

大豆种质资源芽期耐盐性鉴定及耐盐品种筛选

郭秀秀^{1,2}, 李照君^{1,2}, 樊守金¹, 李娜娜², 蒲艳艳², 宫永超², 丁汉凤^{2*}

(1. 山东师范大学, 山东济南 250014; 2. 山东省农作物种质资源中心, 山东济南 250100)

摘要 盐胁迫严重抑制大豆的生长发育进程, 筛选耐盐种质资源对选育大豆耐盐品种具有重要意义。对 9 份大豆品种进行不同浓度的 NaCl 处理, 测定了大豆的发芽率、胚根长、株高、须根数等指标, 分析了各处理下的相对盐害指数, 评价了各品种的耐盐性。试验表明, 在 0.5% 的盐溶液处理下, 9 个品种都是高耐盐品种; 在 1.0% 的盐溶液处理下, 有 3 个品种是高耐盐品种; 在 1.5% 的盐溶液处理下, 临豆 10 号的耐盐性最强, 属于较耐盐品种。相关性分析表明, 不同盐浓度处理的相对盐害指数与发芽率均呈极显著负相关关系, 能够准确地反映大豆的耐盐性。

关键词 大豆; 种质资源; 耐盐鉴定

中图分类号 S326 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2019)06-0047-05

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2019.06.016



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Identification of Salt Tolerance and Screening of Salt Tolerant Varieties of Soybean Germplasm at Germination Stage

GUO Xiu-xiu^{1,2}, LI Zhao-jun^{1,2}, FAN Shou-jin¹ et al (1. Shandong Normal University, Jinan, Shandong 250014; 2. Shandong Center of Crop Germplasm Resources, Jinan, Shandong 250100)

Abstract Salt stress seriously inhibits the growth and development of soybean, and it is of great significance to select salt tolerant germplasm resources for the selection of salt tolerant varieties. In this research, nine soybean varieties were treated with NaCl at different concentrations. The germination rate, radicle length, plant height, number of fibrous roots and other indexes of soybean were determined. The relative salt damage index of each treatment was analyzed, salt tolerance of each soybean variety was evaluated. The experiment showed that under the 0.5% salt solution, 9 varieties were all highly salt tolerant varieties. Under 1.0% salt solution, 3 varieties were highly salt tolerant varieties. When 1.5% salt solution was applied, the salt tolerance of Lindou 10 was the strongest and belonged to more salt tolerant varieties. Correlation analysis showed that the relative salt damage index under different salt concentrations showed a significant negative correlation with germination rate, which could accurately reflect the salt tolerance of soybean.

Key words Soybean; Germplasm resources; Evaluation of salt-tolerant capacity

土壤盐渍化是一种常见的土壤退化现象, 导致农作物无法正常生长, 大大降低农作物的产量^[1]。2007 年中国环境状况公报显示, 我国是盐碱化土地分布广泛的国家之一, 从滨海到内陆、从低地到高原都分布着不同类型的盐碱土壤, 仅海岸带和滩涂盐碱地面积就高达 660 万 hm^2 以上^[2], 盐渍化和次生盐渍化不断加重^[3], 严重影响了作物的产量和品质, 我国每年因盐渍化造成大豆损失不可估量。另外, 盐渍化往往伴随着荒漠化的发生, 两者相互促进和转化^[4]。因盐渍化造成的土壤荒漠化已成为荒漠化形成的重要原因。因此, 合理开发利用盐碱地已成为迫在眉睫的研究任务, 而选育和筛选耐盐性品种尤为重要。

大豆是我国主要的油料作物, 广泛用于人类的食物、动物的饲料和生物能源^[5], 属于中度耐盐植物^[6]。土壤盐渍化严重影响大豆的生长发育进程, 直接影响大豆的品质和产量^[7], 其中产量的下降尤为明显^[2]。相比于耐盐性的品种, 盐害胁迫对盐敏感品种的影响更大。在大豆由种子发育成苗的生长过程中, 盐对大豆不同发育阶段的影响不尽相同。研究表明, 种子吸胀基本不受盐溶液的影响, 盐溶液对胚根

