

文章编号:1005—0906(2011)06—0014—06

不同玉米杂交种耐盐碱性鉴定

肖万欣,赵海岩,刘晶,史磊,汪经宏,赵勐,常程,张书萍

(辽宁省农业科学院玉米所,沈阳 110161)

摘要: 在不同盐碱含量的试验地,通过整个生育期对供试材料耐盐碱指标进行测定,评价不同玉米杂交种的耐盐碱性,并对供试材料的耐盐碱性划分等级。研究表明,成株率耐盐碱指数与出苗率、最终产量耐盐碱指数均呈正相关关系,且均达显著水平。开花散粉期较短的 ASI 和较高的成株率、生殖生长期较多的绿色叶片数和穗粒数是耐盐碱性较高的品种获得高产的基础。与其他杂交种相比,辽 1127 和铁研 39 不仅表现出较高的耐盐碱性,且具有良好的生产潜力。

关键词: 玉米;杂交种;耐盐碱性鉴定

中图分类号: S513.038

文献标识码: A

Saline-Alkali Tolerance Identification of Different Maize Hybrids

XIAO Wan-xin, ZHAO Hai-yan, LIU Jing, SHI Lei, et al.

(Maize Research Institute, Liaoning Academy of Agricultural Sciences, Shenyang 110161, China)

Abstract: Saline-alkali tolerance evaluation and classification of different maize hybrids by determining saline-alkali tolerance index of maize hybrids through the whole growth stage under different pH value and salinity content experimental fields were studied. The results showed that ripe ear rate saline-alkali tolerance index correlated significant positively with emergence rate and yield saline-alkali tolerance index. The shorter ASI and higher ripe ear rate during the anthesis-silking stage, the larger number of green leaves and kernels per ear during the reproductive stage was the premise of obtaining a high yield of higher saline-alkali tolerance cultivars. Compared with other maize hybrids, Lian 1127 and Tieyan 39 not only showed higher saline-alkali tolerance at different pH value and salinity content experimental fields, but also had significant influence on the productive potentialities.

Key words: Maize; Hybrid; Saline-alkali tolerance identification

土壤盐渍化是目前危害农业生产的环境因子之一。我国约有 0.2 亿 hm^2 的盐渍土地^[1], 约占耕地面积的 20%, 主要分布于土壤蒸发量大、降水量少的干旱、半干旱地区以及滨海地区, 种植耐盐品种是减轻土壤盐渍化危害的有效方法之一^[2~4]。我国科学家已对水稻、小麦、大豆、谷子、高粱等作物不同生育时期的耐盐性表现、盐对其农艺性状及子粒品质

的影响、耐盐生理生化、盐胁迫下不同作物的生理生化反应等方面进行了研究^[5~15]。

玉米是对土壤盐渍化中度敏感的作物, 耗水量大, 生长发育期易受干旱的侵袭, 因此, 玉米耐盐碱育种对于我国农业生产意义重大。虽然小麦和水稻的发芽期耐盐性与生长后期的耐盐性没有必然联系, 但高粱、玉米和粟类苗期的耐盐性与成株期的耐盐性是一致的^[16~22]。本研究以不同的玉米杂交种为材料, 通过对整个生育期耐盐碱指标的调查和相关分析, 研究生长早期评判玉米杂交种耐盐碱性强弱的指标, 在不同盐碱含量试验地上, 筛选出耐盐碱性较强的玉米杂交种, 为我国盐碱地开发利用和耐

收稿日期: 2010-12-08

基金项目: 抗逆转基因玉米新品种培育(2008ZX08003-004)

作者简介: 肖万欣(1982-), 男, 辽宁本溪人, 博士, 助理研究员, 从事玉米高产栽培生理研究。

Tel: 024-31029918 E-mail: xiaowanxin@yahoo. cn

盐碱育种的筛选鉴定提供参考。

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试材料为辽单 565、辽单 527、辽单 539、辽单 111、辽 1127、辽 1224、辽单 1211、辽单 120、辽单 121、郑单 958、铁研 124、沈玉 21、丹玉 605 和铁研 39 共 14 个品种。

