

# 不同糜子品种芽期耐盐性比较

张洪鹏<sup>1</sup>, 陈德龙<sup>1</sup>, 马强<sup>3</sup>, 张盼盼<sup>1,2\*</sup>, 金喜军<sup>1</sup>, 李冰<sup>1</sup>, 朱天全<sup>1</sup>, 刘顺杰<sup>1</sup>, 李健依<sup>1</sup>

(1. 黑龙江八一农垦大学农学院, 黑龙江大庆 163319; 2. 黑龙江八一农垦大学国家杂粮工程技术研究中心, 黑龙江大庆 163316; 3. 靖边县农产品质量检验检测中心, 陕西靖边 718500)

**摘要** [目的] 研究不同糜子品种芽期耐盐性, 筛选出耐盐性强的材料, 为糜子耐盐品种选育与利用提供依据。[方法] 以 6 个糜子品种 MZ-5、MZ-11、MZ-14、MZ-28、MZ-29、MZ-30 为研究对象, 通过 180 mmol/L NaCl 溶液模拟盐胁迫条件, 比较糜子发芽势、发芽率、芽长、根长、芽鲜重、根鲜重等指标的变化。[结果] 在盐胁迫下 6 个参试品种的芽长、根长、芽鲜重、根鲜重均低于对照, 而发芽率均高于对照。与 MZ-28、MZ-29、MZ-30 相比, 盐胁迫下 MZ-5、MZ-11、MZ-14 的发芽势、发芽率、芽长、根长、芽鲜重和根鲜重均较高。[结论] 综合分析认为, 品种 MZ-5、MZ-11、MZ-14 耐盐性较强, 而 MZ-28、MZ-29、MZ-30 耐盐性较弱。

**关键词** 糜子; 芽期; 耐盐性; 品种筛选

**中图分类号** S501 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2016)23-011-03

## Comparative Study on Salt Tolerance of Different Varieties of Broomcorn Millet at the Germination Stage

ZHANG Hong-peng<sup>1</sup>, CHEN De-long<sup>1</sup>, MA Qiang<sup>3</sup>, ZHANG Pan-pan<sup>1,2\*</sup> et al (1. Agronomy College, Heilongjiang Bayi Agricultural University, Daqing, Heilongjiang 163316; 2. Chinese National Coarse Cereals Engineering Research Center, Heilongjiang Bayi Agricultural University, Daqing, Heilongjiang 163319; 3. Jingbian Inspection and Test Center for Quality of Agricultural Products, Jingbian, Shaanxi 718500)

**Abstract** [Objective] The aim was to study salt tolerance of different varieties of broomcorn millet and screen strong salt-tolerant varieties at the germination stage to provide references for breeding and utilization of salt-tolerant varieties. [Method] The germination potential, germination rate, shoot length, root length, shoot fresh weight, and root fresh weight of six varieties of broomcorn millet MZ-5, MZ-11, MZ-14, MZ-28, MZ-29, and MZ-30 under salt stress simulated by 180 mmol/L NaCl solution were compared. [Result] The shoot length, root length, shoot fresh weight, and root fresh weight of six tested varieties under salt stress were lower than those of the control, while their germination rate was higher than that of the control. Compared with varieties MZ-28, MZ-29, and MZ-30, the germination potential, germination rate, shoot length, root length, shoot fresh weight, and root fresh weight of varieties MZ-5, MZ-11, and MZ-14 under salt stress were higher. [Conclusion] By comparison with varieties MZ-28, MZ-29, and MZ-30, the salt tolerance of varieties MZ-5, MZ-11, and MZ-14 is strong.

**Key words** Broomcorn millet; Germination stage; Salt tolerance; Screening of varieties

随着气候变暖和人们对耕地的过度利用, 耕地的盐渍化程度日益严重, 土壤盐渍化已成为限制农作物生长、发育和产量的最主要非生物胁迫因素之一<sup>[1-3]</sup>。据统计, 目前全球约有占总可耕地面积 5% 的土地正在遭受着不同程度的盐渍化危害。我国的盐碱地面积大, 位居世界第四位, 各类盐碱地面积总计达 0.99 亿  $\text{hm}^2$ <sup>[4]</sup>, 其中盐碱耕地约 0.07 亿  $\text{hm}^2$ , 是农牧业发展中具有较大潜力的土地资源。改良利用盐渍化土壤, 传统技术措施虽有效, 但应用生物学方法则是改良盐碱地最经济、最有效并可可持续的方法<sup>[5-6]</sup>, 而筛选出优良的耐盐品种也是利用生物法改良和解决盐渍化土壤问题的最有效方法之一。对耐盐碱植物筛选与早期鉴定的主要依据之一是种子的耐盐性鉴定<sup>[7]</sup>。潘瑞焱<sup>[8]</sup>指出种子萌发期是植物对盐胁迫最为敏感的时期之一。龚明<sup>[9]</sup>等指出, 植物的耐盐性随个体的发育阶段不同而变化。植物在萌发及幼苗期耐盐性最差; 其次是生殖生长阶段, 而其他发育阶段对盐胁迫相对不敏感, 因此在植物生长早期进行耐盐性选择是最佳时期。

