

13个油葵品种苗期生长、生理指标比较及抗盐碱性分析

郭园¹, 张玉霞¹, 于华荣¹, 刘涛²

(1. 内蒙古民族大学农学院, 内蒙古 通辽 028042; 2. 通辽金山种业科技有限责任公司, 内蒙古 通辽 028000)

摘要:采用无土培养方式, 对13个油葵品种进行盐碱和非盐碱处理, 测定鲜重、株高、根长等生长指标以及叶绿素含量、丙二醛含量、抗氧化酶活性等生理指标, 进行隶属函数、聚类分析以及秩的相关性分析, 对13个油葵品种进行抗盐碱性能的综合评价。结果表明: 聚类分析将13个油葵品种在苗期的抗盐碱性分为4大类, 抗盐碱性强的品种5个, 抗盐碱性较强的品种5个, 抗盐碱性差的品种2个, 抗盐碱性最差的品种1个; 隶属函数分析表明YK02的耐盐碱能力最强, YK10的耐盐碱能力最弱; 秩的相关性分析表明, 地上鲜重、根鲜重、株高、根长、SOD活性、POD活性与隶属值间秩的相关性均达到显著水平, 可以作为评价油葵苗期抗盐碱能力大小的指标。

关键词:油葵; 苗期; 抗盐碱性; 综合评价

中图分类号: S565.5

文献标识码: A

文章编号: 1003-8701(2016)04-0032-05

Analysis of Saline Resistance and Comparison of Growth and Physiological Indicators of 13 Oil-Sunflower Varieties at Seeding Period

Guo Yuan¹, Zhang Yuxia¹, YU Huarong¹, LIU Tao²

(1. College of Agronomy, Inner Mongolia University for the Nationalities, Tongliao 028042; 2. Tongliao Jinshan Seed Industry Technology Co., Ltd., Tongliao 028000, China)

Abstract: The oil-sunflowers were treated with saline liquor and non-saline liquor by soil-less cultivation at the seedling period. The growth indicators such as fresh weight, plant height, root length and the physiological indicators such as chlorophyll content, MDA content, antioxidase activities were measured. The saline resistances of 13 oil-sunflower varieties were evaluated comprehensively by membership function, clustering analysis and rank correlation analysis. The results showed that the saline resistances of 13 oil-sunflower varieties at the seedling period were divided into 4 groups by clustering analysis, five strongest salt resistant varieties, five stronger salt nonresistant varieties, two weaker salt resistant varieties and 1 weakest salt resistant variety. The membership function analysis showed that the saline resistance of YK02 was the strongest, and the saline resistance of YK10 were weakest. The rank correlation analysis showed that root fresh weight, aboveground fresh weight, plant height, root length, SOD activity, POD activity were significant positive correlated with the saline resistance, so these traits could be regarded as evaluation indexes of the oil-sunflower saline resistances.

Key words: Oil-sunflower; Seedling period; Saline resistance; Comprehensive evaluation

土地的盐碱化已经演变成全球性的环境难题, 制约着全球农业的发展, 单就全国范围内而言, 我国盐渍土总面积为3 600万hm², 我国耕地中盐渍化面积达到920.9万hm²^[1-2]。对盐碱地改良和利用的主要措施是培育栽植耐盐碱作物, 油葵是一种兼具耐干旱、耐贫瘠, 以及适应性强等优点

的油料经济作物, 也是众所周知的耐盐作物, 杂交油葵素有盐碱地先锋作物的美称^[3]。前人研究表明, 盐碱胁迫对不同油葵品种的种子萌发^[4-6]、幼苗生长^[6-9]等方面影响不同, 常用的作物耐盐碱性评价方法有隶属函数法^[10-11]、聚类分析法^[12-13]、分级赋分法^[14]等, 但对不同油葵品种苗期的抗盐碱性能力的大小以及抗盐碱性评价方法与指标的研究较少。本研究模拟干旱地区的盐碱组分^[15], 对13个油葵品种于苗期进行盐碱处理, 通过检测生长和生理指标, 采用计算耐盐系数、隶

