

张广波,王震,刘粉粉,等. NaCl 胁迫对信阳五月鲜桃生长和光合特性的影响[J]. 江苏农业科学,2021,49(17):145-149.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2021.17.026

NaCl 胁迫对信阳五月鲜桃生长和光合特性的影响

张广波,王震,刘粉粉,赵师成,阎腾飞

(信阳农林学院,河南信阳 464000)

摘要:为探究 NaCl 胁迫对信阳五月鲜桃生长和光合作用的响应机制,以 2 年生信阳五月鲜桃为试材,进行盆栽试验,在 0% NaCl、0.3% NaCl、0.6% NaCl、0.9% NaCl 溶液处理下,对信阳五月鲜桃生长指标、光合指标、叶绿素含量、土壤电导率测定分析。结果表明:0.3% NaCl 处理信阳五月鲜桃株高与对照相比无显著性差异,随着胁迫强度增加,株高及叶片生长明显受到抑制;不同浓度 NaCl 处理对信阳五月鲜桃光合特性和叶绿素含量有不同程度的影响,随着 NaCl 处理浓度的增加,净光合速率逐渐降低,至 NaCl 胁迫后期,0.3% NaCl 处理净光合速率、蒸腾速率、气孔导度、叶绿素含量均显著高于其他处理;各处理随时间和胁迫强度增加土壤电导率逐渐增加。

关键词:信阳五月鲜桃; NaCl 胁迫; 株高; 叶片; 光合作用; 叶绿素含量

中图分类号: S662.101 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2021)17-0145-05

植物在生长过程中需要适量的盐分,这对植物维持正常生理功能发挥着重要作用,但是盐分过量将对其生长发育产生抑制作用^[1]。据统计,全世界盐渍化土壤面积约 9.543 8 亿 hm^2 ,分布于 100 多个国度和区域,我国盐碱地总面积约 9 913 万 hm^2 ^[2],土壤盐碱化严重制约了农林业生产发展。土壤盐碱化使得植物生长缓慢,代谢受到抑制,导致作物减产,质量下降,严重时植物出现萎蔫,甚至死亡。为了合理利用盐碱土地,研究树木的耐盐性,筛选适合在盐碱地生长的树种具有十分重要的意义。

国内外学者对植物盐逆境胁迫进行了大量研究,主要从植物的形态特征和解剖结构、生理代谢、耐盐基因工程和耐盐机理等方面开展研究^[3]。对象主要集中于如拟南芥^[4]、盐生植物海蓬子^[5]、台湾滨藜^[6],以及胡杨^[7]等木本植物。研究发现植物通过盐诱导建立耐渗透胁迫和离子胁迫、活性氧清除、代谢途径改变等多种防御机制,维持其基本生命特征^[8]。

信阳五月鲜桃由王富河等学者于 2005 年在信阳市平桥区“土桃”芽变单株中选育的优良新品种。2008 年经河南省林木良种审定委员会审定通过,正式命名为信阳五月鲜桃^[9]。信阳五月鲜桃成熟期早、品质优良,丰产性、抗逆性表现突出,适合在信阳地区栽培。信阳农林学院五月鲜桃课题组对信阳五月鲜桃土壤水分对光合日变化的影响^[10]、干旱胁迫^[11]、地表覆盖^[12]等做了大量研究,尚未研究盐分胁迫对五月鲜桃生长的影响。本试验通过研究

收稿日期:2021-07-02

基金项目:河南省科技攻关项目(编号:172102110128);信阳农林学院重点培育学科建设项目(编号:ZDXK201706)。

作者简介:张广波(1979—),男,河南范县人,讲师,主要从事植物学研究。E-mail:34627320@qq.com。

通信作者:阎腾飞,副教授,主要从事植物水分生理生化研究。E-mail:yantengfei@xyafu.edu.cn。

东农业大学,2016。

[13]王学奎,黄见良. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京:高等教育出版社,2015。

[14]杨阳,刘守伟,潘凯,等. 分蘖洋葱根系分泌物对黄瓜幼苗生长及根际土壤微生物的影响[J]. 应用生态学报,2013,24(4):1109-1117。

[15]夏秀波,李涛,姚建刚,等. 大葱伴生栽培对日光温室连作番茄生长、产量和光合特性的影响[J]. 长江蔬菜,2015(2):43-45,46。

[16]孙文师. 桔梗//大葱间作对桔梗根系及根际的调控研究[D].

