

咸水胁迫对菘蓝种子萌发的影响及其耐盐阈值分析

刘雅辉, 左永梅, 孙建平

(河北省农林科学院滨海农业研究所, 河北省盐碱地绿化工程技术中心, 唐山市耐盐植物重点实验室, 河北唐山 063299)

摘要 [目的]研究咸水胁迫对菘蓝种子萌发的影响及其耐盐阈值。[方法]利用培养皿滤纸发芽试验, 分析不同浓度地下咸水对菘蓝种子萌发的影响, 通过相关性和回归分析, 确定菘蓝萌发期的耐盐鉴定指标和耐盐阈值。[结果]咸水浓度低于 0.4% 时, 菘蓝种子萌发基本不受影响, 当咸水浓度高于 0.6% 时, 菘蓝种子萌发的所有指标的相对值均受到明显抑制; 相对发芽率与咸水浓度间呈线性关系且高度相关, 大叶菘蓝和小叶菘蓝的耐盐阈值分别为 0.66% 和 0.73%, 可见菘蓝种子萌发期的耐盐性较强, 小叶菘蓝的耐受性更高, 适于在中、重滨海盐碱地种植。[结论]该研究为菘蓝资源的耐盐性鉴定及利用提供了理论依据。

关键词 咸水胁迫; 菘蓝; 种子萌发; 耐盐阈值

中图分类号 S567.23+9 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2017)24-0029-03

Effect of Salt Water Stress on Seed Germination of *Isatis indigotica* and Analysis of Salt Tolerance Threshold

LIU Ya-hui, ZUO Yong-mei, SUN Jian-ping (Institute of Coastal Agricultural, Hebei Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Saline and Alkali Land Greening Engineering Technology Center of Hebei Province, Tangshan Key Laboratory of Plant Salt Tolerance Research, Tangshan, Hebei 063299)

Abstract [Objective] To study the effect of salt water stress on seed germination of *Isatis indigotica* and analyze the salt tolerance threshold. [Method] Filter paper germination test was carried out to study the effects of coastal saline alkali soil on germination of *I. indigotica*, salt tolerance index and salt tolerance threshold in the seedling stage of *I. indigotica* were determined through correlation analysis and regression analysis. [Result] Germination of *I. indigotica* was not affected when concentration of salt water was lower than 0.4%. The relative value of all indexes of germination were significantly inhibited when concentration of salt water was higher than 0.6%. The relative germination rate was linearly related to salt water concentration and highly correlated. The salt tolerance thresholds of daye and lobular *I. indigotica* were 0.66%, 0.73% respectively, it was evident that *I. indigotica* had strong salt tolerance in germination, which salt tolerance of lobular *I. indigotica* was higher than daye *I. indigotica*, it was suitable for planting in light and moderate saline alkali area. [Conclusion] The study provided theoretical basis for the selection and utilization of salt tolerant *I. indigotica*.

Key words Salt water stress; *Isatis indigotica*; Seed germination; Salt tolerance threshold

土壤盐渍化一直是限制农业生产的世界性问题^[1-3]。滨海盐渍土是盐渍化土壤的一种类型, 土壤 NaCl 含量高, 通透性差, 严重影响作物的生长。不同植物或同一种植物不同品种间的耐盐性不同, 通过挖掘植物本身的耐盐能力, 筛选和培育耐盐植物品种是开发利用盐渍土的有效途径之一^[4]。研究发现^[5], 一些中草药植物具有较强的耐盐性, 而且在盐碱地种植可以提高药用成分, 因此筛选耐盐中草药植物, 发展盐碱地中药种植产业, 不仅能够高效利用盐土资源, 改良修复盐碱地, 还可为滨海盐碱区农业种植结构调整、农民增收、农业增效探索新途径, 为滨海现代农业发展提供新模式。

