

胡爱双,肖丹丹,孙 宇,等. NaCl 胁迫对金银花幼苗生长及光合生理特性的影响[J]. 江苏农业科学,2019,47(11):170-173.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.11.038

NaCl 胁迫对金银花幼苗生长及光合生理特性的影响

胡爱双^{1,2}, 肖丹丹^{1,3}, 孙 宇^{1,2}, 王文成^{1,2}, 郑振宇^{1,3}, 李赵嘉^{1,3}

(1. 河北省农林科学院滨海农业研究所,河北唐山 063200; 2. 河北省盐碱地绿化工程技术研究中心,河北唐山 063200;
3. 唐山市植物耐盐研究重点实验室,河北唐山 063299)

摘要:为了探索金银花对 NaCl 胁迫的适应性,为其在东部滨海地区的推广应用提供理论基础,采用蛭石盆栽、过量灌溉盐水的方法,研究不同浓度(0、0.2%、0.4%、0.6%、0.8%、1.0%) NaCl 胁迫对金银花幼苗生长量及光合生理指标的影响。结果表明,随着 NaCl 浓度的增加,株高增长量、植株地上部鲜质量、净光合速率、气孔导度、胞间二氧化碳浓度总体呈现降低的趋势;存活率起初不变,后显著下降至 0;蒸腾速率呈现先升高后降低的趋势;气孔限制值总体上呈现上升的趋势;水分利用率变化很小;金银花净光合速率下降的原因主要为气孔限制因素。NaCl 胁迫对金银花的生长和光合生理指标有明显的抑制作用。

关键词:金银花;NaCl 胁迫;幼苗生长;光合生理特性;耐盐机制

中图分类号: S567.7⁺90.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2019)11-0170-03

盐渍土广泛分布于地球表面,其面积约占陆地面积的 25%,且仍在不断扩大,已经成为影响农林业生产及生态环境的重要因素^[1-2]。我国约有盐渍化土壤 $2.7 \times 10^7 \text{ hm}^2$,几乎占全国陆地面积的 1/3,开发和利用如此大面积的盐渍土不仅有利于缓解土地资源短缺,还可以增加绿色植被面积,改善生态环境^[3-4]。盐碱地主要通过换土工程和种植耐盐植物资源进行改良,实践证明,后者不仅成本低且改良效果好,是开发利用盐碱地的有效途径^[5]。因此,了解盐胁迫对植物的影响,引种和筛选耐盐的经济植物资源,发展盐土农业,不仅有助于改良修复盐碱地,而且可以促进生态环境与经济的共同发展^[6]。

金银花(*Lonicera japonica*)为忍冬科忍冬属半常绿藤本植物,其花、叶、藤皆可入药,是大宗传统中药材。金银花适应性强、抗逆性,对土壤要求不严,根系繁密发达,萌蘖性强,茎蔓着地即能生根,观赏和水土保持价值高,是一种极具开发潜力的生态、环保、经济型植物。目前,人们对金银花的研究多集中在生态因子影响、药用成分提取及分析等方面^[7-9],关于盐胁迫对金银花影响的研究也有报道,但主要集中在盐胁迫对植株各种生理生化指标的影响方面^[10]。在众多被盐胁迫抑制的细胞机能中,光合作用被认为是盐胁迫最敏感的生理过程,该方面研究在其他植物上已有不少报道^[11-13],但关于盐胁迫对金银花光合作用的影响还鲜有报道,盐胁迫下金银花光合作用的变化机制尚不清楚。本试验采用过量灌溉法,

