

鲜切哈密瓜网购产品护色保鲜包装研究

doi:10.3969/j.issn.1674-7100.2017.05.003

徐 韬 杨福馨 梁 超
姜 悦 程 龙 隋 越

上海海洋大学
食品学院
上海 201306

摘 要:以市售哈密瓜为原料,常温下,配置不同浓度的盐、糖、醋溶液对鲜切哈密瓜进行浸泡处理后,选用3种不同的薄膜进行包装,通过每两天对鲜切哈密瓜的失重、色差等指标进行测试并判断其保鲜情况。实验结果表明:不同浓度的盐、糖、醋溶液对新鲜哈密瓜的保鲜效果不同,当采用质量分数为0.7%的盐、质量分数为1.1%的醋、质量分数为0.1%的糖浸泡液进行浸泡处理并采用15FPPE薄膜进行袋包装时,对鲜切哈密瓜具有很好的保鲜效果。本实验得到的最优工艺条件能够明显延长鲜切哈密瓜在常温下的贮藏时间,从而带来可观的经济效益。

关键词:鲜切哈密瓜;保鲜;PVDC/PE;PP/PE

中图分类号:TB487 **文献标志码:**A

文章编号:1674-7100(2017)05-0014-07

0 引言

哈密瓜是甜瓜中的一类优良的品种,果实形状呈圆形或卵圆形,果肉中富含多种营养物质,如:葡萄糖、苹果酸、维生素等。甜瓜(*Cucumis melo* L.)是葫芦科(*Cucurbitaceae*)甜瓜属(*Cucumis*)的一种一年蔓生性草本植物,原产于非洲^[1],年产量位居世界十大水果第七位^[2]。

鲜切果蔬是以新鲜果蔬为原料,经分级、清洗、整理、去皮、切分、浸泡、包装等处理工艺,在一定时间内保持生鲜状态的食品^[3]。随着人们生活节奏的加快,鲜切果蔬因其具有新鲜、方便、营养和无公害等优点,深受消费者的青睐^[4-7]。但鲜切果蔬在生产过程中经过去皮、切分等机械处理造成的组织损伤,增加了微生物对果蔬污染的机会,从而导致色泽改

变、果实软化、木质化、腐烂等现象的出现^[8-10]。因此,研究对鲜切果蔬护色保鲜技术具有重要的实际应用价值。

聚乙烯(polyethylene, PE)是一种具有优良的力学性能、高阻隔性能、成膜性能的高分子材料,已被广泛应用于食品包装领域^[11-13]。本研究基于聚乙烯材料,采用实验室研制的聚偏氯乙烯/聚乙烯(poly(vinylidene chloride)/polyethylene, PVDC/PE)、15FPPE(实验室自命名)和聚丙烯/聚乙烯(polypropylene/polyethylene, PP/PE)3种复合材料作为鲜切哈密瓜的包装保鲜薄膜,对不同质量分数的盐、糖、醋溶液浸泡后的哈密瓜进行包装处理^[14-16],常温放置,根据测定哈密瓜的失重、色差以及菌落总数来研究不同处理方法的护色保鲜效果。

收稿日期:2017-07-28

基金项目:国家863计划基金资助项目(2012AA0992301),上海市科学技术委员会工程中心建设基金资助项目(11DZ2280300),上海市助推计划基金资助项目(2013CL1312HY),上海市产学研基金资助项目(15cxy69),上海高校一流学科基金资助项目(A2-2019-14-0003)

作者简介:徐 韬(1993-),男,上海青浦人,上海海洋大学硕士生,主要研究方向为食品包装工程技术,
E-mail:1152270666@qq.com

通信作者:杨福馨(1958-),男(侗族),贵州天柱人,上海海洋大学教授,主要从事包装工程理论与技术方面的教学与研究,
E-mail:fxyang@shou.edu.cn

1 实验材料与方法

1.1 原料与试剂

新鲜哈密瓜: 购于上海海洋大学附近农贸市场; 食盐: 苏州乐丰有限公司生产; 白糖: 上海上棠食品有限公司生产; 食醋: 江苏恒顺醋业股份有限公司生产; PVDC/PE、15FPPE、PP/PE: 实验室自制。

