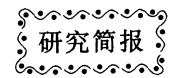


DOI: 10.3724/SP.J.1006.2008.02218



## 谷子地方品种发芽期和苗期对 NaCl 胁迫的反应和耐盐品种筛选

田伯红<sup>1</sup> 王素英<sup>2</sup> 李雅静<sup>1</sup> 王建广<sup>1</sup> 张立新<sup>1</sup> 梁凤芹<sup>1</sup> 翟玉柱<sup>1</sup> 刘金荣<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>沧州市农林科学院, 河北沧州 061001; <sup>2</sup>安阳农业科学研究所, 河南安阳 455000)

**摘要:** 用 150 mmol L<sup>-1</sup> 和 200 mmol L<sup>-1</sup> NaCl 溶液鉴定 194 份来自河南、山东、河北等地的谷子地方品种的耐盐性, 筛选出红谷、小黄谷、三变丑等 11 份耐盐性较强的品种, 野谷 5 号和洋谷对盐胁迫比较敏感; 不同品种发芽率、根和芽生长表现不同。发芽相对盐害率与苗期株高和第一片真叶面积相对盐害率没有显著相关性, 但发芽期耐盐性差的品种野谷 5 号和洋谷在苗期耐盐性也较差。芽期耐盐性强的红谷、小黄谷和三变丑在 150~200 mmol L<sup>-1</sup> 下苗期株高相对盐害率小于野谷 5 号和洋谷, 三变丑的株高相对盐害率低于红谷和小黄谷, 在高浓度下小黄谷的叶面积相对盐害率最小。

**关键词:** 谷子地方品种; NaCl 胁迫; 耐盐品种

## Response to Sodium Chloride Stress at Germination and Seedling and Identification of Salinity Tolerant Genotypes in Foxtail Millet Landraces Originated from China

TIAN Bo-Hong<sup>1</sup>, WANG Su-Ying<sup>2</sup>, LI Ya-Jing<sup>1</sup>, WANG Jian-Guang<sup>1</sup>, ZHANG Li-Xin<sup>1</sup>, LIANG Feng-Qin<sup>1</sup>, ZHAI Yu-Zhu<sup>1</sup>, and LIU Jin-Rong<sup>2</sup>

(<sup>1</sup> Cangzhou Academy of Agricultural and Forestry Sciences, Cangzhou 061001, Hebei; <sup>2</sup> Anyang Institute of Agricultural Sciences, Anyang 455000, Henan, China)

**Abstract:** One hundred and ninety-four Chinese foxtail millet [*Setaria italica* (L.) P. Beauv.] landraces were screened at germination and seedling stages for salinity tolerance with 150 or 250 mmol L<sup>-1</sup> NaCl treatments. On the basis of relative seed germination rate (RSG), relative shoot length (RSL), and relative root length (RRL), the landraces Honggu, Xiaohuanggu, and Sanbianchou, were identified to be the most salt-tolerant while Yegu 5 and Yanggu sensitive to salt stress. Correlation analysis indicated that RSG was not closely correlated with relative plant height (RPH) and relative leaf area (RLA) of the first true leaf at seedling stage. However, Yegu 5 and Yanggu with poor salinity tolerance at germination stage were also sensitive to salt stress at seedling stage. The RPH of Honggu, Xiaohuanggu, and Sanbianchou, were smaller than those of Yegu 5 and Yanggu. Under high concentrations of NaCl, the RLA of Xiaohuanggu was smaller than that of other landraces.

