

NaCl 胁迫对板蓝根种子萌发的影响

孟红梅, 韩多红, 李彩霞, 陶晓英, 杨晓燕

(甘肃河西学院生物系, 甘肃 张掖 734000)

摘要: 采用培养皿发芽法研究了 NaCl 胁迫处理对板蓝根种子萌发的影响。结果表明: 板蓝根种子的发芽率、发芽势、发芽指数、活力指数均随 NaCl 浓度的升高而降低。对其全株的处理表明: 胚根长、下胚轴长、胚根鲜重、下胚轴及子叶鲜重均随 NaCl 胁迫浓度的增大而呈下降趋势, 脯氨酸(Pro) 含量、丙二醛(MDA) 含量以及电导率却随溶液 NaCl 浓度的增大而增大, 呈明显的正相关关系。

关键词: 板蓝根; 种子; 萌发; NaCl 胁迫

中图分类号: S 567.01; S 332.1

文献标识码: A

文章编号: 1000-7601(2008) 01-0213-04

板蓝根(Radix Isatidis), 学名菘蓝(*Isatis indigotica* Fort.), 为十字花科二年生草本植物, 其根为中药板蓝根, 有清热解毒、凉血利咽之功效^[1]。板蓝根在中药中使用量很大, 也是一类目前已实现规范化栽培的重要中药材^[2]。随着大西北土地盐碱化程度的不断加重, 人们对各种作物耐盐性的研究越来越重视, 对蔬菜、牧草耐盐性研究报道也不少, 但是目前关于药材, 尤其是对板蓝根盐胁迫的研究报道却甚少, 故揭示板蓝根种子萌发期的耐盐特性, 对于在盐碱地种植板蓝根, 争取全苗、壮苗、提高产量都具有重要意义。本试验对 NaCl 胁迫下板蓝根种子的萌发进行研究, 初步总结出盐胁迫下板蓝根种子萌发期的一些耐盐特性, 希望能为板蓝根的栽培提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

本试验所用的板蓝根种子是农业生产上所用的种子, 为板蓝根果实——角果(购买于张掖种子公司)。样品种子的千粒重为 9.081 g, 含水量为 10.28%。

1.2 试验方法

1.2.1 千粒重的测定 挑取饱满、大小一致的种子 3 000 粒, 然后随机取 1 000 粒称重, 重复 3 次, 取其平均值, 即为种子的千粒重。

1.2.2 含水量的测定^[3] 用烘干称重法。在电子天平上称取 3 份板蓝根种子, 每份 1.000 g, 放入 105℃ 的烘箱中, 经 10h 后烘干至平衡重, 移入干燥器内冷却至室温, 并称重。

1.2.3 种子发芽试验 挑选大小一致且饱满的板蓝根种子用 0.1% 的 HgCl₂ 消毒 10 min, 用蒸馏水漂洗数次至无残留 HgCl₂ 后浸泡 72h, 挑选 50 粒板蓝根种子置于 NaCl 浓度为 0、25、35、50、65、80、95 mmol/L 的垫有两层滤纸的培养皿(直径为 15 cm) 中培养, 每个浓度设置 3 个重复。将培养皿放入 24℃ 恒温培养箱中培养 10 天, 培养过程中每天向培养皿中加入相应处理溶液, 以滤纸保持湿润为标准。每天观察种子的萌发情况并记录发芽数(发芽标准以突破种皮的胚轴长度达到真种子自身的长度为发芽)。

1.2.4 发芽率、发芽势、发芽指数、活力指数、相对盐害率的计算^[4] 发芽率(GR) = $\sum G_t / T \times 100\%$; 发芽势(GP) = $(n_4 / N) \times 100\%$ (n_4 为种子发芽第 4 天的正常发芽粒数, N 为供试种子数); 发芽指数(GI) = $\sum(G_t / D_t)$ (D_t 为置床之日算起的日数, G_t 为相应各日的正常发芽数); 活力指数(VI) = $S \times \sum(G_t / D_t)$ (S 为第 7 天每株平均鲜重, $\sum(G_t / D_t)$ 为第 7 天的发芽指数); 相对盐害率 = (对照发芽率 - 盐处理发芽率) / 对照发芽率 $\times 100\%$ 。

