

不同晚熟蓝莓贮藏期间的品质变化研究

王瑞¹, 岑顺友¹, 谢国芳¹, 马立志¹, 文光忠², 刘晓燕¹, 刘志刚¹, 杜超¹

(1. 贵阳学院食品与制药工程学院, 贵州省果品加工工程技术研究中心, 贵州贵阳 550003)

(2. 贵州省麻江县果品办公室, 贵州麻江 557600)

摘要:以贵州麻江规模种植的“园蓝”、“芭尔德温”、“粉蓝”、“梯芙蓝”、“灿烂”5个晚熟蓝莓品种为研究对象试材,在自发气调包装结合冰温(-1±0.3℃)贮藏条件下考察各5个品种在贮藏期间(75d)的呼吸强度、乙烯释放速率、腐烂率、失重率、色差、可溶性固形物、总酸、花色苷和总酚的变化,探讨5个品种间果实的品质变化差异。结果表明:贮藏期内,5个品种蓝莓的可溶性固形物、总酚和花色苷含量均呈先上升,后下降趋势;总酸波动不大;腐烂率、失重率、乙醇含量和色差则呈现不同程度的上升趋势。“梯芙蓝”水份含量最高,在整个贮藏过程中呼吸强度处于最高水平、可溶性固形物含量下降较快,腐烂率最高。“园蓝”可溶性固形物和花色苷含量一直处于最高水平;“粉蓝”腐烂率最低。5个品种的耐贮性为:粉蓝>灿烂>芭尔德温>园蓝>梯芙蓝。

关键词: 蓝莓; 品种; 贮藏; 品质

文章编号: 1673-9078(2014)3-43-48

Comparison of Changes in the Storage Quality among Different Late-maturing Blueberry Varieties

WANG Rui¹, CHEN Shun-you¹, XIE Guo-fang¹, MA Li-zhi¹, WEN Guang-zhong², LIU Xiao-yan¹, LIU Zhi-gang¹, DU Chao¹

(1.School of Food and Pharmaceutical Engineering, Guiyang College, Guizhou Engineering Research Center for Fruit Processing, Guiyang 550003, China) (2.Fruit Production Office of Majiang County, Majiang 557600, China)

Abstract: In the present study, the respiration rate, ethylene production rate, rot rate, weight loss rate, color difference, soluble solid, total acid, total alcohol, total phenols and anthocyanin content of five different late-maturing blueberry varieties (Gardenblue, Baldwin, Powderblue, Tifblue and Brightwell) from Majiang (Guizhou) were determined, which were stored under 1±0.3 °C for 75 days. And then the changes of storage quality were compared and analyzed. The result showed that the soluble solids, total phenols and anthocyanin content of five kinds of blueberry declined in the earlier days then rose with prolonging storage time. No obvious fluctuation was observed in total acid. The rot rate, weight loss rate and colour difference showed a rising trend. Among them, Tifblue showed the highest rot rate because of high respiration rate, water content, and soluble solid decline tendency; anthocyanin content of Gardenblue kept the highest level; the rot rate of Powderblue was the lowest. The sequence of storability was as follows: Powderblue>Brightwell> Baldwin> Gardenblue> Tifblue.

Key words: blueberry; cultivar; storage, quality

据《2012 World Blueberry Acreage & Production Report》数据表明,中国蓝莓的种植面积在2011、2012两年间增长了近3倍,达18.09万亩,产量达1.1

收稿日期: 2013-10-09

基金项目: 贵州省教育厅优秀科技创新人才支持计划(黔教合 KY 字[2012]097号); 贵阳市科技局2012科技创新人才计划(筑科合同筑科合同[2012HK]209-33号); 贵州省科技厅农业工程技术研究中心建设项目(黔科合农G字[2011]4001号); 贵州教育厅“125”计划科技创新重大项目(黔教合重大专项[2012]014号); 贵阳市科技计划项目2012大学生科技创业计划(筑科合同[2012]号)

作者简介: 王瑞(1979-),男,博士,副教授,研究方向:农产品贮藏与保鲜、生物质能源

万t。中国国内最大的蓝莓消费市场为北京和上海,人均消费量约为46g,明显高于全国人均消费量(7g)^[1]。因此,蓝莓鲜果的贮运技术对该产业的发展尤为重要。蓝莓为呼吸跃变型果实,一般成熟于高温多雨的6~8月,含水率高,由此决定蓝莓的耐贮性较差。Connor等^[2]研究表明,蓝莓果实在22℃温度下,2~4日开始腐烂,而在低温条件下可贮藏7周。近年来,气调保鲜技术在蓝莓保鲜中得到应用,且效果良好。自发气调包装(Modified Atmosphere Packaging, MAP)技术以其独特的能够调节贮藏环境中气体浓度和相对湿度特性得到了迅速发展,是目前使用最为广泛、经济和满足食品安全要求的保鲜贮藏包装方式之一^[4]。

