

不同油葵品种苗期耐盐性研究

刘春荣¹, 张国新^{2*}, 王秀萍², 姚玉涛², 王婷婷²

(1. 唐山市丰南区农牧局, 河北唐山 063300; 2. 河北农林科学院滨海农业研究所唐山市植物耐盐研究重点实验室, 河北唐山 063200)

摘要 [目的]综合评价不同油葵品种苗期耐盐性。[方法]利用0.6%盐碱原土对11个油葵品种进行苗期耐盐性鉴定,通过主成分及指标相关分析,选取叶面积、株高、地上部干重、出苗率、出苗指数等5个指标,运用隶属函数法进行耐盐性评价。[结果]苗期耐盐性由强到弱顺序依次为凯福瑞 T562、滨葵1号、美大头 S567、USA-S668、NWS4564、同庆1号、法兰西 529、矮大头 9650、S101、凯福瑞 S606、先瑞1号。[结论]该研究为滨海盐碱地油葵品种的选择利用提供技术支撑。

关键词 油葵;苗期耐盐性;隶属函数法;评价

中图分类号 S565 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2018)23-0023-03

Salt Tolerance Evaluation of Different Oil Sunflower Varieties at Seedling Stage

LIU Chun-rong¹, ZHANG Guo-xin², WANG Xiu-ping¹ et al (1. Fengnan Agriculture and Animal Husbandry Bureau of Tangshan City, Tangshan, Hebei 063300; 2. Institute of Coastal Agriculture, Hebei Academy of Agriculture & Forestry Sciences, Tangshan Key Laboratory of Plant Salt Tolerance Research, Tangshan, Hebei 063200)

Abstract [Objective] To comprehensively evaluate the salt tolerance of oil sunflower at seedling stage. [Method] 11 oil sunflower varieties were identified by 0.6% saline-alkali soil at seedling stage. Leaf area, plant height, dry weight of shoot and emergence rate were selected by correlation analysis of principal components and indexes. [Result] Salt tolerances of different varieties at seedling stage from strong to weak was in the order of Caffrey T562, Binkui 1, Meidatou 567U, USA-S668, NWS4564, Tongqing 1, France 529, Aidatou 9650, S101, Caffrey S606, Xianrui 1. [Conclusion] This research provided technical support for the selection and utilization of oil sunflower variety grown on coastal saline land.

Key words Oil sunflower; Salt tolerance at seedling stage; Membership function method; Evaluation

盐碱土是陆地上广泛分布的一种土壤类型,约占陆地总面积的25%。我国盐渍土总面积约3 600万 hm^2 ,其中耕地盐渍化面积达920.9万 hm^2 ,主要分布在西北、华北、东北和沿海地区^[1]。目前,如何高效利用盐渍化土地是盐碱农业面临的一个主要问题。

油葵是菊科双子叶植物中的耐盐作物,是世界四大油料作物之一,有盐碱地先锋作物之称^[2]。1956年我国将油葵作为油料作物开始种植,之后种植面积日益扩大,1998年研究人员全国的种植面积已达到88.9万 hm^2 ,目前主要分布在东北、华北及西北的半干旱地区^[3]。随着我国粮食战略规划布局,发展生物质能源产业的前提是不能与粮争地,这就需要利用非耕地、盐碱地资源发展能源植物。1998年研究人员开展了海涂引种油葵的研究,利用油葵治理盐碱地。目前,油葵耐盐性研究主要集中在光合、渗透及耐盐机理研究方面^[4-6];芽期耐盐性评价及NaCl单盐胁迫的研究也较多^[7-8],但盐碱原土胁迫下苗期耐盐性评价却鲜见报道。鉴于此,笔者直接利用调配盐碱原土,通过指标分析,利用隶属函数法,进行不同油葵品种的耐盐性综合评价,为滨海盐碱地油葵品种的选择利用提供技术支撑。

1 材料与方 法

1.1 试验材料 试验材料为11个油葵品种,分别为USA-S668、滨葵1号、法兰西529、S101、同庆1号、先瑞1号、美大头S567、凯福瑞T562、凯福瑞S606、矮大头9650、NWS4564。

