

# 乳酸链球菌素、植酸及包装材质对调理鸭肉的保鲜效果比较

杨万根<sup>1</sup>, 李冠霖<sup>1</sup>, 曹泽虹<sup>2</sup>, 惠宏<sup>3</sup>

1(吉首大学 食品科学研究所, 湖南 吉首, 416000) 2(徐州工程学院 食品与生物工程学院, 江苏 徐州, 221111)

3(徐州福润禽业食品有限公司, 江苏 徐州, 221600)

**摘要** 开发有效的柔性杀菌技术对提高调理鸭肉熟食的品质有重要的意义。为筛选与柔性杀菌条件结合使用的天然保鲜剂和包装材料, 使用乳酸链球菌素(Nisin)和植酸对调理鸭肉进行处理, 再采用铝箔、聚酯(polyester, PET)、尼龙复合材料、聚氯乙烯(polyvinyl chloride, PVC)等材质的食品包装袋对其进行真空包装, 经 110 ℃, 30 min 杀菌后, 测定 1 周加速货架期试验后的 pH 值、挥发性盐基氮(total volatile basic nitrogen, TVB-N)值、硫代巴比妥酸(thiobarbituric acid, TBA)值、菌落总数、感官评分等指标。结果发现, Nisin 和植酸均能有效地抑制微生物的生长, 使 TVB-N 值、TBA 值下降, 但 Nisin 的保鲜效果优于植酸; 铝箔为所检材质中的最优包装材质, 其包装食材的 TVB-N 值、TBA 值、菌落总数最低, 感官评分最高。

**关键词** 调理鸭肉; 保鲜; 包装材料; Nisin; 植酸

目前熟肉类调理食品加工中常采用 121 ℃ 高温灭菌的方法, 虽然能保证产品在常温下长期保存的安全性, 但极易引起产品质构的破坏。为开发熟肉类调理食品的柔性杀菌技术, 项丰娟采用促进肉毒梭状芽孢杆菌芽孢萌发, 降低其耐热性, 实现鸡肉罐头的低温杀菌<sup>[1]</sup>; 李喜仙研究复合防腐剂结合二次杀菌对烧鸡制品的保鲜效果<sup>[2]</sup>; 布丽君等研究微波杀菌对卤鹅的杀菌效果<sup>[3]</sup>, 等等。与其他杀菌技术相比, 抑菌剂保鲜技术具有简便、高效的特点, 已在大量研究中使用, 而如何开发和使用天然无害的保鲜剂是目前的研究方向之一<sup>[4]</sup>。乳酸链球菌素(Nisin)是一种热稳定性好、使用安全的天然保鲜剂, 在熟食保鲜中经常使用, 植酸则是一种新型的多功能天然保鲜剂, 其螯合能力强, 能有效地抑制食品中的微生物, 但在肉制品中应用尚少<sup>[5]</sup>。在市场上, 常用的食品真空包装袋有铝箔、聚氯乙烯(polyvinyl chloried, PVC)、尼龙复合材料、聚酯(polyester, PET)等材质, 选择合适的包装材料对食品的保质期也有重要影响。为开发高质量的调理鸭肉熟食产品, 本文采用 Nisin 和植酸分别处理调理鸭肉, 然后采用铝箔、PVC、尼龙复合材料、PET 等材质的包装袋进行真空包装和柔性杀菌, 并开展加速货架期试验, 通过测定产品的 pH 值、巴

比妥酸(thiobarbituric acid, TBA)值、挥发性盐基氮(total volatile basic nitrogen, TVB-N)值、菌落总数、感官评分等指标, 优化处理方法, 确定包装材料, 为调理鸭肉熟食产品的开发提供技术参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与试剂

鸭肉: 吉首市阳光超市; Nisin: 浙江银象生物工程有限公司; 植酸、95% 乙醇、乳酸、硫代巴比妥酸(TBA)、1, 1, 3, 3-四乙氧基丙烷、MgO、硼酸、CHCl<sub>3</sub>、KOH、HCl: 分析纯, 上海国药集团化学试剂厂。

