

# 粳稻幼苗前期耐盐碱性鉴定方法研究

高尚,李红宇,潘世驹,王 森,付春阳,段雨晴,周 健

(黑龙江八一农垦大学 农学院,黑龙江 大庆 163319)

**摘要:**为筛选出幼苗前期耐盐碱的粳稻品种,以粳稻品种白粳1号为材料,采用6种NaCl和Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>+NaHCO<sub>3</sub>浓度模拟盐/碱胁迫,以地上百株鲜重、株高、根长、根数和百株地下鲜重为鉴定指标,研究粳稻幼苗前期耐盐/碱鉴定的胁迫条件。结果表明:百株地上鲜重、株高、根长、根数和百株地下鲜重可以作为粳稻耐盐/碱鉴定指标。NaCl 140.57 mmol·L<sup>-1</sup>、Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>+NaHCO<sub>3</sub> 0.041 1 mmol·L<sup>-1</sup>可作为粳稻耐盐/碱鉴定的胁迫条件。盐碱胁迫对粳稻幼苗前期地下部分的抑制程度大于地上部分。

**关键词:**粳稻;幼苗前期;耐盐碱

**中图分类号:**S511

**文献标识码:**A

**文章编号:**1002-2767(2014)12-0036-04

据联合国教科文组织(UNESCO)和粮农组织(FAO)不完全统计,全世界盐碱地面积为9.54亿hm<sup>2</sup>[1],而我国盐碱化土地面积近1亿hm<sup>2</sup>,潜在盐碱地面积达1733万hm<sup>2</sup>[2]。水稻是中度耐盐碱作物,盐碱地种植水稻,寓改良于利用之中是改良盐碱地的良好方法。获得综合性状良好的耐盐碱品种是盐碱地种稻的前提。许多研究表明,高盐可以降低水稻种子发芽率,延缓种子发芽和幼苗生长[3-4],且发芽期和幼苗期是最容易受碱害的生长时期[5-8]。因此,进行水稻幼苗前期的耐盐碱鉴定,对盐碱地水稻种植具有重要意义。目前,国内外学者对水稻苗期耐盐碱性进行了大量研究,但是评价的方法和胁迫强度不一,造成结果的可比性差,限制了水稻耐盐碱育种的进展。为此,该文研究了粳稻对不同浓度盐碱胁迫的反应,以期对粳稻品种幼苗前期的耐盐碱筛选提供依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材 料

供试品种为粳稻品种白粳1号,采用NaCl进行耐盐筛选,Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>+NaHCO<sub>3</sub>(质量比1:3)

进行耐碱筛选。

### 1.2 方 法

试验于2014年4月在黑龙江八一农垦大学进行。将NaCl设0、50、100、150、200和300 mmol·L<sup>-1</sup>,共6个浓度梯度;Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>+NaHCO<sub>3</sub>(质量比1:3)设0、10、20、30、40和50 mmol·L<sup>-1</sup>,共6个浓度梯度,3次重复。盐选饱满种子,置于30℃恒温箱,浸种72 h,选出芽整齐一致的进行试验。选用10 cm培养皿,垫一层滤纸,加溶液10 mL,均匀播种100粒,扣盖,置于光照培养室。培养室温度为白天29℃,夜晚19℃。培养第3天打开上盖,之后每天用相应溶液20 mL冲洗,洗后加溶液20 mL。第9天进行秧苗考察。考察指标为株高、根长、根数和地上百株鲜重和地下百株根重。

## 2 结果与分析

### 2.1 耐盐性分析

由图1可以看出,随着NaCl浓度提高,百株地上鲜重、株高、根长、根数和百株地下鲜重呈下降趋势,各指标与NaCl浓度呈现显著或极显著正相关。回归方程见表1,各方程决定系数均达到显著或极显著水平,方程能够较好地描述各指标与NaCl浓度的关系。将NaCl浓度为0 mmol·L<sup>-1</sup>(*x*)代入方程,百株地上鲜重、株高、根长、根数和百株地下鲜重相应指标的拟合数值分别为2.816 2 g、2.356 9 cm、3.778 5 cm、2.450 0 g·株<sup>-1</sup>和1.993 4 g,拟合数值除以2,代入方程得各指标半抑制NaCl浓度(IC<sub>50</sub>)分别为160.01、153.05、124.29、142.44和123.05 mmol·L<sup>-1</sup>,各指标半抑制浓度的平均值为140.57 mmol·L<sup>-1</sup>,并