收稿日期: 2016-03-16

基金项目: 内蒙古民族大学科学研究课题(NMD1327)

作者简介: 郭园(1980-), 女, 讲师, 硕士, 主要从事植物生理生态特性研究。

属函数值、秩的相关性分析和聚类分析的方法,综合评价其抗盐碱能力的大小并进行排序,同时筛选优异的抗盐碱种质材料,为盐碱地油葵的选育和栽培提供一定的理论基础。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

研究材料为13个油葵品种,品种编号和名称见表1,种子来源于内蒙古赤峰市农业科学院。

表1 13个油葵品种名称及编号

材料编号	品种名称	材料编号	品种名称
YK01	5041×3030	YK08	5046×3012
YK02	5006×3010	YK09	5022×油 R
YK03	5034×3006	YK10	5003×3032
YK04	5016×3018	YK11	5028×3026
YK05	5036×3018	YK12	5031×3028
YK06	5030×3007	YK13	5024×3009
YK07	5027×3011		

1.2 试验设计

供试种子采用砂培法培养,花盆高15 cm,直径20 cm,每盆装有湿沙1 700 g,每个品种种植20盆,每个盆里播种15粒种子,播种后,覆沙380 g,上覆蛭石保水。播后浇透水,放置在自然条件下,并进行人工遮雨,每天定时补水。出苗后子叶展开时进行间苗,每盆定苗10株。将中性盐NaCl、Na₂SO₄,碱性盐NaHCO₃、Na₂CO₃,按照1:9:9:1比例配制成1 mol/L的混合盐碱溶液,于出苗后5 d进行处理,每隔5 d进行一次盐碱胁迫,其中10盆浇含有150 mmol/L盐碱液的营养液,另外10盆只浇营养液作为对照,一个月后测定各项指标。

1.3 测定项目及测定方法

生长指标与测定方法:地上鲜重、根鲜重、根长、株高、茎粗的测定方法:每个处理随机选取10株将地上、地下部分分开进行称重和测量。

生理指标与测定方法:选取不同处理、不同油葵品种的同部位叶片进行测定,叶绿素含量采用乙醇比色法、可溶性糖含量采用蒽酮比色法、脯氨酸含量采用茚三酮比色法、丙二醛(MDA)含量采用硫代巴比妥酸比色法、超氧化物歧化酶(SOD)活性采用氮蓝四唑法^[16]、过氧化物酶(POD)活性采用愈创木酚比色法^[17]。

1.4 数据处理

油葵不同指标的耐盐系数计算:耐盐系数=盐碱处理值/对照值

数据标准化:运用模糊数学隶属函数法对耐盐系数进行标准化处理,指标与耐盐性呈正相关用隶属函数公式 $X_{(ij)}=(X_{ij}-X_{jmin})/(X_{jmax}-X_{jmin})$,指标与耐盐性呈负相关用反隶属函数公式 $X_{(ij)}=1-(X_{ij}-X_{jmin})/(X_{jmax}-X_{jmin})$,式中 $X_{(ij)}$ 表示*i*种类*j*指标的隶属值; X_{ij} 表示*i*种类*j*指标的测定值; X_{jmax} 、 X_{jmin} 分别表示指标的最大值和最小值。

利用DPS14.50高级版^[18]处理数据结果,采用新复极差法进行方差分析,采用最长距离法进行系统聚类分析,并用Microsoft Excel 2010进行数据处理和作图。

