

# 盐胁迫对 3种黄瓜砧木幼苗光合特性的影响

朱 进<sup>1,2</sup>, 别之龙<sup>1\*</sup>

(<sup>1</sup>华中农业大学园艺林学学院, 园艺植物生物学教育部重点实验室, 武汉 430070; <sup>2</sup>长江大学园艺园林学院, 湖北荆州 434025)

**摘 要:** 研究不同浓度 (0、50、100、150 mmol·L<sup>-1</sup>) NaCl胁迫处理对 3种黄瓜砧木 (超级拳王南瓜、黑籽南瓜、超丰 8848瓠瓜) 幼苗生长、光合作用和叶绿素荧光参数的影响。结果表明, 随着 NaCl浓度增加, 3种砧木幼苗的地上部干鲜质量、株高、叶片数、叶片净光合速率、气孔导度、蒸腾速率逐渐降低。高盐 (150 mmol·L<sup>-1</sup> NaCl) 胁迫下, 超级拳王南瓜的初始荧光 (F<sub>0</sub>) 和黑籽南瓜的光化学猝灭系数 (qP) 显著降低, 而超丰 8848瓠瓜的 qP显著升高。与对照相比, 盐胁迫下 3种砧木幼苗叶片的 PS 最大光化学效率 (F<sub>v</sub>/F<sub>m</sub>) 没有降低, PS 电子传递量子效率 (PS) 无显著差异。盐胁迫下超级拳王南瓜和黑籽南瓜的叶绿素 a/b比值不变, 超丰 8848瓠瓜的叶绿素 a/b比值显著下降。

**关键词:** 黄瓜; NaCl胁迫; 砧木; 生长; 光合作用; 叶绿素荧光参数

**中图分类号:** S 642.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 0513-353X (2007) 06-1418-07

## Effects of NaCl Stress on Photosynthetic Characteristics of Three Cucumber Rootstock Seedlings

ZHU Jin<sup>1,2</sup> and BIE Zhi-long<sup>1\*</sup>

(<sup>1</sup>College of Horticulture and Forestry, Huazhong Agricultural University, Key Laboratory of Horticultural Plant Biology, Ministry of Education, Wuhan 430070, China; <sup>2</sup>College of Horticulture and Gardening, Yangtze University, Jingzhou, Hubei 434025, China)

**Abstract:** The effects of NaCl stress (0, 50, 100 and 150 mmol·L<sup>-1</sup>) on the growth, photosynthesis and chlorophyll fluorescence parameters of three cucumber rootstock seedlings (*Cucurbita moschata* Duch 'Chaoji Quanwang', *Cucurbita ficifolia* 'Heizi Nangua', *Lagenaria siceraria* Standl var *clavata* Makino 'Chaofeng 8848') were investigated. The results showed that the dry and fresh mass of shoot, plant height, leaf number, net photosynthetic rate, stomatal conductance and transpiration rate of three cucumber rootstock seedlings decreased gradually with increasing of NaCl concentrations. The initial fluorescence yield (F<sub>0</sub>) of 'Chaoji Quanwang' and the photochemical quenching (qP) of 'Heizi Nangua' decreased significantly, whereas qP of 'Chaofeng 8848' increased significantly under higher salt stress (150 mmol·L<sup>-1</sup> NaCl). The maximal photochemical efficiency of PS (F<sub>v</sub>/F<sub>m</sub>) did not decrease and there was no significant difference in the quantum efficiency of PS photochemistry (PS) under NaCl stress. The chlorophyll a/b ratio of 'Chaoji Quanwang' and 'Heizi Nangua' seedlings did not change significantly under NaCl salt stress, whereas that of 'Chaofeng 8848' decreased significantly.

**Key words:** Cucumber; NaCl stress; Rootstock; Plant growth; Photosynthesis; Chlorophyll fluorescence parameters

收稿日期: 2007 - 07 - 09; 修回日期: 2007 - 10 - 08

基金项目: 国家科技支撑计划项目 (2006BAD07B04); 湖北省科技攻关项目 (2003AA201C30); 武汉市科技攻关项目 (20062002040)

\* 通讯作者 Author for correspondence (E-mail: biezl001@yahoo.com.cn)

全世界可耕地面积的 20%和灌溉面积的 50%受到不同程度土壤次生盐渍化的影响 (Zhu, 2001), 设施栽培下的土壤次生盐渍化问题更加突出 (史庆华 等, 2004)。