和侧根的生长有明显的抑制作用^[8], 盐胁迫对盐敏感品种的发芽率影响较显著^[9]。大豆的耐盐性鉴定主要有室内鉴定法和田间鉴定法, 室内鉴定法因其具有周期短、容量大、实验重复性强、环境稳定等优点, 是对批量种质资源进行初步耐盐性鉴定的重要手段。根据室内鉴定法介质的不同, 邵桂花等^[8]提出了培养皿萌发期鉴定法, 乔亚科等^[10]提出了培养基法, 王敏等^[11]提出了营养液筛选法, 卫秀英等^[12]提出了沙培法; 根据鉴定指标的不同, 马淑时等^[13]提出了盐害指数指标法, Hu 等^[14]提出了耐盐系数法, 寇贺等^[15]提出了综合指标鉴定法。

参考前人对大豆耐盐性的研究, 笔者采用室内鉴定法对 9 份大豆耐盐性进行初步鉴定, 明确耐盐性与发芽率、发芽势等生理指标的相关性, 对不同耐盐性资源进行初步分类, 以期为大豆耐盐性生理研究和资源筛选提供理论支撑。

1 材料与方法

1.1 供试材料 对不同来源的 9 份大豆种质资源进行收集, 包括周豆 25 号(S_1)、潍豆 9 号(S_2)、潍豆 8 号(S_3)、荷豆 19 (S_4)、荷豆 20(S_5)、齐黄 36(S_6)、邯豆 5 号(S_7)、临豆 10 号(S_8)、临豆 11 号(S_9)。

1.2 试验设计 采用二因素不同水平设计, 因素 1 为处理溶液, 设 CK(蒸馏水)、 T_1 (0.5% NaCl 溶液)、 T_2 (1.0% NaCl 溶液)、 T_3 (1.5% NaCl 溶液) 4 个水平; 因素 2 为大豆品种, 设置 $S_1 \sim S_9$ 共 9 个水平。挑选籽粒饱满、大小一致的大豆种子, 用 70% 酒精消毒 2 min, 再用蒸馏水冲洗 3 遍。在铺有 3 层滤纸的发芽盒中加入 20 mL 对应处理溶液, 使滤纸吸收饱和并稍

基金项目 山东省农业科学院农业科技创新工程(CXGC2016A02、CXGC2018E15); 山东省现代农业产业技术体系杂粮产业创新团队建设(SDARS-16-01)。

作者简介 郭秀秀(1990—), 女, 山东德州人, 博士研究生, 研究方向: 杂粮作物种质资源收集保护与创新应用; 李照君(1993—), 女, 山东德州人, 硕士研究生, 研究方向: 植物学。郭秀秀和李照君为共同第一作者。* 通信作者, 研究员, 博士, 从事农作物种质资源收集保护与创新应用研究。

收稿日期 2018-11-01; **修回日期** 2018-11-12

有溢出,均匀摆放 20 粒种子并盖上 2 层对应溶液浸湿的滤纸,盖上发芽盒,置于 (25±1)℃,光照周期 12/12(光照/黑暗)培养箱中培养。每 24 h 用对应溶液冲洗种子并更换滤纸,以保持 NaCl 溶液浓度基本不变和良好的通气状况。每个处理 3 次重复。

1.3 测定指标与评定方法

1.3.1 发芽指标的测定。调查统计各处理的发芽数,计算发芽率和相对盐害指数,见公式(1)、(2)。参照《大豆种质资源描述规范和数据标准》^[16],根据不同品种芽期相对盐害指数划分耐盐性级别(表 2)。盐害指数数值越小则表明其耐盐性越强,耐盐等级评价也越高。

$$\text{发芽率} = 7 \text{ d 发芽种子数} / \text{供试种子数} \times 100\% \quad (1)$$

$$\text{相对盐害指数} = (\text{对照发芽率} - \text{处理发芽率}) / \text{对照发芽率} \times 100\% \quad (2)$$

