

# 不同包装方法对蓝莓采后生理相关指标的影响

侯 帅

(黑龙江省农业科学院 浆果研究所,黑龙江 绥化 152204)

**摘 要:**通过对 MAP 包装、PE 包装以及对照(不包装)之间蓝莓果实在袋内气体含量、失重率、可溶性固形物(TSS)、果实硬度以及细胞内与果实抗衰老有关的超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)、过氧化氢酶(CAT)、多酚氧化酶(PPO)等抗氧化酶活性的测定,综合考评了 MAP 包装、PE 包装在蓝莓果实贮藏期间的生理变化。结果表明:MAP 包装贮藏能够较好地延缓蓝莓果实的水分散失和抗氧化酶活性高峰的出现,并能够在贮藏后期也维持较高的水平,普通的 PE 包装贮藏在蓝莓果实的保鲜方面也能够起到一定的作用,但比 MAP 包装贮藏效果差。

**关键词:**MAP 包装;PE 包装;蓝莓;抗氧化酶;生理变化

**中图分类号:**S 663.909<sup>+</sup>.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)07-0124-04

蓝莓(*Vaccinium corymbosum* L.)属杜鹃花科(Ericaceae)越橘属(*Vaccinium* spp.)小浆果<sup>[1]</sup>,其原产于北美洲、欧洲以及俄罗斯等高寒地区,是一种营养非常丰富水果,尤其是花青素、果胶、超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)、过氧化氢酶(CAT)、多酚氧化酶(PPO)、多乳糖醛酸酶(PG)、叶酸和黄酮类的含量极高,对保护血管、预防癌症以及清除身体有害物质起到重要作用,被誉为人类五大健康食品之一和浆果之王<sup>[2-3]</sup>。随着近年来人们对有机食品的认知度增加,蓝莓产业在我国得到了快速的发展。但蓝莓果实成熟于高温高湿的 6—8 月,采后极易腐烂变质<sup>[4]</sup>,蓝莓果实的贮藏较大地限制了我国蓝莓产业的发展<sup>[5]</sup>。

目前,国内外蓝莓果实的贮藏保鲜技术主要有低温冷藏<sup>[6]</sup>、气调贮藏<sup>[7-9]</sup>、静电场贮藏<sup>[10]</sup>、辐照贮藏<sup>[11]</sup>以及可食性涂膜<sup>[12]</sup>等方法。但由于气调等贮藏方法的前期基础投资较大,以及运行成本较高等因素均不同程度地

限制了蓝莓果实贮藏业的发展。我国生产上应用较多的是 PE(聚乙烯)袋和 PVC(聚氯乙烯)袋小包装低温贮藏蓝莓果实,於虹等<sup>[13]</sup>、张平等<sup>[14]</sup>较深入的研究了果品的气调保鲜方法。该试验探究了蓝莓果实的不同包装方法和贮藏温度对果实的生理影响,以期明确蓝莓果实的最适包装方法和贮藏温度,为蓝莓果实的贮运提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试蓝莓果实采自于 2015 年 6 月黑龙江省伊春市,挑选无果柄、无机械损伤、表面干爽、果粉完整、成熟度相对一致的蓝莓果实作为试材置于 PET 盒中,每盒 125 g。试验包装材料为 35 cm×25 cm、厚 0.05 mm 的 MAP 气调保鲜袋;35 cm×25 cm、厚 0.05 mm 的 PE 塑料袋。

TA.XT Plus 型质构仪(FTC 公司),PAL-1 糖度计(ATAGO 公司),CheckpointII 气体分析仪(PBI 公司),紫外分光光度计(国产)。

### 1.2 试验方法

将装入 PET 盒中的蓝莓置于 0~1℃、湿度 95%的

**作者简介:**侯帅(1986-),男,黑龙江绥化人,硕士,助理研究员,现主要从事苹果遗传育种等研究工作。E-mail: shuai0304@126.com.

**收稿日期:**2015-12-14

antioxidant ability *in vitro*. The results showed that the optimum ratio between material and solvent, the microwave power, the ratio between ethanol and water, extraction time and the mass concentration of ammonium sulfate were 1:25 g/mL, 600 W, 0.77, 7 min and 0.21 g/mL, respectively. Under optimum process condition, the average total saponins extraction efficiency reached 92.31%. The activity test showed that total saponins extraction solution from *Platycodon grandiflorum* stems had certain antioxidant ability *in vitro*, which might gradually enhance the clearance ratio with the increase of mass concentration of total saponins in extraction solution.

