武汉地区 24 个豆科品种种子萌发期耐盐性评价

袁伊旻*　李伽文
（武汉设计工程学院，武汉 430205）

摘　要：选取了武汉地区常见的 24 个豆类品种进行实验，比较其在不同浓度 NaCl 溶液下发芽率、发芽指数、胚根胚芽比的生理指标差异。结果显示，在相同 NaCl 浓度下，不同品种的发芽率、发芽指数、胚根胚芽比差异极显著（$P<0.01$），品种间发芽率的变异系数随着 NaCl 浓度的增加而加大，在 150 mol/L 时达到最大，且各品种间的发芽率、发芽指数、胚根胚芽比差异均极显著，品种间各指标差异最大。聚类分析表明，NaCl 浓度 150 mol/L 可作为豆科种子萌发期耐盐性鉴定的最佳浓度。

关键词：豆科；萌发期；耐盐性；发芽率；发芽指数；胚根胚芽比
中图分类号：S52　　**文献标识码**：A　　doi：10.16507/j.issn.1006 – 6055.2015.05.012

Evaluation on Salt Tolerance of 24 Leguminosae Seed at Germination Stage in Wuhan

YUAN Yimin*　LI Jiawen
(Wuhan Institute of Design and Sciences, Wuhan 430205)

Abstract: 24 common varieties of beans in Wuhan were selected, comparing their germination rate, germination index and radicle/plumule under NaCl solution at different concentrations. The results showed that under the same NaCl concentration, the germination rate of different varieties, germination index, radicle/plumule was significantly different ($P<0.01$). The coefficient of variation among species germination rate with increasing NaCl concentration increased, reach the maximum at 150 mol/L, and the germination rate of the various cultivars, germination index, radicle/plumule, the differences between the various indicators were highly significant the biggest difference between the varieties of each index. Cluster analysis showed that NaCl concentration 150mol/L is a leguminosae seed germination optimum concentration of salt tolerance.

Key words: Legumes; germination stage; salt tolerance; germination rate; germination index, radicle/plumule

1　引言

土壤盐渍化是影响世界农业生产最主要的非生物胁迫之一[1]，全世界有近三分之一的土地是盐碱地[2]。随着人口数量的爆炸增长和人类对自然界的不合理开发，盐碱土地的面积正在不断扩大，人均可耕地面积日益减少[3]。中国的盐渍土资源量多且分布广泛。据全国第二次土壤普查数据，中国盐渍土总面积约 3600 万 hm^2，占全国可利用土地面积的 4.88%。耕地中盐渍化面积达到 920.9 万 hm^2，占全国耕地面积的 6.62% [4]。豆科中有许多植物是我国的粮食作物，其中相当一部分种植于并不十分适宜其生长的盐碱地中。随着化肥和农药的不合理使用，盐碱地面积正在不断扩大，严重影响着我国豆类作物的产量。

Na^+ 是盐碱地中含量较高的离子，因此国内外常用一定浓度的氯化钠溶液来模拟真实环境中的盐胁迫情况。SHI Huazhong 等[5] 和 SU Xinyang 等[6] 分别研究了拟南芥对 NaCl 胁迫的反应，前者认为拟南芥的耐盐性与 SOS1 基因过表达有关，而后者认为拟南芥的耐盐能力可能与 HAL1 基因有关。此外，RUMBAUGH[7] 证明紫花苜蓿在发芽期、苗期对盐较敏感，生长后期相对耐盐。这些研究阐述了植物的耐盐性与基因相关，且随着个体发育阶段的不同而变化，从而影响了植物个体生长特性的表达。此外，杨林、安守芹、张俊叶等[8-10] 众多学者分别对豆科种子耐盐性进行了比较研究，但没有形成统一的豆科耐盐性评价标准。而制定科学的耐盐性评价标准对豆科品种资源的合理利用十分重要。通过耐盐品种来改良盐碱地，对发展国民农业经济有着重要战略意义[11-13]。

本实验综合考虑前人的研究成果，对武汉地区 24 个常见豆科品种在不同 NaCl 浓度胁迫下种子的发芽率、发芽指数、胚根胚芽比的生理指标进行比较，旨在分析豆科品种间萌发期耐盐性强弱，为确定

