

# 盐胁迫对野生稻种子萌发及幼苗生长的影响

刘玉兰 段开怀 李皖 张国印 孙堂玉 范文忠\*

(吉林农业科技学院植物科学学院, 吉林 132101; 第一作者: jlyl@163.com; \* 通讯作者: 273000956@qq.com)

**摘要:**以 3 个野生稻品种(系)和常规稻品种吉粳 301(CK)为试验材料,研究了不同 NaCl 浓度对野生稻种子萌发及幼苗生长的影响。结果表明,盐胁迫对野生稻和常规粳稻种子萌发及幼苗生长的影响不同,NaCl 浓度 $\leq 0.3\%$ 时,盐胁迫对 3 个野生稻种子发芽及幼苗生长没有影响,但促进吉粳 301 种子发芽及幼苗生长;NaCl 浓度 $\geq 0.5\%$ 时,随着 NaCl 浓度的增大,3 个野生稻种子发芽率逐渐降低,幼苗的根长、苗长、根冠比逐渐变小;NaCl 浓度与 3 个野生稻种子发芽率有一定的负相关性;NaCl 对野生稻幼苗根的抑制作用强于对苗的作用;不同野生稻品种对 NaCl 溶液的耐受能力不同,从大到小依次为 MY-3、延引红、HY-1。

**关键词:**野生稻;盐胁迫;种子萌发;幼苗生长

**中图分类号:**S511.04;Q945.78 **文献标识码:**A **文章编号:**1006-8082(2017)06-0060-04

土壤盐渍化是世界范围内影响农作物生产的主要非生物胁迫因子之一,极大限制了农业生产的发展<sup>[1-3]</sup>。在我国现存的大面积盐渍化土地中,钠盐是形成盐土的主要盐类<sup>[4]</sup>。不同作物或同一种作物不同品种间的耐盐性不同,通过挖掘作物本身的耐盐能力,筛选和培育耐盐作物品种是开发利用盐碱地的有效途径之一<sup>[5]</sup>。野生稻中蕴藏着丰富的抗逆基因,是我国水稻育种研究的重要物质基础<sup>[6]</sup>。

盐胁迫是影响种子萌发及幼苗生长的重要因素,研究盐胁迫下种子的萌发状况具有重要的现实意义<sup>[6]</sup>。目前,关于盐胁迫对水稻种子萌发及幼苗生长的影响报道较多,但多数集中于粳稻和籼稻,对于野生稻种子的研究尚未有报道。本研究通过对 3 个野生稻品种和 1 个常规稻品种进行不同浓度盐分胁迫,比较其种子萌发及幼苗生长的差异,研究其耐盐性生理指标的变化规律,以期对野生稻种子的耐盐研究以及耐盐品种的选育提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试品种为 3 个野生稻品种和常规粳稻品种吉粳 301,3 个野生稻品种分别为延引红、HY-1、MY-3,种子于 2016 年 9 月采自吉林农业科技学院植物科学学院实习农场野生稻种子资源圃;吉粳 301 种子由吉林市农业科学院提供。

### 1.2 试验方法

试验盐溶液采用分析纯 NaCl 配制,设 7 个浓度处

理:0(CK)、0.1%、0.3%、0.5%、0.7%、0.9%、1.1%。

试验采用玻璃组培瓶纸上发芽法,在直径为 9 cm 的玻璃组培瓶中铺 6 层滤纸。以蒸馏水为对照组,分别加入上述不同浓度的 NaCl 溶液 5 mL (此时种子不浸在溶液中,倾斜容器时有少许溶液),每个组培瓶中摆放 30 粒水稻种子,盖紧瓶盖,置于 25℃温室中正常光照下生长;每个处理重复 3 次。从置床到第 15 d 期间每天统计发芽种子数,计算发芽势、发芽率、发芽相对抑制率等,并从每个重复中取有代表性的 10 株测量幼苗的苗高、根长、苗鲜质量、根鲜质量等,计算各性状的相对抑制率。

### 1.3 测定指标及方法

以胚根突破种皮达到种子长度的一半为种子发芽标准,计算发芽率、发芽势<sup>[7]</sup>。

发芽率 (%) = (发芽种子总数 / 供试种子总数) × 100%;

发芽势 (%) = (7 d 内发芽种子数 / 供试种子总数) × 100%;