**Keywords:** Foxtail millet landrace; Sodium chloride stress; Salt-tolerant genotype

土壤盐渍化是制约粮食生产的重要因素之一, 我国的盐碱土占耕地面积的 20%, 主要分布于土壤蒸发量大, 降水少的干旱、半干旱地区以及滨海地区<sup>[1]</sup>。这些地区也是我国谷子 [*Setaria italica* (L.) P. Beauv.] 分布较多的地区。

在华北夏谷区, 全年降雨主要集中在 7~8 月份, 每年 3~4 月份因土壤水分蒸发返盐达到高峰。谷子在 6 月

中下旬播种至幼苗生长期间, 耕层土壤的盐分含量最高, 直接影响田间种子萌发和幼苗生长, 造成出苗不全, 幼苗生长势弱。7 月份进入雨季后, 土壤持水量增大, 盐分随着雨水的淋溶而下移, 对谷子生长的危害也相应减轻。根据田间土壤盐分运行规律, 种子萌发和幼苗生长期间盐胁迫对谷子生产的危害比较严重。种植耐盐品种是减轻

基金项目: 国家“十一五”科技支撑计划项目(2006BAD02B02); 河北省沧州市科技局项目(0501N15)

作者简介: 田伯红(1963-), 女, 副研究员, 主要从事谷子遗传育种和资源抗逆性鉴定研究。E-mail: tianbohong@sohu.com; Tel: 13393387773

Received(收稿日期): 2008-03-10; Accepted(接受日期): 2008-06-16.

土壤盐渍化危害的有效方法之一<sup>[2]</sup>。培育耐盐新品种是当前这一地区谷子育种的一个重要目标。

对玉米<sup>[3]</sup>、小麦<sup>[4]</sup>、水稻<sup>[5]</sup>、高粱<sup>[6]</sup>、珍珠粟<sup>[7]</sup>等作物的耐盐性研究较多,而在谷子上的相关研究很少。地方品种具有丰富的遗传变异,目前保存在国家种质库中的谷子地方品种有 23 381 份<sup>[8]</sup>。本研究旨在探索谷子地方品种发芽期和苗期的耐盐性,为谷子耐盐机制研究和新品种耐盐培育提供基础材料和依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 供试材料和试验设计

谷子地方品种 194 份(名称略),原产于河南、河北、山东等地。试验用种为新繁殖的种子。采用随机区组设计,每个处理设 3 次重复。

### 1.2 发芽期耐盐性鉴定

为了确定谷子地方品种耐盐性研究的适宜盐浓度,以小黄谷、糙皮谷、柳条青、毛黄谷等 4 个品种为材料,分别采用 0(对照)、20、40、50、60、80、100、120、150、200、250 和 300 mmol L<sup>-1</sup> NaCl 溶液进行预备试验。根据发芽率和芽与根的生长情况,在 20~120 mmol L<sup>-1</sup> 盐胁迫下,品种间及其与对照间差异均不显著,300 mmol L<sup>-1</sup> 盐溶液处理时,只有少数种子萌动。而在 150~250 mmol L<sup>-1</sup> 盐胁迫下,品种间发芽率、芽长和根长都有显著差异,能够区分各品种对盐胁迫的反应,可作为谷子地方品种发芽期耐盐性鉴定的适宜盐浓度。

将 100 粒饱满的种子置于铺有 3 层滤纸的培养皿(直径 10 cm)中,每个培养皿中加 10 mL 浓度为 0(对照)、150 或 200 mmol L<sup>-1</sup> NaCl 溶液,然后置于 25 °C 培养箱,7 d 后调查发芽种子数,再将培养皿置于阳光充足、温度为 25 ± 2 °C 的环境下,3 d 后每处理随机取 10 个植株测量芽长和根长。发芽相对盐害率(%) = (对照发芽率 - 处理发芽率) / 对照发芽率 × 100%; 相对芽长(%) = 处理芽长 / 对照芽长 × 100%; 相对根长(%) = 处理根长 / 对照根长 × 100%。根据《谷子种质资源描述规范和数据标准》<sup>[9]</sup>,将谷子品种的耐盐等级分为 1 (发芽相对盐害率为 0~20.0%)、3(20.1%~40.0%)、5(40.1%~60.0%)、7(60.1%~80.0%) 和 9(80.1%~100%) 5 个级别。

