

不同油葵品种种子萌发期的耐盐性研究

穆俊丽¹, 李建科², 杨静慧², 付志芳³, 桂毓², 何斌琼⁴, 刘太林²

(1. 西北农林科技大学 园艺学院, 陕西 杨凌 712100; 2. 天津农学院 园艺系 天津 300384;

3. 天津市河西区绿化监理所, 天津 300061; 4. 西南大学 园艺学院 重庆 400716)

摘要: 在不同 NaCl 浓度(0.05、0.1、0.15、0.2、0.25、0.3、0.35 mol/L)处理下, 测算 8 个品种油葵种子的发芽率、相对发芽率、发芽势、发芽指数、相对胚芽长度。用耐盐浓度、耐盐半致死浓度、耐盐极限浓度进行耐盐性分析, 并采用模糊数学隶属函数法进行综合评价。在盐胁迫下, 总体趋势是随盐浓度的增加, 各品种油葵种子的发芽率、发芽势、发芽指数和胚根长度均呈下降趋势, 不同品种对盐胁迫的反应不同。结果表明: 油葵具有较强的耐盐性, 8 个品种的油葵耐盐性强弱的排列顺序: 567DW > 658 > 瑞特姆 > 新葵杂 4 号 > 欧洲油葵 > F53 油葵 > F57 油葵 > 条山。研究 8 个油葵品种种子萌芽期耐盐性, 为选育优良抗盐品种提供理论依据。

关键词: 油葵; 盐胁迫; 耐盐性; 耐盐半致死浓度; 耐盐极限浓度

中图分类号: S 565.9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2009)05-0026-05

近些年来, 土壤的盐渍化问题已日趋威胁着人类赖以生存的有限土壤资源^[1]。天津市拥有盐碱地总面积

为 49.3 万 hm^2 ^[2], 占全市土地总面积的 42.3%^[3], 且盐渍化耕地面积为全国各省市盐碱地比例最高的一个地区^[4]。因而必须进行盐碱地的改良, 而通过选育耐盐植物品种, 是进行盐碱地治理的一种既经济而又有效的方法。

第一作者简介: 穆俊丽(1981-), 女, 山西临汾人, 在读硕士, 现主要从事园林植物生理生态研究。E-mail: mj11592@163.com。

通讯作者: 李建科(1973-), 男, 陕西宝鸡人, 副教授, 现主要从事园林植物生理生态研究工作。E-mail: tnlijianke@163.com。

基金项目: 天津市科技支撑计划重点资助项目(072CKFNC01100、08ZCKFNC01200); 天津市农业科技成果转化与推广资助项目(0504018); 天津农学院科学研究发展基金计划资助项目(2007)。

收稿日期: 2008-12-20

油葵(*Helianthus annuus* L.)是油用型向日葵的俗称, 是世界四大油料作物之一^[5]。它具有抗逆性强、种植简便、适应性广、应用价值高、经济效益好等特点, 而且是一种耐盐碱、耐瘠薄、耐旱盐渍土上的先锋作物^[6-10], 因而油葵成为用于开发盐碱地, 生物治理盐碱地的首选作物之一。油葵的抗盐性强已有一些研究证

Preliminary Study of Mutation Effect on Kiwifruit

HU Yan-ji, LIANG Hong, LI Hong-chang, HUANG Yu-qing

(College of Life Sciences, Zhongkai University of Agriculture and Engineering, Guangzhou, Guangdong 510225, China)

Abstract: In this study, *Actinidia chinensis* var. Hongyang and *Actinidia deliciosa* var. Heping No.1 were treated with different dosages of gamma ray and then grafted on adult plants to study the radiation effect. The character variations were systematically investigated and analyzed. The results showed that as radiation dosage increased, the graft sprouting rate decreased, and the death rate of sprouting buds increased resulting in lower rate of survival shoots. Median lethal dose for studied varieties was about between 50 Gy and 75 Gy. While the radiation induced physiological damage for Kiwifruit bud, it could result in some character variations. The difference between 50 Gy treatment and CK for two varieties' shoot length, petiole length, leaf width et al. was significant, and two year's experiment got same results for these characters. As for shoot diameter and leaf length, the effect of radiation varied with varieties and experimental years. Radiation treatment could increase character's coefficient of variability and provide more abundant variations for selection. Therefore, the results indicated that radiation induced mutation was an useful method in Kiwifruit breeding.

