

叶面喷施NaCl对加工番茄果实耐挤压性和品质的影响

程智慧¹, 关志华¹, 薛琳², 何连顺²

(1 西北农林科技大学 园艺学院, 陕西 杨凌 712100; 2 石河子蔬菜研究所, 新疆 石河子 832000)

[摘 要] 以加工番茄品种里格尔87-5和石红12为试材,研究了在果实发育期叶面喷施不同质量浓度NaCl对果实耐挤压性和品质的影响。结果表明,在适宜质量浓度范围内,叶面喷施NaCl可以提高加工番茄果实硬度、耐压力和产量,改善果实品质,但两个品种对NaCl质量浓度的反应有一定差异。对品种里格尔87-5,30 g/L NaCl处理使产量和果实硬度极显著提高,果实耐压力、可溶性总糖、还原糖和Vc含量增加;60 g/L NaCl处理可显著增加还原糖和可溶性总糖含量,对果实硬度、耐压力、Vc含量和产量的影响不大;90 g/L NaCl处理使果实硬度极显著降低,并对果实耐压力和产量有一定的不利影响。对品种石红12,30 g/L NaCl处理能显著提高产量,并有增加可溶性总糖、还原糖、Vc含量、果实硬度和耐压力的趋势;60 g/L NaCl处理能极显著提高产量,显著增加果实耐压力和Vc含量,但还原糖含量显著降低;90 g/L NaCl处理则显著降低果实耐压力和还原糖含量,对其他指标的影响不大。综合各指标分析认为,NaCl处理加工番茄的适宜质量浓度为30~60 g/L。

[关键词] 加工番茄; NaCl处理; 果实品质; 果实硬度; 果实耐压力

[中图分类号] S641.2

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2007)02-0097-04

Effects of foliage application of sodium chloride on fruit compression tolerance and quality in processing tomato

CHENG Zhi-hui¹, GUAN Zhi-hua¹, XU E L in², HE L ian-shun²

(1 College of Horticulture, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2 Shihezi Vegetable Institute, Shehezi, Xinjiang 832000, China)

Abstract: The effects of foliage spraying of sodium chloride at different qualities and concentrations during fruit development on fruit firmness, compression tolerance and quality etc were studied with two processing tomato varieties Ligeer 87-5 and Shihong 12 as the experiment materials. The results showed that foliage spraying of sodium chloride could increase the firmness, compression tolerance, quality and yield of fruit, but the same concentration of sodium chloride might result differently on different cultivars. For cv. Ligeer 87-5, 30 g/L sodium chloride treatment most significantly increased the fruit yield and compression tolerance, and increased total sugar content, fruit firmness and contents of reducing sugar and vitamin C. 60 g/L sodium chloride treatment significantly raised the contents of reducing sugar and vitamin C, but had no significant influence on fruit firmness, compression tolerance, yield and the content of total soluble sugar. 90 g/L sodium chloride treatment most significantly decreased fruit firmness, and had bad effects on fruit compression tolerance and yield. For cv. Shihong 12, 30 g/L sodium chloride treatment significantly increased the yield, and had the trend to increase the contents of total soluble sugar, reducing

· [收稿日期] 2006-01-25

[基金项目] 新疆建设兵团博士基金项目“加工番茄果实硬度栽培生理和生物育种技术研究”

[作者简介] 程智慧(1958-),男,陕西兴平人,教授,博士生导师,主要从事蔬菜生理生态与生物技术研究。

E-mail: chengzh2004@163.com

sugar, vitamin C and fruit firmness and compression tolerance. 6.0 g/L sodium chloride treatment most significantly increased the yield, significantly increased fruit compression tolerance and vitamin C content, but greatly decreased reducing sugar content. 9.0 g/L sodium chloride treatment significantly decreased fruit compression tolerance and reducing sugar content, but had no obvious influence on the other index. In comprehensive consideration, the suitable concentration of sodium chloride treatment on processing tomato variety falls in the range of 3.0-6.0 g/L.