2014-12-15 收稿，2015-03-25 接受
* 通讯作者，E-mail：870154967@qq.com；Tel：18062601577

品种耐盐性鉴定标准提供参考。

2　材料与方法

1)实验材料:24 种武汉地区常见的豆类品种。具体品种如表 1 所示。

2)实验方法:配置 3 种不同浓度的 NaCl 溶液(溶液 pH 值约为 7),分别为 50 mol/L、100 mol/L、150 mol/L,以清水为对照,设 3 次重复。实验用沙经过细纱网筛,用自来水冲洗 6 小时,并在太阳下暴晒多日,装于一次性塑料碗中(220 g/碗),加入配置好的 NaCl 溶液,保证液面只淹没豆子的一半,及时补充蒸发掉的水分,保持各处理浓度的相对稳定,制成实验用沙床。挑选大小基本一致的实验豆科种子,均匀播撒在沙床中,每床 25 颗种子。实验均在温室中进行。萌发期在黑暗条件下进行,幼苗转移到光照条件下进行培养,光照时间 L∶D = 14 h∶10 h,温度(25 ±1)℃,相对湿度(75 ±10)%。

3)指标测定:

发芽率 = 发芽终期全部正常发芽粒数/供检种子数 ×100%

发芽指数(GI) = ∑ GT/DT(GT 为 T 天的发芽数,DT 为相应的天数)

胚根胚芽比 = 胚根重(单株)/胚芽重(单株)

实验持续 7 天,每天统计发芽指数,第 7 天统计发芽率与胚根胚芽比。

4)数据分析:用 SPSS13.0 分析处理数据。

3　结果与分析

3.1　盐胁迫的影响

方差分析表明,不同品种的发芽率、发芽指数、胚根胚芽比均在相同 NaCl 浓度下差异极为显著($P<0.01$),品种间发芽率、发芽指数、胚根胚芽比的变异系数均随着 NaCl 浓度的增加而加大,在 150 mol/L 时达到最大(见表 1),也就是说,在 150 mol/L 的 NaCl 浓度下,各品种发芽率差异最大,可以鉴定豆科种子的耐盐性。彼时,台丽荷兰豆的发芽率最高,为 99.0%,精选红扁豆的发芽率最低,为 15.2%;绿豆的发芽指数最高,为 23.3,精选红扁豆的发芽指数最低,为 0.85;泰国架豆王的胚根胚芽比最高,为 2.8。

表 1　不同浓度 NaCl 胁迫下各品种间发芽率、发芽指数、胚根胚芽比的差异性比较[1)]

