

## 鲜切蔬菜杀菌工艺及其对预制沙拉品质的影响

胡叶静<sup>1,2</sup>, 李保国<sup>1</sup>, 石茂占<sup>2</sup>, 张敏<sup>2</sup>, 李松<sup>1</sup>

(1.上海理工大学, 上海 200093; 2.上海鑫博海农副产品加工有限公司, 上海 201516)

**摘要:**目的 为保证预制沙拉的贮藏品质和食用安全,延长其保质期。方法 分别采用质量浓度为 200 mg/L 的次氯酸钠和 50 mg/L 微酸性电解水,对鲜切果蔬进行一次和二次杀菌,在 10 万级洁净车间制备预制蔬菜沙拉和鸡肉沙拉,采用国标法检测预制沙拉在 4 °C 条件下贮藏过程中品质的变化情况。结果 鲜切果蔬经杀菌处理后,其中的菌落总数由 5.21 lg CFU/g 降低至 2.40 lg CFU/g;制备的预制蔬菜沙拉和鸡肉沙拉的贮藏保鲜期分别达 6 d 和 5 d,贮藏期终点菌落总数分别为 4.07, 4.86 lg CFU/g。结论 采用微酸性电解水与次氯酸钠结合进行鲜切果蔬杀菌,可有效杀灭致病菌,控制微生物数量,保持预制蔬菜沙拉和鸡肉沙拉贮藏期间的品质。

**关键词:** 预制沙拉; 鲜切果蔬; 品质; 次氯酸钠; 微酸性电解水

中图分类号: TS255.36 文献标识码: A 文章编号: 1001-3563(2021)21-0042-07

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2021.21.006

## Sterilizing Technology of Fresh-Cut Vegetables and Its Effect on the Quality of Pre-Made Salad

HU Ye-jing<sup>1,2</sup>, LI Bao-guo<sup>1</sup>, SHI Mao-zhan<sup>2</sup>, ZHANG Min<sup>2</sup>, LI Song<sup>1</sup>

(1.University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093,China; 2.Shanghai Xinbo Sea and AgriculturalandSideline Products Processing Co., Ltd., Shanghai 201516,China)

**ABSTRACT:** The work aims to ensure the storage quality and edible safety of pre-made salad and prolong its shelf life. Fresh-cut fruits and vegetables were sterilized for the first time and the second time with 200 mg/L sodium hypochlorite and 50 mg/L slightly acidic electrolytic water, respectively. Vegetable salad and chicken salad were pre-made in a 100,000-grade clean workshop, and the quality changes of the pre-madesalad during storage at 4 °C were detected by GB detection method. After sterilization, the total number of bacterial colonies in fresh-cut fruits and vegetables decreased from 5.21 lg CFU/g to 2.40 lg CFU/g. The storage period of the pre-made vegetable salad and chicken salad was 6 days and 5 days, and the total number of colonies at the end of storage was 4.07 lg CFU/g and 4.86 lg CFU/g, respectively. The sterilizing process of fresh-cut fruits and vegetables by the combination of slightly acidic electrolytic water and sodium hypochlorite can effectively kill pathogenic bacteria, control the number of microorganisms, and maintain the quality of pre-made vegetable salad and chicken salad during storage.

**KEY WORDS:** pre-made salad; fresh-cut fruits and vegetables; quality; sodium hypochlorite; slightly acidic electrolytic water

收稿日期: 2021-01-09

基金项目: 上海市科技创新行动计划 (19391904000); 上海市科技兴农项目 (F01469)

作者简介: 胡叶静 (1993—), 男, 上海理工大学硕士生, 主攻食品科学与工程。

通信作者: 李保国 (1961—), 男, 博士, 上海理工大学教授、博导, 主要研究方向为食品与农产品加工技术。

预制沙拉是以鲜切果蔬为主要原料，与肉、蛋、豆制品等组合，拌入不同口味沙拉汁、酱，形成低脂、低热量、富含营养，经包装、冷链运输，拆封即食的生鲜食品<sup>[1-2]</sup>。生鲜食品因其材料新鲜性、感官诱人、味道独特、面向各年龄人群，受到消费者欢迎，鲜切果蔬和预制沙拉已成为消费新需求<sup>[3-4]</sup>。