Rosenfeld 等^[5]研究表明,在低温条件下,MAP 技术可有效维持蓝莓品质。Díaz-Mula 研究表明^[6],MAP 技术可有效缓解蓝莓中生物活性物质(总酚、花色苷、类胡萝卜素)的降解。冰温保鲜技术在蓝莓鲜果保鲜中也得到应用。魏文平等^[7]研究表明,冰温条件(-1±0.3 ℃)下,蓝莓的呼吸作用明显被抑制,有机物质消耗减少,有效贮藏期为 60 d;而冷藏条件(5 ℃)下,蓝莓鲜果有效贮藏期为 18 d。吴欣等^[3]以聚乙烯塑料盒和大纸箱为包装,在 4 ℃条件下考察了贵州 8 个引种蓝莓果实在 35 d 内的贮藏性。结果表明,“灿烂”为最耐贮品种,其次为“顶峰”。合理的果蔬贮运技术是减少采后损失,延长销售周期,扩大销售半径的重要途径,更是现代农业健康长足发展的有力保障,而果蔬采后生理是进行果蔬贮运保鲜的基础。目前,贵州省麻江县共种植蓝莓 3.1 万亩,2013 年产果 3000 t。莓被列入黔东南州“十二五”优先发展的优势产业,到 2020 年,麻江县蓝莓基地面积将达 10 万亩。因此,了解各品种贮藏期间品质变化,对于贵州省蓝莓种植业的健康、可持续发展极具意义。

近年来,气调保鲜技术在蓝莓保鲜中得到应用,且效果良好。自发气调包装(Modified Atmosphere Packaging, MAP)技术以其独特的能够调节贮藏环境中气体浓度和相对湿度特性得到了迅速发展,是目前使用最为广泛、经济和满足食品安全要求的保鲜贮藏包装方式之一^[4]。本研究在 MAP 结合冰温(-1±0.1 ℃)贮藏条件下,考察贵州省麻江县规模化引种 5 个晚熟品种蓝莓的采后品质指标和耐贮藏性。根据呼吸强度、乙烯释放速率、花色苷、总酚、等指标变化情况,得出各品种在贮藏过程中各指标的变化趋势及贮藏品质,为贵州省蓝莓种植品种选择和鲜果保鲜技术提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 原料

以麻江县规模化种植的“园蓝(Garden blue)”、“粉蓝(Powder blue)”、“灿烂(Brite well)”、“梯芙蓝(Tifblue)”、“芭尔德温(Baldwin)”5 个蓝莓品种,于 2012 年 8 月 10 日 17:00 至 18:30 采自贵州省麻江县宣威镇龙崩基地;PE 保鲜盒、保鲜膜(山东潍坊百乐源保鲜包装有限公司);所使用化学试剂均为分析纯。

1.2 主要仪器设备

RXZ-0328 低温人工气候箱,宁波东南仪器有限

公司;UV-2550 紫外分光光度计,日本 Shimadzu 公司;AUW120D 电子分析天平,日本 Shimadzu 公司;TGL-16A 台式高速冷冻离心机,长沙平凡仪器仪表有限公司;JJ-2 型组织捣碎机,金坛市易晨仪器制造有限公司;PAL-1 型迷你数显折射计,日本 ATAGO;pHS-25 型数显酸度计,上海虹益仪器仪表有限公司;6600O₂/CO₂ 顶空分析仪,ILLINOIS 仪器有限公司;GC-2010 岛津气相色谱仪,日本 Shimadzu 公司;CR-10 色差计,KONICA MINOLTA。

1.3 方法

1.3.1 果实采收与处理

5 个蓝莓品种果实(萼片未倒伏)采收后 3 h 运回贵州省果品加工工程技术研究中心果蔬贮藏与保鲜研究室,挑选大小、成熟度相对一致,无病虫害、无机械伤果实分装于带孔聚乙烯塑料盒内(125 g/盒),然后经 PE 保鲜膜分装(每袋 6 盒),每组设 3 个重复。分装后的蓝莓送回实验室后于-1 ℃预冷 24 h 后扎袋后贮藏,每隔 15 d 取样测定相应各项指标。