泰安:山东农业大学,2019。

[17]Lee R H, Wang C H, Huang L T, et al. Leaf senescence in rice plants: cloning and characterization of senescence up-regulated genes[J]. Journal of Experimental Botany, 2001, 52(358):1117-1121。

[18]夏民旋,王维,袁瑞,等. 超氧化物歧化酶与植物抗逆性[J]. 分子植物育种,2015,13(11):2633-2646。

[19]Feng Z Z, Xu Y C, Li H M, et al. Effect of triadimefon on anti-oxidative enzymes activity in cucumber cotyledons[J]. Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica, 2000, 20(6):1022-1026。

不同程度 NaCl 胁迫对阳五月鲜桃叶片生长及光合作用的影响,旨在优化信阳五月鲜桃栽培推广理论体系,为信阳五月鲜桃盐碱地栽培提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

选取 12 株长势一致、生长健壮、无病虫害的 2 年生信阳五月鲜桃幼树作试材。

1.2 试验设计

试验于 2019 年 3 月 30 日在信阳农林学院试验基地进行,选用直径为 35 cm、高 25 cm 的花盆种植幼树,每盆 1 株,试验设置 4 个处理,分别用 0.3% NaCl、0.6% NaCl、0.9% NaCl 溶液处理苗木,以 0% NaCl 处理为对照、每个处理重复 3 次,分别于 4 月 1 日、4 月 11 日、4 月 21 日施加 NaCl 溶液,每次 1 L (用带有刻度的量筒量取),其他管理措施一致,各指标均于当天 NaCl 处理前取样检测。

1.3 测定指标与方法

1.3.1 植株生长指标测定 4 月 1 日、5 月 1 日,分别用皮尺测定苗高,计算胁迫期间株高相对生长量。每株选取上、中部 3 片功能叶,用游标卡尺测定每盆待测叶子的纵、横径,精确到 0.01 cm。

1.3.2 叶片光合指标测定 于 10:00—11:00,用 LS-1020 便携式光合测定系统于测定净光合速率 (P_n)、蒸腾速率 (T_r)、气孔导度 (G_s)、胞间 CO_2 浓度 (C_i),每株选取 3 片南向新梢基部功能叶,每片叶子重复 3 次,取平均值。

1.3.3 叶片叶绿素含量测定 在每株树体 4 个方位、同一高度各选择 3 个新梢,每个新梢取 1 张功能叶,用浸提法—分光光度计测叶片叶绿素含量。

1.3.4 土壤电导率测定 分别取树根周围深 3~5 cm 的土壤,去除杂草、树叶等杂物,装入自封袋备用。将土壤磨碎,按水:土=5:1 比例混合,振荡,静置 5 h,用雷磁电导率仪测定土壤电导率。

1.4 数据处理

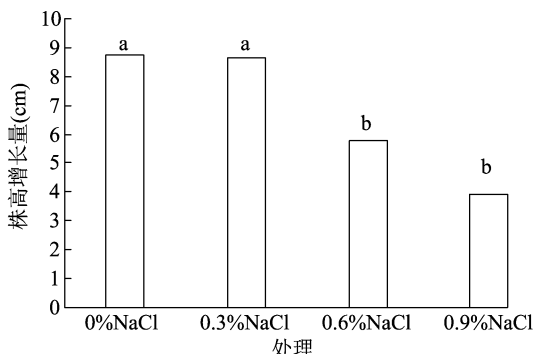
使用 Excel 2010 软件进行试验数据统计,使用 SPSS 17.0 软件进行数据分析。

