

粉果番茄贮藏期间主要性状变化规律研究

齐景凯¹, 曹霞², 张晓雷²

(1. 内蒙古民族大学 生命科学学院, 内蒙古 通辽 028043; 2. 河北科技师范学院 园艺科技学院, 河北 昌黎 066600)

摘要:以番茄品种“浙粉 202”为试材,研究了不同贮藏温度(1、7、14、20℃)对番茄果实颜色、硬度、可溶性固形物含量、有机酸含量和维生素 C 含量的影响。结果表明:番茄“浙粉 202”果实贮藏 13 d 时,14℃和 20℃条件下腐烂率比 1℃和 7℃条件下腐烂率高,4 个储藏温度下果实硬度和可溶性固形物含量均有不同程度下降。贮藏 13 d 时,1℃贮藏条件下番茄硬度和维生素 C 含量最大,20℃条件下的硬度最小,7℃条件下有机酸含量在整个贮藏期较高,14℃条件下果实颜色值最大,20℃条件下有机酸含量、维生素 C 含量、果实颜色一直最低,1℃贮藏条件下番茄可溶性固形物、有机酸含量较高。因此,对于番茄“浙粉 202”长时间贮藏的温度以 1℃为宜。

关键词:番茄;果实;贮藏;性状

中图分类号:S 641.209⁺.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)01-0117-04

番茄(*Lycopersicon esculentum* Mill.)属茄科番茄属,又名西红柿,番茄果实营养丰富,含有丰富的番茄红素、胡萝卜素、可溶性糖、脯氨酸、有机酸、维生素 C 等;番茄果实食用方法多样,可作为餐桌拼盘、色拉的材料,也可生吃、凉拌、糖拌、炒食、汤食,还可加工成不同类型的食品,如番茄酱、罐头、番茄汁、番茄干等^[1-2],深受人们喜爱;番茄栽培产量高,经济效益好,尤其保护地反季节栽培,效益相当可观,因此番茄是我国重要的蔬菜作物之一。

番茄种类繁多,主要分大红和粉红两大类。欧美大红番茄硬度大,果型出众,耐储藏运输,但个头小、口感差;国产粉果番茄品种繁多,口感好,个头大,受到广大人民的喜爱^[3],但硬度不够大,不耐储藏运输。研究影响粉果番茄储运的因素,显得尤为重要。温度是影响番

茄储藏和运输的主要因素之一,温度影响番茄果实的硬度和色差,也影响番茄的营养成分,最终影响番茄的品质^[4];而维生素 C、有机酸和可溶性固形物含量是番茄的主要营养成分。目前关于粉果番茄储运的研究较少。

因此,开展不同储藏温度对粉果番茄主要性状如果实颜色、硬度、可溶性固形物含量、有机酸含量和维生素 C 含量影响的研究,旨在通过探究各性状之间关系的密切程度做出正确的统计预测并推断出适合粉果番茄贮藏的环境条件,为粉果番茄的合理储藏运输提供科学指导。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料为番茄品种“浙粉 202”。

1.2 试验方法

试验在河北科技师范学院园艺实验室进行。2014 年 1 月 6 日播种,4 月 1 日定植,6 月 18 日采收,7 月下旬采收结束。试验采用随机区组设计,3 次重复。采取单秆整枝,留 3 穗果后摘心。花期喷施坐果灵,防止落花落果,其它进行常规管理。

第一作者简介:齐景凯(1972-),男,蒙古族,内蒙古通辽人,硕士,讲师,研究方向为食品分析。E-mail:qjkzhyf@126.com.

基金项目:内蒙古自然科学基金资助项目(2015MS0310)。

收稿日期:2015-09-24

ratio of sugar and acid, vitamin C and other fruit quality indicators in varying degrees, the negative impacts on fruit quality of 20 mg/L treatment were more than 10 mg/L treatment. During storage at 0℃, the degree of membrane damage of 20 mg/L treatment was the highest. Also, 20 mg/L treatment exhibited more chilling-sensitive and occurred chilling injury earlier, its chilling injury index, chilling injury incidence were significantly higher than other treatments, and it also had lower accepted fruit percentage and higher weight loss at the end of storage. In conclusion, high concentration CPPU significantly decreased the fruit quality and chilling resistance of postharvest 'Xuxiang' while increased the fruit size.