表 1 栽培大豆耐盐性分级标准

Table 1 Salt tolerance standard for cultivated soybean

级别 Level	耐盐性 Salt tolerance	盐害指数 Salt injury index//%
1	高耐(HR)	0~20.0
2	较耐(R)	20.1~40.0
3	中耐(MR)	40.1~60.0
4	较敏感(S)	60.1~80.0
5	敏感(HS)	80.1~100

1.3.2 生长指标的测定。培养 7 d 后,进行生长指标的测定。用直尺测量幼苗的株高、胚轴和主根长度,确定须根数目。各品种每个处理取 10 株测量,计算其平均数。

1.4 数据处理和统计分析 采用 DPS 7.05 分析软件对有关

数据进行统计分析和差异显著性检验;采用 Microsoft Excel 2003 软件进行作图。

2 结果与分析

2.1 NaCl 胁迫对大豆育成品种资源发芽率的影响 由表 2 可知,CK 处理发芽率均值为 94.26%,品种间变幅为 85.00%~100%,极差 15.00%,相对提高 15.00%。其中品种 S₇ 发芽率高达 100%,品种 S₁、S₄、S₅、S₆ 发芽率达 98.33%,显著高于 S₂、S₃、S₈、S₉。

T₁ 处理发芽率品种间变幅为 68.33%~96.67%,极差 28.34%,相对提高 29.32%。其中品种 S₄ 发芽率最高,其次是 S₁ 和 S₇,显著高于其他 6 个品种;品种 S₃ 发芽率为 68.33%,对 NaCl 处理最敏感;品种间差异具有统计学意义。与 CK 相比,T₁ 处理发芽率平均下降 6.11%,变幅为 1.67%~16.67%,极差 15.00%。

T₂ 处理品种间变幅为 16.67%~98.33%,极差 81.66%,相对提高 83.05%。其中品种 S₇ 发芽率最高,其次是 S₈,显著高于其他 7 个品种;品种 S₂、S₃、S₆ 和 S₉ 发芽率低于 70.00%,对 NaCl 处理最敏感;品种间差异具有统计学意义。与 CK 处理相比,T₂ 处理发芽率平均下降 24.26%,变幅为 1.67%~68.33%,极差 66.66%。

T₃ 处理发芽率品种间变幅为 15.00%~71.67%,极差 56.67%,相对提高 79.07%。其中品种 S₈ 发芽率最高,显著高于其他 8 个品种;品种 S₁、S₃、S₄、S₆ 和 S₇ 发芽率低于 40.00%,对 NaCl 处理最敏感;品种间差异具有统计学意义。与 CK 处理相比 T₃ 处理发芽率平均下降 56.11%,变幅为 23.33%~83.33%,极差 60.00%。

表 2 NaCl 胁迫对大豆发芽率的影响

Table 2 Effects of NaCl stress on the germination rate of soybean varieties

品种编号 Variety code	发芽率 Germination rate//%				相对盐害指数 Relative salt injury index//%		
	CK	T ₁	T ₂	T ₃	T ₁	T ₂	T ₃
S ₁	98.33 ab	95.00 a	71.67 cd	31.67 bcd	3.51 b	26.93 bc	67.89 abc
S ₂	90.00 c	85.00 ab	60.00 d	40.00 bc	5.56 b	33.33 b	55.56 bed
S ₃	85.00 d	68.33 c	16.67 e	23.33 cd	19.61 a	80.39 a	72.55 ab
S ₄	98.33 ab	96.67 a	75.00 bc	35.00 bc	1.75 b	23.42 bc	64.47 bc
S ₅	98.33 ab	93.33 a	86.67 ab	46.67 b	5.09 b	11.75 cd	52.81 cd
S ₆	98.33 ab	91.67 a	65.00 cd	15.00 d	6.75 ab	33.68 b	84.65 a
S ₇	100 a	95.00 a	98.33 a	31.67 bcd	5.00 b	1.67 d	68.33 abc
S ₈	95.00 b	90.00 ab	93.33 a	71.67 a	5.26 b	1.75 d	24.56 e
S ₉	85.00 d	78.33 ba	63.33 cd	48.33 b	7.74 ab	25.30 bc	43.57 d
平均 Average	94.26	88.15	70.00	38.15	6.70	26.47	59.38
区组间 F Inter group F	1.00	1.34	2.02	0.42	1.43	2.12	0.46
区组间 P Inter group P	0.39	0.29	0.17	0.67	0.27	0.15	0.64
处理间 F Between treatment F	16.75	5.04	25.98	6.97	1.36	17.79	8.42
处理间 P Between treatment P	0	0	0	0	0.28	0	0