糜子作为一种耐干旱、耐盐碱的农作物, 可在一定程度上有效改善瘠薄地和盐碱化地域的生态环境<sup>[10]</sup>。王纶<sup>[11]</sup>等

对我国 6 518 份糜子种质资源苗期耐盐性进行了鉴定, 通过 3 次耐盐性鉴定, 筛选出高度耐盐种质 22 份和耐盐种质 120 份; 甄莉娜<sup>[12]</sup>等以晋黍 9 号为材料, 研究了 NaCl、 $\text{Na}_2\text{SO}_4$  和  $\text{MgCl}_2$  3 种盐溶液对糜子发芽的影响, 指出 NaCl 对糜子种子发芽抑制作用最大。但目前关于 NaCl 胁迫下不同品种糜子芽期发芽率和形态指标详细比较的报道较少, 鉴于此, 笔者以 6 个糜子品种为试验材料, 用 180 mmol/L NaCl 溶液模拟盐胁迫, 通过测定糜子发芽势、发芽率、芽长、根长、芽鲜重、根鲜重等指标, 比较不同糜子品种的耐盐性, 并筛选出芽期耐盐性强的材料, 为糜子耐盐品种选育与利用提供依据。

## 1 材料与方法

**1.1 材料** 选取的 6 个糜子品种为 MZ-5、MZ-11、MZ-14、MZ-28、MZ-29、MZ-30, 均由国家杂粮工程技术研究中心提供。

**1.2 试验设计** 挑选饱满的种子约 500 粒, 用 10% 次氯酸钠溶液消毒 5 min; 用蒸馏水清洗 4~5 遍, 均匀摆放在铺有 2 层滤纸的培养皿中, 每个培养皿 50 粒种子, 然后分别加入浓度为 0(CK)、180 mmol/L NaCl 溶液(简称 T, 由前期预备试验筛选得出) 10 mL, 置于黑暗条件下 25 °C 恒温培养箱中进行发芽试验, 3 次重复。采用称重法在试验期间每天定期补充蒸馏水, 保持各处理浓度稳定。

## 1.3 测定项目与方法

**1.3.1 发芽势** 以胚根与种子等长, 且胚芽长度为种子长度的 1/2 为发芽标准。于播种后第 3 天调查发芽势, 即为第 3 天发芽数占总种子数量的百分数。

**基金项目** 校引进人才科研启动项目(XYB2014-08); 黑龙江省博士后基金项目(LBH-Z14177); 黑龙江省教育厅项目(12541599)。

**作者简介** 张洪鹏(1992-), 男, 辽宁丹东人, 硕士, 从事作物逆境生理生态研究。\* 通讯作者, 讲师, 博士, 从事杂粮种质资源及高产栽培生理生态研究。

**收稿日期** 2016-06-24

**1.3.2 发芽率。**于摆种后第7天调查发芽率,即为第7天发芽数占总种子数量的百分数。

**1.3.3 芽长、根长。**于摆种后第7天,从每个培养皿中选取发芽一致的10株苗,用直尺分别量取芽长和根长。

**1.3.4 芽鲜重、根鲜重。**于摆种后第7天,从每个培养皿中选取发芽一致的10株苗,以胚芽鞘节为分界点,分为芽和根两部分(根部分去掉籽粒),以10株为一个单位,采用万分天平称取芽鲜重和根鲜重。

**1.4 数据分析** 采用 Microsoft Excel 2013 进行数据的录入、整理,通过 SPSS19 对数据进行方差分析,并采用 Origin8.0 软件绘图。

## 2 结果与分析

**2.1 盐胁迫对不同糜子品种发芽势的影响** 由图1可知,不同糜子品种发芽势在不同盐浓度下表现不同,并且在相同盐浓度下,MZ-5、MZ-11和MZ-14的发芽势均显著高于MZ-28、MZ-29、MZ-30。随着盐浓度的增加,MZ-28、MZ-29、MZ-30发芽势受影响较大,而MZ-5、MZ-11和MZ-14发芽势受影响较小。在180 mmol/L NaCl胁迫下,MZ-14发芽势最高,为99%;MZ-11和MZ-5次之,发芽势分别为97%、93%;MZ-28和MZ-29发芽势稍低,分别为72%、75%;MZ-30发芽势最低,为68%。

