

# 贮藏温度对蓝莓抗氧化活性的影响

孔凡真, 智雪涛, 纪艳青\* (临沂大学生命科学学院, 山东临沂 276000)

**摘要** [目的]探讨蓝莓鲜果适宜的贮藏温度, 延长蓝莓货架期, 提高其利用价值。[方法]以新鲜蓝莓为试验材料, 测定在 20~25、10~15、0~5℃ 3 种温度条件下的总酚、异黄酮、DPPH 自由基清除率和还原力等的变化。[结果]贮藏初期, 较高的贮藏温度(25~30℃)可加快蓝莓中抗氧化物质的积累, 提高其抗氧化活性; 而在贮藏后期, 较高的温度加快了蓝莓果实抗氧化活性的下降速度, 并缩短了蓝莓贮藏期。[结论]低温(0~5℃)能使蓝莓果实的抗氧化活性始终维持在一个相对较高的水平, 且能显著延长果实的贮藏期, 是蓝莓较适宜的贮藏温度。

**关键词** 蓝莓; 抗氧化活性; 贮藏温度

中图分类号 S609+.3 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2016)32-0083-02

## Effects of Storage Temperature on the Antioxidant Activity of Blueberry

KONG Fan-zhen, ZHI Xue-tao, JI Yan-qing\* (College of Life Science, Linyi University, Linyi, Shandong 276000)

**Abstract** [Objective] The aim was to determine the optimal storage temperature for fresh fruits of blueberry, prolong shelf life, improve its utilization value. [Method] With fresh blueberry as test material, changes of total phenols, isoflavone, DPPH free radical scavenging rate and reducing power under 20-25, 10-15, 0-5℃ were determined. [Result] The results showed that enhanced storage temperature(25-30℃) accelerated the accumulation of antioxidant substances during the early storage, and increased the antioxidant activity; Relatively high temperature accelerated the decreasing of antioxidant activity of blueberry fruits during the late storage, and shortened the storage period of blueberry. [Conclusion] Low temperature(0-5℃) maintained the antioxidant activity of blueberry fruits at a relatively high level, and significantly prolonged the storage period of fruits, which was the proper storage temperature for blueberry.

**Key words** Blueberry; Antioxidant activity; Storage temperature

蓝莓果实含有花青素、黄酮类等多种生物活性成分, 具有促进视红素再合成、改善循环、提高免疫力、减少血管疾病、延缓衰老及抗癌等多种生理活性功能<sup>[1]</sup>。蓝莓果实成熟期在 6~8 月份的高温多雨季节, 26℃ 下放置几天即开始腐烂。蓝莓的这种不耐贮性, 严重制约了其产业的发展。因此, 探讨蓝莓的适宜贮藏温度对其产业发展有重要意义。目前, 对蓝莓的适宜贮藏温度的研究尚鲜有报道。笔者研究不同贮藏温度对蓝莓果实中抗氧化物质含量和抗氧化能力的影响, 以期确定蓝莓果实适宜的贮藏温度, 并明确其主要抗氧化成分, 对寻求新型高效的天然抗氧化剂, 提高蓝莓的利用价值提供参考。

## 1 材料与方法

**1.1 材料** 原料: 蓝莓, 采自临沂临港开发区蓝莓基地, 选择无机械伤和病虫害的商业成熟果实, 采后立即运回实验室, 分别贮藏于 0~5、10~15、25~30℃ 的恒温箱内。试验所用试剂均为分析纯。主要仪器设备: 电子天平, PHT-225 型恒温干燥箱, UV-7502PCS 紫外可见分光光度计, 电热恒温水浴锅, pH S-25 酸度计, BS-TD-35 手持糖度仪, 分析天平。

## 1.2 方法

**1.2.1 可溶性固形物含量的测定**。采用 BS-TD-35 手持糖度仪进行测定。

**1.2.2 总酚、异黄酮质量分数的测定**。分别按照文献[2-5]中方法进行测定。

**1.2.3 清除率的测定**。DPPH 自由基的清除率按照文献[4-5]中方法进行测定。

**1.2.4 还原力的测定**。取 2.0 mL 0.2 mol/L、pH 6.6 的磷酸缓冲液, 依次加入 1% 铁氰化钾溶液 2.0 mL、样品液 2.0 mL, 混匀于 50℃ 下反应 20 min, 冷却后加入 10% 三氯乙酸 2.0 mL, 混匀后以 3 000 r/min 的速度离心 10 min, 取上清液 2.0 mL 与蒸馏水 2.0 mL、0.1% 三氯化铁溶液 0.4 mL 混匀, 室温下反应 10 min, 测其在波长 700 nm 处的吸光度(A), 吸光度越大表明还原力越大<sup>[6]</sup>。试验重复 3 次。

