

不同盐分条件下金光杏梅幼苗生长和光合特性研究

刘遵春, 孙涌栋, 赵润洲, 王军涛

(河南科技学院, 河南 新乡 435003)

摘 要:研究了不同程度盐胁迫对金光杏梅幼苗生长和光合特性的影响。结果表明:盐胁迫抑制了金光杏梅幼苗的生长,随着盐浓度的升高,金光杏梅的株高、叶面积、叶鲜重、叶干重、茎干重、根干重均显著降低;叶片叶绿素含量、净光合速率、蒸腾速率、气孔导度亦显著降低,且盐浓度越高,下降幅度越大;细胞间隙 CO_2 浓度随着盐浓度增加而增大,表明盐胁迫下非气孔因素是导致金光杏梅叶片光合速率下降的主要原因。

关键词:盐胁迫;金光杏梅;幼苗;光合特性

中图分类号:S662.401

文献标识码:A

文章编号:1001-7461(2007)06-0014-04

Studied of Growth and Photosynthesis in Jinguang Plum Seedlings under Different Salt Stresses

LIU Zun-chun, SUN Yong-dong, ZHAO Run-zhou, WANG Jun-tao

(Henan Institution of Sci-Tech, Xinxiang, Henan 453003, China)

Abstract: Using potted Jinguang plum seedlings as material, effect of salt stress on the growth and photosynthesis of seedlings were studied. The results showed that the growth of Jinguang plum seedlings were remarkably restrained by salt stress. With the increasing of salt concentration, the plant height, leaf area, leaf fresh weight, leaf dry weight, stem dry weight and root dry weight were remarkably decreased, and the chlorophyll content, photosynthesis rate, transpiration rate and stomatic conductance in leaves were declined too, but the intercellular CO_2 concentration was inclined. The primary reason of the decrease of photosynthesis rate was nonstomatic factor under salt stress.

Key words: salt stress; Jinguang plum; seedling; photosynthesis

土壤盐碱化是影响农林业生产的严重问题,多年来一直困扰着农林业生产的发展。我国盐碱地面积约 0.27 亿 hm^2 ,其中,海涂盐碱地面积约占海岸带总面积的 17.35%^[1],如何利用和开发我国盐渍土地资源已成为我国农林业生产中需要迫切解决的问题。果树属于对盐敏感的非盐生植物,土壤中过量的盐分会影响果树的生长、产量和果实品质。目前有关果树耐盐研究多集中在砧木选择^[1]、生理生化指标变化规律^[2]等方面,而关于盐胁迫对果树光合特性影响的研究不多^[3~7]。金光杏梅是近几年颇具发展潜力的一种核果类果树品种。本研究主要探讨盐胁迫对金光杏梅光合特性的影响,以期为其耐盐性

研究提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料及处理

试验采用无土栽培技术,2006 年 3—7 月在河南科技学院果树教学基地进行(有防雨设施)。供试材料为盆栽 1 a 生金光杏梅嫁接苗,砧木为山桃。花盆口径 30 cm,高 25 cm(盆底有孔,以免积水)。培养基质为蛭石和珍珠岩,二者比例为 1:1,苗木 3 月 17 日上盆,在充足供水条件下培养。4 月下旬,苗木进入旺盛生长期时,进行盐胁迫处理。

试验共设 5 个盐浓度处理:0.1%、0.2%、

收稿日期:2007-01-22 修回日期:2007-03-19

基金项目:河南科技学院重点科研项目资助(040109)

作者简介:刘遵春(1976-),男,山东聊城人,硕士,助教,主要从事果树栽培生理教学与科研工作。

0.3%、0.4%、0.5%，以清水为对照，每处理 3 个重复，即 3 盆。

为便于盐溶液渗透均匀，在处理前控水几天，连续盐胁迫两周后选取枝条中部成熟叶片进行各项指标测定。

1.2 测定方法

采用 CI-301 型便携式 CO₂ 气体分析仪正点测定不同盐分条件下金光杏梅叶片净光合速率的变化规律，时间为 8:00—12:00，每隔 1 h 测定 1 次，3 次重复，取其平均值为该天净光合速率值。在测定净光合速率的同时，同步测定叶片蒸腾速率、气孔导度、细胞间隙 CO₂ 浓度等指标。叶绿素含量测定参照李合生的方法^[8]。

