

白芦笋MA贮藏及其采后生理变化的研究

弋顺超^a, 饶景萍^a, 邵景侠^b

(西北农林科技大学 a 园艺学院, b 生命科学学院, 陕西 杨凌 712100)

[摘要] 对不同温度结合不同孔径包装的白芦笋MA贮藏保鲜及其采后生理进行了研究。结果表明, 温度是影响白芦笋采后生理指标和营养成分的决定因素, 其中以4℃贮藏效果最好。不同包装中, 以0.04 mm厚、0.5 cm大孔PE包装的白芦笋呼吸强度低、硬度大、营养成分损失少, 在4℃贮藏18 d仍有较好的品质。

[关键词] 白芦笋; MA贮藏; 采后生理

[中图分类号] S644.609⁺.3

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2007)02-0101-05

Study on the storage and postharvest physiological change of white asparagus

YI Shun-chao^a, RAO Jing-ping^a, SHAO Jing-xia^b

(a College of Horticulture, b College of Life Sciences, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract MA storage and postharvest physiology of white asparagus packaged in PE bags with three different holes were studied in the experiment. The results proved that temperature played an important role in deciding the indexes and nutrition of white asparagus, and 4℃ had the best storage effect. Packaged in 0.04 mm PE bag with 0.5 cm holes and storage produced the best fresh-keeping result. Under the condition of 4℃, the white asparagus could retain good quality even after 18 days.

Key words: white asparagus; MA-storage; postharvest physiology

芦笋(*Asparagus officinalis* L.), 又名石刁柏, 为百合科天门冬属多年生植物, 原产西亚、欧洲, 20世纪70年代引入我国, 是一种高级药食兼用型保健蔬菜, 被人们誉为蔬菜之王, 是世界十大蔬菜之一。芦笋按幼茎颜色分为绿芦笋和白芦笋, 绿芦笋是芦笋地上见光生长的嫩茎, 白芦笋是芦笋地下生长的嫩茎。绿芦笋较白芦笋营养丰富, 但口感较差; 白芦笋组织幼嫩, 口感脆嫩。

目前, 绿芦笋的贮藏保鲜方式主要有冷藏、气调贮藏、MA (Modified Atmosphere) 贮藏和一次性充气MAP贮藏^[1-2]。一次性充气MAP贮藏的优点是贮藏时间较普通MA贮藏长, 但是包装袋需要提前进行混合气体充袋, 贮藏成本较高, 同时配气工艺也限制了其在生产上推广应用, 因此生产中常采用MA贮藏。MA贮藏也称自发气调贮藏^[3], 其基本原理是

果蔬在包装袋中通过自身呼吸作用释放CO₂, 使袋内形成一定的CO₂浓度, 从而抑制呼吸, 起到自发气调的作用, 延缓果蔬衰老。同时, MA贮藏能够保持袋中较高的湿度, 减少果蔬水分散失, 延长保鲜期。

白芦笋在生产上多用于加工罐头和速冻食品, 贮藏保鲜方面的研究报道较少。但是白芦笋产量受温度影响较大, 易造成生产原料短期缺乏或过剩, 严重影响其加工生产及产品质量, 因此短期贮藏对于调节原料供应和保证产品质量尤为重要。本试验采用无孔、针孔、大孔包装结合不同温度处理, 通过定期测定贮藏期间白芦笋理化指标和营养成分, 研究不同温度、不同包装对白芦笋生理变化和保鲜效果的影响, 以期获得最佳的白芦笋贮藏保鲜条件, 为白芦笋短期贮藏保鲜提供理论依据。

° [收稿日期] 2006-01-04

[作者简介] 弋顺超 (1975-), 男, 陕西户县人, 在读硕士, 主要从事园艺产品贮藏保鲜研究。

1 材料与方法

1.1 材料

供试白芦笋品种为早熟、丰产 UC-157 白芦笋, 采自渭南市大荔县张家乡。

包装袋采用 0.04 mm × 300 mm × 400 mm 聚乙烯 PE 袋。

1.2 试验处理

供试材料 UC-157 白芦笋清晨采收后, 挑选生长整齐、粗细一致的白芦笋切割成长 15 cm 的茎段, 清洗后用 1% 漂白粉杀菌 2 min, 取出晾干, 装入 0.04 mm × 300 mm × 400 mm 聚乙烯 PE 袋中, 每袋 (1 500 ± 15) g, 置于相对湿度 90% ~ 95% 的可控温贮藏柜中。