### 1.3 发芽期对不同浓度盐胁迫的反应

根据上述研究结果,以红谷、小黄谷、三变丑(发芽相对盐害率 < 5%,综合耐盐性强)和野谷 5 号、洋谷(发芽相对盐害率 > 60%,综合耐盐性差)等品种为材料,采用 0(对照)、50、100、150、200、250、300、350 和 400 mmol L<sup>-1</sup> NaCl 溶液处理,试验和性状调查的方法同上。计算发芽相对盐害率(%)、相对芽长(%)和相对根长(%)。从盐胁迫处理后的第 2 天开始,每天调查各个处理的发芽数至没有新种子发芽为止。研究耐盐性不同的谷子地方品种对各种浓度盐胁迫的反应。

### 1.4 苗期对不同浓度盐胁迫的反应

以发芽期耐盐的红谷、小黄谷、三变丑和敏感的野谷 5 号、洋谷为材料,将种子播种在直径 10 cm 的塑料盆中,待植株长到 1 叶 1 心时,每盆留苗 10 株,采用 0 (对照)、100、150、200 和 250 mmol L<sup>-1</sup> NaCl 溶液处理幼苗,处理方法参照 Krishnamurthy 等<sup>[6-7]</sup>。处理前调查株高,处理后 10 d 调查株高、第一片真叶的长度和宽度。为了排除盐胁迫前各个处理的生长差异,采用株高的增长量(处理后株高 - 处理前株高) / 对照株高增长量 × 100%; 第一片真叶面积相对盐害率(%) (简称叶面积相对盐害率) = (对照第一片真叶面积 - 处理第一片真叶面积) / 对照第一片真叶面积 × 100%。以这二参数研究发芽期耐盐性不同的谷子地方品种在苗期对盐胁迫的反应。

### 1.5 数据统计分析

利用 SPSS(Ver. 11) 进行统计分析,计算各个处理性状的平均数,并进行方差分析和性状之间的相关分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 发芽期的耐盐性鉴定

方差分析表明,供试材料间在 150 mmol L<sup>-1</sup> 和 200 mmol L<sup>-1</sup> NaCl 胁迫下发芽相对盐害率存在极显著差异。150 mmol L<sup>-1</sup> NaCl 下,所有品种的平均发芽相对盐害率(17.5% ± 11.0%) 略低于 200 mmol L<sup>-1</sup> 时的发芽相对盐害率(19.4% ± 13.4%) (表 1),两者相关极显著( $R^2 = 0.518^{**}$ )。

在 200 mmol L<sup>-1</sup> NaCl 下,品种之间表现不同程度的耐盐性,发芽相对盐害率变化在 0.7%~71.0% 之间。有 105 个品种(占 54.2%) 发芽相对盐害率低于 20.0%,耐盐级别为 1,其中红谷的相对盐害率最低(0.7%),糙皮谷、三变丑、大饿死牛、小黄谷、丑三丑、山白谷、松三石、饿死牛、钱串子和红粘谷等 10 个品种相对盐害率都 < 5%,耐盐性极强;红毛达谷等 74 个品种(占 38.1%) 的相对盐害率为 20.1%~40.0%,耐盐级别为 3;青苗老鸱嘴等 13 个品种(占 6.7%) 的相对盐害率为 40.1%~60.0%,耐盐级别为 5;野谷 5 号和洋谷的相对盐害率高达 71.0% 和 69.8%,耐盐级别为 7,对 NaCl 胁迫敏感;没有耐盐级别为 9,对盐胁迫表现极敏感的品种。

种子萌发后,150 mmol L<sup>-1</sup> 和 200 mmol L<sup>-1</sup> NaCl 胁迫对幼苗的相对芽长和相对根长表现不同程度的抑制作用,相对根长受到的抑制比相对芽长大,变异幅度和变异系数也较大(表 1)。根据方差分析结果,不同品种间相对芽长和相对根长差异均极显著。相关分析表明,无论在 150 mmol L<sup>-1</sup> 还是在 200 mmol L<sup>-1</sup> 盐浓度下,发芽相对盐害率与相对芽长和相对根长都没有显著的相关性,相对芽长与相对根长却存在极显著的正相关。两个浓度下发芽相对盐害率、相对芽长和相对根长的相关系数分别为 0.518<sup>\*\*</sup>、0.414<sup>\*\*</sup> 和 0.317<sup>\*\*</sup>,均达到极显著水平。

