

六种植物耐盐性的离体快速分析

冀媛媛¹, 杨静慧¹, 李金龙², 徐慧洁¹, 刘婷¹, 龚无缺¹

(1. 天津农学院 园艺系, 天津 300384; 2. 天津市北方创业园林股份有限公司, 天津 300300)

摘要:以早柳、垂柳、红叶杨、毛白杨、二色补血草、酸模为试材, 通过盐碱地上植株的随机选择和叶片随机采样, 对不同浓度盐胁迫处理的离体叶片细胞膜透性和细胞伤害率进行了分析, 研究比较各种植物的耐盐性, 以期为这些植物在盐碱地上的利用提供依据。结果表明: 盐胁迫下的叶片细胞膜透性和细胞伤害率毛白杨大于红叶杨, 当盐溶液浓度升高到 4% 时, 毛白杨的膜透性比红叶杨高 23 个百分点; 酸模略大于二色补血草 1~5 个百分点; 早柳和垂柳的差异较大, 在盐胁迫浓度 1% 时, 早柳的细胞膜透性和细胞膜伤害率大于垂柳 6 个百分点, 而在 2%~6% 的较高盐浓度下, 早柳这 2 项指标均小于垂柳 3~10 个百分点; 根据盐胁迫下的叶片细胞膜透性和细胞膜伤害率分析, 耐盐性为红叶杨>毛白杨, 二色补血草>酸模, 早柳>垂柳; 6 种植物的耐盐性排序为: 红叶杨>二色补血草>酸模>早柳>垂柳>毛白杨。

关键词:离体测定; 膜透性; 耐盐性; 耐盐植物

中图分类号:Q 948.113 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)12-0053-04

土壤盐渍化是一个世界性的资源和生态问题, 据联合国粮农组织和教科文组织统计, 全球有各种盐渍土约

10 亿 hm^2 , 占全球陆地面积的 10%, 广泛分布于 100 多个国家和地区^[1]。我国沿海各省、市、自治区约有 1.8 万 km^2 的滨海地带和岛屿沿岸, 广泛分布着各种滨海盐土, 总面积可达 $5 \times 10^6 \text{ hm}^2$ ^[2]。天津市地处华北平原东北, 海河领域下游, 土地大部分属于海积冲积平原, 地下水位较高, 矿化度也大, 因而广泛分布着盐碱地, 据第 2 次土壤普查(1979~1982 年)资料统计, 天津市盐碱地总面积达 49.3 万 hm^2 , 占全市土地总面积的 42.3%^[3]。土壤中可溶性盐分含量过高, 不但严重危害了植物生长, 而且

第一作者简介:冀媛媛(1983-), 女, 硕士, 实验师, 现主要从事园林植物与园林景观等研究工作。E-mail: babizon@126.com.

责任作者:杨静慧(1961-), 女, 博士, 教授, 现主要从事园艺植物栽培与抗逆生理及分子育种等研究工作。E-mail: ajinghuiyang2@yahoo.com.cn.

基金项目:国家农业科技成果转化资金资助项目(2012GB2A100015)。

收稿日期:2014-01-20

Study on Nine Kinds of *Agapanthus* L. Her. Seed Vigor and Germination Characteristics

ZHANG Wei-yan¹, GU Hui¹, HAN Yang-rui¹, ZHUO Li-huan²

(1. Landscape Horticulture Department, Nantong Agricultural College, Nantong, Jiangsu 226007; 2. College of Landscape, Northeast Forestry University, Harbin, Heilongjiang 150040)

Abstract: Taking nine kinds of *Agapanthus* L. Her. as material, seed vigor determined by TTC staining method and conductivity measurement, the nine kinds of *Agapanthus* L. Her. of thousand seed weight, seed shape, seed viability and germination characteristics were studied, and germination ability were measured of nine varieties under 7 environmental conditions. The results showed that variety 5 (*Agapanthus praecox* ssp. *minimus* 'Storms River'), variety 8 (*A. praecox* ssp. *praecox* 'Floribunda') of seed vigor was high, and variety 2 (*A. inapertus* ssp. *Hollandii*), variety 3 (*A. praecox* ssp. *minimus* 'Adelaide') of seed vigor was low. The seed germination were obviously different. Varieties of 1, 5, 8 seeds germination were stronger, varieties of 2, 3, 4 (*A. praecox* ssp. *minimus* 'Forma') varieties germination were poor. Comprehensive nine varieties of seed vigor and germination ability, variety of 5, 8 of seed vigor and germination ability were stronger, could be applied to the Chinese garden plants and promoting medicinal plant field.