贮藏温度设 0, 4, 10, 20 (对照) 4 种处理, 每种处理均设大孔包装 (每袋打 10 个直径 0.5 cm 的大孔)、针孔包装 (每袋用针扎 20 个孔)、无孔包装及无包装 (对照) 4 种处理, 每处理设 3 个重复。

1.3 测定方法

失重率、硬度、呼吸强度每 3 d 取样测定 1 次, 细胞膜透性、可溶性蛋白、氨基酸总量、V_c 含量每 2 d 取样测定 1 次。

- 1.3.1 失重率 采用称量法测定。
- 1.3.2 硬度 用 SYS-II 手持硬度计测量, 测定部位距顶端 5 cm。
- 1.3.3 呼吸强度 采用气流法测定。
- 1.3.4 细胞膜透性 取白芦笋嫩茎上、中、下各段, 切成 2 mm 厚的薄片, 取 10 g 放入盛有无离子水的 50 mL 锥形瓶中, 测定外渗液的电导值 L_1 。然后, 将锥形瓶放入水浴锅中, 沸水煮 5 min 以杀死组织, 待冷却至室温后, 再次测定外渗液的电导值 L_2 。以细胞膜相对透性 (细胞膜相对透性/% = $L_1/L_2 \times 100\%$) 表示细胞受伤害的程度^[4]。
- 1.3.5 可溶性蛋白 采用考马斯亮蓝法测定^[4]。
- 1.3.6 氨基酸总量 采用甲醛法测定^[4]。
- 1.3.7 V_c 含量 采用钼蓝比色法测定^[4]。

2 结果与分析

2.1 温度对白芦笋贮藏效果的影响

试验中发现, 温度是影响白芦笋采后生理指标和营养成分的决定因素, 且温度对不同包装白芦笋采后生理指标和营养成分的影响趋势一致。因此, 选择大孔包装白芦笋生理指标和营养成分进行分析。

表 1 温度对贮藏期间白芦笋生理指标的影响

Table 1 Effect of different temperatures on physiological indexes of white asparagus

温度/ Temperature	失重率/% Weight loss		硬度/ (kg · cm ⁻²) Hardness		呼吸强度/ (mg · kg ⁻¹ · h ⁻¹) Respiration		细胞膜相对透性/% Cell membrane relative penetrability penetrability	
	6 d	12 d	6 d	12 d	6 d	12 d	6 d	12 d
0	6.1	7.5	10.3	6.8	55	52	33	40
4	10.0	13.0	10.5	7.5	60	52	31	36
10	29.3	47	7.1	3.7	68	-	53	-
20(CK)	45.6	63	-	-	-	-	-	-

注: “-”代表材料腐烂不能测定。下表同。

Note: “-” means can not be measured because of asparagus rotten. Which are the same in the following tables.

由表 1, 2 可以看出, 不同温度处理对白芦笋贮藏效果影响较大, 0 和 4 °C 保鲜时间较长, 而 10 °C 下贮藏 10 d 开始腐烂, 20 °C 仅能贮藏 3 d 就出现失水干缩或腐烂。由表 1 可以看出, 随着温度的升高白芦笋失重率、呼吸强度也随之增大; 4 °C 条件下贮藏的白芦笋硬度和细胞膜透性最大, 这可能是由于 0 °C 会导致部分白芦笋发生冷害, 使白芦笋硬度下降, 细胞膜透性增加。

表 2 温度对贮藏期间白芦笋营养成分的影响

Table 2 Effect of different temperatures on nutrition components of white asparagus

