

气调包装对混合鲜切果蔬保鲜效果的影响

Effect of modified atmosphere packaging on fresh-keeping of mixed fresh-cut fruits and vegetables

徐春蕾¹ 王 佳¹ 李长洪¹ 崔洁予¹

XU Chun-lei¹ WANG Jia¹ LI Chang-hong¹ CUI Jie-yu¹

贺 佳¹ 濮艳清¹ 卢立新^{1,2} 王 清³

HE Jia¹ PU Yan-qing¹ LU Li-xin^{1,2} WANG Qing³

(1. 江南大学机械工程学院, 江苏 无锡 221412; 2. 江苏省食品先进制造装备技术重点实验室, 江苏 无锡 214122; 3. 北京市农林科学院蔬菜研究中心, 北京 100081)

(1. School of Mechanical Engineering, Jiangnan University, Wuxi, Jiangsu 214122, China; 2. Jiangsu Key Laboratory of Advanced Food Manufacturing Equipment Technology, Wuxi, Jiangsu 214122, China; 3. Beijing Vegetable Research Center, Beijing Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Beijing 100081, China)

摘要:以包装盒中充入空气为对照组,设置 3 组不同浓度的气调包装气氛比例,对预处理后的杨桃、砀山梨、黄瓜、小麦草 4 种混合鲜切果蔬进行包装,于 4 ℃贮藏,通过测定并分析其理化指标,判断混合鲜切果蔬品质。结果表明,5% O₂+5% CO₂+90% N₂ 处理的混合鲜切果蔬贮藏 8 d 后的感官品质较高,失重率较低,色泽和硬度保持良好,可溶性固形物含量降低较缓,微生物滋长得到抑制。说明气调包装对杨桃、砀山梨、黄瓜、小麦草 4 种混合鲜切果蔬有良好的保鲜效果,其中 5% O₂+5% CO₂+90% N₂ 气氛比例下的保鲜效果最好。

关键词:气调包装;混合鲜切果蔬;保鲜;预处理

Abstract: With air filled in the box as a control group, three groups of different atmosphere-packaging atmosphere ratio, pre-treated four mixed fresh cut fruits and vegetables of carambola, Dangshan pear, cucumber, wheatgrass, stored at 4 ℃, Determine and analyze the quality of mixed fresh-cut fruits and vegetables by measuring and analyzing its physical and chemical indicators. The results showed that the mixed fresh-cut fruits and vegetables treated with 5% O₂+5% CO₂+90% N₂ had higher sensory quality after 8 days of storage, lower weight loss rate,

good color and hardness, and lower soluble solids content. Growth is inhibited. It shows that the modified atmosphere packaging has good fresh-keeping effect on 4 kinds of fresh-cut fruits and vegetables mixed with carambola, Dangshan pear, cucumber and wheatgrass, among which the freshness-preserving effect is the best under the atmosphere ratio of 5% O₂+5% CO₂+90% N₂. With air filled in the box as a control group, the fresh-cut fruits and vegetables including carambola, Dangshan pear, cucumber and wheat grass were packaged and stored at 4 ℃. The quality of fresh-cut fruits and vegetables was determined by measuring and analyzing their physicochemical indexes. The results showed that the mixed fresh-cut fruits and vegetables treated with 5% O₂+5% CO₂+90% N₂ had higher sensory quality, lower weight loss rate, good color and hardness, and slow decrease of soluble solid content, with the inhibition of microbial growth after 8 days of storage. The results showed that the fresh fruit and vegetables mixed with carambola, Dangshan pear, cucumber and wheat grass were kept fresh by gas conditioning packaging, among which 5% O₂+5% CO₂+90% N₂ was the best.