1.2 仪器与设备

透光率雾度测定仪, WGT-S 型, 上海精科有限公司生产; 台式电子天平, JY5002 型, 上海舜宇恒平科技仪器有限公司生产; 塑料薄膜封口机, FR-300A 型, 上海翔一包装机械有限公司生产; 电脑测控抗张实验机, 川制 15010103 型, 协强仪器制造(上海)有限公司生产; 电热恒温鼓风干燥箱, DHG-9D35A 型, 上海精宏实验设备有限公司生产; 电子数显螺旋测微仪, L-0305 型, 广东中山市安卓源电子科技有限公司生产; 电脑测控抗张实验机, DCP-LZ300 型, 四川成都名驰仪器责任有限公司生产; 塑料薄膜封口机, FR-LZ300A 型, 上海翔一包装机械有限公司生产; 色差分析仪, NR1103 型, 苏州诺威特测控科技有限公司生产。

1.3 包装袋的制备

本次实验分别采用 PVDC/PE、15FPPE 和 PP/PE 3 种薄膜来制备包装袋。

1) 取薄膜, 将其裁剪为若干片, 规格为 15 cm × 25 cm。

2) 将裁剪好的薄膜进行 3 边封口, 封口宽度约为 5 mm, 制成包装袋, 备用。

1.4 样品处理

1) 哈密瓜预处理。将新鲜哈密瓜用清水洗净, 去皮, 去籽, 切成 20 g 左右的小块, 备用。

2) 浸泡液的配置。分别配置质量分数为 0.1%、0.4%、0.7%、1.0% 的盐、糖、醋溶液, 共 12 种, 备用。

3) 将预处理后的哈密瓜分别与上述浸泡液按照固液质量比为 1:5 的比例进行浸泡, 10 min 后取出自然晾干。另取 3 组相同质量的哈密瓜浸泡于去离子水中, 10 min 后取出自然晾干, 作为空白对照组。

4) 将上述晾干的哈密瓜装入预制包装袋中, 每袋重量约为 20 g, 用封口机对样品进行封口, 封口时应尽量挤出袋中多余的空气, 并对每组样品进行标记, 且每组设有 3 个平行实验。

1.5 试验方法

1) 薄膜抗张性能的测定

包装薄膜应具有一定的抗张强度, 以承受物品的质量, 故需对薄膜的抗张强度进行测试。本实验使用电脑测控抗张实验机和电子数显螺旋测微仪, 对薄膜的抗张强度、厚度进行测定。

2) 薄膜光学性能的测定

塑料薄膜作为包装材料, 应具有一定的光学性能^[9]。本实验使用透光度雾度检测仪, 对 3 种薄膜的透光率、雾度进行测定。

3) 哈密瓜失重的测定

哈密瓜的失重能较好的反映包装材料的吸水性能和哈密瓜的新鲜程度。为了解薄膜对哈密瓜的保鲜效果, 准确称量每个样品在第 0, 2, 4, 6 天的质量, 第 0 天的质量记为 m_1 , 每 2 d 称取的质量记为 m_2 。哈密瓜的失重可以通过以下公式计算得到:

$$\Delta m = m_1 - m_2。$$

4) 哈密瓜色差的测定

通过测量新鲜哈密瓜和处理后放置一段时间的哈密瓜的色差, 从而评估哈密瓜的新鲜度。采用标准色差仪进行检测, 每 2 d 进行一次色差测量, 并记录下数据。

5) 菌落总数的测定

以菌落总数为微生物指标, 参照 GB/T 4789.2—2016《食品安全国家标准 食品微生物学检验 菌落总数测定》^[17], 采用平板计数法, 计算每毫升的菌落数。

2 结果与分析

2.1 薄膜的物理性能

对不同材料的薄膜进行性能测试, 其薄膜厚度和抗张强度如表 1 所示。

表 1 不同薄膜的厚度与抗张强度

Table 1 Thickness and tensile strength of different films

| 薄膜名称 | 厚度 /mm | 抗张强度 /($\text{KN}\cdot\text{m}^{-1}$) | |
|---------|--------|---|------|
| | | 纵 | 横 |
| PVDC/PE | 0.033 | 2.53 | 4.04 |
| 15FPPE | 0.031 | 1.75 | 3.61 |
| PP/PE | 0.015 | 1.15 | 0.89 |

由表 1 可以看出, PP/PE 膜的厚度最薄, 抗张强度最差。PVDC/PE 膜最厚, 抗张强度最好。说明薄膜的厚度和原料对其抗张性能具有比较明显的影响。

2.2 薄膜的光学性能

由于薄膜的材料不同, 所以薄膜颜色存在着一定差别。对薄膜的透光率以及雾度进行测量。结果如表 2 所示。

表2 不同薄膜的光学性质

Table 2 The optical properties of films %

| 薄膜名称 | 透光率 | 雾度 |
|---------|------|------|
| PVDC/PE | 79.2 | 9.40 |
| 15FPPE | 72.5 | 6.77 |
| PP/PE | 84.4 | 2.79 |

