

# 持续盐胁迫对制干辣椒光合作用的影响

李汉钊, 吉雪花, 郭鹏博, 贾昕, 杨曦

(石河子大学农学院, 新疆石河子 832003)

**摘要:**以“日本金塔”、“赤峰板椒”、“改良佳线”3种制干辣椒为试材,从辣椒现蕾期开始,利用碳酸氢钠进行持续盐胁迫,分析3个品种的光合参数变化,探讨不同品种辣椒对持续盐胁迫的抗性反应。结果表明:持续盐胁迫下“改良佳线”的耐盐性较好,并且耐盐特征在处理早期即有表现;“日本金塔”的耐盐性次于“改良佳线”,光合系统受到的胁迫程度较小;“赤峰板椒”的耐盐性较弱,长期盐胁迫下“赤峰板椒”光合系统受到较大的损伤;不同浓度盐处理结果表明,30 mmol/L的盐浓度对3种辣椒的光合作用有一定的促进作用,60 mmol/L的盐浓度对光合作用及荧光参数影响不显著,较高的盐浓度90 mmol/L对3种辣椒的光合作用有明显的抑制作用。

**关键词:**持续盐胁迫;辣椒;光合;荧光

**中图分类号:**S 641.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)09-0001-05

新疆是我国最大的制干辣椒生产基地,其生产的干椒具有产量高、个头大、辣味适中、糖分高、口味佳、红色素含量高等优点,在产量和品质方面优于国内其它干椒。近年来,随着新疆农业产业结构的调整,以制干椒为主的红色产业异军突起,成为仅次于加工番茄的第二大蔬菜作物。

新疆地处欧亚大陆腹地,降水稀少,蒸发强烈,使地表土壤积累了大量的盐离子,导致大面积的盐碱化。然而辣椒根系较浅、易木质化,对土壤环境非常敏感。盐碱土成为限制新疆制干辣椒大面积生产的主要环境因素。因此克服土壤盐碱化是发展新疆制干辣椒产业的主要任务之一。

盐胁迫对植物光合作用的影响已有了大量研究<sup>[1-6]</sup>。在前人的研究中,对辣椒<sup>[1]</sup>、番茄<sup>[2]</sup>、葡萄<sup>[3]</sup>、黄瓜<sup>[4]</sup>、水稻<sup>[5]</sup>、甜菜<sup>[6]</sup>等重要作物在盐胁迫下光合作用的变化趋势已有了深刻的研究。盐胁迫下植物光合过程受到的影响是多样的,其中最主要的是2个方面的变化,即光合速率和叶绿素荧光参数。研究表明,盐胁迫下植物叶片中叶绿素含量呈先上升后降低的趋势,从而使光合速率下降<sup>[7-8]</sup>。公婷婷等<sup>[3]</sup>研究表明,盐胁迫下葡萄光合速

率呈现下降趋势。王波等<sup>[9]</sup>研究表明,燕麦在盐胁迫下光合受到影响,低盐浓度促进光合速率的提高,随着盐浓度的增强光合速率逐渐降低。董洁等<sup>[10]</sup>的研究表明,菊苣的光合速率随着土壤盐度的增大而下降。辣椒光合速率除与盐浓度高低有关外,还与品种有关。郑佳秋等<sup>[11]</sup>研究表明不同辣椒表现不同的耐盐性。姜伟等<sup>[12]</sup>研究表明,硫酸钾盐对辣椒光合作用影响较强,其次是硝酸钾盐,再次是二者的混盐,都表现为光合速率下降。

该研究以“改良佳线”、“赤峰板椒”以及“日本金塔”3类果型及农艺性状差异较大的制干辣椒品种为试材,采用不同浓度的碳酸氢钠(碱性盐)处理,比较在持续碱性盐胁迫下制干辣椒叶片光合作用的变化趋势,探明3个制干辣椒品种对碱性盐的耐受性,为区域化选择制干辣椒品种奠定理论基础。同时,也能深入揭示碱性盐胁迫对辣椒光合作用的影响机理。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试材料为“改良佳线”(A品种,线椒)、“赤峰板椒”(B品种,板椒)、“日本金塔”(C品种,朝天椒)3种制干辣椒,以上品种均购买自石河子市蔬菜研究所。