1.2 试验设计

试验于 2010 年在辽宁省彰武县进行,选用两块盐碱含量不同的试验地,其土壤不同深度的 pH 值和含盐量见表 1。为保持试验在同一气候和农业生态条件下进行,将 pH 值为 7.5、土壤可溶性盐含量为 0.5%~0.7%的轻度盐碱区作为普通地块;将耕作层土壤 pH 值为 9.5、土壤可溶性盐含量为 3.0%~3.5%的地块作为重盐碱地块。每个品种种 2 行区,小区行长 3 m,3 次重复,每行 11 株。5 月 15 日播种,10 月 10 日收获,进行人工点播,以复合肥(N:P₂O₅:K₂O=15:15:15)为基肥,田间管理同一般大田。

表 1 不同深度土壤的盐碱含量

Table 1 pH value and salinity content in different depth of experimental field

地块类别	土壤深度(cm)	pH 值	含盐量(‰)
Type of field	Soil depth	pH value	Salinity content
普通地块	0~20	7.5	0.68
	21~50	7.3	0.52
重盐碱地块	0~20	9.5	3.40
	21~50	9.3	3.10

1.3 测定项目与方法

1.3.1 出苗率和成株率

出苗率=(出苗数/播种粒数)×100%;
成株率=(成株数/定苗数)×100%。

1.3.2 绿色叶片数和开花散粉间隔天数

在散粉期,从每小区第 1 行行头的第 3 株开始连续取 5 株(缺苗时按顺序往下延续,不取每行头和行尾 2 株),调查单株绿叶数,计算平均值。小区 50%植株达到雄穗主轴上部 1/3 以上为散粉期;小区 50%植株雌穗花丝长度达 1 cm 为吐丝期。

绿叶数=超过 1/3 叶片面积为可见绿色的叶片数;散粉吐丝间隔天数(ASI)=吐丝日期-散粉日期。

1.3.3 产量及其农艺性状

玉米成熟时每小区全部收回进行小区测产,测产面积为 3.6 m²,子粒产量和百粒重按 14%标准含水量计算。每个品种选取有代表性的 10 穗进行室内考种(穗长、穗粗、秃尖长、穗行数、行粒数和百粒重)。

1.3.4 耐盐碱指数

耐盐碱指数=重盐碱地性状表现值/普通地块性状表现值,其中,ASI 耐盐碱指数按照普通地块性状表现值/重盐碱地性状表现值计算。

1.3.5 耐盐碱等级划分

根据综合耐盐碱指数的平均数(X)和标准差(σ)为分级依据,分为一级耐盐碱(X_i>X+σ)、二级耐盐碱(X+σ>X_i>X+0.5σ)、三级耐盐碱(X+0.5σ>X_i>X-0.5σ)、四级耐盐碱(X-0.5σ>X_i>X-σ)、五级耐盐碱(X_i<X-σ)。

1.4 数据分析

采用 Excel 和 DPS v8.01 版进行统计学分析,用 Duncan's 新复极差测验法进行数据比较。

2 结果与分析

2.1 出苗率和成株率

通过对不同品种出苗情况和开花散粉期成株率的调查,结果表明,与重盐碱地块相比,普通地块不同品种の出苗率和成株率分别提高了 6.0%和 48.0%(表 2)。郑单 958 和辽单 527 出苗率较高,出苗率平均值为 94.3%和 94.0%;铁研 39 和辽 1127 成株率较高,成株率平均值为 89.0%和 88.7%。

2.2 绿色叶片数和开花散粉期间隔时间(ASI)

开花散粉期,对不同地块玉米杂交种进行绿色叶片数和 ASI 的对比调查(表 3)。结果表明,辽单 111 和辽 1127 的绿色叶片数较多,叶片数平均值均为 14.5;铁研 124、铁研 39 和辽 1127 的 ASI 较短,ASI 平均值分别为 2.5、3、2.5 d。

2.3 产量及产量构成

与重盐碱地块相比,普通地块不同品种的产量、穗粒数和千粒重分别增加了 129.0%、27.0%、14.0%(表 4)。两块试验地数据综合比较,辽 1127 和辽单 121 产量较高,平均产量为 8 994.0 kg/hm²和 8 968.5 kg/hm²;辽单 111 和铁研 39 穗粒数较多,平均穗粒数为 746.9 粒和 584.2 粒;辽单 565 和辽 1127 的千粒重较高,平均千粒重为 357.6 g 和 311.1 g。

