

# 144份大豆资源耐盐鉴定研究

鲁雪林<sup>1</sup>, 吴哲<sup>1</sup>, 薛志忠<sup>1</sup>, 冯薇<sup>1</sup>, 孟然<sup>1</sup>, 孙现军<sup>2</sup>, 李赵嘉<sup>1</sup>, 王秀萍<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>河北省农林科学院滨海农业研究所, 河北 唐山

<sup>2</sup>中国农业科学院作物科学研究所, 北京

收稿日期: 2023年5月6日; 录用日期: 2023年6月2日; 发布日期: 2023年6月9日

## 摘要

筛选盐碱地适生大豆资源对充分利用盐碱地、提高作物产能、保障国家粮食安全具有重要意义。基于此, 本研究采用盐碱地直播方法对144份大豆品种进行了苗期、全生育期耐盐鉴定。结果表明, “陕豆24”、“中作14”、“圣育24”等20份品种苗期耐盐性较好, “邯18-403”、“华豆45”、“华豆40”等34份品种全生育期耐盐性较好。最后采用隶属函数法对苗期和全生育期的评价指标进行综合分析, 获得20份盐碱地耐盐性综合表现较好的品种, 尤其是“圣育24”、“陕豆24”、“中作12”、“圣豆147”、“菏19-64”、“陇豆655-2”、“冀21YG105”等7份品种。本研究结果对盐碱地推广适生大豆品种具有参考价值。

## 关键词

大豆, 资源筛选, 全生育期

# Study on Salt Tolerance Identification for 144 Soybean Resources

Xuelin Lu<sup>1</sup>, Zhe Wu<sup>1</sup>, Zhizhong Xue<sup>1</sup>, Wei Feng<sup>1</sup>, Ran Meng<sup>1</sup>, Xianjun Sun<sup>2</sup>, Zhaojia Li<sup>1</sup>, Xiuping Wang<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Institute of Coastal Agriculture, Hebei Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Tangshan Hebei

<sup>2</sup>Institute of Crop Sciences, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing

Received: May 6<sup>th</sup>, 2023; accepted: Jun. 2<sup>nd</sup>, 2023; published: Jun. 9<sup>th</sup>, 2023

## Abstract

Screening suitable soybean resources for saline-alkali land is of great significance for fully utilizing saline-alkali land, improving crop productivity, and ensuring national food security. Based on this,

\*通讯作者。

文章引用: 鲁雪林, 吴哲, 薛志忠, 冯薇, 孟然, 孙现军, 李赵嘉, 王秀萍. 144份大豆资源耐盐鉴定研究[J]. 农业科学, 2023, 13(6): 481-487. DOI: 10.12677/hjas.2023.136065

this study identified the salt tolerance of 144 soybean varieties during the seedling stage and the whole growth period through direct sowing in the saline-alkali land. Results showed that 20 varieties including “Shandou 24”, “Zhongzuo 14”, and “Shengyu 24” performed better salt tolerance during the seedling stage, while 34 varieties including “Han 18-403”, “Huadou 45”, and “Huadou 40” performed well during the whole growth period. Finally, the membership function analysis was used to process all evaluation indexes in the seedling stage and the whole growth period, and found 20 varieties showing better performance in comprehensive salt tolerance, especially the 7 varieties of “Shengyu 24”, “Shandou 24”, “Zhongzuo 12”, “Shengdou 147”, “He 19-64”, “Longdou 655-2”, and “Ji 21YG105”. The research results provided a reference for promoting suitable soybean varieties in saline-alkali land.

## Keywords

Soybean, Resource Screening, The Whole Growth Period

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

盐碱地是我国重要的土地资源，类型复杂，分布广泛，面积近 1 亿公顷，约占现有耕地面积 78%，土壤(次生)盐渍化日趋严重，直接威胁国家的粮食安全[1] [2]。因此，充分开发、利用和保护盐碱地资源，对我国现代农业发展具有重要的战略价值。2023 年，中央一号文件提出，充分开发利用盐碱地，“持续推动由主要治理盐碱地适应作物向更多选育耐盐碱植物适应盐碱地转变”。

大豆是人类蛋白质和食用油脂的重要来源，在农业生产中占有重要地位，我国是栽培大豆的起源地，拥有最为丰富的大豆资源[3]。栽培大豆属于中度耐盐作物，在盐碱条件下逆境胁迫严重影响其生长发育，并直接影响大豆的产量和品质，培育大豆耐盐新品种是应对土壤盐碱化问题的重要手段[4]，而筛选大豆耐盐资源是培育大豆耐盐品种的重要基础[5]。