### 1.2 试验方法

2013年4月15日准备花盆及基质,花盆直径30 cm,高45 cm,营养土主要由园土:甘草渣:蛭石=5:2:1组成,每盆装土约6.7 kg。2013年4月20日盆内直播点种。每盆点播3~4粒辣椒种子。待苗长至现蕾初期(6月20日)开始进行碳酸氢钠胁迫处理。碳酸氢钠的浓度分别设为30、60、90 mmol/L,试验采用持续盐溶液

**第一作者简介:**李汉钊(1992-),男,硕士研究生,研究方向为园艺植物盐碱逆境生理。E-mail:732826766@qq.com.

**责任作者:**吉雪花(1977-),女,博士,副教授,现主要从事园艺植物逆境生理生态等研究工作。

**基金项目:**国家自然科学基金资助项目(41361097);石河子大学高层次人才资助项目(RCZX201315)。

**收稿日期:**2015-12-30

定量浇灌的方式进行胁迫,每盆每次浇灌盐溶液 1 L。处理后分别在盛花期(7月16日),坐果期(7月21日),果实膨大期(7月29日)和转色期(8月18日)进行光合及荧光指标测定。

### 1.3 项目测定

2013年7月16日第1次测定光合指标,测定3个品种的辣椒在开花期的光合指标,分别测定净光合速率(Pn)值、光下活化光条件下的荧光值(Fs)、饱和和脉冲条件下的荧光(Fm')、光系统II(PSII)、最小荧光值(F<sub>0</sub>)、最大荧光值(Fm),以及最大量子产率(Fv/Fm)值。在测定过程中选取的叶片要一致,避免光合午休现象。暗反应时,叶片在黑暗中的时间在30 min以上。同时,设置对照组,每处理3次重复。测定光合用 CIRAS-2 型光合仪,测定荧光用 FMS2 脉冲可调制式荧光仪。根据 FMS2 脉冲可调制式荧光仪使用说明,荧光参数的计算方法分别为:光适应下实际光化学效率  $\Phi(PSII) = (Fm' - Fs) / Fm'$ ;光化学淬灭系数  $qP = (Fm' - Fs) / (Fm' - F_0')$ ;非光化学淬灭系数  $NPQ = (Fm - Fm') / Fm'$ 。

### 1.4 数据分析

试验数据采用 Excel 2003 进行整理,采用 SPSS 17.0

软件进行方差分析,利用 Origin 7.5 软件进行制图。

## 2 结果与分析

### 2.1 持续盐胁迫对制干辣椒净光合速率的影响

由图1可知,7月16日A品种CK的Pn值为  $4.0 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ,而盐胁迫后,各浓度Pn分别为7.8、7.7、5.8  $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ,分别是对照的1.95、1.93、1.45倍,说明第1次处理时“改良佳线”光合系统并没有受到盐胁迫的抑制。随着胁迫次数增加,坐果期(7月21日)对照光合速率明显上升,而各浓度盐胁迫处理下的Pn却出现逐渐下降趋势,并且不同盐胁迫浓度之间差异显著。至果实膨大期(7月29日),对照及30 mmol/L和60 mmol/L盐胁迫下“改良佳线”叶片光合速率较之前有所上升。90 mmol/L盐胁迫下的Pn值出现大幅度的降低,与对照相比下降了48%。随着处理次数的增加,至转色期(8月18日)90 mmol/L盐胁迫下的Pn值又大幅度上升,与7月29日相比上升1倍,表明在累积处理中,随着盐量累积,“改良佳线”的Pn值表现出先高于对照,然后逐渐低于对照,最终又缓慢高出对照的现象,逐渐诱导出耐盐性。