收稿日期:2014-08-15

基金项目:黑龙江省教育厅面上资助项目(12521385);黑龙江八一农垦大学大学生创新创业训练计划资助项目(xc2013006);黑龙江八一农垦大学博士启动基金资助项目(校启B2011-04);黑龙江八一农垦大学省作物学重点学科学术骨干科研启动金资助项目(ZWX-QDJ-1);黑龙江八一农垦大学教学改革资助项目;黑龙江省科技攻关重大资助项目(GA10B102)

第一作者简介:高尚(1992-),男,黑龙江省宝泉岭人,学士,从事水稻高产栽培研究。E-mail:nxgs315@163.com。

通讯作者:李红宇(1979-),男,黑龙江省方正县人,博士,讲师,从事水稻超高产生理生态及遗传多样性研究。E-mail:ndrice@163.com。

且 NaCl 对地下部分的抑制程度大于地上部分。

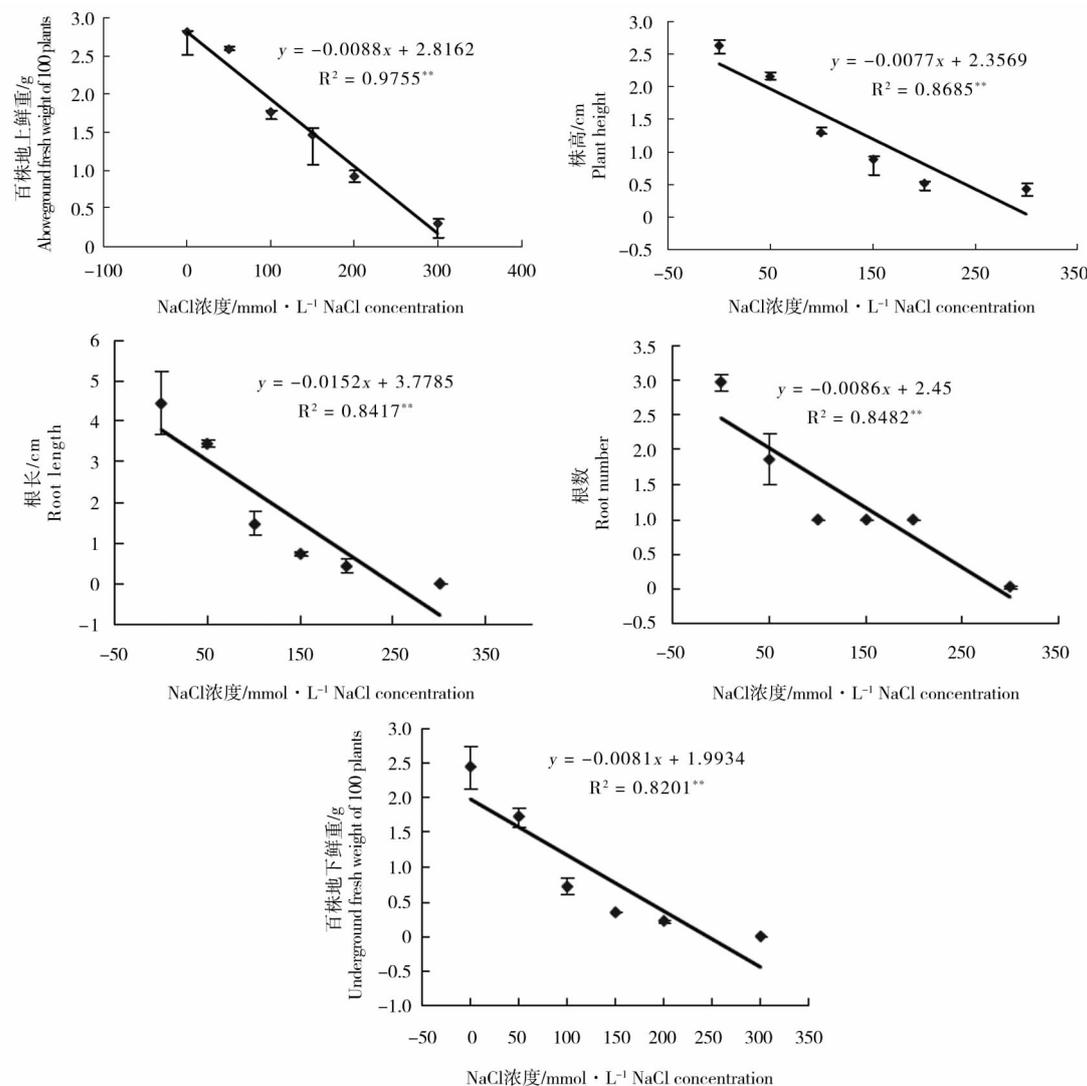


图 1 耐盐性分析

Fig. 1 Analysis of salt tolerance

表 1 各指标与 NaCl 浓度的直线回归方程及半抑制浓度

Table 1 Regression equation and IC<sub>50</sub> between index and NaCl concentration

指标 Index	直线回归方程 Regression equation	R <sup>2</sup>	半抑制浓度/mmole·L <sup>-1</sup> IC <sub>50</sub>
百株地上鲜重 Aboveground fresh weight of 100 plants	$y = -0.0088x + 2.8162$	0.9755 **	160.01
株高 Plant height	$y = -0.0077x + 2.3569$	0.8685 **	153.05
根长 Root length	$y = -0.0152x + 3.7785$	0.8417 **	124.29
根数 Root number	$y = -0.0086x + 2.4500$	0.8482 **	142.44
百株地下鲜重 Underground fresh weight of 100 plants	$y = -0.0081x + 1.9934$	0.8201 *	123.05

注: \*\* 表示极显著相关, \* 表示显著相关。下同。