相对发芽率 (%) = (某一盐处理下的发芽率 / 对照组的发芽率) × 100%;

相对抑制率 (%) = (对照值 - 处理值) / 对照值 × 100%;

收稿日期:2017-08-11

**基金项目:**吉林省科技发展规划项目(20140101146JC);吉林农业科技学院作物遗传育种-校级重点学科(112012015001)

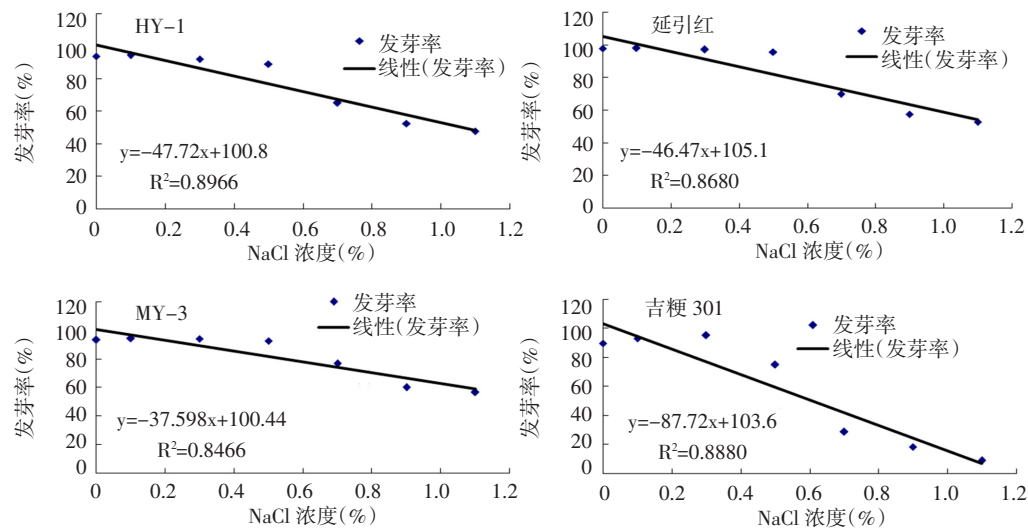


图 1 NaCl 浓度与参试品种种子发芽率的相关性

表 1 不同浓度盐胁迫下各水稻品种的发芽率和发芽势

		(%)			
指标	NaCl 浓度	HY-1	延引红	MY-3	吉梗 301
发芽率	0(CK)	93.7 aA	97.7 aA	93.3 abA	90.7 cB
	0.10	94.4 aA	97.9 aA	94.3 aA	93.2 bA
	0.30	92.9 aA	97.1 aA	94.0 aA	95.3 aA
	0.50	89.0 bB	94.9 bA	92.7 bA	75.1 dC
	0.70	65.0 cC	70.0 cB	76.7 cB	28.8 eD
	0.90	52.3 dD	57.5 dC	60.0 dC	18.5 fE
	1.10	47.6 eE	52.8 eD	56.7 eD	9.0 gF
发芽势	0(CK)	78.0 abA	81.0 cA	90.0 bA	86.7 abA
	0.10	79.0 aA	86.7 aB	93.3 aA	92.6 aA
	0.30	77.7 bA	84.3 bC	92.9 aB	82.9 bA
	0.50	61.9 cB	63.3 dD	86.7 cC	47.1 cB
	0.70	17.6 dC	40.0 eE	60.3 dD	0 dC
	0.90	0 eD	0 fF	20.1 eE	0 dC
	1.10	0 eD	0 fF	16.7 fF	0 dC
相对发芽率	0(CK)	-	-	-	-
	0.10	100.7	100.2	101.1	104.0
	0.30	99.1	99.4	100.8	106.3
	0.50	95.0	98.0	98.7	83.8
	0.70	69.4	71.6	82.2	32.2
	0.90	55.8	58.9	64.3	20.6
	1.10	50.8	54.0	60.8	10.0