注:同列不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著

Note: Different lowercases in the same column indicated significant differences at 0.05 level

2.2 NaCl 胁迫对大豆育成品种资源株高的影响 从表 3 可以看出,CK 条件下品种间株高为 6.70~9.63 cm,极差 2.93 cm,相对提高 30.43%;T₁ 处理条件下,各品种生长均受到抑制,品种间株高变幅为 3.20~5.38 cm,极差 2.18 cm,相对提高 40.50%;T₂ 处理条件下,各品种生长受到抑制,品种间株高为 3.92~1.73 cm,极差 2.19 cm,相对提高 55.87%;T₃ 处

理条件下,各品种生长均受到抑制,品种间株高变幅为 0.80~2.93 cm,极差 2.13 cm,相对提高 72.73%。

T₁、T₂、T₃ 处理与 CK 比较,株高分别平均降低 3.06、5.21、5.98 cm,变幅分别为 1.32~5.30 cm、3.94~7.27 cm、4.73~7.63 cm,极差分别为 57.74%、71.66%、78.37%。

表 3 NaCl 胁迫对大豆株高的影响

Table 3 Effect of NaCl stress on plant height of soybean

编号 Serial number	株高 Plant height//cm				相对盐害指数 Relative salt injury index//%		
	CK	T ₁	T ₂	T ₃	T ₁	T ₂	T ₃
S ₁	7.83 b	4.07 c	1.90 cd	1.37 bc	48.09	75.74	82.55
S ₂	7.30 b	4.03 c	1.73 d	1.13 c	44.75	76.26	84.47
S ₃	7.07 b	3.20 d	0.80 e	0.93 c	54.72	88.68	86.79
S ₄	7.91 ab	5.12 ab	2.88 ab	2.12 a	35.25	63.62	73.17
S ₅	7.23 b	4.52 bc	2.77 ab	1.94 ab	37.48	61.75	73.27
S ₆	7.29 b	4.71 abc	2.93 a	0.88 c	35.37	59.76	87.96
S ₇	6.70 b	5.38 a	2.76 ab	1.97 ab	19.73	58.87	70.65
S ₈	6.99 b	5.04 ab	2.89 ab	1.84 ab	27.82	58.66	73.61
S ₉	9.63 a	4.33 c	2.37 bc	2.00 ab	55.02	75.43	79.24
平均 Average	7.55	4.90	2.34	1.58	39.80	68.75	79.08
区组间 F Inter group F	0.29	0.71	0.21	0.55			
区组间 P Inter group P	0.75	0.51	0.82	0.59			
处理间 F Between treatment F	2.19	8.37	16.29	5.12			
处理间 P Between treatment P	0.09	0	0	0			

注:同列不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著

Note: Different lowercases in the same column indicated significant differences at 0.05 level

2.3 NaCl 胁迫对大豆育成品种资源根系生长的影响 从表 4 可以看出,CK 处理条件下品种间胚根长为 4.47~7.67 cm, 极差 3.20 cm, 相对提高 41.74%;T₁ 处理条件下,各品种生长均受到抑制,品种间胚根长变幅为 3.03~5.47 cm, 极差 2.43 cm, 相对提高 44.51%;T₂ 处理条件下,各品种生长受到抑制,品种间胚根长变幅为 0.33~1.62 cm, 极差 1.29 cm, 相对