菘蓝(*Isatis indigotica* Fort.) 又名大青根、北板兰等, 为十字花科菘蓝属植物。以根、叶入药。其根为中药板蓝根, 叶称大青叶, 性寒、味苦, 具有清热解毒、凉血消肿之功效, 应用十分广泛, 是我国常用的大宗药材。菘蓝适应性很强, 对自然环境和土壤要求不严, 研究显示, 适当的逆境胁迫能有效提高菘蓝幼苗中靛玉红的积累^[5], 而种植板蓝根能明显降低土壤 pH^[6], 这为菘蓝的盐碱地栽培提供了可行性。如果能在盐碱地栽培菘蓝, 不仅可以增加菘蓝的产量, 还能有效利用盐碱地。

目前, 对菘蓝的研究大多集中在板蓝根成分组成、药理作用及栽培等方面^[5-10], 对逆境下菘蓝种子萌发及幼苗生长

方面的报道较少。张海艳^[11]、刘清玮等^[12]利用 NaCl 溶液作为胁迫溶液对菘蓝种子萌发进行了研究, 王丽艳^[13]利用培养基中添加 NaCl 溶液进行不同倍性菘蓝的盐胁迫反应研究, 均发现菘蓝具有一定的耐盐性, 而且四倍体菘蓝对盐分的耐受性高于二倍体菘蓝。以上研究均是以配置的 NaCl 溶液为胁迫溶液进行的, 与田间实际盐分存在一定差异。该研究以 2 种菘蓝为试验材料, 利用滨海区地下咸水为胁迫溶液, 进行种子萌发期耐盐性研究, 确定耐盐鉴定指标和耐盐阈值, 为菘蓝种子萌发期耐盐性鉴定提供技术支撑。

1 材料与方法

1.1 材料 供试材料为大小一致的大叶菘蓝和小叶菘蓝的种子。

1.2 方法 利用 22 g/L 地下咸水与淡水配成 0、0.2%、0.4%、0.6%、0.8%、1.0%、1.2%、1.4% 不同浓度梯度的咸水作为胁迫溶液, 采用培养皿滤纸发芽试验, 将种子用去离子水冲洗干净, 用 70% 乙醇消毒 30 s, 然后将种子摆放在有滤纸的培养皿中, 每皿 50 粒, 3 次重复, 在智能培养箱中培养, 温度为 28 ℃, 湿度为 80%, 光照 12 h/d, 每天记录种子发芽数, 统计发芽势、发芽率, 第 7 天试验结束时测定胚根长和胚芽, 并计算相对值。

1.3 测定项目 发芽率 = 种子正常发芽数/供试种子总数 × 100%; 发芽势 = 发芽最高峰(第 3 日)种子萌发数/供试种子总数 × 100%; 发芽指数(G_i) = $\Sigma G_i/D_i$, 式中, G_i 为在第 i 天的发芽数, D_i 为发芽天数; 活力指数(V_i) = 发芽指数(G_i) × 胚芽长(S), 式中, S 为 10 株幼苗平均长度; 相对值 = 处理

基金项目 河北省科技计划项目(52776122D); 河北省财政专项(F15R16004); 河北省科技厅科技支撑项目(16226304D)。

作者简介 刘雅辉(1979—), 女, 河北滦南人, 助理研究员, 硕士, 从事耐盐经济植物筛选及盐碱土改良研究。

收稿日期 2017-06-21

值/对照值×100%。

1.4 数据统计与分析 采用 Excel 和 SPSS 20 对试验数据进行整理与分析。

2 结果与分析

2.1 不同浓度咸水对菘蓝种子萌发的影响 从表 1 可以看出,2 种菘蓝的发芽势、发芽率、发芽指数和活力指数的相对值随着咸水浓度的升高均呈下降趋势,在 0.2% 和 0.4% 浓度下,相对发芽势和相对发芽率与对照间均无显著差异,而在咸水浓度 0.4% 处理下,相对发芽指数和相对活力指数与对照产生显著差异,从咸水浓度 0.6% 开始,所有这些指标的相对值均与对照表现显著差异,且大幅度下降,相对发芽势、相对发芽率、相对发芽指数和相对活力指数的下降幅度分别在 22%、32%、41% 和 50% 以上。可见,较低盐分(咸水浓度 0.2%)对菘蓝种子萌发的影响不大,但浓度为 0.4% 的咸水对菘蓝种子萌发开始产生一定的抑制作用,种子活力下降,至咸水浓度 0.6% 时,菘蓝种子萌发的抑制程度明显增加。另外,也可以看出咸水胁迫对种子发芽指数和活力指数的影响较大。