1.2.5 胚根长、下胚轴长、胚根鲜重、下胚轴及子叶鲜重的测定^[5] 待种子发芽至第 7 天时, 从每个培养皿中随机抽取 10 株板蓝根, 用刻度尺测定其胚根长、下胚轴长, 用电子天平测其胚根鲜重、下胚轴及子叶鲜重。

1.2.6 脯氨酸(Pro) 含量的测定 丙二醛(MDA) 含量的测定和电导率的测定均采用李合生主编的《植物生理生化实验原理和技术》的测定方法^[6]。

收稿日期: 2006-12-04

作者简介: 孟红梅(1975-), 女, 讲师, 主要从事植物生理学、植物学的教学与研究。E-mail: mh_m1122@163.com。

1.3 有关数据的统计分析

用 SPASS 软件进行数据分析

2 结果与分析

2.1 NaCl 胁迫对板蓝根种子萌发的影响

由表 1 和表 2 可以看出:板蓝根种子经过不同浓度 NaCl 处理后,其发芽率、发芽势、发芽指数、活力指数均受到不同程度的抑制作用,并呈明显的负相关,相关系数为 0.9251~0.9615。低浓度 (≤ 35 mmol/L) NaCl 溶液对种子的发芽率抑制作用较小,其发芽率都超过了 50%。35 mmol/L 与 50 mmol/L 处理之间的发芽率、发芽势差异达极显著水平,发芽指数、活

力指数差异达显著水平。当浓度高于 50 mmol/L 时,其抑制作用进一步增强,但 50、65、80 mmol/L 处理之间的发芽率、发芽势、发芽指数、活力指数差异均不显著,而 NaCl 浓度达 95 mmol/L 时,其抑制作用非常明显,与 80 mmol/L 相比,其发芽率、发芽势、发芽指数、活力指数的下降幅度非常大,分别为 23.34%、10%、6.43%、0.20%,其差异均达极显著水平。并且随着 NaCl 溶液浓度的增大其相对盐害率也增大,35 mmol/L 与 50 mmol/L、80 mmol/L 与 95 mmol/L 处理之间的增加幅度最明显,其值分别为 14.67%、29.16%。

表 1 NaCl 胁迫对板蓝根种子萌发的影响

Table 1 Effects of NaCl stress on seed germination of *Isatis indigotica* Fort.

NaCl 浓度 (mmol/L) Concentration	发芽率 (%) Germinating rate	发芽势 (%) Germinating energy	发芽指数 Germinating index	活力指数 Vigour index	相对盐害率 (%) Relative salt injury rate
0	91.33Aa	46.67Aa	30.51Aa	1.08Aa	0.00
25	75.33Bb	38.67Bb	24.08Bb	0.81Bb	17.50
35	61.33Cc	32.67Bc	20.43BCc	0.67BCb	32.53
50	48.00Dd	24.67Cd	15.70CDd	0.48CDc	47.23
65	44.67Dd	22.67Cd	14.11Dd	0.41Ded	50.70
80	40.67Dd	21.33Cd	12.73Dd	0.29DEd	55.27
95	17.33Ee	11.33De	6.30Ee	0.09Ee	84.43

注:同一列数据中标有不同字母表示处理间差异显著(小写字母 $P < 0.05$, 大写字母 $P < 0.01$)

Note: The treatments are significantly different in different letters (Small letters, $P < 0.05$; Capital letters, $P < 0.01$).

表 2 板蓝根种子发芽指标与 NaCl 溶液浓度的关系

Table 2 Relationship between germination of *Isatis indigotica* Fort. seeds and NaCl concentration

指标 Index	线性回归方程 Linear regression equation	判定系数 R^2
发芽率 Germinating rate	$y = -10.283x + 96.407$	0.933
发芽势 Germinating energy	$y = -5.2457x + 49.527$	0.937
发芽指数 Germinating index	$y = -3.7477x + 33.069$	0.9251
活力指数 Vigour index	$y = 0.0117x + 1.0025$	0.9615

2.2 NaCl 胁迫对板蓝根胚根、下胚轴长度的影响

由表 3 可以看出:随着 NaCl 溶液浓度的增大,板蓝根胚根长、下胚轴长均呈下降趋势,但 NaCl 溶液对胚根长的抑制作用明显高于对下胚轴长的抑制作用。对于胚根长,在高浓度 (≥ 50 mmol/L) 处理