**Keywords:** *Platycodon grandiflorum* stems; aqueous two-phase; total saponins; antioxidant

冷库中预冷 36 h, 分别置于 MAP 气调保鲜袋、PE 塑料袋, 将袋口扎紧, 对照(CK)不包装, 每处理 3 次重复, 于  $(5.0 \pm 0.5)^\circ\text{C}$  下贮藏, 每 7 d 测定相关生理指标。

### 1.3 项目测定

1.3.1 袋内气体含量、失重率的测定 分别采用气体分析仪和陈杭君等<sup>[5]</sup>的方法进行测定。

1.3.2 可溶性固形物(TSS)含量、果实硬度的测定 分别采用糖度计和叶世柏<sup>[15]</sup>的方法进行测定。

1.3.3 过氧化氢酶(CAT)、过氧化物酶(POD)、超氧化物歧化酶(SOD)、多酚氧化酶(PPO)活性的测定 分别参考胡琼英等<sup>[16]</sup>、张美玲<sup>[17]</sup>、曹建康等<sup>[18]</sup>、赵亚华<sup>[19]</sup>的方法进行。

### 1.4 数据分析

采用 SPSS 17.0 和 Excel 2007 软件进行数据统计和差异性分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同包装方式对蓝莓失重率和袋内气体含量的影响

蓝莓果实采摘后也在时刻进行着呼吸作用, 呼吸作用的强弱直接影响着蓝莓果粒贮藏时间的长短, 并且在贮藏期间, 其水分易由果蒂和果皮处散失, 从而造成果皮光泽消失、果实皱缩, 引起蓝莓果实的商品性急剧下降。由图 1 可知, 利用 MAP 气调保鲜袋和 PE 塑料袋包装蓝莓果实, 2 种方法处理的  $\text{O}_2$  和  $\text{CO}_2$  的变化规律一致。但 PE 塑料袋较 MAP 气调保鲜袋中的  $\text{O}_2$  含量低、 $\text{CO}_2$  含量高, 但在贮藏 15 d 后, 2 种处理方式的袋内气体含量变化趋势基本趋于平稳, 且 2 种包装处理的差异并不显著。由图 2 可以看出, 未采取任何包装措施的对照较 MAP 和 PE 组的失重率要高很多, 且 MAP 包装要优于 PE 包装, 其 40 d 时的失重率仅为 10.83%, 远远小于 PE 组的 16.70%。

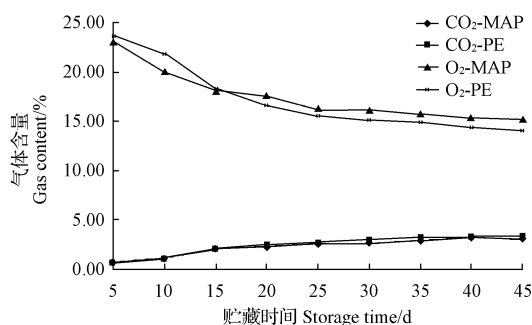


图 1 MAP、PE 袋中气体含量的变化

Fig. 1  $\text{O}_2$  and  $\text{CO}_2$  concentration changes of MAP and PE storage

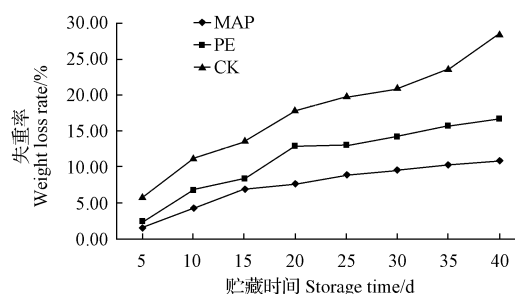


图 2 MAP、PE 包装对蓝莓失重率的影响

Fig. 2 Effect of different packages on weight loss of blueberry during storage

### 2.2 不同包装方式对蓝莓可溶性固形物(TSS)含量和果实硬度的影响

蓝莓果实贮藏期间的硬度变化直接关系着蓝莓果实的贮藏时间以及果粒内可溶性固形物的变化。由图 3 可知, 对于包装和不包装的蓝莓果实, 其果实硬度均呈现明显的下降态势。但 MAP、PE 包装更有利于蓝莓果实保持较高的硬度, 且与对照差异显著, 在贮藏 30 d 时, MAP 包装的蓝莓果粒硬度为  $1.21 \text{ kg/cm}^2$ , PE 包装的蓝莓果粒硬度为  $1.02 \text{ kg/cm}^2$ , 对照蓝莓果粒硬度为  $0.71 \text{ kg/cm}^2$ 。在呼吸作用的影响下, 蓝莓果实内的有机大分子物质逐渐降解, 致使果实内的 TSS 含量均呈现上升趋势(图 4), 且 MAP 包装的蓝莓果实的 TSS 含量变化较小。