**1.2.5 统计分析**。所有数据均为 3 次平行试验的平均值。用 DPS 7.05 软件进行差异显著性分析, 用 SPSS 13.0 软件进行活性成分质量分数与抗氧化活性之间的相关性分析。

## 2 结果与分析

**2.1 贮藏温度对蓝莓中总酚含量的影响** 由图 1 可见, 贮藏初期, 0~5、10~15、25~30℃ 3 种温度条件下, 蓝莓中总酚含量均呈上升趋势。25~30℃ 条件下, 蓝莓中总酚含量在第 4 天出现峰值 5 408.0 mg/kg; 10~15℃ 条件下, 蓝莓中总酚含量在第 6 天出现峰值 6 316.0 mg/kg, 显著高于 25~30 和 0~5℃ 条件下任一天的蓝莓总酚含量; 0~5℃ 条件下, 在整个贮藏期间蓝莓总酚含量缓慢上升, 能始终维持在相对较高的水平。

**2.2 贮藏温度对蓝莓中异黄酮含量的影响** 由图 2 可见, 贮藏期间, 0~5、10~15、25~30℃ 3 种温度条件下, 蓝莓中异黄酮含量均呈上升趋势, 且从第 2 天开始, 异黄酮含量随贮藏期的延长增加迅速。但在 25~30℃ 条件下, 从第 6 天开始, 异黄酮含量下降, 说明贮藏温度过高会使异黄酮含量减少。0~5 和 10~15℃ 条件下, 蓝莓中异黄酮含量增加的趋势相近, 且异黄酮含量差异不大。因此, 在 0~5℃ 贮藏, 能较好地维持蓝莓中异黄酮含量增加, 同时, 延长了蓝莓的贮藏期。

基金项目 临沂大学校级立项项目。

作者简介 孔凡真(1993-), 女, 山东临沂人, 本科生, 专业: 食品。  
\* 通讯作者, 讲师, 博士, 从事食品加工研究。

收稿日期 2016-09-14

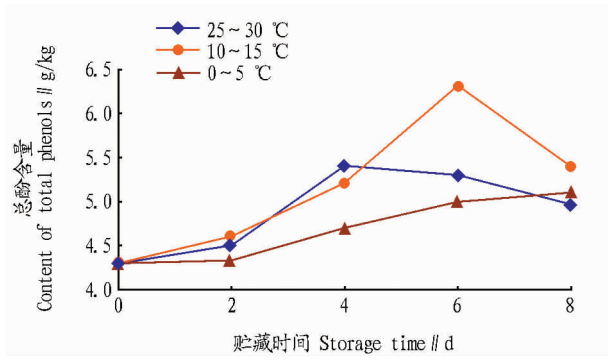


图1 贮藏温度对蓝莓中总酚含量的影响

Fig. 1 Effects of storage temperature on the content of total phenols

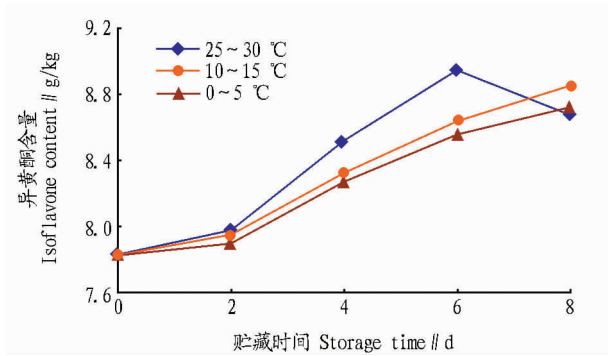


图2 贮藏温度对蓝莓中异黄酮含量的影响

Fig. 2 Effects of storage temperature on the isoflavone content

**2.3 贮藏温度对 DPPH 自由基清除率的影响** 由图 3 可见,在贮藏温度 25~30 °C 时,蓝莓对 DPPH 自由基的清除率在第 4 天出现峰值 91.6%,之后显著下降。在贮藏温度 0~5 和 10~15 °C 时,蓝莓对 DPPH 自由基的清除率随贮藏时间的延长逐渐增加,贮藏温度 0~5 °C 时的 DPPH 清除率低于 10~15 °C。