Keywords: kiwifruit; CPPU; concentration; quality; chilling injury

1.3 项目测定

番茄果实成熟期采收“浙粉 202”,选取成熟度一致的果实 80 个,放于实验室的 4 个冰柜中,每个冰柜的温度分别为 1、7、14、20℃,记为 T1、T2、T3 和 T4,每个冰柜放 20 个果实,共放置 13 d(7 月 1—13 日),贮藏期间测定果实的有机酸、可溶性固形物、果实颜色、硬度、维生素 C 含量。每隔 4 d 测 1 次,连续测定 4 次。

硬度采用 GY-1 型硬度计参照魏宝东等^[5]方法测定;维生素 C 含量参照韩雅珊^[6]方法测定;果实颜色值采用 TC-PIIG 全自动测色色差计测定;可溶性固形物含量采用 WYY 型手持糖量计测定^[7];有机酸含量采用李锡香^[8]酸碱中和滴定法测定。

1.4 数据分析

采用 SPSS 21 软件对数据进行统计分析和差异显著性比较,利用 Excel 2007 作图。

2 结果与分析

2.1 不同温度下“浙粉 202”番茄贮藏 13 d 的腐烂率

由图 1 可知,T1、T2、T3 和 T4 的腐烂率分别是 0%、5%、15%和 25%;因此,14℃和 20℃条件下腐烂率比 1℃和 7℃条件下腐烂率高。

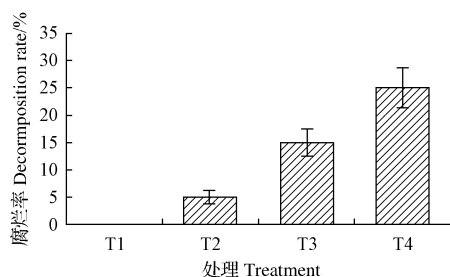


图 1 不同温度处理下番茄的腐烂率

Fig. 1 Decomposition rate of tomato under different temperatures

2.2 不同温度下“浙粉 202”番茄贮藏 13 d 果实性状比较

由表 1 可知,贮藏 13 d 时,T1、T2 和 T3 番茄果实之间的颜色差异不显著(0.01 和 0.05 水平),T1、T2、T3

分别与 T4 相比,果实颜色差异极显著,其中 T3 果实颜色均值最大,为 66.98 nm;T4 果实颜色均值最小,为 49.63 nm。

可溶性固形物是指细胞液中可溶性的氨基酸、有机酸、果胶、维生素 C、单宁、部分含氮物、水溶性色素及溶于水的矿物质、糖类等,可溶性固形物含量的高低影响番茄的风味。从表 1 可知,贮藏 13 d 时,T1、T2 和 T3 番茄果实之间的可溶性固形物差异不显著(0.01 和 0.05 水平);T1、T2、T3 分别与 T4 相比,可溶性固形物差异极显著,其中 T2 可溶性固形物含量均值最大,为 5.32%,T4 可溶性固形物含量均值最小,为 3.60%。

果实硬度是指水果单位面积(S)承受测力弹簧的压力(N),N/S 定义为果实硬度 P,温度直接影响着果实的储运。由表 1 可知,贮藏 13 d 时,T1 与 T3、T4 相比,番茄果实的硬度相比较差异显著(0.05 水平),T1 与 T4 番茄果实的硬度相比较差异极显著(0.01 水平),T2 与 T4 比较差异显著,其中 1℃条件下硬度均值最大,均值为 13.15 MPa;20℃条件下硬度均值最小,为 11.20 MPa,在贮藏过程中番茄硬度随着成熟度的增加逐渐下降。

番茄果实所含的有机酸主要是柠檬酸、苹果酸、草酸、醋酸和甲酸等,有机酸含量的多少影响果实的糖酸比及风味和品质。贮藏 13 d 时,T2 与 T1、T3、T4 番茄果实有机酸含量相比较差异极显著,T4 与 T1 番茄果实的有机酸含量相比较差异极显著,T3 和 T4 番茄果实的有机酸含量相比较差异显著,其中 7℃条件下有机酸均值最大,为 5.61 mg/g;20℃条件下有机酸均值最小,为 4.93 mg/g。