1.3 数据处理

所有测定数据均采用 Eccel 软件和 SPSS 软件

进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 盐胁迫对金光杏梅幼苗生长的影响

试验表明，随着盐浓度的增加，金光杏梅株高、叶面积、叶鲜重、叶干重、茎干重、根干重均呈下降趋势，且各指标间有显著差异(表 1)。在 0.3%、0.4% 和 0.5% 盐浓度时，与对照相比，金光杏梅株高分别下降了 25.4%、36.5% 和 42.9%，叶面积分别下降了 14.8%、21.4% 和 24.0%，与对照均达到差异显著水平。同时，随着盐浓度的升高，金光杏梅枝条停长时间提前，枝条粗细减小；在高盐浓度下，随着胁迫时间的延长，出现叶片焦枯和脱落现象，说明高浓度盐胁迫对金光杏梅幼苗生长具有显著的抑制作用。

表 1 盐胁迫对金光杏梅幼苗生长的影响^①

Table 1 Effect of growth of Jinguang plum seedlings under salt stress						
浓度/%	株高/cm	叶面积/cm ²	叶鲜重/g	叶干重/g	茎干重/g	根干重/g
CK	34.7a	19.6a	0.51a	0.19a	4.70a	0.27a
0.1	31.0a	19.1a	0.48a	0.17a	4.55a	0.25a
0.2	29.2a	18.4a	0.46a	0.16a	4.43a	0.24a
0.3	25.9b	16.7b	0.45b	0.14b	4.40b	0.22b
0.4	22.2c	15.4b	0.45b	0.14b	4.37b	0.20b
0.5	19.8c	14.9c	0.43b	0.11b	4.35b	0.17c

①同列不同小写字母表示差异显著(P<0.05)。

2.2 盐胁迫对金光杏梅幼苗叶绿素含量的影响

由表 2 可知，盐胁迫下，金光杏梅叶片的叶绿素 a、叶绿素 b 和叶绿素总含量(Chla+Chlb)都随盐浓度的增加而降低，Chla/b 值则随着盐浓度的增加而增大。盐浓度在 0.1%~0.2% 时，金光杏梅叶片中叶绿素 a、叶绿素 b 和叶绿素总含量较清水对照均有所下降，但差异均未达到显著水平，表明较低浓度的盐胁迫对金光杏梅光合能力影响不大；当盐浓度

增加至 0.3%~0.5% 时，叶片中叶绿素 a、叶绿素 b 和叶绿素总含量随盐浓度的增加而明显下降，与对照差异均达显著或极显著水平，表明较高浓度盐胁迫引起金光杏梅叶片叶绿素显著分解；Chla/b 值随着盐浓度的增加不断升高，说明盐胁迫对金光杏梅叶片叶绿素的破坏主要表现为抑制叶绿素 b 的合成或促进其降解。

表 2 盐胁迫对金光杏梅叶片叶绿素含量的影响^①

Table 2 Effect of chlorophyll content in Jinguang plum leaves under salt stress				
浓度/%	叶绿素 a 含量 /(mg·g ⁻¹)	叶绿素 b 含量 /(mg·g ⁻¹)	Chla/b	叶绿素总量 /(mg·g ⁻¹)
CK	8.5Aa	3.3Aa	2.6Ab	11.8Aa
0.1	8.3Aa	3.2Aa	2.7Ab	11.5Aa
0.2	8.1Aa	3.0Aa	2.7Ab	11.1Aa
0.3	7.8Bb	2.8Ab	3.0Aa	10.6Ab
0.4	7.7Bb	2.7Bb	3.3Aa	10.4Bb
0.5	6.5Cc	2.5Bb	3.3Aa	9.0Cc

①同列不同小写字母表示差异显著(P<0.05)，不同大写字母表示差异极显著(P<0.01)。

2.3 盐胁迫对金光杏梅净光合速率和气孔导度的影响

从图 1(A)可以看出,盐胁迫对金光杏梅的净光合速率有显著影响,各处理净光合速率较对照均有所降低,且随着盐浓度的增加,净光合速率下降幅度增大。在盐浓度为 0.1% 时,金光杏梅净光合速率下降不明显,与对照未达到差异显著水平,说明较低的盐浓度对金光杏梅叶片的净光合速率影响不大。但随着浓度的增加,金光杏梅净光合速率逐渐下降,尤其当盐浓度增加到 0.3% 以上时,净光合速率明显下降,与对照均达到差异极显著水平。表明盐浓度为 0.3%~0.5% 时,显著抑制了金光杏梅叶片的光合

作用。

从图 1(B)可以看出,盐胁迫下,金光杏梅叶片的气孔导度呈下降趋势,与净光合速率变化规律一致。在盐浓度为 0.1% 时,金光杏梅气孔导度变化不大,与对照未达到差异显著水平($P < 0.05$),随着盐浓度的继续增加,金光杏梅气孔导度明显降低,比对照分别下降了 14.1%、26.4%、38.1%、46.6%,均达到差异显著水平($P < 0.05$)或极显著水平($P < 0.01$)。表明低浓度盐胁迫并不影响金光杏梅叶片的气孔导度,但中、高浓度盐胁迫对金光杏梅叶片气孔导度影响显著。