以蒙山红金银花为材料,从生长量和光合生理参数方面研究其对 NaCl 胁迫的适应性,以期为东部滨海地区金银花的耐盐机制研究和推广应用提供理论基础。

1 材料与方法

1.1 材料

供试苗为一年生扦插苗,扦插枝条于 2017 年 2 月采自河北省农林科学院滨海农业研究所现代农业成果转化基地标本池内,经该所王文成研究员鉴定为蒙山红金银花。

1.2 方法

1.2.1 盐胁迫试验 采用蛭石盆栽进行盐胁迫试验,2017 年 4 月下旬将长势基本一致的扦插苗定植于装有蛭石的塑料花盆中,每盆种植 4 棵,置于遮阳棚内,每天浇灌 Hoagland's 营养液并进行日常的养护管理。10 d 后选择生长健壮且长势相对一致的苗进行盐胁迫试验,试验采用完全随机区组设计,以 Hoagland's 营养液为基础液配制 6 个盐度[NaCl 浓度分别为 0(CK)、0.2%、0.4%、0.6%、0.8%、1.0%]处理,每个处理 4 株扦插苗,3 次重复。为避免幼苗对盐胁迫的应激反应,采用逐级增加到所需浓度的方法(每天增加 0.1%)浇灌营养液,第 1 天,除对照(浇灌不含 NaCl 的营养液)外,其余处理均浇灌含 0.1% NaCl 的营养液 1 L(过量灌溉);第 2 天,除对照(浇灌不含 NaCl 的营养液)外,其余处理均浇灌含 0.2% NaCl 的营养液 1 L;第 3 天,除对照(浇灌不含 NaCl 的营养液)和 0.2% 处理(浇灌含 0.2% NaCl 的营养液)外,其余处理浇灌含 0.3% NaCl 的营养液 1 L,依次类推,直到各处理均达到所设浓度为止,各处理达到所设浓度后设为处理的第 1 天,之后每天浇灌含相应浓度 NaCl 的营养液 1 L。在盐胁迫之前测量并记录植株的株高;盐胁迫处理第 90 天,胁迫处理结束后测定光合指标,并再次测量、记录各处理株高,统计成活率,测定植株地上部分鲜质量。

1.2.2 光合指标的测定 在晴朗无风的 10:00—14:00 采用 LI-6400 便携式光合仪测定植株中上部功能叶片的净光合

收稿日期:2018-03-01

基金项目:河北省财政专项(编号:F17R17001);河北省唐山市社会发展科研计划(编号:16130203A);河北省科技计划(编号:17273301D)。

作者简介:胡爱双(1986—),女,河北饶阳人,硕士,研究实习员,主要从事绿化植物逆境生理生态及育种研究。Tel:(0315)8719031;E-mail:hash0207@163.com。

通信作者:孙 宇,副研究员,主要从事绿化植物逆境生理生态及应用研究。Tel:(0315)8719031;E-mail:13703381235@163.com。

速率(P_n)、气孔导度(G_s)、蒸腾速率(T_r)、胞间 CO_2 浓度(C_i)、大气 CO_2 浓度(C_a)等光合指标,每处理测定 6 张叶片。气孔限制 $LS = 1 - C_i/C_a$,水分利用效率 $WUE = P_n/T_r$ 。

1.3 数据统计与分析

试验所得数据采用 SPSS 17.0 软件进行 one-way ANOVA 方差分析,并采用 LSD 和 Duncan's 进行多重比较,Excel 进行作图。表格中数据采用平均值 \pm 标准差的方式表示。

2 结果与分析

2.1 NaCl 胁迫对金银花成活率和生长量的影响

从表 1 可以看出,盐胁迫对金银花的存活率有一定的影响,NaCl 浓度小于等于 0.4% 时,苗木全部存活,NaCl 浓度为 0.6% 时,存活率有所下降,为 83.33%,但与对照差异不显著,随着 NaCl 浓度进一步升高至 0.8% 时,苗木存活率显著下降为 33.33%,再进一步升高 NaCl 浓度到 1.0% 时,苗木全部死亡,存活率下降为 0。由此可见,较低浓度的 NaCl 胁迫对金银花苗木的存活率影响不大,但较高浓度的 NaCl 胁迫可以显著降低其存活率。

