

# 持续盐胁迫对耐盐性不同的两个黄瓜品种 幼苗生长和生理特性的影响

周 青, 王 纪 忠, 陈 新 红, 万 翠 莲

(淮阴工学院 生命科学与化学工程学院, 江苏 淮安 223003)

**摘 要:**以耐盐能力不同的黄瓜品种“津春 2 号”和“津优 3 号”为试验材料,研究了不同浓度 NaCl 持续胁迫处理对黄瓜幼苗植株生长和相关生理特性的影响。结果表明:在持续盐胁迫下,2 个黄瓜品种株高、根长、生物累积量、根冠比、叶绿素和可溶性蛋白含量明显低于对照,且都随 NaCl 处理浓度的增加而降低,可溶性糖含量均呈先升高后降低的变化特征,相对电导率呈升高趋势。虽然 NaCl 浓度和胁迫时间相同情况下,2 个黄瓜品种的耐盐指数和平均耐盐比率差异不大,但“津优 3 号”受影响程度小于“津春 2 号”。

**关键词:**黄瓜幼苗;持续盐胁迫;生长;生理特性

**中图分类号:**S 642.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)18-0024-03

黄瓜(*Cucumis sativus* L.)是我国设施栽培的主要蔬菜之一,近年来,随着设施栽培时间的延长和面积的扩大,设施内土壤次生盐渍化程度不断加重,黄瓜产量逐年下降,已经成为困扰我国设施黄瓜生产的突出问题<sup>[1]</sup>。非盐生植物在盐胁迫下最普遍和最显著的变化就是生长受抑制、生理代谢紊乱等<sup>[2-4]</sup>,这可能是碳同化物减少、渗透调节能耗和维持生长能耗增加的结果<sup>[5]</sup>,但盐胁迫对黄瓜生长的影响至今还未形成统一的认识<sup>[4,6]</sup>,而且持续盐胁迫对黄瓜幼苗生长及其生理特性的影响研究较少。该试验以耐盐性不同的“津春 2 号”和“津优 3 号”2 个黄瓜品种为试材,研究了不同浓度的 NaCl 持续胁迫对黄瓜生长和相关生理作用的影响,以探讨黄瓜耐盐的生理机制,为防止黄瓜盐害提供理论依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验材料

供试黄瓜品种“津春 2 号”和“津优 3 号”,由淮安市蔬菜研究所提供。

供试土壤容重 1.271 g/cm<sup>3</sup>,总空隙度 52.6%,有机质含量 1.64%,全氮 0.126%,有效氮 85.9 mg/kg,速效钾 107.6 mg/kg,速效磷 13.31 mg/kg。

**第一作者简介:**周青(1963-),男,江苏南京人,博士,教授,研究方向为作物生理生态。E-mail:hynszz@sohu.com。

**基金项目:**江苏省教育厅自然科学研究计划资助项目(04KJD510028);淮阴工学院科研基金资助项目(HGQ0613)。

**收稿日期:**2013-04-11

### 1.2 试验方法

试验于 2011 年 9 月在淮阴工学院园艺植物栽培实验温室进行,将精选的种子用 40℃ 温水浸泡 24 h 后播于预先装入等量营养土的穴盘中,每穴 1 粒、每盘 50 粒,播后覆盖等量营养土,浇水。待幼苗长至 4 叶 1 心时开始用不同浓度的 NaCl 处理,浓度分别为 0.25%、0.50%、1.00%、1.50%,以清水对照。3 次重复,每穴加入 1 mL 溶液,每天 1 次,于胁迫后的第 5、10、15 天取样,测定叶片中的电导率、叶绿素、可溶性糖、可溶性蛋白质含量。胁迫后 15 d 取样测定株高、根长、植株干重等。

### 1.3 项目测定

用 DDS-307 电导仪测定电导率;叶绿素含量用定量法测定;可溶性糖含量用蒽酮比色法进行测定;可溶性蛋白含量用考马斯亮蓝 G-250 染色法测定<sup>[8]</sup>。耐盐指数

$$(TI) = 100 + \sum_{i=0}^n 100X_i (WG_{X_i}/WG_{X_0})^{[9]}$$
,  $X_0, X_1, X_2, \dots, X_n$  为不同浓度 NaCl(g/L);  $WG_{X_0}$  为无 NaCl 水溶液中幼苗干重;  $G_{X_0}, WG_{X_1}, \dots, WG_{X_n}$  为不同浓度 NaCl(g/L) 水溶液中幼苗干重。耐盐比率 (TR) =  $WG_{X_n}/WG_{X_0}$ <sup>[10]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 持续盐胁迫对黄瓜幼苗生长的影响