黄瓜 (*Cucumis sativus* L.) 是设施栽培的主要蔬菜, 设施土壤盐渍化的发生常导致黄瓜产量和品质下降。因此如何提高黄瓜的耐盐性对于实现设施黄瓜的稳定生产具有重要的现实意义。嫁接是提高蔬菜耐盐性的有效措施 (Estañ et al, 2005), 但其前提是筛选出耐盐性强的砧木。深入研究不同砧木在盐胁迫下的生理反应, 有助于揭示不同砧木耐盐性的生理机制, 为研究嫁接提高耐盐性的机理打下良好基础。

近年来的研究表明, 不同种类的砧木耐盐性具有差异, 但其耐盐的生理机制尚不明确 (杜中军等, 2002; 张云起 等, 2003; 樊秀彩 等, 2004)。

叶绿素荧光是光合作用的探针, 通过对叶绿素荧光猝灭的分析, 可以了解植物叶片对光能的吸收和利用 (Maxwell & Johnson, 2000; Vicente et al, 2004)。本研究以耐盐性具有差异的 3个黄瓜砧木‘黑籽南瓜’、‘超级拳王’ (中国南瓜) 和‘超丰 8848’ (瓠瓜) 为材料 (朱进 等, 2006a), 采用水培试验, 对其在不同 NaCl胁迫下的生长、光合特性、叶绿素荧光参数、叶绿素含量等进行分析, 旨在探明 NaCl胁迫影响不同黄瓜砧木幼苗光合生理的机制, 为进一步研究嫁接对黄瓜幼苗光合生理的影响打下基础。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

试验用黄瓜砧木品种为‘黑籽南瓜’ (*Cucurbita ficifolia* ‘Heizi Nangua’)、中国南瓜‘超级拳王’ (*Cucurbita moschata* Duch ‘Chaoji Quanwang’) 和瓠瓜‘超丰 8848’ (*Lagenaria siceraria* Standl var *clavata* Makino ‘Chaofeng 8848’), 分别由云南省绿苗农业科技开发研究所、河北省四季蔬菜种子商行和中国农业科学院郑州果树研究所提供。

### 1.2 试验方法

田间试验于 2005年在华中农业大学连栋玻璃温室内进行, 室内试验在华中农业大学园艺植物生物学教育部重点实验室完成。

试验采用随机区组设计, 3个品种, NaCl浓度为 0、50、100、150 mmol · L<sup>-1</sup>, 共 12个处理, 每个处理 3次重复。

种子浸种催芽后播于装有蛭石 草炭 (体积比 1 2) 的 50孔穴盘中育苗, 当第 1片真叶显露后, 挑选生长一致的幼苗移入水培槽中, 水培营养液为 1/2 Hoagland配方。待幼苗第 1片真叶展开后分别用 0、50、100、150 mmol · L<sup>-1</sup>的 NaCl溶液处理 (每天递增 50 mmol · L<sup>-1</sup>, 到设定浓度为止)。试验期间温室内光照强度为 200 ~ 1 000 μmol · m<sup>-2</sup> · s<sup>-1</sup>, 温度 15 ~ 30 °C, 相对湿度 50% ~ 80%。

盐胁迫处理后第 10天, 采用英国 PP-systems公司生产的 TPS-1型光合测定仪测定叶片 (从植株顶部向下第一片完全展开功能叶) 的净光合速率、蒸腾速率、气孔导度和胞间 CO<sub>2</sub>浓度; 采用英国 Hansatech公司生产的 FMS2型便携式荧光仪, 参照周艳虹等 (2004) 方法测定上述相同叶片的叶绿素荧光参数: 光适应下打开内源光化光 (600 μmol · m<sup>-2</sup> · s<sup>-1</sup>), 测定 PS 量子效率

PS、光化学猝灭系数 qP, 暗适应 30 min后先照射检测光 (<0.05 μmol · m<sup>-2</sup> · s<sup>-1</sup>), 测定初始荧光 Fo, 再照射饱和脉冲光 (12 000 μmol · m<sup>-2</sup> · s<sup>-1</sup>), 测定 PS 最大光化学量子效率 Fv/Fm, 测定时间约 1.5 h。

盐胁迫处理后第 11天取全株鲜样, 测量株高、茎基部茎粗、地上部和根部鲜质量, 计算面积大于 2 cm<sup>2</sup>的叶片数。将叶、茎、根放入烘箱以 105 °C杀青 15 min, 70 °C烘干至恒质量, 分别测定地上