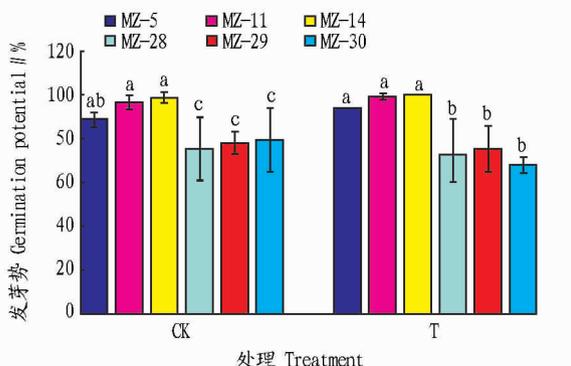


图1 盐胁迫对不同糜子品种发芽势的影响

Fig.1 Effects of salt stress on the germination potential of different varieties of broomcorn millet

**2.2 盐胁迫对不同糜子品种发芽率的影响** 由图2可知,不同糜子品种发芽率随盐浓度升高呈增大趋势,且不同品种增大幅度不同,其中MZ-28、MZ-29和MZ-30分别增加26.27%、13.11%和11.11%。在180 mmol/L NaCl胁迫下,MZ-14发芽率最高,为98%;MZ-11和MZ-28仅次之并且相等,发芽率为97%;MZ-5和MZ-30发芽率稍低,分别为90%、92%;MZ-29发芽率最低,为88%。

**2.3 盐胁迫对不同糜子品种芽长的影响** 由图3可知,不同糜子品种芽长随盐浓度升高而变短,且6个糜子品种的芽长差异较明显。在180 mmol/L NaCl胁迫下,不同糜子品种萌发均受到不同程度的影响,其中,MZ-28和MZ-30受影响最大,芽长分别为0.5 cm和0.4 cm;MZ-29次之,为0.8 cm,MZ-5和MZ-11芽长较长,为1.8 cm和2.0 cm,芽长最长的是MZ-14,为2.1 cm。方差分析表明,在

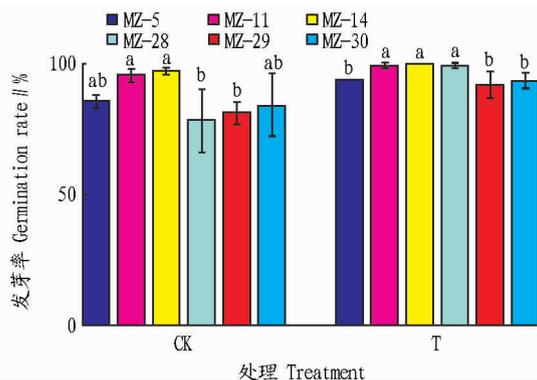


图2 盐胁迫对不同糜子品种发芽率的影响

Fig.2 Effects of salt stress on the germination rate of different varieties of broomcorn millet

180 mmol/L NaCl胁迫下,MZ-5、MZ-11和MZ-14均显著高于MZ-28、MZ-29、MZ-30,并且MZ-29的芽长显著高于MZ-28和MZ-30。

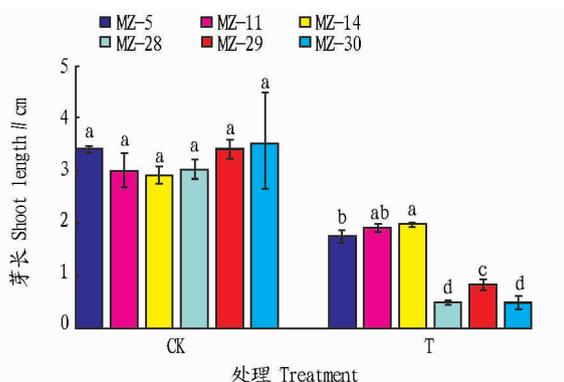


图3 盐胁迫对不同糜子品种芽长的影响

Fig.3 Effects of salt stress on the shoot length of different varieties of broomcorn millet

