速冻荔枝果肉冻藏期间营养成分及色泽的变化研究

蔡长河，欧良喜，陈洁珍，王丽敏，向旭
（广东省农业科学院果树研究所，广东广州 510640）

摘要：色泽是速冻荔枝果肉主要的质量指标之一，冻藏期间速冻荔枝果肉发生褐变会影响产品的商品价值。采用色差仪测定结果表明，速冻荔枝果肉在-60 ℃下冻藏，基本不会发生色泽变化；而在-18 ℃下冻藏的样品会发生轻微色泽变化。分析褐变重要的中间产物 5-羟甲基糠醛(5-HMF)，结果也表明，速冻荔枝果肉在-60 ℃下冻藏，5-HMF 基本没有变化；而在-18 ℃下冻藏的样品会有轻微减少。-18 ℃、-60 ℃冻藏期间，营养化学物质除了-18 ℃冻藏的还原糖有轻微减少外，基本没有发生变化。

关键词：速冻荔枝；营养物质；色差值；5-羟甲基糠醛

文章篇号：1673-9078(2012)11-1434-1436

Nutrition and Color Changes during Frozen Storage of Litchi Flesh

CAI Chang-he, OU Liang-xi, CHENG Jie-zhen, WANG Li-min, XIANG Xu
(Institute of Fruit Tree Research, Guangdong Academy of Agricultural Science, Guangzhou 510640, China)

Abstract: Color is a major indicator of quality of frozen litchi pulp and frozen litchi pulp browning during frozen storage may affect the value of the goods. By colorimeter measurement, it was found that when strored below -60 ℃, no color change occured.Samples frozen at -18 ℃ showed a slight color change .Analysis of browning intermediates 5-(hydroxymethyl) furfural indicate that 5 - (hydroxymethyl) furfural in frozen litchi pulp at -60 ℃ unchanged,but slightly decreased when the samples was frozen at -18 ℃. During storage at -18 ℃ and at -60 ℃, no changes were found in nutrition chemicals content except for reducing sugar at -18 ℃.

Key words: frozen litchi; color different; 5-HMF

荔枝(*Litchi chinensis* Sonn.)是无患子科(*Aspindaceae*)荔枝属(Litchi)植物，主要分布在北纬20°~28°热带及亚热带地区以及南纬的相应纬度区域。我国的广东、广西、福建、海南、台湾等省区具有得天独厚的地理、气候条件，是世界的荔枝主产区，产量占世界荔枝产量的80%以上。我国拥有丰富的荔枝种子资源，如妃子笑、糯米糍、桂味、怀枝、三月红、白糖罂、水晶球、水东等品种。荔枝色、香、味俱佳，从外观、口感、香味方面分析，世界上鲜有水果品种可以与荔枝相媲美。特别是俗称“糯米糍”的上佳品种，果皮鲜红，皮薄，皮上裂片无峰尖，肉厚，多汁，浓甜如蜜，核小，是鲜食之选品种。冷冻保藏是目前对新鲜荔枝采收后的主要采用的保藏方式之一。

通过研究超低温急速冷冻技术，在短时间内使荔枝果肉水分结晶，形成速冻荔枝果肉。在这种状态下，荔枝果肉的色、香、味能够得到较好地保存。这种速冻加工生产的荔枝果肉在以后不论作为鲜食，还是作为后续加工鲜榨果汁、罐装果汁、荔枝雪糕、荔枝酒等都能成为最好的原材料。

荔枝的矿质营养成分及香气物质成分已有一些研究[1,2]，色泽是速冻荔枝果肉主要的质量指标之一，冻藏期间速冻荔枝果肉发生褐变会影响产品的商品价值。为此开展了冻藏期间速冻荔枝果肉色泽变化的研究。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验材料糯米糍取自本所荔枝园的成熟果实。

主要试剂，Vc，广州化学试剂厂；葡萄糖、蔗糖、D-果糖、5-HMF 标样，上海博奥生物科技有限公司。

1.2 主要仪器设备

数字温度计（0~60 ℃）；DZQ-400 真空包装机；超低温冰箱；便携式色差仪 CR-400，日本柯尼卡美能达公司；美国 Waters 公司高效液相色谱；752N 紫外分光光度计，上海精密科学仪器有限公司。