2.1.1 持续盐胁迫对黄瓜幼苗株高和根长的影响 由表 1 可知,随 NaCl 处理浓度的提高,黄瓜幼苗的株高和根长均呈降低趋势,当 NaCl 浓度为 0.50% 时,其株高和根长与对照相比差异达显著水平。2 个品种趋势一致,但相同浓度处理下“津春 2 号”比对照下降的幅度大于

表 1 持续 NaCl 胁迫对 2 个黄瓜品种  
幼苗生长的影响

NaCl 浓度 /%	株高/cm		根长/cm		干重/g		根冠比	
	“津春 2 号”	“津优 3 号”	“津春 2 号”	“津优 3 号”	“津春 2 号”	“津优 3 号”	“津春 2 号”	“津优 3 号”
0.00	18.6a	19.3a	7.6a	8.2a	1.10a	1.13a	0.48a	0.45a
0.25	18.1a	18.8a	7.4a	7.9a	0.90b	0.98b	0.42b	0.42b
0.50	12.1b	12.7b	6.3b	7.3b	0.76c	0.85c	0.33c	0.34c
1.00	7.8c	9.3c	3.2c	3.7c	0.43d	0.34d	0.31d	0.33d
1.50	5.8d	6.7d	1.3d	1.8d	0.08e	0.13e	0.25e	0.31e

“津优 3 号”。

2.1.2 持续盐胁迫对黄瓜幼苗生物积累量的影响 由表 1 还可知,随 NaCl 处理浓度的提高,黄瓜幼苗的干重和根冠比下降,当 NaCl 浓度 $\geq 0.25\%$ 时,其干重、根冠比与对照相比差异均达显著水平。当处理浓度为  $0.50\%$ ，“津春 2 号”的干重和根冠比分别比对照降低了

表 2 持续 NaCl 胁迫对黄瓜幼苗叶绿素、可溶性糖和可溶性蛋白含量的影响

NaCl 浓度 /%	叶绿素含量/ $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$						可溶性糖含量/%						可溶性蛋白含量/ $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$					
	“津春 2 号”			“津优 3 号”			“津春 2 号”			“津优 3 号”			“津春 2 号”			“津优 3 号”		
	5 d	10 d	15 d	5 d	10 d	15 d	5 d	10 d	15 d	5 d	10 d	15 d	5 d	10 d	15 d	5 d	10 d	15 d
0	1.10a	1.21a	1.20a	1.22a	1.31a	1.31a	9.27b	9.31b	9.39b	10.34c	10.85b	11.67a	51.57a	51.82a	51.94a	51.08b	51.27b	51.42b
0.25	0.95a	0.95a	0.96a	0.89a	1.18b	1.21b	10.35a	10.24a	10.10a	12.28a	12.11a	11.94a	48.73b	48.69b	48.57b	55.24a	55.26a	54.29a
0.50	0.78b	0.81b	0.83b	0.80b	0.82b	0.83c	9.25b	9.16b	9.03b	10.95b	10.76b	10.63b	47.25b	47.13b	47.02b	54.19a	54.21a	54.25a
1.00	0.39b	0.46c	0.48c	0.39c	0.44c	0.46d	5.84c	5.61c	5.54c	7.46d	7.27c	7.14c	25.15c	25.01c	24.86c	27.42c	27.44c	27.48c
1.50	0.10c	0.12c	0.12c	0.10d	0.12d	0.12e	4.29d	4.06d	4.01d	5.94e	5.72d	5.45d	20.48d	20.36d	20.15d	23.16d	23.19d	23.22d

2.2.3 持续盐胁迫对可溶性蛋白含量的影响 由表 2 可以看出,随 NaCl 处理浓度提高,“津春 2 号”的可溶性蛋白含量均呈降低趋势,而“津优 3 号”呈先升高后降低的变化规律,当 NaCl 浓度 $\geq 1.00\%$ 时,可溶性蛋白含量低于对照;随胁迫时间延长,“津春 2 号”的可溶性蛋白含量呈下降趋势,但“津优 3 号”差异不明显。

2.2.4 持续盐胁迫对相对电导率的影响 由表 3 可以看出,随 NaCl 处理浓度提高,2 个品种叶片的相对电导率均升高,持续盐胁迫处理与对照相比差异达显著水平;同一浓度处理,随持续胁迫时间延长,电导率均升高,胁迫处理后第 10 天和第 15 天黄瓜叶片的相对电导率均明显高于第 5 天的相对电导率,而第 10 天和第 15 天二者间差异不显著。表明持续盐胁迫处理 10 d 后,黄瓜叶片细胞膜受伤害已达最高程度,膜透性已达峰值。

