不同种类外源多胺缓解黄瓜植株盐胁迫伤害的效应

姜惠丽　段九菊　郭世荣　杨顺萍　杨　晓　齐　敏

摘　要　采用营养液栽培,研究了盐胁迫下不同种类外源多胺对黄瓜幼苗株高、叶长、叶宽、主根根长及植株干、鲜质量的影响。结果表明,50 mmol·L^{-1} NaCl胁迫 1 d时幼苗株高即显著降低,胁迫 3 d时幼苗叶长和叶宽显著降低,胁迫 7 d时幼苗主根根长和植株干、鲜质量显著降低,且抗盐性较弱的津春 2号比抗盐性较强的长春密刺植株生长受抑制程度大。外源腐胺、亚精胺、精胺可以不同程度地缓解盐胁迫对黄瓜幼苗生长的抑制作用,缓解效果依次为亚精胺 >精胺 >腐胺,且 3种多胺对津春 2号的缓解效果优于长春密刺。

关键词　黄瓜幼苗　盐胁迫　腐胺　亚精胺　精胺

近年来,设施土壤次生盐渍化现象日趋严重。黄瓜是设施栽培中的一种主要蔬菜,解决黄瓜设施栽培土壤盐渍化问题是提高其经济效益的主要途径之一。目前国内外学者在提高黄瓜耐盐性方面做了大量研究工作,如通过生理和分子生物学手段筛选耐盐黄瓜品种[1-2]、采用黄瓜嫁接技术[3-4]、通过施用外源物质[5-6]等手段来提高黄瓜植株耐盐性。多胺(PAs)是生物代谢过程中产生的一类具有强烈生理活性的多聚脂肪族含氮碱,腐胺(Put)、亚精胺(Spd)、精胺(Spm)等在园艺植物的生长发育方面都发挥着重要作用[7]。近年来,国内外的研究开始集中在多胺对盐[8]、旱[9]、低氧[10]、冷[11]等逆境胁迫下高等植物生长发育的影响,但目前对外源多胺影响黄瓜耐盐性的报道尚少。本试验对不同种类多胺缓解黄瓜植株盐伤害的效果进行了比较研究,为施用外源多胺提高黄瓜耐盐性提供理论依据。

1　材料与方法

1.1　试验材料

试验于 2005年 9～11月在南京农业大学园艺学院玻璃温室中进行,供试黄瓜(*Cucumis sativus* L.)品种为抗盐性较强的长春密刺和抗盐性较弱的津春 2号[2]。种子经 55 ℃温水浸泡 15 min后,在 29 ℃恒温箱中催芽 24 h,播于装有石英砂的育苗盘中,温室昼温 25 ℃,夜温 15～18 ℃,自然光照。子叶展开后浇 1/2剂量的山崎黄瓜配方营养液。

10月 8日,第 3片真叶长出后,挑选生长一致的幼苗定植于装有 1剂量的山崎黄瓜配方营养液的水培槽中,气泵通气(40 min·h^{-1}),调节营养液 pH 6.3 ±0.1,EC 2.2～2.5 mS·cm^{-1}。试验期间,每 2 d调节 1次 pH,3 d更换 1次营养液。

1.2　试验方法

试验设 5个处理:A,正常营养液栽培(CK);B,50 mmol·L^{-1} NaCl;C,50 mmol·L^{-1} NaCl + 1.0 mmol·L^{-1} Put;D,50 mmol·L^{-1} NaCl + 0.5 mmol·L^{-1} Spd;E,50 mmol·L^{-1} NaCl + 0.1 mmol·L^{-1} Spm。定植后第 3天下午 6:00在 B、C、D、E营养液中添加分析纯 NaCl,同时(此后每天的同一时刻)向 C、D、E处理的植株叶片均匀喷施不同种类多胺,对照喷等量的蒸馏水。试验数据采用 SAS软件 Duncan多重比较进行统计分析。

1.3　测定项目

于处理 0、1、3、5、7 d测量幼苗株高、第 4片真叶的叶长和叶宽。处理 7 d时测定幼苗的主根根长和植株干、鲜质量。

姜惠丽,南京农业大学园艺学院,210095,E-mail: j1413315@126.com
段九菊,郭世荣(通讯作者,E-mail: srguo@njau.edu.cn),杨顺萍,杨晓,齐敏,南京农业大学园艺学院,210095