Key words: *Actinidia*; Radiation treatment; Mutation breeding

明^[10-12],但进行耐盐油葵品种筛选和改良盐碱地方面有报道。因此,该试验模拟盐胁迫条件,对8个品种油葵种子进行盐胁迫处理,研究盐胁迫对油葵种子萌芽和生长的影响,以评价其耐盐性差异,旨在为研究不同品种的抗盐机制和抗盐栽培生理,及利用油葵改良盐碱地等方面研究提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试油葵(*Helianthus annuus* L)品种种子:欧洲油葵、F53 油葵、F57 油葵油葵来源于内蒙通辽市裕丰种子有限公司;658、567DW 由中国种子集团公司提供;瑞特姆、新葵杂4号、条山来源于华西种业有限责任公司。均为当年种子。供试盐为分析纯NaCl。

1.2 试验方法

供试验的草木樨种子分别用NaCl溶液处理:0.05、0.1、0.15、0.2、0.25、0.3、0.35 mol/L,以蒸馏水处理为对照。具体方法为:取直径90 mm的洁净玻璃培养皿,底部垫2张滤纸,每个培养皿均匀放置40粒种子(挑选大小一致、籽粒饱满的种子),种子上再覆1层滤纸,加入适量不同浓度的盐溶液(以滤纸和种子浸湿为宜),加盖,置于25℃恒温光照培养箱中发芽,之后每天加入盐液以保持恒定盐分浓度,每处理重复3次。

试验期间每天调查记录发芽种子数,至连续2 d种子发芽数为零时结束调查。根据调查数据统计并计算发芽率及相关指标。

1.3 相关指标的计算

发芽率(*GP*)%=(最终发芽种子数/供试种子数)×100%;相对发芽率(*η*)%=(某处理发芽率/对照发芽率)×100%;胚芽相对长度(*l*)%=(某处理的胚芽长度/对照胚芽长度)×100%;发芽势(*GE*)%=(发芽达到高峰期时发芽种子数/供试种子数)×100%;发芽指数

(*GI*)= $\sum (GT/DT)$ 。式中,*GT*为第*T*天发芽数,*DT*为天数。

1.4 耐盐性分析方法

1.4.1 耐盐程度分析 耐盐浓度(%):发芽率达对照发芽率75%时相对应的盐浓度;耐盐极限浓度(%):发芽率达对照发芽率10%时相对应的盐浓度;耐盐半致死浓度(%):发芽率达对照发芽率50%时相对应的盐浓度。

1.4.2 综合评价方法 利用模糊数学中求隶属函数的方法^[13]进行各指标抗盐性综合评价。其公式为:

$$A: X_{ij} = \frac{X_{ij} - X_{jmin}}{X_{jmax} - X_{jmin}}, B: X_{ij} = 1 - \frac{X_{ij} - X_{jmin}}{X_{jmax} - X_{jmin}}, C: X_i = \frac{1}{n} \sum$$

X_{ij}。其中:*X_{ij}*表示*i*种类*j*指标的抗盐隶属函数值,*X_{min}*和*X_{max}*分别表示各种类指标的最大和最小测定值,如果抗性指标测定值与抗性呈正相关用A式,反之用B式。*n*表示抗性测定指标总和。先求出各个抗盐指标在不同盐浓度下的隶属值,再把每一指标在不同盐浓度下的隶属值累加求平均值,最后再将各品种不同抗盐指标的隶属值累加求其平均值,平均值越大则表明其抗盐性越强^[14]。

1.4.3 数据统计分析 试验数据采用Excel和SASV9.0统计分析软件进行处理。

2 结果与分析

2.1 盐胁迫对不同品种油葵种子发芽率的影响

由表1看出,随NaCl浓度的升高,8个品种油葵种子的发芽率均呈明显下降趋势,且8个品种在不同盐浓度处理下盐危害程度存在不同,方差分析表明,各品种之间盐分胁迫程度存在显著差异,各品种在不同盐浓度处理之间存在极显著差异。油葵对照种子的萌芽率即低于50%;其它品种种子相继在0.15~0.25 mol/L的浓度下,发芽率才大幅下降至50%以下;而658、567DW在0.35 mol/L的浓度才下降至50%以下。

