

壳聚糖复合膜处理对蓝莓保鲜效果的影响

汪东风¹, 张一妹^{1,2}, 徐莹¹, 孟祥红¹

(1. 中国海洋大学食品科学学院, 山东青岛 266003) (2. 山东省莱州市农业局, 山东莱州 261400)

摘要: 本文研究了壳聚糖复合膜液和水杨酸处理对蓝莓采后低温保鲜效果的影响。以蓝莓果实作为实验材料, 研究不同处理的蓝莓果实在 $2(\pm 0.5)$ °C 低温及 RH 70~80% 下贮藏情况。结果表明: 3 种壳聚糖复合膜均能有效减少失重率, 第 16 d 时处理组硬度均在对照组硬度的 2.69 倍以上; 处理组可滴定酸平均含量 8.89×10^{-2} mmol/g, 其中处理 4 最大且比对照组 (7.89×10^{-2} mmol/g) 高出 28.4%; 在 20 d 时, 处理组 1 的 Vc 含量最高且为对照组的 2.86 倍。3 种涂膜均能保持其硬度、提高 SOD 酶的活性, 尤以 1% 浓度壳聚糖复合膜处理最佳。同时水杨酸处理可抑制蓝莓的呼吸作用, 有利于延长其货架期。低温 20 d 的贮藏过程中涂膜处理组与对照组相比能延长 5~7 d, 且能较好地保证蓝莓的口感、风味和营养价值。

关键词: 蓝莓; 壳聚糖复合膜; 保鲜

文章编号: 1673-9078(2014)2-62-65

Effect of Chitosan Complex Coating Treatment on Fresh-keeping of Blueberry Fruit

WANG Dong-feng¹, ZHANG Yi-mei^{1,2}, XU Ying¹, MENG Xiang-hong¹

(1. College of Food Science and Engineering, Ocean University of China, Qingdao 266003, China)

(2. Laizhou Municipal Bureau of Agriculture, Laizhou 261400, China)

Abstract: The effects of chitosan complex coating treatment and salicylic acid treatment on the post-harvest quality of blueberry fruit during cold storage were investigated. Using fresh blueberry fruit as experimental materials, treated groups and control group were stored at $2(\pm 0.5)$ °C with RH of 70~80%. The results indicated that three kinds of chitosan complex coating effectively reduced weight loss rate, especially after 16 d, the hardness of the treated group fruit was 1.69 times higher than control. The average value of titratable acidity content of the treated groups was 8.89 mmol/100g. And the maximum value was found in the group 4 (1% chitosan complex coating), which was higher than control by 28.4%. After 20 d, Vc in group 1 (1% chitosan complex coating and 1 mmol/L salicylic acid) was 2.86 times as high as control. The treatment of 1% chitosan complex coating showed the best fresh-keeping effect. The salicylic acid treatment inhibited the respiratory intensity of blueberry, and thus prolonged the shelf-life. In a 20 d storage at low temperature, the coating groups could extend 5~7 shelf life days than that of control group. In addition, this method could ensure the taste, flavor and nutritional value of blueberry.

Key words: blueberry fruit; chitosan complex coating; fresh-keeping

蓝莓(Blueberry)又称越橘, 果实呈蓝色或红色, 果肉细腻, 籽粒细小, 甜酸可口, 香气清爽宜人, 具有很强抗氧化能力和抗癌作用^[1]。它的果皮及果肉中含维生素 C、花色苷、黄酮、维生素 E 和超氧化物歧化酶(SOD)等营养元素, 被称为“世界水果之王”。其中花青素能缓解视力疲劳, 提高视神经细胞, 改善假性近视, 阻止轻度近视发展, 提高眼对光线变化和黑暗

收稿日期: 2013-10-07

基金项目: 青岛市公共领域科技支撑计划项目(11-2-3-33-nsh)