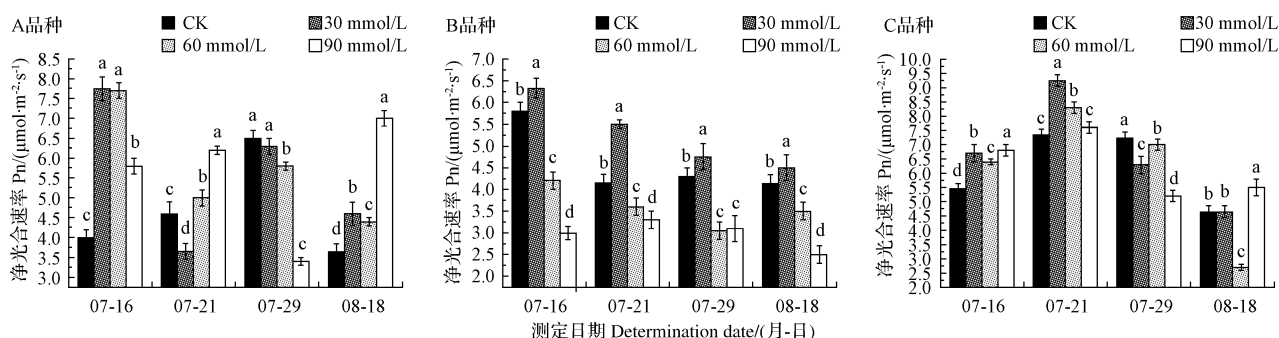


图1 持续盐胁迫对制干辣椒净光合速率的影响

Fig. 1 Effect of salt stress on photosynthesis rate of dry pepper

7月16日B品种“赤峰板椒”对照Pn值为  $5.8 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ,各盐浓度胁迫下的Pn值分别为6.3、4.2、2.3、0  $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ,首次盐胁迫后即表现出明显的下降趋势,但是在30 mmol/L盐胁迫下的Pn值高于对照,说明30 mmol/L的盐胁迫刺激了“赤峰板椒”的光合作用,而90 mmol/L盐胁迫较对照下降幅度最大,仅为对照的51%,表明“赤峰板椒”对高盐浓度较敏感。随着胁迫次数增加,7月21日和7月29日“赤峰板椒”的Pn值均表现为下降趋势,而30 mmol/L盐胁迫下的Pn值虽然下降但始终高于对照,说明30 mmol/L的盐胁迫对于该品种光合有刺激作用。随着盐累积量变大,8月18日该品种Pn值随着盐胁迫的加大逐渐升高,表明“赤峰板椒”开始产生耐盐性,但该品种耐盐性出现较晚,前期胁迫时大量材料枯萎死亡。

前2次胁迫后(7月16日和7月21日),“日本金

塔”在各浓度盐胁迫下的Pn值均表现为上升趋势且高于对照,其中30 mmol/L盐胁迫下的Pn值变化最明显,从  $5.5 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  上升至  $7.4 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ,随着时间的延长,盐的累积量变大,7月29日“日本金塔”的光合速率开始受到盐胁迫的影响,各浓度的Pn值均呈现下降趋势,其中30 mmol/L和90 mmol/L盐胁迫下的Pn值下降最为明显,8月18日30 mmol/L和60 mmol/L盐胁迫下的Pn值仅为7月21日同等盐浓度下的50.0%和33.3%。因此“日本金塔”在处理前期对盐的敏感性不高,光合速率没有受到明显的影响,但随着盐胁迫次数的增加,盐累积量加大,其光合速率开始受到抑制。

综上所述,“改良佳线”从处理开始就表现为较高的耐盐性与不敏感性,“赤峰板椒”前期即表现出较高的盐敏感性,而“日本金塔”在处理前期虽然表现为较低的盐敏感性,但随着持续处理的时间加长,其光合速率受到