2 结果与分析

2.1 13个油葵品种对照和盐碱处理生长、生理指标比较

比较盐碱处理和对 照的生长指标(表2)发现,经盐碱处理后,不同品种的地上鲜重、根鲜重、株高、根长等指标均呈现下降趋势,就单个指标而言,品种YK02、YK06、YK13的地上鲜重其盐碱处理与对照相比无显著差异,品种YK05、YK06、YK13的根鲜重其盐碱处理与对照相比无显著差异,品种YK02、YK11、YK13的株高其盐碱处理与对照相比无显著差异,品种YK06、YK09、YK12的根长其盐碱处理与对照相比无显著差异;茎粗的变化趋势与其他指标不同,品种YK02和YK04的茎粗呈现升高趋势,且YK04盐碱处理与对照相比呈极显著差异,其他品种均呈下降趋势,且品种YK06、YK11、YK13处理和对照之间无显著差异。由此可知,盐碱胁迫处理下,油葵幼苗的生长受到抑制,不同品种受抑制程度不同,说明其抗盐碱能力不同。

不同油葵品种盐碱处理与对照生理指标比较见表3。叶绿素含量可以反映植物光合作用能力,通过盐碱处理发现,油葵叶片叶绿素含量除品种YK07、YK13外,其他品种均无显著差异,说明盐碱胁迫对油葵光合能力影响不大。可溶性糖与脯氨酸属于渗透调节物质,是植物对不良环境的一种适应性反应,盐碱处理后,油葵不同品种的可溶性糖含量均呈显著增加趋势,脯氨酸含量除品种YK04和YK12增加趋势不显著外,其他品种均呈显著增加趋势。丙二醛(MDA)是逆境条件下膜脂过氧化的产物,SOD与POD活性则与膜透性、膜脂过氧化水平呈负相关,均可以反映植物的抗盐碱能力。盐碱处理后,油葵不同品种丙二醛含量除YK03、YK05、YK07、YK08呈极显著

增加趋势外,其他品种变化趋势不显著;不同品种 SOD 活性,品种 YK01、YK05 呈显著下降趋势,品种 YK02、YK07、YK08、YK11 呈显著增加趋势,

其他品种变化趋势不显著;不同品种 POD 活性,品种 YK02、YK03、YK06、YK11 呈显著增加趋势,其他品种变化趋势不显著。

表 2 13 个油葵品种苗期对照组与盐碱处理组的生长指标比较

品种 编号	地上鲜重(g/株)		根鲜重(g/株)		株高(cm)		茎粗(mm)		根长(cm)	
	对照	处理	对照	处理	对照	处理	对照	处理	对照	处理
YK01	6.91aA	3.81bB	1.74aA	0.79bB	42.83aA	30.55bB	3.98aA	3.28bA	14.71aA	7.85bB
YK02	7.24aA	5.39aA	1.87aA	1.17bA	40.15aA	36.84aA	3.26aA	3.39aA	14.75aA	9.54bB
YK03	8.29aA	4.87bB	1.85aA	1.23bA	45.16aA	36.41bB	4.39aA	3.53bB	15.53aA	10.77bB
YK04	7.35aA	4.59bB	2.23aA	1.00bB	37.81aA	26.98bB	3.18bB	3.87aA	19.82aA	8.86bB
YK05	6.40aA	4.17bB	1.63aA	1.23aA	42.55aA	30.29bB	4.04aA	3.5bB	17.32aA	8.68bB
YK06	7.12aA	5.41aA	1.66aA	1.33aA	44.30aA	34.46bB	4.54aA	3.97aA	12.95aA	9.40aA
YK07	6.97aA	4.83bA	1.77aA	1.06bA	46.24aA	40.59bB	4.09aA	3.54bA	14.25aA	7.85bB
YK08	8.50aA	5.81bB	2.12aA	1.20bB	46.72aA	37.54bA	4.65aA	3.92bB	13.56aA	8.68bB
YK09	6.48aA	3.77bB	1.59aA	0.88bA	42.38aA	33.08bB	4.33aA	3.2bB	14.18aA	12.32aA
YK10	8.28aA	3.15bB	2.14aA	0.80bB	41.31aA	26.08bB	4.71aA	3.00bB	13.11aA	7.39bB
YK11	5.66aA	3.88bA	1.41aA	0.85bA	42.88aA	38.46aA	3.88aA	3.47aA	11.58aA	7.49bB
YK12	6.70aA	4.16bB	1.77aA	0.96bB	42.21aA	37.60bA	4.17aA	3.59bB	12.03aA	9.95aA
YK13	4.11aA	3.44aA	0.92aA	0.82aA	35.93aA	32.66aA	3.75aA	3.41aA	12.11aA	8.60bB