Key words: *Agapanthus* L. Her.; seed vigor; germination characteristics

造成盐碱地区生态环境脆弱,影响农、林、牧业生产和社会、经济的健康发展,已经成为天津市生态建设发展的主要瓶颈之一。因此如何选出适合天津市不同盐碱地区生长的植物有着重大意义。

在国内外,很多相关学者已经做了大量的研究^[4-9]。在植物耐盐性研究中,一般是通过盐胁迫下植株的生长量、细胞无机离子、脯氨酸、甜菜碱、多胺、丙二醛、叶绿素、植物激素等含量,酶活性、膜透性、呼吸作用、光合作用等生长和生理生化指标的分析来确定植物的耐盐性。这些测定大多数需要严格精密的操作,试验用时长,成本较大。因此,寻求一种新的、低成本的、快速的植物耐盐性鉴定方法是非常必要的。

植物的耐盐性是许多性状相互作用的一种综合表现,不同植物由于其耐盐方式和耐盐机理不同,使得其生理代谢和生化变化也不同,植物耐盐性生理生化指标特别是盐胁迫下的细胞膜透性变化是研究植物耐盐机理和耐盐能力的基础,可以用来评价植物的耐盐性以及筛选优良的耐盐碱植物种质资源^[10]。

该试验通过对旱柳和垂柳、红叶杨和毛白杨、二色补血草和酸模这3组天津近几年栽培较多的植物进行测定,研究比较了新引进的红叶杨与老品种毛白杨、旱柳和垂柳以及酸模相对于二色补血草的耐盐性,以期为这些植物在盐碱地上的利用提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

该试验所选用植株均栽植于天津市西青,其中旱柳和垂柳、红叶杨和毛白杨,为6年生植株,植株的株行距为3 m×4 m;二色补血草和酸模为1年生植株。栽植地的土壤含盐量为0.25%(1~100 cm土层),pH 8.7,土壤肥力较低,为粘质壤土。

1.2 试验方法

1.2.1 采样 以随机选择和取样的方法选择样株和样叶,设单株重复。二色补血草和酸模等随机选取30个植株,为30次重复。旱柳和垂柳、红叶杨和毛白杨等随机选取5株大小一致的植株,5次重复,随机选取样株的中部枝条的中下部成熟叶片,每株选取10片叶。随机选取二色补血草和酸模等植株第3片成熟的基生叶片,每株选取4片叶。每组试验3次重复。采样于2012年10月中旬进行,每天早上9:00取样。

1.2.2 叶片盐胁迫离体处理及其细胞膜透性分析 1%、2%、4%和6%的盐溶液足够量,备用。先用自来水将所采集的供试叶片冲洗3遍,再用蒸馏水冲洗2次,然后用干净纱布轻轻地吸干叶片表面水分。将叶片剪成矩形0.5 cm×2 cm(不包括大叶脉部分)。混合均匀后,快速称取15份,每份0.2 g,分别放入15个烧杯中。在烧杯中依次加入0%、1%、2%、4%和6%浓度的盐溶液

20 mL,并使叶片完全浸泡在盐溶液中,在20~25℃下浸泡30 min。然后迅速滤掉盐溶液,取出叶片,用蒸馏水冲洗2遍,放入试管中,加入蒸馏水20 mL,用真空泵抽气20 min,取出摇动,观察叶片浮沉情况,反复抽气多次至试管中叶片完全沉淀无漂浮为止。测定电导率L1。然后将试管置于水浴锅中,隔水煮沸,至叶片完全褐变为止。取出试管冷却到室温后再测定电导率L2。对照组电导率为C1,煮沸后的电导率为C2。细胞质膜透性(%)=L1/L2×100%;细胞膜伤害率(%)=[1-(1-L1/L2)/(1-C1/C2)]×100%。