2 结果与分析

2.1 NaCl 胁迫对信阳五月鲜桃株高的影响

由图 1 可以看出,随着施加 NaCl 溶液浓度的增加,株高生长量随之降低,这说明 NaCl 处理浓度越高,对株高抑制作用越强。其中,对照与 0.3% NaCl

处理间株高生长量无明显差异,以对照株高增长量最大,为 8.73 cm。0.6% NaCl 与 0.9% NaCl 处理间株高生长量也无显著性差异。



不同小写字母代表不同处理间差异显著($P<0.05$)。下同
图1 NaCl 胁迫对信阳五月鲜桃植株生长的影响

2.2 NaCl 胁迫对信阳五月鲜桃叶片生长的影响

2.2.1 NaCl 胁迫对信阳五月鲜桃叶片纵径的影响

由图 2 可以看出,各时间段各处理间叶片纵径均无显著性差异,即在盐分处理范围内,盐分胁迫对叶片纵径无显著影响。其中,4 月 1 日,以 0.6% NaCl 处理叶片纵径最大,与对照相比增加了 0.27 cm。至 4 月 11 日,对照的叶片纵径超过 0.6% NaCl 处理,且此后始终大于其他处理。

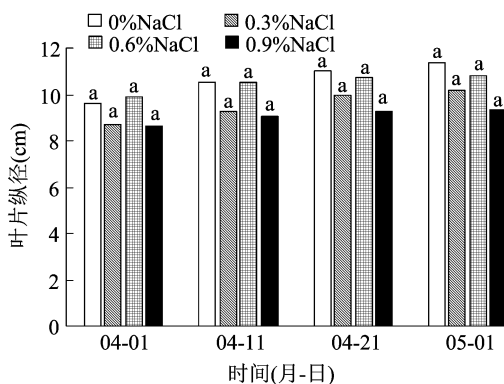


图2 NaCl 胁迫对信阳五月鲜桃叶片纵径的影响

2.2.2 NaCl 胁迫对信阳五月鲜桃叶片横径的影响

由图 3 可以看出,各时间段各处理间叶片横径均无显著性差异,说明在盐分处理范围内,盐分胁迫对叶片横径也无显著影响。4 月 1 日,以 0.6% NaCl 处理叶片横径最大,较对照增加了 0.10 cm。4 月 1 日至 5 月 1 日各处理间叶片横径大小始终为 0.6% NaCl ≥ 0% NaCl > 0.9% NaCl > 0.3% NaCl,其中,对照与 0.6% NaCl 处理的叶片横径差距逐渐缩小。

2.3 NaCl 胁迫对信阳五月鲜桃叶片光合指标的影响

2.3.1 NaCl 胁迫对信阳五月鲜桃叶片净光合速率

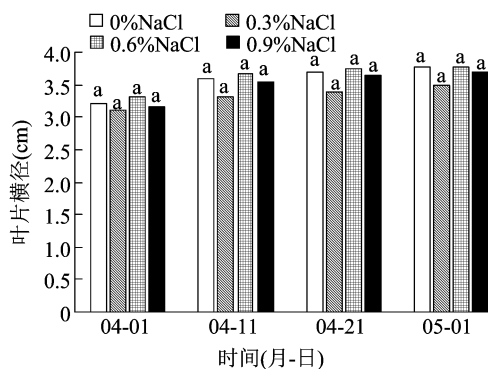


图3 NaCl胁迫对信阳五月鲜桃叶片横径的影响

的影响 由图4可以看出,对照叶片净光合速率呈先升高后下降的趋势,于4月11日达到最高,为 $4.54 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$,且显著高于其他处理;其他处理叶片净光合速率在整个期间均呈下降趋势,4月11日起,随NaCl浓度的升高,净光合速率逐渐下降。试验结束时,0.3% NaCl处理叶片净光合速率显著大于其他处理,且较对照高 $0.90 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$,对照、0.6% NaCl、0.9% NaCl处理间叶片净光合速率无显著性差异。