表 3 不同浓度 NaCl 处理对黄瓜幼苗  
叶片相对电导率的影响 %

NaCl 浓度/%	“津春 2 号”			“津优 3 号”		
	5 d	10 d	15 d	5 d	10 d	15 d
0	19.86e	18.25e	18.16e	18.94e	18.73e	18.92e
0.25	21.95d	32.29d	32.41d	19.56d	27.17d	26.49d
0.50	25.13c	37.43c	37.94c	25.41c	29.34c	29.25c
1.00	31.35b	53.17b	53.42b	32.15b	48.39b	48.52b
1.50	33.16a	60.13a	60.29a	33.09a	58.92a	59.03a

2.3 持续盐胁迫下 2 个黄瓜品种耐盐性的差异 耐盐指数和耐盐比率是表示植株耐盐性强弱的指

38.91%、31.25%,而“津优 3 号”的干重和根冠比分别比对照降低了 24.78%、24.44%。

2.2 持续盐胁迫对黄瓜幼苗生理特性的影响

2.2.1 持续盐胁迫对叶绿素含量的影响 由表 2 可知,在持续盐胁迫下随 NaCl 浓度提高,黄瓜苗叶片的叶绿素含量下降;同一浓度处理,随持续胁迫时间延长,叶绿素含量表现出升高趋势。当 NaCl 浓度 $\geq 0.50\%$ 时,叶片的叶绿素含量与对照相比差异达显著水平。

2.2.2 持续盐胁迫对可溶性糖含量的影响 由表 2 可知,随 NaCl 浓度提高,2 个品种叶片的可溶性糖含量均呈先升高后降低的规律,当 NaCl 浓度 $\geq 0.50\%$ 时,叶片中的可溶性糖含量低于对照,且随处理浓度提高,可溶性糖含量与对照相比差异达显著水平。随胁迫时间延长,2 个品种可溶性糖含量均下降,但相同浓度处理下“津春 2 号”的可溶性糖含量比“津优 3 号”低。

标,耐盐指数和耐盐比率愈大,幼苗耐盐性愈强<sup>[4-5]</sup>。由表 4 可知,在持续盐胁迫条件下,随 NaCl 浓度提高,2 个品种幼苗的耐盐比率明显下降,其中“津春 2 号”的耐盐比率下降幅度较大。“津优 3 号”的耐盐指数和平均耐盐比率均略高于“津春 2 号”,表明在持续盐胁迫条件下,2 个品种耐盐性差异很小。

表 4 2 个黄瓜品种间幼苗耐盐指数和  
耐盐比率的差异

品种	耐盐比率					平均耐盐比率	耐盐指数
	0.00%	0.25%	0.50%	1.00%	1.50%		
	0.00%	0.25%	0.50%	1.00%	1.50%		
“津春 2 号”	1.00	0.82	0.69	0.30	0.07	0.595 $\pm$ 0.3666	205.00
“津优 3 号”	1.00	0.87	0.75	0.39	0.12	0.607 $\pm$ 0.3800	206.64

3 讨论与结论

植株株高和根系长度及生物积累量是植物对盐胁迫响应的综合体现及对盐胁迫的综合反应。一般认为幼苗的生长率随盐胁迫浓度提高和时间延长而下降<sup>[7-8]</sup>,地上部比根系对盐胁迫更敏感<sup>[4,11]</sup>,也有人认为地上部的生长受抑制率比根小<sup>[6]</sup>。该试验结果表明,在 NaCl 溶液浓度 $\geq 0.50\%$ 时,黄瓜幼苗生长严重受阻,其干重、根冠比都随 NaCl 处理浓度的增加而降低,这与杨秀玲等<sup>[6]</sup>的研究结果相似。植物受盐胁迫时不仅叶绿素合成受阻,而且由于活性氧的伤害,导致叶绿素的氧

化降解加速、叶绿素含量降低,该试验亦表明,随 NaCl 处理浓度提高,黄瓜叶片中叶绿素含量下降,而同一浓度持续胁迫处理叶绿素含量有微弱提高的趋势,2 个品种表现一致,这与张润花等<sup>[12]</sup>的研究结果一致。造成这一结果的原因可能是由于持续盐胁迫使植物的代谢紊乱,生长受到了不可恢复的抑制,叶绿素与叶绿素蛋白间的结合变得松弛,叶绿素易被提取,引起处理一段时间后叶绿素相对含量的升高<sup>[13]</sup>。