同列数据后不同大、小写字母表示不同盐浓度处理间差异达极显著或显著水平。下同。

根冠比=根鲜质量/苗鲜质量。

1.4 数据分析

采用 Excel 和 DPS 软件进行数据的统计与分析。

2 结果与分析

2.1 盐胁迫对不同野生稻种子萌发的影响

如表 1 所示,与 CK 相比,0.1%、0.3% NaCl 浓度处理对野生稻种子的发芽率影响较小,但促进了吉梗 301 种子发芽,参试品种的相对发芽率均达 99%以上;NaCl 浓度为 0.5%时,野生稻品种发芽率略低于 CK;NaCl 浓度≥0.7%时,3 个野生稻品种发芽率极显著低于 CK。说明 NaCl 浓度较低时对野生稻种子发芽影响小,但促进了常规粳稻种子发芽,NaCl 浓度较高时将抑制野生稻种子发芽。

由图 1 可见,NaCl 浓度与 3 个野生稻种子的发芽率有一定的负相关性,HY-1 品种的负相关性相对较高(R<sup>2</sup>=0.8966),其次为延引红(R<sup>2</sup>=0.8687),再次为 HY-1(R<sup>2</sup>=0.8466),吉梗 301 种子的发芽率与 NaCl 浓度也有一定的负相关性(R<sup>2</sup>=0.8880)。

2.2 盐胁迫对不同野生稻品种幼苗生长的影响

根长与株高是植物体外在直接表现受盐碱胁迫影响程度的生理指标,尤其是根最先感知胁迫信息,并逐级向地上部分传递,进而对地上生长产生影响<sup>[8]</sup>。由表 2 可知,NaCl 浓度≤0.3%时,盐胁迫对 3 个野生稻品种幼苗根长、苗高的相对抑制率和根冠比基本没有影响,而吉梗 301 根冠比随着 NaCl 浓度的增大而增大,且不同盐浓度处理间差异极显著,在 NaCl 浓度为 0.3%时,吉梗 301 根长相对抑制率为-17.4%,苗高相对抑制率为-9.1%。说明 NaCl 浓度较低时对野生稻幼苗生长不会产生影响,但能促进常规粳稻幼苗生长。NaCl 浓度≥0.5%时,随 NaCl 浓度的增大,不同野生稻品种幼苗的根长、苗高基本呈逐渐变小趋势,但递减幅度比吉梗 301 小。从根冠比来看,高 NaCl 浓度下,野生稻根冠

表 2 不同浓度盐胁迫下各品种的根冠比及根、苗相对抑制率

指标	NaCl 浓度(%)	HY-1	延引红	MY-3	吉梗 301
根冠比	0(CK)	0.54 abAB	0.54 aA	0.60 aA	0.50 cC
	0.1	0.58 aA	0.52 abA	0.59 aAB	0.52 bB
	0.3	0.57 aA	0.52 aA	0.60 aA	0.60 aA
	0.5	0.52 bB	0.40 bA	0.58 bB	0.46 dD
	0.7	0.39 cC	0.37 cB	0.41 cC	0.26 eE
	0.9	0.24 dD	0.26 dC	0.29 dD	0 fF
	1.1	0.19 eE	0.21 eD	0.21 eE	0 fF
根长相对抑制率(%)	0(CK)	-	-	-	-
	0.1	-0.5	0.4	-0.2	-1.3
	0.3	0.6	0.74	-0.4	-17.4
	0.5	24.5	19.55	18.4	34.3
	0.7	69.6	65.44	62.5	83.6
	0.9	82.3	76.5	76.5	95.8
	1.1	87.2	85.4	84.65	100.0
苗高相对抑制率(%)	0(CK)	-	-	-	-
	0.1	0.4	0.6	-0.2	-4.3
	0.3	0.2	0.5	0.2	-9.1
	0.5	20.6	18.3	16.5	24.7
	0.7	62.6	61.5	59.74	77.6
	0.9	73.4	71.35	62.0	90.4
	1.1	79.5	74.6	75.7	100.0

表 3 相同浓度盐胁迫下不同野生稻品种发芽、根长、苗高的相对抑制率 (%)