1.3.2 蓝莓品质的测定及方法

采用静置法分别经顶空分析仪和乙烯测试仪测定果实呼吸强度、乙烯释放速率^[8];采用称重法测定果实失重率,计算公式为:果实失重率/%=(贮藏前果重-贮藏后果重)/贮藏前果重×100%;按氧化还原滴定法测定果实中乙醇含量^[8];采用 pH 示差法测定果实中花色苷含量^[9];采用福林-酚比色法测定总酚含量^[10];可溶性固形物含量:每处理随机取 30 个蓝莓好果实,高速组织捣碎后经 2 层擦镜纸过滤,使用 PAL-1 迷你数显折射仪测定;总酸含量:GB/T 12456-2008;参照 Zhang 的方法测定色差变化(ΔE)^[11];腐烂率按姜爱丽报道方法测定^[12]。

1.3.3 数据处理

各指标均重复测定 3 次,结果以平均值±标准偏差表示;数据使用 SPSS 13.0 和 Origin 8.5 软件对数据进行方差分析和作图,并进行 Duncans 差异做显著性分析(P<0.05 表示差异显著,P<0.01 表示差异极显著,P>0.05 表示差异不显著)。

2 结果与分析

2.1 贮藏期间不同品种蓝莓果实呼吸速率变化

呼吸速率可作为果蔬采后生理代谢活动的重要指标。由图 1 可知,每个蓝莓品种的呼吸强度在整个贮

藏期间呈先上升后下降的趋势,且均呈现明显的呼吸跃变,但出现的时间有差异。整个贮藏期间,“梯芙蓝”呼吸强度处于最高水平。“粉蓝”与“梯芙蓝”间差异显著 ($P<0.05$),与“园蓝”、“灿烂”、“芭尔德温”差异不显著 ($P>0.05$);而“梯芙蓝”与“灿烂”差异显著 ($P<0.05$),与“芭尔德温”差异极显著 ($P<0.01$)。

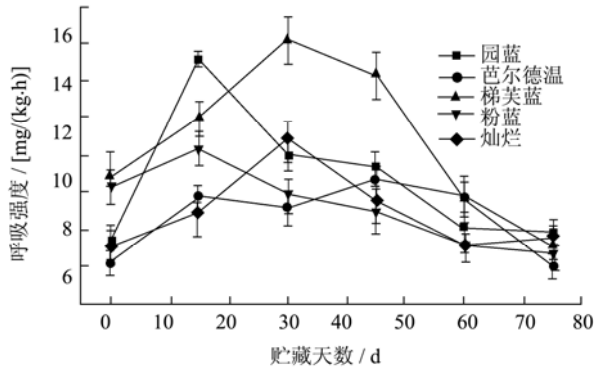


图1 贮藏期间不同品种蓝莓果实呼吸速率变化

Fig.1 Changes in respiration rate between different blueberry fruits during storage

2.2 贮藏期间不同品种蓝莓果实乙烯释放速率变化

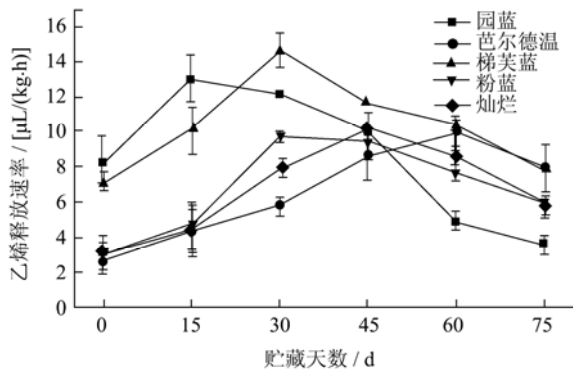


图2 贮藏期间不同品种蓝莓果实乙烯释放速率变化

Fig.2 Changes in ethylene production rate between different blueberry fruits during storage

乙烯是一种成熟衰老激素,与果实的成熟软化密切相关。由图2可知,5个蓝莓品种的乙烯释放速率变化与其呼吸强度变化趋势基本一致(图1),其中“梯芙蓝”始终处于最高水平,30d时高达14.68 $\mu\text{L}/(\text{kg}\cdot\text{h})$,粉蓝、灿烂处于较低水平。整个贮藏期间,“梯芙蓝”与“粉蓝”、“灿烂”、“芭尔德温”的乙烯释放速率差异显著 ($P<0.05$),与“园蓝”差异不显著 ($P>0.05$);“粉蓝”、“灿烂”、“芭尔德温”之间差异不显著 ($P>0.05$)。