由表1~2可知, PP/PE薄膜厚度最薄, 其透光率最高; 随着PVDC/PE和15FPPE薄膜厚度的增加, 其透光率下降, 并且3种薄膜的雾度也各不相同。这是由于上述薄膜在原料和厚度之间存在较大的差异, 所以导致了薄膜的光学性质存在较大差异。

2.3 不同浸泡处理及薄膜对哈密瓜的失重影响

不同浸泡处理及不同薄膜包装对哈密瓜失重的变化如表3~5所示。

表3 PVDC/PE组的失重数据

Table 3 Weightlessness data of PVDC/PE group

| 浸泡液 | 质量分数/% | 哈密瓜失重/g | | |
|-----|--------|---------|-------|-------|
| | | 第1次 | 第2次 | 第3次 |
| 盐 | 0.1 | 2.28 | 4.71 | 8.31 |
| | 0.4 | 1.04 | 4.68 | 9.63 |
| | 0.7 | 2.88 | 5.90 | 10.85 |
| | 1.0 | 2.47 | 6.43 | 14.78 |
| 糖 | 0.1 | 2.90 | 6.69 | 8.79 |
| | 0.4 | 2.39 | 6.72 | 7.79 |
| | 0.7 | 2.12 | 6.12 | 9.03 |
| | 1.0 | 2.83 | 8.63 | 10.62 |
| 醋 | 0.1 | 4.03 | 7.93 | 12.72 |
| | 0.4 | 4.07 | 8.80 | 9.79 |
| | 0.7 | 1.72 | 7.24 | 8.28 |
| | 1.0 | 2.98 | 6.40 | 9.00 |
| 对照组 | | 3.11 | 10.72 | 15.28 |

表4 15FPPE组的失重数据

Table 4 Weightlessness data of 15FPPE group

| 浸泡液 | 质量分数/% | 哈密瓜失重/g | | |
|-----|--------|---------|-------|-------|
| | | 第1次 | 第2次 | 第3次 |
| 盐 | 0.1 | 3.41 | 5.23 | 7.96 |
| | 0.4 | 2.95 | 4.78 | 8.19 |
| | 0.7 | 4.23 | 6.43 | 8.82 |
| | 1.0 | 3.14 | 7.53 | 12.37 |
| 糖 | 0.1 | 2.73 | 4.53 | 6.95 |
| | 0.4 | 3.24 | 9.13 | 7.86 |
| | 0.7 | 1.64 | 6.49 | 9.43 |
| | 1.0 | 2.87 | 8.74 | 8.99 |
| 醋 | 0.1 | 4.22 | 8.61 | 11.91 |
| | 0.4 | 3.53 | 7.98 | 10.88 |
| | 0.7 | 2.54 | 7.65 | 9.10 |
| | 1.0 | 3.34 | 7.06 | 8.66 |
| 对照组 | | 5.07 | 10.28 | 13.48 |

表5 PP/PE组的失重数据

Table 5 Weightlessness data of PP/PE group

| 浸泡液 | 质量分数/% | 哈密瓜失重/g | | |
|-----|--------|---------|-------|-------|
| | | 第1次 | 第2次 | 第3次 |
| 盐 | 0.1 | 3.91 | 6.78 | 8.25 |
| | 0.4 | 2.15 | 5.20 | 8.70 |
| | 0.7 | 3.23 | 5.06 | 8.72 |
| | 1.0 | 4.70 | 5.81 | 10.05 |
| 糖 | 0.1 | 4.56 | 5.60 | 9.56 |
| | 0.4 | 2.31 | 7.02 | 7.29 |
| | 0.7 | 3.12 | 6.56 | 7.71 |
| | 1.0 | 3.07 | 8.61 | 9.52 |
| 醋 | 0.1 | 3.69 | 7.58 | 9.96 |
| | 0.4 | 3.31 | 7.05 | 9.14 |
| | 0.7 | 2.34 | 9.18 | 10.45 |
| | 1.0 | 2.21 | 5.28 | 9.64 |
| 对照组 | | 5.77 | 10.75 | 12.56 |