Keywords: modified atmosphere packaging; mixed fresh cut fruits and vegetables; fresh keeping; preprocessing

基金项目:国家大宗蔬菜产业技术体系(编号:CARS-23-E-02); 国家级大学生创新创业训练计划资助项目(编号:201910295027)

作者简介:徐春蕾,女,江南大学在读本科生。

通信作者:卢立新(1966—),男,江南大学教授,博士。

E-mail: lulx@jiangnan.edu.cn

收稿日期:2020-03-06

鲜切果蔬以营养、新鲜、方便、可食用率高等优点深受人们喜爱^[1]。而鲜切果蔬在贮藏、销售过程中极易出现品质下降^[2]。朱莉等^[3]先后用 100, 50 mg/L, pH 6.5 的 NaClO 溶液浸泡处理鲜切黄瓜 2 min,采用氧气透过率、二氧化碳透过率和水蒸气透过率分别为(2 244.67±

23.68) $\text{cm}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{d} \cdot 0.1 \text{ MPa})$ 、(8332.33±733.43) $\text{cm}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{d} \cdot 0.1 \text{ MPa})$ 、(1.53±0.081) $\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d} \cdot 0.1 \text{ MPa})$ 的 PE 包装膜能使其货架期延长至 6 d;任文彬等^[4]采用 6 g/L 抗坏血酸+15.0 g/L 壳聚糖复合处理鲜切杨桃,其保鲜作用较好;田密霞等^[5]研究发现,用 0.1%山梨酸钾和 2.0%异抗坏血酸钠混合溶液处理鲜切雪花梨,可延缓其衰老;刘怡康等^[6]研究表明涂膜剂中加入浓度为 0.50%,0.75%的水溶性蜂胶对鲜切苹果短期内的贮藏品质保持有促进作用;王金鑫等^[7]研究发现 80 g/L 食盐、3 g/L 白糖、100 g/L 白醋配置而成的复合保鲜液浸泡 15 min,能使鲜切荸荠保鲜期延长 6 d 以上;其他鲜切果蔬的保鲜如空心菜净菜^[8]、菠萝^[9]、桃^[10]等已有相关研究。目前,鲜切果蔬的保鲜主要采用针对性预处理,并结合保鲜包装技术,达到延长包装货架期目的。

各种保鲜技术在处理生产中依据其特性使用范围有所差别。因此,混合型鲜切果蔬的保鲜研究,需对单种果蔬进行适当的预处理后再采用相应的保鲜包装。试验拟针对鲜切杨桃、砀山梨、黄瓜、小麦草,采用针对性预处理后实施气调包装,基于不同的调节气体组分包装贮藏试验,分析其品质变化,以探究气调包装对混合鲜切果蔬的保鲜效果。

1 材料与方法

1.1 材料与设备

杨桃、砀山梨、黄瓜:选取成熟无病虫害、颜色相近大小一致的新鲜果蔬,市售;

小麦草:自行培养;

PP 硬质托盘:容积恒定为 570 cm^3 ,青岛奥诚达塑料制品有限公司;

封口材料:采用 BOPP/PE,氧气、二氧化碳透气系数分别为 1.04×10^{-13} , $4.06 \times 10^{-13} \text{ mol} \cdot \text{m}/(\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{Pa})$,薄膜包装面积 190 cm^2 ,薄膜厚度 $8.8 \times 10^{-3} \text{ cm}$,沧州众信塑业有限公司;

抗坏血酸、壳聚糖、海藻酸钠、平板计数琼脂等:国药集团化学试剂有限公司;

复合气调保鲜包装机:MAP-H350 型,苏州森瑞保鲜设备有限公司;

气调保鲜箱:GQ-160 型,广州标际包装设备有限公司;

电子分析天平:AB204-N 型,梅特勒—托利多仪器有限公司;

阿贝折光仪:2WJ 型,上海光学仪器五厂;

色彩色差计:CR-400 型,柯尼卡美能达(中国)投资有限公司;

生化培养箱:SHP-250 型,上海精宏试验设备有限公司。

1.2 试验方法

1.2.1 预处理 4 种鲜切果蔬预处理方式见表 1。所有试样经 200 $\mu\text{L/L}$ 次氯酸钠清洗后用流动水冲洗,再进行预处理。黄瓜热处理后,经冷水迅速冷却,切分成厚度为 0.3 cm 薄片;砀山梨热处理后,经冷水迅速冷却,切分成 4 $\text{cm} \times 2 \text{ cm}$ 块状;杨桃切成厚度为 0.5 cm 的薄片浸泡在可食性涂膜保鲜液中。预处理后将样品冷风干燥待用。