同时由表 1 可知,盐胁迫对金银花的生长有一定的抑制作用,随着 NaCl 浓度的增加,不论是株高增长量还是植株地上部鲜质量都有不同程度的下降,当盐浓度为 0.2% 时,株高增长量和植株地上部鲜质量分别较对照显著降低 40.48% 和 20.13%;当盐浓度进一步升至 0.6% 时,株高增长量和植株地上部鲜质量分别较对照显著降低 87.56% 和 87.01%。因此可知,盐胁迫可显著抑制金银花的生长。

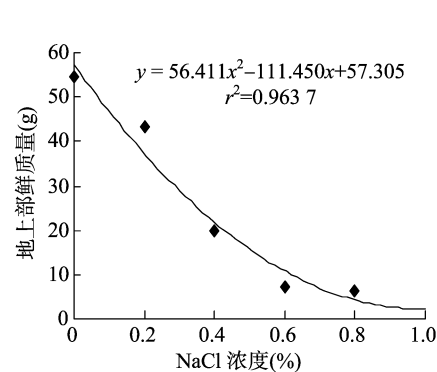


图1 植株地上部鲜质量与 NaCl 浓度的曲线模型

在盐胁迫下,金银花气孔导度(G_s)呈现出与 P_n 类似的变化规律,随着 NaCl 浓度的增加,呈现下降趋势,其中当 NaCl 浓度为 0.2% 时, G_s 为 $0.29 \text{ mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$,与对照相比有所下降,但与对照差异不显著;当 NaCl 浓度为 0.4% 时, G_s 下降为 $0.18 \text{ mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$,较对照显著下降 43.75%,随着 NaCl 浓度的进一步增加, G_s 进一步下降。由此可知,0.2% 的低浓度盐胁迫对金银花 P_n 和 G_s 有所抑制,但影响不大,当 NaCl 浓度进一步升高为 0.4% 时,抑制程度显著增强(图 2)。

由图 3 可知,盐胁迫对金银花胞间 CO_2 浓度(C_i)有一定影响,但影响不大,随着 NaCl 浓度的增加, C_i 整体呈现缓慢降低的趋势,但各处理 C_i 与对照差异均不显著。

随着 NaCl 浓度的增加,金银花蒸腾速率呈现先升高后降

表 1 NaCl 胁迫对金银花存活率和生长量的影响

| NaCl 浓度 (%) | 存活率 (%) | 株高增长量 (cm) | 地上部鲜质量 (g) |
|-------------|--------------------|-------------------|-------------------|
| 0 | 100 \pm 0a | 66.08 \pm 4.91a | 54.50 \pm 3.76a |
| 0.2 | 100 \pm 0a | 39.33 \pm 1.51b | 43.53 \pm 3.15b |
| 0.4 | 100 \pm 0a | 15.67 \pm 3.15c | 19.80 \pm 1.14c |
| 0.6 | 83.33 \pm 14.43a | 8.22 \pm 0.89d | 7.08 \pm 0.65d |
| 0.8 | 33.33 \pm 28.87b | 2.63 \pm 1.59d | 6.40 \pm 0.21d |
| 1.0 | 0 \pm 0c | — | — |

注:同列数据后不同小写字母表示处理间在 0.05 水平上差异显著。“—”表示植株已死,没有数据。

2.2 金银花耐盐阈值的确定

耐盐阈值是指植株生长量为对照植株生长量 1/2 时的盐浓度,以植株地上部鲜质量为因变量(y),NaCl 浓度为自变量(x),通过曲线估计,建立回归方程,结果(图 1)表明,植株地上部鲜质量与 NaCl 浓度符合线性模型,方程为 $y = 56.411x^2 - 111.450x + 57.305$, $r^2 = 0.9637$,以植株地上部鲜质量较对照下降 50% 为准,计算得到金银花的耐盐阈值为 0.33%。