由表3~5可知, 储藏过程中, 各组哈密瓜的失重都呈上升趋势, 但是上升的幅度及速率不同, 经浸泡处理的样品其失重率基本小于对照组。其中, PVDC/PE组样品中, 分别经质量分数为0.4%的盐溶液、0.4%的糖溶液、0.7%的醋溶液浸泡处理的哈密瓜失重相对较小; 15FPPE组样品中, 分别经质量分数为0.4%的盐溶液、0.1%的糖溶液、1.0%的醋溶液浸泡处理的哈密瓜失重相对较小; PP/PE组样品中, 分别经质量分数为0.4%的盐溶液、0.4%的糖溶液、1.0%的醋溶液浸泡处理的哈密瓜失重相对较小。

2.4 不同浸泡处理及薄膜对哈密瓜的色差影响

不同浸泡处理及不同薄膜包装对哈密瓜色差的变化如表6~8所示。

表6 PVDC/PE组的色差数据

Table 6 Color difference data of group PVDC/PE

| 浸泡液 | 质量分数/% | 哈密瓜色差/NBS | | |
|-----|--------|-----------|-------|-------|
| | | 第1次 | 第2次 | 第3次 |
| 盐 | 0.1 | 8.34 | 4.24 | 2.99 |
| | 0.4 | 11.76 | 5.87 | 10.22 |
| | 0.7 | 7.28 | 7.51 | 2.99 |
| | 1.0 | 8.12 | 5.66 | 9.91 |
| 糖 | 0.1 | 8.60 | 4.63 | 4.40 |
| | 0.4 | 3.83 | 8.34 | 8.57 |
| | 0.7 | 10.57 | 6.15 | 8.93 |
| | 1.0 | 15.13 | 11.61 | 4.38 |
| 醋 | 0.1 | 9.75 | 8.43 | 5.87 |
| | 0.4 | 10.45 | 8.21 | 9.78 |
| | 0.7 | 9.78 | 13.81 | 11.22 |
| | 1.0 | 6.43 | 7.02 | 5.89 |
| 对照组 | | 8.45 | 12.66 | 9.57 |

表 7 15FPPE 组的色差数据

Table 7 Color difference data of group 15FPPE

| 浸泡液 | 质量分数 /% | 哈密瓜色差 /NBS | | |
|-----|---------|------------|-------|-------|
| | | 第 1 次 | 第 2 次 | 第 3 次 |
| 盐 | 0.1 | 6.92 | 6.11 | 10.80 |
| | 0.4 | 6.49 | 10.92 | 10.82 |
| | 0.7 | 4.47 | 5.31 | 6.73 |
| | 1.0 | 5.95 | 4.91 | 9.91 |
| 糖 | 0.1 | 7.65 | 6.55 | 13.97 |
| | 0.4 | 4.42 | 8.63 | 8.52 |
| | 0.7 | 3.66 | 10.58 | 4.95 |
| | 1.0 | 2.05 | 5.11 | 12.85 |
| 醋 | 0.1 | 7.65 | 9.33 | 9.05 |
| | 0.4 | 4.41 | 4.29 | 4.04 |
| | 0.7 | 4.60 | 9.53 | 9.71 |
| | 1.0 | 6.91 | 2.43 | 9.28 |
| 对照组 | | 7.64 | 12.65 | 9.12 |

表 8 PP/PE 组的色差数据

Table 8 Color difference data of group PP/PE

| 浸泡液 | 质量分数 /% | 哈密瓜色差 /NBS | | |
|-----|---------|------------|-------|-------|
| | | 第 1 次 | 第 2 次 | 第 3 次 |
| 盐 | 0.1 | 7.34 | 8.85 | 14.12 |
| | 0.4 | 8.91 | 5.51 | 6.03 |
| | 0.7 | 6.09 | 6.80 | 9.25 |
| | 1.0 | 13.12 | 1.30 | 4.40 |
| 糖 | 0.1 | 5.63 | 5.36 | 3.45 |
| | 0.4 | 10.08 | 7.47 | 6.36 |
| | 0.7 | 10.65 | 8.44 | 3.98 |
| | 1.0 | 7.81 | 14.85 | 1.97 |
| 醋 | 0.1 | 14.78 | 3.39 | 8.55 |
| | 0.4 | 4.41 | 9.75 | 5.44 |
| | 0.7 | 1.40 | 13.97 | 6.04 |
| | 1.0 | 5.10 | 6.52 | 3.37 |
| 对照组 | | 12.75 | 8.76 | 10.77 |