1.2.2 气调包装 混合鲜切果蔬气调包装气氛比例设置见表 2。取样品黄瓜 50 g,砀山梨 36 g,杨桃 10 g,小麦草 7 g 装入 PP 硬质托盘进行气调包装。4 $^{\circ}\text{C}$ 贮藏,每隔 2 d 取样测定其品质指标,根据市场要求,设定贮藏时间为 8 d。

1.2.3 品质指标测定

(1) 感官评定:参照文献^[13]。感官品质评定标准见表 3。10 分为极好;8 分为较好;6 分为尚好;4 分为差,不可食用;2 分为极差,不可食用。加权系数分别为色泽 0.3、质地 0.3、风味 0.4。

(2) 失重率:采用称质量法。

(3) 色差:采用色差计测定。

(4) 可溶性固形物含量(TSS):根据 NY/T 2637—2014 的折射仪法。

(5) 硬度:采用 GY-1 指针式水果硬度计测量,探头直径 3.5 mm。

(6) 菌落总数:按 GB/T 4789.2—2016 执行。

1.3 数据分析

试验重复 3 次,结果以平均值±标准差表示。采用 SPSS 25 软件进行显著性分析,小写字母不同表示差异显著($P < 0.05$)。

表 1 单一鲜切果蔬预处理方式

Table 1 Single pretreatment of fresh-cut fruits and vegetables

鲜切果蔬	预处理方式	文献来源
黄瓜	48.5 $^{\circ}\text{C}$ 热处理 10 min	[11]
砀山梨	50 $^{\circ}\text{C}$ 热处理 1 h	[12]
杨桃	1%海藻酸钠+2%抗坏血酸处理 2 min	
小麦草	200 $\mu\text{L/L}$ 次氯酸钠浸泡 3 min	

表 2 混合鲜切果蔬气调包装气氛比例

Table 2 Atmosphere ratio of modified atmosphere packaging for mixed fresh-cut fruits and vegetables

组别	气氛比例
MAP1	3% O_2 + 10% CO_2 + 87% N_2
MAP2	5% O_2 + 5% CO_2 + 90% N_2
MAP3	10% O_2 + 5% CO_2 + 85% N_2
CK	空气

表 3 感官评定评分表
Table 3 Sensory rating scale

色泽	质地	风味	得分
小麦草、黄瓜颜色鲜艳,杨桃、砀山梨无褐变	杨桃、砀山梨、黄瓜质地硬挺,小麦草、黄瓜无萎蔫	风味浓郁正常	10
小麦草、黄瓜颜色较鲜艳,杨桃、砀山梨切割部位出现褐变	杨桃、砀山梨、黄瓜质地稍硬,小麦草、黄瓜极少出现萎蔫	风味正常	8
小麦草、黄瓜颜色略暗,杨桃、砀山梨切割部位褐变明显	杨桃、砀山梨、黄瓜部分组织变软,小麦草、黄瓜较少萎蔫	开盒稍有异味	6
小麦草颜色发黄,黄瓜失色,杨桃、砀山梨果肉出现褐变	杨桃、砀山梨、黄瓜组织变软,小麦草、黄瓜较多萎蔫	异味较重	4
小麦草颜色发黄变暗,黄瓜失色严重,杨桃、砀山梨果肉褐变明显	杨桃、砀山梨、黄瓜质地软烂,小麦草、黄瓜很多萎蔫	腐烂发臭	2

2 结果与分析

2.1 对混合鲜切果蔬感官品质的影响

由表 4 可知,贮藏第 2 天,对照组砀山梨和杨桃切割边缘开始褐变;贮藏第 8 天,对照组试样色泽、质地、风味均不如试验组,且存在显著性差异($P<0.05$),其中 MAP2 组混合鲜切果蔬的感官评分最高,贮藏 8 d 后黄瓜香气浓郁,砀山梨与杨桃表面无褐变,小麦草无发黄萎蔫现象。