2 结果与分析

2.1 盐胁迫下红叶杨和毛白杨叶片细胞膜透性和伤害率比较

从图1可以看出,随着盐浓度的增加,2种植物的叶片细胞膜透性逐渐变大,红叶杨从2.28%增加到48.41%,毛白杨从3.73%增加到60.07%,说明盐溶液对叶片细胞膜的影响较大,2种杨树品种间差异也比较明显。在盐溶液浓度为1%~2%时,毛白杨和红叶杨的细胞膜透性差异不大。盐溶液浓度升高到4%时,毛白杨的膜透性比红叶杨高22.9个百分点,二者差值最大。说明盐逆境下,2种杨树的叶片细胞膜都受到了影响,使膜透性改变;其中,毛白杨叶片细胞膜透性改变较大,对盐更加敏感。

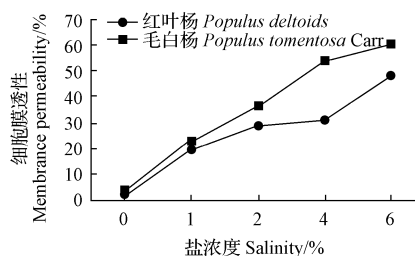


图1 盐胁迫下红叶杨和毛白杨的细胞膜透性比较

Fig. 1 Comparison of membrane permeability between *Populus deltoids* and *Populus tomentosa* Carr under salt stress

由图2可知,红叶杨和毛白杨的叶片细胞膜伤害率也随着盐溶液浓度升高而增大。在各个盐浓度下,毛白杨的细胞膜伤害率均大于红叶杨。当盐胁迫浓度为1%时,2种杨树的叶片细胞膜伤害率差异较小,但随着盐浓度的增大,二者的差值明显较大,特别是在盐胁迫浓度为4%时,毛白杨比红叶杨的细胞膜伤害率高出22.7个百分点。表明盐对毛白杨叶片细胞的伤害更大。因此,毛白杨的耐盐性小于红叶杨。

2.2 盐胁迫下旱柳和垂柳叶片细胞膜透性和伤害率比较

从图3可以看出,随着盐浓度的增加,2种植物的叶

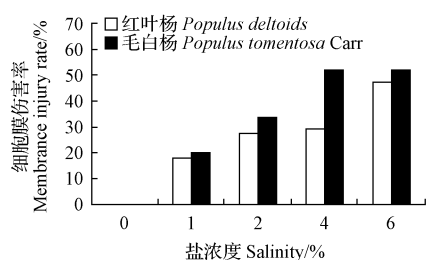


图2 盐胁迫下红叶杨和毛白杨的细胞膜伤害率比较

Fig. 2 Comparison of membrane injury rate between *Populus deltoids* and *Populus tomentosa* Carr under salt stress

片细胞膜透性均逐渐增大,说明盐溶液对叶片细胞膜透性影响较大。在盐溶液浓度为1%~2%时,2种植物的细胞膜透性已表现出明显的差异,相差3~6个百分点,但是盐浓度为1%时,早柳的细胞膜透性高于垂柳6个百分点,而2%的盐胁迫时,垂柳高于早柳3个百分点;随着盐溶液浓度升高,2种植物的细胞膜透性差异加大,相差8~10个百分点,始终为垂柳的高于早柳。说明在高盐浓度胁迫下,垂柳的细胞膜透性高于早柳,垂柳对盐更加敏感。

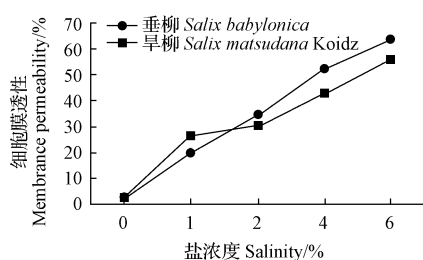


图3 盐胁迫下早柳和垂柳的细胞膜透性比较

Fig. 3 Comparison of membrane permeability between *Salix matsudana* Koidz and *Salix babylonica* under salt stress