该试验结果表明,随 NaCl 浓度提高,2 个黄瓜品种叶片中的可溶性糖含量均呈先升高后降低的变化特征,而持续胁迫导致可溶性糖含量降低,但“津优 3 号”始终高于“津春 2 号”,可见持续盐胁迫下植株较高的渗透调节物质含量与耐盐性相关。渗透调节物质在细胞中积累能够提高细胞渗透调节能力,稳定体内大分子蛋白生物膜的结构和功能<sup>[14]</sup>。因此,该试验中虽然随 NaCl 浓度提高,2 个品种叶片的电导率和相对电导率均呈升高趋势,但耐盐性强的“津优 3 号”电导率和相对电导率均小于“津春 2 号”。另外,随 NaCl 处理浓度提高,2 个品种的可溶性蛋白含量均降低,但“津春 2 号”下降幅度大于“津优 3 号”,而且持续胁迫下“津春 2 号”的可溶性蛋白含量下降,“津优 3 号”则基本不变。进一步说明耐盐性强的植物细胞膜稳定性强,在盐胁迫环境中质膜透性增加较少。持续盐胁迫下耐盐性强的品种保持较高的有机物质可以降低细胞渗透势,适应盐渍环境,这可能是耐盐品种耐盐能力强的主要原因之一。

综上所述,持续盐胁迫下随 NaCl 浓度提高,黄瓜幼苗的株高、根长、植株干重、根冠比下降,叶绿素、可溶性糖和可溶性蛋白含量也呈下降趋势,而电导率呈升高趋

势;但 NaCl 浓度和胁迫时间相同情况下,尽管 2 个品种的耐盐指数和平均耐盐比率差异不大,但耐盐指数和平均耐盐比率高的“津优 3 号”受影响小于“津春 2 号”。

### 参考文献

- [1] 李海云,王秀峰,邢禹贤. 设施土壤盐分积累及防治措施研究进展[J]. 山东农业大学学报(自然科学版),2001,32(4):535-538.
- [2] 魏国强. 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[J]. 中国农业科学,2004,37(11):1754-1759.
- [3] 朱进,别之龙,李娅娜. 盐胁迫对不同基因型黄瓜幼苗生长和光合作用的影响[J]. 沈阳农业大学学报,2006,37(3):476-478.
- [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,2006,26(3):455-461.
- [5] 张景云,吴凤芝. 盐胁迫对黄瓜不同耐盐品种叶绿素含量和叶绿体超微结构的影响[J]. 中国蔬菜,2009(10):13-16.
- [6] 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.
- [7] 张淑红. 不同黄瓜品种耐盐性生理的研究[D]. 沈阳:沈阳农业大学,2001.
- [8] 邹琦. 植物生理生化实验指导[M]. 北京:中国农业出版社,1995.
- [9] Larosa P C, Singh N K, Hasegawa P M, et al. Stable NaCl tolerance of tobacco cells is associated with enhanced accumulation of osmotin[J]. Plant Physiol, 1989, 91(5):855-861.
- [10] Sivritepe H O, Eris A, Sivritepe N. The effect of NaCl priming on salt tolerance in melon seedlings [J]. Acta Horticult, 1999, 492:77-84.
- [11] 韩朝红,孙谷畴,林植芳. NaCl 对吸胀后水稻的种子发芽和幼苗生长的影响[J]. 植物生理学通讯,1998,34(5):339-342.
- [12] 张润花,郭世荣,李娟. 盐胁迫对黄瓜根系活力、叶绿素含量的影响[J]. 长江蔬菜,2006(2):47-49.
- [13] 蒋明义,杨文英,徐江. 渗透胁迫下水稻幼苗中叶绿素降解的活性氧损伤作用[J]. 植物学报,1994,36(4):289-295.
- [14] 张淑红,张恩平,司龙亭,等. 盐胁迫对黄瓜渗透调节物质含量的影响[J]. 中国蔬菜,2005(12):30-31.

## Effects of Continued Salt Stress on the Growth and Physiological Characteristics of Two Varieties Cucumber Seedling

ZHOU Qing, WANG Ji-zhong, CHEN Xin-hong, WAN Cui-lian

(College of Life Sciences and Engineering, Huaiyin Institute of Technology, Huaian, Jiangsu 223003)

**Abstract:** Taking cucumber seedlings with different salt resistance of ‘Jinchun 2’ and ‘Jinyou 3’ as materials, the physiological indexes and growth were studied under different concentrations of continued salt stress. The results showed that the plant height, root length, biomass accumulation, ratio of root to shoot, the contents of chlorophyll and soluble protein were lower than those in contrast, and decreased with the increased of NaCl concentration. While the soluble sugar content was first rose and then declined, and the relative conductivity were increased under continued salt stress treated. The effects of ‘Jinyou 3’ which had higher salt tolerance index and salt-tolerance ratio was lower than ‘Jinchun 2’ under same salt stress contents and time.

**Key words:** cucumber seedling; continued salt stress; growth; physiological characteristics