**2.4 盐胁迫对不同糜子品种根长的影响** 图表4表示,不同糜子品种根长随盐浓度升高而变短,且6个糜子品种的芽长差异较明显。在180 mmol/L NaCl胁迫下,不同糜子品种萌发均受到不同程度的影响,MZ-5、MZ-11、MZ-14的根长差异较小。其中,MZ-30根长最短,为0.8 cm;MZ-28、MZ-29根长次之;MZ-5根长最长,为3.3 cm;其次是MZ-11、MZ-14,根长分别为3.25、3.20 cm。这6个糜子品种根长由长到短的顺序为MZ-5、MZ-11、MZ-14、MZ-28、MZ-29、MZ-30。方差分析表明,在对照条件下,6个糜子品种根长不存在显著差异,而在180 mmol/L NaCl胁迫下,MZ-5、MZ-11、MZ-14与MZ-28、MZ-29、MZ-30之间均存在显著差异,且MZ-28、MZ-29与MZ-30之间也存在显著差异。

**2.5 盐胁迫对不同糜子品种芽鲜重的影响** 由图5可知,不同糜子品种芽鲜重随盐浓度升高而变小。在180 mmol/L NaCl胁迫下,不同糜子品种芽鲜重均受到不同程度的影响,其中,MZ-5芽鲜重最大,为0.036 g;MZ-11、MZ-14次之,为0.034、0.030 g;MZ-30、MZ-29芽鲜重较小,分别为0.014 g、0.018 g,芽鲜重最小的是MZ-28,为0.012 g。进一

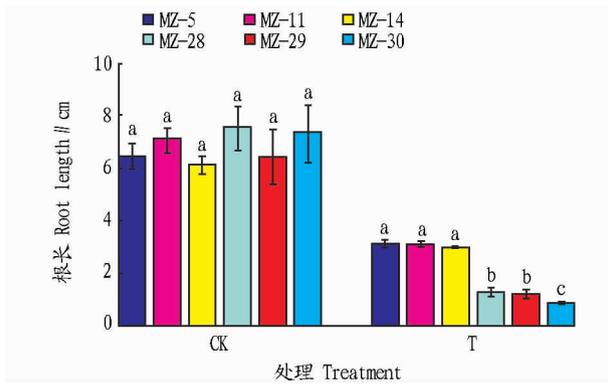


图4 盐胁迫对不同糜子品种根长的影响

Fig. 4 Effects of salt stress on the root length of different varieties of broomcorn millet

步方差分析表明,在 180 mmol/L NaCl 胁迫下,芽鲜重在 MZ-5、MZ-11、MZ-14 与 MZ-28、MZ-29、MZ-30 之间均存在显著差异,并且 MZ-29 与 MZ-28 之间也存在显著差异。

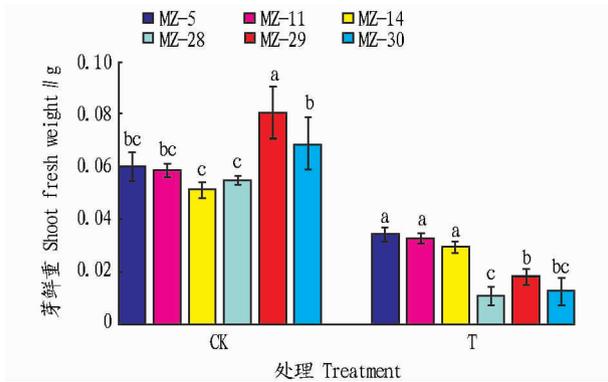


图5 盐胁迫对不同糜子品种芽鲜重的影响

Fig. 5 Effects of salt stress on the shoot fresh weight of different varieties of broomcorn millet

**2.6 盐胁迫对不同糜子品种根鲜重的影响** 由图 6 可知,参试糜子品种根鲜重随盐浓度升高而变小,并且不同品种在盐胁迫下受到不同程度的影响。在 180 mmol/L NaCl 胁迫下,MZ-14 根鲜重最大,为 0.013 g;MZ-29 根鲜重次之,为 0.010 g;MZ-30 根鲜重最小,为 0.004 g。方差分析表明,在 180 mmol/L NaCl 胁迫下,MZ-5、MZ-11、MZ-14 与 MZ-28、MZ-29、MZ-30 之间均存在显著差异,并且 MZ-5 与 MZ-11、MZ-14 之间存在显著差异。

### 3 结论与讨论

作物生长发育的各个阶段对盐胁迫的耐受能力不同<sup>[13]</sup>,有研究表明,种子萌发期对盐胁迫最敏感<sup>[14]</sup>。不同作物,或者同一作物不同品种之间的耐盐能力也存在较大的差异。该试验利用 180 mmol/L NaCl 溶液对 MZ-5、MZ-11、MZ-14、MZ-28、MZ-29、MZ-30 等 6 个糜子品种进行芽期耐盐性鉴定。结果表明,在盐胁迫下 6 个参试品种的发芽率略高于对照,可能是由于种子内水分胁迫与盐胁迫条件达到