由 6~8 可知, PVDC/PE 组和 PP/PE 组中, 分别经质量分数为 0.7% 的盐溶液、0.1% 的糖溶液和 1.0% 的醋溶液浸泡处理的哈密瓜色差变化相对较小; 15FPPE 组中, 分别经质量分数为 0.7% 的盐溶液、0.4% 的糖溶液、0.4% 的醋溶液浸泡处理的哈密瓜色差变化相对较小。

2.5 不同浸泡处理及薄膜对哈密瓜的菌落总数的影响

储藏过程中适宜的温度、湿度, 以及哈密瓜中的营养物质使微生物不断生长繁殖, 从而影响哈密瓜的质量, 所以菌落总数是评价其保鲜质量的重要指标。

参照 GB/T 4789.2—2016《食品安全国家标准 食品微生物学检验 菌落总数测定》, 哈密瓜的菌落总数应不超过 10.9547×10^4 CFU/g。不同浸泡处理及不同薄膜包装对哈密瓜菌落的变化如表 9~11 所示。

表 9 PVDC/PE 组的菌落数据

Table 9 Colony data of group PVDC/PE

| 浸泡液 | 质量分数 /% | 哈密瓜菌落总数 /(10^4 CFU·g ⁻¹) | | |
|-----|---------|---|-------|-------|
| | | 第 1 次 | 第 2 次 | 第 3 次 |
| 盐 | 0.1 | 7 | 12 | 14 |
| | 0.4 | 8 | 12 | 15 |
| | 0.7 | 6 | 9 | 11 |
| | 1.0 | 13 | 18 | 22 |
| 糖 | 0.1 | 5 | 10 | 14 |
| | 0.4 | 10 | 17 | 22 |
| | 0.7 | 10 | 18 | 23 |
| | 1.0 | 7 | 10 | 13 |
| 醋 | 0.1 | 14 | 23 | 28 |
| | 0.4 | 4 | 9 | 15 |
| | 0.7 | 11 | 13 | 17 |
| | 1.0 | 5 | 14 | 15 |
| 对照组 | | 12 | 21 | 30 |

表 10 15FPPE 组的菌落数据

Table 10 Colony data of group 15FPPE

| 浸泡液 | 质量分数 /% | 哈密瓜菌落总数 /(10^4 CFU·g ⁻¹) | | |
|-----|---------|---|-------|-------|
| | | 第 1 次 | 第 2 次 | 第 3 次 |
| 盐 | 0.1 | 6 | 12 | 13 |
| | 0.4 | 8 | 14 | 15 |
| | 0.7 | 6 | 10 | 13 |
| | 1.0 | 15 | 18 | 23 |
| 糖 | 0.1 | 6 | 10 | 14 |
| | 0.4 | 15 | 17 | 22 |
| | 0.7 | 8 | 18 | 23 |
| | 1.0 | 6 | 10 | 14 |
| 醋 | 0.1 | 13 | 20 | 22 |
| | 0.4 | 8 | 10 | 14 |
| | 0.7 | 11 | 13 | 17 |
| | 1.0 | 5 | 14 | 15 |
| 对照组 | | 6 | 18 | 25 |

表 11 PP/PE 组的菌落数据

Table 11 Colony data of group PP/PE

| 浸泡液 | 质量分数 /% | 哈密瓜菌落总数 /(10^4 CFU·g ⁻¹) | | |
|-----|---------|---|-------|-------|
| | | 第 1 次 | 第 2 次 | 第 3 次 |
| 盐 | 0.1 | 7 | 10 | 14 |
| | 0.4 | 6 | 10 | 15 |
| | 0.7 | 6 | 9 | 12 |
| | 1.0 | 6 | 13 | 22 |
| 糖 | 0.1 | 5 | 10 | 14 |
| | 0.4 | 10 | 17 | 22 |
| | 0.7 | 13 | 18 | 23 |
| | 1.0 | 10 | 11 | 19 |
| 醋 | 0.1 | 14 | 18 | 20 |
| | 0.4 | 8 | 10 | 15 |
| | 0.7 | 11 | 13 | 17 |
| | 1.0 | 10 | 14 | 15 |
| 对照组 | | 15 | 20 | 25 |