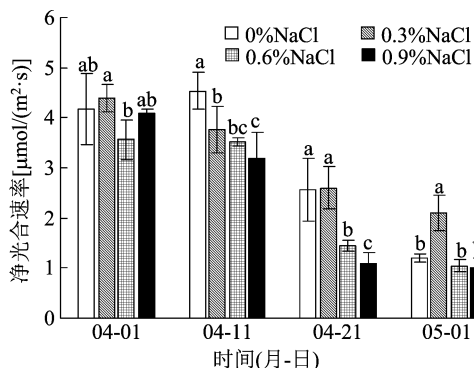


图4 NaCl胁迫对信阳五月鲜桃叶片净光合速率的影响

2.3.2 NaCl胁迫对信阳五月鲜桃叶片蒸腾速率的影响 由图5可以看出,对照、0.3% NaCl处理蒸腾速率变化规律较为一致,均呈先升高后下降趋势,均于4月11日达到最高点,分别为 0.36 、 $0.38 \text{ mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$,但对照蒸腾速率下降幅度较大。0.6% NaCl、0.9% NaCl处理蒸腾速率在整个期间呈下降趋势。试验结束时,0.3% NaCl处理叶片蒸腾速率显著高于其他处理,较0% NaCl处理高 $0.15 \text{ mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$,其他处理间叶片蒸腾速率无显著性差异。

2.3.3 NaCl胁迫对信阳五月鲜桃气孔导度的影响 由图6可以看出,对照与0.9% NaCl处理气孔导度整体呈下降趋势,0.3% NaCl处理气孔导度呈先下降后升高趋势,以试验初期气孔导度最高,为

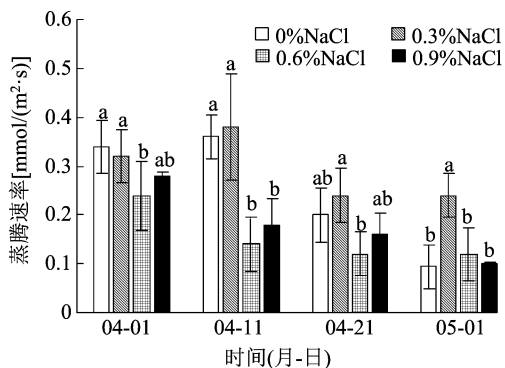


图5 NaCl胁迫对信阳五月鲜桃叶片蒸腾速率的影响

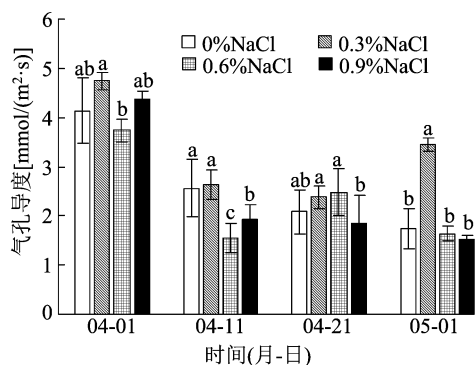
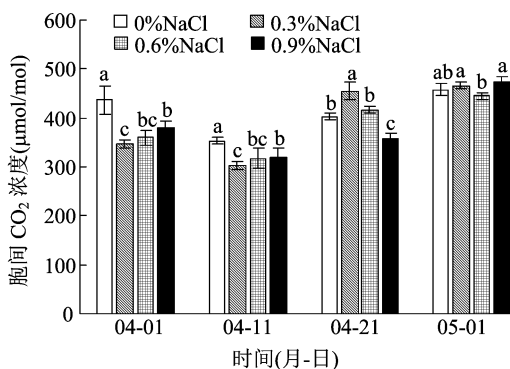


图6 NaCl胁迫对信阳五月鲜桃气孔导度的影响

$4.74 \text{ mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$,0.6% NaCl处理气孔导度呈先下降后升高再下降趋势,也以试验初期最高。试验结束时,0.3% NaCl处理气孔导度显著大于其他处理,且较对照高 $1.71 \text{ mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$,其他处理间气孔导度无显著性差异。

2.3.4 NaCl胁迫对信阳五月鲜桃胞间 CO_2 浓度的影响 由图7可以看出,各处理胞间 CO_2 浓度呈先下降后升高趋势,4月11日降至最低,5月1日达最高,其中以0.9% NaCl处理胞间 CO_2 浓度最高,较对照高 $15.16 \mu\text{mol}/\text{mol}$ 。试验结束时,各处理胞间 CO_2 浓度与对照无显著性差异,0.3% NaCl、0.9% NaCl处理显著高于0.6% NaCl处理。