维生素 C 是番茄果实的主要营养成分,果实采后随着储藏期的延长,维生素 C 含量呈下降趋势。贮藏 13 d 时,T1 与 T2、T3、T4 番茄果实的维生素 C 含量相比较差异极显著,T2 与 T3、T4 番茄果实维生素 C 含量相比较差异极显著,T3 与 T4 维生素 C 含量相比较差异不显著,其中 1℃条件下维生素 C 含量均值最大,为 21.34 mg/100g FW;20℃条件下维生素 C 含量均值最小,为 15.43 mg/100g FW。

表 1 不同温度下“浙粉 202”番茄果实贮藏 13 d 主要性状的比较

Table 1 Comparison of the main characters of the fruit of 'Zhefen 202' storage for 13 days under different temperatures

处理 Treatment	果实颜色值 Fruit color value/nm	可溶性固形物含量 Soluble solids content/%	果实硬度 Fruit hardness/MPa	有机酸含量 Organic acid content/(mg·g ⁻¹)	维生素 C 含量 Vitamin C content/(mg·(100g) ⁻¹ FW)
T1	66.60±1.62a A	5.12±0.50a A	13.15±0.04a A	5.23±0.11b B	21.34±0.10a A
T2	65.47±1.59a A	5.32±0.43a A	12.57±0.02ab AB	5.61±0.11a A	18.71±1.04b B
T3	66.98±0.28a A	4.73±0.40a A	11.72±0.06bc AB	5.16±0.07b BC	15.73±0.75c C
T4	49.63±1.50b B	3.60±0.18 b B	11.20±0.06c B	4.93±0.05c C	15.43±0.53c C

注:小写字母不同表示在 0.05 水平差异显著,大写字母不同表示在 0.01 水平差异极显著。

Note: Different lowercase letters showed significant difference at 0.05 level, capital letters showed highly significant difference at 0.01 level.

2.3 “浙粉 202”番茄在不同温度下贮藏期间果实性状表现

2.3.1 果实贮藏期间果实颜色变化 从图 2 可以看出,采收当天番茄果实的颜色值最小。贮藏 1~5 d, T1 和 T2 番茄果实颜色值减小, T2 下番茄果实颜色值减小缓慢; 其它 2 个温度条件下番茄果实颜色值均呈上升趋势, T4 条件下番茄果实颜色值上升幅度较大; 在贮藏 5~9 d, T1、T2 和 T3 番茄果实颜色值明显上升, T4 番茄果实颜色值呈下降趋势; 在贮藏 9~13 d, 4 个温度条件下番茄果实颜色值呈上升趋势, 20℃ 条件下番茄果实颜色值上升缓慢。

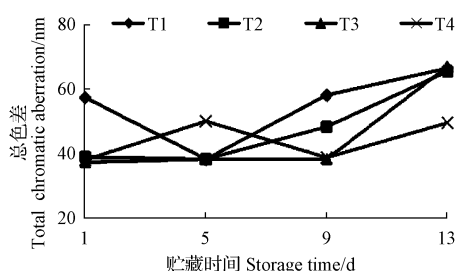


图 2 不同温度下番茄贮藏期间果实颜色变化
Fig. 2 Change of color for the tomato fruit during storage under different temperatures

2.3.2 果实贮藏期间硬度变化表现 由图 3 可知,果实采摘当天硬度相差不大。在贮藏期间果实硬度均呈下降趋势; 在贮藏的前 5 d, T4 硬度下降最快, 之后变化逐渐减小并趋向平稳状态, 在整个过程中番茄硬度变化出现 2 个高峰, 贮藏 5~9 d 硬度基本不变, 贮藏 9 d 后硬度又明显变小。T1 番茄硬度贮藏 5 d 以后软化速度最慢, 果实硬度最好, 贮藏 5~13 d 硬度变化也较小, 变化最平缓。T2 番茄硬度贮藏期间变化曲线比 T1 稍微急促, T3 番茄硬度贮藏期间变化曲线比 T2 稍微急促。贮藏 13 d 硬度均有不同程度下降, 硬度表现不同, 1℃ 条件下番茄硬度最大, 7℃ 和 14℃ 条件下番茄硬硬度较大, 20℃ 条件下番茄硬度最小。在货架后期有些果实硬度起伏较大, 可能是果皮韧性差异造成的。可见, 延长番茄的贮藏期在采后前 5 d 采取措施, 降低番茄的软化速度效果最好。