表 2 不同玉米品种の出苗率和成株率

Table 2 Emergence rate and ripe ear rate of different maize hybrids

%

品 种 Cultivars	出苗率 Emergence rate		成株率 Ripe ear rate	
	重盐碱地块	普通地块	重盐碱地块	普通地块
	High saline-alkali field	Normal field	High saline-alkali field	Normal field
辽单 565	77.3 ab	90.9 a	50.0 cde	92.4 a
辽单 527	100.0 a	87.9 a	50.0 cde	86.4 a
辽单 539	90.9 a	90.9 a	36.4 de	84.8 a
辽单 111	77.3 ab	83.3 a	63.6 abcd	81.8 a
辽 1127	90.9 a	89.4 a	90.9 a	86.4 a
辽 1224	92.4 a	92.4 a	60.6 bcde	92.4 a
辽单 1211	83.3 ab	90.9 a	78.8 abc	90.9 a
辽单 120	84.8 a	89.4 a	57.6 cde	87.9 a
辽单 121	54.5 b	92.4 a	31.8 e	86.4 a
郑单 958	97.7 a	90.9 a	79.5 abc	92.4 a
铁研 124	90.9 a	97.0 a	59.1 bcde	92.4 a
沈玉 21	86.4 a	95.5 a	59.1 bcde	93.9 a
丹玉 605	86.4 a	98.5 a	40.9 de	98.5 a
铁研 39	97.7 a	89.4 a	88.6 ab	89.4 a
平均值	86.5	91.3	60.5	89.7

注:不同品种间小写字母表示在 0.05 水平上差异显著。下表同。

Note: Values with cultivars followed by the different letters under the same index are significantly different at 0.05 level. The same as the following tables.

表 3 不同玉米品种的绿色叶片数和开花散粉期间隔时间

Table 3 Leaf numbers and ASI of different maize hybrids

品 种 Cultivars	叶片数(片) Number of leaves		开花散粉期间隔时间(d) Interval time in the pollinating period	
	重盐碱地块	普通地块	重盐碱地块	普通地块
	High saline-alkali field	Normal field	High saline-alkali field	Normal field
辽单 565	13 ab	14 a	3 cd	4 d
辽单 527	12 b	14 a	4 bc	3 d e
辽单 539	13 ab	13 a	5 b	7 bc
辽单 111	15 a	14 a	7 a	8 ab
辽 1127	15 a	14 a	2 de	3 de
辽 1224	13 ab	13 a	4 bc	6 c
辽单 1211	13 ab	14 a	7 a	6 c
辽单 120	12 b	15 a	7 a	3 de
辽单 121	13 ab	15 a	4 bc	2 e
郑单 958	12 b	14 a	5 b	3 de
铁研 124	11 b	14 a	1 e	4 d
沈玉 21	12 b	14 a	4 bc	2 e
丹玉 605	13 ab	13 a	4 bc	9 a
铁研 39	13 ab	14 a	2 de	4 d
平均值	13	14	4	4