抑制,因此其耐盐性介于“赤峰板椒”和“改良佳线”之间。

## 2.2 持续盐胁迫对制干辣椒 Fv/Fm、 $\Phi(PSII)$ 、NPQ 及 qP 的影响

### 2.2.1 持续盐胁迫对制干辣椒 Fv/Fm 的影响

光化学量子效率 Fv/Fm 指没有遭受任何环境胁迫并经过充分暗适应的叶片,其 PSII 最大的(潜在)光化学量子效率。从图 2 持续盐胁迫下不同品种制干辣椒 Fv/Fm 值的变化可知,随着处理次数增加,盐累积量加大,30 mmol/L 盐胁迫下“改良佳线”的 Fv/Fm 值呈持续缓慢上升趋势,与 7 月 16 日相比,8 月 18 日的 Fv/Fm 值上升 0.157,表明 30 mmol/L 盐胁迫对“改良佳线”的 Fv/Fm 并没有明显的影响。60 mmol/L 盐胁迫下“改良佳线”Fv/Fm 上升幅度较大,由 7 月 21 日的 0.303 上升至 8 月 18 日的 0.668,上升了 0.365。在 90 mmol/L 盐胁迫下从 7 月 16—29 日表现为上升趋势,表明其 Fv/Fm 并没有受到高盐胁迫的影响,但在 8 月 18 日, Fv/Fm 值明显下降,与 7 月 29 日相比下降 0.269,表明在持续的 90 mmol/L 高盐胁迫下,“改良佳线”的 Fv/Fm 会受到抑制。总体而言,在各浓度持续胁迫过程中,除 7 月 29 日对照组的 Fv/Fm 值高于盐胁迫外,其它时间盐胁迫的 Fv/Fm 值均接近或高于对照组,这表明持续盐胁迫对“改良佳线”的 Fv/Fm 并没有明显的影响。7 月 16—29 日,“赤峰板椒”在 30 mmol/L 盐胁迫下的 Fv/Fm 值表现为下降的趋势且均低于对照,7 月 29 日下降最明显与对照相比下

降了 0.225,而在 8 月 18 日,30 mmol/L 盐胁迫下的 Fv/Fm 值出现明显的上升,与 7 月 29 日相比上升 0.245 且低于对照,表明“赤峰板椒”的 Fv/Fm 对于 30 mmol/L 盐胁迫较敏感;7 月 16 日至 8 月 18 日 60 mmol/L 和 90 mmol/L 盐胁迫 Fv/Fm 值随着处理时间的延长均表现上升趋势,与 7 月 16 日相比,8 月 18 日在 60 mmol/L 和 90 mmol/L 盐胁迫下的 Fv/Fm 值分别上升 0.243 和 0.318,均低于对照组。总体而言,虽然各浓度盐胁迫中 Fv/Fm 值有上升趋势,但其绝对值均低于对照,尤其是 60 mmol/L 和 90 mmol/L 盐胁迫时, Fv/Fm 仅为对照的 50%,表明“赤峰板椒”对盐有较高的敏感性和较低的耐盐性。7 月 16 日,“日本金塔”在 30 mmol/L 和 60 mmol/L 盐胁迫下的 Fv/Fm 值均高于对照,表明该品种在短暂低盐浓度下光系统 II 受到促进,而 90 mmol/L 的高盐胁迫下 Fv/Fm 远低于对照,仅为对照的 64%,表明在短暂高盐胁迫下,“日本金塔”的 Fv/Fm 受到影响较大。7 月 16 日之后随着处理时间的延长,各盐胁迫下的 Fv/Fm 值没有明显的变化,均接近于对照,说明该品种的 Fv/Fm 受盐胁迫影响不大。综上所述,就 Fv/Fm 而言,“改良佳线”在持续盐胁迫中表现出较高的耐盐性,而“日本金塔”对中低浓度的持续盐胁迫有较好的抗性,对高浓度盐胁迫最初较敏感,后期逐渐适应趋于平稳。“赤峰板椒”在 3 种盐胁迫下 Fv/Fm 均有不同程度的下降,表明“赤峰板椒”的耐盐性较低。