Key words: processing tomato; sodium chloride treatment; fruit quality; fruit firmness; fruit compression tolerance

我国西北地区光热资源丰富,温差大、降雨少,土地辽阔,是加工番茄生产的理想之地^[1-2],加工番茄生产已成为当地的主导产业。但是,因目前主栽加工番茄品种都不同程度存在果实硬度差的缺陷,加之种植规模大,采后运输和加工前处理技术粗放,使果实在采后运输过程中出现挤压裂果,加工前大量烂果,严重影响加工品质及生产效益。因此,提高加工番茄果实硬度是生产中亟待解决的问题。

以鲜食番茄为材料研究表明,番茄有适度的耐盐性^[3],适宜质量浓度的NaCl处理对番茄果实硬度有一定影响^[4-5],并能提高果实品质^[6];300 mg/L NaCl处理还有促进番茄生育的作用^[7];1 000 mg/L NaCl和高质量浓度营养液混合使用能提高果实可溶性固形物含量^[8];但当质量浓度达到3 000~5 000 mg/L时番茄脐腐病发生率增高,果实变小,产量下降^[9-11]。目前,在NaCl处理对番茄果实性状影响的研究中多采用根部供盐,而以叶面喷施供盐处理的研究较少,尤其是叶面喷施NaCl对加工番茄果实硬度和耐压力的影响尚缺少研究报道。

本试验以两个加工番茄品种为试材,研究了在果实发育期叶面喷施不同质量浓度NaCl对加工番茄果实耐挤压性及品质的影响,以期对加工番茄生产中提高果实耐挤压性提供技术参考。

1 材料与方法

1.1 材料

试验加工番茄(*Lycopersicon esculentum* L.)品种为里格尔87-5和石红12,由石河子蔬菜研究所提供,均为生产上主栽品种。

1.2 试验设计

试验于2005-03~09在西北农林科技大学园艺试验站进行。03-23浸种催芽,03-25播种育苗,04-09分苗,04-23定植,09-01采收完毕。采用露地栽

培,按照加工番茄常规栽培技术进行管理。NaCl处理质量浓度在预试验基础上设低(3.0 g/L)、中(6.0 g/L)、高(9.0 g/L)3个处理,以清水处理(0 g/L)为对照。田间每品种按照单因子试验随机区组排列,3次重复,小区面积7.56 m²,每小区分两行定植,每行20株,株行距0.315 m×0.6 m。从果实发育初期开始进行叶面NaCl喷施处理,每15 d喷施1次,共处理4次,每次处理以叶面充分湿润为度。

1.3 测定项目与方法

前期果实成熟时采收成熟度一致的所有果实,每小区测总产量后随机取20个果实测定果实硬度(手持GY-1型果实硬度计)和耐压力(电子台称测量装置),之后混匀打浆进行还原糖(3,5-二硝基水杨酸法)、可溶性总糖(蒽酮比色法)和Vc(钼蓝比色法)含量的测定^[12]。每批次果实测产后累积计总产量。

2 结果与分析

2.1 叶面喷施NaCl对加工番茄果实硬度、耐压力和产量的影响

由表1可知,不同质量浓度NaCl处理对两个加工番茄品种果实硬度均有一定影响,低质量浓度NaCl处理有提高果实硬度的作用,高质量浓度NaCl处理有降低果实硬度的作用。对品种里格尔87-5,低质量浓度NaCl处理的果实硬度较对照极显著提高;随NaCl质量浓度的增加,果实硬度降低;中质量浓度NaCl处理与对照间差异不显著,而高质量浓度NaCl处理较对照极显著降低。对品种石红12,在3.0~9.0 g/L NaCl范围内,低、中质量浓度NaCl处理有提高果实硬度的作用,高质量浓度NaCl处理有降低果实硬度的作用,但处理间及其与对照间差异均未达到显著水平。

