

## 食品包装安全研究

## 吸水抗菌纸对苹果保鲜效果的研究

胡安华, 杨福馨, 王伟伟

(上海海洋大学, 上海 201306)

**摘要:** 以自制的吸水抗菌纸作为保鲜材料, 对苹果进行常温保鲜研究, 并与其他保鲜方法进行了对比试验。结果表明: 在薄膜袋内用吸水抗菌纸包裹苹果的保鲜方法效果最佳, 苹果的失重率、硬度损失量、营养成分损失量均明显减少, 并有效地抑制了苹果的呼吸作用, 保持了原有风味和外观, 延长了苹果的贮藏期。

**关键词:** 吸水抗菌纸; 保鲜; 苹果

**中图分类号:** TB484.1; TS206.6 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2011)15-0029-04

## Study on Preservation of Apple by Antimicrobial-Bibulous Paper

HU An-hua, YANG Fu-xin, WANG Wei-wei

(Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China)

**Abstract:** Self-made antimicrobial-bibulous paper was used as the material for room temperature preservation experiment and was compared with other techniques. The results showed that effect of antimicrobial-bibulous paper on fresh-keeping of apple is best, and the apple's weight loss rate, hardness, nutrient component and breathing intensity are lower than the comparison group. Antimicrobial-bibulous paper can also retain the apple's traditional flavor and appearance, and prolong its storage period.

**Key words:** antimicrobial-bibulous paper; fresh-keeping; apple

苹果是一种营养价值较高的水果, 水分含量可达80~85%<sup>[1]</sup>。目前超市中常用塑料薄膜袋对苹果进行包装。当环境温度波动时, 袋内侧容易结露, 增加了袋内湿度, 为微生物生长创造了适宜的条件<sup>[2]</sup>。如果设法将包装中的露珠消除, 便可大大延长苹果的保鲜期<sup>[3]</sup>。吸水性树脂作为一种功能性高分子材料, 具有卓越的吸水和保水性能, 已在卫生用品、农业保水领域获得广泛应用。一些研究表明吸水树脂也可用于食品的保鲜<sup>[3]</sup>。中草药作为我国的宝贵遗产, 其抗菌作用早已广泛应用于医药行业, 目前也有一些有关中草药用于果蔬保鲜的报道<sup>[4]</sup>。笔者将吸水树脂、中草药和白板纸, 经涂布、干式复合等工艺, 制成一种吸水抗菌纸, 通过对苹果的保鲜试验, 以达到延长苹果贮藏期的目的。

## 1 试验

### 1.1 材料

国光苹果: 市售; 淀粉接枝聚丙烯酸钠高吸水性树脂(吸水倍数约 550 g/g); 丁香(中草药): 当地中药店; 活性炭: 市售; 可溶性淀粉: 市售; 聚乙烯薄膜袋: 市售; 包装白板纸(200 g/m<sup>2</sup>): 市售; 酚酞指示剂: 自制; 0.1 mol/L 氢氧化钠溶液、2,6-二氯酚酚溶液、高锰酸钾、硼砂: 国药集团化学试剂有限公司。

### 1.2 仪器

涂饰刷: 市售; 数显式水果硬度计 GY-4: 浙江托普仪器有限公司; 手持折光仪: 广州泰纳电子科技有限公司; 干式复合机 JF-1000 型: 江阴江南轻工机械