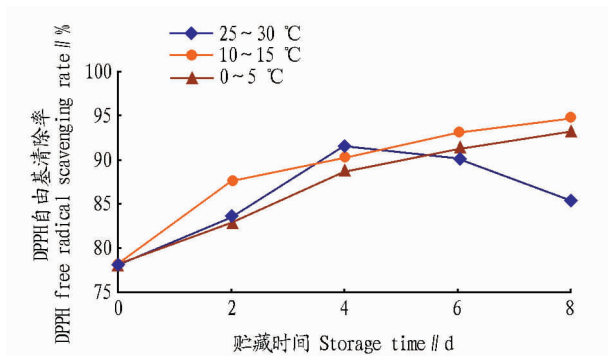


图3 贮藏温度对 DPPH 自由基清除率的影响

Fig. 3 Effects of storage temperature on the DPPH scavenging rate

**2.4 贮藏温度对蓝莓还原力的影响** 由图 4 可见,在贮藏温度 25~30 °C 时,蓝莓在波长 700 nm 处的吸光度于贮藏期第 2 天最大,为 0.716;随后 2 d 缓慢下降,接着迅速下降,在贮藏期第 8 天最低,为 0.492,相比最高值下降了 31.3%。在贮藏温度 0~5 和 10~15 °C 时,蓝莓的还原力在第 6 天开始缓慢下降,前期均增加。贮藏温度 10~15 °C 时的蓝莓还原

力在整个贮藏期中稍高于 0~5 °C。

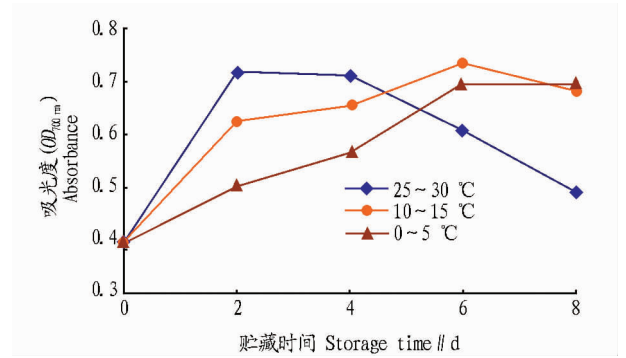


图4 贮藏温度对蓝莓还原力的影响

Fig. 4 Effects of storage temperature on the reducing power

**2.5 贮藏温度对蓝莓中可溶性固形物含量的影响** 由图 5 可见,整个贮藏期 8 d 中,蓝莓中的可溶性固形物含量呈逐渐增加趋势。在贮藏温度 25~30 °C 时,蓝莓中可溶性固形物含量最高且增加速度显著高于其在贮藏温度 0~5 °C 和 10~15 °C 时。

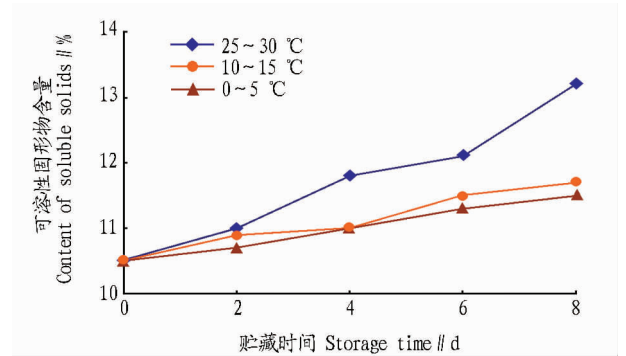


图5 贮藏温度对蓝莓中可溶性固形物含量的影响

Fig. 5 Effects of storage temperature on the soluble solids

### 3 结论与讨论

该试验显示,贮藏初期,较高的贮藏温度(25~30 °C)加速了蓝莓中总酚、类黄酮和可溶性固形物含量的积累,同时也明显提高了果实的抗氧化活性,但随着贮藏期的延长,蓝莓果实中的活性成分和抗氧化活性迅速下降,而低温(0~5 °C)贮藏,蓝莓总酚、异黄酮、DPPH 自由基清除率、可溶性固形物含量、还原力增长较缓慢,且维持在一个相对较高的水平。因而,0~5 °C 为蓝莓较适宜的贮藏温度。

### 参考文献

- [1] 金政,王启伟,金美善,等. 蓝靛果抗疲劳作用的实验研究[J]. 延边大学医学学报,2001,24(1):16-17.
- [2] SHI B, DI Y. Plant polyphenol[M]. Beijing: Science Press, 2000: 19-21.
- [3] JIA Z S, TANG M C, WU J M. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals[J]. Food chemistry, 1999, 64(4): 555-559.
- [4] 刘海英,仇农学,姚瑞祺,等. 我国 86 种药食两用植物的抗氧化活性及其与总酚的相关性分析[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2009, 37(2): 174-180.
- [5] 韦霁,卢家炯,莫海涛,等. 甘蔗汁提取物抗氧化活性初步研究[J]. 广西轻工, 2006, 22(1): 11-14.
- [6] WANG Z B, SUN Y Z, GUO Q. Effect of ultrasound on antioxidant activity of fig polysaccharides[J]. Sci Tech Food Indu, 2013, 34(3): 97-99, 103.