表 4 不同玉米品种的产量及其产量构成						
Table 4 Yield and its components of different maize hybrids						
品 种 Cultivars	产量(kg/hm ²) Yield		穗粒数(粒) Number of kernels per ear		千粒重(g) 1000-kernels weight	
	重盐碱地块	普通地块	重盐碱地块	普通地块	重盐碱地块	普通地块
	High saline-alkali field	Normal field	High saline-alkali field	Normal field	High saline-alkali field	Normal field
辽单 565	3 144.0 h	12 673.5 b	244.0 g	532.0 fg	261.2 cde	453.9 a
辽单 527	5 052.0 de	9 510.0 g	544.4 bc	577.8 de	291.1 b	307.3 cd
辽单 539	2 632.5 i	10 047.0 ef	383.3 e	483.3 h	225.5 fg	285.8 d
辽单 111	5 467.5 cd	10 311.0 e	779.8 a	714.0 b	223.9 fg	245.2 e
辽 1127	6 973.5 a	11 014.5 cd	553.1 b	462.2 hi	303.3 ab	318.9 bc
辽 1224	6 984.0 a	9 618.0 fg	271.1 g	548.9 ef	241.3 ef	282.3 d
辽单 1211	6 391.5 b	11 427.0 c	388.4 e	513.3 g	288.2 bc	321.2 bc
辽单 120	5 826.0 c	10 975.5 d	448.9 d	526.4 fg	323.4 a	292.7 cd
辽单 121	4 762.5 e	13 174.5 a	404.0 e	745.3 a	302.2 ab	292.1 cd
郑单 958	4 059.0 f	10 098.0 e	434.0 d	567.1 de	257.5 de	294.7 cd
铁研 124	2 770.5 j	10 315.5 e	201.0 h	429.3 j	286.0 bcd	288.6 d
沈玉 21	2 409.0 i	10 392.0 e	522.7 c	591.6 cd	237.4 efg	245.7 e
丹玉 605	3 603.0 g	10 233.0 e	352.7 f	452.7 ij	274.8 bcd	337.6 b
铁研 39	5 869.5 c	10 939.5 d	557.3 b	611.1 c	209.1 g	278.9 d
平均值	4 710.0	10 767.0	434.6	553.9	266.1	303.2

2.4 农艺性状

通过对不同杂交种农艺性状测定(表 5),结果表明,与重盐碱地块相比,普通地块供试品种穗长平均增加 13.5%,秃尖长平均缩短 23.5%,穗粗平均

增粗 9.8%。综合两块地试验数据,辽单 120 和辽 1127 的穗长较长,分别为 22.0 cm 和 20.0 cm;铁研 124 秃尖最短,平均为 0.35 cm;辽单 527 和辽单 121 穗粗较粗,平均为 5.6 cm 和 5.4 cm。

表 5 不同玉米品种的农艺性状						
Table 5 Agronomic traits of different maize cultivars						
品 种 Cultivars	穗 长 Ear length		秃尖长 Barren tip length		穗 粗 Ear diameter	
	重盐碱地块	普通地块	重盐碱地块	普通地块	重盐碱地块	普通地块
	High saline-alkali field	Normal field	High saline-alkali field	Normal field	High saline-alkali field	Normal field
辽单 565	16.0 cdef	18.4 bcd	2.4 d	1.0 e	4.8 abcd	5.4 abc
辽单 527	18.2 bcd	19.2 bc	2.2 de	2.0 d	5.3 a	5.8 a
辽单 539	16.0 cdef	21.0 ab	5.0 a	3.0 b	4.5 bcde	5.0 cd
辽单 111	18.1 bcd	17.8 cd	3.0 c	2.4 c	4.9 abc	5.2 bcd
辽 1127	20.6 ab	19.4 bc	0.6 i	3.0 b	5.0 ab	4.8 d
辽 1224	11.5 g	17.4 cd	2.0 ef	0.4 f	4.2 e	5.2 bcd
辽单 1211	15.4 def	20.8 ab	3.6 b	1.0 e	4.5 bcde	5.2 bcd
辽单 120	21.3 a	22.6 a	2.4 d	1.8 d	4.7 bcde	5.0 cd
辽单 121	18.4 abc	19.3 bc	2.4 d	2.0 d	5.0 ab	5.7 ab
郑单 958	13.9 fg	18.7 bc	1.6 g	0.4 f	4.7 bcde	5.0 cd
铁研 124	15.0 ef	15.6 d	0.5 i	0.2 f	4.4 cde	4.7 d
沈玉 21	15.3 def	19.9 abc	1.8 fg	1.8 d	4.3 de	5.1 cd
丹玉 605	16.0 cdef	19.8 abc	1.2 h	3.6 a	4.3 de	4.8 d
铁研 39	16.9 cde	18.4 bcd	1.2 h	1.0 e	4.4 cde	4.9 cd
平均值	16.6	19.2	2.1	1.7	4.6	5.1