作者简介: 汪东风(1956-), 男, 博士, 教授, 研究方向: 食品化学与营养

通讯作者: 徐莹(1972-), 女, 博士, 副教授, 研究方向: 发酵食品及其安全控制

暗的适应能力^[2]。联合国粮农组织把蓝莓食品列为人类五大健康食品之一^[3-4]。有良好的保健作用, 可增强人体抵抗力。

随着人民的生活水平不断提高, 蓝莓及其制品的需求量也不断增加。但作为浆果, 鲜食蓝莓的贮藏期很短, 若采摘后得不到及时处理, 就会很快变软或腐烂, 各种营养成分如 Vc 下降很快, 风味逐渐变淡, 这给蓝莓产业带来巨大的损失。因此, 如何延长鲜食蓝莓的货架期也是蓝莓产业亟待解决的问题之一。

壳聚糖与酸作用生成盐溶于水, 具有阳离子性和良好的成膜性^[5]。它在果蔬表面形成膜阻塞皮孔, 能减少果蔬的蒸腾作用和水分的散失, 减少果蔬的重量损失, 并抑制微生物感染。明胶是一种天然营养型的

食品增稠剂。与其他蛋白膜相比,明胶膜具有机械性能强、阻隔性能好、透明度高和成膜性好等特点。在壳聚糖膜液中加入适量明胶,能大大提高膜的拉伸强度。水杨酸是一种食品添加剂,用水杨酸处理水果能够降低水果在贮藏期间的呼吸强度、增强保护酶活性、抑制乙烯的合成、延缓果实的软化及提高植物抗病性[6~7]。

本文研究了不同组成的壳聚糖膜液对蓝莓保鲜的作用,旨在能为延长鲜果蓝莓的保藏期以及蓝莓保鲜实现工厂化生产应用,提供更为快捷、有效、安全的保鲜方法。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

实验材料:蓝莓,采自于青岛慧海实业有限公司蓝莓基地。

壳聚糖、乳酸、明胶、甘油、吐温-20、水杨酸、无水氯化钙、蒸馏水、SOD试剂盒。

实验仪器:测厚仪,上海川陆量具有限公司;TMS-Pro 质构仪,美国食品技术公司。

1.2 实验方法

1.2.1 壳聚糖复合膜液的配制

取一定量的壳聚糖,溶于一定浓度的乳酸溶液中,磁力搅拌 30 min 使其完全溶解,得到壳聚糖膜液。配制一定浓度的明胶溶液,50~60 °C 水浴使其充分溶解得到明胶溶液。将壳聚糖溶液和明胶溶液混匀,加入一定量甘油、吐温-20 和水杨酸,超声脱气,可得到壳聚糖复合膜液。不同的复合膜液处理的组成如表 1。

表 1 壳聚糖复合膜液成分

Table 1. Components of chitosan complex coating liquid

处理组号	壳聚糖浓度/%	乳酸浓度/%	明胶浓度/%	甘油浓度/%	吐温-20/%	水杨酸浓度/(mmol/L)
1	1	1.0	1.0	0.2	0.1	1.0
2	1.25	1.0	1.0	0.2	0.1	1.0
3	1.5	1.0	1.0	0.2	0.1	1.0
4	1	1.0	1.0	0.2	0.1	0

1.2.2 样品处理

挑选成熟均匀、无病、无虫、无伤、大小基本一致的果实,随机分 5 组,每组 2 kg; 处理组:将每组样品浸入不同的膜液中,整颗浸泡 5 s 后,放在纱网架上自然风干,使蓝莓表面包裹一层均一、透明的薄膜,在 (2±0.5) °C 冷柜中贮藏,湿度 70~80%; 对照组:在 (2±0.5) °C 冷柜中贮藏,湿度 70~80%。

1.2.3 果实保鲜指标测定

1.2.3.1 硬度

用质构仪进行测定,用直径为 4 mm 的不锈钢探头,测定速度为 1.0 mm/s,第一个峰的峰高即为最大力,用此表示硬度 N。

1.2.3.2 失重率

采用称重法

失重率/%=(贮藏前果实重量-测定时果实重量)/贮藏前果实重量*100%

1.2.3.3 可滴定酸含量

采用标准 NaOH 滴定法^[8]。

1.2.3.4 Vc 含量

采用 2,6-二氯酚靛酚滴定法。

1.2.3.5 呼吸强度

采用静止法测定。

1.2.3.6 超氧化物歧化酶(SOD)含量

用试剂盒进行测定,用考马斯亮蓝比色法测定蛋白含量。

1.2.4 数据统计与分析

每组实验均做三个平行,计算平均值和标准偏差,结果以 M±SD 的形式表示。然后用 SPSS(V18) 软件进行数据统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同处理对蓝莓硬度的影响