2.2 对混合鲜切果蔬失重率的影响

由图 1 可知,贮藏期间,气调包装组的失重率显著低于对照组($P<0.05$),可能是气调包装较低的 O_2 浓度与较高的 CO_2 浓度对果蔬呼吸及蒸腾作用产生了影响,减少了果蔬水分的流失。贮藏第 8 天,对照组的失重率为 1.20%,MAP1 的为 0.62%,MAP2 的为 0.54%,MAP3 的为 0.65%,其中 MAP2 对混合鲜切果蔬水分流失的控制效果最好。

2.3 对混合鲜切果蔬色泽的影响

由图 2 可知,砀山梨在贮藏过程中极易褐变,贮藏第 8 天,MAP2 处理组的色差值最小,表明适宜气氛比例的气调包装能有效抑制砀山梨褐变问题。贮藏期间,鲜切黄瓜果肉中的色素逐渐流失,颜色变浅失去果蔬光泽,其

中 MAP2 处理对鲜切黄瓜的护色效果最好。发黄是鲜切小麦草在贮藏过程中的主要问题,其中 MAP2 处理对鲜切小麦草发黄问题的抑制效果最好。综上,MAP2 处理对杨桃、砀山梨、黄瓜及小麦草 4 种混合鲜切果蔬的色泽保护效果最好。

2.4 对混合鲜切果蔬可溶性固形物(TSS)含量的影响

由图 3 可知,鲜切杨桃 TSS 含量随贮藏时间的延长先上升后下降,贮藏第 2 天出现峰值,可能是鲜切杨桃在贮藏第 2 天达到完熟,呼吸作用消耗糖分,TSS 含量下降;与 MAP3 组相比,MAP2 组 TSS 含量下降比较缓慢,且贮藏第 8 天时,其可溶性固形物含量最高。鲜切砀山梨 TSS 含量随贮藏时间的延长先下降后上升,其中 MAP2 组 TSS 含量下降趋势明显放缓且保持在较高水平,说明适宜的气氛能较好地维持砀山梨的 TSS 含量。贮藏期间,试验组鲜切黄瓜 TSS 含量均上升,且贮藏第 8 天时出现峰值,其中 MAP1、MAP2、MAP3、CK 分别为 4.11%,4.22%,4.08%,4.02%,可能是鲜切黄瓜在贮藏过程中达到完熟,TSS 含量增加。综上,MAP2 处理组延缓混合鲜切果蔬可溶性固形物含量下降的效果最好。

表 4 混合鲜切果蔬的感官评分

Table 4 Sensory score of mixed fresh-cut fruits and vegetables

贮藏时间/d	MAP1	MAP2	MAP3	CK
0	10.0±0.0 ^a	10.0±0.0 ^a	10.0±0.0 ^a	10.0±0.0 ^a
2	8.1±0.0 ^b	8.6±0.1 ^a	8.3±0.3 ^b	7.7±0.1 ^c
4	7.5±0.2 ^b	8.2±0.2 ^a	7.7±0.2 ^b	7.1±0.0 ^c
6	7.4±0.1 ^b	8.0±0.1 ^a	7.3±0.2 ^b	6.6±0.2 ^c
8	7.2±0.0 ^b	7.5±0.3 ^a	6.9±0.2 ^c	6.4±0.1 ^d

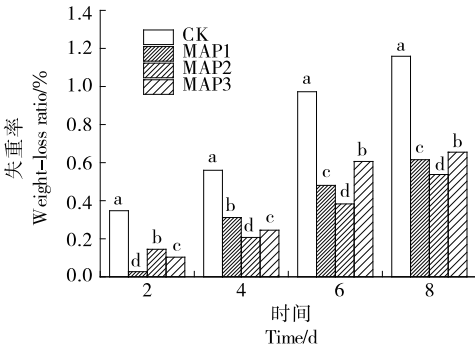


图 1 混合鲜切果蔬的失重率

Figure 1 Weight loss rate of mixed fresh-cut fruits and vegetables

2.5 对混合鲜切果蔬硬度的影响

由图 4 可知,贮藏 0~2 d 的鲜切杨桃硬度保持较好, 2~8 d 的硬度明显下降。贮藏期间,鲜切杨桃和鲜切黄瓜硬度不断下降,其中对照组的下降速度最快,经气调包装后的硬度下降程度降低,说明气调包装能有效维持混合鲜切果蔬的硬度。