由图4可知,随着盐浓度的增加,2种植物的叶片细胞伤害率均逐渐增大,说明盐溶液对叶片细胞膜的伤害较大。在1%盐胁迫浓度时,早柳的细胞膜伤害率大于垂柳;而在2%、4%、6%盐浓度时,早柳的膜伤害率小于垂柳,分别小4、10、8个百分点,即早柳在较高盐浓度下时,细胞膜伤害率低于垂柳,因此,早柳的耐盐性强于垂柳。

2.3 盐胁迫下酸模和二色补血草叶片细胞膜透性和伤害率比较

由图5可知,随着盐浓度的增加,2种植物的叶片细胞膜透性都逐渐增大,说明盐溶液对其叶片细胞膜透性影响较大。在1%~6%盐胁迫下,酸模比二色补血草的细胞膜透性整体略高,分别高2.0~5.2个百分点。

从图6可以看出,随着盐浓度的增加,2种植物的叶

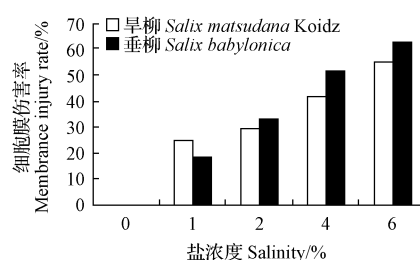


图4 盐胁迫下早柳和垂柳的细胞膜伤害率比较

Fig. 4 Comparison of membrane injury rate between *Salix matsudana* Koidz and *Salix babylonica* under salt stress

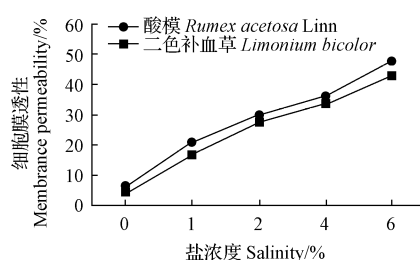


图5 盐胁迫下酸模和二色补血草的细胞膜透性比较

Fig. 5 Comparison of membrane permeability between *Rumex acetosa* Linn and *Limonium bicolor* under salt stress

片细胞膜伤害率均逐渐增大,说明盐溶液对其叶片细胞膜的伤害较大。在盐浓度1%、2%、4%、6%时,酸模的细胞膜伤害率比二色补血草分别高出3.06、0.84、1.98、4.53个百分点。因此,二色补血草的耐盐性略强于酸模。

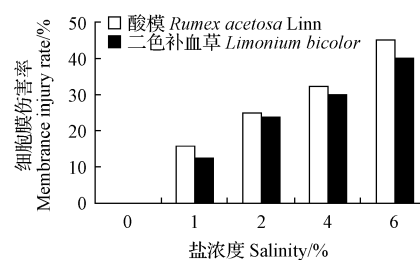


图6 盐胁迫下酸模和二色补血草的细胞膜伤害率比较

Fig. 6 Comparison of membrane injury rate between *Rumex acetosa* Linn and *Limonium bicolor* under salt stress

2.4 综合分析

根据4%盐胁迫浓度下的植株叶片细胞膜透性和叶片细胞伤害率对6种植物进行排序依次为:红叶杨<二色补血草<酸模<早柳<垂柳<毛白杨,对应的细胞膜透性分别为:30.80%、33.47%、36.43%、40.06%、52.61%和53.69%,对应细胞膜伤害率分别为:29.19%、

30.26%、32.23%、41.76%、51.82%、51.89%，其中，垂柳和毛白杨的细胞质膜透性和细胞膜伤害率都在50%以上，而红叶杨耐盐性最好，仅为29.19%。因此，其耐盐性依次为：红叶杨>二色补血草>酸模>旱柳>垂柳>毛白杨。

3 结论

该试验结果表明，盐胁迫下的叶片细胞膜透性和细胞伤害率毛白杨大于红叶杨，当盐溶液浓度升高到4%时，毛白杨的膜透性比红叶杨高23个百分点；酸模略大于二色补血草1~5个百分点；旱柳和垂柳的差异较大，在盐胁迫浓度1%时，旱柳的细胞膜透性和细胞膜伤害率大于垂柳6个百分点，而在2%~6%的较高盐浓度下，旱柳这2项指标均小于垂柳3~10个百分点。根据盐胁迫下的叶片细胞膜透性和细胞膜伤害率分析，耐盐性依次为：红叶杨>毛白杨，二色补血草>酸模，旱柳>垂柳；6种植物的耐盐性依次为：红叶杨>二色补血草>酸模>旱柳>垂柳>毛白杨。