提高 79.45%;T₃ 处理条件下,各品种生长均受到抑制,品种间胚根长变幅为 0.17~1.37 cm, 极差 1.20 cm, 相对提高 87.80%。

与 CK 处理相比,T₁、T₂、T₃ 处理胚根长分别平均降低 1.71、5.00、5.57 cm, 变幅分别为 0.62~3.13 cm、3.24~6.50 cm、3.92~7.03 cm, 极差分别为 54.69%、76.94%、79.22%。

表 4 NaCl 胁迫对大豆胚根生长的影响

Table 4 Effect of NaCl stress on the growth of soybean radicle

编号 Serial number	胚根长 Radicle length//cm				相对盐害指数 Relative salt injury index//%		
	CK	T ₁	T ₂	T ₃	T ₁	T ₂	T ₃
S ₁	7.30 b	4.17 b	1.03 b	0.27 cde	42.92	85.84	96.35
S ₂	6.13 ab	4.87 ab	1.00 b	0.23 de	20.65	83.70	96.20
S ₃	5.17 c	3.03 c	0.33 c	0.17 e	41.29	93.55	96.77
S ₄	5.85 ab	4.49 ab	1.14 ab	0.68 b	23.19	80.42	88.40
S ₅	4.46 bc	3.84 bc	1.22 ab	0.55 bed	13.93	72.64	87.81
S ₆	6.12 b	4.27 b	1.19 ab	0.19 de	30.31	80.58	96.91
S ₇	6.02 ab	4.86 ab	1.62 a	0.85 b	19.37	73.06	85.79
S ₈	6.36 a	5.47 a	1.35 ab	1.37 a	13.99	78.67	78.50
S ₉	7.67 ab	4.67 ab	1.17 ab	0.63 bc	39.13	84.78	91.74
平均 Average	6.12	4.41	1.12	0.55	27.20	81.47	90.94
区组间 F Inter group F	0.46	0.41	0.02	0.26			
区组间 P Inter group P	0.64	0.67	0.98	0.77			
处理间 F Between treatment F	2.67	3.61	4.65	9.80			
处理间 P Between treatment P	0.04	0.01	0	0			

注:同列不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著

Note: Different lowercases in the same column indicated significant differences at 0.05 level

从表 5 可以看出,CK 处理条件下品种间须根数变幅为 17.00~32.44 条,极差 15.44 条,相对提高 47.60%;T₁ 处理条件下,各品种生长均受到抑制,品种间须根数变幅为 1.67~20.22 条,极差 18.56 条,相对提高 91.76%;T₂ 处理条件下,各品种须根数生长受到抑制,变幅为 0~1.44 条,极差 1.44 条,相对提高 100%。

与 CK 处理比较,T₁、T₂、T₃ 处理须根数分别平均降低 12.67、24.11、24.41 条,变幅分别为 3.11~29.00 条、17.00~31.00 条、17.00~32.44 条,极差分别为 43.68%、77.78%、75.23%。

2.4 大豆育成品种资源耐盐性级别分类 由图 1 可知,T₁

处理 9 个品种相对盐害指数均小于 20%,都属于高耐盐品种。T₂ 处理苜蓿 20、邯豆 5 号、临豆 10 号 3 个品种的相对盐害指数小于 20%,属于高耐盐品种;周豆 25 号、潍豆 9 号、苜蓿 19、齐黄 36、临豆 11 号 5 个品种的相对盐害指数为 20%~40%,属于较耐盐品种;而潍豆 8 号相对盐害指数大于 80%,属于盐敏感品种。T₃ 处理下,临豆 10 号的耐盐性最强,相对盐害指数为 20%~40%,属于较耐盐品种;潍豆 9 号、苜蓿 20、临豆 11 号 3 个品种的相对盐害指数为 40%~60%,属于中度耐盐品种;周豆 25 号、潍豆 8 号、苜蓿 19、邯豆 5 号 4 个品种的相对盐害指数为 60%~80%,属于盐较敏感品种;齐黄 36 的相对盐害指数大于 80%,属于盐敏感品种。