表 1 盐胁迫对不同品种油葵种子发芽率的影响

Table 1 Effect of salt stress on germination percentage of different *Helianthus* varieties %

NaCl mol·L ⁻¹	658	欧洲油葵	F57 油葵	条山	瑞特姆	新葵杂4号	567DW	F53 油葵
0	100.00aA	100.00aA	75.83aA	45.00aA	94.17aA	96.67aA	99.17aA	94.17aA
0.05	100.00aA	96.67aa	50.83bB	27.50bB	94.17aA	92.50aAB	98.33aA	83.33bAB
0.1	96.67aA	84.17bAB	50.83bB	20.83bcBC	93.33aA	90.83abAB	92.50abAB	72.50cB
0.15	88.33aAB	73.33bB	49.17bB	15.83cCD	88.33aAB	81.67bB	90.83abAB	73.33cB
0.2	82.50aAB	45.83cC	28.33cC	15.00cdCD	78.33bB	51.67cC	82.50bBC	55.00dC
0.25	83.33aAB	15.83dD	10.83dD	8.33deDE	35.00cC	45.00cC	71.25cCD	19.17eD
0.3	62.50bBC	13.33dD	1.67dD	8.33deDE	12.50dD	9.17dD	63.75dD	2.50fE
0.35	48.33bC	5.00dD	0.00dD	5.00eE	0.00eE	5.00dD	20.00dE	0.00fE

注 同列数据后标不同大写字母表示在0.01水平差异显著,小写字母表示在0.05水平差异显著。下表同。
Note: With the same data shown in different standard, the capital letter expression is remarkable in 0.01 level, the lowercase letter expression is remarkable in 0.05 level. The following tables are the same.

图1显示的是不同油葵品种间种子相对萌芽率的差异情况。在不同NaCl浓度梯度作用下对条山品种均具有明显的抑制作用。在低浓度(0.05~0.15 mol/L) NaCl浓度条件下,除条山、F57油葵,其他品种的相对萌芽率无显著差异,说明这些品种对低浓度盐胁迫有一定的适应性和调节能力。随NaCl浓度的升高,油葵品种间

的相对萌芽率呈现出显著或极显著的差异。同一盐胁迫条件下, 658、欧洲油葵、瑞特姆、新葵杂 4 号、567DW、F53 油葵对盐分的适应能力较强, 盐分对 F57 油葵有一定的抑制作用, 而对条山品种具明显的抑制作用。

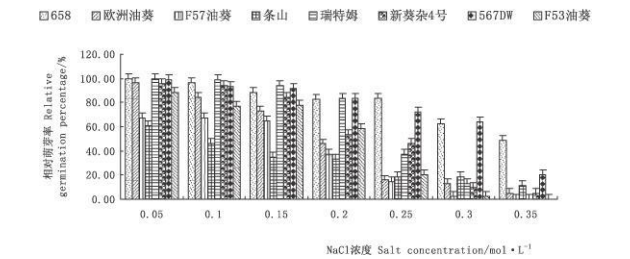


图 1 盐胁迫对不同品种油葵种子相对萌芽率的影响
Fig. 1 Effect of salt stress on the relative germination percentage of different *Helianthus* varieties

2.2 盐胁迫对不同品种油葵种子发芽势的影响

发芽势是表示种子发芽快慢和发芽整齐度的指标, 以发芽达到高峰期时的种子数来统计。通过表 2 方差分析, 看出各油葵品种的种子发芽势总体随 NaCl 浓度的升高而下降, 品种之间存在显著或极显著差异。在 0.05 mol/L NaCl 浓度下, 658、瑞特姆油葵的发芽势高于对照, 其他品种发芽势低于对照; 在 0.10~0.20mol/L