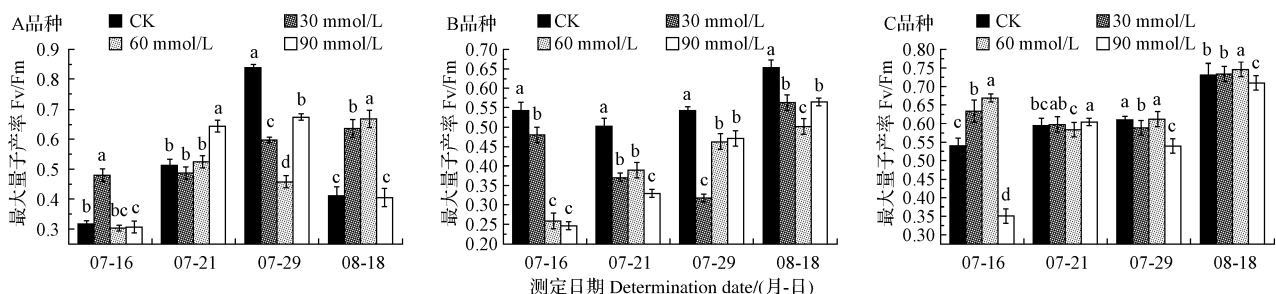


图 2 持续盐胁迫对制干辣椒 Fv/Fm 的影响

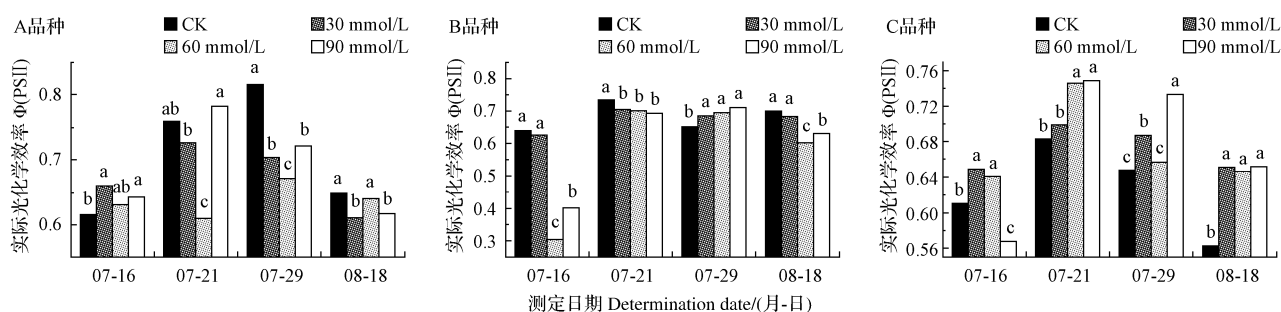
Fig. 2 Effect of salt stress on Fv/Fm of dry pepper

### 2.2.2 持续盐胁迫对制干辣椒 $\Phi(PSII)$ 的影响

光适应下实际光化学效率  $\Phi(PSII)$  指作用光存在时 PSII 实际的光化学量子效率,即 PSII 反应中心电荷分离实际量子效率,反映了被用于光化学途径激发能占进入 PSII 总激发能的比例,是植物光合能力的一个很重要指标。如图 3 所示,“改良佳线”在盐胁迫过程中,7 月 16 日各盐浓度下  $\Phi(PSII)$  值均略高于对照,表明处理初期“改良佳线”的  $\Phi(PSII)$  并没有受到影响,随着处理的时间延长,对照组在 7 月 29 日前  $\Phi(PSII)$  逐渐升高,而盐胁迫下的辣椒  $\Phi(PSII)$  在 7 月 21 日后即开始下降,至 8 月 18 日各盐胁迫的  $\Phi(PSII)$  值与对照接近,表明在持续盐处理下,该品种经过一段时间的适应,

$\Phi(PSII)$  会逐渐恢复。“赤峰板椒”在 7 月 16 日 60 mmol/L 和 90 mmol/L 盐胁迫下的  $\Phi(PSII)$  值有明显的下降,其值分别为对照的 50% 和 66%,表明该品种在处理前期  $\Phi(PSII)$  对中高浓度的盐较敏感,7 月 21 日至 8 月 18 日,各盐胁迫的  $\Phi(PSII)$  值变化不明显,与对照接近,说明随着持续盐胁迫时间延长,“赤峰板椒” $\Phi(PSII)$  受到的影响变小。7 月 16 日,“日本金塔”在高盐浓度 90 mmol/L 胁迫下的  $\Phi(PSII)$  值低于对照,表明“日本金塔”对于高盐胁迫较敏感,7 月 21 日至 8 月 18 日各盐胁迫处理的  $\Phi(PSII)$  值均有小幅下降,但仍高于对照,表明长时间盐胁迫后“日本金塔”的  $\Phi(PSII)$  开始适应盐胁迫。