**收稿日期:** 2011-05-14

**基金项目:** 上海市科学技术委员会科研计划基金资助项目(103919n1100)

**作者简介:** 胡安华(1987—), 男, 江苏人, 上海海洋大学硕士生, 主攻保鲜包装理论技术。

**通讯作者:** 杨福馨(1958—), 男, 贵州人, 上海海洋大学教授, 主要从事包装机械、包装工程理论教学与研究。

厂;电子天平 JA5003:上海越平科学仪器有限公司;250 mL 烧杯、50 mL 酸式滴定管、100 mL 容量瓶、普通漏斗:南通联华玻璃仪器公司。

### 1.3 吸水抗菌纸的制备工艺

1) 抗菌层。称取丁香(具有杀菌功能<sup>[2]</sup>)10 g,加 50 mL 蒸馏水浸泡 1 h,加热至沸腾后文火熬制 20 min,滤出汁液;再向残渣中加 50 mL 蒸馏水煮沸 20 min,滤出汁液,合并前后 2 次药液并定容至 100 mL 备用。配制氧化淀粉溶液:称取可溶性淀粉 40 g,高锰酸钾 0.24 g,硼砂 0.3 g,氢氧化钠 2 g,加入 200 mL 蒸馏水,加热至 90~95 ℃,持续搅拌 20~30 min,冷却即得氧化淀粉溶液。按照中草药熬制液体积与氧化淀粉溶液体积 1:2 的比例,取丁香熬制液 50 mL,各加入 100 mL 氧化淀粉溶液混合均匀,然后分别用涂饰刷手工涂布于白板纸上,用玻璃棒抹平,尽量控制均匀,形成连续的中草药涂布层,室温下晾干,备用。

2)吸水抗菌纸的制备。以吸水树脂作为胶黏剂,在干式复合机收卷轴上装好白板纸,在粘合剂盘中装入吸水树脂和活性炭,用凹眼涂布辊涂布,在烘道中烘干,用复合辊压贴涂有丁香的白板纸,然后是产品收卷、产品熟化。吸水抗菌纸的结构见图 1。抗菌层

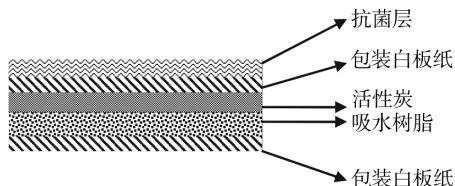


图 1 吸水抗菌纸的结构

Fig. 1 Structure of the antimicrobial-bibulous paper

成分为丁香熬制液,涂布于白板纸上,烘干成型;活性炭作为乙烯吸收剂,粘附在吸水树脂上;吸水树脂则是经涂布辊涂布于另一层白板纸上,最后经压贴、冷却、熟化形成一体。

### 1.4 试验处理

选取同批个体相近、无损坏的苹果分别进行以下处理:用自制的吸水抗菌纸对每个苹果进行包裹,再用薄膜袋密封,常温下贮藏;用普通食品薄膜袋对每个苹果密封包装,常温下贮藏;另取裸果处理苹果,常温下贮藏作为对照(CK)。

### 1.5 指标测定方法

失重率按 GB 8858—1988“称量法”测定;硬度采用数显式水果硬度计测定;呼吸强度的测定采用 GB/T 1038—1970“碱液静置吸收法”测定;总酸度采用 GB/T 12293—1990“酸碱滴定法”测定;VC 含量采用 GB/T 6195—1986“2,6—二氯靛酚滴定法”测定;可溶性固形物含量采用折光仪法测定;好果率<sup>[5]</sup>,以苹果表面病斑面积 1 cm<sup>2</sup> 以内为好果,每种处理方式用 10 个苹果作样品,定期检查,以下列式计算苹果的好果率:

$$G_n = \frac{N_0 - N_n}{N_0} \times 100\% \quad (1)$$

式中: $G_n$  为苹果保鲜  $n$  天后的好果率; $N_0$  为苹果初始个数; $N_n$  为苹果保鲜  $n$  天后的病果数。感官评定:品评小组由本课题研究小组中的 5 位成员组成,采用 10 分制评分<sup>[6]</sup>,定期对苹果的风味、色泽和手感进行评定打分。具体评分标准见表 1。

表 1 苹果感官评分标准

Tab. 1 Apple sensory grading standards

| 指标 | 评分               |                 |            |                 |
|----|------------------|-----------------|------------|-----------------|
|    | 10~8             | 7~5             | 4~3        | 2~1             |
| 风味 | 风味清新,清甜可口,芳香无异味。 | 有轻微异味,口感尚可。     | 有酒醇气,口味较苦。 | 较浓苦味,口感差,木栓化严重。 |
| 色泽 | 色泽新鲜,具有本品应有的成熟色泽 | 色泽发乌,不具备果实成熟的颜色 | 色泽较差,果色灰暗  | 色泽差,无光泽,皮色青暗    |
| 手感 | 光滑,硬朗,不下陷。       | 软硬较适度,不硬朗       | 软硬不均,果肉软陷  | 果肉稀软,下陷         |