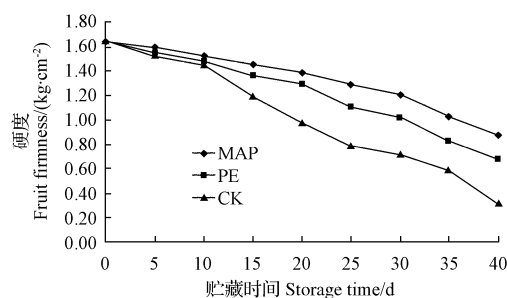


图 3 MAP、PE 包装对蓝莓果实硬度的影响

Fig. 3 Effect of different packages on fruit firmness of blueberry during storage

### 2.3 不同包装方式对蓝莓相关抗氧化酶的影响

随着蓝莓采摘后贮藏时间的延长, 蓝莓果实内部细胞逐步衰老, 并积累较多的  $\text{H}_2\text{O}_2$ , 从而导致果实变软、进而腐烂。然而, 蓝莓细胞内的抗氧化酶类能够消减  $\text{H}_2\text{O}_2$  以及  $\text{O}_2^-$  在细胞内的积累。但不同的贮藏方式也会造成在贮藏期间细胞内抗氧化酶的变化, 因此进一步测定蓝莓贮藏期间相关抗氧化酶类的活性就显得尤为重要。

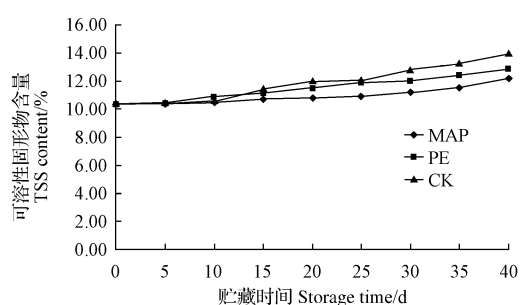
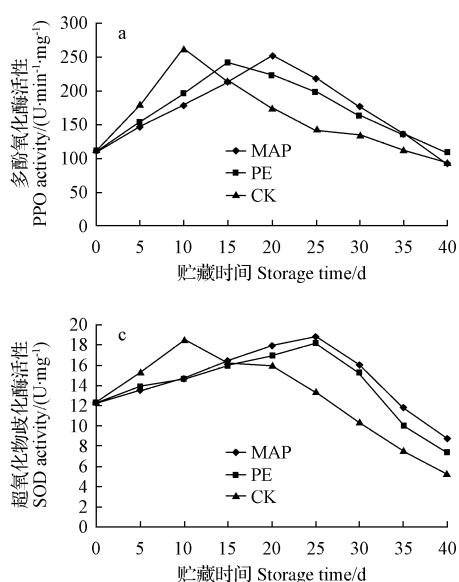


图4 MAP、PE包装对蓝莓果实可溶性固形物含量的影响

Fig. 4 Effect of different packages on TSS content of blueberry during storage

由图 5a 可知,3 种蓝莓果实贮藏方法致使蓝莓果实的 PPO 活性呈现先增加后减少的趋势,但对照的 PPO



高峰要早于 MAP、PE 包装,MAP 包装的 PPO 高峰期最晚,约为 20 d,由此可知 MAP 处理能够明显的抑制 PPO 活性,延缓蓝莓果实褐变。由图 5b 可知,在贮藏期间 MAP、PE 包装以及对照的蓝莓果实 POD 活性均呈现先升高后下降的趋势,并在 20 d 时出现 POD 高峰,且 MAP 包装较 PE 包装和对照的 POD 水平高。由图 5c 可知,对照的 SOD 活性高峰出现在第 10 天左右,MAP、PE 包装的 SOD 活性高峰出现在 25 d 左右,较对照推迟了 15 d,且 MAP 较 PE 包装的 SOD 水平高。由此可知,MAP、PE 包装较好的减弱了对蓝莓果实组织的伤害。由图 5d 可知,对照 CAT 活性高峰出现在贮藏 10 d 左右,而 MAP、PE 包装的 CAT 活性高峰出现在第 25 天左右,且同 SOD 活性变化趋势一样,这可能与 SOD、CAT 的协同作用有关。