Note: \*\* mean extremely significant correlation, \* mean significant correlation. The same below.

2.2 耐碱性分析

由图2可以看出,随着 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{NaHCO}_3$ 浓度的升高,百株地上鲜重、株高、根长、根数和百株地下鲜重呈下降趋势,各指标与 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{NaHCO}_3$ 浓度呈现显著或极显著正相关。回归方程见表2,各方程决定系数均达到显著或极显著水平,方程能够较好地描述各指标与 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{NaHCO}_3$ 浓度的关系。将 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{NaHCO}_3$ 浓度为 $0 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$  ( $x$ )代入方程,百株地上鲜重、株高、

根长、根数和百株地下鲜重的拟合值分别为 $0.9593 \text{ g}$ 、 $2.8542 \text{ cm}$ 、 $4.6179 \text{ cm}$ 、 $3.1529 \text{ 个}\cdot\text{株}^{-1}$ 、 $0.24 \text{ g}$ ,拟合数值除以2,代入方程得各指标半抑制 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{NaHCO}_3$ 浓度( $\text{IC}_{50}$ )分别为 $0.0618$ 、 $0.0562$ 、 $0.0265$ 、 $0.0372$ 和 $0.0239 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ ,各指标平均半抑制浓度为 $0.0411 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ ,并且 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{NaHCO}_3$ 对地下部分的抑制程度大于地上部分。