表1 叶面喷施NaCl对加工番茄果实耐挤压性和产量的影响

NaCl 质量浓度 /(g · L ⁻¹) Quality concentration of NaCl	果实硬度/(kg · cm ⁻²) Firmness		耐压力/kg Pressure tolerance		产量/(t · hm ⁻²) Yield	
	里格尔87-5 Ligeer 87-5	石红12 Shihong 12	里格尔87-5 Ligeer 87-5	石红12 Shihong 12	里格尔87-5 Ligeer 87-5	石红12 Shihong 12
0(CK)	8 450 b B	7 560 a	8 175 abA	8 548 b AB	30 727 b B	32 813 b B
3 0(低Low)	9 785 a A	8 860 a	8 896 a A	8 603 b AB	44 400 a A	38 950 a AB
6 0(中Middle)	8 363 b B	7 793 a	7 338 b A	9 035 a A	30 833 b B	41 887 a A
9 0(高High)	6 817 c C	6 937 a	7 145 b A	8 058 c B	27 830 b B	33 147 b B

注: 小写字母表示 $P < 0.05$ 差异水平, 大写字母表示 $P < 0.01$ 差异水平。
Note: Small letters mean difference at $P < 0.05$ level and capital letters mean $P < 0.01$.

由表1 还可见, 不同质量浓度NaCl 处理对两个加工番茄品种果实耐压力有一定影响, 且品种间有明显差异。对品种里格尔87-5, 低质量浓度NaCl 处理可以提高果实耐压力, 中、高质量浓度NaCl 处理则降低果实耐压力, 低、中、高质量浓度NaCl 处理, 果实耐压力分别是对照的 108.8%, 89.8% 和 87.4%, 但各处理与对照间差异均未达到显著水平, 仅低质量浓度NaCl 处理与中、高质量浓度NaCl 处理间有显著差异。对品种石红12, 与对照相比, 低质量浓度NaCl 处理在一定程度上可以提高果实耐压力, 但差异不显著; 中质量浓度的NaCl 处理能显著提高果实耐压力; 高质量浓度的NaCl 处理则显著降低果实耐压力, 3 个处理分别是对照的 100.6%, 105.7% 和 94.3%。

由表1 还可以看出, 不同质量浓度NaCl 处理对两个加工番茄品种的产量也有不同影响。对品种里格尔87-5, 低、中质量浓度NaCl 处理有增产作用, 其中低质量浓度NaCl 处理与对照差异极显著; 高质量浓度NaCl 处理则呈减产趋势, 但与对照间无显著差异。对品种石红12, 不同质量浓度的NaCl 处理均有增产作用, 且对照和高质量浓度NaCl 处理与低、中质量浓度NaCl 处理间有显著和极显著差异。

以上分析说明, 叶面喷施NaCl 对不同品种加工番茄果实硬度、耐压力和产量均有不同程度的影响, 生产中应注意对不同品种NaCl 处理的适宜质量浓度进行筛选。

2.2 叶面喷施NaCl 对加工番茄果实品质的影响

2.2.1 对果实还原糖含量的影响 由图1 可以看出, 对品种里格尔87-5, 低、中、高质量浓度NaCl 处理果实的还原糖含量分别是对照的 114.9%, 115.4% 和 99.2%; 低、中质量浓度NaCl 处理能显著提高果实还原糖含量, 且与高质量浓度NaCl 处理间有极显著差异; 高质量浓度NaCl 处理的果实还原糖

含量降低。对品种石红12, 低、中、高质量浓度NaCl 处理果实的还原糖含量分别是对照的 101.3%, 90.1% 和 84.3%; 低质量浓度NaCl 处理有增加果实还原糖含量的作用, 而中、高质量浓度NaCl 处理明显降低还原糖含量, 且低质量浓度NaCl 处理与中质量浓度NaCl 处理间有显著差异, 与高质量浓度NaCl 处理间有极显著差异。