1.3 速冻工艺

原料→挑选→清洗→对半切开→去壳→去种子→包装→速冻→冻藏

原料要求新鲜、无腐烂、无虫蛀、无破损的成熟果实，并摘去果柄。用水清洗干净。然后对半切开、

收稿日期：2012-08-07
基金项目：广东省科技厅资助项目(2010B0203012002)；国家荔枝产业技术体系种质资源评价岗位科学家项目（nycytx-32）
作者简介：蔡长河(1964-)，研究员，主要从事果品加工研究

去壳、去种子后，果肉对半平铺在真空包装袋中，直接置超低温冰箱中用-60 ℃静止冷空气冻结。冻结后在-18 ℃、-60 ℃冻藏备用。

1.4 糖类的测定

1.4.1 还原糖的测定

直接滴定法，参照 GB/T 5009.7-2003 食品中还原糖的测定，3,5-二硝基水杨酸法。

1.4.2 总糖的测定

蜜饯通则，参照 GB/T 10782-2006。

1.4.3 蔗糖的测定

参照 GB/T 5009.7-2003，GB/T 5009.8-2003 食品中蔗糖的测定。

1.4.4 果糖的测定[3]

碘量法。

1.5 总酸的测定[3]

强碱标准溶液直接滴定法，同时参考GB/T 12456-1990（以苹果酸计）。

1.6 维生素的测定

采用紫外快速测定法[3]。

1.7 色差值的测定

采用 CR-400 便携式色差仪进行样品色差测定。

本研究采用食品工业中常用的国际照明委员会(CIE)推荐的 L*a*b*色空间表色系统，它是把颜色按其所含红、绿、黄、蓝的程度来度量的。*L**值表示亮度，又称白度值（白-黑），*L**值越大亮度越大；*a**值又称红度值，表示有色物质的红绿偏向，正值越大偏向红色的程度越大，负值绝对值越大偏向绿色的程度越大；*b**值又称黄度值，表示有色物质的黄蓝偏向，正值越大偏向黄色的程度越大，负值绝对值越大偏向蓝色的程度越大。*L**、*a**、*b**分别为所测定样品的白度值、红度值、黄度值[4,5]。

1.8 5-HMF 的测定

参考文献[6]的方法。

2 结果与讨论

2.1 葡萄糖标准曲线和 Vc 标准曲线

2.1.1 葡萄糖标准曲线

配制 0.4、0.8、1.2、1.6、2.0 mg/mL 的葡萄糖标准液，用 1 cm 石英比色皿，以 0.0 mL 葡萄糖溶液为参比溶液，在 540 nm 波长下测定各溶液的吸光度 A，绘制浓度与吸光值 A_{540nm} 的坐标图（图 1）。回归方程：y = 0.5984x+ 0.0453，R^2 =0.9931，线性良好。

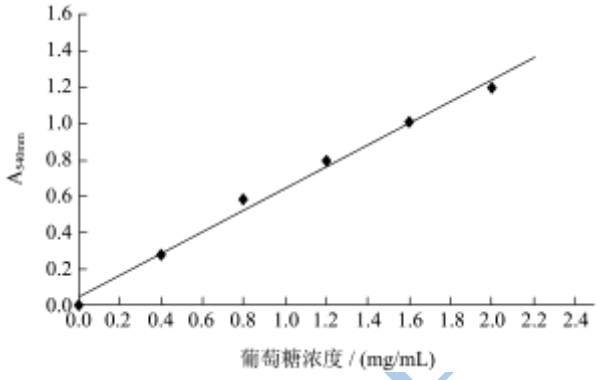


图 1 葡萄糖浓度标准曲线

Fig.1 Standard curve of glucose concentration

2.1.2 Vc 标准曲线

配制 2、4、6、8、9、10、20 μg/mL 的 Vc 标准液，用 1 cm 石英比色皿，以 0.0 mL Vc 溶液为参比溶液，在 243 nm 波长下测定各溶液的吸光度 A，绘制浓度与吸光值 A_{243nm} 的坐标图（图 2）。回归方程：y = 0.0501x+ 0.0027，R^2=0.9988，线性良好。