参考文献

- [1] 王遵亲. 中国盐渍土[M]. 北京: 科学出版社, 1993.
- [2] 徐恒刚. 中国盐生植被及盐渍化生态治理[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2004.
- [3] 廉晓娟, 李明悦, 王艳, 等. 基于GIS的天津滨海新区土壤盐渍化空间分布研究[J]. 安徽农业科学, 2012, 40(5): 2746-2748.
- [4] Levitt J. Response of plants to environmental stress[M]. New York: Academic Press, 1980.
- [5] 薄鹏飞, 孙秀玲, 孙同虎, 等. NaCl胁迫对海滨木槿抗氧化系统和渗透调节的影响[J]. 西北植物学报, 2008, 28(1): 113-118.
- [6] 王波, 宋凤斌. 燕麦对盐碱胁迫的反应和适应性[J]. 生态环境, 2006, 15(3): 625-629.
- [7] 吴永波, 薛建辉. 盐胁迫对3种白蜡树幼苗生长与光合作用的影响[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2002, 26(3): 19-22.
- [8] 柏新富, 朱建军, 张萍, 等. 不同光照强度下三角叶滨藜光合作用对盐胁迫的响应[J]. 干旱地区农业研究, 2008, 28(9): 1823-1829.
- [9] 徐鲜钧, 沈宝川, 祁建民, 等. 植物耐盐性及其生理生化指标的研究进展[J]. 亚热带农业研究, 2007, 3(4): 275-280.
- [10] 杨升, 张华新, 张丽. 植物耐盐生理生化指标及耐盐植物筛选综述[J]. 西北林学院学报, 2010, 25(3): 59-65.

Study on Plant Salt Tolerance of Six Species by a Rapid Method *in vitro*

Ji Yuan-yuan¹, YANG Jing-hui¹, LI Jin-long², XU Hui-jie¹, LIU Ting¹, GONG Wu-que¹

(1. Department of Horticulture, Tianjin Agricultural University, Tianjin 300384; 2. Tianjin North Entrepreneurship Landscape Limited Company, Tianjin 300300)

Abstract: Taking *Salix matsudana* Koidz, *Salix babylonica*, *Populus deltoids*, *Populus tomentosa* Carr, *Limonium bicolor*, *Rumex acetosa* Linn as test material, the salt tolerance of the plants were analyzed through random selection of plants and leaves in the saline land and by membrane permeability *in vitro*, in order to compare the salt tolerance of plants for the saline land's greenery. The results showed that the membrane permeability and membrane injury rate of *Populus tomentosa* Carr was higher than *Populus deltoids* under salt stress. When the salt concentration reached 4%, the membrane permeability of *Populus tomentosa* Carr was 23 percentage point higher than *Populus deltoids*. Under salt stress, there were the same trend between membrane permeability and membrane injury rate of leaves of *Limonium bicolor* and *Rumex acetosa* Linn. Among them, the two indicators of *Limonium bicolor* was less than *Rumex acetosa* Linn 1~5 percentage point. The membrane permeability and membrane injury rate of *Salix matsudana* Koidz was stronger than *Salix babylonica* 6 percentage point under treatment of 1% NaCl. Higher salt concentration of 2%~6% NaCl, the indicators in *Salix matsudana* Koidz was less than *Salix babylonica* 3~10 percentage point. According to the membrane permeability of leaves under salt stress, salt tolerance was *Populus deltoids* > *Populus tomentosa* Carr, *Limonium bicolor* > *Rumex acetosa* Linn, *Salix matsudana* Koidz > *Salix babylonica*, salt tolerance order of six kinds of plants was *Populus deltoids* > *Limonium bicolor* > *Rumex acetosa* Linn > *Salix matsudana* Koidz > *Salix babylonica* > *Populus tomentosa* Carr.

Key words: *in vitro* determination; membrane permeability; salt tolerant; tolerant plants