收稿日期:2006-10-26;修回日期:2006-12-29
基金项目:高校博士点基金科研项目(20050307031),江苏省农业三项工程项目[SX(2005)088],南京农业大学 SRT计划(0503A07)

2 结果与分析

2.1 不同种类外源多胺对 NaCl胁迫下幼苗株高、叶长和叶宽的影响

2.1.1 株高 图 1表明,NaCl处理 1 d时,黄瓜幼苗株高即显著降低;处理 7 d时,长春密刺的株高与正常营养液栽培的相比降低了 38.34 %,津春 2号降低了 39.17 %。不同种类多胺处理后,植株株高均比 NaCl胁迫处理有所提高。Put处理 7 d时,长春密刺和津春 2号株高分别比 NaCl胁迫处理增加 2.58 %和 10.00 %;Spm处理 5 d时,植株株高即显著高于 NaCl胁迫,处理 7 d时,长春密刺和津春 2号株高分别比 NaCl胁迫处理增加 14.58 %和 17.59 %;Spd处理 3 d时,植株株高显著高于 NaCl胁迫处理,处理 7 d时,长春密刺和津春 2号株高分别比 NaCl胁迫处理增加 25.04 %和 30.51 %。可见,3种外源多胺对 NaCl胁迫下植株株高的促进效果依次为 Spd > Spm > Put,且对津春 2号的促进效果比长春密刺明显。

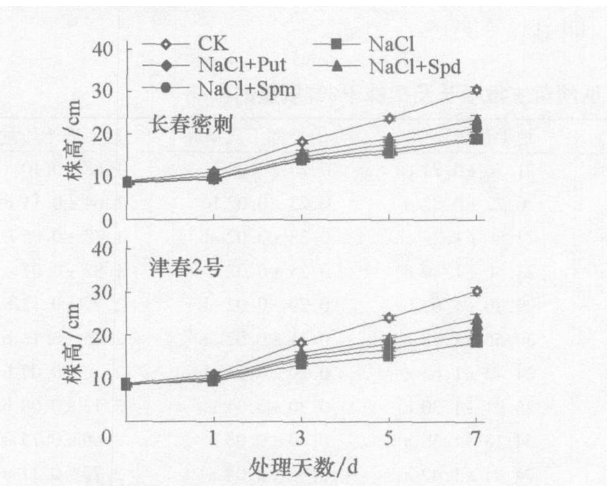

图 1 不同种类外源多胺对 NaCl胁迫下黄瓜幼苗株高的影响

2.1.2 叶长、叶宽 图 2、3表明,NaCl处理后黄瓜幼苗叶片的生长显著降低。处理 7 d时,长春密刺和津春 2号的叶长较正常营养液栽培的降低了 29.76 %和 31.49 %,叶宽分别降低了 24.67 %和 29.10 %。外源多胺处理后,黄瓜幼苗叶片的生长与 NaCl胁迫处理相比均有不同程度的增加。Put处理 7 d时,长春密刺和津春 2号的叶长分别增加 6.38 %和 13.72 %,叶宽分别增加了 3.56 %和 3.56 %;Spm处理 7 d时,长春密刺和津春 2号叶长分别增加 20.04 %和 28.26 %,叶宽分别增加了 15.12 %和 22.87 %;Spd处理 7 d时,长春密刺和津春 2号叶长分别增加 30.14 %和 38.89 %,叶宽分别增加了 20.29 %和 28.72 %,差异均达到显著水平。NaCl胁迫阻碍了黄瓜幼苗叶片的生长,3种外源多胺对 NaCl胁迫下幼苗叶片生长的促进效果依次为 Spd > Spm > Put,且对津春 2号的促进效果比长春密刺明显。