2.3 贮藏期间不同品种蓝莓果实的腐烂率变化

化

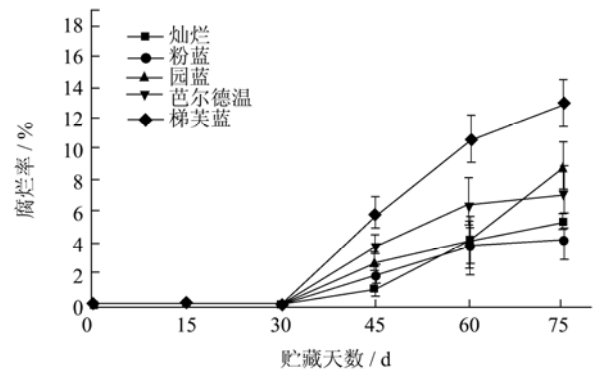


图3 贮藏期间不同品种蓝莓果实腐烂率

Fig.3 Changes in rot rate between different blueberry fruits during storage

腐烂率是反映果实衰老程度和商品价值的最为直观指标。由图3可见,贮藏期间蓝莓果实的腐烂率呈逐渐上升趋势。贮藏前30d,均未出现腐烂现象。贮藏至30d后,5个品种蓝莓果实开始呈现不同程度的腐烂,以“梯芙蓝”腐烂最快,75d时“梯芙蓝”腐烂率达12.99%，“粉蓝”最低(4.18%)。5个蓝莓品种果实腐烂率顺序由大到小依次为:梯芙蓝>园蓝>芭尔德温>灿烂>粉蓝,各品种间腐烂率差异不显著 ($P>0.05$)。软化是蓝莓鲜果贮藏保鲜的主要限制因素之一,而增加果皮厚度可改善蓝莓鲜果的耐贮性^[13]。因此,不同品种果实耐贮性的差异源自果皮厚度、果肉质地的差异。另外,“粉蓝”果实可能因表面覆盖较厚的粉霜而表现出最低腐烂率。结合图1、2、3,各品种腐烂率与呼吸强度、乙烯释放速率基本呈正相关关系。

2.4 贮藏期间不同品种蓝莓果实失重率变化

情况

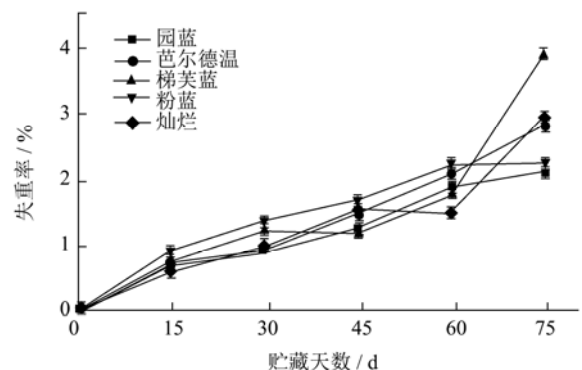


图4 贮藏期间不同品种蓝莓果实失重率的变化

Fig.4 Changes in weight loss rate between different blueberry fruits during storage

本研究所涉及 5 个品种蓝莓鲜果平均含水率为 82.98%，分别为“梯芙蓝”（85.08%）、“芭尔德温”（84.86%）、“灿烂”（83.70%）、“粉蓝”（83.23%）、“园蓝”（79.05%）。5 个不同品种蓝莓果实失重率如图 4 所示，与腐烂率趋势一致（图 3），5 个品种蓝莓果实在贮藏期间的失重率均呈现逐渐上升趋势，以 0~15 d 幅度最大，推测其原因为蓝莓果实入库初期呼吸强度及蒸腾作用较为强烈所致。随着贮藏时间的推移，总体趋势变缓。贮藏至 75 d 时，“园蓝”的失重率最小仅 2.14%，而“梯芙蓝”最高（3.90%）。75 d 内，5 个品种鲜果平均失重率由大到小的顺序为：梯芙蓝>粉蓝>芭尔德温>灿烂>园蓝，各品种果实之间的失重率差异不显著（ $P>0.05$ ）。

2.5 贮藏期间不同品种蓝莓果实色差变化

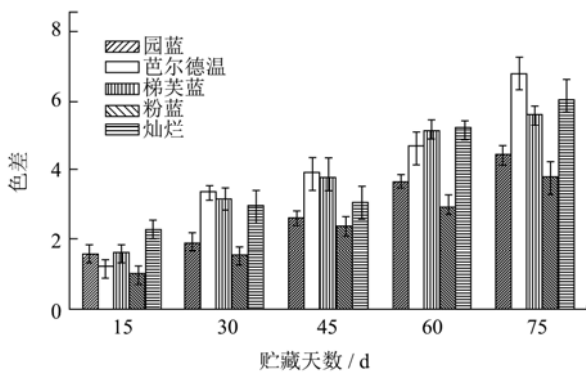


图 5 贮藏期间不同品种蓝莓果实色差的变化情况

Fig.5 Changes in colour difference between different blueberry fruits during storage