指标	品种	NaCl 浓度					
		0.1	0.3	0.5	0.7	0.9	1.1
发芽相对抑制率	HY-1	-0.75 bB	0.85 aA	5.02 aA	30.63 aA	44.12 aA	49.20 aA
	延引红	-0.21 aA	0.61 aA	2.05 bB	28.35 bB	41.15 bB	46.00 bB
	MY-3	-1.07 cC	-0.75 bB	1.28 bB	17.79 cC	35.69 cC	39.23 cC
根长相对抑制率	HY-1	-0.53 bB	0.62 a	20.57 aA	69.64 aA	82.32 aA	87.22 aA
	延引红	0.36 aA	0.74 a	18.26 bB	65.41 bB	76.47 bB	85.40 bB
	MY-3	-0.17 bAB	-0.39 a	16.50 cC	62.30 cC	76.47 bB	84.64 bB
苗高相对抑制率	HY-1	0.35 aA	0.22 a	24.48 Aa	62.56 a	73.33 aA	79.44 aA
	延引红	0.58 aA	0.45 a	19.51 bB	61.48 ab	71.33 bB	74.59 bB
	MY-3	-0.22 bB	0.25 a	18.37 bB	59.71 b	61.95 cC	74.71 bB

比明显大于吉梗 301,说明野生稻品种耐盐能力比常规粳稻强。试验结果表明,NaCl 对野生稻根的抑制作用大于对苗的抑制作用,这可能是由于 NaCl 多积累在根部的缘故。

2.3 相同浓度的盐胁迫对不同野生稻品种发芽、根长、苗高的相对抑制率影响

从表 3 可以看出,不同野生稻品种对盐胁迫的反应不同,从种子萌发时的发芽相对抑制率来看,品种耐盐能力表现为 MY-3>延引红>HY-1,且品种间差异极显著;从幼苗根长、苗高的相对抑制率来看,MY-3 和延引红的耐盐能力基本相当,但均强于 HY-1。

3 结论与讨论

盐胁迫对植物生长发育最普遍、最显著的效应是

抑制植物生长、降低植物的生物量<sup>[9-10]</sup>。种子萌发期是耐盐能力相对较弱的时期,盐胁迫环境可减少植物种子对水分的吸收,从而降低细胞的渗透性,改变种子新陈代谢,抑制种子萌发<sup>[11]</sup>。在水稻盐胁迫相关研究中,虽然盐胁迫处理浓度各有不同,但结果表明盐胁迫对水稻种子萌发产生明显的抑制作用<sup>[12]</sup>。郭望模等<sup>[13]</sup>通过对 16 份耐盐能力不同的粳、籼、爪哇稻种子进行发芽试验,结果表明,随着 NaCl 浓度增加,水稻种子开始发芽的时间推迟,发芽过程延长,发芽率降低。张国新等<sup>[14]</sup>研究表明,不同水稻品种芽期耐盐能力不同,品种间发芽率差异显著。本试验结果表明,低浓度 NaCl 对野生稻种子发芽率、发芽势、幼苗根、苗生长基本没有影响,随 NaCl 浓度的增大,3 个野生稻种子的发芽率逐渐降低,其幼苗的根长、苗高逐渐变小,当 NaCl 浓度为

0.5%时,野生稻种子的发芽率显著低于对照,根长、苗高相对抑制明显增强,当 NaCl 浓度 $\geq 0.7\%$ 时,3 个野生稻种子发芽率极显著低于对照;NaCl 浓度与 3 个野生稻种子发芽率有一定的负相关性,决定系数( $R^2$ )均大于 0.84;NaCl 浓度 $\leq 0.3\%$ 时,常规粳稻吉梗 301 的发芽率随着 NaCl 浓度的增加而增大,根、苗的抑制率随着 NaCl 浓度的增加而减小,在 NaCl 浓度为 0.3%时,吉梗 301 相对发芽率为 104.0%,根相对抑制率为-17.4%,苗相对抑制率为-9.1%,但高浓度 NaCl 对吉梗 301 抑制作用较大,在 NaCl 浓度为 1.1%时吉梗 301 不能正常发芽。

在环境因素作用下,根冠比是经过植物体内许多基因变化过程和自我适应自我调节后最终表现出的综合指标<sup>[5]</sup>。本试验结果表明,NaCl 浓度 $\leq 0.3\%$ 时,盐胁迫对 3 个野生稻品种的根冠比基本没有影响,野生稻能够正常生长发育;当 NaCl 浓度 $\geq 0.7\%$ 时,随着 NaCl 浓度的增大野生稻根冠比逐渐减小,盐胁迫对 3 个野生稻品种根冠比影响达极显著差异,说明高浓度的盐对地下部分的抑制作用相对较大。从根冠比来看,高浓度盐胁迫下,野生稻根冠比明显大于吉梗 301 根冠比,说明野生稻品种耐盐能力比常规粳稻强。