表 1 谷子地方品种在 150 mmol L<sup>-1</sup>和 200 mmol L<sup>-1</sup> NaCl 下性状分析Table 1 Analysis of the traits in the foxtail millet landraces under 150 and 200 mmol L<sup>-1</sup> NaCl treatments

性状 Trait	NaCl 浓度 NaCl concentration (mmol L <sup>-1</sup> )	平均值 Average	标准差 SE	变异幅度 Range of variation	变异系数 CV (%)
相对盐害率 Relative seed germination rate (%)	150	17.5	11.0	0–52.2	62.8
	200	19.4	13.4	0.7–71.0	68.9
相对芽长 Relative shoot length (%)	150	79.7	10.1	59.1–99.3	12.6
	200	57.3	8.8	35.5–81.7	14.8
相对根长 Relative root length (%)	150	71.3	14.3	40.8–96.4	20.0
	200	36.7	7.4	22.6–62.3	20.1

## 2.2 发芽期对不同浓度盐胁迫的反应

无论是耐盐性强的红谷、小黄谷和三变丑, 还是耐盐性弱的野谷 5 号和洋谷, 随着盐浓度的提高, 种子开始发芽和发芽高峰出现的时间逐渐推迟。0(对照)、50 和 100 mmol L<sup>-1</sup> 下的发芽高峰出现在第 3 天; 150 mmol L<sup>-1</sup> 和 200 mmol L<sup>-1</sup> 处理发芽高峰在第 4 天; 250 mmol L<sup>-1</sup> 下种子第 4 天开始萌动, 次日出现发芽高峰; 300 mmol L<sup>-1</sup> 处理的第 5 天有极少数种子开始萌发。当盐浓度达到 350 mmol L<sup>-1</sup> 和 400 mmol L<sup>-1</sup> 时, 所有品种没有 1 粒种子萌发。

耐盐性强的红谷、小黄谷和三变丑在 50~250 mmol L<sup>-1</sup> NaCl 胁迫下的发芽相对盐害率均低于耐盐性较差的野谷 5 号和洋谷。在 300 mmol L<sup>-1</sup> NaCl 下, 红谷的相对盐害率不但显著低于野谷 5 号和洋谷, 而且还比小黄谷和三变丑低。洋谷在 50~300 mmol L<sup>-1</sup> 各个浓度的盐溶液下相对盐害率均高于其他品种。当盐浓度超过 350 mmol L<sup>-1</sup> 时, 所有品种发芽相对盐害率均为 100% (图 1-A)。

与发芽相对盐害率不同, 低浓度的 NaCl 溶液 (50 mmol L<sup>-1</sup>) 处理, 无论是耐盐品种还是敏感品种, 除三变丑与对照相当之外, 其他品种的相对芽长值都超过 100%。当 NaCl 浓度超过 150 mmol L<sup>-1</sup> 时盐溶液对不同耐盐性品种芽生长抑制的差异才表现出来, 在 200 mmol L<sup>-1</sup> 和 250 mmol L<sup>-1</sup> 处理时差异最明显, 当盐浓度超过 300 mmol L<sup>-1</sup> 时, 所有品种的芽生长基本上都被抑制了 (图 1-B)。

在 50 mmol L<sup>-1</sup> NaCl 溶液下, 耐盐性强的品种红谷、小黄谷和三变丑相对根长均高于对照。随着盐浓度的提高, 特别是当盐浓度超过 150 mmol L<sup>-1</sup> 时根的生长受到明显抑制, 但发芽期耐盐性较强的品种相对根长都大于耐盐性较差的品种。在较低盐浓度 (50 mmol L<sup>-1</sup> 和 100 mmol L<sup>-1</sup>) 下, 两个耐盐性较差的品种表现也不相同。虽然野谷 5 号的相对盐害率比 3 个耐盐性强的品种大, 但是, 该品种的相对根长却与之相当, 而洋谷相对根长显著低于野谷 5 号 (图 1-C)。