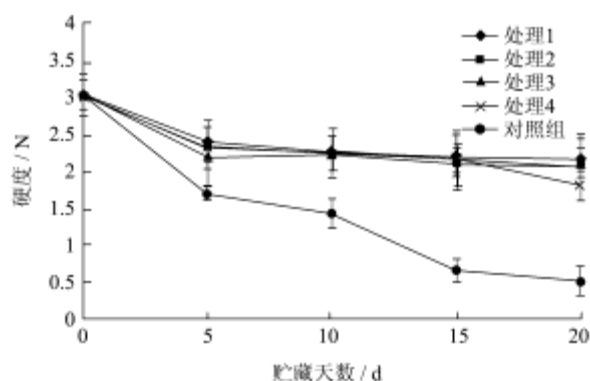


图 1 不同处理对蓝莓硬度的影响

Fig.1 Effect of different treatments on the hardness of blueberry fruit

蓝莓果实在采摘后的贮藏期间果实成熟变软,造成硬度逐渐下降,因而其硬度变化是研究蓝莓成熟度的一个重要指标^[9]。如图 1 所示,蓝莓硬度整体呈下降趋势,其中对照组下降趋势最明显。处理组在前 4 d 下降明显,其后硬度下降缓慢,而对照组整个过程下降明显。贮藏第 4 d 时,对照组与处理 1 和处理 4 有极显著差异 (P<0.01),与处理 2 和处理 3 有显著差异

($P < 0.05$)。贮藏 12 d 时, 对照组与所有处理组都有极显著差异 ($P < 0.01$)。第 16 d 时, 处理组 1、2、3、4 的硬度分别为 2.12 N、2.03 N、2.05 N 和 1.8 N。对照组果皮皱缩明显, 其硬度仅为 0.67 N, 为处理 1 硬度的 31.6%。

由分析可知, 壳聚糖复合膜具有一定的保水性, 能减少水分的散失和营养成分的分解, 能明显减缓蓝莓的软化, 保持蓝莓颗粒的饱满度, 保持其硬度。

2.2 不同处理对蓝莓失重率的影响

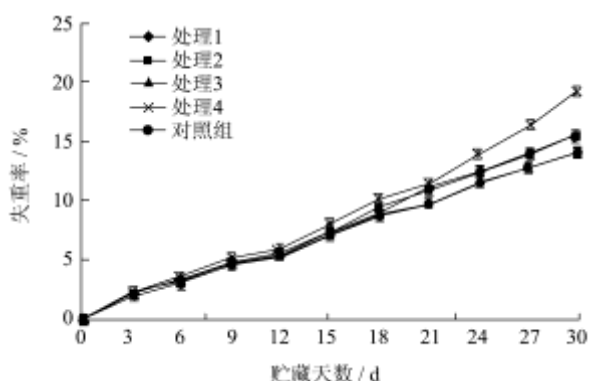


图 2 不同处理对蓝莓失重率的影响

Fig.2 Effect of different treatments on the weight loss rate of blueberry fruit

蓝莓在货架期中, 由于果实表面及内部的水分不断散失, 造成质量损失^[10]。从图 2 可以看出, 贮藏期间, 随着时间的延长, 失重率逐渐增加, 对照组的失重率上升最为明显。对照组与处理 3、4 有极显著差异 ($P < 0.01$), 与处理 1、2 有显著差异 ($P < 0.05$)。在贮藏后期第 30d 时, 对照组失重率是 19.24%, 失重率最低的处理 3 为 14.08%。实验结束时, 对照组的蓝莓表皮有较为明显的皱缩, 果实较软。