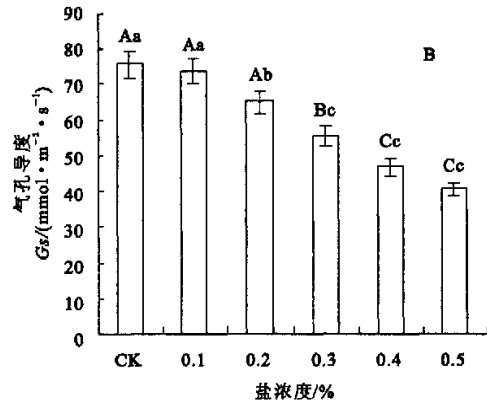
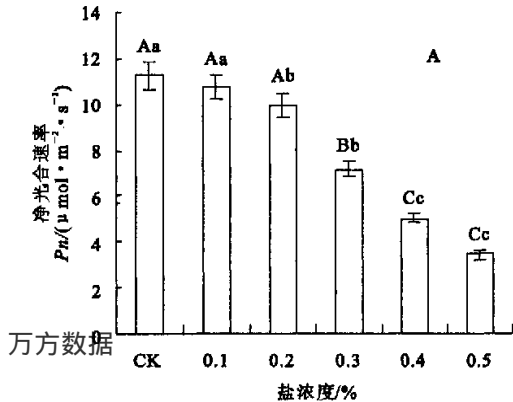


图 1 盐胁迫对金光杏梅叶片净光合速率(P_n)和气孔导度(G_s)的影响

Fig. 1 Effects of salt stress on P_n and G_s in Jinguang plum leaves

2.4 盐胁迫对金光杏梅蒸腾速率和细胞间 CO_2 浓度的影响

由图 2(A)可知,盐胁迫下,金光杏梅叶片的蒸腾速率均低于清水对照。在盐浓度为 0.1%~0.2% 时,金光杏梅蒸腾速率变化不大,与对照差异不显著,说明其能维持正常的蒸腾作用,但随着盐浓度的增加,在盐浓度为 0.3%~0.5% 时,金光杏梅蒸腾

速率下降幅度较大,较对照分别下降了 26.9%~54%,均达到差异极显著水平($P = 0.01$)。表明低浓度盐胁迫并不影响金光杏梅叶片的蒸腾作用,但中、高浓度盐胁迫对金光杏梅叶片蒸腾作用有显著的抑制作用。从图 2(B)可以看出,盐胁迫下,金光杏梅叶片的细胞间 CO_2 浓度有所上升,这可能是盐胁迫下叶肉细胞本身光合能力下降所致。

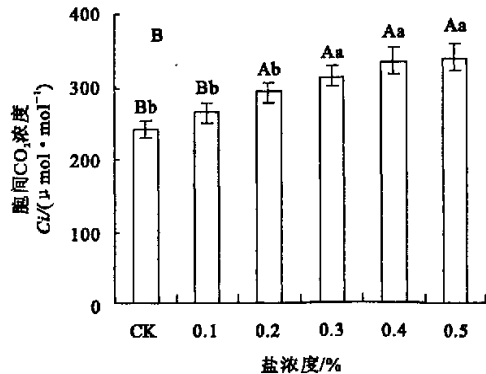
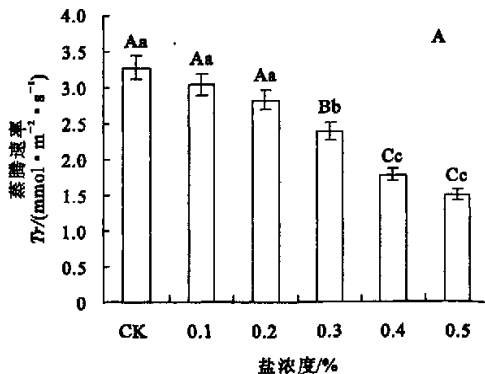


图 2 盐胁迫对金光杏梅叶片蒸腾速率(T_r)和细胞间隙 CO_2 浓度(C_i)的影响

Fig. 2 Effects of salt stress on T_r and C_i in Jinguang plum leaves

3 结论与讨论

植物生长的极限盐度是指植物生长在该盐度范围内,50%以上的植物能正常生长,超过该盐度时则50%以上的植物生长受到抑制,产量下降,即植物正常生长的外界最大盐度范围。从金光杏梅幼苗生长特征可以看出,盐胁迫降低了幼苗的株高、叶面积、叶鲜重、叶干重、茎干重、根干重。在盐浓度低于0.2%时,各项生长指标与对照差异不显著,幼苗能正常的生长,当盐浓度高于0.2%时,幼苗生长受到显著抑制,各项生长指标与对照达到差异显著水平。因此在本试验条件下,金光杏梅的极限盐浓度为0.2% NaCl。