由表 9~11 中的数据可知, 经 3 种浸泡液处理的哈密瓜样品的菌落总数基本小于对照组的菌落总数, 表明采用盐、糖、醋溶液对哈密瓜进行浸泡处理有一定的抑菌效果, 但到了第 6 d 时, 菌落总数均已超标。其中, PVDC/PE 组样品中, 经质量分数为 0.7% 的盐溶液、质量分数为 1.0% 的糖溶液、质量分数为 0.4% 的醋溶液处理过的哈密瓜中菌落总数相对较少; 15FPPE 组和 PP/PE 组样品中, 经质量分数为 0.7% 的盐溶液、质量分数为 1.0% 的糖溶液以及质量分数为 0.4% 的醋溶液处理后的哈密瓜中菌落总数相对较少。结合不同浸泡处理及薄膜对哈密瓜的失重和色差的影响, 选择质量分数为 0.7% 的盐溶液、质量分数为 0.1% 的糖溶液、质量分数为 1.0% 的醋溶液进行正交试验。

3 正交试验

3.1 正交试验的数据处理方法

将单因素实验中得到的盐、糖、醋的最佳浓度, 结合膜的种类, 进行 $L_9(3^4)$ 正交试验^[18]。设计出正交试验因素水平如表 12 所示。

表 12 正交试验因素水平表

Table 12 Table for orthogonal experimental factors

| 水平 | 因素 | | | |
|----|-----|-----|-----|---------|
| | A/% | B/% | C/% | D |
| 1 | 0.6 | 0.9 | 0 | PP/PE |
| 2 | 0.7 | 1.0 | 0.1 | 15FPPE |
| 3 | 0.8 | 1.1 | 0.2 | PVDC/PE |

注: 表中因素 A、B、C 分别表示浸泡液中盐、醋、糖的质量分数, 因素 D 表示包装薄膜种类。

3.2 正交试验数据

根据表 12 的 4 因素、3 水平, 对鲜切哈密瓜进行正交试验, 测定每组试验结果如表 13 所示。

表中, K_i 值分别表示因素 A、B、C、D 的第 i ($i=1, 2, 3$) 个水平所对应的色差值之和, k_i 值为 i 水平的平均值。 k_i 值的大小反映了该因素各水平对色差值的影响, 可根据 k_i 值来判断因素水平的最优组合方案。 R 值为任一系列因素的极差, $R=k_{\max}-k_{\min}$ (即同一列中 k_1, k_2, k_3 3 个数值中最大值减去最小值), R 值可反映因素对试验指标的影响情况, R 值越大, 说明该因素对试验指标的影响越显著, 反之, R 值越小, 该因素对试验指标的影响越不显著。

通过上述正交试验的数据分析结果可知, $R_D > R_B > R_C > R_A$, 所以影响鲜切哈密瓜色差变化的个因

素的主次关系依次是包装薄膜种类 (D) > 醋溶液的浓度 (B) > 糖溶液的浓度 (C) > 盐溶液的浓度 (A), 即 4 个因素中, 包装薄膜种类对鲜切哈密瓜护色效果最显著。再根据每一列中 k 值可以看出, $A_2B_3C_2D_2$ 为最优组合, 即当浸泡液中盐的质量分数为 0.7%, 醋的质量分数为 1.1%, 糖的质量分数为 0.1% 时并以 15FPPE 薄膜包装袋密封包装后的鲜切哈密瓜护色保鲜效果最佳。

表 13 正交试验数据

Table 13 Orthogonal experimental data

| 试验号 | 因素 | | | | 色差/NBS |
|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------|
| | A | B | C | D | |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 10.74 |
| 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2.92 |
| 3 | 1 | 3 | 3 | 3 | 2.11 |
| 4 | 2 | 1 | 1 | 3 | 3.25 |
| 5 | 2 | 2 | 3 | 1 | 8.61 |
| 6 | 2 | 3 | 2 | 2 | 1.44 |
| 7 | 3 | 1 | 3 | 2 | 2.83 |
| 8 | 3 | 2 | 1 | 3 | 3.77 |
| 9 | 3 | 3 | 2 | 1 | 7.79 |
| K_1 | 15.77 | 16.82 | 17.76 | 27.14 | |
| K_2 | 13.30 | 15.30 | 12.15 | 7.19 | |
| K_3 | 14.39 | 11.34 | 13.55 | 9.13 | |
| k_1 | 5.26 | 5.61 | 5.92 | 9.05 | |
| k_2 | 4.43 | 5.10 | 4.05 | 2.40 | |
| k_3 | 4.80 | 3.78 | 4.52 | 3.04 | |
| R | 0.74 | 1.83 | 0.80 | 6.65 | |
| 主次顺序 | | | | | $D > B > C > A$ |
| 优水平 | A_2 | B_3 | C_2 | D_2 | |
| 优组合 | | | | | $A_2B_3C_2D_2$ |