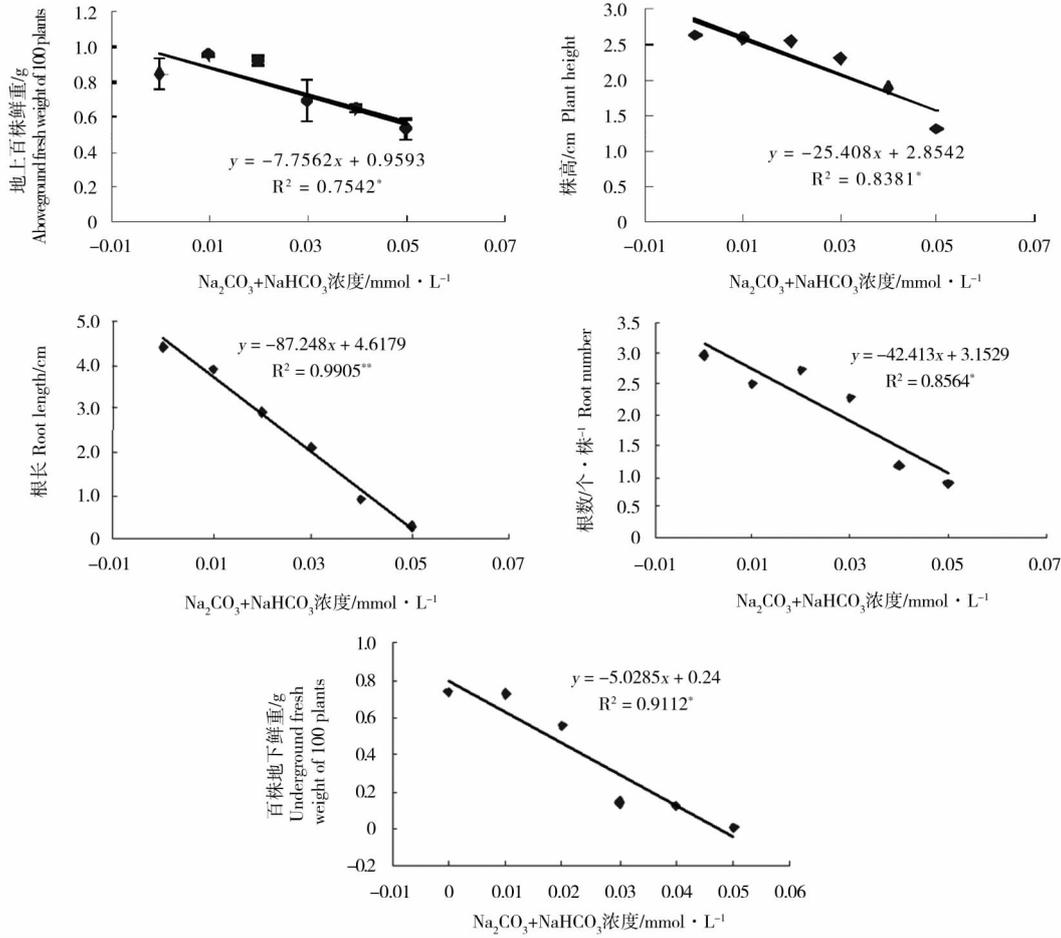


图2 耐碱性分析

Fig. 2 Analysis of alkali resistance

表2 各指标与 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{NaHCO}_3$ 浓度的直线回归方程及半抑制浓度

Table 2 Regression equation and  $\text{IC}_{50}$  between index and  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{NaHCO}_3$  concentration

指标 Index	直线回归方程 Regression equation	$R^2$	半抑制浓度/ $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ $\text{IC}_{50}$
百株地上鲜重 Aboveground fresh weight of 100 plants	$y = -7.7562x + 0.9593$	0.7542 *	0.0618
株高 Plant height	$y = -25.408x + 2.8542$	0.8381 *	0.0562
根长 Root length	$y = -87.248x + 4.6179$	0.9905 **	0.0265
根数 Root number	$y = -42.413x + 3.1529$	0.8564 *	0.0372
百株地下鲜重 Underground fresh weight of 100 plants	$y = -5.0285x + 0.24$	0.9112 *	0.0239

### 3 结论与讨论

水稻耐盐碱鉴定的方法可以大体归为实验室、温室、人工田间和自然田间鉴定 4 种方法。人工田间和自然田间鉴定方法多是在自然苏打盐碱土或人工控制的大田环境下进行的, 由于大田盐碱程度的分布不均和胁迫强度难以控制, 使得试验的准确性受限<sup>[9, 10-15]</sup>。温室盆栽鉴定<sup>[16-17]</sup>虽然试验环境较为均一, 可用于全生育期鉴定, 但是可容纳的样本数量有限。实验室鉴定法常用于水稻发芽期和幼苗前期的耐盐碱性鉴定, 可操作性强、周期短、效率高。但是, 不同研究者进行水稻发芽期和幼苗前期耐盐碱性鉴定所采用的鉴定指标和胁迫强度存在较大差异, 使得不同研究者的研究结果缺少可比性, 并且差异较大。该研究结果表明, 在试验浓度范围百株地上鲜重、株高、根长、根数和百株地下鲜重均与 NaCl 和 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> + NaHCO<sub>3</sub> 浓度呈现直线关系, 这些指标可以作为粳稻耐盐碱筛选的指标。NaCl 和 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> + NaHCO<sub>3</sub> 胁迫对地下部分的抑制程度大于地上部分, 各指标的平均 NaCl 和 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> + NaHCO<sub>3</sub> 的半抑制浓度分别为 140.57 和 0.041 1 mmol·L<sup>-1</sup>, 可作为粳稻耐盐鉴定和耐碱鉴定的胁迫条件。