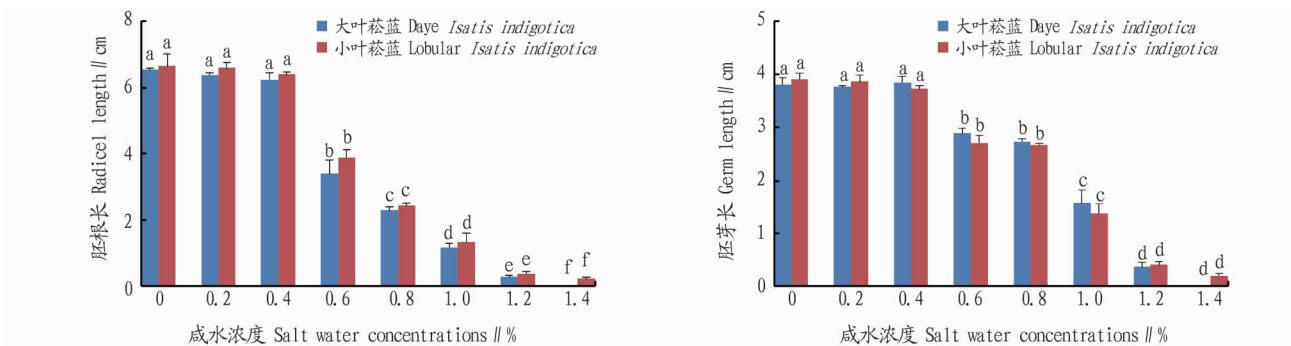
从 2 个品种比较看(表 1),当咸水浓度 0.2% 时,大叶菘蓝的相对发芽势和相对发芽率高于小叶菘蓝,相对发芽指数和活力指数低于小叶菘蓝,当咸水浓度达 0.4% 时,大叶菘蓝的相对发芽势、相对发芽率也低于小叶菘蓝。当咸水浓度达 0.6% 时,大叶菘蓝相对发芽势、相对发芽率、相对发芽指数和相对活力指数明显低于小叶菘蓝;咸水浓度升至 1.4% 时,小叶菘蓝仍有发芽,而大叶菘蓝没有发芽。可见,咸水胁迫对大叶菘蓝种子萌发的抑制程度高于小叶菘蓝,这也说明小叶菘蓝的种子萌发期间耐盐性好于大叶菘蓝。

2.2 不同浓度咸水对菘蓝胚根长和胚芽长的影响 从图 1 可以看出,2 种菘蓝的胚根长和胚芽长均随咸水浓度的升高而下降。当咸水浓度低于 0.4% 时,菘蓝的胚根长、胚芽长与对照间没有差异,当咸水浓度为 0.6% 时,2 个品种的胚根长和胚芽长均与对照差异显著,大叶菘蓝的胚根长和胚芽长分别比对照降低 3.15 和 0.92 cm,而小叶菘蓝的胚根长和胚芽长分别比对照降低 2.78 和 1.20 cm,可见咸水胁迫对菘蓝胚根长的影响较大。2 个品种比较,在所有处理下小叶菘蓝胚根长均高于大叶菘蓝,胚芽的变化无规律性。

表 1 不同浓度咸水对菘蓝种子萌发的影响
Table 1 Effect of different concentrations of salt water on germination of *Isatis indigotica*