1.2 试验方法 试验于2017年在滨海所基地的苗期鉴定棚进行,采用盐碱鉴定池,池宽1.2 m、长5.0 m,装入盐分浓

度0.6%的调配盐碱土,土层厚15 cm,抹平压实,喷壶喷水,含水量达20%左右,以刚好底部不存水为宜,4 h后进行播种。播种日期为8月31日,株距8 cm,行距15 cm,每池播8个参试材料,品种间用记号牌标记,每品种播4行,每行15穴,每穴1粒,播深2 cm,3次重复,随机排列。播后用对应处理的土壤进行撒盖。试验期进行水分监测,定量补水,要求每池处理补水基本一致。

1.3 指标测定 播种后每隔3 d观察出苗情况,记录出苗数;播种后20 d为胁迫结束日,每重复取中间10株进行指标测定,测定指标包括株高、叶面积、地上生物量,计算出苗率、出苗指数。统计分析用DPS进行。

株高:采用直尺测定植株的地上部高度。

叶面积:采用CL-203便携式叶面积仪进行叶片有效面积测量。

地上生物量:剪取地上部分,105℃杀青10 min,80℃烘干12 h,称重。

出苗:2片子叶完全漏出地面时为出苗。出苗率(%)=(最终总的出苗数/播种总数) $\times 100$;出苗指数= $\sum(G_i/D_i)$ (G_i 为 t 天内的出苗数, D_i 为出苗天数)。

1.4 评价方法 通过指标值与对照比值,计算各指标的耐盐系数,运用隶属函数法,对耐盐系数标准化处理,通过变异系数法赋予权重,进行耐盐性评价。

1.4.1 隶属函数值。

$$U(X_i) = (X_i - X_{\min}) / (X_{\max} - X_{\min}), i = 1, 2, 3, \dots, N \quad (1)$$

式中, X_i 为指标测定值; X_{\min} 和 X_{\max} 为所有参试材料某一指标的最小值和最大值。

1.4.2 权重。

$$w_i = P_i / \sum_{i=1}^n P_i, i = 1, 2, 3, \dots, n \quad (2)$$

作者简介 刘春荣(1968—),女,河北唐山人,高级农艺师,从事作物育种及栽培研究。*通讯作者,研究员,从事盐碱地改良利用研究。

收稿日期 2018-04-16

式中, w_i 表示第 i 个公因子在所有公因子中的主要程度, P_i 为各品种第 i 个指标与耐盐系数间的相关系数, 表示各品种第 i 个公因子的贡献率。

1.4.3 综合评价值。

$$D = \sum_{i=1}^n [U(x_i) \times w_i], \quad i=1, 2, 3, \dots, n \quad (3)$$

式中, D 值为材料在盐胁迫下用综合指标评价所得的耐盐性综合评价值。

2 结果与分析

2.1 指标间相关性分析

从表 1 可以看出, 盐胁迫下油葵苗期的叶面积与地上部鲜重、地下部鲜重、地上部干重、地下部干重呈显著正相关, 说明叶面积越大, 地上部、地下部鲜重及干重越大; 株高与地上部鲜重、地上部干重呈显著正相关, 说明株高越大, 地上部鲜重、干重越大; 地上部鲜重与地上部干重、地下部干重呈极显著正相关; 地上部干重与地下部干重呈极显著正相关。

表 1 油葵耐盐鉴定苗期指标相关性分析

Table 1 Correlation analysis of seedling indexes of salt tolerance identification of oil sunflower

| 变量 Variable | 平均值 Mean | 标准差 Standard deviation | 出苗率 Emergence rate | 叶面积 Leaf area | 株高 Plant height | 叶片数 Leaf number | 地下部鲜重 Underground fresh weight | 地上部鲜重 Aboveground fresh weight | 地上部干重 Aboveground dry weight | 地下部干重 Underground dry weight |
|-----------------------------------|-------------|---------------------------|-----------------------|------------------|--------------------|--------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| 出苗率 Emergence rate | 0.827 8 | 0.020 4 | 1 | 0.272 0 | 0.071 9 | -0.126 3 | 0.005 0 | 0.279 7 | 0.279 7 | -0.079 3 |
| 叶面积 Leaf area | 33.640 0 | 14.130 7 | 0.272 0 | 1 | 0.736 0 | 0.335 2 | 0.802 5 | 0.933 6 | 0.933 6 | 0.785 1 |
| 株高 Plant height | 13.079 2 | 2.115 8 | 0.071 9 | 0.736 0 | 1 | 0.149 5 | 0.500 3 | 0.835 0 | 0.835 0 | 0.684 4 |
| 叶片数 Leaf number | 5.950 0 | 0.092 6 | -0.126 3 | 0.335 2 | 0.149 5 | 1 | 0.516 4 | 0.441 8 | 0.441 8 | 0.346 3 |
| 地下部鲜重 Underground fresh weight | 0.711 9 | 0.199 4 | 0.005 0 | 0.802 5 | 0.500 3 | 0.516 4 | 1 | 0.804 8 | 0.804 8 | 0.941 4 |
| 地上部鲜重 Aboveground fresh weight | 3.470 8 | 0.608 4 | 0.279 7 | 0.933 6 | 0.835 0 | 0.441 8 | 0.804 8 | 1 | 1.000 0 | 0.823 8 |
| 地上部干重 Aboveground dry weight | 0.867 7 | 0.152 1 | 0.279 7 | 0.933 6 | 0.835 0 | 0.441 8 | 0.804 8 | 0.981 2 | 1 | 0.823 8 |
| 地下部干重 Underground dry weight | 0.066 1 | 0.019 3 | -0.079 3 | 0.785 1 | 0.684 4 | 0.346 3 | 0.941 4 | 0.843 8 | 0.883 8 | 1 |