部和根部干质量。取测定过光合参数的叶片, 参照李合生 (2000) 的方法测定叶绿素含量。

统计方法数据用 Excel 2003 软件作图和计算, 用 SAS 8.1 软件进行方差分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 盐胁迫对黄瓜砧木幼苗生长的影响

从表 1 中可以看出, 随着 NaCl 浓度的增加, 3 个砧木的地上部干质量、鲜质量、株高和叶片数显著降低, 表明 NaCl 胁迫处理显著抑制了 3 个砧木地上部的生长。

根对盐胁迫的反应与地上部具有差异, 100 mmol · L<sup>-1</sup> 的 NaCl 处理下, 黑籽南瓜的根干质量显著低于对照; 150 mmol · L<sup>-1</sup> 的 NaCl 处理下, 各砧木的根干质量和茎粗显著低于对照, 表明砧木的地上部较根系对 NaCl 处理更加敏感。

不同砧木的耐盐性具有差异, 150 mmol · L<sup>-1</sup> 的 NaCl 处理下, 黑籽南瓜、超级拳王和超丰 8848 的地上部干质量分别是对照的 18.43%、23.45%和 28.45%, 表明高盐胁迫下黑籽南瓜生长受抑制程度最重, 超丰 8848 受抑制程度最轻。

表 1 盐胁迫对 3 种砧木幼苗生长的影响  
Table 1 Effects of NaCl stress on the growth of three rootstock seedlings

品种 Cultivar	NaCl (mmol · L <sup>-1</sup> )	地上部鲜质量 Shoot fresh mass (g)	地上部干质量 Shoot dry mass (g)	根干质量 Root dry mass (g)	株高 Plant height (cm)	茎粗 Stem diameter (cm)	叶片数 Leaf number
超级拳王 Chaoji Quanwang	0	92.9 ±4.5a	5.21 ±0.29a	0.33 ±0.02a	83.9 ±4.4a	0.74 ±0.02ab	7.6 ±0.2a
	50	63.2 ±3.5b	3.73 ±0.21b	0.39 ±0.03a	48.7 ±4.7b	0.77 ±0.02a	6.1 ±0.1b
	100	35.3 ±4.1c	2.41 ±0.28c	0.32 ±0.04a	27.2 ±1.6c	0.69 ±0.02b	5.4 ±0.2c
	150	18.6 ±2.5d	1.22 ±0.18d	0.17 ±0.02b	21.1 ±1.0c	0.57 ±0.02c	4.1 ±0.2d
黑籽南瓜 Heizi Nangua	0	58.2 ±4.7a	3.64 ±0.32a	0.25 ±0.03a	116.7 ±6.8a	0.52 ±0.01ab	10.1 ±0.4a
	50	40.4 ±5.9b	2.56 ±0.35b	0.26 ±0.04a	77.3 ±11.3b	0.55 ±0.02a	7.7 ±0.6b
	100	14.9 ±1.9c	1.14 ±0.13c	0.13 ±0.02b	21.4 ±1.6c	0.46 ±0.03bc	5.3 ±0.2c
	150	7.7 ±0.8c	0.67 ±0.06c	0.08 ±0.01b	16.9 ±1.2c	0.41 ±0.02c	4.1 ±0.2d
超丰 8848 Chaofeng 8848	0	46.8 ±4.6a	2.73 ±0.27a	0.32 ±0.04a	65.3 ±8.5a	0.77 ±0.02ab	6.5 ±0.3a
	50	31.6 ±2.0b	1.91 ±0.13b	0.28 ±0.02a	38.9 ±3.0b	0.82 ±0.03a	5.8 ±0.2b
	100	19.4 ±1.2c	1.17 ±0.10c	0.28 ±0.03a	17.5 ±1.7c	0.71 ±0.03b	4.6 ±0.2c
	150	11.4 ±0.8c	0.78 ±0.05c	0.17 ±0.01b	14.4 ±0.5c	0.57 ±0.01c	3.5 ±0.2d

注: 数据为 3 次重复的平均值 ±标准误, 同列的同一品种的不同字母表示经邓肯氏检验差异显著性达到 0.05 水平。

Note: Data in the column are the means ±SE of three repetitions, different letters in the column within the same cultivar indicate significant difference by Duncan's multiple range test at 0.05 level