2.2 NaCl 胁迫对金银花光合生理特性指标的影响

由图 2 可知,盐胁迫对金银花的净光合速率(P_n)有明显影响,各盐分处理的 P_n 较对照均有所下降,其中当 NaCl 浓度为 0.2% 时, P_n 有所下降,但与对照差异不显著;当 NaCl 浓度为 0.4% 时, P_n 下降为 $10.78 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$,较对照显著下降 30.11%,随着 NaCl 浓度的进一步升高,净光合速率逐步降低。

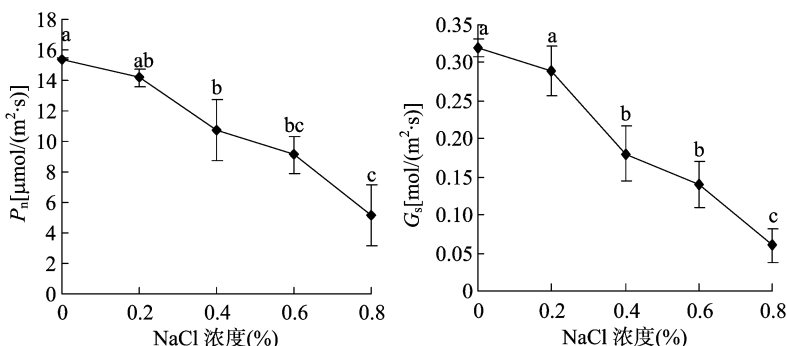


图2 NaCl 胁迫对金银花净光合速率和气孔导度的影响

低的趋势,当盐浓度为 0.2% 时,蒸腾速率(T_r)较对照升高 10.35%,但与对照差异不显著。之后随着 NaCl 浓度的增加,蒸腾速率逐渐降低,当 NaCl 浓度为 0.6% 时,蒸腾速率较对照显著下降 33.01% (图 3)。

由图 4 可知,NaCl 浓度小于等于 0.4% 时,气孔限制(L_s)保持在一个较低的水平,各处理 L_s 与对照差异不显著;当 NaCl 浓度大于 0.4% 时,随着 NaCl 浓度的增加, L_s 逐渐升高,当 NaCl 浓度为 0.6% 时, L_s 比对照显著增加 41.67%;当 NaCl 浓度为 0.8% 时, L_s 进一步提高,比对照增加 79.17%。

在盐胁迫下,各处理金银花的水分利用率(WUE)随着 NaCl 浓度的增加呈现先降低后升高的变化趋势,但各处理间差异不显著,说明盐胁迫对金银花 WUE 的影响不大(图 4)。