盐胁迫下,金光杏梅叶绿素含量呈现下降趋势,其中叶绿素a下降幅度较大,叶绿素b较小,表明叶绿素a对盐胁迫较敏感,叶绿素b次之,这与房玉林^[3]等研究结果相一致。刁丰秋^[9]研究表明,盐胁迫下叶绿素含量下降的主要原因是盐胁迫下NaCl提高了叶绿素酶的活性,加速了叶绿素降解,同时抑制了叶绿素的合成。本试验发现,随着盐浓度的增加,金光杏梅叶片变小,叶色变浅,单位面积上的叶绿素含量降低。

盐胁迫使植物叶片净光合速率下降的主要因素主要是气孔部分关闭导致的气孔限制和叶肉细胞光合活性下降导致的非气孔限制。一般认为,盐胁迫下,植物净光合速率降低,气孔导度下降,而叶肉细胞仍在活跃地进行光合作用时,细胞间隙CO₂浓度也显著降低,这种情况是典型的气孔限制;相反,如果叶肉细胞本身光合能力下降,即使是在气孔导度降低的情况下,细胞间隙CO₂浓度也可能升高或者不变^[10,11]。郑国琦等^[2]研究认为,限制光合作用的气孔因素和非气孔因素二者之间并不是相互独立的,而是随胁迫时间的长短和胁迫浓度的变化而处于动态变化中。在盐浓度低于0.6%的条件下,枸杞光合下降的主要原因为气孔限制,而盐浓度大于0.6%

时,枸杞叶片由于盐离子,尤其是Cl⁻的大量积累,在气孔限制存在的前提下,非气孔限制成为光合下降的主要因素。王素平等^[13]认为,NaCl胁迫下,黄瓜叶片光合速率下降的原因,短期盐胁迫以气孔限制因素为主,随着盐胁迫时间的延长逐渐转为以非气孔限制因素为主,非气孔因素是盐胁迫导致黄瓜光合作用下降的主要原因。从本试验结果可以看出,经NaCl胁迫后,金光杏梅光合速率降低,气孔导度减小,而细胞间隙CO₂浓度升高,说明非气孔限制因素是盐胁迫导致金光杏梅光合作用下降的主要原因。

参考文献:

- [1] 杜中军,翟衡,潘志勇,等.盐胁迫下苹果砧木光合能力及光合色素的变化[J].果树学报,2001,18(4):200-203.
- [2] 冯长根,任玉华,李华.葡萄耐盐性研究进展[J].中外葡萄与葡萄酒,2004(3):12-15.
- [3] 房玉林,惠竹梅,高邦平,等.盐胁迫下葡萄光合特性的研究[J].土壤通报,2006,37(5):881-884.
- [4] 李青云,葛会波,胡淑明,等.钠盐和钙胁迫对草莓光合作用的影响[J].西北植物学报,2006,26(8):1713-1717.
- [5] 克热木·伊力,侯江涛,买合木提,等.盐胁迫对扁桃光合特征性和叶绿体超微结构的影响[J].西北植物学报,2006,26(11):2220-2226.
- [6] 姜卫兵,高光林,戴美松,等.盐胁迫对不同砧穗组合梨幼树光合日变化的影响[J].园艺学报,2003,30(6):653-657.
- [7] 高光林,姜卫兵,俞开锦,等.盐胁迫对果树光合生理的影响[J].果树学报,2003,20(6):493-497.
- [8] 李合生.植物生理生化实验原理和技术[M].北京:高等教育出版社,2000.
- [9] 刁丰秋,章文华,刘友良.盐胁迫对小麦叶片类囊体膜脂组成和功能的影响[J].植物生理学报,1997,23(2):105-110.
- [10] 钱琼秋,魏国强,朱祝军,等.不同品种黄瓜幼苗光合机构对盐胁迫的响应[J].科技通报,2004,20(5):459-463.
- [11] 朱新广,张其德,匡廷云.对小麦光合功能的伤害主要是由离子效应造成的[J].植物学通报,2000,17(4):360-365.
- [12] 郑国琦,许兴,徐兆桢,等.盐胁迫对枸杞光合作用的气孔与非气孔限制[J].西北农业学报,2002,11(3):87-90.
- [13] 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):0455-0461.