图3 持续盐胁迫对制干辣椒  $\Phi(\text{PSII})$  的影响Fig. 3 Effect of salt stress on  $\Phi(\text{PSII})$  of dry pepper

2.2.3 持续盐胁迫对制干辣椒 NPQ 的影响 非光化学淬灭系数 NPQ, 反映植物热耗散的能力的变化。由图 4 可知, 7 月 16 日随着盐浓度的升高“改良佳线”的 NPQ 值也随之升高, 说明在持续盐胁迫初期, “改良佳线”的热耗散比例增加幅度与盐胁迫浓度成正比。随着处理时间的延长, 至 7 月 29 日, 各个盐胁迫下“改良佳线”的 NPQ 值明显降低, 与 7 月 16 日相比降低 50% 以上。8 月 18 日, 各盐胁迫下的 NPQ 再次上升, 60 mmol/L 盐浓度上升 1 倍, 90 mmol/L 胁迫 NPQ 上升约 6 倍。说明“改良佳线”主要对高盐胁迫和长期胁迫敏感。“赤峰板椒”7 月 16 日各盐胁迫的 NPQ 值均低于对照, 约为对照

的 50%, 表明该品种在处理前期表现出较高的盐敏感性。随着处理时间延长, 对照和盐胁迫处理的 NPQ 都逐渐下降, 至 8 月 18 日, 各盐胁迫的 NPQ 迅速上升, 其中 60 mmol/L 和 90 mmol/L 处理下的 NPQ 约为对照的 2 倍, 表明“赤峰板椒”在持续盐胁迫中表现 NPQ 上升趋势明显, 其光合机构受到的影响较大。“日本金塔”7 月 16 日在 90 mmol/L 盐胁迫下的 NPQ 值为对照的 2.5 倍, 表明该品种对于 90 mmol/L 盐胁迫较为敏感, 随着处理时间的加长, 各盐胁迫均表现为先下降后上升的趋势, 其中 90 mmol/L 盐胁迫下的 NPQ 值上升最明显, 与 7 月 21 日相比较, 8 月 18 日该浓度下 NPQ 值上升 0.5。

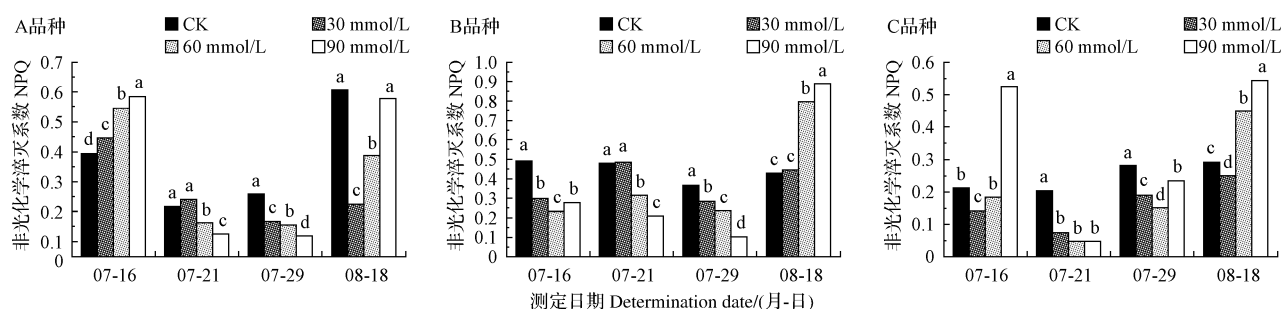


图4 持续盐胁迫对制干辣椒 NPQ 的影响

Fig. 4 Effect of salt stress on NPQ of dry pepper

2.2.4 持续盐胁迫对制干辣椒 qP 的影响 光化学淬灭系数 qP, 反映了 PSII 反应中心开放程度。由图 5 可知, “改良佳线”在持续盐胁迫中, 各盐胁迫的 qP 值总体呈先上升后下降的趋势, 与对照组变化趋势一致且接近