## 2.3 苗期对不同浓度盐胁迫的反应

随着 NaCl 浓度的提高, 5 个谷子品种的株高相对盐害率逐渐提高, 发芽期耐盐性不同的品种表现相同的趋势。三变丑的株高相对盐害率在 100 mmol L<sup>-1</sup> NaCl 胁迫

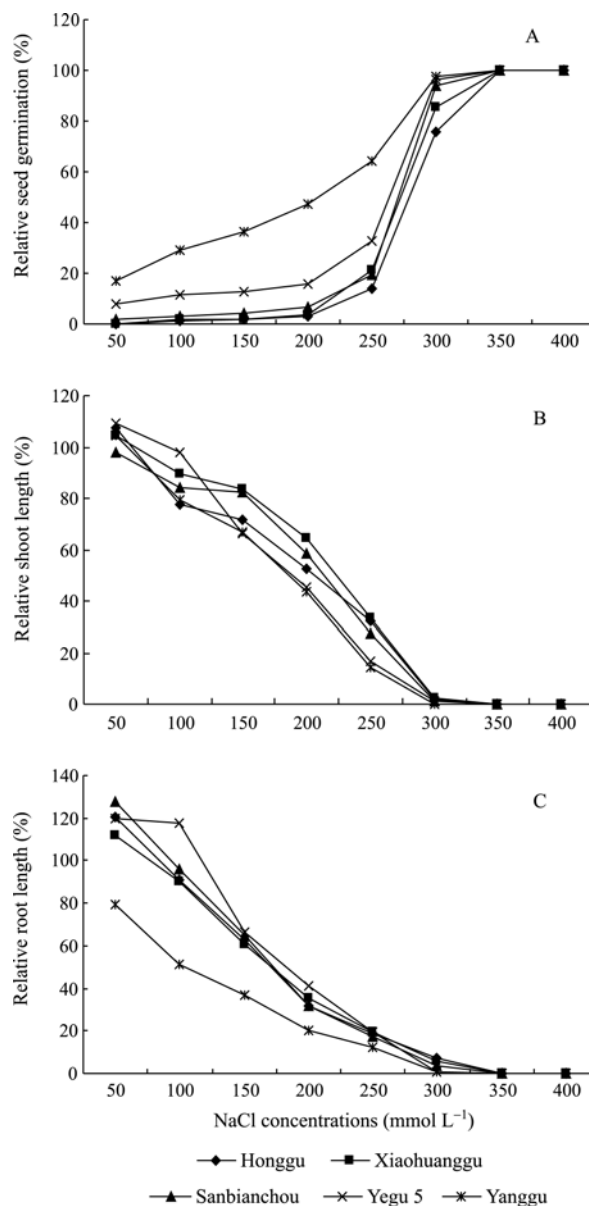


图 1 5 个谷子地方品种发芽期在不同浓度 NaCl 胁迫下性状比较  
Fig. 1 Comparison of the traits at seed germination stage in the five foxtail millet landraces under different salt concentrations

下只有 1.8%, 在其他浓度下也较小, 特别是在高浓度 (250 mmol L<sup>-1</sup>) 下显著低于其他品种 (图 2-A)。无论是发芽期

耐盐性较强的红谷和小黄谷, 还是耐盐性较差的野谷 5 号和洋谷, 在  $100 \text{ mmol L}^{-1}$  NaCl 胁迫下株高相对盐害率都接近或超过 20.0%, 红谷和小黄谷在  $150 \text{ mmol L}^{-1}$  NaCl 处理下株高相对盐害率略低于野谷 5 号和洋谷, 但在较高盐浓度下 ( $200 \text{ mmol L}^{-1}$  和  $250 \text{ mmol L}^{-1}$ ), 它们的株高相对盐害率比较接近。谷子地方品种的叶面积相对盐害率也随着盐浓度的提高而增加。在  $100 \text{ mmol L}^{-1}$  下, 三变丑表现最低 (5.4%)。小黄谷叶面积相对盐害率在低浓度下较高 (20.5%), 随着盐浓度的提高缓慢增加, 在高浓度下则低于其他品种 (图 2-B)。红谷与野谷 5 号和洋谷在各浓度盐胁迫下的叶面积相对盐害率均较相近。