表 3 13 个油葵品种苗期对照组与盐碱处理组的生理指标比较

品种 编号	叶绿素(mg/g)		可溶性糖(mg/g)		脯氨酸(μg/g)		丙二醛(μmol/g)		SOD(U/g)		POD(U/g)	
	对照	处理	对照	处理	对照	处理	对照	处理	对照	处理	对照	处理
YK01	1.3aA	1.27aA	1.46bB	3.55aA	22.81bB	48.49aA	6.75aA	6.28aA	463.89aA	155.58bB	78.96aA	60.77aA
YK02	1.13aA	1.23aA	2.19bB	5.73aA	38.25bB	89.66aA	7.45aA	6.90aA	233.23bB	303.07aA	63.3bB	99.66aA
YK03	1.22aA	1.41aA	2.08bB	6.31aA	21.29bB	51.81aA	5.02bB	8.51aA	337.80aA	290.51aA	45.62bB	57.74aA
YK04	0.79aA	0.62aA	2.63bB	8.73aA	60.74aA	75.00aA	6.40aA	6.99aA	225.65aA	192.66aA	66.84aA	71.72aA
YK05	1.12aA	1.00aA	2.47bB	9.49aA	30.02bB	84.43aA	7.84bB	9.66aA	331.85aA	240.51bA	65.82aA	60.1aA
YK06	1.01aA	1.01aA	2.88bB	9.17aA	34.54bB	47.89aA	7.39aA	7.02aA	370.70aA	357.76aA	57.58bB	98.99aA
YK07	1.37aA	0.91bB	2.61bB	7.16aA	22.69bB	55.92aA	7.96bA	9.37aA	157.36bB	319.40aA	57.24aA	76.60aA
YK08	1.33aA	0.93aA	2.44bB	6.33aA	27.03bB	69.48aA	6.44bB	8.12aA	163.15bB	249.87aA	63.80aA	52.36aA
YK09	1.44aA	1.6aA	2.44bA	7.74aA	37.35bB	97.89aA	8.88aA	9.26aA	142.23aA	256.82aA	61.45aA	64.14aA
YK10	1.31aA	1.15aA	2.36bB	5.12aA	48.59bB	104.72aA	7.83aA	8.22aA	194.71aA	217.77aA	75.08aA	55.56aA
YK11	1.62aA	1.72aA	2.19bB	5.51aA	20.78bB	54.52aA	8.80aA	8.29aA	153.06bA	234.64aA	45.45bB	71.89aA
YK12	1.33aA	1.25aA	2.47bB	5.61aA	46.69aA	37.95aA	7.52aA	7.23aA	260.37aA	231.20aA	55.05aA	51.68aA
YK13	1.77aA	1.12bA	2.37bB	5.14aA	34.34bA	46.39aA	9.53aA	9.12aA	194.51aA	220.71aA	70.54aA	86.87aA

2.2 13 个油葵品种耐盐系数比较

13 个油葵品种的不同生长、生理指标耐盐系数表明(见表 4),品种之间不同生长指标的耐盐系数相差很大,地上鲜重的耐盐系数以 YK06 品种最大,YK10 品种最小;根鲜重的耐盐系数 YK06 品种最大,YK01 品种最小;株高的耐盐系数 YK02 品种最大,YK10 品种最小;茎粗的耐盐系数 YK04 品种最大,YK10 品种最小;根长的耐盐系数以 YK09 和 YK12 品种最大,YK04 品种最小。叶绿素含量的