图7 NaCl胁迫对信阳五月鲜桃胞间 CO_2 浓度的影响

2.4 NaCl 胁迫对信阳五月鲜桃叶片叶绿素含量的影响

由图 8 可以看出,4 月 1 日至 11 日,各处理间叶片叶绿素含量无显著性差异,至 4 月 21 日,对照与 0.3% NaCl 处理叶片叶绿素含量无显著性差异,0.6% NaCl 与 0.9% NaCl 处理叶片叶绿素含量也无显著性差异,其中以 0.3% NaCl 处理叶片叶绿素含量最高,为 3.73 mg/g,试验结束时,0.3% NaCl 处理叶片叶绿素含量显著大于其他处理,较对照高 0.52 mg/g。

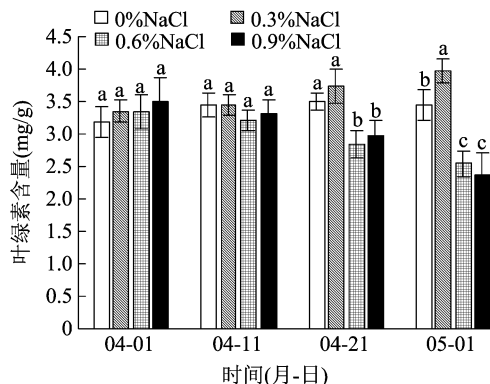


图8 NaCl 胁迫对信阳五月鲜桃叶片叶绿素含量的影响

2.5 NaCl 胁迫对土壤电导率的影响

由图 9 可以看出,对照土壤电导率在整个期间较稳定,维持在 0.192 ~ 0.241 mS/cm 之间。其他各处理在不同时期随 NaCl 胁迫浓度的增加,电导率也随之增加,至 5 月 1 日电导率达到最高,以 0.9% NaCl 处理最高,达 2.254 mS/cm。

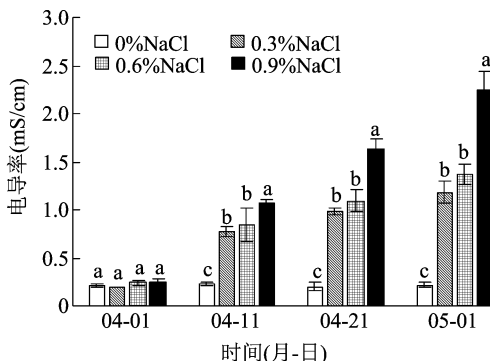


图9 NaCl 胁迫对土壤电导率的影响

3 讨论与结论

植物在逆境胁迫下的伤害程度通常以植物的生长量来衡量^[13],植物的生长量通常以株高、叶片等生长量来表示,生长量改变是植物在盐胁迫环境下做出的一种反馈,一般生长量较小时,表明其受到的盐胁迫强度较大^[14]。在高盐胁迫环境下,产生的渗透胁迫使得植物较难获得足够的水分,另一方

面其正常代谢受到破坏,会抑制植物的生长发育,严重时会导致植物死亡^[15]。本试验结果表明,随着 NaCl 胁迫强度的增加,株高生长量越来越小,叶片纵径生长量也表现为随 NaCl 胁迫强度的增加而减小,多数研究表明 NaCl 胁迫强度与植物株高和叶片的生长呈负相关^[16-18]。

盐碱等环境条件极易影响植物的光合作用,导致植物叶片光合效率下降^[19]。但有研究表明,低含量盐胁迫在一定程度上可以促进植物的光合作用,随着盐含量增加和时间延长光合作用将受到抑制^[20-21]。盐胁迫对植物光合指标的影响,一般认为是受气孔限制因素或非气孔因素限制^[22]。有研究表明各因子对净光合速率的影响为蒸腾速率 > 气孔导度 > 胞间 CO₂ 浓度,且净光合速率与蒸腾速率存在显著相关性^[23-24]。本试验中 0% NaCl 处理净光合速率、蒸腾速率呈先升高后下降趋势,而气孔导度呈逐渐下降趋势,表明 0% NaCl 处理净光合速率的变化前期由非气孔限制引起,后期是由气孔限制引起的;0.3% NaCl 处理净光合速率呈逐渐下降趋势,气孔导度、蒸腾速率呈先升高后下降趋势,可能由于气孔导度影响了蒸腾速率,这也表明 0.3% NaCl 处理净光合速率下降前期可能由气孔限制引起,后期由非气孔限制引起;0.6% NaCl 处理净光合速率、蒸腾速率呈逐渐下降趋势,而气孔导度呈先下降再升高再下降趋势,这表明 4 月 11 日至 21 日 0.6% NaCl 处理净光合速率的下降时间是由非气孔限制引起,而其他时间段则由气孔限制引起;0.9% NaCl 处理净光合速率、气孔导度、蒸腾速率均呈逐渐下降趋势,表明 0.9% NaCl 处理净光合速率的下降是由气孔限制引起。本试验中胞间 CO₂ 浓度变化与净光合速率基本呈负相关关系,但净光合速率还受温度、湿度等其他因素的影响,这与前人研究结果^[25-26]一致。