### 2.2 盐胁迫对黄瓜砧木幼苗光合作用的影响

从表 2 可以看出, 与对照相比, 50 mmol · L<sup>-1</sup> 的 NaCl 处理下, 超级拳王的净光合速率、蒸腾速率、气孔导度均显著降低, 黑籽南瓜的蒸腾速率、气孔导度显著降低; 100 mmol · L<sup>-1</sup> 的 NaCl 处理下, 3 个砧木的净光合速率、蒸腾速率、气孔导度均显著降低; 150 mmol · L<sup>-1</sup> 的 NaCl 处理下, 黑籽南瓜、超级拳王和超丰 8848 的净光合速率分别是对照的 7.14%、29.50%和 52.04%, 蒸腾速率分别是对照的 14.57%、24.10%和 47.30%, 气孔导度分别是对照的 6.79%、9.39%和 24.19%, 表明高盐胁迫处理显著抑制了 3 个砧木的光合作用, 黑籽南瓜在高盐胁迫下的光合作用受抑制程度最重, 超丰 8848 受抑制程度最轻。

表 2 盐胁迫对 3 种砧木幼苗光合作用的影响

Table 2 Effects of NaCl stress on the photosynthesis of three rootstock seedlings

品种 Cultivar	NaCl (mmol · L <sup>-1</sup> )	净光合速率 Net photosynthetic rate (μmol · m <sup>-2</sup> · s <sup>-1</sup> )	细胞间隙 CO <sub>2</sub> 浓度 Intercellular CO <sub>2</sub> concentration (μg · g <sup>-1</sup> )	气孔导度 Stomatal conductance (mmol · m <sup>-2</sup> · s <sup>-1</sup> )	蒸腾速率 Transpiration rate (mmol · m <sup>-2</sup> · s <sup>-1</sup> )
超级拳王 Chaoji Quanwang	0	10.7 ±0.9a	274.9 ±9.9a	402.7 ±54.7a	5.81 ±0.95a
	50	4.6 ±0.5b	267.0 ±12.9a	112.3 ±9.8b	2.99 ±0.32b
	100	4.4 ±1.7bc	237.1 ±39.2ab	60.2 ±22.4c	1.93 ±0.79c
	150	3.2 ±0.6c	209.2 ±17.1b	37.8 ±3.1c	1.40 ±0.22c
黑籽南瓜 Heizi Nangua	0	6.1 ±0.2a	279.9 ±18.6ab	250.3 ±60.0a	5.01 ±0.94a
	50	6.9 ±1.2a	208.1 ±10.4c	105.4 ±26.6b	2.94 ±0.41b
	100	3.0 ±1.6b	262.5 ±25.2bc	48.7 ±19.5c	1.56 ±0.56c
	150	0.2 ±0.3c	331.7 ±32.5a	17.0 ±1.2d	0.73 ±0.10c
超丰 8848 Chaofeng 8848	0	14.7 ±1.2a	255.6 ±6.2a	496.1 ±28.6a	7.40 ±0.78a
	50	14.5 ±1.1a	255.6 ±5.4a	478.1 ±57.7a	7.17 ±0.68a
	100	10.6 ±3.0b	216.3 ±19.1b	243.9 ±87.5b	4.47 ±1.35b
	150	7.7 ±1.2b	217.3 ±5.5b	120.0 ±24.9c	3.50 ±0.53c

注：数据为 3 次重复的平均值 ±标准误，同列的同一品种的不同字母表示经邓肯氏检验差异显著性达到 0.05 水平。  
Note: Data in the column are the means ±SE of three repetitions, different letters in the column within the same cultivar indicate significant difference by Duncan's multiple range tests at 0.05 level

2.3 盐胁迫对黄瓜砧木幼苗叶绿素荧光参数的影响

PS 最大光化学效率 Fv/Fm 代表 PS 原初光能转化效率，其下降表明 PS 受到损伤，植物受到光抑制（史庆华 等，2004）。表 3 中，无论低 NaCl 处理还是高 NaCl 处理下，3 个砧木的 Fv/Fm 与对照相比无差异或升高，说明 3 个砧木在 NaCl 胁迫下均没有产生光抑制。

PS 电子传递量子效率 PS 反映了 PS 反应中心部分关闭情况下的实际光能捕获效率，与碳同化反应的强度密切相关，PS 的降低将影响 ATP、NADPH 等同化力的形成（史庆华 等，2004；魏国强 等，2004）。从表 3 可知，NaCl 胁迫下 3 个砧木的 PS 与对照相比均无显著差异，说明 NaCl 胁迫对 3 个砧木的 ATP、NADPH 等同化力的形成无显著影响。

表 3 盐胁迫对 3 种砧木幼苗叶绿素荧光参数的影响

Table 3 Effects of NaCl stress on chlorophyll fluorescence parameters of three rootstock seedlings