下的差异均达极显著水平,对于下胚轴长,浓度在 80 与 95 mmol/L 处理之间两者差异达极显著水平。胚根、下胚轴及子叶鲜重都随着 NaCl 浓度的增大而呈递减趋势,但总体上对下胚轴及子叶鲜重的影响稍大于胚根鲜重的影响。两者在低浓度 (≤ 35 mmol/L) 处理之间的差异均不显著,在高浓度 (≥ 50 mmol/L) 处理下,各浓度处理对胚根鲜重的影响并不显著,对于胚轴及子叶鲜重,65 与 80 mmol/L、80 与 95 mmol/L 处理之间的差异均达极显著水平。

2.3 NaCl 胁迫对板蓝根整株脯氨酸(Pro)含量的影响

从图 1 可以看出,板蓝根整株中脯氨酸(Pro)含量随 NaCl 处理浓度的增加而增加,并与 NaCl 处理浓度呈正相关($y = 2.2369x + 126.6$, $R^2 = 0.9152$)。当 NaCl 浓度低于 25 mmol/L 时,其脯氨酸的增加幅度比较小,CK 与 25 mmol/L 处理之间无显著差异,而 NaCl 浓度 > 25 mol/L 时,其脯氨酸的增加幅度比较大。

表 3 NaCl 胁迫对板蓝根(7d) 胚根、下胚轴长度及鲜重的影响

Table 3 Effects of NaCl stress on the length and the fresh weight of radicle and hypocotyl of *Isatis indigotica* Fort. (7d)

NaCl 浓度 (mmol/L) Concentration	胚根长(cm) Radicle length	下胚轴长(cm) Hypocotyl length	胚根鲜重(g) Fresh weight of radicle	下胚轴及子叶鲜重(g) Fresh weight of hypocotyl & leaves
0	7.570 _{aA}	3.687 _{aA}	0.063 _{aA}	0.293 _{aA}
25	6.721 _{bB}	3.489 _{abAB}	0.059 _{aAB}	0.278 _{abA}
35	6.348 _{cBC}	3.331 _{abcAB}	0.052 _{abAB}	0.274 _{abcA}
50	5.877 _{dC}	3.111 _{bcAB}	0.040 _{bABC}	0.267 _{bcA}
65	5.360 _{eD}	2.900 _{cB}	0.039 _{bcBCD}	0.259 _{cA}
80	4.788 _{fE}	2.254 _{dB}	0.026 _{cCD}	0.203 _{dB}
95	3.613 _{gF}	1.502 _{eC}	0.014 _{dD}	0.159 _{eC}

注:同一列数据中标有不同字母表示处理间差异显著(小写字母 $P < 0.05$, 大写字母 $P < 0.01$)

Note: The treatments are significantly different in different letters (Small letters, $P < 0.05$; Capital letters, $P < 0.01$).

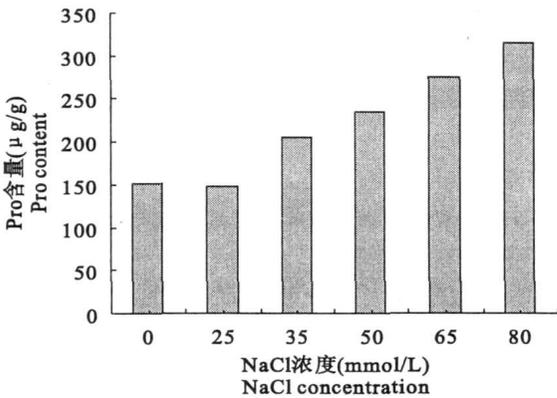


图 1 不同浓度的 NaCl 溶液对板蓝根整株脯氨酸含量的影响(10d)

Fig. 1 Effect of different NaCl concentration on Pro content of *isatis indigotica fort.*