涂膜能降低失重率的原因可认为是处理后在蓝莓表面形成一层膜, 阻塞了蓝莓的皮孔, 降低水分通过皮孔的蒸发, 减少了失重率。同时水杨酸处理在一定程度上抑制了蓝莓的呼吸作用, 减少了蓝莓重量损失。

2.3 不同处理对蓝莓可滴定酸含量的影响

蓝莓的可滴定酸含量影响着蓝莓果实风味, 其含量的下降是由于呼吸作用导致体内的有机物质被分解。如图 3 所示, 贮藏期间蓝莓的可滴定酸含量先上升后下降, 总体呈下降趋势, 且对照组的可滴定酸含量总体低于处理组, 在贮藏后期可滴定酸含量下降尤为明显, 对照组为 7.89×10^{-2} mmol/g, 而处理组平均为 8.89×10^{-2} mmol/g, 其中以处理组 4 最高, 为 0.10 mmol/g, 比对照组高 28.4%。对照组与各个处理组有极显著差异 ($P < 0.01$)。由此可见, 可食性膜能减缓有

机酸的降低, 延长蓝莓货架期并保持其良好的风味, 这一处理结果也与壳寡糖处理柑橘^[11]、红橘、草莓^[12]的可滴定酸含量的影响效果是一致的。

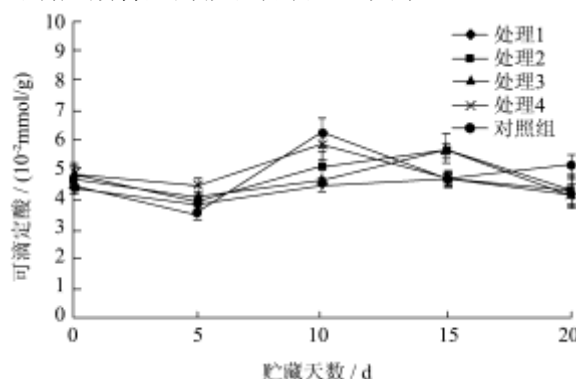


图 3 不同处理对蓝莓可滴定酸含量的影响

Fig.3 Effect of different treatments on the titratable acidity content of blueberry fruit

2.4 不同处理对蓝莓 Vc 含量的影响

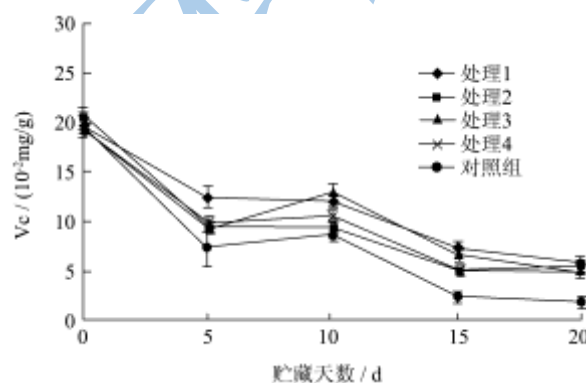


图 4 不同处理对蓝莓 Vc 含量的影响

Fig.4 Effect of different treatments on the Vc content of blueberry fruit

果实中 Vc 的损失率是衡量果实贮藏期和营养价值的一个重要指标。如图 4 所示, 可以看出贮藏期 Vc 含量成下降趋势。在贮藏前期, 果实中的 Vc 下降速度较快, 中后期较慢。对照组 Vc 含量明显低于处理组。在 15 d 时, 对照组的 Vc 含量与处理组 1、2、3、4 均为极显著差异 ($P < 0.01$)。在 20 d 时, 处理组 1 的 Vc 含量最高为 5.81×10^{-2} mg/g, 是对照组 (2.03×10^{-2} mg/g) 的 2.86 倍。

由于涂膜后可以在果实表面形成一层半透膜, 阻止果实内外气体交换由于果实本身的呼吸作用而造成果实处于高 CO_2 低 O_2 的条件, 适当高浓度的 CO_2 和低浓度的 O_2 可抑制果实的呼吸作用, 减少还原型 Vc 被氧化的机会, 起到稳定 Vc 的作用, 保证蓝莓的营养。