迫下的叶面积相对盐害率均较相近。

#### 2.4 发芽期与苗期耐盐性的相关关系

对红谷、小黄谷、三变丑、野谷 5 号和洋谷 5 个品种发芽期发芽相对盐害率及苗期性状的相关分析表明, 发芽相对盐害率不但与苗期的株高增长量和第一片真叶面积均没有显著的相关性, 而且与株高和叶面积相对盐害率的相关性也不显著 (表 2)。苗期株高相对盐害率与叶面积相对盐害率显著相关, 而与株高增长量和叶面积呈显著的负相关。叶面积与叶面积相对盐害率有极显著负相关, 但与株高的增长量没有显著的相关性。

表 2 谷子地方品种发芽期与苗期性状的相关系数

Table 2 Correlation coefficients of the traits at seed germination and seedling stages in foxtail millet landraces

性状 Trait	发芽率相对盐害率 Relative seed germination rate	株高相对盐害率 Relative plant height	叶面积相对盐害率 Relative leaf area	株高增长量 Plant height
株高相对盐害率 Relative plant height	0.288			
叶面积相对盐害率 Relative leaf area	0.257	0.588*		
株高增长量 Plant height	0.308	-0.539*	-0.420	
叶面积 Leaf area	-0.263	-0.561*	-0.936**	0.358

\*和\*\*分别表示 0.05 和 0.01 水平显著。\* and \*\* indicate significance of correlations at  $P < 0.05$  and  $0.01$ , respectively.

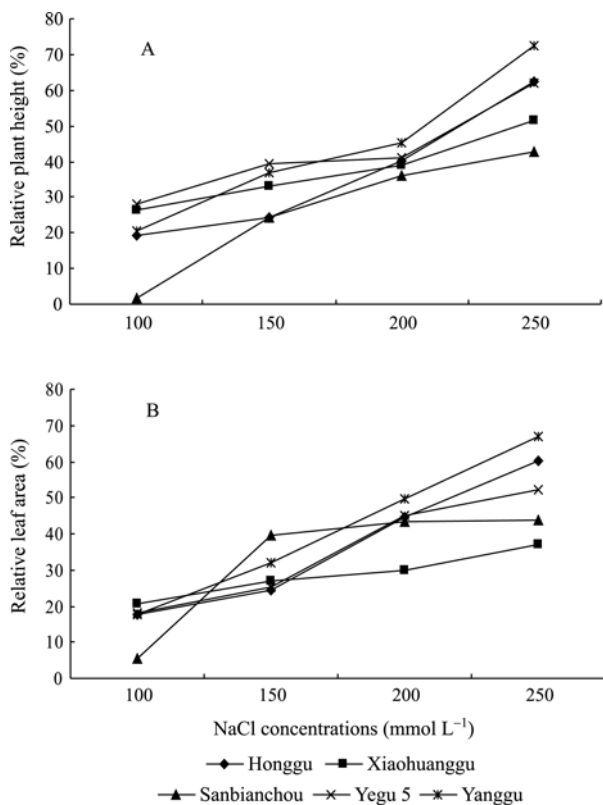


图 2 5 个谷子地方品种苗期在不同浓度 NaCl 胁迫下性状比较  
Fig. 2 Comparison of the traits at seedling stage in the five foxtail millet landraces under different NaCl concentrations