耐盐系数以 YK03 品种最大,YK13 品种最小;可溶性糖含量的耐盐系数以 YK05 品种最大,YK10 品种最小;脯氨酸含量的耐盐系数以 YK08 品种最大,YK12 品种最小;丙二醛含量的耐盐系数以 YK03 品种最大,YK01 和 YK02 品种最小;SOD 活性的耐盐系数以 YK07 品种最大,YK01 和 YK02 品种最小;POD 活性的耐盐系数以 YK06 品种最大,YK10 品种最小。因此单一的生长指标难以衡量油葵苗期的耐盐碱能力,需要综合多个指标性状进行判断。

表 4 13个油葵品种苗期生长、生理指标的耐盐系数

品种编号	地上鲜重	根鲜重	株高	茎粗	根长	叶绿素	可溶性糖	脯氨酸	丙二醛	SOD	POD
YK01	0.76	0.49	0.77	0.87	0.58	0.98	2.43	2.49	0.93	0.34	0.77
YK02	0.85	0.83	0.94	1.09	0.72	1.09	2.61	2.34	0.93	1.30	1.57
YK03	0.64	0.80	0.81	0.81	0.72	1.15	3.03	2.43	1.70	0.86	1.27
YK04	0.68	0.55	0.72	1.24	0.50	0.78	3.32	1.23	1.09	0.85	1.07
YK05	0.74	0.99	0.74	0.88	0.60	0.89	3.84	2.79	1.23	0.72	0.91
YK06	0.93	1.31	0.78	0.94	0.87	1.00	3.18	1.39	0.95	0.97	1.72
YK07	0.78	0.71	0.89	0.88	0.62	0.66	2.74	2.46	1.18	2.03	1.34
YK08	0.73	0.67	0.81	0.85	0.65	0.70	2.59	2.93	1.26	1.53	0.82
YK09	0.65	0.69	0.79	0.75	0.89	1.12	3.17	2.62	1.04	1.81	1.04
YK10	0.49	0.75	0.66	0.66	0.68	0.88	2.16	2.15	1.05	1.12	0.74
YK11	0.73	0.77	0.91	0.92	0.73	1.06	2.52	2.62	0.94	1.53	1.58
YK12	0.70	0.64	0.91	0.87	0.89	0.94	2.28	0.81	0.96	0.89	0.94
YK13	0.92	1.10	0.92	0.93	0.74	0.63	2.17	1.35	0.96	1.13	1.23

2.3 13个油葵品种的隶属值及排序

隶属值反映了不同品种的表现受盐碱影响的程度,隶属值越大,盐碱造成的影响越小,植株的耐盐碱性越强^[19]。分析不同品种油葵的隶属函数,之后进行耐盐性排序,结果如表5所示,抗盐碱最强的是YK02,隶属值为7.83;其次是YK06,隶属值为7.80。抗盐碱能力最差的是YK10,隶属值为3.20;其次是YK01,隶属值为4.22。

表 5 13个油葵品种的隶属函数值及排序

排序	品种编号	隶属值	排序	品种编号	隶属值
1	YK02	7.83	8	YK03	5.22
2	YK06	7.80	9	YK12	5.07
3	YK11	7.26	10	YK08	4.75
4	YK09	6.64	11	YK04	4.33
5	YK13	5.93	12	YK01	4.22
6	YK07	5.91	13	YK10	3.20
7	YK05	5.55			