2.3.3 果实贮藏期间可溶性固形物含量变化 由图 4 可知, 采收当天番茄果实的可溶性固形物含量最多。在贮藏 1~5 d, 除 T2 的番茄可溶性固形物含量变化不大外, 其它 3 个处理的番茄果可溶性固形物含量均快速下降; 在贮藏 5~9 d T3 的番茄可溶性固形物含量明显上升, 其它 3 个温度条件下平缓下降; 在贮藏 9~13 d, 1℃ 和 7℃ 的番茄果实可溶性固形物含量上升, 14℃ 和 20℃ 略有降低。

2.3.4 果实贮藏期间有机酸含量变化表现 由图 5 可知,

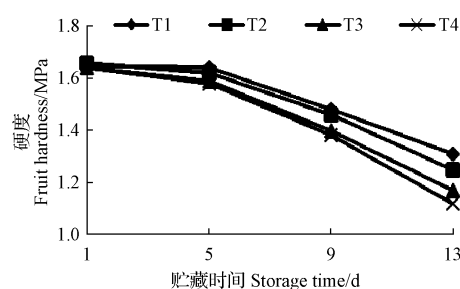


图 3 不同温度下番茄贮藏期间硬度的变化
Fig. 3 Hardness change of the tomato fruit during storage under different temperatures

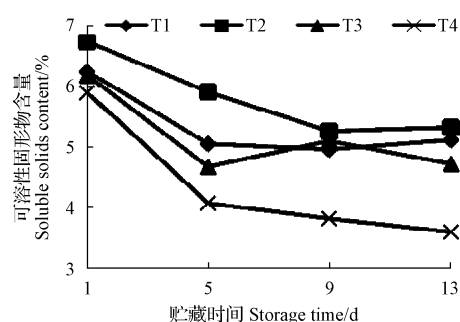


图 4 不同温度下番茄贮藏期间可溶性固形物含量变化
Fig. 4 Change of soluble solids content for the tomato fruit during storage under different temperatures

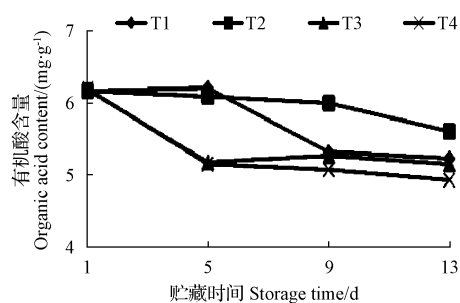


图 5 不同温度下番茄贮藏期间有机酸含量变化
Fig. 5 Change of the organic acid content for the tomato fruit during storage under different temperatures

T2 的番茄果实有机酸含量在贮藏 1~5 d 逐渐上升, 在贮藏 5~9 d 呈缓慢下降趋势。其它 3 个处理的番茄果实有机酸含量在贮藏期间 1~13 d 有机酸含量变化趋势基本一致, 呈下降趋势。7℃ 条件下的番茄果实有机酸含量在整个贮藏期一直显著的高于其它 3 个处理, 20℃ 条件下番茄果实有机酸含量一直最低。

2.3.5 果实贮藏期间维生素 C 变化表现 由图 6 可以看出, 番茄刚采收时维生素 C 含量最小, 随着贮藏时间的延长番茄果实维生素 C 含量有所增加, 在贮藏 1~5 d, 4 个处理的番茄果实维生素 C 含量呈上升趋势, 并且 T3