2.5 不同品种耐盐碱指数比较

辽 1127 的穗长和穗粗耐盐碱指数较高,其穗长耐盐碱指数与郑单 958、辽单 1211、辽单 539 和辽 1224 穗长耐盐碱指数差异均达显著水平(表 6)。秃尖长耐盐碱指数品种间变异系数较大(0.740 5),辽 1224 的秃尖长耐盐碱指数较高,与其他品种耐盐碱指数差异显著。辽单 527 出苗率耐盐碱指数较高,

与辽单 121 出苗率耐盐碱指数差异显著。辽 1127 成株率和叶片数耐盐碱指数均较高。ASI 耐盐碱指数品种间变异系数较大(0.679 0),说明同一品种在不同盐碱胁迫下的 ASI 变化幅度较大。与重盐碱地块相比,在普通地块铁研 124 和丹玉 605 的 ASI 相对较长。辽 1224 和辽 1127 产量的耐盐碱指数均较高。

表 6 不同品种的耐盐碱指数

Table 6 Saline-alkali tolerance index of different maize cultivars									
品 种	穗 长	秃尖长	穗 粗	出苗率	成株率	叶片数	开花散粉期间隔时间	产 量	出苗率×成株率×
Cultivars	Ear length	Barren tip length	Ear diameter	Emergence rate	Ripe ear rate	Number of leaves	Interval time in the pollinating period	Yield	产量
辽单 565	0.870 abc	2.400 d	0.889 b	0.850 ab	0.541 cd	0.926 a	1.333 cd	0.248 de	0.114
辽单 527	0.948 abc	1.100 fg	0.914 ab	1.138 a	0.579 bcd	0.833 a	0.625 fg	0.531 abcd	0.350
辽单 539	0.762 bc	1.667 e	0.900 ab	1.000 a	0.429 d	0.980 a	1.400 c	0.262 cde	0.112
辽单 111	1.017 ab	1.250 fg	0.942 ab	0.927 a	0.778 abc	1.065 a	1.071 de	0.530 abcde	0.382
辽 1127	1.062 a	0.200 h	1.042 a	1.017 a	1.053 a	1.056 a	1.250 cd	0.633 ab	0.678
辽 1224	0.661 c	5.000 a	0.808 b	1.000 a	0.656 bcd	0.975 a	1.545 c	0.726 ab	0.476
辽单 1211	0.740 bc	3.600 c	0.865 b	0.917 a	0.867 ab	0.969 a	0.818 ef	0.559 abc	0.444
辽单 120	0.942 abc	1.333 f	0.940 ab	0.949 a	0.655 bcd	0.806 a	0.400 g	0.531 abcd	0.330
辽单 121	0.953 abc	1.200 fg	0.877 b	0.590 b	0.368 d	0.822 a	0.583 fg	0.361 bcde	0.078
郑单 958	0.743 bc	4.000 b	0.940 ab	1.075 a	0.861 ab	0.847 a	0.667 fg	0.402 bcde	0.372
铁研 124	0.962 ab	2.500 d	0.936 ab	0.938 a	0.639 bcd	0.789 a	3.667 a	0.269 cde	0.161
沈玉 21	0.769 abc	1.000 g	0.843 b	0.905 a	0.629 bcd	0.877 a	0.583 fg	0.232 e	0.132
丹玉 605	0.808 abc	0.333 h	0.896 ab	0.877 ab	0.415 d	1.000 a	2.250 b	0.352 bcde	0.128
铁研 39	0.918 abc	1.200 fg	0.898 ab	1.093 a	0.992 a	0.990 a	2.167 b	0.537 abcd	0.582

2.6 不同指标与产量耐盐碱指数的相关分析

将供试品种出苗率、成株率、叶片数、ASI、穗长、秃尖长和穗粗耐盐碱指数与产量耐盐碱指数进行相关分析(表 7)。结果表明,出苗率耐盐碱指数与成株率耐盐碱指数呈显著正相关($P=0.043\ 1$),

成株率耐盐碱指数与产量耐盐碱指数呈显著正相关($P=0.034\ 8$),ASI 耐盐碱指数与产量耐盐碱指数呈负相关,穗长耐盐碱指数与秃尖长耐盐碱指数呈极显著负相关($P=0.009\ 2$),且与穗粗耐盐碱指数呈极显著正相关($P=0.002\ 9$)。