品种 Cultivar	NaCl (mmol · L <sup>-1</sup> )	Fo	Fv/Fm	PS	qP
超级拳王 Chaoji Quanwang	0	270 ±4a	0.807 ±0.012c	0.661 ±0.047a	0.932 ±0.030a
	50	264 ±5a	0.813 ±0.003bc	0.630 ±0.068a	0.868 ±0.071a
	100	260 ±7ab	0.827 ±0.008ab	0.576 ±0.056a	0.830 ±0.048a
	150	240 ±9b	0.833 ±0.006a	0.651 ±0.038a	0.899 ±0.047a
黑籽南瓜 Heizi Nangua	0	305 ±13a	0.766 ±0.009b	0.631 ±0.026ab	0.926 ±0.022a
	50	316 ±5a	0.801 ±0.007ab	0.685 ±0.025a	0.959 ±0.010a
	100	244 ±14b	0.826 ±0.009a	0.670 ±0.024a	0.947 ±0.012a
	150	300 ±23a	0.783 ±0.048ab	0.502 ±0.079b	0.789 ±0.088b
超丰 8848 Chaofeng 8848	0	295 ±20ab	0.790 ±0.017b	0.611 ±0.055a	0.830 ±0.059b
	50	301 ±17a	0.801 ±0.010ab	0.667 ±0.036a	0.912 ±0.030ab
	100	307 ±9a	0.796 ±0.009b	0.695 ±0.046a	0.922 ±0.038ab
	150	257 ±6b	0.825 ±0.007a	0.713 ±0.012a	0.964 ±0.009a

注：数据为 3 次重复的平均值 ±标准误，同列的同一品种的不同字母表示经邓肯氏检验差异显著性达到 0.05 水平。  
Note: Data in the column are the means ±SE of three repetitions, different letters in the column within the same cultivar indicate significant difference by Duncan's multiple range tests at 0.05 level

光化学猝灭系数  $qP$  是对原初电子受体质体醌  $Q_A$  氧化态的一种量度, 代表 PS 反应中心开放部分的比例, 可以反映光合电子链的电子传递速率,  $qP$  较高说明光合电子传递的速率较快 (史庆华等, 2004)。从表 3 可知,  $150\text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  的 NaCl 处理下, 超级拳王的  $qP$  与对照仍无显著差异, 黑籽南瓜的  $qP$  显著下降, 超丰 8848 的  $qP$  显著升高, 表明高盐胁迫对 3 个砧木的影响有差异, 对超级拳王的光合电子传递速率无显著影响, 黑籽南瓜的光合电子传递速率降低, 而超丰 8848 的光合电子传递速率增加。

#### 2.4 盐胁迫对黄瓜砧木叶片叶绿素含量的影响

与对照相比, 超级拳王的叶绿素 a 和 b 在  $100$ 、 $150\text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  的 NaCl 胁迫下显著增加, 分别增加了  $11.58\%$ 、 $10.98\%$  和  $6.91\%$ 、 $9.81\%$ ; 黑籽南瓜的叶绿素 a 和 b 在  $50$ 、 $100$ 、 $150\text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  的 NaCl 胁迫下均显著增加, 分别增加了  $28.27\%$ 、 $46.64\%$ 、 $37.60\%$  和  $31.24\%$ 、 $50.25\%$ 、 $36.53\%$ ; 但两个砧木的叶绿素 a/b 比值无显著变化。而超丰 8848 的叶绿素 a 在  $100$ 、 $150\text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  的 NaCl 胁迫下显著降低, 分别降低了  $17.76\%$ 、 $19.70\%$ , 叶绿素 b 在  $100\text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  的 NaCl 胁迫下显著增加, 增加了  $31.45\%$ , 叶绿素 a/b 比值在  $100$ 、 $150\text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  的 NaCl 胁迫下显著降低, 分别降低了  $37.33\%$ 、 $24.47\%$ 。

### 3 讨论

本试验中,  $50\text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  的 NaCl 胁迫下, 3 个砧木的叶绿素荧光参数与对照相比均无显著差异,  $100$ 、 $150\text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  的 NaCl 胁迫下, 3 个砧木的原初光能转化效率  $F_v/F_m$  仍没有降低, 即对 3 个砧木没有产生光抑制, 3 个砧木的 PS 非环式电子传递的量子效率  $PS$  也无显著差异, 即不影响其 ATP、NADPH 的形成。但在  $100$ 、 $150\text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  的 NaCl 胁迫下, 3 个耐盐砧木的光合速率、蒸腾速率、气孔导度均显著下降, 导致了地上部干鲜质量、株高和叶片数显著降低 (表 1), 这与钱琼秋等 (2004) 和朱进等 (2006b) 在黄瓜中的研究结果一致。