2.6 对混合鲜切果蔬菌落总数的影响

由图 5 可知,混合鲜切果蔬菌落总数随贮藏时间的延长而缓慢上升,且气调包装组的菌落总数显著低于对照组($P < 0.05$),微生物总数均 $< 1 \times 10^6$ CFU/g。贮藏 0~4 d,各气调包装组间的差异不显著,主要是由于鲜切果蔬前期已经预处理,汁液外流问题得到改善,微生物滋

长得到抑制。综上,在合适的气氛比例下,气调包装能够抑制混合鲜切果蔬中微生物的滋长,延缓混合鲜切果蔬变质,其中 MAP2 组的菌落总数最低。

3 结论

对气调包装的鲜切混合果蔬低温贮藏 8 d 的失重率、色差、可溶性固形物含量、硬度、菌落总数等重要理化指标进行了测定。结果表明,杨桃、杨桃梨、黄瓜及小麦草混合鲜切果蔬预处理后,经合适气氛比例的气调包装,能有效改善其贮藏过程中的褐变、微生物滋长等问题。贮藏 8 d 后,杨桃梨、杨桃无褐变,黄瓜失水较轻,硬度保持良好,小麦草发黄等问题得到明显改善,风味保持较佳。其中 5% O_2 + 5% CO_2 + 90% N_2 的气氛比例对杨桃、杨