### 1.2 仪器与设备

SPX-250B-Z 型生化培养箱, 上海博迅实业有限公司医疗设备厂; HJ-3 数显恒温磁力搅拌器, 常州澳华仪器有限公司; YXQ-SG46-280SA 型高压蒸汽灭菌锅, 山东新华医疗器械股份有限公司; XH-400 真空包装机, 北京星火包装机械有限责任公司; KDN-08D 凯氏定氮仪, 浙江托普仪器有限公司; FHS-2 可调高速匀浆机, 金坛市亿通电子有限公司; UV-2550 紫外可见分光光度计, 日本岛津公司。

### 1.3 方法

#### 1.3.1 调理鸭肉的加工<sup>[6]</sup>

(1) 清洗: 将斩成小块的鸭肉于清水中清洗, 去除部分淤血及表面可见异物。

(2) 预煮: 在沸水中预煮 4 min 以去除腥味, 不断撇去表面浮沫。

(3) 煮制: 每 1 kg 鸭肉用 1.5 kg 调理鸭肉肉汤煮

第一作者: 博士, 副教授(本文通讯作者, E-mail: yangwangen08@163.com)。

基金项目: 苏北科技专项资金面上培育项目(SBN201410072); 湖南省农业支撑计划项目(2015NK3020)

收稿日期: 2016-04-12, 改回日期: 2016-08-25

制,控制煮制总时间 40 min。用乳酸调节煮制液 pH,煮制前添加调料,煮制一定时间后添加保鲜剂,保鲜剂的用量以肉汤的质量计。调理鸭肉肉汤的基本配方:鸭肉 50 kg,黑胡椒粉 0.5 kg,鸡粉 0.75 kg,调和油 7 kg,食盐 0.5 kg,复合磷酸盐 0.06 kg,白胡椒粉 0.25 kg<sup>[6]</sup>。

(4)真空包装:将煮制好的鸭肉捞出沥干,装入包装袋,抽真空包装,包装量控制在 $(300 \pm 10)$  g。

(5)杀菌:杀菌温度 110 ℃、杀菌时间 30 min。

冷却后置于生化培养箱中进行加速货架期试验,保藏温度为 40 ℃,1 周后测定 pH 值、TBA 值、TVB-N 值、菌落总数和感官评分等指标。

### 1.3.2 调理鸭肉的保鲜处理

(1)植酸保鲜:用乳酸或 NaOH 调节调理鸭肉肉汤至 pH 7.96 ℃煮制 30 min 后添加植酸(0.5 g/kg 汤料)<sup>[6]</sup>。

(2)Nisin 保鲜:用乳酸调节调理鸭肉肉汤至 pH 5.96 ℃煮制 20 min 后添加 Nisin(0.1 g/kg 汤料)。

### 1.3.3 pH 值的测定

取 10 g 鸭瘦肉剪碎,加入 50 mL 去离子水,分散匀浆后放置 30 min,用校准后的 pH 仪测取各样品组 pH 值。pH 的变化值按式(1)计算。

$$\Delta\text{pH} = \text{pH}_2 - \text{pH}_1 \quad (1)$$

式中: $\Delta\text{pH}$  为 pH 变化值; $\text{pH}_2$  为鸭肉贮藏终点时的 pH 值; $\text{pH}_1$  为鸭肉贮藏开始时的 pH 值。

### 1.3.4 TBA 值的测定

参考文献<sup>[7]</sup>测定,稍作改变。准确称取 10 g 鸭肉,绞碎,置于 100 mL 有盖三角瓶内,加入 50 mL 200 g/L 三氯乙酸混合液,振摇 30 min,抽滤 2 次,取得滤液。准确移取上述滤液 5 mL 置于 25 mL 纳氏比色管内,加入 5 mL TBA 溶液,混匀,加塞,置于 90 ℃水浴锅内保温 40 min 取出,冷却 1 h,加入 5 mL  $\text{CHCl}_3$ ,摇匀,静止,分层,吸出上清液于 532 nm 波长处比色(同时做空白试验)。丙二醛含量用式(2)计算。丙二醛标准曲线绘制方法如下:用丙二醛含量分别为 0、1、2、3、4、5、6  $\mu\text{g}$  的 1, 1, 3, 3-四乙氧基丙烷溶液依次按上述步骤处理,根据浓度与吸光度关系作标准曲线。