注: 相关系数临界值 $a=0.05$ 时, $r=0.707 8$; $a=0.01$ 时, $r=0.835 2$

Note: Critical value of correlation coefficient $a=0.05$, $r=0.707 8$; when $a=0.01$, $r=0.835 2$

2.2 主效因子指标分析

从表 2、3 可以看出, 前 2 个主因子代表了 8 个指标 80% 以上的主要信息, 其中第一个因子代表信息最多, 贡献率达到 66%。主因子 1 的叶面积、地上部鲜重、地下部鲜重、地上部干重、地下部干重、株高等 6 个指标, 代表了总指标的主要信息, 所以这 6 个指标可作为鉴定指标。相关分析显示, 由于鲜重与干重呈极显著正相关, 地

上部干重与地下部干重呈极显著正相关, 可选取地上部干重指标代表生物量指标, 作为鉴定指标, 出苗率代表发芽期耐盐水平, 可选定为鉴定指标。综合来看, 选取叶面积、株高、地上部干重、出苗率等指标作为耐盐鉴定指标, 出苗指数作为苗期直接胁迫程度指标, 可作为耐盐鉴定指标。

表 2 油葵苗期指标特征向量分析

Table 2 Eigenvector analysis of oil sunflower indexes at seedling stage

| 项目 Item | 因子 1 Factor 1 | 因子 2 Factor 2 | 因子 3 Factor 3 | 因子 4 Factor 4 | 因子 5 Factor 5 | 因子 6 Factor 6 | 因子 7 Factor 7 | 因子 8 Factor 8 |
|-----------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| 出苗率 Emergence rate | 0.073 9 | 0.783 3 | 0.479 4 | -0.152 0 | 0.281 2 | 0.221 1 | -0.008 1 | 0.000 0 |
| 叶面积 Leaf area | 0.407 0 | 0.142 3 | -0.007 6 | -0.079 5 | -0.813 2 | 0.350 4 | -0.153 9 | 0.000 0 |
| 株高 Plant height | 0.349 1 | 0.140 8 | -0.442 7 | 0.574 3 | 0.266 8 | 0.410 9 | 0.304 1 | 0.000 0 |
| 叶片数 Leaf number | 0.206 1 | -0.478 0 | 0.715 7 | 0.388 6 | 0.088 3 | 0.224 5 | -0.088 1 | 0.000 0 |
| 地下部鲜重 Underground fresh weight | 0.384 9 | -0.231 0 | 0.093 1 | -0.539 8 | 0.085 9 | 0.033 1 | 0.700 0 | 0.000 0 |
| 地上部鲜重 Aboveground fresh weight | 0.426 3 | 0.115 5 | 0.032 1 | 0.146 5 | 0.003 6 | -0.527 6 | -0.063 1 | -0.707 1 |
| 地上部干重 Aboveground dry weight | 0.426 3 | 0.115 5 | 0.032 1 | 0.146 5 | 0.003 6 | -0.527 6 | -0.063 1 | 0.707 1 |
| 地下部干重 Underground dry weight | 0.391 0 | -0.194 5 | -0.226 4 | -0.394 3 | 0.416 2 | 0.226 4 | -0.614 9 | 0.000 0 |