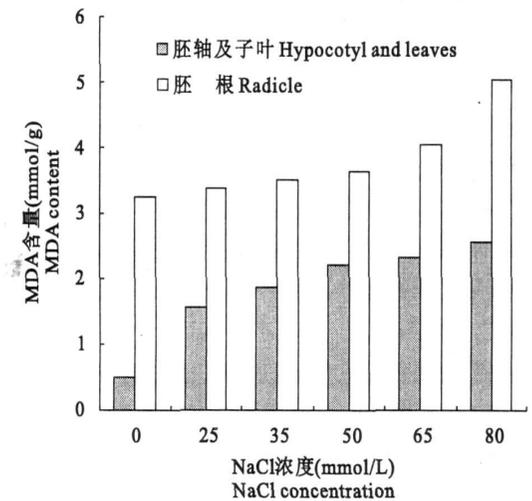


图 2 不同浓度 NaCl 溶液对板蓝根胚根、下胚轴及子叶丙二醛含量的影响(10d)

Fig. 2 Effect of different NaCl concentration on MDA content of radicle, hypocotyl and cotyledons of *isatis indigotica fort.*

2.4 NaCl 胁迫对板蓝根胚根、下胚轴及子叶丙二醛(MDA)含量的影响

由图 2 看出:板蓝根下胚轴及子叶、胚根,两者中的膜脂过氧化产物丙二醛的含量均随 NaCl 处理浓度的增加而增加,胚轴及子叶: $y = 0.1506x + 3.0, R^2 = 0.899$;胚根: $y = 0.0957x + 1.7533, R^2 = 0.8942$ 。但胚根中 MDA 含量明显高于下胚轴及子叶的 MDA 含量(图 2)。对于胚根,低浓度($P < 35 \text{ mmol/L}$)的 NaCl 处理,MDA 含量增加趋势缓慢,高浓度($P \geq 50 \text{ mmol/L}$)的 NaCl 各处理下 MDA 含量增加趋势明显。

2.5 NaCl 胁迫对板蓝根胚根、下胚轴及子叶电导率的影响

从图 3 可知:板蓝根胚根的电导率明显高于下胚轴及子叶的电导率,这可能是由于 NaCl 对胚根造成直接伤害的缘故,但两者均随 NaCl 浓度的增大而增大,并呈显著的正相关。下胚轴及子叶: $y = 2.7317x + 22.337, R^2 = 0.9515$;胚根: $y = 2.2914x + 46.943, R^2 = 0.9592$ 。

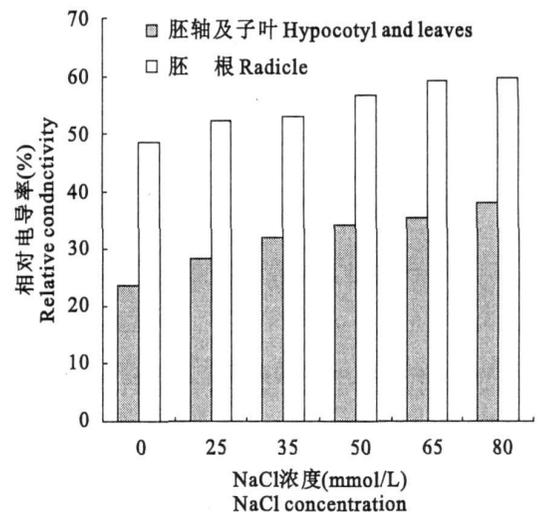


图 3 不同浓度 NaCl 溶液对板蓝根胚根、下胚轴及子叶相对电导率的影响(10d)

Fig. 3 Effect of different NaCl concentration on relative conductivity of radicle, hypocotyl and cotyledons of *isatis indigotica fort.*

3 讨论与结论

1) 本试验研究表明:随着 NaCl 浓度的增加,板蓝根种子的发芽率、发芽势、发芽指数、活力指数均呈明显下降趋势。低浓度 NaCl 胁迫对板蓝根种子的发芽影响较小,高浓度表现出强烈的抑制作用,这与瞿云龙等^[7]的研究一致。虽然关于低浓度 NaCl 促进某些植物种子的萌发,而高浓度则显著抑制种子萌发的报道也有,但在本试验中未表现出这种生理特性,而是随 NaCl 浓度升高,对种子萌发的抑制作用逐渐加强,说明 NaCl 对板蓝根种子萌发的胁迫极显著。但是盐胁迫抑制板蓝根种子萌发的具体原因还有待于进一步研究。