果蔬的色泽可直接影响着人们的消费心理，也是品质衰变的重要评价。如图 5 所示，相对于贮藏初始，各品种蓝莓果皮色泽均不同程度变化。其中以“芭尔德温”变化趋势最大，在视觉上明显变暗，“灿烂”、“梯芙蓝”次之。“粉蓝”果皮表面一直覆盖粉霜，色差变化程度最小。在整个贮藏期间，各个品种的色差差异不显著（ $P>0.05$ ）。

2.6 贮藏期间不同品种蓝莓果实可溶性固形物含量变化情况

由图 6 可见，5 个品种蓝莓在贮藏期间的可溶性固形物均表现出先升高，后下降的趋势，推测为后熟原因所致，且后熟时间不一致。5 个品种中，“园蓝”的可溶性固形物含量最高，贮藏至 45 d 时含量达 18.22%，75 d 为 17.33%。整个贮藏期间，“梯芙蓝”的可溶性固形物在 30 d 后下降趋势最大。结合呼吸强度、腐烂率、失重率，推测“梯芙蓝”在贮藏过程中

营养物质代谢较快，失重主要由较高的营养物质代谢导致，而“园蓝”、“芭尔德温”、“粉蓝”、“灿烂”4 个品种的失重主要由呼吸、蒸腾作用造成。整个贮藏期间，“粉蓝”和“梯芙蓝”、“灿烂”、“芭尔德温”的可溶性固形物含量差异不显著（ $P>0.05$ ）；“灿烂”和“梯芙蓝”、“芭尔德温”差异显著（ $P<0.05$ ）；“园蓝”与其他各品种差异极显著（ $P<0.01$ ）。一般认为，可溶性固形物高的果实，耐贮性较好，但本研究中“园蓝”虽具有最高的可溶性固形物，但“园蓝”并没有表现出最佳耐贮性，推测与其较高的呼吸强度有关。“梯芙蓝”、“园蓝”两品种的呼吸强度和乙烯生成速率没有显著差异（图 1、2），但“园蓝”的腐烂率低于“梯芙蓝”，推测原因为“园蓝”果肉中可溶性固形物含量较高，从而满足较快的营养物质代谢，延缓细胞衰老。

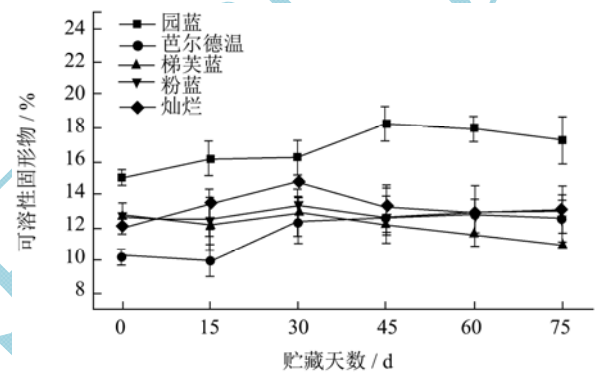


图 6 贮藏期间不同品种对蓝莓果实可溶性固形物含量变化

Fig.6 Changes in soluble solid between different blueberry fruits during storage

2.7 贮藏期间不同品种蓝莓果实总酸含量变化情况

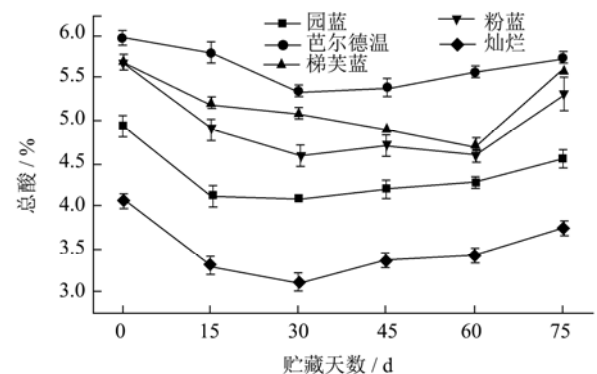


图 7 贮藏期间不同品种对蓝莓果实总酸含量的影响

Fig.7 Changes in total acid between different blueberry fruits during storage

由图 7 可见，蓝莓果实在整个贮藏期间的总酸呈先下降后上升的趋势，且波动幅度不大，与吴欣等研究结果一致^[3]。贮藏前 30 d，蓝莓总酸含量随着贮藏时间

的延长而下降，主要是由于贮藏前期蓝莓果实将总酸用作呼吸基质之一被消耗，从而使总酸含量降低；贮藏30至60 d，除了“梯芙蓝”外，其他品种都呈上升趋势；第60 d到第75 d，“梯芙蓝”果实总酸含量上升趋势明显高于其他品种，推测为腐烂所致（图3）。“粉蓝”和“园蓝”、“芭尔德温”的总酸含量差异极显著（ $P<0.01$ ），“园蓝”和“梯芙蓝”、“芭尔德温”差异极显著（ $P<0.01$ ），“梯芙蓝”和“粉蓝”差异不显著（ $P>0.05$ ），“芭尔德温”和“梯芙蓝”差异显著（ $P<0.05$ ），“灿烂”和其他蓝莓品种的总酸含量差异极显著（ $P<0.01$ ）。