温度/ Temperature	可溶性蛋白/(mg · g ⁻¹) Soluble protein		氨基酸总量/(mg · g ⁻¹) Amino acid		V _c 含量/(mg · g ⁻¹) V _c content	
	6 d	12 d	6 d	12 d	6 d	12 d
0	0.60	0.44	1.33	1.25	1.76	1.52
4	0.77	0.60	1.16	1.30	1.72	1.55
10	0.41	-	1.21	-	1.33	-
20(CK)	-	-	-	-	-	-

由表 2 可以看出, 不同温度处理的白芦笋贮藏 12 d 时, 可溶性蛋白和 V_c 含量均低于贮藏 6 d, 0 °C

条件下贮藏12 d时氨基酸总量也低于贮藏6 d, 而4 条件下贮藏的白芦笋氨基酸变化则相反, 贮藏到12 d时有所升高; 在4 条件下, 白芦笋贮藏6和12 d时可溶性蛋白含量均高于其他温度处理; 而氨基酸总量6 d时最低, 12 d时则高于其他温度处理, 其原因是在4 条件下白芦笋蛋白在酶的作用下分解为氨基酸; 贮藏第6天时V_c含量低于0 而明显高于10 , 第12天时V_c含量则高于0 , 其原因是在4 条件下大孔包装的白芦笋在贮藏12 d时呼吸达

到平衡, 从而有效延缓了氨基酸总量和V_c含量的下降。

综合考虑生理指标、营养成分和贮藏效果认为, 白芦笋以4 贮藏保鲜效果最好。

2 2 不同包装对白芦笋贮藏效果的影响

2 2 1 贮藏期间白芦笋失重率和硬度的变化 由表3可以看出, 随贮藏时间延长, 不同包装处理的白芦笋失重增加, 其中无包装失重最大, 大孔包装次之, 针孔包装和无孔包装失重较少。

表3 贮藏期间不同包装白芦笋失重率和硬度的变化

贮藏时间/d Storage time	失重率/% Weight loss				硬度/(kg · cm ⁻²) Hardness			
	大孔包装 Package with 0.5 cm holes	针孔包装 Package with pinhole	无孔包装 Package with no holes	无包装 No package	大孔包装 Package with 0.5 cm holes	针孔包装 Package with pinhole	无孔包装 Package with no holes	无包装 No package
0	0	0	0	0	11.2	11.2	11.2	11.2
3	7	4	3	10	12.1	12.0	12.4	12.2
6	10	5	4	16	10.5	10.4	10.5	10.3
9	12	8	8	25	8.2	8.2	8.3	7.9
12	13	10	9	38	7.5	7.3	7.1	5.6
15	13	11	9	-	6.4	6.4	6.1	-
18	13	11	10	-	5.7	5.7	5.3	-

由表3可以看出, 4 条件下, 不同包装处理的白芦笋硬度在贮藏前3 d有所增加, 这可能是由于用1%漂白粉杀菌处理时, 白芦笋吸收了Ca²⁺所致; 随着贮藏时间的延长白芦笋硬度下降。贮藏前3 d无包装白芦笋的硬度较不同包装略低, 不同包装之间差异较小。贮藏到18 d时大孔包装和针孔包装的硬度较大, 无孔包装较小。

可以看出, 在4 条件下, 贮藏前期大孔包装、针孔包装、无孔包装3种PE处理的白芦笋都出现呼吸高峰, 大孔包装、针孔包装呼吸高峰出现在第6天, 无孔包装出现在第12天。整个贮藏期间无孔包装的呼吸强度始终高于大孔包装和针孔包装。贮藏前期无包装的白芦笋呼吸强度最高, 前3 d快速下降, 之后又快速上升。由此可以看出, 白芦笋为呼吸跃变型蔬菜。