表 2 盐胁迫对不同品种油葵种子发芽势的影响

NaCl mol · L ⁻¹	658	欧洲油葵	F57 油葵	条山	瑞特姆	新葵杂 4 号	567DW	F53 油葵
0	98.33aA	95.83aA	67.50aA	25.00aA	78.33bA	88.33aA	98.33aA	84.17aA
0.05	99.17aA	82.50bAB	33.33bB	13.33bB	85.83abA	83.33aA	97.50aA	69.17bB
0.10	93.33abAB	68.33cB	21.67cC	10.00bcBC	90.83aA	77.50aAB	90.00aA	42.50cC
0.15	83.33bABC	48.33dC	16.67cdCD	7.50cdCD	84.17abA	61.67bB	90.00aA	32.50dCD
0.20	68.33cC	25.00dE	10.83deDE	4.17deDE	50.00dE	20.00cC	70.83bB	22.50dE
0.25	80.83bcdBC	5.83fE	6.67efEF	0.83efE	11.67dC	12.50cdC	47.33cC	5.83fE
0.30	20.00dD	7.50fDE	0.00fF	0.00fE	1.67deC	6.67cdC	31.67dD	0.83fE
0.35	15.00dD	0.00fE	0.00fF	0.00fE	0.00cC	2.50dC	7.17eE	0.00fE

表 3 盐胁迫对不同品种油葵种子发芽指数的影响

NaCl mol · L ⁻¹	658	欧洲油葵	F57 油葵	条山	瑞特姆	新葵杂 4 号	567DW	F53 油葵	%
0	59.94aA	51.61aA	38.24aA	14.63aA	43.92cA	54.12aA	59.57aA	45.58aA	
0.05	60.56aA	43.53bB	23.23bB	7.61bB	49.17abA	48.08bAB	58.26aA	37.83bB	
0.10	56.46aA	34.79cC	14.69cC	5.54cC	49.80aA	42.66bB	51.60bA	28.05cC	
0.15	41.15bB	25.80dD	13.47cC	4.59cdC	44.26bcA	34.57cC	51.62bA	21.82dD	
0.20	32.89dB	13.24eE	7.00dD	3.94dC	30.41dE	14.61dD	38.54dE	16.05eE	
0.25	32.50dB	4.35fF	3.56deDE	1.85dE	9.52cC	10.40dDE	26.43dC	4.96fF	
0.30	14.67dC	4.04fF	0.41eE	1.42dE	2.89fCD	3.15eEF	19.76cC	0.64gF	
0.35	13.52dC	0.73fF	0.00eE	0.98dE	0.00fD	1.57dF	3.74fD	0.00gF	

2.4 盐胁迫对不同品种油葵相对胚芽长度的影响

由图 2 看出, 在油葵种子萌发过程中, 8 个油葵品种间在 NaCl 浓度≤0.20 mol/L 存在显著或极显著差异, 在 NaCl 浓度≥0.25 mol/L 各品种间无显著差异。胚根长度在低盐浓度下受抑制作用小, 甚至对有的品种还有

NaCl 浓度下, 以 567DW、658 的发芽势较高, 其次是瑞特姆、新葵杂 4 号、欧洲油葵、F53 油葵、F57 油葵, 再次为条山油葵; 在 0.25~0.35 mol/L NaCl 浓度下, 各品种均呈现大幅度下降, 且品种间差异极显著, 仍以 658、567DW 的发芽势较高, 新葵杂 4 号次之, 其他品种均降至最低。

总体来看, 658、567DW 的发芽势较高, 瑞特姆、新葵杂 4 号、欧洲油葵、F53 油葵、F57 油葵次之, 条山的发芽势最低。

2.3 盐胁迫对不同品种油葵种子发芽指数的影响

发芽指数可以反映发芽速度和田间出苗一致性, 同时也可以反映植物芽期耐盐性的强弱^[9]。表 3 为盐胁迫下 8 个品种油葵种子发芽势的差异情况, 可看出各油葵品种的种子发芽指数存在显著或极显著差异, 且随 NaCl 浓度的升高发芽指数呈下降趋势。在不同 NaCl 浓度条件下, 发芽指数与发芽势的整体变化趋势基本相同。因而, 在油葵种子萌芽期间, 仍是以 658、567DW 的发芽指数较高, 这 2 个品种指数值明显高于其他品种, 表明他们受盐胁迫抑制程度较轻, 耐盐性较强; 对 F57 油葵、条山的抑制作用相对较大, 尤其条山品种, 说明耐盐性较差; 其他品种种子发芽指数表现出的耐盐性强弱与各品种发芽势的基本相同。