$$\text{丙二醛含量}/(\text{mg}/100 \text{ g}) = A/10 \quad (2)$$

式中:A 为丙二醛浓度,mg/100 g。

### 1.3.5 TVB-N 值的测定

按 GB5009.44—2003 中半微量定氮法测定<sup>[8]</sup>。将试样除去脂肪、骨及腱后,绞碎搅匀,准确称取 10.0 g,置于锥形瓶中,加 100 mL 蒸馏水,不时振摇,浸渍 30 min 后过滤,滤液置冰箱备用。将盛有 10 mL 吸收液及 5~6 滴混合指示液的锥形瓶置于冷凝管下

端,并使其下端插入吸收液的液面下,准确吸取 10.0 mL 上述试样滤液于蒸馏器反应室内,加 10 mL MgO 混悬液(10 g/L),迅速盖塞,并加水以防漏气,通入蒸汽,蒸馏 5 min 即停止,吸收液用盐酸标准滴定溶液滴定,终点至蓝紫色。同时做试剂空白试验。试样中挥发性盐基氮的含量按式(3)计算。

$$X = \frac{(V_1 - V_2) \times c \times 14}{m \times 10/100} \times 100 \quad (3)$$

式中:X 为试样中挥发性盐基氮的含量,mg/100 g; $V_1$  为测定用样液消耗盐酸标准溶液体积,mL; $V_2$  为试剂空白消耗盐酸标准溶液体积,mL; $c$  为盐酸标准溶液的实际浓度,mol/L;14 为与 1.00 mL HCl 标准滴定溶液 $[c_{(\text{HCl})} = 0.1000 \text{ mol/L}]$ 相当的氮的质量,mg; $m$  为试样质量,g。

### 1.3.6 菌落总数的测定

参照 GB 4789.2—2010 中方法<sup>[9]</sup>。

### 1.3.7 感官评定

感官评定由 10 位经过培训的食品评判员完成。感官评定标准见表 1<sup>[10]</sup>。

表 1 调理鸭肉的感官评定标准

Table 1 Standards of sensory assessment of pretreated duck meat

指标	评价方法	评分标准	分值
嫩度		样品嫩	9~10
		样品较嫩	7~8
		样品嫩度适中	5~6
		样品较老	3~4
		样品老	1~2
硬度	样品放在齿间均匀咀嚼,评价压迫食品所需的力量	样品较硬	9~10
		样品硬	7~8
		样品软硬适中	5~6
		样品较软	3~4
		样品软	1~2
黏着性	通过牙齿咀嚼样品,感受样品对牙齿的黏着情况	样品不黏	9~10
		样品易黏	7~8
		样品黏	5~6
		样品发黏	3~4
		样品胶黏	1~2
香味		样品香	9~10
		样品较香	7~8
		样品香味适中	5~6
		样品不香	3~4
		样品有异味	1~2

### 1.3.8 数据分析

所有试验重复 3 次,实验数据用 SPSS 22 软件中的 One-way ANAVO 方法处理,结果以 Mean  $\pm$  S. D.

表示,不同保鲜剂处理和不同包装材质组间的差异显著性( $P < 0.05$ )采用 S-N-K 法分析。

2 结果与分析

2.1 pH 值

由表 2 可知,所有处理样品的  $\Delta pH$  值均为正值,原因可能是样品中微生物孢子在 110 ℃ 加热 30 min 条件下不能完全灭活,在加速货架期试验期间微生物大量繁殖,引起蛋白质降解生成氨和胺类物质,最终致使 pH 上升<sup>[11]</sup>。空白组与其他组比较,均呈显著差异( $P < 0.05$ ),而 Nisin 组与植酸组间比较,亦呈显著差异( $P < 0.05$ ),且 Nisin 组的鸭肉  $\Delta pH$  值均小于植酸组,原因可能与 Nisin 的抑菌效果比植酸更好有关。各包装材质之间,空白组铝箔包装和 PET 包装的样品  $\Delta pH$  值差异不显著( $P > 0.05$ ),但植酸组与 Nisin 组的铝箔包装与其它包装之间呈显著差异( $P < 0.05$ ),且铝箔包装的  $\Delta pH$  值均最低,说明在铝箔材质包装氛围中,微生物活动较弱,碱性物质含量低,保鲜效果好。