2 2 2 贮藏期间白芦笋呼吸强度的变化 从图1

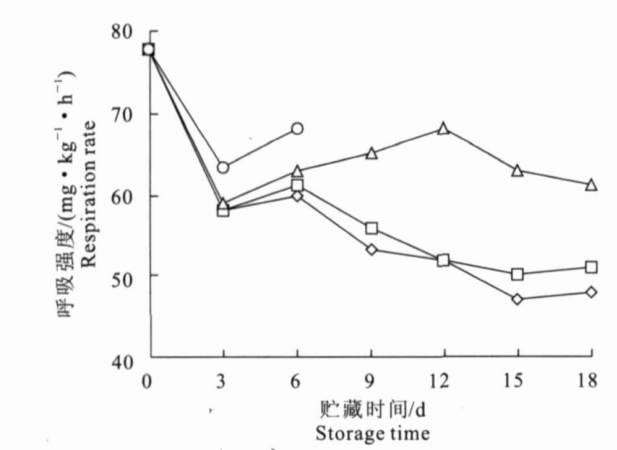


图1 贮藏期间不同包装白芦笋呼吸强度的变化
- - - 大孔包装; - □ - 针孔包装; - △ - 无孔包装; - ◇ - 无包装
Fig 1 Changes of respiratory rate with different bags
- - - Package with 0.5 cm holes; - □ - Package with pinhole;
- △ - Package with no holes; - ◇ - No package

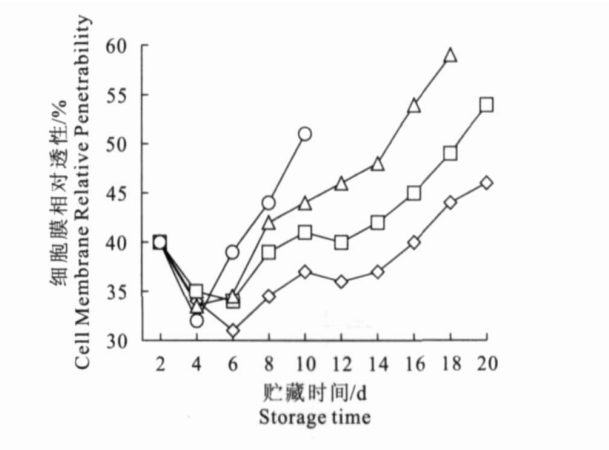


图2 贮藏期间不同包装白芦笋细胞膜相对透性的变化
- - - 大孔包装; - □ - 针孔包装; - △ - 无孔包装; - ◇ - 无包装
Fig 2 Change of different bags on cell
membrane relative penetrability during storage
- - - Package with 0.5 cm holes; - □ - Package with pinhole;
- △ - Package with no holes; - ◇ - No package

2.2.3 贮藏期间白芦笋细胞膜相对透性的变化

从图2可以看出,在4条件下,贮藏前期不同包装处理的白芦笋细胞膜相对透性虽有降低,但贮藏期间总体呈上升趋势。大孔包装的细胞膜相对透性整体较低,无孔包装较高。无包装的白芦笋细胞膜相对透性快速下降后又迅速上升,而后细胞膜很快破裂。

2.2.4 贮藏期间白芦笋可溶性蛋白含量的变化

试验中发现白芦笋头部、中部、基部可溶性蛋白含量不同,从头部向下依次递减。由图3可以看出,在4条件下,各包装处理的可溶性蛋白含量随贮藏时间的延长均明显下降,大孔包装、针孔包装、无孔包装3

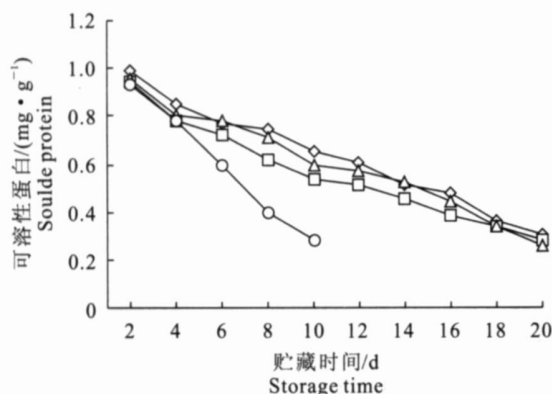


图3 贮藏期间不同包装白芦笋可溶性蛋白含量的变化

- - - 大孔包装; - □ - 针孔包装; - · - 无孔包装; - ◇ - 无包装

Fig 3 Effect of different bags on protein during storage

- - - Package with 0.5 cm holes; - □ - Package with pinhole;
- · - Package with no holes; - ◇ - No package