2.5 不同处理对蓝莓呼吸强度的影响

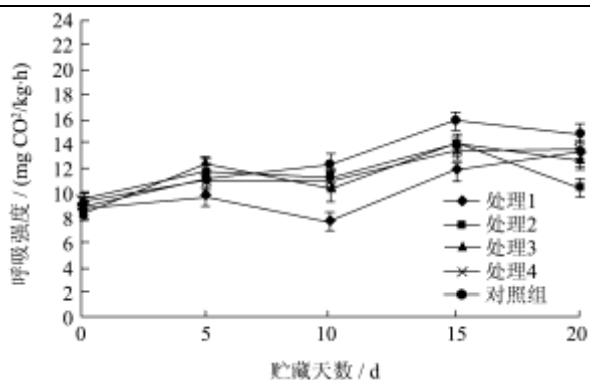


图5 不同处理对蓝莓呼吸强度的影响

Fig.5 Effect of different treatments on the respiratory intensity of blueberry fruit

如图5所示,从整体来看,前15d各组的呼吸强度均呈上升趋势。其中处理组1相对较低,对照组相对较高,可见水杨酸处理能在一定程度上抑制蓝莓的呼吸作用,且1.0 mmol/L浓度的水杨酸对能较好的降低呼吸强度。蓝莓在15d时出现呼吸高峰,之后呼吸强度开始下降,处理组2的呼吸强度最低。对照组呼吸强度最高为15.96 mg CO₂/k·h,处理组2最低为13.12 mg CO₂/kg·h,仅为对照组的82%。可见涂膜处理和水杨酸处理能够抑制蓝莓的呼吸作用,延长其贮藏时间。

2.6 不同处理对蓝莓超氧化物歧化酶(SOD)

活力的影响

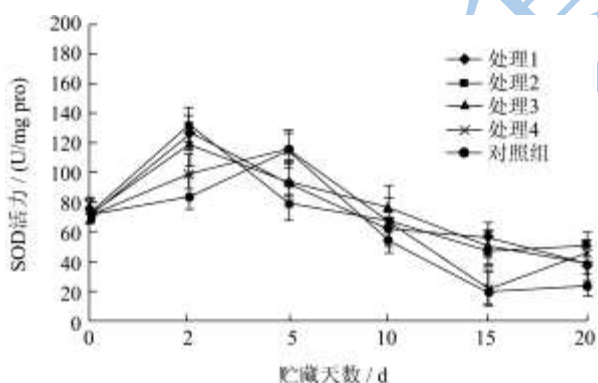


图6 不同处理对蓝莓超氧化物歧化酶(SOD)活力的影响

Fig.6 Effect of different treatments on the activity of SOD of blueberry fruit

超氧化物歧化酶(SOD)是植物体防止其遭受活性氧毒性的保护酶,它的能清除超氧化物阴离子自由基提高植物的抗氧化能力,增强提高植物抗逆性,也常作为植物抗逆性能力的指标。如图6所示,从整体来看,各组的SOD活力均成先上升后下降趋势,对照组与处理组有极显著差异(P<0.01)。但很明显,处理组1、2、3的SOD上升比处理组4和对照组要快,且下降缓慢,

对照组的SOD活力在贮藏后期最低,只有处理组平均值得55.6%。由此可见,水杨酸激化了SOD酶活性,提高了蓝莓的抗病力。

3 讨论

蓝莓作为浆果类果实,具有易碎、易失水皱缩等特点,这也成为其保鲜贮藏需要改善的重点。壳聚糖复合膜具有保水作用,在保持其表皮水分的同时也能堵塞表皮的气孔,减少果实内部水分的蒸发,抑制气体交换,进而降低蓝莓重量的损失并保持其硬度。壳聚糖的抑菌作用能在一定程度上有效防止细菌等的繁殖,保证蓝莓新鲜度。此外,壳聚糖膜在蓝莓表面形成低氧环境也减少了Vc等物质的氧化作用,保证果实的营养成分并阻止果实的霉变,能有效延长其货架期。