## 2 结果与讨论

### 2.1 不同处理方式对苹果感官品质的影响

苹果经过不同处理方式包装后的风味、色泽和手感统计评分结果见表 2—4。结果表明,未经过任何包装处理的苹果 1 个月 after 色泽偏暗,表面起皱,基本失去了原有的鲜度和脆度;用薄膜袋包装的苹果 25 d 时,袋内结露的水珠如豆粒般大,30 d 后苹果表面有明显霉菌,色泽暗淡,果肉稀软,用手指按下,容易凹陷,已经不能食用;薄膜袋内用吸水抗菌纸包裹的苹果,保鲜效果尤为显著,2 个月时表皮无任何霉斑,依

表 2 不同处理方式对苹果风味的影响

Tab.2 Influence of treatment methods on apples' flavor grading

| 组别    | 贮藏时间/d |   |    |    |    |    |    |    |    |
|-------|--------|---|----|----|----|----|----|----|----|
|       | 0      | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 45 | 60 |
| 对照    | 10     | 8 | 6  | 5  | 5  | 4  | 3  | 2  | 2  |
| 薄膜袋   | 10     | 8 | 7  | 6  | 6  | 5  | 3  | 1  | 1  |
| 吸水抗菌纸 | 10     | 9 | 8  | 8  | 8  | 7  | 7  | 7  | 7  |

表 3 不同处理方式对苹果色泽评分的影响

Tab.3 Influence of treatment methods on apples' color and lustre grading

| 组别    | 贮藏时间/d |   |    |    |    |    |    |    |    |
|-------|--------|---|----|----|----|----|----|----|----|
|       | 0      | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 45 | 60 |
| 对照    | 10     | 9 | 7  | 6  | 5  | 5  | 4  | 2  | 2  |
| 薄膜袋   | 10     | 9 | 7  | 7  | 6  | 5  | 3  | 1  | 1  |
| 吸水抗菌纸 | 10     | 9 | 9  | 8  | 8  | 7  | 7  | 7  | 6  |

表 4 不同处理方式对苹果手感评分的影响

Tab.4 Influence of treatment methods on apples' handle grading

| 组别    | 贮藏时间/d |   |    |    |    |    |    |    |    |
|-------|--------|---|----|----|----|----|----|----|----|
|       | 0      | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 45 | 60 |
| 对照    | 10     | 9 | 7  | 6  | 5  | 4  | 4  | 3  | 2  |
| 薄膜袋   | 10     | 9 | 8  | 6  | 5  | 3  | 1  | 1  | 1  |
| 吸水抗菌纸 | 10     | 9 | 9  | 8  | 8  | 7  | 7  | 7  | 7  |

然有清香味,与原有的色泽相近,口感清脆,甚至半年后仍保持很好着很好的鲜度。

2.2 不同处理方式对苹果好果率的影响

不同包装处理后,苹果在贮藏时间内好果率的比较见图 2。其中以薄膜袋内用吸水抗菌纸包裹的苹

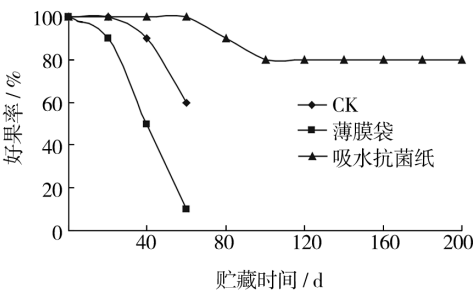


图 2 不同处理方式对苹果好果率的影响

Fig.2 Influence of treatment methods on apples' good fruit rate

果好果率最高。只用薄膜袋包装的苹果比裸果处理

的苹果更容易坏,好果率呈现明显下降的趋势,60 d 时坏果率达 90%,而此时裸果处理的苹果好果率为 60%。薄膜袋内用吸水抗菌纸包裹的苹果贮藏 60 d 时好果率依然保持在 100%,果皮表面无任何霉斑,200 d 时尚能保持在 80%,这是因为吸水抗菌纸中的吸水树脂不仅吸收了袋内空气中的水分,也吸收了苹果自身呼吸代谢产生的水分,袋内侧无结露现象,有效地阻止了微生物的繁殖。当袋内环境相对湿度较低时,它又能将吸收的水分释放到环境中,不会导致苹果失水萎焉。