2.8 贮藏期间不同品种蓝莓果实乙醇含量变化

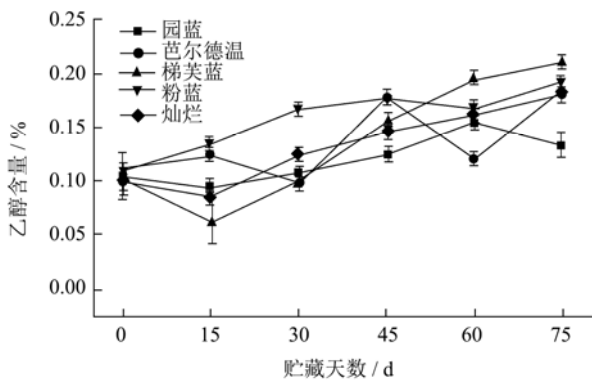


图8 贮藏期间不同品种蓝莓果实乙醇含量变化

Fig.8 Changes in alcohol content between different blueberry fruits during storage

呼吸作用是果蔬采后整个代谢过程的主导，贮藏环境中的氧浓度过低或果蔬正常生理代谢受阻时，会出现无氧呼吸的产物乙醇的积累，进而导致果蔬品质的劣变和耐贮性能降低，其含量的高低对风味有较大影响^[4]。由图8可见，5个品种蓝莓果实在贮藏过程中乙醇含量呈逐渐上升趋势。30 d以后，“梯芙蓝”果实中乙醇含量上升趋势明显增高。至75 d，各品种乙醇含量由大到小顺序为：梯芙蓝>粉蓝>灿烂>芭尔德温>园蓝，整个贮藏期间，各个品种的乙醇含量差异不显著（ $P>0.05$ ）。梯芙蓝果实中乙醇含量与其腐烂率呈正比（图3）。

2.9 贮藏期间不同品种蓝莓果实总酚含量变化

由图9可知，“园蓝”、“芭尔德温”、“梯芙蓝”、“粉蓝”、“灿烂”的初始总酚含量存在差异，分别为4.86、5.78、4.27、4.12、6.58 mg/g。在整个贮藏过程中，各品种总酚含量呈先上升后下降的趋势，可能是因为非生物胁迫诱导原因的影响，蓝莓果实在采摘时受到了

创伤，低温贮藏条件也刺激了总酚的合成；贮藏初期，果实膜结构还处于较为完好状态，酚类物质与酶呈现区域划分布，总酚的合成占主体趋势，故而总酚含量呈现上升趋势；在经过一段时间贮藏后，因为果实离体时间过长，生命活性大大降低，合成总酚的能力也随之降低，而膜结构也渐渐被破坏，故总酚氧化占了主体趋势，总酚含量呈现下降趋势^[15]。贮藏至75 d时，蓝莓果实总酚含量由大到小的顺序为：芭尔德温>灿烂>园蓝>粉蓝>梯芙蓝，贮藏末期，“芭尔德温”中总酚含量最高（5.64 mg/g），整个贮藏期间，“粉蓝”和“园蓝”、“梯芙蓝”总酚含量差异不显著（ $P>0.05$ ），和“灿烂”、“芭尔德温”差异极显著（ $P<0.01$ ）；“园蓝”和“灿烂”差异极显著（ $P<0.01$ ），和“梯芙蓝”差异显著（ $P<0.05$ ），和“芭尔德温”差异不显著（ $P>0.05$ ）；“梯芙蓝”和“灿烂”、“芭尔德温”差异极显著（ $P<0.01$ ）；“灿烂”和“芭尔德温”差异不显著（ $P>0.05$ ）。酚类化合物是酶促褐变的关键底物，是引起果蔬酶促褐变的重要因素。由图5可见，“芭尔德温”在贮藏末期色差变化最大，推测与其贮藏末期最高总酚含量有关。