#### 参考文献:

- [1] 赵可夫, 范海, 宋杰, 等. 中国盐生植物的种类、类型、植被及其经济潜势[M]. 北京: 气象出版社, 2002: 1-9.
- [2] 牛东玲, 王启基. 盐碱地治理研究进展[J]. 土壤通报, 2002, 33(2): 449-455.
- [3] 王亮, 景希强, 丰光, 等. 13 个玉米自交系植株形态配合力及遗传参数分析[J]. 玉米科学, 2009, 17(3): 15-18.
- [4] 姜敏, 刘欣芳, 郝楠, 等. 辽宁省部分骨干自交系产量配合力分析[J]. 玉米科学, 2010, 18(1): 15-19.
- [5] 程广有, 许文会, 黄永秀. 植物耐盐碱性的研究——水稻耐盐性与耐碱性相关分析[J]. 吉林林学院学报, 1996, 12(4): 214-217.
- [6] Foolad M R, Jones R A. Mapping salt—tolerance genes in tomato (*Lycopersicon esculentum*) using trait—base marker analysis[J]. Theor Appl Genet, 1993, 87: 184-192.
- [7] 尹尚军. NaCl 与 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 对水培小麦幼苗胁迫作用的比较[J]. 浙江万里学院学报, 2002, 15(1): 54-57.
- [8] 谢国生, 朱伯华, 彭旭辉, 等. 水稻苗期对不同 pH 值下 NaCl 和 NaHCO<sub>3</sub> 胁迫响应的比较[J]. 华中农业大学学报, 2005, 24(2): 121-124.
- [9] 程广有, 许文会, 黄永秀. 关于水稻苗期 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 筛选浓度和鉴定指标的研究[J]. 延边农学院学报, 1994, 26(1): 42-51.
- [10] Gargan K S, Abrol I P, Bhumbla D R. Performance of rice varieties in a highly saline sodic soils as influenced by plant population[J]. Agronomy Journal, 1974, 66: 279-280.
- [11] Srivastava O P, Singh B, Pathak A N. Varietal differences in Puptake of rice on sodic soils[J]. International Rice Research Newsletter, 1984, 9: 11.
- [12] Qadar A. Salinity and sodicity tolerance in rice[J]. International Rice Research Newsletter, 1985, 10: 7-8.
- [13] Qadar A. Alleviation of sodicity stress on rice genotypes by phosphorus fertilization [J]. Plant and Soil, 1998, 203: 269-277.
- [14] Singh R B, Ran P C, Singh B B. Genetic variability in rice genotypes planted in sodic soils[J]. International Rice Research Newsletter, 1990, 15: 13.
- [15] Sharma S K. Mechanism of tolerance in rice varieties differing in sodicity tolerance [J]. Plant and Soil, 1986, 93: 141-145.
- [16] 程广有, 许文会, 黄永秀, 等. 水稻品种耐盐碱性的研究[J]. 延边农学院学报, 1995, 17(4): 195-201.
- [17] 梁正伟, 杨富, 王志春, 等. 盐碱胁迫对水稻主要生育性状的影响[J]. 生态环境, 2004, 13(1): 43-46.

## Study on Identification Methods of Alkali-saline Tolerance at Early Seedling Stage for *Japonica* Rice

GAO Shang, LI Hong-yu, PAN Shi-ju, WANG Miao, FU Chun-yang, DUAN Yu-qing, ZHOU Jian  
(College of Agronomy, Heilongjiang Bayi Agricultural University, Daqing, Heilongjiang 163319)

**Abstract:** In order to screen *japonica* rice with alkali-saline tolerance at early stage of seedling, taking *japonica* rice Baijing 1 as materials, the alkali-saline stress concentration for evaluation was studied taking 6 different NaCl and Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> + NaHCO<sub>3</sub> concentrations as simulating alkali-saline stress, with the 100-plant fresh weight at above-ground, seedling height, root length, root number, 100-plant fresh weight at under-ground as evaluation indexes. The results showed that these could be used as appraisal indicators, while 140.57 mmol·L<sup>-1</sup> NaCl and 0.041 1 mmol·L<sup>-1</sup> Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> + NaHCO<sub>3</sub> solution could be used as stress condition for the evaluation of alkali-saline tolerance at early seedling stage. Alkali-saline inhibitory degree for under-ground of seedling was greater than above-ground.

**Key words:** *japonica* rice; early seedling stage; alkali-saline tolerance

(该文作者还有尼天植、薄志远, 单位同第一作者)