如果预制沙拉中的鲜切果蔬不经高温杀菌处理，则果蔬中会携带微生物<sup>[5-6]</sup>，这些微生物在加工和贮藏过程中会繁殖生长，极易导致产品腐败变质，引起食品安全事故和损失<sup>[7-9]</sup>。Caradonna 等<sup>[10]</sup>发现在意大利即食沙拉中有隐孢子虫、弓形虫、鞭毛虫等寄生虫，并检出有双歧杆菌等存在。Marques 等<sup>[11]</sup>在即食沙拉的加工中发现乳酸菌、霉菌和酵母菌等，菌落总数达 4.8 lg CFU/g。为保证预制沙拉的食用安全，原料选取、鲜切果蔬的杀菌工艺等需要符合 GB 31652—2021《食品安全国家标准 即食鲜切果蔬加工卫生规范》。目前应用于鲜切蔬菜的杀菌剂有 NaClO、微酸性电解水等，NaClO 溶液可有效杀灭生菜表面的单增李斯特菌<sup>[12]</sup>，采用质量浓度为 100 mg/L 的 NaClO 溶液清洗生菜，可使菌落总数减少 3.35 lg CFU/g，且不会引起叶片颜色、质地和微结构的变化<sup>[13]</sup>；赵琳<sup>[14]</sup>以水样中的大肠埃希氏菌作为杀灭目标，紫外照射与次氯酸钠结合具有良好的杀菌效果。微酸性电解水可使鲜切蔬菜中的好氧细菌减少 1.5 lg CFU/g，使霉菌和酵母菌数减少 1.3 lg CFU/g，具有较好的杀菌效果，且可在光照下分解<sup>[15-16]</sup>，无残留。Rahman 等<sup>[17]</sup>研究了多种杀菌剂的杀菌效果，发现 50 mg/L 酸性电解水作用于菠菜叶的杀菌效果优于 100 mg/L 的 NaClO 溶液。Park 等<sup>[18]</sup>研究发现，有效氯质量浓度为 30 mg/L 的微酸性电解水对生菜叶和甘蓝叶有较好的杀菌效果。目前，中央厨房鲜切蔬菜加工多采用较高浓度 NaClO 溶液，进行鼓泡清洗杀菌加漂洗工艺，NaClO 会挥发到车间产生刺激气味，若漂洗不净会造成余氯超标等安全问题。为改进鲜切果蔬杀菌工艺，保障预制沙拉的品质安全，文中采用次氯酸钠和微酸性电解水结合进行不同鲜切果蔬杀菌实验研究，将杀菌后的鲜切果蔬搭配，制成预制沙拉，并研究预制沙拉贮藏期间品质变化，以期为预制沙拉配比研发和保鲜加工提供参考。

# 1 实验

## 1.1 材料和试剂

主要材料：球生菜、罗莎红生菜、西班牙绿生菜、紫甘蓝等，采摘自上海鑫博海蔬菜基地，采摘后及时运送至实验室，在 4℃下冷藏；丘比沙拉酱（汁），杭州丘比食品有限公司；聚丙烯材质包装盒，天津硕纳塑料机械科技有限公司。

主要试剂：NaClO 溶液（200 mg/L，pH=10）、

微酸性电解水（50 mg/L，pH=6），上海鑫博海农副产品加工有限公司自制。

## 1.2 仪器和设备

主要仪器和设备：FA2004B 精密电子天平，上海精密科学仪器有限公司；LDZX-75 KBS 型立式压力蒸汽灭菌锅，上海申安医疗器械厂；HPX-9272 MBE 数显电热恒温培养箱，上海森信实验仪器有限公司；CR-400 色彩色差仪，日本 Chroma Meter 公司；TMS-Pro 质构仪，美国 Food Technology Corporation 公司；HE53/02 水分测定仪，梅特勒-托利多仪器（上海）有限公司。

# 2 方法

## 2.1 鲜切果蔬处理

预制沙拉所用主要原料见表 1，经过合格验收后，冷藏于原料车间备用。

| 表 1 预制沙拉的主要原料<br>Tab.1 Main ingredients for pre-made salad |                                 |
|------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| 预制沙拉                                                       | 主要原料                            |
| 蔬菜沙拉                                                       | 球生菜、罗莎绿生菜、罗莎红生菜、西班牙绿生菜、紫甘蓝丝     |
| 鸡肉沙拉                                                       | 球生菜、罗莎绿生菜、罗莎红生菜、西班牙绿生菜、紫甘蓝丝、鸡胸肉 |

预冷后的蔬菜去除外叶，用 4℃过滤水清洗去尘土，在 10℃生产车间将生菜鲜切片 4 cm×4.5 cm，紫甘蓝切丝 0.5 cm×5 cm；分别用质量浓度为 200 mg/L、pH=10 的 NaClO 溶液，以及 50 mg/L、pH=6 的微酸性电解水鼓泡清洗杀菌 5 min 和 2 min；漂洗后经脱水机以 800 r/min 离心脱水 30 s，放在物料筐中备用；沙拉酱包、鸡胸肉为制成品，使用前进行外包装杀菌。所用设备、刀具、物料筐等均经过杀菌消毒处理。