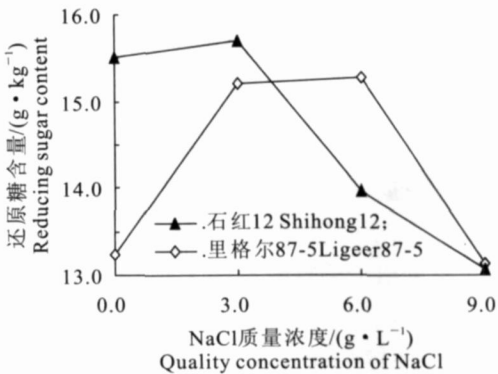


图1 叶面喷施NaCl对加工番茄果实还原糖含量的影响

Fig. 1 Effects of foliage application of NaCl on reducing sugar content in fruit of processing tomato

2.2.2 对果实可溶性总糖含量的影响 由图2 可以看出, 对品种里格尔87-5, 低、中、高质量浓度NaCl 处理果实的可溶性总糖含量分别是对照的 103.6%, 117.1% 和 105.8%, 各处理均有增加可溶性总糖含量的作用, 其中以中质量浓度NaCl 处理增加作用最明显, 且与低质量浓度NaCl 处理和对照间差异显著。对品种石红12, 低、中、高质量浓度NaCl 处理果实的可溶性总糖含量分别是对照的 108.3%, 99.7% 和 98.0%, 低质量浓度NaCl 处理有提高可溶性总糖含量的作用, 中、高质量浓度NaCl 处理有降

低可溶性总糖含量的作用,但处理间及其与对照间差异均未达到显著水平。

2.2.3 对加工番茄果实Vc含量的影响 从图3可以看出,对品种里格尔87-5,低、中、高质量浓度NaCl处理果实的Vc含量分别是对照的116.6%、106.9%和100.4%,说明3.0~9.0 g/L NaCl处理均有增加果实Vc含量的作用,其中低质量浓度NaCl处理的增加作用最明显,且与对照、高质量浓度NaCl处理

间均有显著差异。对品种石红12,低、中、高质量浓度NaCl处理果实的Vc含量分别是对照的102.9%、108.2%和99.2%,低、中质量浓度NaCl处理有增加果实Vc含量的作用,高质量浓度NaCl处理有降低果实Vc含量的作用,其中中质量浓度NaCl处理的增加效果最好,且与对照和高质量浓度NaCl处理差异显著。

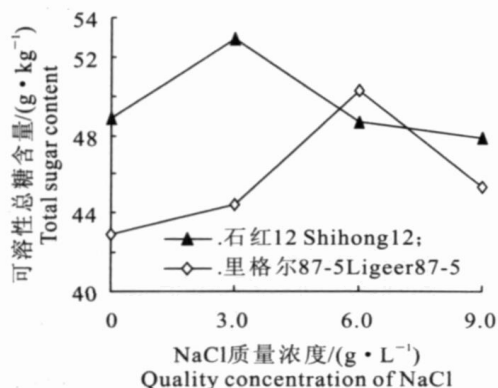


图2 叶面喷施NaCl对加工番茄果实可溶性总糖含量的影响

Fig. 2 Effects of foliage application of NaCl on total sugar content in fruit of processing tomato

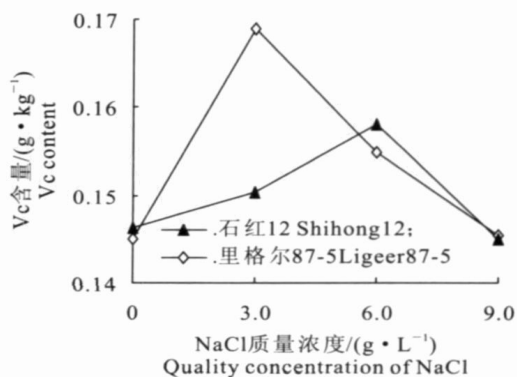


图3 叶面喷施NaCl对加工番茄果实Vc含量的影响

Fig. 3 Effects of foliage application of NaCl on vitamin C content in fruit of processing tomato