大豆从播种到收获，主要的生长时期包括大豆萌发期、苗期和生殖生长期三个阶段。因此，大豆耐盐鉴定工作也主要集中在这三个阶段，主要是通过盐胁迫下植株性状表现包括生理指标变化等评价耐盐性。如姜奇彦等人通过对 793 份大豆种质资源在芽期、苗期及全生育期等阶段内的发芽率、出苗率、产量及其他植株性状等指标进行评价，筛选出不同耐盐级别的大豆品种，这为大豆耐盐性鉴定科学方法的建立提供了重要信息[6]。随着分子生物学的发展，利用分子标记辅助耐盐鉴定也随之出现，如郭蓓等人利用 BSA 法筛选和鉴定与大豆耐盐性基因紧密连锁的 PCR 标记，可用于大豆耐盐种质鉴定及大豆耐盐遗传育种的分子标记辅助选择，使大豆耐盐性室内鉴定成为可能[7]。然而，目前大豆资源耐盐鉴定方法主要集中于田间鉴定方法，结果也表明，盐胁迫对各个生育期均产生不同程度的不利影响，从而使大豆各生育期的耐盐能力也不尽相同，缺乏明显的相关性[8]。为了更好地筛选出盐碱地适生品种，本研究对当前国内的 144 份大豆品种进行了耐盐评价，重点对苗期和全生育期进行了适生综合筛选，这对提高盐碱地大豆产能及耐盐大豆选育具有重要意义。

## 2. 材料与方法

### 2.1. 试验材料与地点

试验中采用的 144 份大豆资源(品种)由中国农业科学院作物科学研究所提供。田间耐盐鉴定地点位于

河北省唐山市曹妃甸区 11 农场河北省农林科学院滨海农业研究所试验基地。土壤类型为淤泥质滨海盐碱地，土壤含盐量 0.2%。

## 2.2. 盐处理方法

于 2022 年 5 月份整地种植大豆，设淡水滴灌和咸水滴灌两种处理。每个品种行长 2 m，行距 50 cm，播种 20 粒，所有品种随机安排，重复 3 次。未施任何肥料。播种出苗期用淡水滴灌确保出苗、壮苗。7 月 20 日，咸水滴灌处理区抽取地下咸水于蓄水池内，加入淡水配制成矿化度 9 g/L 的咸水，配制好的咸水抽到小区内进行咸水滴灌胁迫处理，共计滴灌 2 次，间隔 1 周，每次滴灌量为 300 m<sup>3</sup>/hm；淡水滴灌处理区抽取地下淡水进行滴灌，滴灌方法及用量与咸水滴灌处理区相同。全生育期内调查大豆出苗率、盐胁迫后成苗率及产量性状等，以盐碱地直播的淡水滴灌大豆记为对照处理，出苗后咸水滴灌记为咸水处理。

## 2.3. 耐盐性评价方法

以出苗率和成苗率为指标评价大豆资源苗期耐盐性，出苗率为盐碱地环境下出苗数与播种数的百分比，成苗率为盐碱地浇咸水处理后存活的最终苗数与播种数的百分比。

以产量性状构成的耐盐系数为大豆资源全生育期耐盐性评价标准，计算方法为咸水滴灌处理产量与淡水滴灌处理产量的比值，当比值处于 0~0.2 时为 5 级、0.20~0.4 为 4 级、0.40~0.6 为 3 级、0.60~0.8 为 2 级、0.80~1.0 为 1 级。

以隶属函数法对出苗率、成苗率和耐盐系数进行处理，软件为 SPSS 22.0。隶属值计算公式：

$$X_{ij} = 1 - (X_{ij} - X_{i\min}) / (X_{i\max} - X_{i\min})$$

式中， $X_{ij}$  为  $i$  品种的  $j$  指标值， $X_{i\min}$  为  $i$  品种  $j$  指标中的最小值， $X_{i\max}$  为  $i$  品种  $j$  指标中的最大值，依据隶属值加和后的总值进行排序，靠前的表示耐盐性好，参见我们发表的文章[9]。最后根据隶属函数值结合苗期耐盐性和产量性状综合筛选适于盐碱地的品种。