本研究中所制备的4种壳聚糖复合膜均能有效减少失重率,保持其硬度、可滴定酸含量,抑制Vc含量的下降,提高SOD酶的活性,其中1%浓度壳聚糖最佳。同时水杨酸处理抑制蓝莓的呼吸,有利于延长其货架期,提高蓝莓品质。这一结果也与许多其他研究者对猕猴桃和芒果的研究结果一致。

4 结论

低温贮藏条件下,壳聚糖复合膜涂膜处理能有效延长蓝莓货架期,其中壳聚糖浓度为1%的壳聚糖复合膜有较好的保鲜作用,水杨酸在一定程度上减弱蓝莓的呼吸强度,保持蓝莓的外观品质和营养成分,具有较好的感官接受度。同时,这种涂膜保鲜方法简单易操作,也适合工厂化生产的需要。

参考文献

[1] Tsang C, Higgins S, Duthie G G, et al. The influence of moderate red wine consumption on antioxidant status and indices of oxidative stress associated with CHD in healthy volunteers [J]. British Journal of Nutrition, 2005, 93: 233-240

[2] Yang Z, Zhai W. Identification and antioxidant activity of anthocyanins extracted from the seed and cob of purple corn (Zea mays L) [J]. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 2010, 11: 169-176

[3] 聂飞,韦吉美,文光琴.蓝莓的经济价值以及在我国产业化发展中的前景探讨[J].贵州农业科学,2007,35(1): 117-119

Nie F, Wai J M, Wen G Q. Discussion on Economical Values of Vaccinium ssp. and Its Industrial Development Prospect in China [J]. Guizhou Agricultural Sciences, 2007, 35(1):

- 117-119
- [4] Shen X, Sun X H, Xie Q c, et al. Antimicrobial effect of blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) extracts against the growth of *Listeria monocytogenes* and *Salmonella Enteritidis* [J]. *Food Control*, 2014, 35, 159-165
- [5] 周挺.壳聚糖的膜性质及其在果蔬保鲜方面的应用研究进展[J].食品工业科技,2001,22(6):81-83
Zhou T. Membrane forming ability of chitosan and the development of the application of chitosan on food preservation [J]. *Science and Technology of Food Industry*, 2001, 22(6): 81-83
- [6] Hayata O, Hayata S, Ifan M, et al. Effect of exogenous salicylic acid under changing environment:a review [J]. *Environmental and Experimental Botany*, 2010, 68(1): 14-25
- [7] Horvath E, Szalai G, Janda T. Induction of abiotic stress tolerance by salicylic acid signaling [J]. *Journal of Plant Growth Regulation*, 2007, 26: 290-300
- [8] 汪东风.食品科学实验技术[M].北京:中国轻工业出版社, 2006
Wang D F. food science experimental technology[M]. Beijing: China Light Industry Press, 2006
- [9] Valentina Chiabrando, Giovanna Giaalone. Shelf-life extension of highbush blueberry using 1-methylcyclopropene stored under air and controlled atmosphere [J]. *Food Chemistry*, 2011, (126): 1812-1816
- [10] 邓丽莉,黄艳,周玉翔,等.壳寡糖处理对柑桔果实贮藏品质的影响[J].食品工业科技,2009,30(7):287-290
Deng L L, Huang Y, Zhou Y X, et al. Effect of chito-oligosaccharide treatment on storage quality of citrus fruit [J]. *Science and technology of food industry*, 2009, 30(7): 287-290
- [11] Penelope Perkins-Weazie, Julie K Collins, Luke Howard. Blueberry fruit response to postharvest application of ultraviolet radiation [J]. *Postharvest Biology and Technology*, 2008, 44: 280-285
- [12] Odriozola Serrano, Soliva Fortuny R, Martin Belloso. Changes in bioactive composition of fresh cut strawberries stored under super atmospheric oxygen, low oxygen or passive atmospheres [J]. *Journal of Food Composition and Analysis*, 2010, 37-43