2.4 油葵不同指标秩的相关性分析

通过计算13个油葵品种苗期的生长指标与隶属值之间秩的相关性系数,结果表明,地上鲜重、根鲜重、株高、茎粗、根长的相关系数分别为0.5385、0.6593、0.6319、0.4560、0.5824,其中地上部鲜重、根鲜重、株高、根长的相关系数达到显著水平;叶绿素、可溶性糖、脯氨酸、丙二醛含量、SOD、POD活性的相关系数分别为0.3791、0.2857、0.0714、0.4176、0.4945、0.8297,其中SOD活性的相关系数达到显著水平,POD活性的相关系数达到极显著水平,因此地上鲜重、根鲜重、株高、根长、SOD活性、POD活性均可以作为评价杂交油葵苗

期的抗盐碱性能力大小的指标。

2.5 不同油葵品种抗盐碱性聚类分析

对13个油葵品种苗期不同指标的耐盐系数进行聚类分析(见图1),结果表明,13个油葵品种的耐盐碱能力分为4类,其中抗盐碱的品种有5个,分别为品种YK02、YK06、YK11、YK12、YK13;耐盐碱较强的品种有5个,分别为YK03、YK05、YK07、YK08、YK09;抗盐碱较弱的有2个,为YK01、YK04;抗盐碱最弱的有1个品种,为YK10。

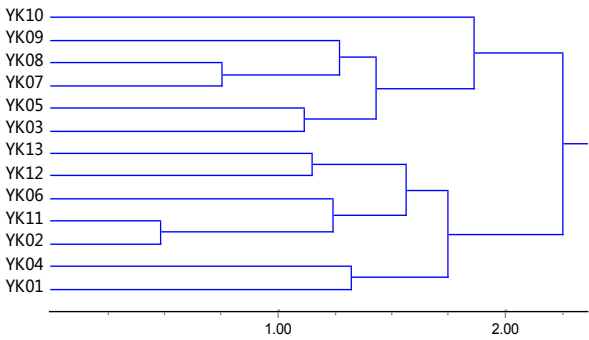


图 1 13个杂交油葵品种苗期抗盐碱性能力大小聚类分析

3 结论与讨论

不同作物对盐碱胁迫的反应机制不同,不同作物或同一作物在不同生育时期其抗盐碱能力的评价指标也不相同,牛庆杰等^[20]研究表明,可用发芽率进行向日葵耐盐碱材料的大量筛选;赵强等^[21]对向日葵不同生育期耐盐评价指标的研究表明,苗期株高对盐分敏感,可作为耐盐性评价指标;张俊莲等^[22]对向日葵耐盐性研究表明,植株叶

面积的增长速率和膜透性相对值可评价其耐盐性;孙桂枝等^[10]通过株高、存活率、叶片伤害率的测定,采用隶属函数法和标准差系数赋予权重法对猫尾草属牧草苗期进行耐盐性综合评价。油葵幼苗的生长发育和生理生化变化受盐碱胁迫的影响,石必显等^[23]对油葵品种的耐盐性鉴定表明,盐胁迫对油葵苗高、叶片数、鲜重影响明显;王冀川等^[24]研究表明,盐胁迫对油葵幼苗产生抑制作用,幼苗的根、茎、叶、根冠比和总干重均显著低于对照,POD和CAT活性及脯氨酸含量变化显著。

本试验选用与油葵耐盐碱性有关的生长和生理指标,比较不同油葵品种的指标并通过计算各指标的耐盐系数,并对其进行标准化处理计算隶属函数值,经过秩的相关性分析和聚类分析将13个供试油葵品种进行抗盐碱能力比较并筛选抗盐碱指标,结果表明,13个油葵品种被分为4类,抗盐碱能力强的品种有5个,占38.46%;耐盐碱较强的品种有5个,占38.46%;抗盐碱较弱的有2个,占15.38%;抗盐碱最弱的有1个品种,占7.69%。其中抗盐碱能力最强的是YK02和YK06杂交油葵品种,抗盐碱能力最差的是YK10杂交油葵品种。地上鲜重、根鲜重、株高、根长、SOD活性、POD活性与隶属值间秩的相关性均达到显著水平,地上鲜重、根鲜重、株高、茎粗、根长、SOD活性、POD活性可以作为油用向日葵苗期抗盐碱能力的综合评价指标。