## 3. 结果分析

### 3.1. 苗期评价结果

144 份大豆资源的平均出苗率和平均成苗率见表 1。本研究重点对出苗率和成苗率的前 20 位进行了对比，发现“陕豆 24”、“中作 14”、“圣育 24”、“石 2002”等均在 70%以上，说明这些资源在盐碱地具有良好的适应能力。然而，适应能力并不代表最终的产量理想，因此我们进一步地以产量性状评价了全生育期的耐盐性。

**Table 1.** Salt tolerance performance of the top 20 soybean resources during seedling stage

**表 1.** 前 20 位大豆资源苗期耐盐性表现

序号	品种名称	平均出苗率	STDEV	平均成苗率	STDEV
1	陕豆 24	83.33	11.79	81.67	16.07
2	中作 14	80.00	7.80	80.00	21.79
3	圣育 24	80.00	4.08	75.00	5.00
4	中作 12	78.33	14.34	68.33	34.03
5	石 2002	71.67	16.50	71.67	20.21
6	圣豆 147	70.00	8.28	68.33	33.29
7	石 2113	70.00	16.77	66.67	30.14

## Continued

8	中黄 343	68.33	17.00	61.67	28.43
9	陇豆 655-2	66.67	6.50	65.00	17.32
10	冀 21J25	66.67	6.24	61.67	11.55
11	菏 19-64	65.00	14.72	65.00	18.03
12	科豆 68	65.00	11.60	60.00	21.79
13	汾豆 98	63.33	13.12	65.00	13.23
14	中黄 249	63.33	10.55	61.67	22.55
15	冀 21YG105	63.33	13.00	61.67	38.19
16	邯 18-335	61.67	8.50	61.67	10.41
17	中作 13	61.67	8.50	58.33	7.64
18	阜豆 226	60.00	12.25	60.00	15.00
19	菏豆 38	60.00	10.21	60.00	25.00
20	中黄 639	60.00	9.35	58.33	22.55

## 3.2. 全生育期评价结果

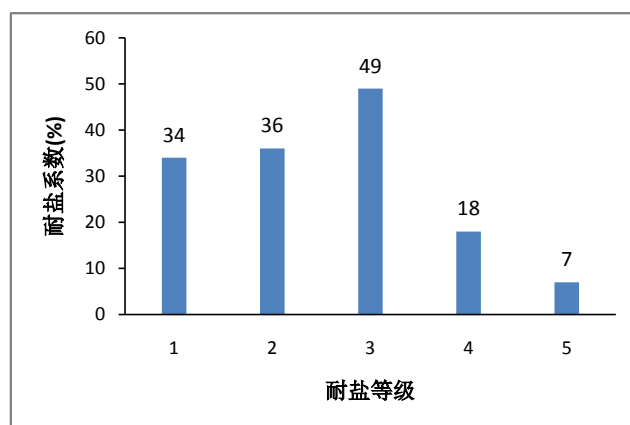
我们对 144 份材料的产量性状进行了统计, 依据耐盐系数划分的等级, 发现大部分材料处于第三级别, 而第一级的材料有 34 份, 包括“邯 18-403”、“华豆 45”、“华豆 40”等, 见表 2 和图 1。其中, 有 10 份材料, 如“圣育 24”、“陕豆 24”、“陇豆 655-2”等在苗期和全生育期同时表现出较高的耐盐性, 见表 2 中的标粗部分。

Table 2. Salt tolerance performance of the top 34 soybean resources during the whole growth period

表 2. 前 34 位大豆资源全生育期耐盐性表现

品种名称	对照籽粒重量 (g)	咸水处理后籽粒 重量(g)	品种名称	对照籽粒重量 (g)	咸水处理后籽粒 重量(g)
邯 18-403	112.50	95.00	沧豆 1438	350.00	334.33
华豆 45	385.23	339.00	<b>石 2113</b>	282.51	234.00
华豆 40	405.20	383.00	安豆 1707	298.22	244.00
嘉农 1 号	207.74	203.67	漯豆 0828	97.12	84.67
圣豆 136	211.48	207.33	濮豆 107	200.40	165.67
圣豆 173	291.60	243.00	<b>菏 19-64</b>	464.39	395.00
<b>圣育 24</b>	487.27	427.33	菏 20-26	340.00	317.33
<b>陕豆 24</b>	382.50	347.67	<b>圣豆 147</b>	497.59	417.33
中作 J20254	337.50	281.67	圣豆 172	356.52	331.33
中作 J20269	235.00	203.00	陕豆 23	385.00	352.67
冀 2115	315.00	307.67	<b>冀 21YG105</b>	290.11	282.67
<b>陇豆 655-2</b>	385.00	336.33	HY285	51.50	42.00
邯 19-565	304.11	260.67	<b>阜豆 202033</b>	233.20	194.33
河菽 4 号	105.88	102.67	濰科 76	45.10	39.00
圣豆 122	349.14	290.67	合研 102	205.00	169.33
<b>科豆 68</b>	179.21	160.67	石 2014	310.00	253.00
<b>中作 12</b>	487.43	404.00	圣豆 142	200.00	195.33