4 结语

本次实验进行对比研究, 选用 3 种不同试剂和 3 种不同材料的薄膜对鲜切哈密瓜进行护色保鲜处理, 通过正交实验来确定最佳配比, 最终得到最优组合为: 以质量分数为 0.7% 的盐、质量分数为 1.1% 的醋以及质量分数为 0.1% 的糖浸泡液处理, 并以 15FPPE 薄膜包装袋密封包装对鲜切哈密瓜的护色保鲜效果最好。

通过对后续实验的观察, 还发现包装薄膜对鲜切哈密瓜保鲜时间和效果的影响最大。并且采用 15FPPE 膜作为包装袋的样品相比于其他样品保鲜效果更好。对比 3 种膜的性质可以发现, 透气性越差的膜对于鲜切哈密瓜的保鲜作用越好, 这可能是因为膜阻隔了外界氧气的进入, 降低了哈密瓜腐败变质的速度, 从而达到护色保鲜的效果。

参考文献:

- [1] 林德佩. 中国栽培甜瓜植物的起源、分类及进化 [J]. 中国瓜菜, 2010, 23(4): 34-36.
LIN Depei. Origin Classification and Evolution for Cultivated Plants of Chinese Melon[J]. China Cucurbits and Vegetables, 2010, 23 (4): 34-36.
- [2] 陈晓华. 中国农业统计资料 [J]. 中国蔬菜, 2006(2): 42.
CHEN Xiaohua. Chinese Agricultural Statistics[J]. Chinese Vegetables, 2006 (2): 42.
- [3] 刘新有, 南海娟, 郝亚勤, 等. 鲜切苹果贮藏期间微生物生长模型研究 [J]. 河南农业科学, 2007(3): 88-90.
LIU Xinyou, NAN Haijuan, HAO Yaqin, et al. Research on Microorganism Growth Model During Fresh-cut Apple Storage[J]. Journal of Henan Agricultural Sciences, 2007 (3): 88-90.
- [4] 郑林彦, 韩 涛, 李丽萍. 国内切割果蔬的保鲜研究现状 [J]. 食品科学, 2005, 26(增刊 1): 125-127.
ZHENG Linyan, HAN Tao, LI Liping. The Present Situation of Study on Fresh-Cut Products[J]. Food Science, 2005, 26 (S1): 125-127.
- [5] 汪国超, 徐伟民, 张 麟. 果蔬保鲜方法的研究进展 [J]. 包装学报, 2011, 3(4): 57-61.
WANG Guochao, XU Weimin, ZHANG Lin. Advance in Preservation Methods for Fruits and Vegetables[J]. Packaging Journal, 2011, 3(4): 57-61.
- [6] 陈言楷, 陆东和. 切割果蔬保鲜研究现状及发展趋势 [J]. 福建果树, 2003(1): 24-27.
CHEN Yankai, LU Donghe. Status and Development Trend of Cutting Fruits and Vegetables Preservation[J]. Fujian Fruit Tree, 2003 (1): 24-27.
- [7] 孙炳新, 杨金玲, 赵宏侠, 等. 鲜切果蔬包装的研究现状与进展 [J]. 食品工业科技, 2013, 34(7): 392-396.
SUN Bingxin, YANG Jinling, ZHAO Hongxia, et al.. Advance in Packaging of Fresh-Cut Fruit and Vegetables [J]. Science and Technology of Food Industry, 2013, 34(7): 392-396.
- [8] 廖小军, 胡小松. 果蔬的最少加工处理及研究现状 [J]. 食品与发酵业, 1998, 24(6): 39-41.
LIAO Xiaojun, HU Xiaosong. A Review on the Minimal Process of Fruits and Vegetables[J]. Food and Fermentation Industry, 1998, 24 (6): 39-41.
- [9] 范贤贤, 田密霞, 姜爱丽, 等. 鲜切果蔬表面微生物侵染途径及控制 [J]. 保鲜与加工, 2009(2): 15-17.
FAN Xianxian, TIAN Mixia, JIANG Aili, et al. Infection Pathway and Controlling Methods of Microorganism in Fresh-Cut Fruits and Vegetables[J]. Storage and Process, 2009 (2): 15-17.
- [10] 罗海波, 姜 丽, 余坚勇, 等. 鲜切果蔬的品质及贮藏保鲜技术研究进展 [J]. 食品科学, 2010, 31(3): 307-311.
LUO Haibo, JIANG Li, YU Jianyong, et al.. Current Advances in Preservation Technology of Fresh-Cut Fruits and Vegetables[J]. Food Science, 2010, 31(3): 307-311.
- [11] 魏丽娟, 杨福馨, 武 军, 等. PGFE/BOPP 防雾薄膜的制备与性能研究 [J]. 食品与机械, 2016, 32(6): 185-188.
WEI Lijuan, YANG Fuxin, WU Jun, et al. Fabrication and Characterization of Polyglycerol Fatty Acid Ester/Biaxially Oriented Polypropylene Antifogging Film[J]. Food and Machinery, 2016, 32(6): 185-188.
- [12] 黄 夏, 潘嫣丽, 唐 婷, 等. 不同包装材料对鲜切哈密瓜保鲜效果的影响 [J]. 南方农业学报, 2011, 42(12): 1536-1539.
HUANG Xia, PAN Yanli, TANG Ting, et al. Fresh-Keeping Effects of Different Packaging Materials on Freshcut Hami Melon[J]. Journal of Southern Agriculture, 2011, 42(12): 1536-1539.
- [13] 周任佳, 乔勇进, 王海宏, 等. 不同保鲜膜包装对鲜切哈密瓜品质的影响 [J]. 华东师范大学学报 (自然科学版), 2012, 6: 131-138.
ZHOU Renjia, QIAO Yongjin, WANG Haihong, et al. Effect of Different Preservative Film Packages on the Quality of Fresh-Cut Hami Melons[J]. Journal of East China Normal University (Natural Science), 2012, 6: 131-138.
- [14] 张 燕, 杨福馨, 周 颖. 糖含量对海带浆包装体系稳定性的影响 [J]. 包装学报, 2014, 6(3): 31-34.
ZHANG Yan, YANG Fuxin, ZHOU Ying. Influence of Different Concentration of Sugar on Stability of Kelp Paste Packaging System[J]. Packaging Journal, 2014, 6(3): 31-34.
- [15] 杨福馨, 张 燕, 周 颖. 酸含量对海带浆包装体系稳定性的影响 [J]. 包装学报, 2014, 6(1): 5-9.
YANG Fuxin, ZHANG Yan, ZHOU Ying. The Influence of Acid Contents on Stability of Kelp Paste Packaging System[J]. Packaging Journal, 2014, 6(1): 5-9.
- [16] 蒋 硕, 杨福馨, 马雅婕. 鱿鱼保鲜包装技术研究 [J]. 包装学报, 2013, 5(4): 39-42.
JIANG Shuo, YANG Fuxin, MA Yajie. Research of Squid's Film Packaging Preservation Technology[J]. Packaging Journal, 2013, 5(4): 39-42.
- [17] 中华人民共和国卫生部. 食品安全国家标准 食品微生物