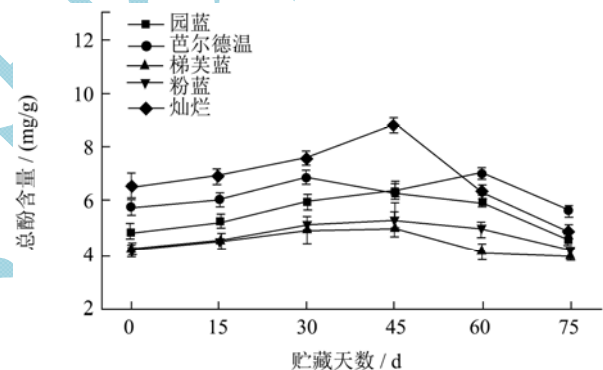


图9 贮藏期间不同品种对蓝莓果实总酚含量的影响

Fig.9 Changes in total phenols between different blueberry fruits during storage

2.10 贮藏期间不同蓝莓品种果实花色苷含量比较

近年来，蓝莓因富含花色苷而成为国内外研究的热点，是蓝莓果实关键品质之一。本研究涉及5个品种蓝莓果实在贮藏初期花色苷含量由大到小顺序为：“园蓝”（2.64 mg/g）>“粉蓝”（1.50 mg/g）>“芭尔德温”（1.42 mg/g）>“灿烂”（1.39 mg/g）>“梯芙蓝”（1.31 mg/g）。贮藏过程中，“芭尔德温”和“粉蓝”前45天花色苷均呈上升趋势，其余3个品种均在30天后开始下降。分析原因可能是因为不同品种成熟进程存在差异，导致花色苷合成与分解不同步；另外，花色苷本身化学性质不稳定，受酸碱度的影响较大，

贮藏期间果实的总酸含量波动及腐烂导致花色苷降解。在整个贮藏期间,“园蓝”果实与其他品种花色苷含量差异极显著 ($P<0.01$);“粉蓝”和“芭尔德温”差异极显著 ($P<0.01$),“梯芙蓝”和“粉蓝”、“灿烂”、“芭尔德温”差异不显著 ($P>0.05$);“灿烂”和“粉蓝”、“芭尔德温”差异不显著 ($P>0.05$)。

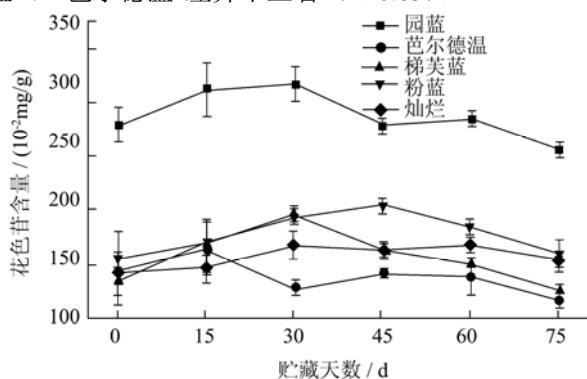


图 10 贮藏期间不同品种对蓝莓果实的花色苷含量的影响

Fig.10 Changes in anthocyanin between different blueberry fruits during storage

3 结论

3.1 贵州省麻江县引种的 5 个晚熟品种蓝莓果实在贮藏过程中品质变化存在差异。5 个品种蓝莓的可溶性固形物、总酚和花色苷含量呈先上升,后下降趋势;总酸波动不大;腐烂率、失重率、乙醇含量和色差呈上升趋势。贮藏过程中,“园蓝”果实中可溶性固形物(15.04~17.32%)、花色苷(2.42~2.98 mg/g)含量一直处于最高水平,与其他 4 个品种差异极显著 ($P<0.01$)。75 d 时,“园蓝”果实中可溶性固形物、花色苷分别为 17.32%、242.83 mg/100g。其他四个品种花色苷含量为 1.16~1.53 mg/g;在总酚方面,“芭尔德温”在 75 d 时含量最高(5.64 mg/g),推测与其贮藏末期最大的色差变化有关;在失重方面,以“园蓝”失重率最低。

3.2 蓝莓为呼吸跃变型果实,采后软化和由灰霉病引起病害是影响其采后寿命的主要原因。本研究中涉及的 5 个蓝莓品种中,“梯芙蓝”含水量最高,在整个贮藏过程中其呼吸强度和乙烯释放速率处于最高水平、可溶性固形物含量下降快,说明该品种在贮藏过程中的营养代谢最为旺盛,因此腐烂率最高;一般认为,含水量少、可溶性固形物含量高的果实耐贮性能好,本研究中“园蓝”鲜果虽含水量最低(79.05%)、可溶性固形物含量最高(15.03%),但该品种并未表现出较好的耐贮性能,推测与其较高的呼吸强度、乙烯释放速率、果实质地(硬度、果胶和纤维素等)原因所致,但该品种口感明显好于其他品种,可尝试使用