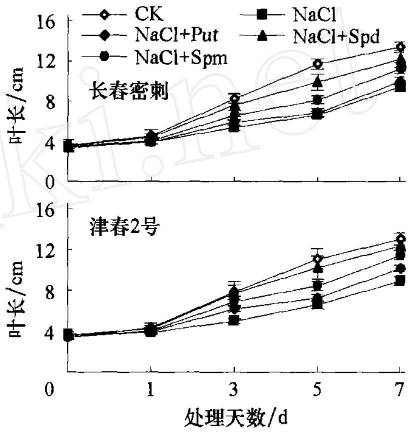

图 2 不同种类外源多胺对 NaCl胁迫下黄瓜幼苗叶长的影响

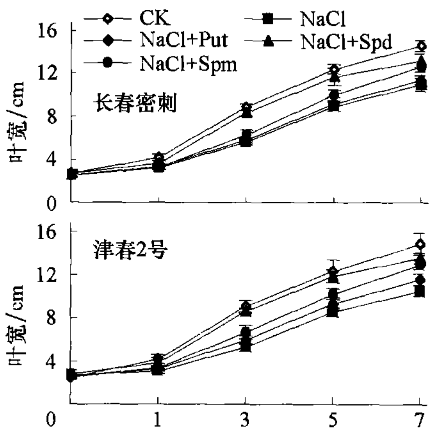

图 3 不同种类外源多胺对 NaCl胁迫下黄瓜幼苗叶宽的影响

2.2 不同种类外源多胺对 NaCl胁迫下幼苗主根根长的影响

如表 1所示,NaCl处理 7 d时,两品种主根根长较正常营养液栽培的显著降低,长春密刺降低了 31.92 %,津春 2号降低了 40.32 %。Put处理后,长春密刺主根根长较 NaCl胁迫处理提高了 3.20 %,津春 2号提高了 22.42 %;Spm处理后,长春密刺主根根长较 NaCl胁迫处理提高了 11.27 %,津春 2号提高了 29.46 %;Spd处理后,长春密刺主

根根长较 NaCl胁迫处理提高了 19.75 %,津春 2号提高了 44.10 %。差异显著性测验结果表明, Put和 Spm处理的两品种主根根长与 NaCl胁迫处理间差异不显著; Spd处理的两品种主根根长显著高于 NaCl胁迫处理,且津春 2号与对照差异不显著。

2.3 不同种类外源多胺对 NaCl胁迫下植株干、鲜质量的影响

2.3.1 鲜质量　表 1表明,各处理对黄瓜两品种植株地下部和地上部鲜质量影响的趋势基本一致。处理 7 d时,长春密刺 NaCl胁迫处理地下部鲜质量为正常营养液栽培的 60.64 %,津春 2号为对照的 55.73 %;长春密刺地上部鲜质量为对照的 63.17 %,津春 2号为对照的 57.92 %。3种多胺处理后,植株地下部和地上部鲜质量均有不同程度提高。处理 7 d时, Put处理的长春密刺和津春 2号地下部鲜质量较 NaCl胁迫处理分别增加了 5.96 %和 15.58 %,地上部鲜质量分别增加了 6.12 %和 15.73 %; Spm处理的长春密刺和津春 2号地下部鲜质量较 NaCl胁迫处理分别增加了 23.35 %和 35.10 %,地上部鲜质量分别增加 13.31 %和 23.69 %; Spd处理的长春密刺和津春 2号地下部鲜质量较 NaCl胁迫处理分别增加了 54.27 和 68.84 %,地上部鲜质量分别增加了 37.76 %和 51.09 %,差异达显著水平。

2.3.2 干质量　表 1表明, NaCl胁迫使黄瓜幼苗干物质积累受到抑制,长春密刺地下部和地上部干质量分别为正常营养液栽培的 70.59 %和 63.16 %,津春 2号分别为对照的 65.71 %和 60.74 %。外源多胺缓解了 NaCl胁迫对黄瓜幼苗植株干物质积累的降低, Put处理的长春密刺地下部和地上部干质量较 NaCl胁迫处理分别增加了 16.67 %和 5.95 %,津春 2号分别增加了 8.70 %和 10.98 %; Spm处理的长春密刺地下部和地上部干质量较 NaCl胁迫处理分别增加了 20.83 %和 25.00 %,津春 2号分别增加了 30.43 %和 29.88 %; Spd处理的长春密刺地下部和地上部干质量较 NaCl胁迫处理分别增加了 20.83 %和 36.31 %,津春 2号分别增加了 34.78 %和 43.29 %。外源多胺促进植株干物质积累的效果明显。

