旭, 周永波, 等. 生物有机肥改良连作土壤及烤烟生长发育的效应[J]. 中国土壤与肥料, 2011(2):65-67.
- [12] 殷丽萍, 阚建鸾. 根际施用微生物有机肥防治连作西瓜枯萎病效果研究[J]. 现代农业科技, 2011(18):185.
- [13] 关松荫. 土壤酶及其研究法[M]. 北京: 农业出版社, 1986.
- [14] 许光辉, 郑洪元. 土壤微生物分析方法手册[M]. 北京: 中国农业出版社, 1986.
- [15] Garabedian S, van Grundy S D. Use of avermectins for the control of *Meloidogyne incognita* on tomatoes [J]. Journal of Nematology, 1983, 15(4):503-510.
- [16] 白春明, 段玉玺, 陈立杰, 等. 番茄品种对南方根结线虫的抗性评价[J]. 中国蔬菜, 2010(6):33-37.
- [17] 王立刚, 李维炯, 邱建军, 等. 生物有机肥对作物生长、土壤肥力及产量的效应研究[J]. 土壤肥料, 2004(5):12-16.
- [18] 张建国, 聂俊华, 杜振宇. 复合生物有机肥在烤烟生产中的应用研究[J]. 植物营养与肥料学报, 2004, 10(4):424-428.
- [19] 李双喜, 沈其荣, 郑宪清. 施用微生物有机肥对连作条件下西瓜的生物效应及土壤生物性状的影响[J]. 中国生态农业学报, 2012, 20(2):169-174.
- [20] 陈芳, 肖同建, 朱震, 等. 生物有机肥对甜瓜根结线虫病的田间防治效果研究[J]. 植物营养与肥料学报, 2011, 17(5):1262-1267.

(上接第 50 页)

参考文献:

- [1] 刘志媛, 朱祝军, 钱亚榕, 等. 等渗 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 和 NaCl 对番茄幼苗生长的影响[J]. 园艺学报, 2001, 28(1):31-35.
- [2] 赵可夫, 范海. 盐生植物及其对盐渍生境的适应生理[M]. 北京: 科学出版社, 2005:39-40.
- [3] Scandalios J G. Oxygen stress and superoxide dismutase [J]. Plant Physiol, 1993, 101(1):7-12.
- [4] 郭伟, 于立河. 腐植酸浸种对盐胁迫下小麦萌发种子及幼苗生理特性的影响[J]. 麦类作物学报, 2012, 32(1):90-96.
- [5] 张润花, 郭世荣, 段增强. 外源腐胺对盐胁迫黄瓜幼苗生长、光合及膜脂过氧化物的影响[J]. 江苏农业学报, 2011, 27(4):836-841.
- [6] 周国贤, 郭世荣, 王素平. 外源多胺对低氧胁迫下黄瓜幼苗光合特性和质膜过氧化的影响[J]. 植物学通报, 2006, 23(4):341-347.
- [7] 覃凤云, 吕金印, 陆璃, 等. 外源精胺对水分胁迫下小麦幼苗保护酶活性的影响[J]. 西北植物学报, 2006, 26(1):86-91.
- [8] 王晓云, 邹琦. 多胺与植物衰老关系研究进展[J]. 植物学通报, 2002, 19(1):11-20.
- [9] 高俊凤. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006.
- [10] 邹琦. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.
- [11] 张志良, 瞿伟菁. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 高等教育出版社, 2003.
- [12] 刘彦超, 左仲武, 胡景江. 外源多胺对苹果幼苗生长及抗性的影响[J]. 西北林学院学报, 2010, 25(1):39-42.