品种 \ 浓度 \ 指标	0 mol/L			50 mol/L			100 mol/L			150 mol/L		
	发芽率	发芽指数	胚根胚芽比	发芽率	发芽指数	胚根胚芽比	发芽率	发芽指数	胚根胚芽比	发芽率	发芽指数	胚根胚芽比
1 楚云一号	0.9443fgh	7.1667bc	4.3000abc	0.9200fgh	6.8067de	4.8667abc	0.8000defghi	5.3067bcd	4.5667de	0.5100bcd	3.1400bc	0.5333ab
2 改良西杂二号	0.9500fgh	11.0867e	4.2667abc	0.8500efgh	10.0867gh	4.7000abc	0.7167defg	6.7967defg	5.4667def	0.5500bcd	5.2533defg	0.2667a
3 红花白荚	0.9209efgh	9.0833cde	3.3667abc	0.9200fgh	7.5000def	4.9667abc	0.9100ghi	7.4733defgh	3.3667bcd	0.8300ghi	6.1400defgh	2.6333c
4 泰丽红籽无筋架豆	0.5333ab	7.4333bc	7.1667bcd	0.5467bc	5.9333bcd	7.1667bcd	0.6400cde	6.1667cde	0.3000a	0.4933bcd	5.3333defg	0.2333a
5 泰国架豆王	0.4400a	5.9667ab	3.1000ab	0.6400cd	6.2667cde	4.4667abc	0.4933abc	5.3667bcd	5.7333ef	0.6533def	6.5333fgh	2.8333c
6 帮达五号	0.9333efgh	16.3933ghi	3.0000ab	0.9767h	13.4400klm	2.8667ab	0.9933i	11.2733kl	3.3667bcd	0.9467hi	8.7100ij	1.4000b
7 宁豇三号	0.9310efgh	15.6133fgh	2.7000ab	0.8233efg	10.6967ghi	3.9333abc	0.8900ghi	9.6400ijk	4.3667cde	0.8467ghi	6.7800fgh	0.5333ab
8 绿领蛟龙	0.9543gh	18.7200j	2.0667a	0.9767h	14.2233lm	3.8000abc	0.8900ghi	10.1700jk	3.7333cde	0.9333hi	8.7233ij	1.0000ab
9 扬研 8 号	0.9333efgh	20.8133k	1.7333a	0.9867h	18.0200n	2.4667ab	0.9433hi	10.4367jkl	4.3333cde	0.9700hi	9.9800j	0.1000a
10 颜如玉	0.9500fgh	14.9600fgh	4.5333abc	0.9300fgh	12.2733ijk	3.6667abc	0.8200efghi	7.7933efghi	4.0667cde	0.7967fgh	5.1867def	0.5000ab
11 农望 27 王	0.9583gh	18.000ij	3.6000abc	0.9867h	14.4167m	4.5000abc	0.9000ghi	10.0833jk	5.0667def	0.9000ghi	7.3333hi	0.2667a
12 台丽荷兰豆	1.0000h	16.6100hij	0.6333a	0.9767h	13.8300klm	0.7333a	0.9767i	12.4467l	0.9333a	0.9900i	11.7767k	1.1333ab
13 百花荷兰豆	0.8330defg	14.1667fg	1.0667a	0.9233fgh	13.0567klm	0.9000a	0.9333hi	10.5267jkl	1.0000a	0.8967ghi	9.4167j	0.7333ab
14 早熟红花扁豆	0.5733b	5.8667ab	5.5333abcd	0.5200ab	4.6333abc	8.2333cd	0.4400ab	4.4000bc	2.3000abc	0.3867b	2.6333b	0.2333a
15 精选红扁豆	0.5500ab	4.5433a	4.3000abc	0.3667a	2.9600a	3.6667abc	0.3667a	2.2933a	0.2000a	0.1517a	0.8533a	0.3333a
16 黑豆	0.5554ab	6.1933ab	1.5667a	0.4233ab	4.5000ab	2.7333ab	0.3767a	3.7233ab	0.2000a	0.5100bcd	5.0000cdef	0.1000a
17 红豆	0.9887h	13.6100f	2.5667ab	0.9467gh	11.1133hij	0.7667a	0.8533fghi	8.6933fghij	1.5333ab	0.9000ghi	7.1667ghi	0.1333a
18 绿豆	0.9750h	24.0200l	1.9667a	0.9767h	24.0667o	2.8667ab	0.9767i	23.7133m	6.8667f	0.9600hi	23.3367l	0.1000a
19 中意 13 大豆	0.8000cde	11.1667e	9.5000de	0.7867ef	12.5667jkl	15.0333e	0.6000bcd	6.7333def	0.7000a	0.6133cde	5.5667defgh	0.1000a
20 翠丰大豆	0.8267defg	13.7667f	10.3333de	0.6400cd	7.6667def	6.7333bcd	0.4267ab	5.8000bcde	0.1667a	0.3733b	4.3667bcde	0.1000a
21 四号大豆	0.7867cd	9.9667de	10.3000de	0.8533efgh	10.6000ghi	10.3667d	0.6533cdef	8.8667ghij	0.1667a	0.4667ab	5.0000cdef	0.1000a
22 三鲜菜豆	0.9600gh	10.9000de	12.6667e	0.7333de	7.2000de	10.6333d	0.7467defgh	6.5000cde	5.1333def	0.5467bcd	4.5667cde	0.1000a
23 九月寒大豆	0.8133cdef	10.8667de	8.1000cde	0.8533efgh	9.2000fg	4.0333abc	0.8400efghi	9.2000hijk	0.2000a	0.7333efg	6.3000efgh	0.1333a
24 临豆 9 号	0.6933c	8.6667cd	9.9667de	0.6000cd	7.9333ef	3.9333abc	0.4933abc	5.8000bcde	0.1667a	0.4000b	4.3333bcd	0.1000a
F 值	17.571**	48.973**	5.362**	19.645**	71.361**	5.3**	11.055**	39.492**	11.455**	18.538**	53.883**	6.484**
均值	0.8251	12.3158	4.9306	0.7982	10.3746	4.918	0.7367	8.3001	2.6639	0.6816	6.8096	0.5708
变异系数	0.2094	0.4178	0.7009	0.2413	0.4581	0.6858	0.2839	0.5016	0.8349	0.3514	0.629	1.328

1)同列不同小写字母表示各品种间差异显著(P 小于 0.05);* 表示同列数据在 0.05 水平上差异显著,** 表示同列数据在 0.01 水平上差异极显著。

3.2 不同品种耐盐性比较

依据表 1 可知,各项变异系数均在 150 mol/L 时最大,即品种间耐盐性差异最大,故以此作为参考,进行聚类分析。由图 1 可知,品种的耐盐性在 Label Num5 至 10 间时大致分为 5 类。