## 2.2 预制沙拉制备

预制蔬菜沙拉制备：称取球生菜 60 g、罗莎红生菜 10 g、西班牙绿生菜 10 g、紫甘蓝丝 5 g、胡萝卜丝 8 g、黄瓜片 8 g、水萝卜片 5 g、过水西兰花 5 g、玉米粒 10 g、樱桃番茄 23 g、红甜椒丝 2 g、黄甜椒丝 2 g 于包装盒中，密封，贴标签，对包装进行金属检测。贮藏于 4℃冰箱中，贮藏期为 5 d，每隔 1 d 取样测定各指标。

预制鸡肉沙拉制备：称取球生菜 90 g、罗莎红生菜 15 g、西班牙绿生菜 15 g、紫甘蓝丝 5 g、胡萝卜丝 8 g、黄瓜片 8 g、水萝卜片 5 g、过水西兰花 5 g、玉米粒 5 g、樱桃番茄 23 g、鸡胸肉 20 g 于包装盒中，密封，贴标签，对包装进行金属检测。贮藏于 4℃冰

箱中,贮藏期为5 d,每隔1 d取样测定各指标。

## 2.3 微生物指标测定

菌落总数按照 GB 4789.2—2016 中的方法进行测定;大肠埃希氏菌按照 GB 4789.38—2012 中的平板计数法进行测定;金黄色葡萄球菌按照 GB 4789.10—2016 中的平板计数法进行检验;单增李斯特菌检测按照 GB 4789.30—2016 中的第一法进行定性检验;沙门氏菌按照 GB 4789.4—2016 中的方法进行检验;蜡样芽孢杆菌按照 GB 4789.14—2014 中的平板计数法进行检验;大肠埃希氏菌 O157:H7/NM 按照 GB 4789.36—2016 中的第一法常规培养法进行检验。

## 2.4 预制沙拉理化指标测定

### 2.4.1 预制沙拉中鸡肉过氧化值的测定

预制鸡肉沙拉过氧化值的测定,参照 GB 5009.227—2016《食品安全国家标准食品中过氧化值的测定》中的滴定法。

### 2.4.2 预制沙拉质量损失率的测定

质量损失率的测定参照杨震宇等<sup>[19]</sup>的方法,见式(1)。

$$\text{质量损失率} = \frac{m_0 - m}{m_0} \times 100\% \quad (1)$$

式中:  $m_0$  为贮藏前预制沙拉的质量;  $m$  为贮藏后预制沙拉的质量。

### 2.4.3 预制沙拉鸡肉和蔬菜色泽的测定

利用色差仪,通过测定样品表面的亮度值  $L^*$  和红绿值  $a^*$ ,表征产品色泽的变化。 $L^*=0$  表示黑色,  $L^*=100$  表示白色,  $L^*$  值越大,则颜色越亮;  $a^*$  值表示红绿色,  $a^*$  正值表示红,负值为绿。

### 2.4.4 预制沙拉鸡肉和蔬菜质构的测定

1) 果蔬质构的测定。采用全质构面剖析法(TPA模式)进行测试,设定参数参照文献[20]并稍做调整,采用针对果蔬的剪切探头(P/5 探头),测量硬度和剪切力等参数。设置测试速度为 100 mm/min,变形量为 50%,回程距离为 40 mm;使用剪切探头进行剪切实验,测试速度为 100 mm/min,回程距离为 40 mm,此实验用硬度和剪切力表示鲜切生菜的质构。

2) 鸡肉质构的测定。将鸡胸肉片切成 1.5 cm×1.5 cm 的块状,采用全质构面剖析法(TPA模式)进行测试,探头型号为 P/36R,可测量硬度和剪切力等参数。设置变形量为 40%,测前速度为 2.00 mm/s,测试速度为 1.00 mm/s,测后速度为 5.00 mm/s,2 次下压间隔时间为 5.0 s,选用剪切力和硬度参数评价预制鸡肉沙拉在贮藏期间鸡肉质构特性的变化。

## 2.5 数据处理

采用 Excel 2010 进行数据处理,并结合 Origin 8.5 进行作图,同时采用 SPSS 22.0 进行差异显著性分析( $P<0.05$ ),每个样品 3 次重复,实验结果取其平均值。

## 3 结果和分析

### 3.1 鲜切蔬菜杀菌处理后微生物测定结果

预制沙拉配料杀菌后,在包装前各物料的含菌数见图 1。在鲜切蔬菜中,红椒丝(2.30 lg CFU/g)、苦细叶(2.07 lg CFU/g),以及散叶状罗莎红、罗莎绿生菜中菌落总数较高(大于 1.8 lg CFU/g);鲜切分割程度越大,表面微生物数量越高,如红椒丝、胡萝卜丝,细胞组织结构被破坏,组织液外流,给表面微生物生长繁殖提供了有利的营养环境。球生菜(1.08 lg CFU/g)、黄瓜和卷心菜经鲜切杀菌后,微生物数量较少,可能是这类包心类菜内部菜叶污染小的缘故。