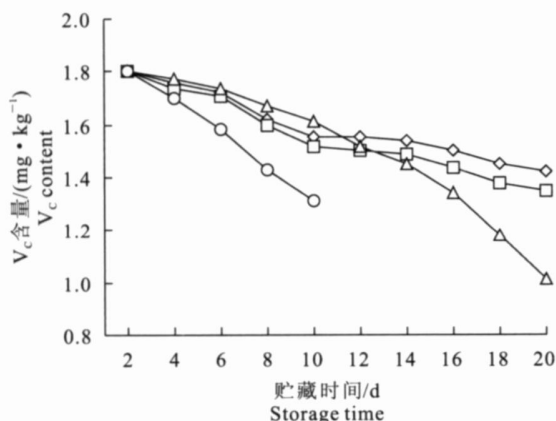


图5 贮藏期间不同包装白芦笋V_C含量的变化

- - - 大孔包装; - □ - 针孔包装; - · - 无孔包装; - ◇ - 无包装

Fig 5 Effect of different bags on V_C content

- - - Package with 0.5 cm holes; - □ - Package with pinhole;
- · - Package with no holes; - ◇ - No package

2.2.6 贮藏期间白芦笋V_C含量的变化

从图5可

种包装处理的可溶性蛋白较对照损失少,在贮藏20 d中大孔包装损失70%,针孔包装损失69%,无孔包装损失72.7%,而贮藏10 d时无包装的白芦笋损失高达70%。

2.2.5 贮藏期间白芦笋氨基酸总量的变化

由图4可以看出,贮藏期间各包装处理的氨基酸总量均呈先上升后下降的趋势,在4条件下,大孔包装、针孔包装、无孔包装3种包装处理贮藏0~10 d氨基酸总量呈上升趋势,随后开始下降;而无包装的白芦笋在贮藏0~6 d略有上升随后快速下降。

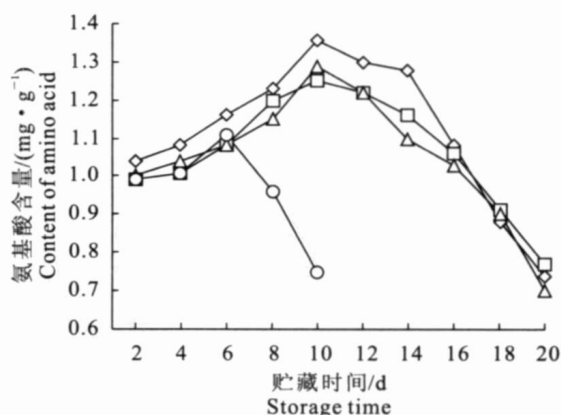


图4 贮藏期间不同包装白芦笋氨基酸总量的变化

- - - 大孔包装; - □ - 针孔包装; - · - 无孔包装; - ◇ - 无包装

Fig 4 Effect of different PE bags on AA content

- - - Package with 0.5 cm holes; - □ - Package with pinhole;
- · - Package with no holes; - ◇ - No package

以看出,随着采后贮藏时间的延长,不同包装处理的V_C含量均逐渐降低,无包装的白芦笋V_C含量下降最快。不同包装处理中,无孔包装的白芦笋在贮藏期间V_C下降速度稳定,且较快。而大孔、针孔包装的V_C含量在贮藏前期下降幅度较大,中期较小,后期下降速度加快,在整个贮藏过程中V_C含量的变化较为缓慢。由此可以看出,包装可以延缓白芦笋V_C的损失,不同包装对V_C含量影响较大。

3 讨论

温度是影响白芦笋贮藏效果的决定因素,不同温度处理对贮藏期间白芦笋生理指标和营养成分的影响最大,本试验结果表明4条件下白芦笋贮藏效果最好。

白芦笋属呼吸跃变型蔬菜,不同包装处理的白芦笋贮藏期间都有跃变高峰出现。郭志义等^[5]的研究也表明,白芦笋属于呼吸跃变型蔬菜。

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 Horti 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 Horti 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養液濃度と盐类処理の影響[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