明显的促进作用, 如 F53 油葵的胚根长度在 0.05 mol/L 作用下明显高于对照。随着盐浓度的上升, 胚根明显缩短, NaCl 浓度≥0.25 mol/L 基本抑制了胚根的生长, 表现出盐分对胚根生长的抑制作用。因此, 低浓度盐胁迫对胚根长度影响较小, 高浓度影响则相对较大。根据胚

根长度可列出这 8 个油葵品种的耐盐顺序为: 567DW、F53 油葵的相对较高, F57 油葵、瑞特姆、658、新葵杂 4 号、欧洲油葵次之, 条山的最低。

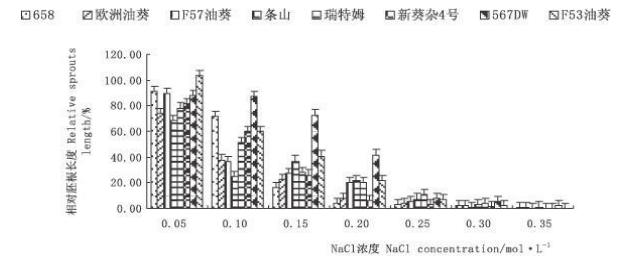


图 2 盐胁迫对不同品种油葵种子相对胚芽长度的影响
Fig.2 Effect of salt stress on the relative sprouts length of different *Helianthus* varieties

2.5 不同品种油葵种子的耐盐程度

表 4 显示 8 个油葵品种种子萌芽期耐盐浓度差异极显著, 耐盐浓度最大的是 658 为 0.25 mol/ L; 其次是为 567DW、瑞特姆 为 0.20 mol/ L; F57 油葵、条山的相对萌芽率都不足 70%。耐盐半致死浓度最大的是 567DW、658, 为 0.35 mol/ L; 最小的是条山, 为 0.10 mol/ L。耐盐极限浓度最高的为 0.35 mol/ L, 表明此浓度已是条山油葵的极限值, 8 品种间耐盐极限浓度差异显著。

表 4		不同品种油葵种子的耐盐程度						
Table 4		Effect of salt level of different <i>Helianthus</i> varieties						
品种 Varieties	658	欧洲油葵	F57油葵	条山	瑞特姆	新葵杂 4 号	567DW	F53 油葵
耐盐浓度								
Salt concentration	0. 25	0. 1			0. 2	0. 15	0. 2	0. 15
耐盐半致死浓度								
Semi-lethal salt concentration	0. 35	0. 2	0. 2	0. 1	0. 25	0. 25	0. 35	0. 25
耐盐极限浓度								
Limit salt concentration		0. 3	0. 25	0. 35	0. 3	0. 3		0. 25

不同品种油葵种子耐盐性综合评价								
Table 5 Comprehensive evaluation on salt tolerance of different <i>Helianthus</i> varieties								
品种 Varieties	658	欧洲油葵	F57 油葵	条山	瑞特姆	新葵杂 4 号	567DW	F53 油葵
相对发芽率 Relative germination percentage	0.618	0.466	0.539	0.418	0.609	0.556	0.691	0.524
相对胚芽长度 Relative sprouts length	0.290	0.283	0.286	0.332	0.351	0.310	0.484	0.325
发芽势 Relative seed potentiality	0.651	0.435	0.290	0.304	0.554	0.484	0.652	0.382
发芽指数 Relative germination index	0.541	0.423	0.329	0.299	0.577	0.468	0.626	0.425
平均值 Average	0.525	0.402	0.361	0.338	0.523	0.455	0.613	0.414
排序 Order	2	5	7	8	3	4	1	6