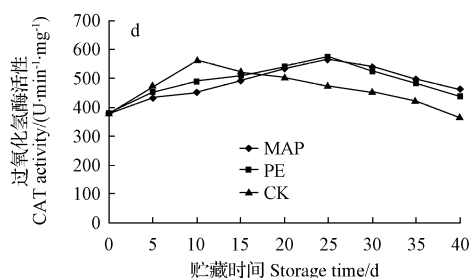
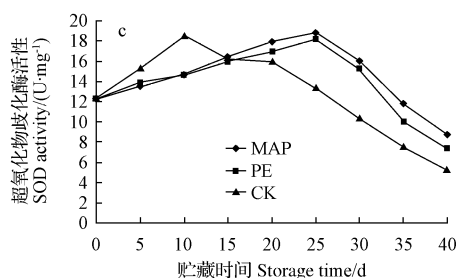
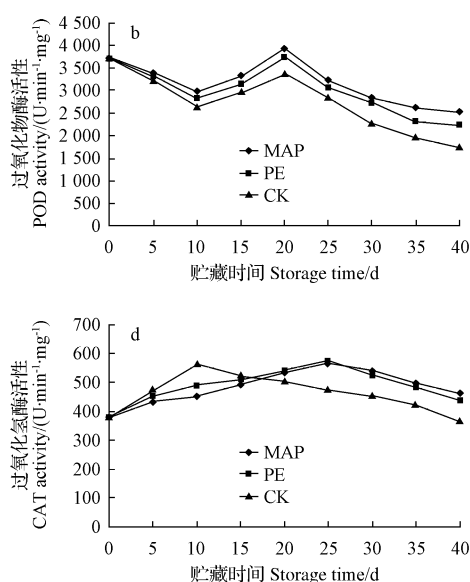


图5 MAP、PE包装对蓝莓果实抗氧化酶的影响

Fig. 5 Effect of different packages on antioxidantase of blueberry during storage

### 3 讨论与结论

蓝莓果实采摘后易失水,从而引起果实光泽散失、皱缩,甚至由于真菌感染而造成果实的腐烂变质,对蓝莓果实的不同贮藏方法,也能够很明显的影响到果实的品质。该研究通过比较 MAP、PE 包装以及对照之间蓝莓果实在袋内气体含量、失重率、可溶性固形物(TSS)含量、果实硬度以及细胞内与果实衰老有关的抗氧化酶 CAT、POD、SOD、PPO 活性,综合考评 MAP、PE 包装在蓝莓果实贮藏期间的生理变化。结果表明,MAP 包装贮藏能够较好地延缓蓝莓果实的水分散失、果实硬度以及 TSS 含量下降,且细胞内的各抗氧化酶变化趋势也朝着有利于果实保存的方向发展。尤其是蓝莓果实硬度的减弱严重影响其品质,研究表明引起果实变软的主要原因是细胞壁中胶层的

溶解,导致细胞间聚合力的散失所引起<sup>[20]</sup>。相比于 MAP 包装贮藏而言,普通的 PE 包装贮藏在蓝莓果实的保鲜方面也能够起到一定的作用,但比 MAP 贮藏效果差。

果实采摘后,果实内的抗氧化物质的含量及活性也与果实的贮藏品质紧密相关<sup>[21]</sup>。该试验主要测定了抗氧化酶 CAT、POD、SOD、PPO 活性的变化,相比于 PE 包装和对照来说,MAP 包装能够有效延缓抗氧化酶活性高峰的出现,并能够在贮藏后期也维持较高的水平。

有研究表明 MAP 贮藏在果蔬保鲜方面已有应用,其能够使包装内的 O<sub>2</sub> 和 CO<sub>2</sub> 达到动态平衡<sup>[22]</sup>,并有效地抑制包装内微生物的生长、果蔬营养成分的散失以及抑制酶促褐变等生理活动<sup>[23-24]</sup>。该研究结果表明,MAP 贮藏也可成功应用于蓝莓果实的贮藏保鲜。