从本试验结果可以看出,不同野生稻品种耐盐能力差异较大,耐盐能力表现为 MY-3>延引红>HY-1。

#### 参考文献

- [1] Munins R. Comparative physiology of salt and water stress [J]. *Plant Cell Environ*, 2002, 25: 239-250.
- [2] 李建国,濮励杰,朱明,等. 土壤盐渍化研究现状及未来研究热点[J]. 地理学报, 2002, 67(9): 1 233-1 245.
- [3] Munins R, Tester M. Mechanisms of salinity tolerance[J]. *Ammu Rev Plant Biol*, 2008, 59: 651-681.
- [4] 夏尚光,张金池,梁淑英. NaCl 胁迫 3 种榆树幼苗生理特性的影响[J]. 河北农业大学学报, 2008(2): 53-56.
- [5] 张万霞,杨庆文. 中国野生稻收集、鉴定和保存现状[J]. 植物遗传资源学报, 2003, 4(4): 369-373.
- [6] 顾闽峰,于利,王乃顶. 盐胁迫对不同甘蓝品种发芽率及幼苗生长的影响[J]. 江苏农业科学, 2017, 45(1): 114-117.
- [7] 聂江力,裴毅,冯丹丹. NaCl 和 NaCO<sub>3</sub> 胁迫对车前种子萌发的影响[J]. 北方园艺, 2015(5): 25-28.
- [8] 李文誉,李德明. 盐碱及重金属对植物生长发育的影响[J]. 北方园艺, 2010(8): 221-224.
- [9] 王宝山. 逆境植物生物学[M]. 北京:高等教育出版社, 2010: 209-215.
- [10] 谢英赞,何平,王朝英,等. 外源 Ca<sup>2+</sup>、SA、NO 对盐胁迫下决明幼苗生理特性的影响[J]. 西南大学学报:自然科学版, 2013, 35(3): 36-43.
- [11] 李微. 盐胁迫对水稻种子萌发及幼苗生长的影响[D]. 北京:中国农业科学院, 2011.
- [12] 乔绍俊,李会珍,张志军,等. 盐胁迫对不同基因型紫苏种子萌发、幼苗生长和生理特征的影响[J]. 中国油料作物学报, 2009, 31(4): 499-500.
- [13] 郭望模,傅亚萍,孙宗修,等. 盐胁迫下不同水稻种质形态指标与耐盐性的相关分析[J]. 植物遗传资源学报, 2003, 4(3): 245-251.
- [14] 张国新,张晓东,张亚丽. 盐胁迫下水稻种子发芽特性及耐盐性评价[J]. 现代农业科技, 2007(14): 108-110.
- [15] 马红媛,梁正伟,孔祥军,等. 盐分、温度及其相互作用对羊草种子发芽率和幼苗生长的影响[J]. 生态学报, 2008, 28(10): 4 710-4 717.

## Effects of Salt Stress on Seed Germination and Seedling Growth of Different Wild Rice

LIU Yulan, DUAN Kaihuai, LI Wan, ZHANG Guoyin, SUN Tangyu, FAN Wenzhong\*

(College of Plant Science, Jilin Agricultural Science and Technology University, Jilin 132101, China; 1st author: jllyl@163.com; \*Corresponding author: 273000956@qq.com)

**Abstract:** The effects of different concentrations of NaCl on seed germination and seedling growth of wild rice were studied with 3 wild rice varieties (series) and conventional rice variety Jigeng 301 (CK). The results showed that the effects of low concentration of salt stress on seed germination and seedling growth of wild rice and conventional japonica rice was different. When the concentration of NaCl $\leq 0.3\%$ , the effects of salt stress on seed germination and seedling growth of wild rice were little, but it improved the seed germination and seedling growth of Jigeng 301; when the concentration of NaCl $\geq 0.5\%$ , with the increase of NaCl concentration, the germination rate, length of root, the height of seedling, root/shoot ratio of wild rice were decreased; the concentration of NaCl had a negative correlation with the germination rate of wild rice; the inhibitory effect of NaCl on the root of wild rice seedling was stronger than that of seedlings; different wild rice varieties had different tolerance to NaCl solution, from big to small, which is MY-3, Yanyinhong, HY-1.

**Key words:** wild rice; salt stress; seed germination; seedling growth