表 3 盐碱原土鉴定法主因子分析

Table 3 Principal factor analysis of saline-alkali primary soil identification method

| 编号 Code | 特征值 Eigenvalue | 百分率 Percentage//% | 累计百分率 Accumulated percentage//% |
|------------|-------------------|----------------------|------------------------------------|
| 1 | 5.319 1 | 66.488 7 | 66.488 7 |
| 2 | 1.240 1 | 15.501 6 | 81.990 3 |
| 3 | 0.816 7 | 10.208 4 | 92.198 7 |
| 4 | 0.466 2 | 5.827 6 | 98.026 3 |
| 5 | 0.133 2 | 1.664 8 | 99.691 1 |
| 6 | 0.020 8 | 0.260 0 | 99.951 1 |
| 7 | 0.003 9 | 0.048 9 | 100 |

2.3 苗期耐盐性评价

2.3.1 各指标耐盐系数。

为了消除品种本身特异性差异, 能使指标更好地反映品种耐盐性, 采用耐盐系数法, 耐盐系数 $\alpha = \text{不同浓度处理下平均测定值} / \text{对照测定值} \times 100\%$ 。求得各品种耐盐系数。由表 4 可知, 指标耐盐系数越大, 反映品种耐盐性越强, 但由于品种耐盐性受多指标综合体现, 所以必须对耐盐系数进行隶属函数分析, 综合评价品种耐盐性。

表 4 不同油葵品种苗期指标耐盐系数比较

Table 4 Comparison of index salt tolerance coefficient of different oil sunflower varieties at seedling stage

| 编号 Code | 品种名称 Variety name | 出苗率 Emergence rate X_1 | 出苗指数 Emergence index X_2 | 株高 Plant height X_3 | 叶面积 Leaf area X_4 | 地上部干重 Aboveground dry weight X_5 |
|------------|----------------------|--------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|---------------------------|--|
| 1 | USA-S668 | 0.700 0 | 0.724 5 | 0.616 3 | 0.504 7 | 0.606 8 |
| 2 | 滨葵 1 号 | 0.763 2 | 0.865 4 | 0.652 7 | 0.475 3 | 0.646 5 |
| 3 | 法兰西 529 | 0.785 7 | 0.754 3 | 0.505 1 | 0.245 5 | 0.543 4 |
| 4 | S101 | 0.678 6 | 0.635 6 | 0.574 4 | 0.340 3 | 0.585 1 |
| 5 | 同庆 1 号 | 0.724 1 | 0.794 1 | 0.527 3 | 0.335 3 | 0.516 9 |
| 6 | 先瑞 1 号 | 0.666 7 | 0.613 5 | 0.666 7 | 0.191 4 | 0.542 0 |
| 7 | 美大头 S567 | 0.642 9 | 0.712 2 | 0.704 5 | 0.433 8 | 0.751 2 |
| 8 | 凯福瑞 T562 | 0.793 1 | 0.831 1 | 0.625 0 | 0.586 6 | 0.665 2 |
| 9 | 凯福瑞 S606 | 0.592 6 | 0.746 8 | 0.576 7 | 0.209 0 | 0.653 7 |
| 10 | 矮大头 9650 | 0.642 9 | 0.793 6 | 0.586 4 | 0.302 6 | 0.520 0 |
| 11 | NWS4564 | 0.714 3 | 0.687 9 | 0.649 2 | 0.271 4 | 0.675 5 |

2.3.2 评价结果。通过各品种的 5 个指标隶属函数值比较分析(表 5),求得 11 个品种的隶属函数值,通过权重加权,得出凯福瑞 T562、滨葵 1 号得分为 0.863、0.677,耐盐评价排名第 1、2 位,说明这 2 个品种的苗期耐盐性最强。

表 5 不同油葵品种苗期指标隶属函数值比较

Table 5 Comparison of index subordinate function values of different oil sunflower varieties at seedling stage