表 1　不同种类外源多胺对 NaCl胁迫下黄瓜幼苗主根根长及植株干、鲜质量的影响

处理	品种	主根根长 /cm	地下部鲜质量 /g	地上部鲜质量 /g	地下部干质量 /g	地上部干质量 /g
NaCl	长春密刺	33.46 ±2.03 c	16.21 ±0.43 c	21.56 ±0.74 cd	0.24 ±0.02 b	1.68 ±0.10 c
	津春 2号	29.84 ±3.60 c	5.84 ±0.34 c	20.22 ±0.82 d	0.23 ±0.02 b	1.64 ±0.11 c
NaCl + Put	长春密刺	34.53 ±1.81 bc	6.58 ±0.54 bc	22.88 ±1.29 c	0.28 ±0.02 ab	1.78 ±0.05 c
	津春 2号	36.53 ±3.47 bc	6.75 ±0.39 bc	23.40 ±1.40 c	0.25 ±0.02 b	1.82 ±0.07 c
NaCl + Spd	长春密刺	40.07 ±0.78 b	9.58 ±0.61 a	29.70 ±1.02 b	0.29 ±0.02 ab	2.29 ±0.12 b
	津春 2号	43.00 ±1.17 ab	9.86 ±0.78 a	30.55 ±1.78 b	0.31 ±0.02 ab	2.35 ±0.13 b
NaCl + Spm	长春密刺	37.23 ±2.02 bc	7.66 ±0.34 b	24.43 ±1.63 c	0.29 ±0.01 ab	2.10 ±0.09 b
	津春 2号	38.63 ±3.92 bc	7.89 ±0.83 b	25.01 ±1.30 c	0.30 ±0.04 ab	2.13 ±0.08 b
CK	长春密刺	49.15 ±2.49 a	10.24 ±0.56 a	34.13 ±1.35 a	0.34 ±0.03 a	2.66 ±0.15 a
	津春 2号	50.00 ±2.51 a	10.48 ±0.53 a	34.91 ±1.42 a	0.35 ±0.04 a	2.70 ±0.11 a

注:表中同列数据后不同小写字母表示差异显著 ($\alpha = 0.05$)

3 结论与讨论

黄瓜植株受 NaCl胁迫后气孔关闭,蒸腾强度下降,水分利用率降低 [12],叶绿素含量下降,净光合速率下降,光合作用受到抑制 [13]。本试验结果表明, 50 mmol·L^{-1} NaCl胁迫显著抑制了黄瓜植株生长,降低了幼苗株高、叶片长和宽、主根根长及植株干、鲜质量,且抗盐性较弱的品种津春 2号的受抑制程度明显大于抗盐性较强的品种长春密刺,这与王素平等 [2]的报道一致。

多胺普遍存在于生物体内,由于其具有多聚阳离子特性,可以直接或间接清除活性氧 [14]、稳定生物膜 [15],在植物抗逆境胁迫中发挥着重要作用。逆境胁迫下,植物体内多胺含量显著提高 [16]。李璟等 [17]则发现外源亚精胺提高了盐胁迫下黄瓜幼苗根系内精胺和亚精胺的含量,降低了腐胺含量,根系干、鲜质量明显提高。本试验表明,不同种类外源多胺处理可不同程度地提高盐胁迫下黄瓜幼苗各项生长指标,缓解盐胁迫对黄瓜幼苗植株生长的抑制,且抗盐性较弱的品种津春 2号增长幅度大于抗盐性较强的品种长春密刺;叶片喷施外源多胺缓解盐胁迫的效果以 0.5 mmol·L^{-1} Spd为最好。

参考文献

[1] 魏国强,朱祝军,方学智,李娟,程俊. NaCl胁迫对不同品种黄瓜幼苗生长、叶绿素荧光特性和活性氧代谢的影响 [J]. 中国农业科学, 2004, 37(11): 1 754 - 1 759.

[2] 王素平,郭世荣,李璟,胡晓辉,段九菊. 盐胁迫对不同基因型黄瓜幼苗生长的影响 [J]. 江苏农业科学, 2006(2): 76 - 79, 100.

[3] 郁继华,杨秀玲,许耀照,张国斌. NaCl胁迫对黄瓜自根苗和嫁接苗光合速率的影响 [J]. 植物营养与肥料学报, 2004, 10(5): 554 - 556.