## 2 讨论

根据发芽相对盐害率、相对根长和相对芽长的表现, 谷子地方品种对盐胁迫表现几种类型: (1) 综合耐盐性强,

发芽相对盐害率  $< 5\%$ , 相对芽长和相对根长较大, 如红谷、三变丑、小黄谷等品种; (2) 发芽相对盐害率  $< 5\%$ , 根生长受抑制较小, 但芽生长受抑制较大, 如大饿死牛和饿死牛等品种; (3) 发芽相对盐害率较低, 但芽和根的生长受抑制较大, 如糙皮谷、红黏谷等品种; (4) 发芽相对盐害率较高, 芽生长受抑制小, 根生长受抑制大 (如白粥谷和列江糙等品种), 或芽受抑制大而根受抑制小 (如母鸡嘴白谷和鹤鹑头等品种), 或芽和根均受抑制小 (如黄沙谷、紫苗同米红、狼尾巴等品种); (5) 综合耐盐性差, 如野谷 5 号和洋谷等, 表现为相对盐害率高, 芽和根的生长受到严重抑制。这些品种为深入研究谷子耐盐性的机制和遗传控制奠定了材料基础。较强的芽期耐盐性是盐渍化严重地区谷子品种必须优先具备的特性, 是保证谷子出苗的基础。相对芽长和相对根长值较大, 是生产上保证苗全、苗壮的基础。根系生长在地下, 针对根系选择比较困难。由于在盐胁迫下, 根的生长与芽的生长呈显著相关, 因此在谷子耐盐性选择中, 对幼苗地上部的选择可达到间接选择根系的目的。

虽然我国谷子地方品种以抗旱、耐瘠、适应性显著著称, 但是对于谷子耐盐性的了解甚少。因此, 以发芽期相对盐害率作为一种简便易行的指标对大量谷子品种的初步筛选, 以及耐盐品种选育和遗传研究是必要的。从本研究的结果看, 随着盐浓度的提高, 谷子地方品种发芽时间和发芽高峰时间推迟, 芽和根的生长受抑制的程度加大。在水稻上也观察到相似的现象<sup>[10]</sup>。当盐溶液浓度达到  $350 \text{ mmol L}^{-1}$  或  $400 \text{ mmol L}^{-1}$  时, 供试品种都不能发芽。在  $150 \sim 250 \text{ mmol L}^{-1}$  可作为发芽期鉴定谷子地方品种耐盐性的适宜盐浓度。

农作物不同生育阶段的耐盐性评价可采用人工盐池和自然田间鉴定、温室盆栽和水培鉴定、发芽期耐盐鉴定等方法。人工盐池和自然田间鉴定能够容纳大量种质资源,但田间盐分的不均一分布会影响鉴定的准确性<sup>[11]</sup>。温室盆栽和盐性营养液水培鉴定可用于作物全生育期的耐盐性鉴定,但鉴定材料的数量有限,周期较长。发芽期耐盐性鉴定可在较短时间内对大量的品种进行鉴定,具有可操作性强、周期短、效率高的特点,可用于大批量谷子品种的耐盐性初步评价。虽然在小麦<sup>[12-13]</sup>、水稻<sup>[14]</sup>等作物上发芽期的耐盐性与植株生长后期的耐盐性没有必然的联系,但是在高粱<sup>[15]</sup>、玉米<sup>[16]</sup>和粟类<sup>[17]</sup>作物上苗期的耐盐性与成株期的耐盐性是一致的。在本研究中,发芽期种子发芽相对盐害率与苗期株高和叶面积相对盐害率虽然没有显著的相关性,但芽期耐盐性极强的红谷、小黄谷和三变丑在苗期的耐盐性仍然强于芽期耐盐性弱的野谷5号和洋谷,而芽期对盐胁迫敏感的品种苗期依然比较敏感。发芽期采用发芽相对盐害率对谷子地方品种的耐盐性进行初步筛选,可以剔除耐盐性差的品种,减少后续研究的工作量。