2.3 不同处理方式对苹果呼吸强度的影响

不同处理方式下苹果呼吸强度的变化见图 3。

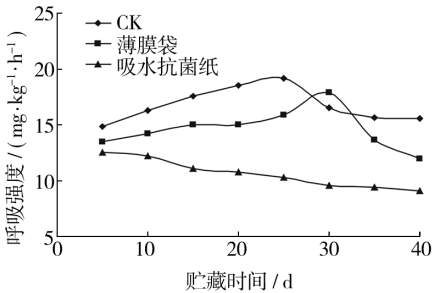


图 3 不同处理方式对苹果呼吸强度的影响

Fig.3 Influence of treatment methods on apples' respiration strength

其中以薄膜袋内用吸水抗菌纸包裹苹果,对其呼吸强度抑制作用最为明显,第 40 d 时,依然达不到呼吸高峰。这是因为吸水抗菌纸含有的丁香能抑制苹果表面的微生物活动,降低苹果体内酶的活性,抑制苹果的生理代谢强度,降低呼吸强度<sup>[7]</sup>;而且还含有活性炭,活性炭作为乙烯吸收剂,能有效吸收苹果释放出的乙烯<sup>[1]</sup>,乙烯会加快苹果的呼吸作用和成熟,最后导致腐败。

2.4 不同处理方式对苹果失重率的影响

不同处理方式对苹果失重率的影响比较见图 4。薄膜袋内用吸水抗菌纸包裹的苹果在第 10 d 时,失重率和只用薄膜袋包装的苹果的失重率相近,这可能是因为吸水抗菌纸中吸水树脂吸收了苹果呼吸作用产生在表皮的水分。第 40 d 时,失重率与别的处理组相比差距显著,一方面是由于吸水抗菌纸延缓苹果呼吸作用,另一方面由于吸水树脂吸收了因环境温度波动产生的结露,当袋内湿度相对较低时,又释放水分,这体现了吸水树脂的保水能力及调节环境湿度的作用<sup>[8]</sup>。

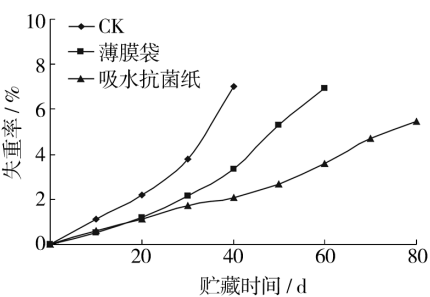


图 4 不同处理方式对苹果失重率的影响  
Fig. 4 Influence of treatment methods on apples' weight loss rate

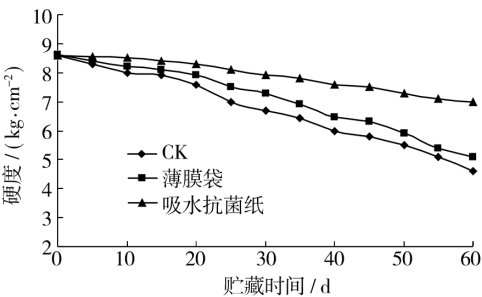


图 5 不同处理方式对苹果硬度的影响  
Fig. 5 Influence of treatment methods on apples' hardness

2.5 不同处理方式对苹果硬度的影响

贮藏期间苹果硬度的变化是衡量果肉品质的变化、判断果实衰老程度的一个重要指标。在贮藏过程中,纤维素和果胶质等细胞壁组分在纤维素酶、多聚半乳糖醛酸酶、果胶甲酯酶等多种酶的作用下发生降解,导致了苹果变软、发绵,果肉硬度下降<sup>[9]</sup>。