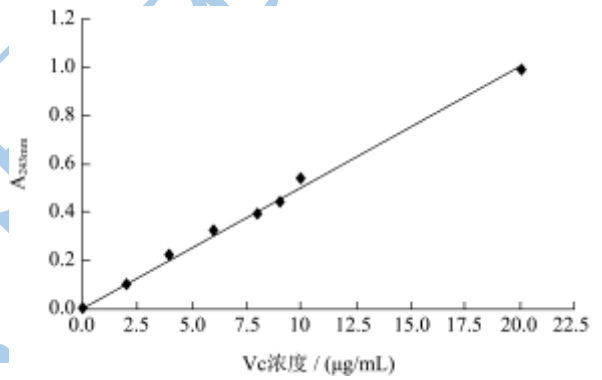


图 2 Vc 浓度标准曲线

Fig.2 Standard curve of Vc concentration

2.2 速冻荔枝果肉冻藏期间营养成分的变化

速冻荔枝果肉在-18 ℃、-60 ℃冻藏 150 d 后测定营养成分的变化，结果见表 1。

表 1 速冻荔枝果肉冻藏期间营养成分的变化

Table 1 Changes of nutrition of frozen litchi flesh during frozen storage

基本组分	荔枝样品		
	新鲜荔枝	-18℃冻藏	-60℃冻藏
总糖/%	16.14	16.02	16.10
葡萄糖/%	8.43	8.27	8.37
果糖/%	6.26	6.17	6.36
蔗糖/%	1.32	1.27	1.31
蛋白质/%	0.91	0.91	0.91
总酸/%	0.210	0.2	0.21
Vc/(10^{-2} mg/g)	35.40	34.03	35.59

从表 1 可以看出，速冻荔枝果肉在-18 ℃、-60 ℃冻藏期间，营养化学物质除了-18 ℃冻藏的还原糖有轻微减少外，基本没有发生变化。

2.3 速冻荔枝果肉冻藏期间色泽的变化

为了说明冻藏期间速冻荔枝果肉色泽差异，以白色透明度 L 值、红色程度 a 值、黄色程度 b 值来反映速冻荔枝果肉颜色的变化。

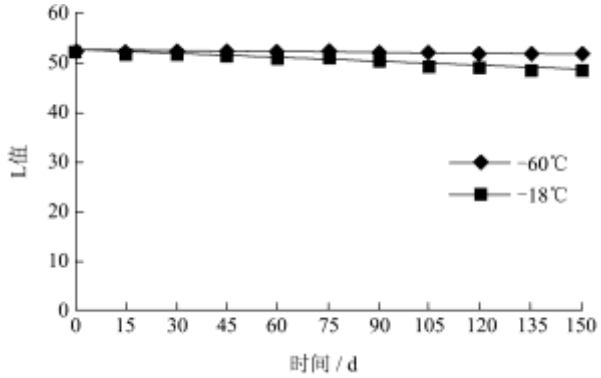


图 3 L 值随贮藏时间的变化

Fig.3 The changes of the Lvalues with preservation time

从图 3 中可以看出，在 5 个月的贮藏期内，贮藏温度为-60 ℃的速冻荔枝果肉 L 值基本没有变化，色泽稳定；贮藏温度为-18 ℃的样品，L 值有轻微变化。

从图 4 中可以直观的得出，在 5 个月的贮藏期内，贮藏温度为-60 ℃的速冻荔枝果肉 a 值基本没有变化；贮藏温度为-18 ℃的样品，a 值有轻微变化，红色程度有轻微加深。