表5 NaCl胁迫对大豆须根生长的影响

Table 5 Effect of NaCl stress on growth of soybean fibrous root

编号 Serial number	须根数 Number of fibrous roots//条			相对盐害指数 Relative salt injury index//%		
	CK	T ₁	T ₂	T ₁	T ₂	T ₃
S ₁	22.67 bcd	7.67 b	0 b	66.18	100	100
S ₂	23.67 bc	5.00 bc	0 b	78.87	100	100
S ₃	17.00 d	1.67 c	0 b	90.20	100	100
S ₄	32.44 a	18.44 a	1.44 a	43.15	95.55	100
S ₅	18.78 cd	15.67 a	0 b	16.57	100	100
S ₆	24.22 bc	20.22 a	0 b	16.51	100	100
S ₇	25.67 b	18.00 a	0.33 ab	29.87	98.70	100
S ₈	26.22 ab	19.00 a	0.89 ab	27.54	96.61	100
S ₉	29.00 ab	0 c	0 b	100	100	100
平均 Average	24.41	11.74	0.3	52.10	98.98	100
区组间 F Inter group F	3.47	1.24	0.27			
区组间 P Inter group P	0.06	0.32	0.77			
处理间 F Between treatment F	4.79	20.88	1.37			
处理间 P Between treatment P	0	0	0.28			

注: 同列不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著

Note: Different lowercases in the same column indicated significant differences at 0.05 level

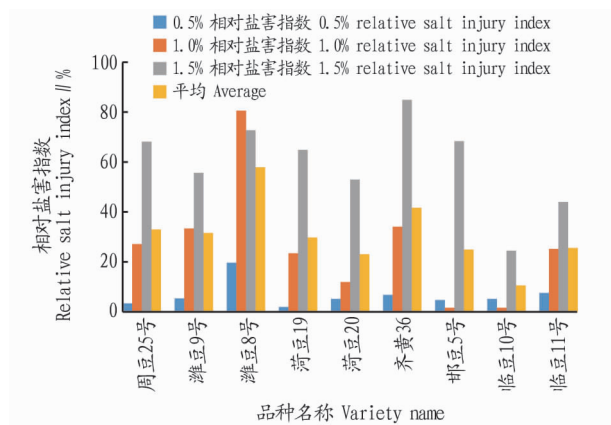


图1 大豆品种耐盐性级别分类

Fig.1 Classification of salt tolerance of soybean varieties

2.5 盐害指数与不同生理指标的相关性分析 为探讨不同盐浓度处理下相对盐害指数与不同生理指标的相关性, 对不同盐浓度处理下的相对盐害指数与发芽率、胚根长、株高、须

根数等指标的相关性进行了分析(表6)。3个处理的相对盐害指数与发芽率均呈极显著负相关, 相关系数均达到 -1.00^{**} ; T₂处理下的相对盐害指数与胚根长呈极显著负相关, 相关系数为 -0.96^{**} , T₁、T₃处理的相对盐害指数与胚根长呈显著负相关, 相关系数分别为 -0.66^{*} 、 -0.74^{*} ; 3个处理的相对盐害指数与株高呈负相关, 与须根数相关性不显著。

3 结论与讨论

大豆芽期的耐盐性鉴定是在条件恒定的培养箱进行的, 该方法具有简便易行、可操作性强、重复性强、试验周期短等优势, 可以进行不同大豆种质资源耐盐性初步鉴定, 对大量筛选耐盐性品种具有重要意义^[17]。芽期耐盐性体现的是种子吸水膨胀的能力^[18], 较强的芽期耐盐性是盐渍地区大豆品种必须优先具备的特性, 是保证大豆出苗的基础^[19]。

作物耐盐性属于数量性状, 同一材料的不同形态和生理生化特性指标在盐胁迫下表现并不完全一致, 单独以某一指标来进行材料间耐盐性分析会存在一定误差^[20]。形态学性

表6 不同浓度盐处理下相对盐害指数与不同生理指标的相关性分析

Table 6 Correlation analysis of relative salt damage index and different physiological indexes under different concentration NaCl treatment