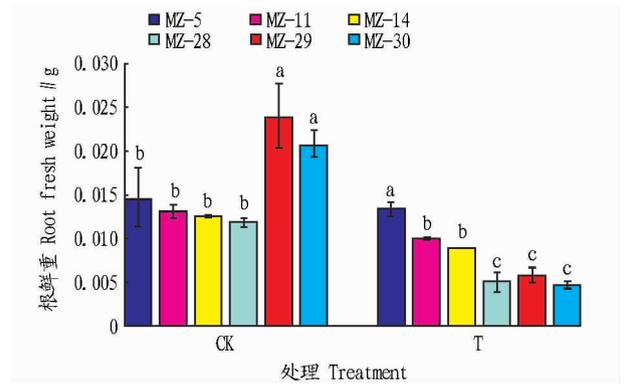


图6 盐胁迫对不同糜子品种根鲜重的影响

Fig. 6 Effects of salt stress on the root fresh weight of different varieties of broomcorn millet

一个新的动态平衡,促使种子发芽率增加<sup>[15]</sup>,MZ-5、MZ-11、MZ-14 的发芽势高于 CK,而 MZ-28、MZ-29、MZ-30 的发芽势低于 CK;6 个参试品种的芽长、根长、芽鲜重、根鲜重均低于对照,说明 180 mmol/L NaCl 在一定程度上能够限制糜子胚芽和胚根的生长。

该研究表明,盐胁迫条件下,不同品种间比较,MZ-5、MZ-11、MZ-14 的发芽势、发芽率、芽长、根长、芽鲜重和根鲜重均高于 MZ-28、MZ-29、MZ-30。因此认为 MZ-5、MZ-11、MZ-14 为耐盐性较强的品种,MZ-28、MZ-29、MZ-30 为耐盐性较差的品种。在糜子耐盐品种的选育工作中,可将 MZ-5、MZ-11、MZ-14 等 3 个品种作为亲本材料。同时,为以后开展糜子其他生育时期耐盐方面的研究提供试验材料。有关糜子耐盐生理机制等方面有待于进一步研究。

### 参考文献

- [1] 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,2012(9):1233-1245.
- [2] 赵明范. 世界土壤盐渍化现状及研究趋势[J]. 世界林业研究,1994(1):84-86.
- [3] 冯琛,党高兵,解建仓,等. 大米草玉米的耐盐效果及对盐渍化土壤的改良试验[J]. 水土保持通报,2011(6):47-50.
- [4] 王遵亲. 中国盐渍土[M]. 北京:科学出版社,1993.
- [5] 杨真,王宝山. 中国盐碱地改良利用技术研究进展及未来趋势[J]. 水土保持,2014(1):1-11.
- [6] 范亚文. 种植耐盐植物改良盐碱土的研究[D]. 哈尔滨:东北林业大学,2001.
- [7] 阎顺国,沈禹颖. 生态因子对碱茅种子萌发期耐盐性影响的数量分析[J]. 植物生态学报,1996(4):414-422.
- [8] 潘瑞炽. 植物生理学[M]. 北京:高等教育出版社,2004:299-300.
- [9] 龚明,刘友良,丁念诚,等. 大麦不同生育期的耐盐性差异[J]. 西北植物学报,1994(1):1-7.
- [10] 李占成,张丽丽,李玮,等. 盐胁迫对糜子种子发芽的影响[J]. 作物杂志,2011(6):122-123.
- [11] 王纶,王星玉,温琪芬,等. 中国黍稷种质资源耐盐性鉴定[J]. 植物遗传资源学报,2007,8(4):426-429.
- [12] 甄莉娜,高茹雪,张美艳,等. 盐胁迫对黍子种子萌发的影响[J]. 北方园艺,2010(10):28-31.
- [13] ALMANSOURI M, KINET L M, LUTTS S. Effect of salt and osmotic stresses on germination in durum wheat[J]. Plant soil,2001,231:243-254.
- [14] GULZAR S, KHAN M A, UNGAR A. Salt tolerance of a coastal salt marsh grass[J]. Soil science,2003,34:2595-2605.
- [15] 高新中,赵祥,孙洁,等. 盐胁迫对达乌里胡枝子种子萌发的影响[J]. 草原与草坪,2008,128(3):49-51.