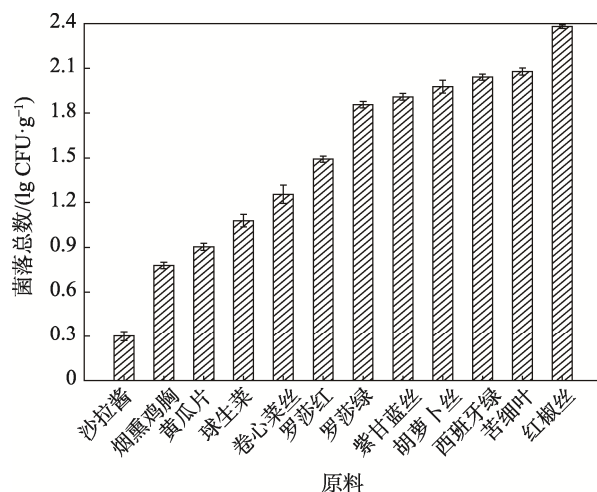


图1 预制沙拉物料的带菌量  
Fig.1 Total number of bacterial colonies of raw materials for pre-made salads

### 3.2 预制沙拉贮藏中细菌数量变化

在 4℃ 下贮藏 6 d 的预制沙拉菌落总数的变化见图 2。根据 DB 31/2012—2013《食品安全地方标准色拉》,可接受限量菌落总数 ≤ 5.0 lg CFU/g。在贮藏初始,蔬菜沙拉菌落总数为 2.2 lg CFU/g;随贮藏时间的延长,菌落总数不断增多,在贮藏 6 d 时,菌落总数为 4.45 lg CFU/g,仍在安全阈值内。在贮藏初始,鸡肉沙拉菌落总数为 2.11 lg CFU/g;在贮藏 5 d 时,菌落总数约为 4.86 lg CFU/g;在贮藏 6 d 时,菌落总数为 5.23 lg CFU/g,超出安全阈值。通过对鲜切蔬菜有效杀菌,结合低温冷藏,可保证预制蔬菜沙拉贮藏

6 d 微生物数量在安全阈值内, 预制鸡肉沙拉贮藏 5 d 微生物数量在安全阈值内, 分析原因为鸡肉为微生物的生长繁殖提供了能量和营养物质。贮藏过程中, 预制沙拉的大肠埃希氏菌、金黄色葡萄球菌和蜡样芽孢杆菌的检测量小于  $10 \lg \text{CFU/g}$ , 单增李斯特菌、沙门氏菌和致病性大肠杆菌均未检出, 符合要求。

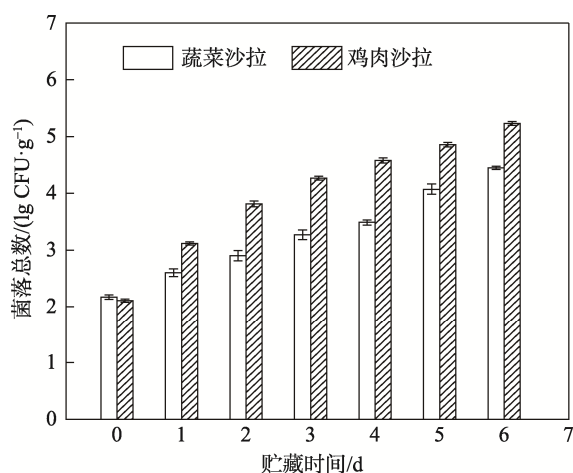


图 2 预制沙拉菌落总数变化

Fig.2 Change of total number of colonies in pre-made salad

### 3.3 预制鸡肉沙拉过氧化值含量变化

鸡肉中含有不饱和脂肪酸和饱和脂肪酸, 不饱和脂肪酸含量较高, 其结构中的双键易被氧化发生氧化反应, 使过氧化值 (Peroxide Value, POV) 增大, 影响鸡肉组织的硬度、嫩度和肌肉的氧化稳定性。预制鸡肉沙拉中鸡肉过氧化值在贮藏期间的变化见图 3, POV 初始值为  $0.14 \text{ mg/g}$ , 在贮藏过程中, 鸡肉 POV 值呈缓慢上升趋势, 贮藏 6 d 时, POV 值为  $0.19 \text{ mg/g}$ , 仍然符合食用要求 ( $<1.3 \text{ g/kg}$ ), 在低温下贮藏, 可减缓鸡肉品质的变化, 维持新鲜。