| 编号 Code | 品种名称 Variety name | 出苗率 Emergence rate | 出苗指数 Emergence index | 株高 Plant height | 叶面积 Leaf area | 地上部干重 Aboveground dry weight | 最终得分 Final score | 排名 Rank |
|------------|----------------------|-----------------------|-------------------------|--------------------|------------------|---------------------------------|---------------------|------------|
| 1 | USA-S668 | 0.535 7 | 0.440 7 | 0.557 7 | 0.792 8 | 0.383 7 | 0.553 | 4 |
| 2 | 滨葵 1 号 | 0.850 9 | 1.000 0 | 0.740 2 | 0.718 4 | 0.553 1 | 0.677 | 2 |
| 3 | 法兰西 529 | 0.963 1 | 0.559 0 | 0.000 0 | 0.136 9 | 0.113 1 | 0.396 | 7 |
| 4 | S101 | 0.428 9 | 0.087 7 | 0.347 5 | 0.376 8 | 0.291 1 | 0.349 | 9 |
| 5 | 同庆 1 号 | 0.655 9 | 0.717 0 | 0.111 3 | 0.364 1 | 0.000 0 | 0.419 | 6 |
| 6 | 先瑞 1 号 | 0.369 6 | 0.000 0 | 0.810 4 | 0.000 0 | 0.107 1 | 0.175 | 11 |
| 7 | 美大头 S567 | 0.250 9 | 0.391 8 | 1.000 0 | 0.613 4 | 1.000 0 | 0.664 | 3 |
| 8 | 凯福瑞 T562 | 1.000 0 | 0.863 8 | 0.601 3 | 1.000 0 | 0.632 9 | 0.863 | 1 |
| 9 | 凯福瑞 S606 | 0.000 0 | 0.529 2 | 0.359 1 | 0.044 5 | 0.583 9 | 0.282 | 10 |
| 10 | 矮大头 9650 | 0.250 9 | 0.715 0 | 0.407 7 | 0.281 4 | 0.013 2 | 0.365 | 8 |
| 11 | NWS4564 | 0.607 0 | 0.295 4 | 0.722 7 | 0.202 4 | 0.676 9 | 0.481 | 5 |
| | 权重 | 0.138 | 0.169 | 0.131 | 0.281 | 0.164 | | |

3 小结

隶属函数法作为模糊评判作物耐盐性方法,在花生、玉米、大豆、水稻等作物上已广泛应用^[9-12]。由于隶属函数法参与评价的指标较多,通过主成分分析及指标相关性比较,选取叶面积、株高、地上部干重、出苗率、出苗指数作为油葵苗期耐盐性鉴定指标,而每个指标对作物耐盐性影响不同,所以通过赋予各个指标以权重最终形成 D 值,来综合评判油葵耐盐性较科学、合理。

通过隶属函数法对 11 个油葵品种苗期耐盐性综合评价,苗期耐盐性从强到弱的顺序依次为凯福瑞 T562、滨葵 1 号、美大头 S567、USA-S668、NWS4564、同庆 1 号、法兰西 529、矮大头 9650、S101、凯福瑞 S606、先瑞 1 号。

参考文献

[1] 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):673-684.

[2] 刘富社,阿兰·博让,彭克敬,等. 向日葵研究与开发[M]. 北京:中国科

学技术出版社,1994.

- [3] 李英杰,赵世强,杨金深. 河北省油葵产业现状分析[J]. 河北农业科学,2002,6(2):56-59.
- [4] 李晓丽,张边江. 油用向日葵的研究进展[J]. 安徽农业科学,2009,37(27):13015-13017.
- [5] 崔云玲,王生录,陈炳东,等. 不同品种油葵对盐胁迫响应研究[J]. 土壤学报,2011,48(5):1051-1058.
- [6] 唐奇志,刘兆普,刘玲,等. 海侵地区不同降雨条件下海水灌溉油葵 G101 的研究[J]. 植物生态学报,2005,29(6):1000-1006.
- [7] 张庆昕,张玉霞,刘庆鹏,等. 33 个油用向日葵品种种子萌发期抗盐碱性的综合评价[J]. 种子,2015,34(11):23-25.
- [8] 穆俊丽,李建科,杨静慧,等. 不同油葵品种种子萌发期的耐盐性研究[J]. 北方园艺,2009(5):26-30.
- [9] 孙东雷,卞能飞,陈志德,等. 花生萌发期耐盐性综合评价及耐盐种质筛选[J]. 植物遗传资源学报,2017,18(6):1079-1087.
- [10] 刘春荣,张国新,王秀萍. 主成分分析及隶属函数法综合评价玉米苗期耐盐性[J]. 安徽农业科学,2015,43(28):13-14.
- [11] 张彦威,张礼凤,李伟,等. 大豆发芽期和苗期耐盐性的隶属函数分析[J]. 山东农业科学,2016,48(1):21-25.
- [12] 田蕾,陈亚萍,刘俊,等. 粳稻种质资源芽期耐盐性综合评价与筛选[J]. 中国水稻科学,2017,31(6):631-642.