[4] 杨立飞,朱月林,胡春梅,刘正鲁,张古文. NaCl胁迫对嫁接黄瓜膜脂过氧化、渗透调节物质含量及光和特性的影响 [J]. 西北植物学报, 2006, 26(6): 1 195 - 1 200.

[5] 王广印,周秀梅,张建伟,沈军. Ca^{2+}对 NaCl胁迫下黄瓜和南瓜种子发芽的影响 [J]. 浙江农业科学, 2004(6): 307 - 309.

[6] 余小平,贺军民,张健,邹庆春. 水杨酸对盐胁迫下黄瓜幼苗生长抑制的缓解效应 [J]. 西北植物学报, 2002, 22(2): 401 - 405.

[7] 崔凤芝,张运涛. 多胺与园艺植物生长发育的关系 [J]. 河北农业大学学报, 1996, 19(3): 94 - 98.

[8] 胡淑明,张学英,李青云,张洁,葛会波. 多胺与植物耐盐性关系的研究 [J]. 河北林果研究, 2005, 20(2): 128 - 132.

[9] 刘海龙,关军锋,李广敏. 精胺和甲基乙二醛 - 双 (脒基腙)对小麦幼苗抗旱性的影响 [J]. 华北农学报, 2003, 18(3): 41 - 43.

[10] 汪天,胡晓辉,郭世荣,王素平. 外源多胺对低氧胁迫下黄瓜幼苗根系活性氧及保护酶活性变化的影响 [J]. 农业工程, 2005, 21(增刊): 67 - 71.

[11] 古红梅,刘怀攀. 亚精胺对小麦幼苗耐冷性的影响 [J]. 种子, 2003(4): 26 - 28.

[12] 张淑红,张恩平,庞金安,马德华,司龙亭. NaCl胁迫对黄瓜幼苗光合特性及水分利用率的影响 [J]. 中国蔬菜, 2005(1): 11 - 13.

[13] 朱进,别之龙,李娅娜. 盐胁迫对不同基因型黄瓜幼苗生长和光合作用的影响 [J]. 沈阳农业大学学报, 2006, 37(3): 476 - 478.

[14] Drolet G, Dumbroff E B, Legge R L, Thompson J E. Radical scavenging properties of polyamines [J]. Phytochemistry, 1986, 25(2): 367 - 371.

[15] 李朝周,梁恕坤,焦健,王根轩. 逆境胁迫下多胺与乙烯代谢的相关性及其对细胞膜保护系统影响的研究进展 [J]. 甘肃农业大学学报, 2002, 37(3): 256 - 271.

[16] 赵维峰,孙光明,李绍鹏,杨小环,李茂富,杨文秀. 多胺与植物的抗逆性 [J]. 广西农业科学, 2004, 35(6): 443 - 447.

[17] 李璟,郭世荣,胡晓辉. 外源亚精胺对低氧胁迫下黄瓜根系多胺含量和呼吸代谢酶活性的影响 [J]. 西北植物学报, 2006, 26(1): 92 - 97.

Studies on Alleviative Effects of Different Kinds of Exogenous Polyamine on Salt Injury of Cucumber Seedlings under Salt Stress

Jiang Huili, Duan Jiuju, Guo Shirong, et al (College of Horticulture, Nanjing Agricultural University, Jiangsu 210095)

Abstract Hydroponics was adopted to study the effects of different kinds of exogenous polyamine on the height of plant, the length and width of leaf, the length of root, fresh and dry weight of cucumber seedlings under salt stress. The results showed that under 50 $mmol \cdot L^{-1}$ NaCl stress, the height of plant significantly decreased on the first day, the length and width of leaf significantly reduced on the third day, and the length of root, fresh and dry weight significantly decreased on the seventh day. The inhibition effect of salt stress on cucumber seedlings could be alleviated by exogenous putrescine, spermidine and spermine. The alleviative effect was spermidine > spermine > putrescine, and the alleviative effect of exogenous polyamine was more pronounced in Jinchun No. 2 than in Changchunmici

Key words Cucumber seedlings, Salt stress, Putrescine (Put), Spermidine (Spd), Spermine (Spm)