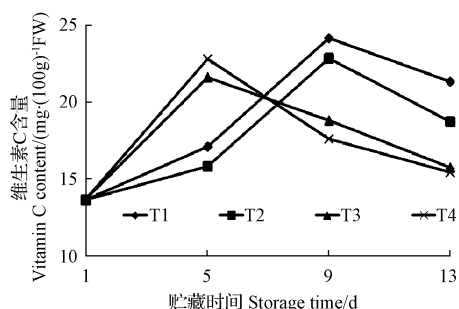


图6 不同温度下番茄贮藏期间维生素C含量变化

Fig. 6 Change of the vitamin C content for the tomato fruit during storage under different temperatures

和T4的番茄果实维生素C含量达到最大值;在贮藏5~9 d,14℃和20℃条件下番茄果实维生素C含量呈下降趋势,1℃和7℃条件下番茄果实维生素C含量达到最大值;在贮藏9~13 d,4个处理的番茄果实维生素C含量呈下降趋势。这说明低温有利于番茄果实维生素C含量的保持。

3 结论与讨论

番茄果实成熟时果实硬度最大,无畸形果;贮藏13 d时,20℃下番茄果实的硬度、有机酸含量和可溶性固形物含量均最低,腐烂率较高,1℃下番茄果实有机酸含量较高,果实硬度最大,可溶性固形物含量最高,腐烂率较低,耐贮性较好。

该试验通过4个温度(1、7、14、20℃)处理对番茄主要性状的影响,综合比较,1℃处理下,番茄果实品质较好,有机酸含量较高,果实硬度最大,可溶性固形物含量最高,果实颜色最好。14℃和20℃处理下,各项指标都较低,可以看出不同温度贮藏处理,番茄品质会下降,因此可以说番茄贮藏是有必要的。在贮藏期间4个温度条件下,番茄果实硬度均呈下降趋势,这与生吉萍等^[9]研究结果一致。

参考文献

- [1] 陈月英. 番茄的加工利用现状及发展趋势[J]. 农产品加工, 2005(3): 55-56.
- [2] 张海英. 番茄的保健作用及产品开发[J]. 山西食品工业, 2003(3): 17-19.
- [3] 王小征. 春大棚粉果番茄品比试验[J]. 北京农业, 2013(36): 48-50.
- [4] 高海生, 赵希艳, 李润丰. 果蔬采后处理与贮藏保鲜技术研究进展[J]. 农业工程学报, 2007, 23(2): 273-278.
- [5] 魏宝东, 姜炳义, 冯辉. 番茄果实货架期硬度变化及其影响因素的研究[J]. 食品科学, 2005, 26(3): 249-252.
- [6] 韩雅珊. 食品化学实验指导[M]. 北京: 北京农业大学出版社, 1992.
- [7] 闫师杰. 鸭梨采后果实褐变的影响因素及发生机理的研究[D]. 北京: 中国农业大学, 2005.
- [8] 李锡香. 新鲜果蔬的品质及其分析[M]. 北京: 农业出版社, 1993.
- [9] 生吉萍, 罗云波, 申琳. PG和LOX对采后番茄果实软化细胞超微结构的影响[J]. 园艺学报, 2000, 27(4): 276-281.

Study on Variation of Main Characters During Storage Period of Tomato Fruit

QI Jingkai¹, CAO Xia², ZHANG Xiaolei²

(1. Life Science College, Inner Mongolia University of Nationalities, Tongliao, Inner Mongolia 028043; 2. College of Horticulture, Hebei Normal University of Science and Technology, Changli, Hebei 066600)

Abstract: Taking tomato cultivar 'Zhefen 202' as experimental material, organic acids content, vitamin C content, hardness, fruit color, soluble solids were affected by different storage temperatures (1℃, 7℃, 14℃, 20℃). The results showed that decay rate of tomato fruit stored at 14℃ or 20℃ conditions for 13 days was more than the other two treatments. Fruit hardness and soluble solids content decreased under different treatments. Storage for 13 days, under 1℃, tomato had maximum hardness and the highest vitamin C content, and it had minimum hardness under 20℃. Under 7℃, the conditions of organic acid content throughout the storage period was the highest. The organic acid content, vitamin C content and fruit color was minimum at 20℃, soluble solids content and organic acid content were high at 1℃ storage conditions of tomato. Thus, 1℃ was suitable for tomato long-storage.

Keywords: tomato; fruit; storage; character