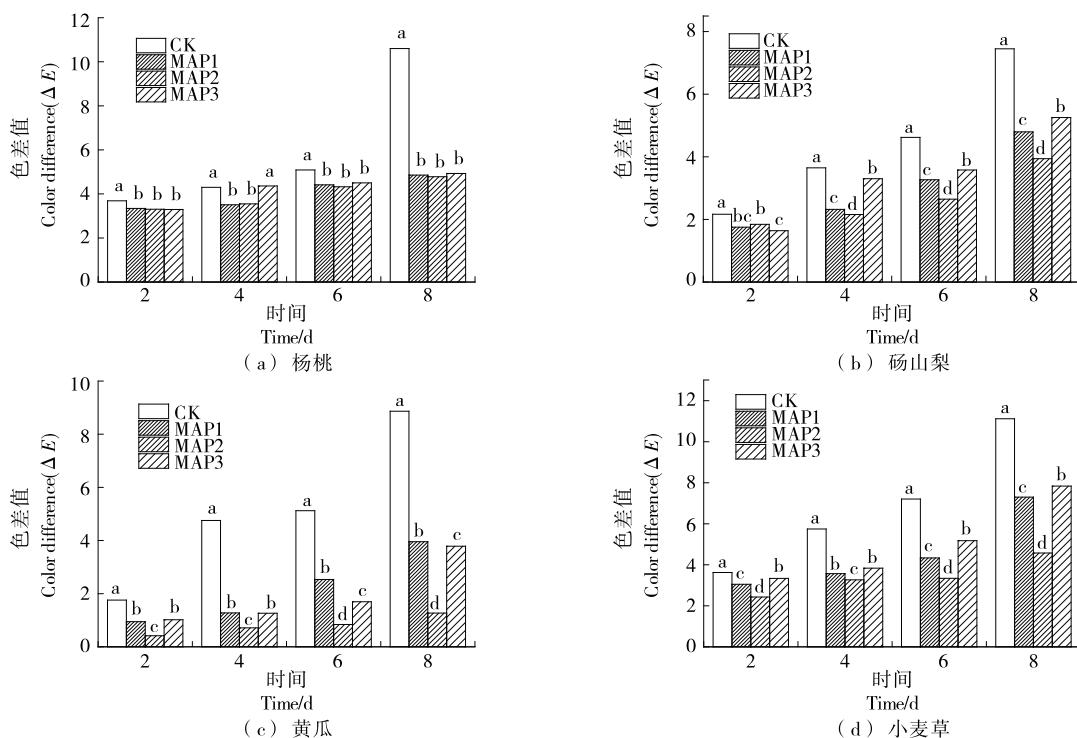


图 2 混合鲜切果蔬的色差

Figure 2 Color difference of mixed fresh cut fruits and vegetables

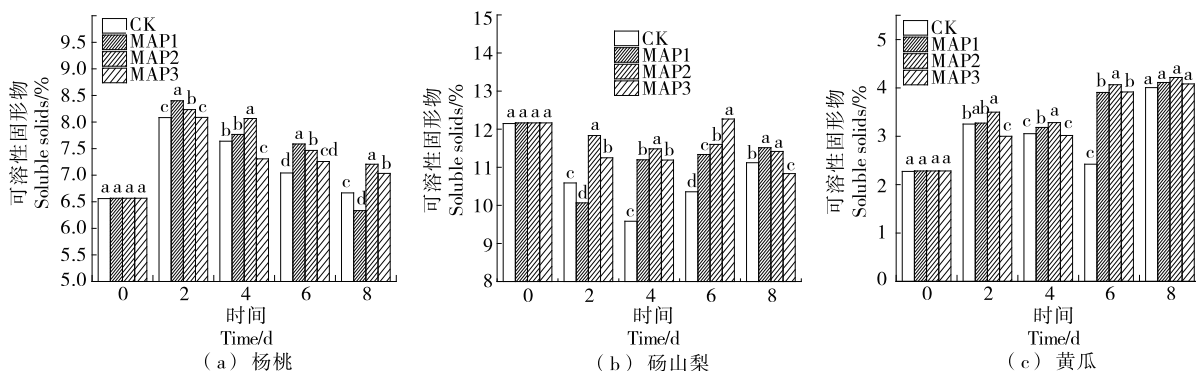


图 3 混合鲜切果蔬的 TSS 含量

Figure 3 TSS content of mixed fresh cut fruits and vegetables

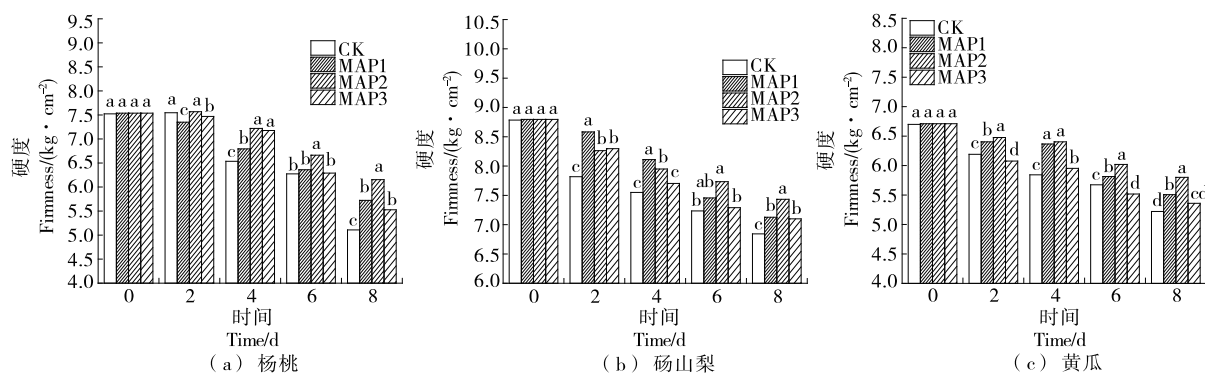


图4 混合鲜切果蔬的硬度

Figure 4 The firmness of mixed fresh cut fruits and vegetables

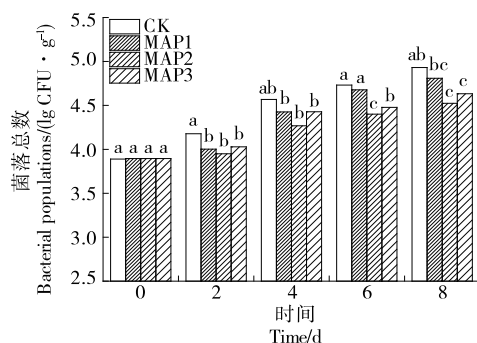


图5 混合鲜切果蔬的菌落总数

Figure 5 Total number of colonies in mixed fresh-cut fruits and vegetables

山梨、黄瓜及小麦草混合鲜切果蔬的综合保鲜效果最好。后续可对其他配方混合鲜切果蔬进行研究。

参考文献

- [1] 杨震宇, 文卓琼, 谢川, 等. 壳聚糖-肉桂精油复合膜对鲜切雪莲果保鲜效果的影响[J]. 粮食与油脂, 2019, 32(6): 50-52.
- [2] 程雨林, 吴波, 袁海君, 等. 鲜切果蔬贮藏保鲜技术研究进展[J]. 保鲜与加工, 2019, 19(1): 147-152.
- [3] 朱莉, 王丹, 马越, 等. 不同包装材料对鲜切黄瓜品质的影响[J]. 食品工业, 2017, 38(6): 32-36.
- [4] 任文彬, 李例斯. 抗坏血酸与壳聚糖处理对鲜切杨桃贮藏效果的影响[J]. 食品科技, 2013, 38(2): 32-35.
- [5] 田密霞, 胡文忠, 王艳颖, 等. 山梨酸钾、异抗坏血酸钠及包装方式对鲜切梨的影响[J]. 食品工业科技, 2011, 32(7): 382-385.
- [6] 刘怡康, 杨秦, 郑人伟, 等. 蜂胶涂膜对鲜切苹果的保鲜效果[J]. 食品与机械, 2018, 34(11): 131-134, 173.
- [7] 王金鑫, 杨福馨, 司婉芳. 复合保鲜液对鲜切荸荠的保鲜效果[J]. 食品与机械, 2018, 34(12): 129-134.
- [8] 杨冲, 谢品. 气调包装对空心菜净菜冷藏品质的影响[J]. 食品与发酵工业, 2019, 45(9): 165-170.