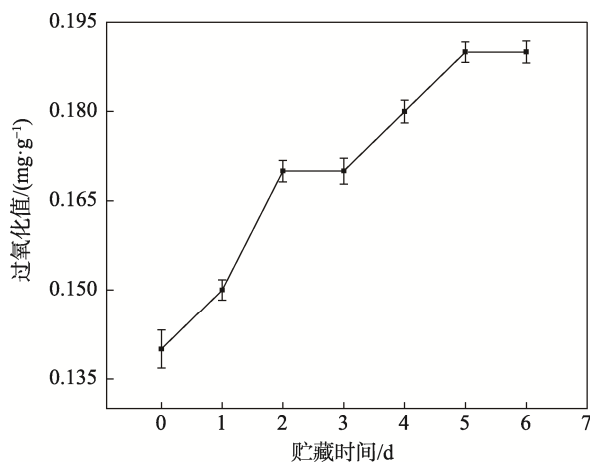


图 3 鸡肉过氧化值随贮藏时间的变化

Fig.3 Change of peroxide value of chicken with storage period

### 3.4 预制沙拉贮藏过程中的质量损失

预制沙拉贮藏期间质量损失率的变化见图 4, 分别对 2 种预制沙拉贮藏过程中每天的质量损失率进行差异显著性分析, 用 a 和 b 表示。沙拉中的蔬菜水分含量高, 经鲜切割后, 发生汁液流失和水分蒸发, 造成质量损失。随着贮藏时间的延长, 质量损失率逐渐增大, 贮藏 1 d 时, 预制蔬菜沙拉和预制鸡肉沙拉的质量损失率分别为 0.11% 和 0.14%, 两者无显著差异 ( $P < 0.05$ ); 贮藏 4 d 时, 预制鸡肉沙拉和蔬菜沙拉的质量损失率分别为 0.82% 和 0.71%, 差异显著 ( $P < 0.05$ ), 贮藏 6 d 时, 预制鸡肉沙拉的质量损失率为 1.37%, 蔬菜沙拉的质量损失率为 1.14%。

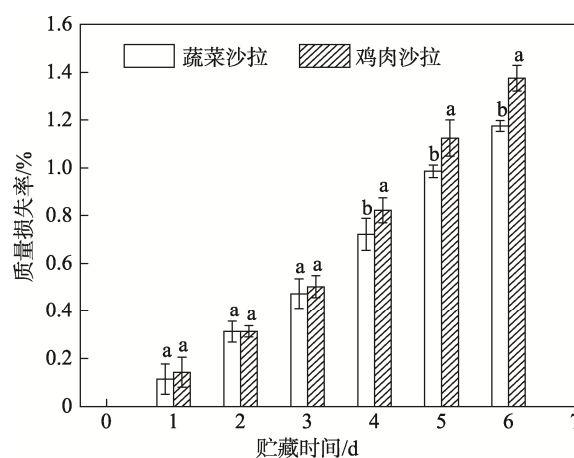


图 4 预制沙拉质量损失率随贮藏时间的变化

Fig.4 Change of weight loss rate of pre-made salad with storage period

### 3.5 预制沙拉贮藏过程中质构变化

选择预制沙拉中含量高的鲜切生菜和鸡胸肉进行质构测定, 见图 5。鸡肉沙拉和蔬菜沙拉中的鲜切生菜硬度和剪切力随贮藏时间的延长均逐渐变小 (见图 5a), 经切割、清洗杀菌、脱水处理, 生菜的纤维组织结构受到破坏, 硬度值较低 ( $48.25 \text{ N}$ )。在贮藏过程中, 鲜切生菜仍在进行呼吸作用, 伴随细胞内物质的流出, 硬度值和剪切力均减小, 贮藏至保质期终点第 5 天时, 蔬菜沙拉和鸡肉沙拉中生菜硬度值分别为 24.68, 24.35 N, 剪切力值分别为 2.97, 2.76 N, 差异不显著。分析原因为包装盒中放置的透明薄片将鸡肉和蔬菜阻隔, 减缓了生菜质构特性的下降。剪切力可在一定程度上反映出鸡肉的嫩度, 初始鸡胸肉剪切力和硬度分别为 14.01, 11.47 N, 嫩度较高 (见图 5b)。结缔组织和肌源纤维蛋白在鸡肉加工熟制过程中发生变化, 不利于贮藏期间结构的稳定, 随着贮藏时间的延长, 鸡胸肉会吸收蔬菜中的水分, 剪切力减小, 鸡胸肉的嚼劲下降, 贮藏 5 d 时, 鸡胸肉的剪切力为 7.43 N, 此时口感变差, 达到贮藏终点。