从供试的 8 个品种油葵种子的耐盐程度分析, 8 个品种存在显著或极显著的差异。相对萌芽率达 70% 的耐盐浓度多在 0.20 mol/ L 以下; 耐盐半致死浓度除条山的为 0.10 mol/ L, 其他品种为 0.20~0.35 mmol/ L; 耐盐极限浓度均在 0.25 mol/ L 以上, 因而可将 0.25 mol/ L 作为油葵种子的盐浓度临界值。表明油葵具有较强的耐盐性。这与前人^[20,21]的研究结果基本保持一致。

2.6 不同品种油葵种子耐盐综合评价

通过对 8 个品种油葵种子的相对发芽率、相对胚芽长度、发芽势和发芽指数抗盐指标的抗盐隶属值总平均值大小进行综合分析, 从而综合评价其耐盐性。由表 5 可以看出, 不同油葵品种的耐盐性存在显著差异性, 8 个品种草木樨的耐盐性强弱排序为: 567DW > 658 > 瑞特姆 > 新葵杂 4 号 > 欧洲油葵 > F53 油葵 > F57 油葵 > 条山。

3 结论与讨论

种子的发芽率、相对发芽率、发芽势及发芽指数是评价种子萌发过程中耐盐性强弱的重要指标。从表 1、表 2、表 3 可以看出, 8 个油葵品种的种子在萌发过程中, 总体趋势都是在低盐浓度下, 盐胁迫抑制作用不明显, 说明种子对低盐浓度有一定的适应性, 这种现象可能与低盐促进细胞膜的调节有关^[16]。但随着 NaCl 浓度的升高, 种子的发芽率、发芽势和发芽指数均呈明显降低趋势, 说明高浓度盐胁迫才能显著抑制油葵种子萌发。可能是由于高浓度的离子会对种子造成离子毒害而抑制种子萌芽^[17-18], 也有人^[19]认为植物在盐胁迫后, 质膜会发生一系列的协变, 其透性、运输、离子流等都会受到影响而发生变化, 从而损害膜的正常生理功能, 进而影响细胞的代谢作用, 使得细胞的生理功能受到不同程度的破坏。

通过模糊数学隶属函数对 8 个品种相对发芽率、相对胚芽长度、发芽势和发芽指数抗盐指标进行的综合分析, 可以较客观的反映植物的耐盐能力, 即可以反映出油葵种子的耐盐性强弱。根据各品种的综合分析, 耐盐强弱可分为: 567DW 耐盐能力高, 耐盐性强; 658 和瑞特姆的耐盐性较强; 新葵杂 4 号、欧洲油葵和 F53 油葵的耐盐能力中等; F57 油葵和条山的耐盐性弱, 属不耐盐的

品种。

该试验中, 仅是模拟盐胁迫条件, 探讨了一种盐分对不同油葵品种发芽的影响, 但实际盐土都是复合盐分, 实际土壤盐分胁迫下各品种的变化趋势与在 NaCl 溶液胁迫下的发芽能力是否有差距尚未知。因此, 需要进一步的研究探讨。

参考文献

- [1] 邵桂花, 常汝镇, 陈一舞. 大豆耐盐性研究进展[J]. 大豆科学, 1993, 12(3): 244-248.
- [2] 蒋德勤. 天津市土壤普查办公室. 天津市土肥所, 等. 天津土种志[M]. 天津: 天津科学技术出版社, 1990: 52-67.
- [3] 尹建道, 吴春森, 杨进军, 等. 天津市盐碱地近 30 年研究历程的分析与思考[J]. 天津农业科学, 2005, 11(4): 1-4.
- [4] 武庆树, 郭云峰. 天津市盐碱地改良思路[J]. 农业环境与发展, 2004, 21(2): 32-33.
- [5] 陈少洲. 油葵中绿原酸和咖啡酸的提取及对 oxLDL 诱导损伤内伤细胞的保护作用[J]. 中国农业大学, 2003.
- [6] 王景艳, 邓力群, 隆小华, 等. 滨海盐渍化土壤引种油葵的试验研究[J]. 土壤, 2008, 40(1): 121-124.
- [7] Abelardo J V, lan H D, Scott C C. Progress over 20 years of sunflower breeding in central Argentina[J]. Field Crops Research, 2007, 100(1): 61-72.
- [8] Rondanini D, Mantese A, Savin R, Hall A J. Responses of sunflower yield and grain quality to alternating day/night high temperature regimes during grain filling: Effects of timing, duration and intensity of exposure to stress[J]. Field Crops Research, 2006, 96(1): 48-62.