苹果硬度变化见图 5,可见在 0~60 d 内,对照果的硬度由 8.62 kg/cm<sup>2</sup> 下降到 4.6 kg/cm<sup>2</sup>。薄膜袋内用吸水抗菌纸包裹的苹果硬度下降速度低于其他处理组,特别是 10 d 后,与对照果差异达到显著水平

( $P<0.05$ )。吸水抗菌纸处理因丁香抑制了果内酶的活性,并且薄膜袋阻隔了氧气的进入,从而延缓了果胶质的降解,保持了较好的硬度。

2.6 不同处理方式对苹果营养成分变化的影响

苹果中含有的可溶性固形物指可溶解于水的化合物的总称,包括多种酸、糖类、维生素 C 等。苹果在贮藏过程中,果实的含酸量则随呼吸作用的消耗而逐渐减少,经过长时间贮藏后,酸味变淡甚至消失,水果变甜,维生素 C 也会在维生素酶的作用下分解,见表 5<sup>[10]</sup>。由表 5 可见,薄膜袋内用吸水抗菌纸包裹的苹

表 5 苹果贮藏期前后部分营养物质的变化  
Tab.5 Change of nutritive substance in apple before and after preservation

| 处理组   | 总酸度/% |           | VC 含量(mg · (100g) <sup>-1</sup> ) |           | 可溶性固形物含量/% |           |
|-------|-------|-----------|-----------------------------------|-----------|------------|-----------|
|       | 贮藏前   | 贮藏 60 d 后 | 贮藏前                               | 贮藏 60 d 后 | 贮藏前        | 贮藏 60 d 后 |
| 对照组   | 0.65  | 0.17      | 4.39                              | 1.53      | 11.3       | 10.4      |
| 薄膜袋   | 0.47  | 0.13      | 4.72                              | 2.14      | 10.9       | 10.1      |
| 吸水抗菌纸 | 0.62  | 0.39      | 4.48                              | 2.36      | 11.6       | 11.2      |

果贮藏 60 d 后,总酸度、VC 含量及可溶性固形物含量的下降速度和其他处理组相比,较为缓慢。

3 结论

通过对苹果的保鲜试验,可以总结出以下结论。

1) 用吸水抗菌纸包裹苹果,是 3 种处理方式中保鲜效果最显著的,苹果的失重率、硬度损失量、营养成分损失量均明显减少,并有效地抑制了苹果的呼吸作用。吸水抗菌纸吸收了薄膜袋内外温度变化产生的多余水分,不再会产生结露现象,为防止微生物侵

扰创造了条件,同时其优越的保水能力延缓了苹果在贮藏过程中的水分流失。

2) 将白板纸、吸水树脂、中草药(丁香)、活性炭结合在一起,形成了集吸水、保水、抗菌、吸收乙烯等功能于一体的吸水抗菌纸。这种吸水抗菌纸为薄膜袋内提供了具有调节湿度、抗菌、降低苹果呼吸作用、延缓衰老等作用的微环境。