表 7 各项耐盐碱指数的相关分析

Table 7 Correlative analysis of saline-alkali tolerance index									
耐盐碱指数	出苗率	成株率	叶片数	开花散粉期间隔时间	穗 长	秃尖长	穗 粗	产 量	
Saline-alkali tolerance index	Emergence rate	Ripe ear rate	Number of leaves	Interval time in the pollinating period	Ear length	Barren tip length	Ear diameter	Yield	
出苗率	1.000 0								
成株率	0.546 7*	1.000 0							
叶片数	0.166 7	0.366 8	1.000 0						
开花散粉期间隔时间	0.093 3	−0.003 3	0.083 6	1.000 0					
穗 长	−0.088 4	0.205 0	0.000 1	0.095 8	1.000 0				
秃尖长	0.143 4	0.115 0	−0.143 7	0.021 8	−0.666 8**	1.000 0			
穗 粗	0.255 4	0.452 1	0.134 3	0.066 5	0.733 0**	−0.465 3	1.000 0		
产 量	0.381 4	0.566 1*	0.376 0	−0.196 8	0.087 1	0.224 8	0.121 9	1.000 0	

注: *、** 分别表示耐盐碱指数差异达到显著和极显著水平。
Note: * and ** indicated the difference between two saline-alkali tolerance index arrived at $p=0.05$ and $p=0.01$ level, respectively.

2.7 耐盐碱性综合评价

从表 7 可以看出,苗期和开花散粉期较高的出苗率、成株率耐碱盐指数是提高品种最终产量耐盐碱性的基础。马雅琴等研究表明,产量性状的耐盐指数与出苗率、保苗率、穗长等因素的耐盐指数呈正相关,且达显著或极显著水平。为了综合评价品种耐盐碱能力,本研究采用出苗率、成株率和产量耐盐

碱指数的乘积作为耐盐碱鉴定的综合评判指标,根据这一综合指标[平均数(X)=0.31,标准差(σ)=0.19]将供试品种耐盐碱性分为 5 个等级(表 8),辽 1127 和铁研 39 耐盐碱性最强;辽 1224 和辽单 1211 耐盐碱性较强;辽单 565、辽单 539 和辽单 121 耐盐碱性最弱。

表 8 参试品种的耐盐碱性综合评价

Table 8 Comprehensive evaluation on saline-alkali tolerance of tested cultivars

等 级 Grade	分级标准 Standards	品 种 Cultivars
一级	$X_i > X + \sigma$	辽 1127、铁研 39
二级	$X + \sigma > X_i > X + 0.5\sigma$	辽 1224、辽单 1211
三级	$X + 0.5\sigma > X_i > X - 0.5\sigma$	辽单 111、郑单 958、辽单 527、辽单 120
四级	$X - 0.5\sigma > X_i > X - \sigma$	铁研 124、沈玉 21、丹玉 605
五级	$X_i < X - \sigma$	辽单 565、辽单 539、辽单 121

3 结论与讨论

产量耐盐碱指数是衡量一个品种是否耐盐碱的最终指标。相关分析表明,出苗率耐盐碱指数与成株率耐盐碱指数呈显著正相关,成株率耐盐碱指数与产量耐盐碱指数呈显著正相关,苗期和开花散粉期较高的出苗率和成株率耐碱盐指数是提高品种最终产量耐盐碱性的基础。因此,在苗期可通过调查出苗率来初步记录材料耐盐碱指数,在植株开花散粉期通过对成株率的调查进一步筛选出耐盐碱性较强的品种,为品种最终耐盐碱性的鉴定提供依据,缩短鉴定周期,提高鉴定效率。

本研究结果表明,耐盐碱性较强的玉米杂交种雌雄开花间隔天数较短,在雄穗花粉量较充足、雌穗吐丝正常下授粉,不仅提高了成株率,而且对于后期子粒灌浆有重要影响。生殖生长期较多的绿色叶片数,能在高盐碱条件下形成相对较多的穗粒数,保证了较丰富的光合源和充足的库,利于雌穗干物质积累,为最终子粒产量的形成提供了充足的物质条件。与其他品种相比,辽 1127 成株率和叶片数耐盐碱指数均较高,穗长和穗粗的耐盐碱指数也均高于其他品种。由耐盐碱性的等级综合评价可知,辽 1127 和铁研 39 属于一级耐盐碱;辽 1224 和辽单 1211 属于二级耐盐碱;辽单 111、郑单 958、辽单 527、辽单 120 属于三级耐盐碱;铁研 124、沈玉 21、丹玉 605 属于四级耐盐碱;辽单 565、辽单 539 和辽单 121 属于五级耐盐碱。