处理编号 Treatment code	相关系数 Correlation coefficient	相对盐害指数 Relative salt injury index	发芽数 Number of germination	发芽率 Germination rate	胚根长 Radicle length	株高 Plant height
T ₁	发芽数	-0.90^{**}				
	发芽率	-0.90^{**}	1.00^{**}			
	胚根长	-0.66^{*}	0.46	0.46		
	株高	-0.74^{*}	0.77^{**}	0.77^{**}	0.69^{*}	
	须根数	-0.55	0.77^{**}	0.77^{**}	0.36	0.81^{**}
T ₂	发芽数	-0.99^{**}				
	发芽率	-0.99^{**}	1.00^{**}			
	胚根长	-0.96^{**}	0.95^{**}	0.95^{**}		
	株高	-0.84^{**}	0.85^{**}	0.85^{**}	0.87^{**}	
	须根数	-0.35	0.37	0.37	0.28	0.46
T ₃	发芽数	-0.99^{**}				
	发芽率	-0.99^{**}	1.00^{**}			
	胚根长	-0.74^{*}	0.79^{**}	0.79^{**}		
	株高	-0.54	0.59	0.59	0.73^{*}	
	须根数	0	0	0	0	0

注: * 表示在 0.05 水平显著相关; ** 表示在 0.01 水平极显著相关

Note: * indicated significant correlation at 0.05 level; ** indicated extremely significant correlation at 0.01 level

状可以直接体现作物的生长状况,通过对一定盐浓度处理下大豆的发芽率、株高、胚根长、须根数等形态性状的测量可以较直观地判断大豆对盐胁迫的反应情况^[21]。该研究表明,相对盐害指数与发芽率呈极显著负相关,与胚根长呈显著负相关,与株高呈负相关,与侧根数的相关性为0。因此,用发芽率、胚根长、株高等作为比较大豆品种间耐盐性的指标能较好地反映不同大豆资源的耐盐性。

在浓度为0.5%、1.0%和1.5%的NaCl处理下,不同大豆种质资源的相对盐害指数表现出较大的差异。综合各项指标得出,在3种盐浓度处理下,临豆10号耐盐性较强,属于较耐盐品种;潍豆9号、荷豆20、临豆11号属于中度耐盐品种;周豆25号、潍豆8号、荷豆19、邯豆5号属于盐较敏感品种;齐黄36对1.5%NaCl处理最敏感。

不同大豆种质资源耐盐性不同,同一品种不同发育阶段的耐盐性也不相同^[22]。以往关于作物耐盐性的研究虽然多以种子萌发率等芽期指标判断作物耐盐性的强弱,但是种子能萌发并不意味着就能成功长成幼苗^[23]。芽期的耐盐性也不能代表植物整个生育期的耐盐性,只是其耐盐性的部分表现。作物耐盐性属于数量性状,是一个复杂的生理过程,芽期耐盐性的鉴定只是对大豆种质资源的初步筛选,更深层次的研究还需要对供试材料进行生理生化分析。

参考文献

- [1] 池涛,曹广溥,李丙春,等.基于高光谱数据和SVM方法的土壤盐渍度反演[J].山东农业大学学报(自然科学版),2018,49(4):585-590
- [2] 李兆南.大豆抗旱、耐盐性鉴定及其与SSR标记的关联分析[D].长春:吉林大学,2011.
- [3] 张丽娜,叶武威,王俊娟,等.棉花耐盐相关种质资源遗传多样性分析[J].生物多样性,2010,18(2):137-144.
- [4] 牛东玲,王启基.盐碱地治理研究进展[J].土壤通报,2002,33(6):449-

455.