- [9] 邓力群, 刘兆普, 程爱武, 等. 不同盐分滨海盐土上油葵(G101 — B)的氮磷肥效应研究[J]. 中国油料作物学报, 2002, 24(4): 62-64.
- [10] 刘润萍, 崔云玲. 盐碱地油葵引种试验初报[J]. 甘肃农业科技, 2002(4): 17-18.
- [11] 郑青松, 陈刚, 刘玲, 等. 盐胁迫对油葵种子萌发和幼苗生长及离子吸收、分布的效应[J]. 中国油料作物学报, 2005, 27(1): 60-63.
- [12] 高波. 油葵耐盐机理及耐盐极限的研究[J]. 陕西农业科学, 2006(2): 36-37.
- [13] 陈德明, 俞仁培, 杨劲松. 盐渍条件下小麦抗盐性的隶属函数值法评价[J]. 土壤学报, 2002, 39(3): 368-373.
- [14] 柴媛媛, 史团省, 谷卫彬. 种子萌发期甜高粱对盐胁迫的响应及其耐盐性综合评价分析[J]. 种子, 2008, 27(2): 43-47.
- [15] 张瑞富, 王云, 乔宏伟, 等. 盐胁迫对不同品种小麦发芽的影响[J]. 内蒙古民族大学学报: 自然科学版, 2007, 22(3): 297-301.
- [16] 高英, 同延安, 赵营, 等. 盐胁迫对玉米发芽和苗期生长的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2007(2): 30-34.
- [17] 时丽冉. 混合盐碱胁迫对玉米种子萌发的影响[J]. 衡水学院学报, 2007, 9(1): 13-15.
- [18] 程大友, 张义, 陈丽. 氯化钠胁迫下甜菜种子的萌发[J]. 中国糖料, 1996(2): 21-23.
- [19] Inze D, Montaga M V. Oxidative stress in plants[J]. Current opinion in Biotechnology, 1995(6): 153-158.
- [20] 孔东, 史海滨, 陈亚新, 等. 水盐胁迫对向日葵幼苗生长发育的影响[J]. 灌溉排水学报, 2004, 23(5): 86-90.
- [21] 岳云. 盐胁迫对油葵生理生态指标及吸盐效果的研究[J]. 甘肃农业大学, 2007.

Salt Tolerance of *Helianthus* Varieties at Germination Stage

MU Jun-li¹, LI Jian-ke², YANG Jing-hui², FU Zhi-fang³, GUI Yu², HE Bin-qiong⁴, LIU Tai-lin²

(1. College of Horticulture, Northwest Agricultural and Forestry University, Yangling, Shaanxi 712100, China; 2. Department of Horticulture, Tianjin Agricultural College, Tianjin 300384, China; 3. Hexi District of Tianjin Afforestation Superintendence Department, Tianjin 300061, China; 4. College of Horticulture and Landscape, Southwest University, Chongqing 400716, China)

Abstract: With different NaCl concentration (which were 0.05, 0.1, 0.15, 0.2, 0.25, 0.3, 0.35 mol/L), the germination percentage, the relative germination percentage, seed potentiality, germination index, the relative root length were calculated. The salt-tolerance characteristic and membership function for a comprehensive evaluation were researched with salt concentration, semi-lethal salt concentration, the limit salt concentration. Under the condition of salt stress, the overall trend was that the germination percentage, seed potentiality, germination index and root growth of different *Helianthus* seeds had declined with increasing salt content. The reaction of different varieties was different under salt stress. The results showed that salt-tolerance character of *Helianthus* was stronger. The salt-tolerance order of eight varieties of *Helianthus* was: 567DW > 658 > RuiTeMu > XinZaKui4Hao > Europe *Helianthus* > F53*Helianthus* > F57 *Helianthus* > TiaoShan. The research on germination with salt tolerance of eight *Helianthus* varieties could provide a theoretic basis to breed excellent salt-resistant varieties.

Key words: *Helianthus annuus*; Salt stress; Salt tolerance; Semi-lethal salt concentration; The limit salt concentration