盐胁迫下光合作用受抑制是多因素共同作用的结果, 既包括渗透胁迫引起的气孔限制因素, 也包括非气孔限制因素 (郭书奎和赵可夫, 2001)。

一般认为, 如果胁迫使气孔导度减少而叶肉细胞仍在活跃地进行光合作用时, 胞间  $\text{CO}_2$  浓度应有明显下降, 这种情况是典型的气孔限制所致, 而如果叶肉细胞本身光合能力显著降低, 即使在气孔导度较低的情况下, 胞间  $\text{CO}_2$  浓度也可能升高或不变, 这时非气孔限制成了光合降低的主要因素 (Farquhar & Sharkey, 1982; 钱琼秋等, 2004)。本试验中, 随着 NaCl 浓度增加, 超级拳王、超丰 8848 的胞间  $\text{CO}_2$  浓度呈下降趋势, 黑籽南瓜的胞间  $\text{CO}_2$  浓度呈先下降后上升趋势 (表 2), 因此, 超级拳王和超丰 8848 在盐胁迫下光合速率降低的原因主要是气孔限制造成的, 而黑籽南瓜在盐胁迫下光合速率降低的原因主要是受非气孔限制造成的。

初始荧光  $F_0$  的大小取决于 PS 天线色素内的最初光子密度、天线色素之间以及天线色素到 PS 反应中心的激发能传递有关的结构状态, 非光化学能耗散可以使  $F_0$  降低 (魏国强等, 2004), PS 反应中心光化学伤害可使  $F_0$  升高 (史庆华等, 2004),  $F_0$  不变表明光合作用光系统的潜在状态转换能力未受到显著影响 (惠红霞等, 2004)。本试验中,  $50\text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  的 NaCl 处理下, 3 个砧木的初始荧光  $F_0$  与对照相比无显著差异; 随着 NaCl 处理浓度的增加, 超级拳王的初始荧光  $F_0$  显著降低; 黑籽南瓜的初始荧光  $F_0$  先降后升; 超丰 8848 的  $F_0$  与对照无显著差异 (表 3), 表明高盐胁迫下超级拳王的 PS 系统热耗散提高, 黑籽南瓜的 PS 反应中心受到光化学伤害, 而对超丰 8848 的 PS 潜在状态转换能力无显著影响。3 个砧木的 PS 对盐胁迫的生理反应机制存在差异的原因, 可能与本试验中的 3 个砧木分属不同种类有关。

本试验中,  $150\text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  的 NaCl 胁迫下, 超级拳王的  $qP$  与对照相比无显著差异, 黑籽南瓜的

qP显著下降,影响了其光合电子传递速率,超丰 8848的 qP显著增加,增加了其传递光合电子的能力,说明高盐胁迫下超级拳王的光合电子传递性能优于黑籽南瓜,但不及超丰 8848。这可能是超级拳王、黑籽南瓜和超丰 8848对盐胁迫在光合反应机制上的差异。

3个黄瓜砧木中,黑籽南瓜的光合特性、叶绿素荧光参数受影响最大,生长受抑制程度最大,超丰 8848的光合特性、叶绿素荧光参数受影响最小,生长受抑制最小,说明 3个砧木相对而言黑籽南瓜最不耐盐,超丰 8848最耐盐,这与前文(朱进等,2006a)的研究相一致,同时也表明盐胁迫下砧木叶片的光合能力和叶绿素荧光参数的变化与砧木的耐盐性密切相关。

嫁接提高植物耐盐性的关键在于耐盐砧木阻止盐分离子向接穗的运输,嫁接后植物的耐盐性主要由砧木决定(Estañ et al, 2005),但对砧木耐盐性的鉴别一般要进行生长指标的破坏性测定。本试验的结果表明,砧木叶片的光合能力和叶绿素荧光参数可以很好反映砧木的耐盐性,因此通过对光合能力和叶绿素荧光参数的深入分析,不仅可以很好揭示不同砧木耐盐性差异的生理机制,而且今后可以将光合能力和叶绿素荧光参数作为砧木耐盐性检测的快速无损探针,对于实现耐盐性的快速鉴定具有重要意义。