叶绿素是植物进行光合作用必不可少的,植物受到盐胁迫时通常会积累光合色素,从而有利于植物在盐胁迫下能维持正常的光合作用,进而增强植株对盐胁迫的耐受能力^[27-28]。有研究以垂枝桃^[29]、藜麦幼苗^[30]为试材做 NaCl 胁迫试验,结果表明,叶片叶绿素含量均随施加 NaCl 浓度的升高,表现出先升高后降低的趋势,本试验研究结果与之一致。而高浓度的 NaCl 溶液胁迫下,叶绿素含量也相应减少,说明过高浓度的 NaCl 胁迫对植株叶片造成了损伤,抑制叶绿素的合成。在一定程度上,土

壤的电导率与含盐量呈正相关。本试验中,各处理随 NaCl 胁迫浓度的增加,电导率也随之增加,这与人研究结果^[31]一致。

综上所述,信阳五月鲜桃具有一定的抗盐能力,但耐盐性有限。用 0.3% NaCl 处理信阳五月鲜桃,对其生长指标影响不大,而且可显著提高信阳五月鲜桃光合速率和叶片叶绿素含量,在 NaCl 浓度超过 0.3% 就会对其生长和光合作用产生明显的抑制,胁迫强度越高,受到的抑制作用越强。所以,在生产中,可将五月鲜桃短期栽植在低于 0.3% NaCl 的土壤中,由于本试验仅采用盆栽短期研究,若想长期栽植,还需进一步研究。

参考文献:

- [1] 闫小红,严福龙,周兵,等. NaCl 胁迫对紫茉莉种子萌发及幼苗生长的影响[J]. 种子,2020,39(8):81-85.
- [2] 陈双庆. 浅谈盐碱地生态改造原则[J]. 中国农村科技,2018(11):14-16.
- [3] Rus A, Yokoi S, Sharkhuu A, et al. AtHKT1 is a salt tolerance determinant that controls Na⁺ entry into plant roots[J]. Proc Natl Acad Sci USA,2001,98(24):14150-14155.
- [4] Lin H, Yan Z, Jin D, et al. Salicylic acid - altering *Arabidopsis* mutants response to salt stress[J]. Plant & Soil,2012,354(1-2):81-95.
- [5] 王丽燕,赵可夫. NaCl 胁迫对海蓬子(*Salicornia bigelovii* Torr.) 离子区室化、光合作用和生长的影响[J]. 植物生理与分子生物学报,2004,30(1):94-98.
- [6] Panneerselvam R, Muthukumarasamy M, Karikalan L. Triadimefon enhances growth and net photosynthetic rate in NaCl stressed plants of *Raphanus sativus* L. [J]. Photosynthetica,1998,34(4):605-609.
- [7] 郑彩霞,邱箭,姜春宁,等. 胡杨多形叶气孔特征及光合特性的比较[J]. 林业科学,2006,42(8):19-24.
- [8] 赵可夫,范海. 盐生植物及其对盐渍生境的适应生理[M]. 北京:科学出版社,2005:71-74.
- [9] 冯强,赵莲花,陈金祥,等. 信阳五月鲜桃品种特性初探[J]. 现代农业科技,2009(9):35-36.
- [10] 阎腾飞,李文杨,赵师成. 不同土壤水分对信阳五月鲜桃光合作用日变化的影响[J]. 经济林研究,2018,36(3):176-181.
- [11] 阎腾飞,黄玉杰,李文杨,等. 干旱胁迫条件下信阳五月鲜桃光合特性和生理生化指标变化规律研究[J]. 节水灌溉,2019(1):45-48,56.
- [12] 李文杨,阎腾飞,杨乐,等. 地表覆盖对信阳五月鲜桃叶片、新梢及果实的影响[J]. 经济林研究,2018,36(4):93-98.
- [13] 张华新,刘正祥,刘秋芳. 盐胁迫下树种幼苗生长及其耐盐性[J]. 生态学报,2009,29(5):2263-2271.