对照, 说明“改良佳线”在盐胁迫时 PSII 反应中心开放程度并未受到盐胁迫变化的影响。“赤峰板椒”7 月 16 日的 qP 值在各中低浓度盐胁迫下均低于或接近对照, 高盐胁迫处理远低于对照, 说明高盐短期胁迫抑制该品种

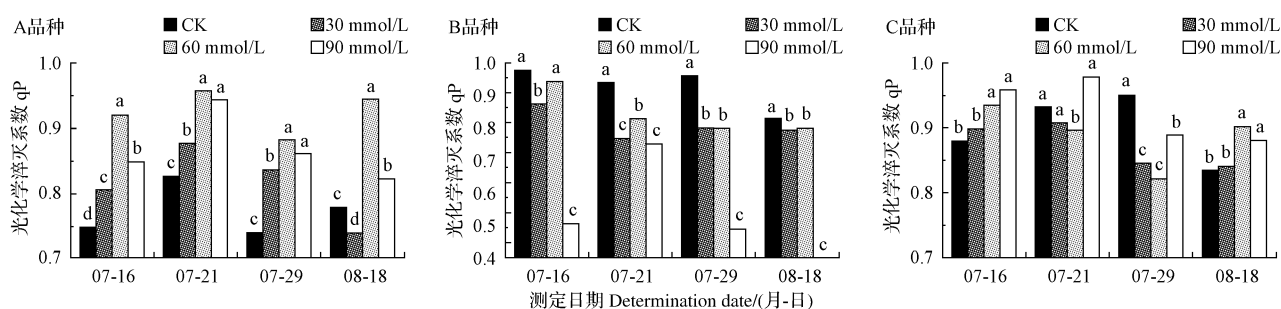


图5 持续盐胁迫对制干辣椒 qP 的影响

Fig. 5 Effect of salt stress on qP of dry pepper

PSII反应中心开放。后期数据表明,在处理过程中,对照和低盐胁迫“赤峰板椒”PSII反应中心开放程度保持不变,中高浓度盐长时间胁迫使“赤峰板椒”的光合系统受到损坏。“日本金塔”在持续盐胁迫过程中,胁迫中期 qP 值略有下降,后期又逐渐恢复,表明持续盐胁迫对“日本金塔”的 PSII反应中心开放程度影响不大。

### 3 结论与讨论

研究表明,持续盐胁迫对辣椒的光合作用有一定的影响,3 个品种在不同盐胁迫下,光合速率都呈现不同程度的下降,但是“改良佳线”的下降程度明显低于“赤峰板椒”和“日本金塔”,在 3 个品种中表现出较高的耐盐性,而随着处理次数的增加,“赤峰板椒”和“日本金塔”在高盐浓度下开始产生耐盐性。前人研究表明,辣椒在 NaCl 溶液处理下,光合速率下降,并且影响 PSII 的电子传递<sup>[7-8]</sup>,造成其光合效率的降低。李晓芬等<sup>[13]</sup>研究表明,辣椒在盐胁迫下 Pn 值降低。公婷婷等<sup>[3]</sup>研究也表明,随着盐碱胁迫浓度的变化葡萄中叶绿色含量呈现下降的趋势,这与杨秀玲等<sup>[14]</sup>的研究结果一致,这些研究表明叶绿素的含量降低,造成光能利用的降低,从而到导致光合速率的降低。通过对比,可以看出,“改良佳线”在处理初期就表现出较好的耐盐性,而“赤峰板椒”和“日本金塔”的耐盐性都相对较弱,随着盐胁迫的上升以及处理次数的增加才逐渐的开始产生耐盐性,其中“日本金塔”耐盐性更易被诱导。3 个品种“中赤峰板椒”对盐胁迫更敏感,耐盐性较低。所得结果还表明,低浓度盐促进辣椒光合作用,高于一定浓度则起抑制作用。