对同一植物而言,叶绿素 a/b比值的降低反映类囊体膜的垛叠程度降低,膜垛叠的减少降低了植物对光量子的有效吸收、传递和利用,使激发能不能迅速到达可被利用的位置,从而降低光能转化为生物化学能的效率(刘志华等,2007)。本试验中,超丰 8848砧木在高盐胁迫下叶绿素 a/b比值下降,而 NaCl胁迫下超级拳王和黑籽南瓜叶绿素 a/b比值不变。说明高盐胁迫下降低了超丰 8848光能转化为生物化学能的效率,而超级拳王和黑籽南瓜的光能转化效率没受影响。这可能是超级拳王和黑籽南瓜 2个南瓜砧木与超丰 8848瓠瓜对盐胁迫在光合反应机制上的又一差异。

## References

- Du Zhong-jun, Zhai Heng, Luo Xin-shu, Cheng Shu-han, Pan Zhi-yong. 2002. Salt-tolerance identification on apple rootstocks. *Journal of Fruit Science*, 19 (1): 4 - 7. (in Chinese)
- 杜中军, 翟衡, 罗新书, 程述汉, 潘志勇. 2002. 苹果砧木耐盐性鉴定及其指标判定. *果树学报*, 19 (1): 4 - 7.
- Estañ M T, Martínez-Rodríguez M M, Pérez-Alfócea F, Flowers T J, Bolarin M C. 2005. Grafting raises the salt tolerance of tomato through limiting the transport of sodium and chloride to the shoot. *Journal of Experimental Botany*, 56 (412): 703 - 712.
- Fan Xiu-cai, Liu Chong-huai, Pan Xing, Guo Jing-nan, Li Min. 2004. Evaluation of salt tolerance of grape rootstocks under hydroponic culture conditions. *Journal of Fruit Science*, 21 (2): 128 - 131. (in Chinese)
- 樊秀彩, 刘崇怀, 潘兴, 郭景南, 李民. 2004. 水培条件下葡萄砧木对氯化钠的耐性鉴定. *果树学报*, 21 (2): 128 - 131.
- Farquhar G D, Sharkey T D. 1982. Stomatal conductance and photosynthesis. *Annual Review of Plant Physiology*, 33: 317 - 345.
- Guo Shu-kui, Zhao Ke-fu. 2001. The possible mechanisms of NaCl inhibit photosynthesis of maize seedling. *Acta Phytophysiologica Sinica*, 27 (6): 461 - 466. (in Chinese)
- 郭书奎, 赵可夫. 2001. NaCl胁迫抑制玉米幼苗光合作用的可能机理. *植物生理学报*, 27 (6): 461 - 466.
- Hui Hong-xia, Xu Xing, Li Shou-ming. 2004. Possible mechanism of inhibition on photosynthesis of *Lycium barbarum* under salt stress. *Chinese Journal of Ecology*, 23 (1): 5 - 9. (in Chinese)
- 惠红霞, 许兴, 李守明. 2004. 盐胁迫抑制枸杞光合作用的可能机理. *生态学杂志*, 23 (1): 5 - 9.
- Li He-sheng. 2000. Principle and technology of plant physiological and biochemical experiment. Beijing: Higher Education Press. 134 - 137. (in Chinese)
- 李合生. 2000. 植物生理生化实验原理和技术. 北京: 高等教育出版社: 134 - 137.
- Liu Zhi-hua, Shi Li-ran, Bai Li-rong, Zhao Ke-fu. 2007. Effects of salt stress on the contents of chlorophyll and organic solutes in *Aeluropus litoralis* var. *sinensis* Debeaux. *Journal of Plant Physiology and Molecular Biology*, 33 (2): 165 - 172. (in Chinese)
- 刘志华, 时丽冉, 白丽荣, 赵可夫. 2007. 盐胁迫对獐毛叶绿素和有机溶质含量的影响. *植物生理与分子生物学学报*, 33 (2): 165 - 172.
- Maxwell K, Johnson G N. 2000. Chlorophyll fluorescence - a practical guide. *Journal of Experimental Botany*, 51 (345): 659 - 668.