## References

- [1] Zhao K-F(赵可夫), Li F-Z(李法曾). China Halophyte (中国盐生植物). Beijing: Science Press, 1999. pp 1-6
- [2] Epstein E, Rains D W. Advances in salt tolerance. *Plant Soil*, 1987, 99: 17-29
- [3] Khan A A, Rao S A, McNeilly T. Assessment of salinity tolerance based upon seedling root growth response functions in maize (*Zea mays* L.). *Euphytica*, 2003, 131: 81-89
- [4] Liu X(刘旭), Shi J(史娟), Zhang X-Y(张学勇), Ma Y-S(马缘生), Jia J-Z(贾继增). Screening salt tolerance germplasms and tagging the tolerance gene(s) using microsatellite (SSR) markers in wheat. *Acta Bot Sin* (植物学报), 2001, 43(9): 948-954(in Chinese with English abstract)
- [5] Chen Z-D(陈志德), Zhong W-G(仲维功), Yang J(杨杰), Huang Z-Y(黄转运). Evaluation of salt tolerance of rice (*Oryza sativa* L.) germplasm. *J Plant Genet Resour* (植物遗传资源学报), 2004, 5(4): 351-355(in Chinese with English abstract)
- [6] Krishnamurthy L, Serraj R, Hash C T, Dakheel A J, Reddy B V S. Screening sorghum genotypes for salinity tolerant biomass production. *Euphytica*, 2007, 156: 15-24
- [7] Krishnamurthy L, Serraj R, Rai K N, Hash C T, Dakheel A J. Identification of pearl millet [*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.] lines tolerant to soil salinity. *Euphytica*, 2007b, 158: 179-188
- [8] Li Y, Wu S Z, Cao Y S, Zhang X Z. A phenotypic diversity analysis of foxtail millet [*Setaria italica* (L.) P. Beauv] landraces of Chinese origin. *Genet Resour Crop Evol*, 1996, 43: 377-384
- [9] Lu P(陆平). Descriptors and Data Standard for Foxtail Millet [*Setaria italica* L. Beauv] (谷子种质资源描述规范与数据标准). Beijing: China Agriculture Press, 2006. p 54(in Chinese)
- [10] Guo W-M(郭望模), Fu Y-P(傅亚萍), Sun Z-X(孙宗修), Zheng Z-Y(郑镇一). The correlation analysis between the morphological indices and salt tolerance in different rice germplasm under the salt stress. *J Plant Genet Resour* (植物遗传资源学报), 2003, 4(3): 245-251(in Chinese with English abstract)
- [11] Shannon M C. Breeding, Selection and the Genetics of Salt Tolerance. In: Staples R C, Toeniessen G H, eds. Salinity Tolerance in Plants. New York: John Wiley & Sons, 1984. pp 231-254
- [12] Ma Y-Q(马雅琴), Weng Y-J(翁跃进). Evaluation for salt tolerance in spring wheat cultivars introduced from abroad. *Acta Agron Sin* (作物学报), 2005, 31(1): 58-64(in Chinese with English abstract)
- [13] Munns R, James R A. Screening methods for salinity tolerance: A case study with tetraploid wheat. *Plant Soil*, 2003, 253: 201-218
- [14] Fang W-X(方文先), Tang L-H(汤陵华), Wang Y-P(王艳平). Selection on rice germplasm tolerant to salt stress. *J Plant Genet Resour* (植物遗传资源学报), 2004, 5(3): 295-298(in Chinese with English abstract)
- [15] Azhar F M, McNeilly T. Variability for salt tolerance in *Sorghum bicolor* L. Moench under hydroponic conditions. *J Agron Crop Sci*, 1987, 159: 269-277
- [16] Maiti R K, Amaya L E D, Cardona S I, Dimas A M O, De La Rosa-Ibarra M, Castillo H D L. Genotypic variability in maize cultivars (*Zea mays* L.) for resistance to drought and salinity. *J Plant Physiol*, 1996, 148: 741-744
- [17] Kebebew F, McNeilly T. Variation in response of accessions of minor millets, *Pennisetum americanum* L. Leek (Pearl Millet) and *Eleusine coracana* L. Gaertn (Finger Millet), and *Eragrostis tef* (Zucc.) trotter (Tef), to salinity in early seedling growth. *Plant Soil*, 1995, 175: 311-321