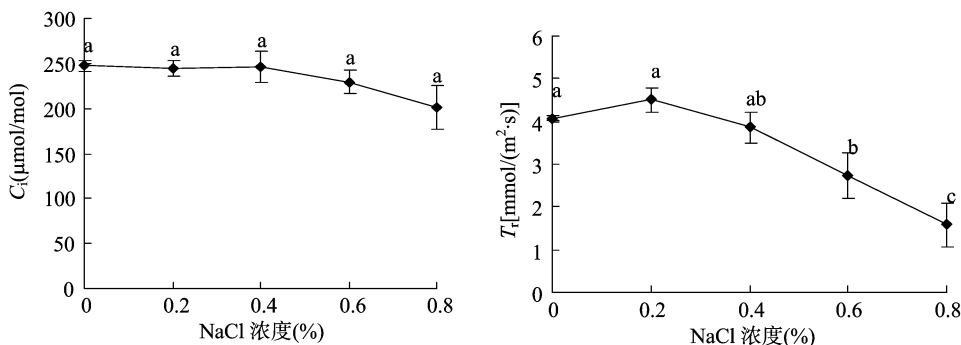


图3 NaCl胁迫对金银花胞间二氧化碳和蒸腾速率的影响

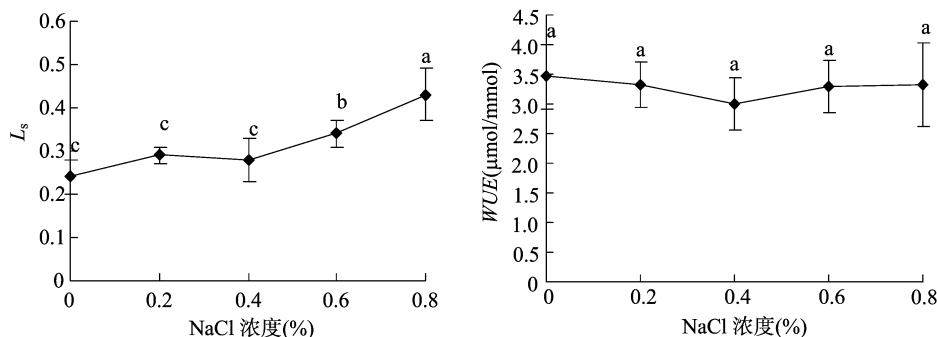


图4 NaCl胁迫对金银花气孔限制和水分利用率的影响

3 讨论与结论

植株的生长量和生物量是对盐胁迫的综合表现,也是最直观的耐盐性指标。一般耐盐性强的植物,在各浓度盐胁迫下植株的相对株高和鲜质量变化较小,反之,变化较大^[14-15]。本试验结果表明,当盐浓度小于等于0.4%时,植株的存活率与对照无差异,全部存活,但各处理的株高增长量和地上部鲜质量与对照差异显著,说明较低浓度的盐胁迫,不影响其成活率,但会显著抑制金银花的生长。当盐浓度达到0.8%后,株高增长量和地上部鲜质量仅为对照的3.98%和11.74%,植株生长极缓,存活率也仅为33.33%,说明在盐分质量分数高于0.8%时,金银花几乎停止生长,很难生存。不同的土壤条件、气候条件,该临界点可能有所调动。

光合作用是一个很复杂的生理过程。净光合速率直接反映了植物单位叶面积的同化能力,是衡量植物光合能力的重要指标。一些学者认为,低盐胁迫不会抑制植物的光合作用,反而会对光合作用起到促进作用^[16-17]。但本试验结果显示,在较低浓度(0.2%)的盐胁迫时, P_n 较对照就有所降低,说明低盐胁迫抑制金银花的光合作用,这与盐胁迫对台湾桉木^[18]和葡萄^[19]的影响相似,但与上述观点不同,其原因可能是由于盐胁迫的植物物种不同,或低浓度盐分的浓度不同。

影响 P_n 大小的因素主要有 G_s 、 C_i 、 T_r 、 L_s 等,它们在植物光合作用过程中协同发挥作用,使光合作用顺利进行。一般认为,盐胁迫使 P_n 下降的原因主要有2个方面,(1)气孔限制。 P_n 降低的同时伴随着 G_s 、 C_i 的下降, L_s 的上升;(2)非气孔限制。 P_n 降低时, C_i 升高, G_s 、 L_s 下降^[20]。本试验中,伴随着 P_n 的降低, G_s 、 T_r 、 C_i 总体下降, L_s 缓慢上升,说明限制光合速率的主要原因是气孔限制,可能是由于盐胁迫导致了渗透胁迫,使得气孔导度下降, CO_2 由外界向细胞内扩散的阻力

增强,最终导致光合作用受阻。

NaCl胁迫对金银花的生长以及光合生理特性具有抑制作用,随着NaCl浓度的升高,其对植株的生长和光合生理抑制现象愈加明显。本试验仅涉及到盐胁迫对金银花幼苗生长和光合生理指标的影响,但盐胁迫对植物的危害是多方面的,盐胁迫对金银花叶片生理生化等方面的影响还有待于进一步研究。

参考文献:

- [1] 王遵亲,祝寿泉,俞仁培,等. 中国盐渍土[M]. 北京:科学出版社,1993:400-515.
- [2] 王 臣,虞木奎,张 翠,等. 盐胁迫下3个楸树无性系光合特征研究[J]. 林业科学研究,2010,23(4):537-543.
- [3] 杨劲松. 中国盐渍土研究的发展历程与展望[J]. 土壤学报,2008,45(5):837-845.
- [4] 金雅琴,李冬林,丁雨龙,等. 盐胁迫对乌桕幼苗光合特性及叶绿素含量的影响[J]. 南京林业大学学报(自然科学版),2011,35(1):29-33.
- [5] 邝旭文. 中国渔业生态环境研究的现状及发展趋势[C]//全国农业面源污染与综合防治学术研讨会. 2004.
- [6] 单奇华,张建锋,阮伟建,等. 滨海盐碱地土壤质量指标对生态改良的响应[J]. 生态学报,2011,31(20):6072-6079.
- [7] 彭素琴,刘郁林,谢双喜. 干旱胁迫对不同金银花水分利用效率及细胞膜透性的影响[J]. 北方园艺,2011(10):156-158.
- [8] 王玲娜,苏 征,刘星劫,等. 金银花活性成分与生态因子相关性研究[J]. 中国实验方剂学杂志,2016,22(17):27-31.
- [9] 王玲娜,张永清,霍立群,等. 不同产地金银花形态特征及其与地理气候因子相关性研究[J]. 时珍国医国药,2016,27(3):711-714.
- [10] 鲍雅静,李 静,王 迪,等. 不同品种金银花叶片中脯氨酸对盐胁迫的响应[J]. 安徽农业科学,2011,39(8):4502-4503.

刘春雪,李叶芳,关文灵. 大丁草属 2 种植物花粉萌发与贮藏特性研究[J]. 江苏农业科学,2019,47(11):173-176.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.11.039

大丁草属 2 种植物花粉萌发与贮藏特性研究

刘春雪,李叶芳,关文灵

(云南农业大学园林园艺学院,云南昆明 650201)

摘要:以野生大丁草、钩苞大丁草花粉为材料,采用离体培养法,研究大丁草属 2 种植物花粉萌发的最适条件以及适合花粉保存的贮藏方法。结果表明,大丁草和钩苞大丁草花粉萌发最适宜的培养基相同,均为部分 ME3 + 600 g/L PEG200,最高萌发率分别为 47.11% 和 44.40%。2 种植物花粉萌发最适合的温度差别较大,最适合大丁草花粉萌发的温度为 30 ℃,萌发率为 51.09%;而最适合钩苞大丁草花粉萌发的温度为 25 ℃,萌发率为 51.90%。2 种植物花粉自然条件下的离体寿命均较短,仅可维持 48 h。4 ℃低温干燥贮藏有利于延长 2 种植物花粉的寿命,贮藏 15 d 后萌发率均高于 10%,而室温贮藏、-20 ℃冷冻贮藏 15 d 后萌发率均低于 10%。

关键词:大丁草属;花粉萌发力;适宜条件;离体寿命;贮藏方式

中图分类号: Q945.34 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2019)11-0173-04

大丁草属(*Gerbera*)植物是菊科(Compositae)帚菊木族中的一属,全世界有近 80 种,主要分布于非洲,次为亚洲东部及东南部。我国有 20 种,除个别种遍及于南北各地外,绝大部分集中于西南地区,云南有 16 种,占全国种类的 80%^[1]。

该属最常见的植物非洲菊(*Gerbera jamesonii*)观赏价值和经济价值较高,是一种应用广泛的切花材料^[2]。本属其他植物在国内多作民间用药^[3],如大丁草(*Gerbera anandria*)可用于清热利湿、解毒消肿、止咳、止血^[4];钩苞大丁草(*Gerbera delavayi*)可清热利湿、消积杀虫,也可作为我国西南少数民族人民编织火草服饰的原料^[5-6]。