- [5] 孟强,姜奇彦,牛凤娟,等.盐胁迫下不同抗性野生大豆(*Glycine soja*)生理生化性状比较分析[J].中国农业科技导报,2017,19(8):25-32.
- [6] 李亮.大豆耐盐机制的研究进展[J].农业与技术,2017,37(15):44-47.
- [7] ESSA T A.Effect of salinity stress on growth and nutrient composition of three soybean (*Glycine max* L.Merrill) cultivars[J].Journal of agronomy & crop science,2010,188(2):86-93.
- [8] 邵桂花,万超文,李舒凡.大豆萌发期耐盐生理初步研究[J].作物杂志,1994(6):25-27.
- [9] ABEL G H.Inheritance of the capacity for chloride inclusion and chloride exclusion by soybeans[J].Crop science,1969,9(6):697-698.
- [10] 乔亚科,李桂兰,高书国,等.冀东地区野生大豆愈伤组织诱导及其耐盐性[J].大豆科学,2002,21(3):208-213.
- [11] 王敏,朱怀梅,苏琳婧,等.野生大豆耐盐性材料初步筛选[J].河南农业科学,2005,34(7):31-34.
- [12] 卫秀英,汤菊香,鲁玉贞.盐胁迫对不同野生大豆种子发芽的影响[J].种子,2008,27(1):68-70.
- [13] 马淑时,王伟.大豆品种资源的抗盐碱性研究[J].东北农业科学,1994(4):69-71.
- [14] HU Z A,WANG H X.Salt tolerance of wild soybean(*Glycine soja*) in natural populations evaluated by a new method[J].Soybean genetics newsletter,1997,24:79-80.
- [15] 寇贺,曹敏建,那桂秋.大豆种子萌发期耐盐性综合鉴定指标初探[J].杂粮作物,2007,27(5):352-354.
- [16] 邱丽娟,常汝镇.大豆种质资源描述规范和数据标准[M].北京:中国农业出版社,2006.
- [17] 李娜娜,蒲艳艳,宫永超,等.大豆农家品种资源芽期耐盐性鉴定及耐盐品种筛选[J].中国农学通报,2018,34(9):15-23.
- [18] 蒋武生,芦翠乔,吴丁.盐分对小麦苗期生理性状的影响[J].河南农业科学,1989(10):1-3.
- [19] 姜奇彦,胡正,张辉,等.大豆种质资源耐盐性鉴定与研究[J].植物遗传资源学报,2012,13(5):726-732.
- [20] 鲁艳,雷加强,曾凡江,等.NaCl处理对梭梭生长及生理生态特征的影响[J].草业学报,2014,23(3):152-159.
- [21] 张海波,崔继哲,曹甜甜,等.大豆出苗期和苗期对盐胁迫的响应及耐盐指标评价[J].生态学报,2011,31(10):2805-2812.
- [22] PHANG T H,SHAO G H,LAM H M.Salt tolerance in soybean[J].Journal of integrative plant biology,2008,50(10):1196-1212.
- [23] 高奔,宋杰,刘金萍,等.盐胁迫下囊果碱蓬出苗状况及苗期抗盐性[J].生态学报,2009,29(11):6131-6135.

(上接第46页)

- [2] 宋慧,刘金荣,王素英,等.中国谷子优势布局和发展研究[J].安徽农业科学,2015,43(20):330-332.
- [3] 张霞,龚清世.陕北旱地谷子品种主要农艺性状及产量的相关分析[J].陕西农业科学,2018,64(3):7-10,22.
- [4] 申强.榆林沙区谷子区域试验研究[J].现代农业科技,2012,58(16):61,64.
- [5] 宋慧,刘金荣,王素英,等.河南省谷子产业现状与发展对策[J].安徽农业科学,2015,43(29):331-333,373.

- [6] 方路斌,罗河月,陈洁,等.邯郸市谷子品种比较试验[J].陕西农业科学,2017,63(6):33-35.
- [7] 穆婷婷,张福耀,张晋,等.晋中市谷子品种比较试验[J].山西农业科学,2012,40(10):1029-1031.
- [8] 吉东发,慕芳,韩浩坤,等.西北春谷区中晚熟谷子新品种引种比较试验[J].安徽农业科学,2015,43(24):32-34,37.
- [9] 牛宏伟,袁宏安,韩芳,等.延安谷子不同品种对比试验研究[J].陕西农业科学,2017,63(12):13-15,22.
- [10] 姬伟,冯继亮,辛海鸿,等.山旱地谷子品种对比试验报告[J].陕西农业科学,2012(3):101,110.