## 参考文献

- [1] 贺强,吴立仁. 蓝莓果实中营养成分的生物学功能[J]. 北方园艺, 2010(24):222-224.
- [2] 陈卫. 蓝莓及其营养保健功能[J]. 中外食品, 2003(7):34-35.
- [3] 胡雅馨,李京,惠伯棣. 蓝莓果实中主要营养及花青素成分的研究[J]. 食品科学, 2006, 27(10):600-603.
- [4] 刘萌,范新光,王美兰,等. 不同包装方法对蓝莓采后胜利及贮藏效果的影响[J]. 食品科学, 2013, 34(14):346-350.
- [5] 陈杭君,王翠红,邵海燕,等. 不同包装方法对蓝莓采后贮藏品质和抗氧化活性的影响[J]. 中国农业科学, 2013, 46(6):1230-1236.
- [6] 王芳,刘华,陈文荣,等. 贮藏温度对蓝莓活性成分及抗氧化活性的影响[J]. 宁夏大学学报, 2011, 32(2):172-175.
- [7] 姜爱丽,孟宪军,胡文忠,等. 高 CO<sub>2</sub> 冲击处理对采后蓝莓生理代谢及品质的影响[J]. 农业工程学报, 2011, 27(3):362-368.
- [8] 郑永华. 高氧处理对蓝莓和草莓果实采后呼吸速率和乙烯释放速率的影响[J]. 园艺学报, 2005, 32(5):866-868.
- [9] ROSENELD H J, MEBERG K M, HAFFNER K, et al. MAP of high-bush blueberries sensory quality in relation to storage temperature, film type and initial high oxygen atmosphere[J]. Postharvest Biology and Technology, 1999(16):27-36.
- [10] 孙贵宝. 高压静电场长期贮藏保鲜蓝莓果的实验研究[J]. 农机化研究, 2003(1):121-123.
- [11] PERKINS V P, COLLINS J K, HOWARD L. Blueberry fruit response to postharvest application of ultraviolet radiation[J]. Postharvest Biology and Technology, 2008, 47:280-285.
- [12] DUAN J Y, WU R Y, STRIK R C, et al. Effect of edible coatings on the quality of fresh blueberries (Duke and Elliott) under commercial storage conditions[J]. Postharvest Biology and Technology, 2011, 59:71-79.
- [13] 於虹,王传永,顾姻,等. 不同包装处理对蓝浆果贮藏期间生理和贮藏性的影响[J]. 果树学报, 2006, 23(4):631-634.
- [14] 张平,李江阔,张鹏,等. 蓝莓塑料箱式气调保鲜技术研究[J]. 保鲜与加工, 2010, 10(3):9-11.
- [15] 叶世柏. 食品理化检验方法指南[M]. 北京:北京大学出版社, 1991:346-351.
- [16] 胡琼英,狄溯. 生物化学实验[M]. 北京:化学工业出版社, 2007.
- [17] 张美玲. 施肥与保鲜对高山茭白嫩茎品质生理的影响[D]. 合肥:安徽农业大学, 2008.
- [18] 曹建康,姜微波,赵玉梅. 果蔬采后生理生化实验指导[M]. 北京:中国轻工业出版社, 2007.
- [19] 赵亚华. 生物化学实验教程[M]. 上海:华东理工大学出版社, 2000.
- [20] 李志刚,袁慧蓉,石建春. 鲜切冬瓜贮藏过程中质构品质变化分析[J]. 山西农业大学学报(自然科学版), 2010, 30(3):270-273.
- [21] AYALA J F, WANG S Y, WANG C Y, et al. Effect of storage temperatures on antioxidant capacity and aroma compounds in strawberry fruit[J]. Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie, 2004, 37(7):687-695.
- [22] 周志才,王美兰,王鲁民. 蒜苔不开袋 MA 贮藏的应用研究[J]. 园艺学报, 1997, 24(4):401-402.
- [23] 孔凡春. MAP 保鲜特色果蔬的研究[D]. 北京:中国农业大学, 2004.
- [24] 赵丛枝,张子德,唐霞. 不同贮藏条件对赞皇大枣采后生理的影响[J]. 华北农学报, 2006, 21(1):91-104.

## Effect of Different Packaging Methods on Physiology Related Indicators After Blueberry Harvest

HOU Shuai

(Berries Institute, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Suiling, Heilongjiang 152204)

**Abstract:** The gas content, weight loss, TSS and fruit firmness of blueberry fruit between MAP packaging, PE packaging and controls (no packaging) were measured. At the same time, the antioxidant enzymes, such as CAT, POD, SOD and PPO were also measured. A comprehensive evaluation of the MAP packaging, PE packaging physiological changes during storage of blueberry fruit was conducted. The results showed that MAP packaging storage could be better to delay the moisture loss of blueberry fruit, and delay the emergence of the peak activity of antioxidant enzymes, and could also maintain a high level in the late storage. PE packaging storage also played a role in the preservation of blueberry fruit, but was worse than the MAP storage effect.

**Keywords:** MAP packaging; PE packaging; blueberry; antioxidant enzymes; physiological change