3 讨论与结论

适当质量浓度NaCl处理有利于调节植物代谢,改进其品质。采用根施不同质量浓度NaCl的研究表明,NaCl质量浓度适宜时(3.0 g/L),有机酸和糖等大量生成^[11,13],果实干物质、可溶性固形物含量提高^[14-15];刘凤荣等^[16]研究表明,150 mmol/L NaCl胁迫可使野生番茄在新叶中积累大量Na⁺等无机离子,使栽培番茄新叶内脯氨酸和可溶性糖含量显著提高;Gao等^[17]研究表明,50 mmol/L NaCl胁迫处理可抑制番茄叶面积扩展,但果实蔗糖含量提高。

本研究结果表明,NaCl质量浓度在3.0~9.0 g/L,叶面喷施适宜质量浓度NaCl可以提高加工番茄果实硬度、产量和耐压力,改进果实品质,但不同品种对NaCl质量浓度的效应不同。对品种里格尔87-5,低质量浓度(3.0 g/L)NaCl处理果实的产量和果实硬度极显著提高,耐压力、可溶性总糖、还原糖和Vc含量增加;中质量浓度(6.0 g/L)NaCl处理可显著增加还原糖和可溶性总糖含量,对果实硬度、耐压力、Vc含量和产量的影响不大;高质量浓度(9.0 g/L)NaCl处理使果实硬度极显著降低,并对果实耐压力和产量有一定的不利影响。综合考虑对各指

标的影响认为,以质量浓度3.0 g/L NaCl处理较为理想。对品种石红12,低质量浓度(3.0 g/L)NaCl处理能显著提高产量,并有增加可溶性总糖、还原糖、Vc含量、果实硬度和耐压力的趋势;中质量浓度(6.0 g/L)NaCl处理能极显著提高产量,显著增加果实耐压力和Vc含量,但显著降低还原糖含量;高质量浓度(9.0 g/L)NaCl处理能显著降低果实耐压力和还原糖含量,但对其他指标的影响不大。综合考虑对各指标的影响认为,以质量浓度3.0~6.0 g/L NaCl处理较为理想。本研究中NaCl处理对加工番茄果实的影响^[11,13]有相似之处,如糖或固形物含量提高等,而且适宜质量浓度也较接近^[11]。但本研究同时揭示了叶面喷施NaCl,提高加工番茄果实硬度和耐压力的可能性。

NaCl处理虽然可以改进番茄果实品质和硬度等性状,但质量浓度过高时Cl⁻和Na⁺离子导致丙二醛(MDA)含量增高^[18],细胞膜透性增大,各离子间的平衡受到破坏,代谢失衡,植株生长受到抑制,产量和品质下降^[9-10,19]。

(下转第105页)

采用0.04 mm厚的PE袋贮藏白芦笋失重减少、硬度较大、 V_c 损失减少,这与周志才等^[6]、刘彩莉等^[7]、金同铭^[8]在绿芦笋上的研究结果一致。黄光荣等^[2]的研究也表明,包装有利于芦笋减少失重和 V_c 损失。本试验结果表明,以0.5 cm大孔PE袋在调节白芦笋呼吸平衡,控制袋内气体成分有较好的作用,大孔的PE薄膜包装的保鲜效果最好,白芦笋贮藏到18 d时仍有较好品质。

MA贮藏是白芦笋贮藏的主要方法之一,其生产成本较低,操作简单,生产者应从实际出发综合考虑贮藏技术参数,集成并优化保鲜技术,最大限度的延长白芦笋贮藏时间。

[参考文献]

- [1] 沈莲清,黄光荣. 绿芦笋MAP气调保鲜研究[J]. 浙江农业学

报, 2004, 16(1): 42-46

- [2] 黄光荣, 沈莲清, 王向阳, 等. 芦笋MAP保鲜研究[J]. 食品科学, 2000, 21(7): 50-54
[3] 潘一山, 王少峰, 蔡晓东, 等. 芦笋采后生理与贮藏保鲜研究[J]. 福建农业学报, 2001, 16(3): 61-64
[4] 上海植物生理学会. 植物生理实验手册[M]. 上海: 上海科技出版社, 1985
[5] 郭志义, 程治山, 马翠萍, 等. 芦笋采后环境因素与生理变化关系及对贮藏的影响[J]. 华北农学报, 1995, 10(3): 33-37
[6] 周志才, 王美兰, 李长海, 等. 绿芦笋自发气调贮藏保鲜袋的设计和适宜气体组成确定[J]. 食品科学, 2005, 26(12): 235-237
[7] 刘彩莉, 王 颀. 芦笋贮藏技术研究[J]. 河北农业大学学报, 1993, 16(1): 81-85
[8] 金同铭. CA贮藏对新鲜石刁柏的影响[J]. 华北农学报, 1992, 7(3): 117-122