3) 用吸水抗菌纸包裹保鲜苹果是一种有效及实用的保鲜方法,对于常温下其他水果或食品的保鲜具有参考意义。

- analysis of BADGE in Edible-oil-containing Canned Fish [J]. Journal of the Food Hygienic Society of Japan, 1998, 39: 135—142.
- [7] 胡向蔚, 张文德, 刘炎桥. 食品罐内涂料中双酚 A 环氧衍生物的迁移及其检测[J]. 食品科学, 2006, 27(4): 264—266.
- [8] WALFRIED R, GERALD D, RUDOLF Z J. Lintschinger Determination of Bisphenol A Diglycidyl Ether (BADGE) and Its Hydrolysis Products in Canned Oily Foods from the Austrian Market[J]. Chemistry and Materials Science, 1998, 208(3): 208—211.
- [9] JOSÉ L V, AIBERTO Z, ANTONIO G C, et al. Determination of Trace Amounts of Bisphenol F, Bisphenol A and Their Diglycidyl Ethers in Wastewater by Gas Chromatography-Mass Spectrometry[J]. Analytica Chimica Acta, 2001, 431: 31—40.
- [10] NATCHANUN L, OMTHIDA S K, SIRIPASTR J. Simultaneous Determination of Bisphenol-A-diglycidyl Ether, Bisphenol-F-diglycidyl Ether, and Their Derivatives in Oil-in-water and Aqueous-based Canned Foods by High-performance Liquid Chromatography with Fluorescence Detection[J]. Journal of Chromatography A, 2005, 1073: 331—339.
- [11] WU Xin-hua, DING Li, LI Zhong-hai, et al. Determination of the Migration of Bisphenol Diglycidyl Ethers from Food Contact Materials by High Performance Chromatography-tandem Mass Spectrometry Coupled with Multi-walled Carbon Nanotubes Solid Phase Extraction[J]. Chinese Journal of Chromatography, 2010, 28(11): 1094—1098.
- [12] WALFRIED R, GERALD D, RUDOLF Z J. Lintschinger Determination of Bisphenol A Diglycidyl Ether (BADGE) and Its Hydrolysis Products in Canned Oily Foods from the Austrian Market[J]. Chemistry and Materials Science, 1998, 208(3): 208—211.
- [13] JOSÉ L V, AIBERTO Z, ANTONIO G C, et al. Determination of Trace Amounts of Bisphenol F, Bisphenol A and Their Diglycidyl Ethers in Wastewater by Gas Chromatography-mass Spectrometry[J]. Analytica Chimica Acta, 2001, 431: 31—40.
- [14] NATCHANUN L, OMTHIDA S K, SIRIPASTR J. Simultaneous Determination of Bisphenol-A-diglycidyl Ether, Bisphenol-F-diglycidyl Ether, and Their Derivatives in Oil-in-water and Aqueous-based Canned Foods by High-performance Liquid Chromatography with Fluorescence Detection[J]. Journal of Chromatography A, 2005, 1073: 331—339.
- [15] 陈志锋, 刘晓华, 孙利. 食品接触材料中双酚类物质迁移检测方法研究[J]. 包装工程, 2009, 30(12): 40—53.
- [16] 罗辉甲, 曹国荣, 许文才. 食品包装材料中双酚 A 检测与分析方法的研究进展[J]. 包装工程, 2010, 31(17): 47—51.
- [17] ZHANG Jie, GERATD M, COOKE H A, et al. GC-MS Analysis of Bisphenol A in Human Placental and Fetal Liver Samples[J]. Journal of Chromatography B, 2011, 879: 209—14.

~~~~~

(上接第 32 页)

#### 参考文献:

- [1] KIDD F, WEST C. Respiratory Activity & Duration of Life of Apples Gathered at Different Stages of Development & Subsequently Maintained at a Constant Temperature[J]. Plant Physiol, 1945, 20: 467—504.
- [2] 杨福馨. 食品包装实用新材料新技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2009.
- [3] 杨福馨. 吸水保水剂在果蔬保鲜包装中的应用[J]. 中国包装工业, 2004(7): 37—38.
- [4] 毛琼, 宋晓岗, 罗宗铭. 中草药提取物保鲜水果的效果研究[J]. 食品科学, 1999, 20(5): 54—56.
- [5] 杨寿清. 苹果常温保鲜技术[J]. 无锡轻工大学学报, 2003, 22(4): 27—31.
- [6] 黄伟坤. 食品检验与分析[M]. 北京: 轻工业出版社, 1989.
- [7] 张艳, 阚健全. 中草药提取物在果蔬保鲜中的研究进展[J]. 中国食品添加剂, 2007(6): 106—109.
- [8] 谭德新, 王艳丽, 修乐平. 高吸水树脂的应用[J]. 化学推进剂与高分子材料, 2009, 7(6): 26—30.
- [9] 吴彩娥, 王文生, 寇晓虹, 等. 果实成熟软化机理研究进展[J]. 果树学报, 2001, 18(6): 365—369.
- [10] 严丽, 李新平. 苹果采后生理变化及保鲜方法研究进展[J]. 食品研究与开发, 2007, 28(2): 137—139.