表 2 不同处理的调理鸭肉 pH 值变化  
Table2 pH of pretreated duck meat processed by various treatment

样品	$\Delta pH$			
	铝箔	PVC	尼龙复合	PET
空白组	0.65 ± 0.076 <sup>Aa</sup>	0.71 ± 0.059 <sup>Ab</sup>	0.82 ± 0.031 <sup>Ac</sup>	0.62 ± 0.021 <sup>Aa</sup>
植酸组	0.38 ± 0.032 <sup>Ba</sup>	0.46 ± 0.027 <sup>Bb</sup>	0.59 ± 0.035 <sup>Bc</sup>	0.52 ± 0.036 <sup>Bb</sup>
Nisin 组	0.22 ± 0.047 <sup>Ca</sup>	0.38 ± 0.015 <sup>Cb</sup>	0.46 ± 0.032 <sup>Cc</sup>	0.44 ± 0.025 <sup>Cc</sup>

注:表中同一列数字右上角大写字母不同或同一行数字右上角小写字母不同,表示组间差异显著( $P < 0.05$ )。反之,则列或行组间差异不显著( $P > 0.05$ )。

2.2 TBA 值

丙二醛是脂肪降解产物脂肪酸经氧化而产生的物质之一,其检测限低,稳定性好,是客观评价油脂酸败程度的敏感指标之一。由表 3 可知,空白组样品的 TBA 值均大于植酸组和 Nisin 组,且前者与后两者呈差异显著( $P < 0.05$ )。此外,Nisin 组与植酸组之间差异显著( $P < 0.05$ ),且 Nisin 组的 TBA 值更低。以上结果说明植酸有一定抑菌效果,而 Nisin 的抑菌能力比植酸更强。各包装材质之间,铝箔组与其他组之间差异显著( $P < 0.05$ ),且铝箔包装的鸭肉 TBA 值最低,PVC 包装袋的最高,这与两种材质的透气性大小有关。包装袋的透气性一方面影响微生物的生长,另一方面也影响脂肪酸的氧化降解。阻气性好的铝箔材质包装袋能抑制好氧腐败性微生物的生长,也能减慢脂肪酸的氧化降解,因此其 TBA 值最低。

表 3 不同处理的调理鸭肉丙二醛含量

Table 3 The malonaldehyde contents of pretreated duck meat processed by various treatment

样品	TBA 值/[mg · (100g) <sup>-1</sup> ]			
	铝箔	PVC	尼龙复合	PET
空白组	0.137 ± 0.004 <sup>Aa</sup>	0.149 ± 0.005 <sup>Ab</sup>	0.145 ± 0.003 <sup>Ac</sup>	0.137 ± 0.003 <sup>Aa</sup>
植酸组	0.125 ± 0.004 <sup>Ba</sup>	0.134 ± 0.005 <sup>Bb</sup>	0.131 ± 0.002 <sup>Bc</sup>	0.129 ± 0.005 <sup>Bd</sup>
Nisin 组	0.113 ± 0.002 <sup>Ca</sup>	0.125 ± 0.007 <sup>Cb</sup>	0.124 ± 0.006 <sup>Cb</sup>	0.121 ± 0.005 <sup>Cc</sup>

注:表中同一列数字右上角大写字母不同或同一行数字右上角小写字母不同,表示组间差异显著( $P < 0.05$ )。反之,则列或行组间差异不显著( $P > 0.05$ )。