从图 5 可知，在 5 个月的贮藏期内，贮藏温度为-60 ℃的速冻荔枝果肉 b 值基本没有变化，色泽稳定；贮藏温度为-18 ℃的样品，b 值有轻微变化。

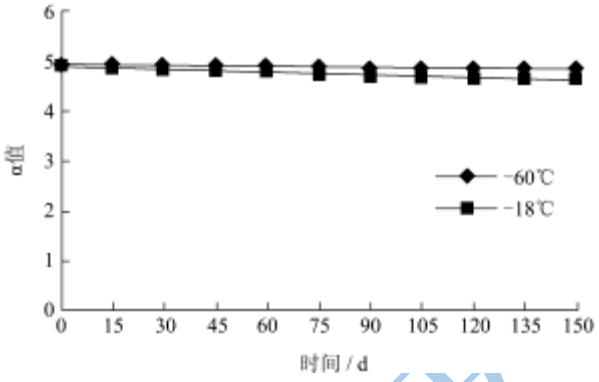


图 4 a 值随贮藏时间的变化

Fig.4 The changes of the a values with preservation time

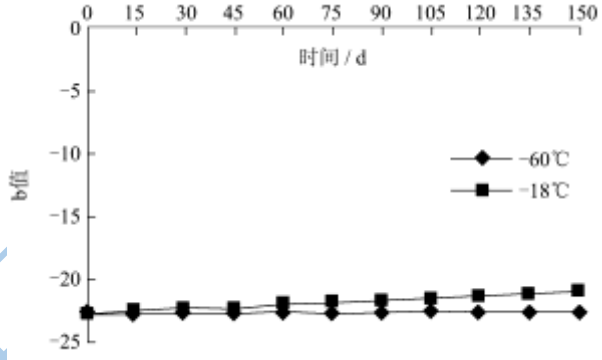


图 5 b 值随贮藏时间的变化

Fig.5 The changes of the b values with preservation time

2.4 速冻荔枝果肉冻藏期间 5-羟甲基糠醛的变化

为了更直观的反映速冻荔枝果肉在冻藏期间的色泽变化，测定了冻藏期间重要的褐变中间产物 5-羟甲基糠醛(5-HMF)，结果如表 2。

表 2 速冻荔枝果肉冻藏期间 5-羟甲基糠醛的变化（单位：μg/g）

Table 2 Changes of 5 - (hydroxymethyl) furfura during the frozen storage of frozen litchi flesh

保藏温	保藏时间/d									
度/℃	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135
-60	26.4	26.5	26.4	26.3	26.4	26.0	25.9	25.9	25.9	25.9
-18	26.4	26.0	25.4	25.0	24.8	24.6	24.2	24.1	24.1	24.0

从表 2 可以看出，-60 ℃保藏的样品中的 5-HMF 含量随保藏时间基本没有变化。而在-18 ℃保藏的样品中 5-HMF 含量对时间的变化范围分别为 26.4~24.0 μg，说明在-18 ℃保藏的样品 5-HMF 轻微的聚合反应，色泽发生轻微的变化，但后期也趋向于稳定。

3 结论

速冻荔枝果肉在在-18 ℃、-60 ℃冻藏期间，营养化学物质除了-18 ℃冻藏的还原糖有轻微减少外，基本没有发生变化。-18 ℃冻藏的速冻荔枝果肉色泽发生轻微的褐变，而-60 ℃冻藏的速冻荔枝果肉则没有发生变化；测定 5-HMF 含量表明，-60 ℃保藏的样品中的 5-HMF 含量随保藏时间基本没有变化，在-18 ℃保藏的样品中 5-HMF 含量对时间的变化范围分别为 26.4~24.0 μg，减少了 2.4 μg，说明在-18 ℃保藏的样品 5-HMF 轻微的聚合反应，色泽发生轻微的褐变。结果表明-60 ℃冻藏的速冻荔枝果肉更有利于品质的长期保存。

参考文献

[1] 陈玉旭,蔡长河,曾庆孝.糯米糍荔枝香气成分的测定与分析[J].现代食品科技,2009,25(1):91-95

[2] 孔凡利,张名位,尹凯丹,等.荔枝果实中营养元素的测定[J].

现代食品科技,2012,28(3):351-353

[3] 宁正祥.食品成分分析手册[M].北京:中国轻工业出版社,1998

[4] 胡新宇,宁正祥.荔枝果实褐变的研究与调控[J].食品与发酵工业,2001,27(4):47-50

[5] 蔡长河,郭际,曾庆孝.荔枝在干制过程中非酶褐变的研究[J].食品科学,2006,27(10):158-162

[6] 蔡长河,郭际,曾庆孝.贮藏对半干型荔枝干非酶褐变的影响[J].食品科学,2007,28(10):526-532

现代食品科技