植物生理调节剂抑制其呼吸,从而提高保鲜寿命;“粉蓝”果实含水量(83.23%)略高于“园蓝”,低于其他品种;该品种较高的可溶性固形物(12.57%)、较低的呼吸强度和乙烯释放速率使得该品种表现出最佳耐贮性能;另外,推测“粉蓝”果实表面的果霜也是该品种耐贮的又一原因。综合色差、腐烂率、总酸等指标比较,本研究涉及贵州省麻江县引种的 5 个晚熟品种蓝莓果实的耐贮性为:粉蓝>灿烂>芭尔德温>园蓝>梯芙蓝。

参考文献

- [1] C Brazelton. 2012 World Blueberry Acreage & Production Report [R]. United States Highbush Blueberry Council-Industry Relations Committee. Folsom, California. 2013: 1-51
- [2] A M Connor, J J Luby, J F Hancock, et al. Changes in fruit antioxidant activity among blueberry cultivars during cold-temperature storage [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2002, 50(4): 893-898
- [3] 吴欣,徐俐,李莉莉,等.贵州 8 个引种蓝莓果实贮藏性比较[J].食品科学,2013,34(10):308-312
X Wu, L Xu, L L Li, et al. Comparative Studies on Storage Capacity of 8 Blueberry Cultivars in Guizhou [J]. Food Science, 2013, 34(10): 308-312
- [4] S Mangaraj, T K Goswami, P V Mahajan. Applications of Plastic Films for Modified Atmosphere Packaging of Fruits and Vegetables: A Review [J]. Food Eng. Rev., 2012, 1(2): 133-158
- [5] H J Rosenfeld, K R Meberg, K Haffner, et al. MAP of highbush blueberries: sensory quality in relation to storage temperature, film type and initial high oxygen atmosphere [J]. Postharvest Biology and Technology, 1999, 16 (1): 27-36
- [6] H M Díaz-Mula, P J Zapata, F Guillén, et al. Modified atmosphere packaging of yellow and purple plum cultivars. 2. Effect on bioactive compounds and antioxidant activity [J]. Postharvest Biology and Technology, 2011(2-3): 110-116
- [7] 魏文平,华璐云,万金庆,等.蓝莓冰温贮藏的实验研究[J].食品工业科技.2012.33(13):346-348
W P Wei, L Y Hua, J Q Wan, et al. Study on ice-temperature preservation of blueberry [J]. Science and Technology of Food Industry, 2012. 33(13): 346-348
- [8] 曹建康,姜微波,赵玉梅.果蔬采后生理生化实验指导(第一版) [M].北京,中国轻工业出版社,2007
J K Cao, W B Jiang, Y M Zhao. Experiment Guidance of Postharvest Physiology and Biochemistry of Fruits and Vegetables (1st) [M]. Beijing, China Light Industry Press.

- 2007
- [9] R A Moyer, K E Hummer, C E Finn, et al. Anthocyanins, phenolics, and antioxidant capacity in diverse small fruits: *Vaccinium*, *Rubus*, and *Ribes* [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2002: 50(3): 519-525
- [10] Y Cai, Q Luo, M Sun, et al. Antioxidant activity and phenolic compounds of 112 traditional Chinese medicinal plants associated with anticancer [J]. Life sciences, 2004, 74 (17): 2157-2184
- [11] F Zhang, Y Wang, L Li, et al. Effects of phosphine fumigation on postharvest quality of four Chinese cut flower species [J]. Postharvest Biology and Technology, 2013, 86(2): 66-72
- [12] 姜爱丽,孟宪军,胡文忠,等.高 CO₂ 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
A L Jiang, X J Meng, W Z Hu, et al. Effects of high CO₂ shock treatment on physiological metabolism and quality of postharvest blueberry fruits [J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2011, 27(3): 362-368
- [13] P Angeletti, H Castagnasso, E Miceli, et al. Effect of preharvest calcium applications on postharvest quality, softening and cell wall degradation of two blueberry (*Vaccinium corymbosum*) varieties [J]. Postharvest Biology and Technology, 2010, 58(2): 98-103.
- [14] S Tian, Y Xu, A Jiang. Physiological and quality responses of longan fruit to high O₂ or high CO₂ atmospheres in storage [J]. Postharvest Biology and Technology, 2002, 24(3): 335-340
- [15] Y Sakihama, M F Cohen, S C Grace, et al. Plant phenolic antioxidant and prooxidant activities: phenolics-induced oxidative damage mediated by metals in plants [J]. Toxicology, 2002, 177 (1): 67-80