2) 试验结果表明:NaCl 胁迫下,板蓝根体内的脯氨酸含量迅速增加,且 25 mmol/L 与 35 mmol/L 处理间有极显著差异(50 μg/g),80 mmol/L 处理与对照相比其脯氨酸含量增加了 1.09 倍。徐秀梅等^[8]在干旱区 20 个紫花苜蓿品种抗旱性研究中提到遇到盐碱等逆境时,植物体内游离脯氨酸会大量积累,可比原始含量高几十倍。但在本试验中与对照相比 80 mmol/L 处理下脯氨酸含量只增加了 1.09 倍,说明板蓝根种子萌发期的耐盐性极差。

3) 丙二醛(MDA)是膜脂过氧化程度深浅的衡量指标,其含量可以反映植物受逆境伤害的程度。试验结果表明:NaCl 胁迫下,MDA 含量增加,并且胚根中的 MDA 含量明显高于胚轴及子叶中的 MDA 含量,这说明 NaCl 胁迫对板蓝根胚根的伤害强于其对胚轴及子叶的伤害。

4) 质膜的选择透性是细胞的重要功能之一,对各种外界胁迫环境反映很灵敏,各种逆境伤害都会造成质膜选择透性的改变或丧失。试验结果表明:NaCl 胁迫下板蓝根的电导率随 NaCl 浓度增加而增

大,且 NaCl 对胚根的伤害亦强于对其胚轴及子叶的伤害,这与图 2 所反映的结果是一致的,即细胞膜透性的变化与膜脂过氧化产物 MDA 含量变化趋势一致。进一步说明板蓝根种子在萌发期耐盐性极差,且 NaCl 胁迫对板蓝根胚根的伤害强于其对胚轴及子叶的伤害。

本试验研究初步表明:板蓝根种子在萌发期的耐盐性极差,当 NaCl 溶液的浓度达 50 mmol/L 时,就已经明显不利于萌发,而 NaCl 溶液的浓度达 95 mmol/L 时,种子发芽率很低,仅为 17.53%,而其相对盐害率却高达 84.43%,因此推断 95 mmol/L NaCl 浓度是胁迫板蓝根种子萌发的极限浓度。由于 NaCl 胁迫对板蓝根种子萌发影响的研究尚未见报道,故本试验研究结果仅供对板蓝根种子萌发期和生长期耐盐特性的进一步研究作以参考。

参考文献:

- [1] 李楚源,曾令杰.板蓝根研究进展[J].现代中药研究与实践,2005,19(3):51-55.
- [2] 吾拉尔古丽,王建华,李先因.板蓝根种子发芽试验标准研究[J].种子,2005,24(6):34-36.
- [3] 宋松泉,程红焱,龙春林,等.种子生物学研究指南[M].北京:科学出版社,2005.3-4.
- [4] 梁佳勇,陈平,刘永霞,等.盐胁迫对木豆种子萌发与幼苗生长的影响[J].农业与技术,2003,23(6):71-75.
- [5] 李潮流,周湖平,张国芳,等.盐胁迫对多叶苜蓿种子萌发的影响[J].中国草地,2004,24(2):21-25.
- [6] 李合生.植物生理生化实验原理和技术[M].北京:高等教育出版社,2000.258-263.
- [7] 瞿云龙,章建新,李宁,等.NaCl 胁迫对奶花芸豆种子萌发及幼苗生长的影响[J].新疆农业大学学报,2004,27(3):30-33.
- [8] 徐秀梅,杨万仁,刘东宁.干旱区 20 个紫花苜蓿品种抗旱性研究[J].种子,2004,23(11):23-24.

Effects of NaCl stress on seed germination of *Isatis Indigotica* Fort.

MENG Hong mei, HAN Duo hong, LI Cai xia, TAO Xiao ying, YANG Xiao yan

(Department of Biology, Hexi University, Zhangye, Gansu 734000, China)

Abstract: The effects of NaCl stress on germination of *Isatis indigotica* Fort. seeds were studied by culturing the min culture dishes. The result showed that the germination percentage, germination energy, germination index (GI), viability index (VI) decreased with the increasing of NaCl concentration stress. The growth of seedling treated with NaCl concentration indicated that praline content, MDA content and the cytoplasm increased remarkably with the increasing of NaCl concentration, but the radical length, hypocotyl length, fresh weight of radical, hypocotyl and cotyledon decreased.

Key words: *Isatis indigotica* Fort.; seed; germination; NaCl stress