咸水浓度 Salt water concentrations %	大叶菘蓝 <i>Daye Isatis indigotica</i>				小叶菘蓝 <i>Lobular Isatis indigotica</i>			
	相对发芽势 Relative germination potential // %	相对发芽率 Relative germination rate // %	相对发芽指数 Relative germination index	相对活力指数 Relative vigor index	相对发芽势 Relative germination potential // %	相对发芽率 Relative germination rate // %	相对发芽指数 Relative germination index	相对活力指数 Relative vigor index
0	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a
0.2	95.67 a	97.77 a	92.09 a	91.11 a	92.31 a	94.23 a	94.25 a	94.02 a
0.4	91.31 a	90.67 a	86.88 b	86.14 b	92.31 a	92.30 a	89.44 b	87.21 b
0.6	68.69 b	60.00 b	51.97 c	39.92 c	77.70 b	67.30 b	58.58 c	46.20 c
0.8	30.45 c	35.56 c	22.80 d	16.11 c	42.30 c	46.53 c	27.93 d	19.51 d
1.0	8.69 d	20.00 d	15.53 d	5.82 d	27.69 d	32.69 d	16.51 d	6.36 e
1.2	4.36 d	8.89 e	3.14 e	0.34 e	20.01 d	21.54 d	3.12 e	0.35 e
1.4	0	0	0	0	0.46 e	3.81 e	0.70 f	0.04 e

注:同列数据后小写字母不同表示差异显著($P<0.05$)
Note: Different small letters within the same column mean significant differences ($P<0.05$)



注:小写字母不同表示不同咸水处理间差异显著($P<0.05$)
Note: Different small letters indicated significant differences between different salt water treatments($P<0.05$)

图 1 不同浓度咸水对种子胚根长、胚芽长的影响

Fig.1 Effect of different concentrations of salt water on length of radicle and germ of *Isatis indigotica*

2.3 菘蓝种子萌发指标相对值与咸水浓度的相关性分析 经相关性分析,结果表明,菘蓝种子萌发相关指标的相

对值与咸水浓度呈显著负相关,大叶菘蓝相对发芽势、相对发芽率、相对发芽指数、相对活力指数、相对胚根长和相对胚

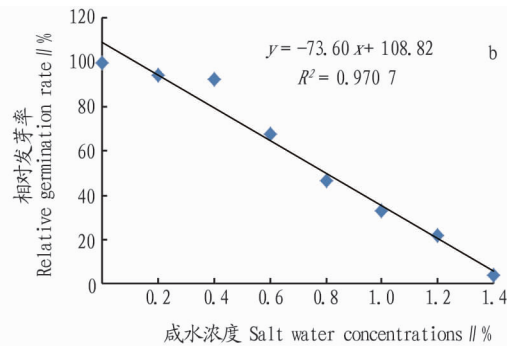
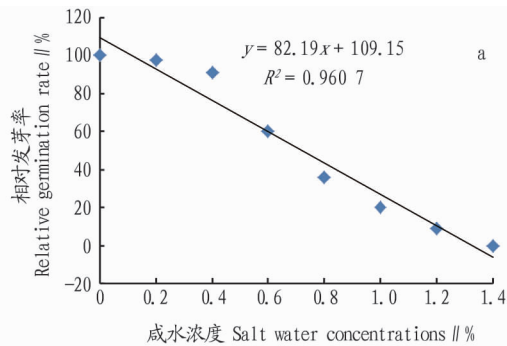
芽长与咸水浓度的相关系数分别为 -0.963 、 -0.982 、 -0.945 、 -0.943 、 -0.969 和 -0.976 ;小叶菘蓝相对发芽势、相对发芽率、相对发芽指数、相对活力指数、相对胚根长和相对胚芽长与咸水浓度的相关系数分别为 -0.978 、 -0.990 、 -0.947 、 -0.982 、 -0.963 和 -0.975 。可见,2 个品种均表现为相对发芽率与咸水浓度相关性最高,因此可以将相对发芽率作为菘蓝种子萌发的一个耐盐指标。

2.4 菘蓝种子发芽率与咸水浓度模型及其耐盐阈值确定 以相对发芽率为因变量,咸水浓度为自变量,通过曲线估计,建立回归方程(图 2a,b),结果表明,2 个品种的相对发芽率与咸水浓度均呈线性关系,大叶菘蓝和小叶菘蓝与咸水

浓度的回归方程分别为 $y = -82.19x + 109.15$ 和 $y = -73.60x + 108.82$, R^2 值分别为 0.9607 和 0.9707 ,以相对发芽率比对照下降 50% 为标准计算,得出大叶菘蓝和小叶菘蓝萌发期的耐盐阈值为 0.66% 和 0.73% 。