注: 表中标粗为苗期、全生育期耐盐性均表现较好的品种。



**Figure 1.** Statistics of grade of salt tolerance coefficients of 144 soybean resources

**图 1.** 144 份大豆材料耐盐系数等级划分统计

### 3.3. 隶属函数分析结果

考虑到大豆材料在苗期与全生育期的耐盐性差异,为了更好地衡量盐碱地大豆生产性状,我们采用隶属函数分析方法,对 144 份大豆材料进行综合分析,发现“陕豆 24”、“圣育 24”、“中作 12”等 20 份材料排名靠前,说明这些品种在盐碱地上的综合耐盐性较好,其中,结合苗期与全生育鉴定结果,“陕豆 24”、“圣育 24”、“中作 12”等 7 份大豆品种在三种耐盐评价方法中均表现出较好的耐盐性,见表 3 中标粗部分。

**Table 3.** Analysis result of the membership function values of the top 20 soybean resources

**表 3.** 前 20 位大豆资源隶属函数值分析结果

品种名称	平均出苗率	平均成苗率	对照籽粒重量(g)	咸水处理后粒重量(g)	耐盐系数	A	B	C	D	E	总隶属值
<b>圣育 24</b>	80.00	75.00	487.3	427.3	0.88	0.96	0.91	0.69	0.86	0.89	4.30
<b>陕豆 24</b>	83.33	81.67	382.5	347.7	0.91	1.00	1.00	0.53	0.70	0.92	4.15
<b>中作 12</b>	78.33	68.33	487.4	404.0	0.83	0.93	0.82	0.69	0.81	0.84	4.09
菏豆 38	60.00	60.00	618.3	494.7	0.80	0.69	0.71	0.88	1.00	0.81	4.09
<b>圣豆 147</b>	70.00	68.33	497.6	417.3	0.84	0.82	0.82	0.70	0.84	0.85	4.03
<b>菏 19-64</b>	65.00	65.00	464.4	395.0	0.85	0.76	0.78	0.65	0.79	0.86	3.84
<b>陇豆 655-2</b>	66.67	65.00	385.0	336.3	0.87	0.78	0.78	0.53	0.67	0.89	3.65
中作 13	61.67	58.33	519.8	366.3	0.70	0.71	0.69	0.73	0.74	0.71	3.57
华豆 40	53.33	51.67	405.2	383.0	0.95	0.60	0.60	0.56	0.77	0.96	3.50
皖豆 802	60.00	55.00	428.8	343.0	0.80	0.69	0.64	0.60	0.69	0.81	3.43
<b>冀 21YG105</b>	63.33	61.67	290.1	282.7	0.97	0.73	0.73	0.40	0.56	0.99	3.42
阜豆 226	60.00	60.00	448.1	327.7	0.73	0.69	0.71	0.63	0.66	0.73	3.42
华成豆 918	55.00	53.33	475.0	360.3	0.76	0.62	0.62	0.67	0.72	0.76	3.40
冀 2115	60.00	56.67	315.0	307.7	0.98	0.69	0.67	0.43	0.61	1.00	3.40
洛豆 16081	58.33	56.67	451.2	329.0	0.73	0.67	0.67	0.63	0.66	0.73	3.36
冀 21J25	66.67	61.67	367.5	277.7	0.76	0.78	0.73	0.51	0.55	0.76	3.33

## Continued

安豆 426	50.00	50.00	621.6	365.7	0.59	0.56	0.58	0.88	0.73	0.58	3.33
华豆 45	55.00	51.67	385.2	339.0	0.88	0.62	0.60	0.54	0.68	0.89	3.33
石 2113	70.00	66.67	282.5	234.0	0.83	0.82	0.80	0.38	0.46	0.84	3.31
菏 20-26	53.33	53.33	340.0	317.3	0.93	0.60	0.62	0.47	0.63	0.95	3.27