### 参考文献

- [1] 张志刚,尚庆茂. 低温、弱光及盐胁迫下辣椒叶片的光合特性[J]. 中国农业科学,2010(1):123-131.
- [2] 刘会芳,何晓玲,肖春燕,等. 外源 GSH 对 NaCl 胁迫下番茄幼苗光合特性及碳同化关键酶基因表达的影响[J]. 应用生态学报,2014(9):2637-2644.
- [3] 公婷婷,冯金朝,薛达元,等. 盐碱胁迫对两个品种葡萄光合特性的影响[J]. 北方园艺,2013(19):5-9.
- [4] 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(3):455-461.
- [5] 刘晓龙. 不同供氮水平条件下盐胁迫对水稻光合及生理特性的影响[D]. 长春:吉林农业大学,2014.
- [6] 洪鑫. 盐碱胁迫对甜菜生长及光合特性的影响[D]. 哈尔滨:东北农业大学,2014.
- [7] SADRAS V O, ECHARTTEL. Profiles of leaf senescence during reproductive growth of sunflow and maize[J]. Annals of Botany,2000,85(2):187-195.
- [8] 牛彩霞. NaCl 胁迫对辣椒幼苗光合特性的影响[J]. 北方园艺,2010(1):36-37.
- [9] 王波,张金才,宋凤斌,等. 盐碱胁迫对燕麦光合特性的影响[J]. 中国农学通报,2007(5):235-238.
- [10] 董洁,董秋丽,夏方山,等. 不同盐碱度对菊芋光合特性的影响[J]. 中国草地学报,2012(4):42-47.
- [11] 郑佳秋,郭军,吴永成,等. 辣椒品种对盐胁迫的响应[J]. 浙江农业学报,2014(4):908-914.
- [12] 姜伟,崔世茂,张怡婷,等. KNO<sub>3</sub>、K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 及其混盐胁迫对辣椒幼苗生长和光合特性的影响[J]. 华北农学报,2011(2):192-197.
- [13] 李晓芬,尚庆茂,张志刚,等. 多元统计分析方法在辣椒品种耐盐性评价中的应用[J]. 园艺学报,2008,35(3):351-356.
- [14] 杨秀玲,郁继华,李雅佳,等. NaCl 胁迫对黄瓜种子萌发及幼苗生长的影响[J]. 甘肃农业大学学报,2004,39(1):6-9.

## Effect of Sustainable Salt Stress on Photosynthesis of Dry Pepper

LI Hanzhao, JI Xuehua, GUO Pengbo, JIA Xin, YANG Xi

(Agricultural College, Shihezi University, Shihezi, Xinjiang 832003)

**Abstract:** Pepper variety ‘Riben Jinta’, ‘Chifeng Banjiao’ and ‘Gailiang Jia Xian’ were taken as test materials, four concentrations of alkaline salt NaHCO<sub>3</sub> were treated at budding period continually, to make sure the salinity resistance of different kinds of dry peppers. During the treatment stage, some photosynthetic indicators and chlorophyll fluorescence parameters were analyzed to make sure which variety was more sensitive to alkaline salt. The results showed that ‘Gailiang Jia Xian’ presented higher salt tolerance, and this tolerance appeared in the early stage; ‘Riben Jinta’ was the second to salt tolerance, its photosynthetic systems were hardly affected by salt stress; ‘Chifeng Banjiao’ showed weak salt tolerance, there was heavy damage on its photosynthetic system under long-term sustainable salt stress. Research of different concentration of alkaline salts suggested that, 30 mmol/L NaHCO<sub>3</sub> promoted the photosynthetic characteristics of three dry peppers, 60 mmol/L NaHCO<sub>3</sub> had little influence on photosynthetic indicators and fluorescence parameters, but 90 mmol/L NaHCO<sub>3</sub> inhibited the photosynthetic capacity and chlorophyll fluorescence.

**Keywords:** sustainable salt stress; pepper; photosynthesis; chlorophyll fluorescence