### 3.6 预制沙拉色泽

颜色是反映食品新鲜程度最直观的指标。从预制鸡肉沙拉(图6a)和蔬菜沙拉(图6a)的照片可看出,贮藏初期和贮藏6d并未发生明显差异。采用色差仪对贮藏6d时预制蔬菜沙拉和预制鸡肉沙拉中易发生褐变的球生菜和罗莎绿生菜色泽进行测定,结果见表2。对2种沙拉中蔬菜的亮度值 $L^*$ 和绿度值 $a^*$ 进行比较,贮藏初期,预制蔬菜沙拉和鸡肉沙拉中的球生菜亮度值分别为80.50和80.09,差异不显著,与罗莎绿生菜的亮度值存在显著差异( $P<0.05$ ),球生菜的绿度值分别为62.68和62.76,差异不显著,与罗莎绿生菜存在显著差异( $P<0.05$ );预制沙拉在

贮藏6d时,球生菜和罗莎绿生菜的亮度值和绿度值均下降,并呈现显著差异( $P<0.05$ )。由表2可知,对于绿度值,2种沙拉中的球生菜和罗莎绿生菜在贮藏第6天未呈现显著差异;预制蔬菜沙拉中球生菜和罗莎绿生菜的亮度值分别为69.24和50.48,鸡肉沙拉中球生菜和罗莎绿生菜的亮度值分别为70.84和51.27,差异显著( $P<0.05$ ),其原因可能是 $L^*$ 值与水分含量有关,预制沙拉在贮藏过程中鲜切蔬菜水分流失,水分含量下降,鸡肉对蔬菜水分的流失产生了一定的抑制作用,使预制蔬菜沙拉中蔬菜水分含量略低于预制鸡肉沙拉,导致色泽发暗, $L^*$ 较低;2种沙拉的绿度值无显著差异。

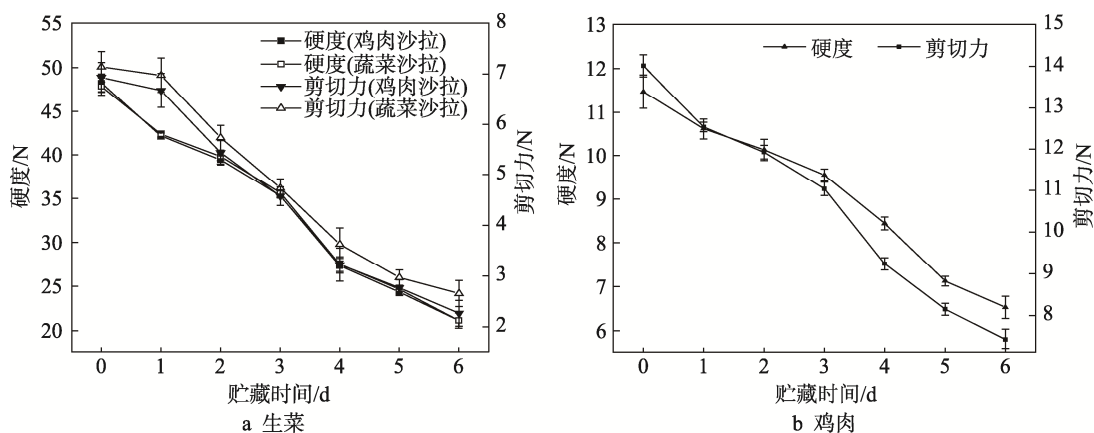


图5 预制沙拉质构随贮藏时间的变化

Fig.5 Change of texture of pre-made salad with storage period

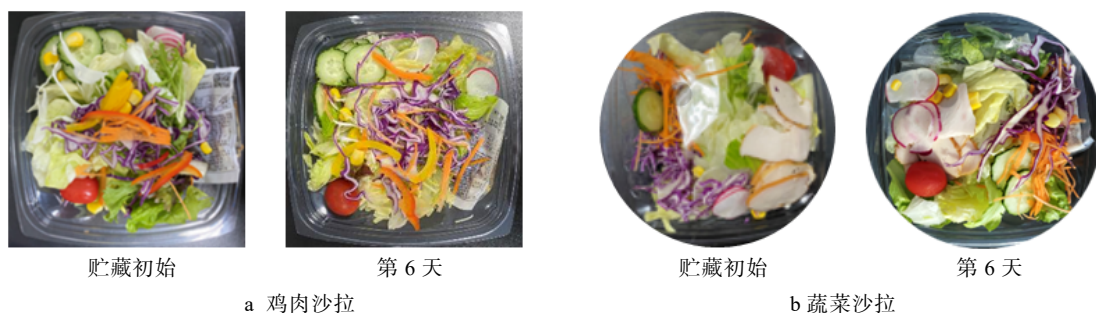


图6 预制鸡肉沙拉和蔬菜沙拉照片

Fig.6 Pictures of pre-made chicken salad and vegetable salad

表2 不同预制沙拉贮藏终点的蔬菜色泽

Tab.2 Color of fresh-cut vegetable in different pre-made salads at the end of storage