物学检验 菌落总数测定: GB/T 4789.2—2016[S]. 北京: 中国标准出版社, 2016: 2-4.

The Ministry of Health of People' s Republic of China. National Food Safety Standard Food Microbiological Examination: Aerobic Plate Count: GB/T 4789.2—2016[S]. Beijing: Standard Press of China, 2016: 2-4.

[18] 杨丽英, 庞 晖, 马国顺. 正交设计在微生物发酵试

验中的应用[J]. 佳木斯大学学报(自然科学版), 2008, 26(6): 859-861.

YANG Liying, PANG Hui, MA Guoshun. The Application of Orthogonal Design in Experiment of Microorganism Fermentation[J]. Journal of Jiamusi University(Natural Science Edition), 2008, 26(6): 859-861.

Color Preservation and Fresh-Keeping Packaging of Fresh Cut Cantaloupe for Online Shopping

XU Tao, YANG Fuxin, LIANG Chao, JIANG Yue, CHENG Long, SUI Yue

(College of Food Science and Technology, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China)

Abstract: Cantaloupe was used as the raw material and soaked in solutions of different concentrations of salt, sugar and vinegar at room temperature. Three different films were selected for packaging, while weight loss, color and other indexes were tested every three days for the judgment of preservation condition. The results showed that different concentrations of salt, sugar, vinegar solution had different effects on fresh-keeping of the melon. With the mass fraction of salt of 0.7%, vinegar of 1.1%, sugar of 0.1% and packed in 15FPPE film, fresh-keeping effect for fresh cut cantaloupe was good. The storage time of fresh cut cantaloupe under normal temperature could obviously be prolonged under the said optimal conditions, so as to produce considerable economic benefits.

Keywords: fresh cut cantaloupe; fresh-keeping; PVDC/PE; PP/PE