- [9] 方宗壮, 何艾, 窦志浩, 等. 不同气调包装结合低温处理对鲜切菠萝贮藏品质的影响[J]. 河南工业大学学报(自然科学版), 2018(4): 102-107.
- [10] ANA Steiner, MARTA Abreu, LÚCIA Correia, et al. Metabolic response to combined mild heat pre-treatments and modified atmosphere packaging on fresh-cut peach[J]. European Food Research and Technology, 2006, 222(3/4): 217-222.
- [11] 苏亚东, 王庆国, 陈玉贞, 等. 热激处理对黄瓜片保鲜效果的影响[J]. 农业工程学报, 2011(3): 381-387.
- [12] 田密霞, 胡文忠, 姜爱丽, 等. 不同温度热水处理对鲜切皇冠梨生理生化的影响[J]. 食品工业科技, 2008, 29(8): 261-263, 267.
- [13] 王福东, 侯田莹, 郑淑芳. 不同加工用水温度对鲜切黄瓜贮藏品质的影响[J]. 保鲜与加工, 2019(5): 13-18.
- [14] 陈勤学. 乡土情怀理念下的乡土食品包装多趋向设计表达[J]. 食品与机械, 2019, 35(11): 117-121.
- [15] 马建华. 销售包装的形式陌生化[J]. 电影文学, 2007, 62(20): 110-111.
- [16] 郑笑仁, 唐勇. 乡村振兴战略背景下农产品包装设计探析[J]. 湖南包装, 2019, 34(4): 99-101.
- [17] 黑格尔. 美学: 第三卷[M]. 朱光潜, 译. 北京: 商务印书馆, 1981: 7.
- [18] 余佳. 乡村振兴战略下的农产品包装创新设计与品牌塑造[J]. 湖南包装, 2020, 35(1): 84-87.
- [19] 刘宗明, 赵月浩, 刘文金. 基于用户需求的食品包装扁平化设计[J]. 食品与机械, 2017, 33(3): 99-102.
- [20] 李丽, 任义, 张剑. 包装设计[M]. 北京: 机械工业出版社, 2016: 79.
- [21] 沈星. 土特产包装设计的情感体验策略[D]. 无锡: 江南大学, 2013: 47.
- [22] 李娟, 何焯. 土特产品包装再设计的“推陈出新”: 以姑辽茶包装为例[J]. 湖南包装, 2019, 34(4): 77-79, 87.
- [23] 张洪艳. 乡土产品身份的重新确认: 以“酥服下”系列包装设计为例[J]. 装饰, 2019(9): 134-135.

(上接第130页)