| 预制沙拉 | 鲜切蔬菜  | $L^*$                     |                           | $a^*$                      |                            |
|------|-------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|
|      |       | 贮藏初始                      | 贮藏6d                      | 贮藏初始                       | 贮藏6d                       |
| 蔬菜沙拉 | 球生菜   | 80.50±3.35 <sup>**a</sup> | 69.24±2.28 <sup>*b</sup>  | -8.13±2.20 <sup>*a</sup>   | -4.51±0.25 <sup>**b</sup>  |
|      | 罗莎绿生菜 | 62.68±2.95 <sup>*a</sup>  | 50.48±1.97 <sup>*b</sup>  | -19.02±2.49 <sup>**a</sup> | -14.87±1.04 <sup>**b</sup> |
| 鸡肉沙拉 | 球生菜   | 80.09±0.99 <sup>**a</sup> | 70.84±2.72 <sup>**b</sup> | -7.95±1.28 <sup>*a</sup>   | -3.48±0.43 <sup>**b</sup>  |
|      | 罗莎绿生菜 | 62.76±2.36 <sup>*a</sup>  | 51.27±3.50 <sup>**b</sup> | -18.83±3.26 <sup>**a</sup> | -14.12±0.48 <sup>*b</sup>  |

注: \*表示同列蔬菜的色泽差异显著性; a 和 b 表示同行蔬菜的色泽差异显著性

## 4 结语

对预制蔬菜沙拉和预鸡肉沙拉的原料农药残留和贮藏期间的质量损失率、色泽、质构、过氧化值、菌落总数等进行了检测分析,并对预制沙拉的贮藏品质进行了评价,得出以下结论。

1) 预制沙拉原料中微生物数量与蔬菜形状和切割程度有关,球生菜经杀菌处理后,残留微生物数量较少;散叶生菜罗莎红、罗莎绿和齿状细叶的苦细叶生菜中的菌落总数较高;鲜切割程度大的红椒丝、胡萝卜丝的微生物污染风险高。

2) 预制蔬菜沙拉和预制鸡肉沙拉在贮藏期间的失水率、质构和色泽等品质指标随着贮藏时间的延长而下降。其中,含鸡肉的预制沙拉中鲜切蔬菜的色泽变化显著;在贮藏期间,鸡肉和生菜的硬度和剪切力下降明显,主要由鸡肉的吸水和鲜切蔬菜的失水引起。

3) 鲜切蔬菜经质量浓度分别为 200 mg/L 的 NaClO 和 50 mg/L 的微酸性电解水 2 次杀菌,可有效控制其中微生物数量,制成预制蔬菜沙拉和鸡肉沙拉,并于 4 °C 条件下贮藏,预制鸡肉沙拉的保鲜期为 5 d,蔬菜沙拉的保鲜期可达 6 d。