- [14] 林妃妃. 盐胁迫对小叶榄仁幼苗生长和渗透调节物质含量的影响[J]. 南方农业学报,2018,49(7):114-119.
- [15] 秦景,董雯怡,贺康宁,等. 盐胁迫对沙棘幼苗生长与光合生理特征的影响[J]. 生态环境学报,2009,18(3):1031-1036.
- [16] 刘正祥,张华新,杨升,等. NaCl 胁迫对沙枣幼苗生长和光合特性的影响[J]. 林业科学,2014,50(1):32-40.
- [17] 卢艳,王飞,韩明玉,等. NaCl 胁迫对 4 种砧穗组合苹果的生长及光合特性的影响[J]. 西北农业学报,2011,20(8):106-110.
- [18] 林天宝,刘岩,张薇,等. NaCl 胁迫对桑苗生理生化指标的影响[J]. 浙江农业科学,2013(12):1667-1672.
- [19] 尹勇刚,袁军伟,刘长江,等. NaCl 胁迫对葡萄砧木光合特性与叶绿素荧光参数的影响[J]. 中国农业科技导报,2020,22(8):49-55.
- [20] Megdiche W, Hessini K, Gharbi F, et al. Photosynthesis and photosystem 2 efficiency of two salt - adapted halophytic seashore *Cakile maritima* ecotypes[J]. Photosynthetica,2008,46(3):410-419.
- [21] Aziz I, Khan F. Distribution, ecology and ecophysiology of mangroves in Pakistan [M]//Sakha ecosystems: volume IV: cash crop halophyte and biodiversity conservation. Netherlands: Springer,2014.
- [22] 安久海,刘晓龙,徐晨,等. 氮高效水稻品种的光合生理特性[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版),2014,42(12):29-38.
- [23] 王冉,李素英,任丽娟,等. 锡林浩特草原区 27 种植物净光合速率影响因素的多因子分析[J]. 干旱区研究,2015,32(2):272-278.
- [24] 何丽娜,王德炉,郝家孝,等. 4 个兔眼蓝莓品种光合特性对季节变化的响应[J]. 经济林研究,2019,37(2):95-103.
- [25] 迟丽华,宋凤斌. 松嫩平原 4 种植物光合作用光响应特性的研究[J]. 吉林农业大学学报,2007,29(2):119-122.
- [26] 袁颖红,樊后保,吴建平,等. 不同年龄人工林尾巨桉(*Eucalyptus urophylla* × *E. grandis*) 叶片光合特性及水分利用效率[J]. 应用与环境生物学报,2016,22(1):58-63.
- [27] 丁娟,黄镇,张学贤,等. 甘蓝型油菜苗期生长阶段对 NaCl 胁迫的生理响应[J]. 西北植物学报,2014,34(11):2270-2276.
- [28] 郭卫珍,张亚利,奉树成. NaCl 胁迫对 2 个山茶品种盐害及叶绿素荧光特性的影响[J]. 江苏农业学报,2021,37(3):562-569.
- [29] 王利芳. 盐胁迫对垂枝桃光合特性及生理特性的影响[J]. 山西林业科技,2016(4):12-13.
- [30] 杨宏伟,刘文瑜,沈宝云,等. NaCl 胁迫对藜麦种子萌发和幼苗生理特性的影响[J]. 草业学报,2017,26(8):146-153.
- [31] 彭云玲,李伟丽,王坤泽,等. NaCl 胁迫对玉米耐盐系与盐敏感系萌发和幼苗生长的影响[J]. 草业学报,2012,21(4):62-71.