- Qian Qiong-qiu, Wei Guo-qiang, Zhu Zhu-jun, Li Juan. 2004. Response of photosynthetic apparatus in the seedlings of different cucumber cultivars to salt stress. *Bulletin of Science and Technology*, 20 (5): 459 - 463. (in Chinese)
- 钱琼秋, 魏国强, 朱祝军, 李娟. 2004. 不同品种黄瓜幼苗光合机构对盐胁迫的响应. *科技通报*, 20 (5): 459 - 463.
- Shi Qing-hua, Zhu Zhu-jun, Khalida Al-aghabary, Qian Qiong-qiu. 2004. Effects of iso-osmotic  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  and NaCl treatment on photosynthesis in leaves of tomato. *Plant Nutrition and Fertilizer Science*, 10 (2): 188 - 191. (in Chinese)
- 史庆华, 朱祝军, Khalida Al-aghabary, 钱琼秋. 2004. 等渗  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  和 NaCl 胁迫对番茄光合作用的影响. *植物营养与肥料学报*, 10 (2): 188 - 191.
- Vicente O, Boscaiu M, Naranjo M A, Estrelles E, Belles J M, Soriano P. 2004. Responses to salt stress in the halophyte *Plantago crassifolia* (Plantaginaceae). *Journal of Arid Environments*, 58: 463 - 481.
- Wei Guo-qiang, Zhu Zhu-jun, Fang Xue-zhi, Li Juan, Cheng Jun. 2004. The effects of NaCl stress on plant growth, chlorophyll fluorescence characteristics and active oxygen metabolism in seedlings of two cucumber cultivars. *Scientia Agricultura Sinica*, 37 (11): 1754 - 1759. (in Chinese)
- 魏国强, 朱祝军, 方学智, 李娟, 程俊. 2004. NaCl 胁迫对不同品种黄瓜幼苗生长、叶绿素荧光特性和活性氧代谢的影响. *中国农业科学*, 37 (11): 1754 - 1759.
- Zhang Yun-qi, Liu Shi-qi, Yang Feng-juan, Li Dong-fang. 2003. Study on screening of salt-tolerant watermelon stock and mechanism of salt-tolerance. *Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica*, 12 (4): 105 - 108. (in Chinese)
- 张云起, 刘世琦, 杨凤娟, 李东方. 2003. 耐盐西瓜砧木筛选及其耐盐机理的研究. *西北农业学报*, 12 (4): 105 - 108.
- Zhou Yan-hong, Huang Li-feng, Yu Jing-quan. 2004. Effects of sustained chilling and low light on gas exchange, chlorophyll fluorescence quenching and absorbed light allocation in cucumber leaves. *Journal of Plant Physiology and Molecular Biology*, 30 (2): 153 - 160. (in Chinese)
- 周艳虹, 黄黎锋, 喻景权. 2004. 持续低温弱光对黄瓜叶片气体交换、叶绿素荧光猝灭和吸收光能分配的影响. *植物生理与分子生物学报*, 30 (2): 153 - 160.
- Zhu Jin, Bie Zhi-long, Li Ya-na. 2006a. Evaluation of salt resistance of cucumber at seed germination and rootstock-seedling stages. *Scientia Agricultura Sinica*, 39 (4): 772 - 778. (in Chinese)
- 朱进, 别之龙, 李娅娜. 2006a. 黄瓜种子萌芽期及嫁接砧木幼苗耐盐力评价. *中国农业科学*, 39 (4): 772 - 778.
- Zhu Jin, Bie Zhi-long, Li Ya-na. 2006b. Effects of salt stress on plant growth and photosynthesis of different genotypes of cucumber seedlings. *Journal of Shenyang Agricultural University*, 37 (3): 476 - 478. (in Chinese)
- 朱进, 别之龙, 李娅娜. 2006b. 盐胁迫对不同基因型黄瓜幼苗生长和光合作用的影响. *沈阳农业大学学报*, 37 (3): 476 - 478.
- Zhu J K. 2001. Plant salt tolerance. *Trends in Plant Science*, 6 (2): 66 - 71.

**News**

## 《园艺学报》2008年改为月刊

《园艺学报》是中国园艺学会主办的学术期刊,创刊于1962年,刊载有关果树、蔬菜、观赏植物、茶及药用植物等方面的学术论文、研究简报、专题文献综述、问题与讨论、新技术新品种以及园艺研究动态与信息,适合园艺科研人员、大专院校师生及农业技术推广部门专业技术人员阅读参考。

2007年《园艺学报》为双月刊,双月25日出版。每期定价20.00元,全年120.00元。

2008年改为月刊,每月25日出版。每期定价15.00元,全年180.00元。

国内外公开发行,全国各地邮局办理订阅,国内邮发代号82-471,国外发行由中国国际图书贸易总公司承办,代号M448。漏订者可直接寄款至本编辑部订购。

编辑部地址:北京市海淀区中关村南大街12号中国农业科学院蔬菜花卉研究所《园艺学报》编辑部。

邮政编码:100081;电话:(010)68919523。