参考文献:

- [1] 赵可夫,范海,宋杰,等.盐生植物利用与区域农业可持续发展[M].北京:气象出版社,2002:1-19.
- [2] 杨劲松.中国盐渍土的发展历程与展望[J].土壤学报,2008,45(5):837-845.
- [3] 王德兴.油用型向日葵的特点与用途[J].中国农村科技,2005(10):25.
- [4] 颜宏,赵伟,陈文静,等.不同盐溶液浸种对向日葵种子萌发的影响[J].种子,2007,25(2):69-72.
- [5] 陈萍,何文寿.盐碱胁迫对油用向日葵种子发芽及叶绿素含量的影响[J].江苏农业科学,2013(3):116-118.
- [6] 刘杰,张美丽,张义,等.人工模拟盐碱环境对向日葵种子萌发及幼苗生长的影响[J].作物学报,2008(10):144-151.
- [7] 盛彦敏,石德成,肖洪兴,等.不同程度中碱性复合盐对向日葵 K^+ 、 Na^+ 生长的影响[J].东北师范大学学报,1999(4):65-69.
- [8] 侯建华,于海峰,安玉麟,等.盐分胁迫对向日葵 K^+ 、 Na^+ 吸收与分配的影响[J].华北农学报,2013,28(2):139-143.
- [9] 盛彦敏,尹金植,石德成,等.盐碱协同胁迫对向日葵抗氧化酶系统的影响[J].中国生物化学与分子生物学报,2008,24(8):704-711.
- [10] 孙桂枝,张耿,王赞,等.猫尾草属牧草苗期耐盐性评价[J].草原与草坪,2007,124(5):15-18.
- [11] 陈新,张宗文,吴斌.裸燕麦萌发期耐盐性综合评价与耐盐种质筛选[J].中国农业科学,2014,47(10):2038-2046.
- [12] 孙璐,周宇飞,汪澈,等.高粱品种萌发期耐盐性筛选与鉴定[J].中国农业科学,2012,45(9):1714-1722.
- [13] 武俊英,刘景辉,翟利剑,等.不同品种燕麦种子萌发和幼苗生长的耐盐性[J].生态学杂志,2009,28(10):1960-1965.
- [14] 罗志娜,赵桂琴,刘欢.24个燕麦品种种子萌发耐盐性综合评价[J].草原与草坪,2012,32(1):34-41.
- [15] 俞仁培,陈德明.我国盐渍土资源及其开发利用[J].土壤通报,1999,30(4):158-159.
- [16] 邹琦.植物生理学实验指导[M].北京:中国农业出版社,2000:72-75,111-112,161-165,173-174.
- [17] 王学奎.植物生理生化实验原理和技术[M].北京:高等教育出版社,2006:167-168.
- [18] 唐启义.DPS数据处理系统(Data Processing System)V6155[M].北京:科学出版社,2003:333-367.
- [19] 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):23-25,30.
- [20] 牛庆杰,李伟,李慧英,等.向日葵耐盐碱材料筛选的新途径[J].吉林农业科学,1998(3):27-28.
- [21] 赵强,占炜,黄介生,等.向日葵不同生育期耐盐评价指标选择的研究[J].中国农村水利水电,2014(2):23-26.
- [22] 张俊莲,张国斌,王蒂.向日葵耐盐性比较及耐盐生理指标选择[J].中国油料作物学报,2006,28(2):176-179.
- [23] 石必显,雷中华,向理军.利用盆栽试验对4个油葵品种的耐盐性鉴定[J].新疆农业科学,2010,47(3):523-526.
- [24] 王冀川,徐雅丽,姜莉.盐胁迫对油葵种子活力和幼苗生理生化特性的影响[J].种子,2004,23(5):18-20.

(责任编辑:王昱)