大丁草和钩苞大丁草为大丁草属的 2 个野生种。经过野外调查以及田间观察,2 个种对白粉病抗性较强。将大丁草、钩苞大丁草与非洲菊进行种间远缘杂交,有望培育出抗病性较强的非洲菊新品种。因此需要充分了解大丁草、钩苞大丁

草花粉生活力和贮藏特性。目前,对大丁草、钩苞大丁草的研究主要集中于化学成分及药理活性^[3-4,7]、环境胁迫对种子萌发的影响^[8-10]、组织培养及快繁技术^[11-12]、遗传多样性^[5-6,13]、基因测序分析^[14-15]等,花粉萌发方面的研究未见报道。本试验以野生大丁草、钩苞大丁草为材料,采用液体培养基萌发法来筛选适合大丁草花粉萌发的培养基和培养温度,并探讨不同贮藏条件对大丁草、钩苞大丁草花粉生活力的影响,旨在为其远缘杂交提供依据。

1 材料与方法

1.1 材料

于 2015 年 11 月从云南省禄丰县采集生长健壮野生大丁草、钩苞大丁草种苗,并栽于云南农业大学园林苗圃大棚内。栽植株行距为 16 cm × 16 cm,栽后进行常规田间管理。大丁草于 2016 年 9 月开始陆续开花,钩苞大丁草于 2016 年 12 月开始陆续开花。于晴天 08:00—09:00 采集盛花期花粉。

1.2 试验时间及地点

试验于 2016 年 9 月至 2017 年 1 月在云南农业大学园林园艺学院实验室进行。

收稿日期:2018-02-03

基金项目:云南省现代农业花卉苗木产业技术体系建设项目(编号:2017KJTX0010)。

作者简介:刘春雪(1992—),女,河北秦皇岛人,硕士研究生,主要从事园林植物资源利用与创新研究。E-mail:306143396@qq.com。
通信作者:关文灵,博士,教授,主要从事园林植物种质资源及植物造景研究。E-mail:158066692@qq.com。

[11]蔡金桓,都成林,薛立,等. 盐胁迫对 4 种园林植物光合特性的影响[J]. 西南林业大学学报(自然科学),2017,37(2):30-34.

[12]王雨,马立敏,周睿颖,等. 盐胁迫对 5 个产地菰蓝幼苗光合特性及抗逆指标的影响[J]. 南京农业大学学报,2017,40(3):416-424.

[13]周丹丹,刘德玺,李存华,等. 盐胁迫对朴树和速生白榆幼苗光合特性及叶绿素荧光参数的影响[J]. 西北植物学报,2016,36(5):1004-1011.

[14]夏阳,林杉,张福锁,等. 淋洗对盐胁迫下大豆生长和矿物质营养基因型差异的研究[J]. 土壤学报,2003,40(1):155-159.

[15]王玉祥,刘静,乔来秋,等. 41 个引种树种的耐盐性评定与选择[J]. 西北林学院学报,2004,19(4):55-58,128.

[16]陈松河,黄全能,郑逢中,等. NaCl 胁迫对 3 种竹类植物叶片光合作用的影响[J]. 热带作物学报,2013,34(5):910-914.

[17]王丹,万春阳,侯俊玲,等. 盐胁迫对甘草叶片光合色素含量和光合生理特性的影响[J]. 热带作物学报,2014,35(5):957-961.

[18]张璐颖,文笑,林勇明,等. 盐胁迫对台湾桉木幼苗光合作用和荧光特性的影响[J]. 福建林学院学报,2013,33(3):193-199.

[19]邢庆振,郁松林,牛雅萍,等. 盐胁迫对葡萄幼苗光合及叶绿素荧光特性的影响[J]. 干旱地区农业研究,2011,29(3):96-100.

[20]王素平,李娟,郭世荣,等. NaCl 胁迫对黄瓜幼苗植株生长和光合特性的影响[J]. 西北植物学报,2006,26(3):455-461.