参考文献:

[1] 王丽燕,赵可夫. 玉米幼苗对盐胁迫的生理响应[J]. 作物学报, 2005, 31(2): 264—266.

[2] 田伯红,王素英,李雅静,等. 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[J]. 作物学报, 2008, 34(12): 2218—2222.

[3] 赵可夫,李法曾. 中国盐生植物[M]. 北京: 科学出版社, 1999.

[4] Epstein E, Rains D W. Advances in salt tolerance[J]. Plant Soil, 1987, 99: 17—29.

[5] 顾兴友,郑少玲,严小龙,等. 水稻苗期耐盐性遗传的世代平均数分析[J]. 作物学报, 1999, 25(6): 686—690.

[6] 周 政,李 宏,孙 勇,等. 高产、抗旱和耐盐选择对水稻产量相关性状的影响[J]. 作物学报, 2010, 36(10): 1725—1735.

[7] 阮松林,薛庆中,王清华. 种子引发对杂交水稻幼苗耐盐性的生理效应[J]. 中国农业科学, 2003, 36(4): 463—468.

[8] 陈志德,仲维功,杨 杰,等. 水稻资源的耐盐性评价[J]. 植物遗传资源学报, 2004, 5(4): 351—355.

[9] 马雅琴,翁跃进. 引进春小麦种质耐盐性的鉴定评价[J]. 作物学报, 2005, 31(1): 58—64.

[10] 刘 旭,史 娟,张学勇,等. 小麦耐盐种质的筛选鉴定和耐盐基因的标记[J]. 植物学报, 2001, 43(9): 948—954.

[11] 邵桂花,常汝镇,陈一舞,等. 大豆耐盐性遗传的研究[J]. 作物学报, 1994, 20(6): 721—726.

[12] 郭 蓓,邱丽娟,邵桂花,等. 大豆耐盐基因的 PCR 标记[J]. 中国农业科学, 2000, 33(1): 10—16.

[13] 田伯红,王素英,李雅静,等. 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[J]. 作物学报, 2008, 34(12): 2218—2222.

[14] 马金虎,王宏富,王玉国,等. 种子引发对高粱幼苗耐盐性的生理效应[J]. 中国农业科学, 2009, 42(10): 3713—3719.

(上接第 19 页)

- [15] Krishnamurthy L, Serraj R, Hash C T, et al. Screening sorghum genotypes for salinity tolerant biomass production[J]. Euphytica, 2007, 156: 15—24.
- [16] 徐立华, 阴卫军, 周柱华, 等. 细胞工程技术培育玉米耐盐自交系[J]. 作物杂志, 2006, 4: 26—28.
- [17] 马雅琴, 翁跃进. 引进春小麦种质耐盐性的鉴定评价[J]. 作物学报, 2005, 31(1): 58—64.
- [18] Munns R, James R A. Screening methods for salinity tolerance: A case study with tetraploid wheat[J]. Plant Soil, 2003, 253: 201—218.
- [19] 方文先, 汤陵华, 王艳平. 水稻种质耐盐性选择[J]. 植物遗传资源学报, 2004, 5(3): 295—298.

- [20] Azhar F M, McNeilly T. Variability for salt tolerance in Sorghum bicolor L. Moench under hydroponic conditions[J]. J. Agron Crop Sci., 1987, 159: 269—277.
- [21] Maiti R K, Amaya L E D, Cardona S I, et al. Genotypic variability in maize cultivars (*Zea mays* L.) for resistance to drought and salinity[J]. J. Plant Physiology, 1996, 148: 741—744.
- [22] 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[J]. Plant Soil, 1995, 175: 311—321.

(责任编辑: 姜媛媛)