(上接第100页)

[参考文献]

- [1] 张小玲, 马海刚, 赵 黎, 等. 新疆加工番茄营养特性及专用肥最佳配方的研究[J]. 新疆农业科学, 2002, 39(5): 278-282
[2] 李君明, 徐和金, 周永健. 加工番茄生产的现状及品种遗传改良浅析[J]. 中国蔬菜, 2001(6): 52-53
[3] Cuartero, Fernández Muñoz. Tomato and salinity[J]. Scientia Horti, 1999, 78: 83-125
[4] Mizrahi Y. Effect of salinity on tomato fruit ripening[J]. Plant Physiol, 1982, 69: 966-970
[5] Cuartero J, Baena J, Soria T, et al. Evolución de la dureza del fruto del tomate, como un componente de la calidad, en cultivares de larga duración y omates cultivados en 5 concentraciones salinas[J]. Actas de Horticultura, 1996, 13: 59-65
[6] Mizrahi Y, Aleisnik T, Kagan-Zur E, et al. A saline irrigation regime for improving tomato fruit quality without reducing yield[J]. J Am Soc Hortic Sci, 1988, 113: 202-205
[7] 三宅靖人. キエウリトマトの耐盐性に及ぼすケイ酸の影響[J]. 岗山大农学报, 1992, 80: 93-99
[8] 石海仙, 伊东正. NaCl添加和营养液浓度对番茄产量和品质的影响[J]. 中国蔬菜, 2001(4): 9-11
[9] Dalton F N, Magglio A, Piccinni G. Assessing the effect of solar radiation on plant salt tolerance as defined by the static and dynamic indices[J]. Plant Soil, 2001, 229: 189-195
[10] Romero-Aranda R, Soria T, Cuartero J J. Greenhouse mist improves yield of tomato plants grown under saline

conditions[J]. J Am Soc Hortic Sci, 2002, 127: 644-648

- [11] Ho L C. Uptake and transport of calcium and the possible causes of blossom-end rot in tomato[J]. J Exper Botany, 1993, 44: 509-518
[12] 高俊凤. 植物生理实验技术[M]. 西安: 世界图书出版公司, 2000: 145-163
[13] Marschner H. Mineral Nutrition of Higher Plants[M]. 2nd ed. London: Academic Press, 1995
[14] Adams P. Effects of increasing the salinity of the nutrient solution with major nutrients or sodium chloride on the yield, quality and composition of tomatoes grown in rock-wool[J]. J Hort Sci, 1991, 66: 201-207
[15] 太田勝己. 水耕ミニマの果实品质および収量に及ぼす培养液浓度と盐类处理的影响[J]. 园艺学杂志, 1991, 60: 89-95
[16] 刘凤荣, 陈火英, 刘 杨, 等. 盐胁迫下不同基因型番茄可溶性物质含量的变化[J]. 植物生理与分子生物学学报, 2004, 30(1): 99-104
[17] Gao Z F, Sagi M, Lips S H. Carbohydrate metabolism in leaves and assimilate partitioning in fruits of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) as affected by salinity[J]. Plant Science, 1998, 135: 149-159
[18] 陈淑芳, 朱月林, 刘友良, 等. NaCl胁迫对番茄嫁接苗保护酶活性、渗透调节物质含量及光合特性的影响[J]. 园艺学报, 2005, 32(4): 609-613
[19] Greenway H, Munns R. Mechanisms of salt tolerance in non halophytes[J]. Annu Rev Plant Physiol, 1980, 31: 149-190