注：表中 A、B、C、D、E 分别为平均出苗率等 5 个指标的隶属函数值；标粗为苗期、全生育期以及隶属函数分析均表现较好的品种。

#### 4. 讨论

大豆出苗率直接决定了大豆能否全苗、壮苗及最终的产量，是评价大豆耐盐性的重要指标。大豆苗期耐盐性鉴定可在室内完成，常见的鉴定方法有培养皿萌发期鉴定法、培养基法、营养液筛选法、沙培法、蛭石法等，如曹帅等人利用水培模拟盐碱胁迫方法鉴定了 18 份大豆资源[8]。本研究采用盐碱地直播方法鉴定了 144 份大豆苗期耐盐性，发现“陕豆 24”、“中作 14”、“圣育 24”等 20 份资源苗期表现较好(表 1)，该方法直接采用盐碱地原生环境，较室内模拟结果更能反映出实际性状。

大豆前期(芽期和苗期)的鉴定结果可作为大豆耐盐性强弱的参考标准，但要把筛选出的耐盐品种应用于实际生产，还必须在更接近于大田生产实际的田间进行全生育期的耐盐性鉴定。邵桂花等通过海水与淡水混合灌溉，建立了一套大豆种质资源耐盐性田间鉴定方法，确立了不同时期用不同处理浓度(出苗阶段：15 ds/m；苗期：17 ds/m；花荚期：26 ds/m)，从来源于国内外的 1716 份大豆种质资源进行耐盐性鉴定，筛选出包括“文丰 7 号”和“铁丰 8 号”在内的 7 个全生育期耐盐品种[10]。本研究对 144 份大豆进行了全生育期耐盐性鉴定筛选，采用隶属函数法对苗期耐盐鉴定指标和全生育指标进行综合分析，发现了 20 份盐碱地耐盐性和生产性表现较好的品种，尤其是“圣育 24”、“陕豆 24”、“中作 12”、“圣豆 147”、“菏 19-64”、“陇豆 655-2”、“冀 21YG105”等 7 份品种表现最佳。隶属函数法可将多个指标量化后综合考量，避免了单一指标评价的偏颇性[7]，是目前常用的多指标综合评价方法，因此该结果可作为盐碱地适生种植大豆品种的参考。

#### 5. 结论

本研究采用盐碱地原生环境，通过对 144 份大豆资源苗期和全生育期的田间耐盐性进行评价，筛选出“陕豆 24”、“中作 14”、“圣育 24”等 20 份耐盐性强的品种，其中“圣育 24”、“陕豆 24”、“中作 12”、“圣豆 147”、“菏 19-64”、“陇豆 655-2”、“冀 21YG105”等 7 份品种可用于盐碱地推广种植。

#### 基金项目

本研究由河北省科技计划项目(22326414D)提供支持。

#### 参考文献

- [1] Wang, X., Xue, Z., Lu, X., et al. (2019) Salt Leaching of Heavy Coastal Saline Silty Soil by Controlling the Soil Matrix Potential. *Soil and Water Research*, **3**, 132-137. <https://doi.org/10.17221/106/2018-SWR>
- [2] Wu, Z., Li, Z., Feng, W., et al. (2022) The Breeding of High-Quality Dandelions by NaCl Induced Callus Variation Combined with a Drosophila Tumor Cell Migration Test. *Horticulturae*, **8**, Article 1167. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8121167>
- [3] 郭亚宁, 张盼盼, 杜吉到, 等. 大豆种质资源的收集与鉴定[J]. 陕西农业科学, 2022, 68(3): 70-74.
- [4] 张威, 廖锡良, 喻德跃, 等. 大豆耐盐性研究进展[J]. 土壤与作物, 2018, 7(3): 284-292.

- 
- [5] 张煜, 李娜娜, 丁汉凤, 等. 野生大豆种质资源及创新应用研究进展[J]. 山东农业科学, 2012, 44(4): 31-35.
- [6] 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.
- [7] 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(1): 13-19.
- [8] 曹帅, 杜仲阳, 向殿军, 等. 18 份大豆品种耐盐碱性筛选与综合鉴定[J]. 大豆科学, 2019, 38(3): 344-352.
- [9] 李俊萍, 王秀萍, 刘素娟, 等. 玉米苗期耐盐性鉴定评价方法研究[J]. 中国农学通报, 2022, 38(18): 28-34.
- [10] 邵桂花, 常汝镇, 陈一舞. 大豆耐盐性研究进展[J]. 大豆科学, 1993(3): 244-248.