I 类:绿豆

II 类:泰国架豆王、红花白荚

III 类:扬研 8 号、九月寒大豆、颜如玉、宁豇三号、红豆、农望二七王、台丽荷兰豆、帮达五号、百花荷兰豆、绿领蛟龙

IV 类:精选红扁豆

V 类:楚云一号、中意 13 大豆、三鲜菜豆、改良西杂二号、泰丽红籽无筋架豆、四号大豆、黑豆、早熟红花扁豆、临豆九号、翠丰大豆

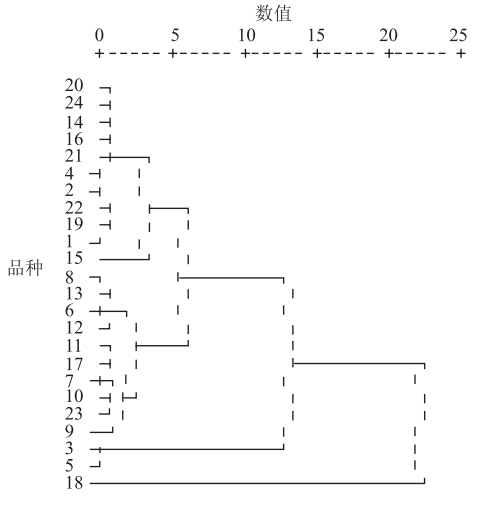

图 1 中的品种,其数字顺序与表 1 中品种相一致。

图 1 24 个豆科品种种子类聚分析树状图

4 结束语

大量研究证实,豆科受盐胁迫后表现出的耐盐性是一个复杂的过程,其耐盐能力的大小是多种代谢的综合表现,用不同指标评价同一个豆科品种可能得到不同的结果[14]。本实验通过对 24 个豆科品种进行耐盐性研究,综合分析不同的生理指标,进行品种间耐盐性评价,发现 NaCl 浓度为 150 mol/L 时,豆科品种的发芽率、发芽指数及胚根胚芽比均达到极显著差异($P<0.01$),且变异系数最大,是耐盐性鉴定的最佳浓度。

根据 150 mol/L 时各品种的发芽率、发芽指数、胚根胚芽比这 3 个指标进行聚类分析,并结合品种实际的耐盐情况,获得了 24 个品种的耐盐性排序,分为五类。其中,I 类绿豆最为耐盐,V 类楚云一号等耐盐性最差。

参考文献

[1] ZHU Jiankang. Plant salt tolerance [J]. Trends in Plant science, 2001,6(2):66-71

[2] MUNNS R. Genes and salt tolerance:Bringing them together [J]. New Phytologist,2005,167(3):645-663.

[3] 谢振宇,杨光穗. 牧草耐盐性研究进展[J]. 草业科学,2003,(8):11-17.

[4] 王佳丽,黄贤金,钟太洋,等. 盐碱地可持续利用研究综述[J]. 地理学报. 2011,66(5):673.

[5] SHI Huazhong, LEE B H, ZHU Jiankang, et al. Overexpression of a aplasma membrane Na +/H + antiporter gene improves salt tolerance in Arabidopsis thaliana [J]. Nature Biotechnology, 2002,(21):81-85.

[6] SU Xinyang, ZHAO Yanxiu, ZHANG Quan, et al. HAL1 mediate salt adaptation in Arabidopsis thaliana[J]. Cell Research,2001,11(2):142-148.

[7] RUMBAUGH M D. Germination inhibination of alfalfa by two component salt mixture[J]. Crop Science,1993,33:1046-1050.

[8] 杨林. NaCl 胁迫对 5 种豆科牧草种子萌发及幼苗生长的影响[J]. 种子,2013,32(12):79-80.

[9] 安守芹,于卓,孔丽娟,等. 花棒等四种豆科植物种子萌发及苗期耐盐性的研究[J]. 中国草地,1995,(6):29-32.

[10] 张俊叶,张力君,赵青山,等. 几种豆科牧草种子萌发期的耐盐性[J]. 中国草地学报,2012,34(4):116-120.

[11] 毛培春. 18 种多年生禾草种子萌发期和幼苗期的耐盐性比较研究[D]. 呼和浩特:内蒙古农业大学,2004.

[12] 阎秀峰,孙国荣,李景信. 我国耐盐牡草的研究现状[J]. 中国草地,1994,(3):68-72.

[13] 刘大林,邱伟伟,马晶晶,等. 不同苜蓿品种种子萌发时期的耐盐性比较[J]. 草业科学,2009,26(9):163-169.

[14] 李源,刘贵波,高洪文,等. 紫花苜蓿种质耐盐性综合评价及盐胁迫下的生理反应[J]. 草业学报. ,2010,19(4):79-86.