## 参考文献:

- [1] 张婷婷, 时月, 和朝军, 等. 货架陈列期间光照处理对鲜切青椒品质的影响[J]. 食品科学, 2019, 40(21): 216—221.  
ZHANG Ting-ting, SHI Yue, HE Zhao-jun, et al. Effect of Light Exposure Treatment on the Quality of Fresh-Cut Green Bell Pepper (*Capsicum Annuum* L) during Shelf Display[J]. Food Science, 2019, 40(21): 216—221.
- [2] LARAG, YAKOUBIS, VILLACORTACM, et al. Spray Technology Applications of Xanthan Gum-Based Edible Coatings for Fresh-Cut Lotus Root (*Nelumbo Nucifera*) [J]. Food Research International, 2020, 137: 109723.
- [3] 胡叶静, 李保国, 石茂占, 等. 鲜切即食果蔬冷杀菌技术研究进展[J]. 包装工程, 2020, 41(7): 43—49.  
HU Ye-jing, LI Bao-guo, SHI Mao-zhan, et al. Research Progress of Cold Sterilization Technology of Fresh-Cut Ready-to-Eat Fruits and Vegetables[J]. Packaging Engineering, 2020, 41(7): 43—49.
- [4] CHARLES F, NILPRAPRUCKP, ROUXD, et al. Visible Light as a New Tool to Maintain Fresh-Cut Lettuce Post-Harvest Quality[J]. Postharvest Biology and Technology, 2018, 135: 51—56.
- [5] 徐晓霞, 陈安均, 桑伟娜, 等. 不同温度贮藏鲜切生菜腐败细菌的分离及鉴定[J]. 食品与发酵工业, 2016, 42(1): 53—58.
- [6] XU Xiao-xia, CHEN An-jun, SANG Wei-na, et al. Isolation and Identification of Spoilage Bacteria of Fresh-cut lettuce at Different Temperatures[J]. Food and Fermentation Industries, 2016, 42(1): 53—58.
- [7] FAN K, ZHANGM, BHANDARIB, et al. A Combination Treatment of Ultrasound and  $\epsilon$ -Polylysine to Improve Microorganisms and Storage Quality of Fresh-Cut Lettuce[J]. LWT-Food Science and Technology, 2019, 113: 108315.
- [8] KAPETANAKOUAE, TAOUKISP, SKANDAMISPN. Model Development for Microbial Spoilage of Packaged Fresh-Cut Salad Products Using Temperature and In-Package CO<sub>2</sub> Levels as Predictor Variables[J]. LWT-Food Science and Technology, 2019, 113, 108285.
- [9] 马新秀, 胡文忠, 冯可, 等. 多糖类可食性膜在鲜切果蔬包装中的应用[J]. 包装工程, 2017, 38(17): 43—47.  
MA Xin-xiu, HU Wen-zhong, FENGKe, et al. Application of Polysaccharide Edible Film in Fresh-Cut Fruit and Vegetable Packaging[J]. Packaging Engineering, 2017, 38(17): 43—47.
- [10] 薛琼, 刘跃军, 向贤伟, 等. 肉桂精油微囊化及其在果蔬保鲜中的应用[J]. 包装工程, 2016, 37(5): 50—54.  
XUE Qiong, LIU Yue-jun, XIANG Xian-wei, et al. Microencapsulation of Cinnamon Essential Oil and Its Application in Fruit and Vegetable Preservation[J]. Packaging Engineering, 2016, 37(5): 50—54.
- [11] CARADONNAT, MARANGIM, CHIERICOF D, et al. Detection and Prevalence of Protozoan Parasites in Ready-to-Eat Packaged Salads on Sale in Italy[J]. Food Microbiology, 2017, 67: 67—75.
- [12] MARQUESCS, GRILLORP, BRAVIMDG, et al. Preservation of Ready-to-Eat Salad: A Study with Combination of Sanitizers, Ultrasound, and Essential Oil-Containing  $\beta$ -Cyclodextrin Inclusion Complex[J]. LWT-Food Science and Technology, 2019, 115: 108433.
- [13] LEE NY, KIM SW, HA SD. Synergistic Effects of Ultrasound and Sodium Hypochlorite (NaOCl) on Reducing *Listeria Monocytogenes*, ATCC19118 in Broth, Stainless Steel, and Iceberg Lettuce[J]. Foodborne Pathogens and Disease, 2014, 11(7): 581—587.
- [14] ALENYOREGEEA, MA H, AYIMI, et al. Reduction of *Listeria Innocua* in Fresh-Cut Chinese Cabbage by a Combined Washing Treatment of Sweeping Frequency Ultrasound and Sodium Hypochlorite[J]. LWT-Food Science and Technology, 2019, 101: 410—418.
- [15] 赵琳. 紫外与次氯酸钠消毒效果及影响因素研究[J]. 环境污染与防治, 2014, 36(7): 41—45.  
ZHAO Lin. Effect and Influence Factors of Ultraviolet Disinfection with Sodium Hypochlorite[J]. Environ-

- mental Pollution and Prevention, 2014, 36(7): 41—45
- [15] ZHANG Chun-ling, CAO Wei, HUNG Yen-con, et al. Disinfection Effect of Slightly Acidic Electrolyzed Water on Celery and Cilantro[J]. Food Control, 2016, 69: 147—152.
- [16] MANSUR AR, OH DH. Combined Effect of the Rmo-sonication and Slightly Acidic Electrolyzed Water to Reduce Foodborne Pathogens and Spoilage Microorganisms on Fresh-Cut Kale[J]. Journal of Food Science, 2015, 80(6): 1277—1284.
- [17] RAHMAN SME, DING T, OH DH. Inactivation Effect of Newly Developed Low Concentration Electrolyzed Water and Other Sanitizers Against Microorganisms on Spinach[J]. Food Control, 2010, 21(10): 1383—1387.
- [18] PARK KJ, LIM JH, JUNG H, et al. Disinfection Efficacy of Slightly Acidic Electrolyzed Water (SLAEW) against Some Fresh Vegetables[J]. Korean Journal of Food Preservation, 2017, 24: 312—319.
- [19] 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.
- YANG Zhen-yu, WEN Zhuo-qiong, XIE Chuan, et al. Preservative Effect of Chitosan-Cinnamon Essential Oil Compound Coating on Fresh-Cut Yacon[J]. Cereals & Oils, 2019, 32(6): 50—52.
- [20] 王延辉, 陈方园, 师邱毅, 等. 超声波联合微酸电解水清洗对生菜品质的影响[J]. 安徽农业科学, 2017, 45(8): 86—88.
- WANG Yan-hui, CHEN Fang-yuan, SHI Qiu-yi, et al. Effect of Ultrasound Combined with Slightly Acidic Electrolyzed Water on Quality of Lettuce [J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences. 2017, 45(8): 86—88.