3 结论与讨论

种子萌发期是植物生命史中最为重要的阶段,是对外界渗透胁迫响应比较敏感的时期,也是进行耐盐性研究的重要时期,种子的萌发特性是对盐胁迫最为直观的综合性状表现。通过研究不同盐分浓度下发芽率、发芽势、发芽指数、活力指数、胚根长和胚芽长等性状指标及其与耐盐性之间的关系,对建立室内快速筛选菘蓝耐盐性品种方法体系具有重要意义。



注:a 为大叶菘蓝;b 为小叶菘蓝

Note:a was *Isatis indigotica*;b was *Lobular Isatis indigotica*

图 2 菘蓝种子相对发芽率与咸水浓度模型

Fig. 2 Model of *Isatis indigotica* between the relative germination rate and salt concentration

该研究结果表明,咸水浓度低于 0.4% 时,盐分对菘蓝种子的萌发基本无明显抑制作用,当盐分浓度高于 0.6% ,种子萌发相关指标均随着盐分浓度的升高而降低,盐分对发芽指标具有显著的抑制作用。通过相关性和回归性分析,确定菘蓝的相对发芽率可以作为萌发期耐盐指标,大叶菘蓝和小叶菘蓝耐盐阈值分别为 0.66% 和 0.73% ,可见菘蓝具有较强的耐盐性,而且小叶菘蓝对盐分的耐受性高于大叶菘蓝。这个盐分节点比前人研究^[11]结果略高,可能是由于胁迫溶液的不同造成的。该研究采用地下咸水作为胁迫溶液,更接近自然盐分,结果更有说服力。

参考文献

[1] 祝文婷,黄绿木霉 T1010 对滨海盐渍土根际生态的调控效应研究[D]. 济南:山东师范大学,2013.
[2] 杨红梅,徐海量,牛俊勇.干旱区滴灌条件下防护林次生盐渍化土壤盐运移规律研究[J].土壤学报,2010,47(5):1023-1027.
[3] 周和平,徐小波,王少丽,等.盐碱地改良技术综述与一种新的研究模式展望[J].中国科学基金,2012(3):157-162.

[4] 赵可夫,张万钧,范海,等.改良和开发利用盐渍化土壤的生物学措施[J].土壤通报,2001,32(S1):115-119.
[5] 王晓良,陈明华,王芳,等.板蓝根提取物的化学成分研究[J].中国中药杂志,2013,38(8):1172-1182.
[6] 王斌,张腾霄,宋相周,等.不同产地板蓝根中多糖及总氨基酸含量的分析比较[J].南方农业学报,2014,45(1):23-27.
[7] 马毅敏,李娜,刘承伟,等.板蓝根不同提取部位抗炎镇痛活性比较研究[J].中草药,2014,45(17):2517-2521.
[8] 白钰,唐晓清,施晟璐,等.氮营养对菘蓝生长及活性成分积累的影响[J].核农学报,2017,31(1):169-178.
[9] 叶冰竹,施晟璐,张润枝,等.缺氮和复氮处理对菘蓝幼苗生长及部分生理生化指标的影响[J].植物资源与环境学报,2015,24(4):83-88.
[10] 张珂,王艺蓉,赵宇隆,等.水氮互作对菘蓝光合生理及药材质量的影响[J].生态学杂志,2016,35(12):3279-3285.
[11] 张海艳.NaCl 胁迫对菘蓝种子萌发及幼苗生长的影响[J].山东农业科学,2015,47(4):56-58.
[12] 刘清玮,孙莉佳,高延辉,等.盐碱胁迫对菘蓝种子萌发的影响[J].吉林农业大学学报,2015,37(2):166-170.
[13] 王丽艳,荆瑞勇,郭永霞,等.不同倍性菘蓝幼苗对盐渍胁迫的耐受能力及保护性酶的响应机制[J].水土保持研究,2013,40(4):224-229.

科技论文写作规范——讨论

着重于研究中新的发现和重要方面,以及从中得出的结论。不必重复在结果中已评述过的资料,也不要模棱两可的语言,或随意扩大范围,讨论与文中无多大关联的内容。