2.3 TVB-N 值

鸭肉中蛋白质在微生物的作用下逐渐分解成小分子碱性含氮物质,它们与肉品腐败过程中同时分解产生的有机酸结合,形成挥发性盐基氮(TVB-N)。TVB-N 的形成与肉的腐败进程呈正相关<sup>[12]</sup>。由表 4 可知,Nisin 组和植酸组的 TVB-N 值均显著低于空白组( $P < 0.05$ ),而 Nisin 组又显著低于植酸组( $P < 0.05$ )。从包装材质来看,尼龙复合和 PET 包装样品之间的 TVB-N 值无显著差异( $P > 0.05$ ),铝箔和 PVC 包装相比前两者差异显著( $P < 0.05$ )且 TVB-N 值更低。铝箔和 PVC 包装相比差异显著( $P < 0.05$ ),且铝箔包装 TVB-N 值最低。Nisin 组样品中,铝箔、PVC、尼龙复合和 PET 包装的 TVB-N 值比空白组分别下降了 92.3%、85.2%、76.1% 和 78.3%。以上分析说明 Nisin 对 TVB-N 生成的抑制效果比植酸好,而铝箔材质是所检包装材料中对 TVB-N 抑制效果最好的一种。

表 4 不同处理的调理鸭肉 TVB-N 含量

Table 4 The TVB-N contents of pretreated duck meat processed by various treatment

样品	TVB-N 值/[mg · (100g) <sup>-1</sup> ]			
	铝箔	PVC	尼龙复合	PET
空白组	15.25 ± 0.74 <sup>Aa</sup>	18.60 ± 0.85 <sup>Ab</sup>	23.11 ± 0.83 <sup>Ac</sup>	22.74 ± 0.75 <sup>Ac</sup>
植酸组	13.13 ± 0.84 <sup>Ba</sup>	15.19 ± 0.66 <sup>Bb</sup>	19.08 ± 0.64 <sup>Bc</sup>	18.12 ± 0.88 <sup>Bc</sup>
Nisin 组	1.18 ± 0.75 <sup>Ca</sup>	2.75 ± 0.82 <sup>Cb</sup>	5.53 ± 0.74 <sup>Cc</sup>	4.94 ± 0.85 <sup>Cc</sup>

注:表中同一列数字右上角大写字母不同或同一行数字右上角小写字母不同,表示组间差异显著( $P < 0.05$ )。反之,则列或行组间差异不显著( $P > 0.05$ )。

2.4 菌落总数

BARI 等研究发现,Nisin 和植酸对单核细胞李斯特氏菌(*Listeria monocytogenes*)的抑制作用存在协同效应<sup>[13]</sup>,但有关 Nisin 和植酸抑菌效果的比较未见文献报道。表 5 显示,对所有包装,植酸组和 Nisin 组的菌落总数均比空白组的小,且与后者呈显著差异( $P < 0.05$ ),而 Nisin 组与植酸组之间亦呈显著差异( $P < 0.05$ ),且前者小于后者。所有包装材质中,铝箔

与 PVC、尼龙复合、PET 三者之间呈显著差异 ( $P < 0.05$ ),而后 3 者之间无显著差异 ( $P > 0.05$ )。Nisin 处理 + 铝箔包装样品的菌落总数最低,菌落总数值为  $(3.8 \pm 0.12)$  lgCFU/g。这说明保鲜剂对调理鸭肉中微生物的抑制效果明显,且 Nisin 的保鲜效果优于植酸。铝箔材质包装产品中微生物活动较弱,在 4 种包装材料中铝箔材料菌落总数最少,这也解释了铝箔包装的鸭肉 pH 值、TBA 值和 TVB-N 值最低的原因。

表 5 不同处理的调理鸭肉菌落总数

Table 5 The total bacterial counts of pretreated duck meat processed by various treatment

样品	菌落总数/(lgCFU · g <sup>-1</sup> )			
	铝箔	PVC	尼龙复合	PET
空白组	6.3 ± 0.27 <sup>Aa</sup>	7.3 ± 0.32 <sup>Ab</sup>	7.5 ± 0.25 <sup>Ab</sup>	7.6 ± 0.42 <sup>Ab</sup>
植酸组	4.6 ± 0.31 <sup>Ba</sup>	5.1 ± 0.24 <sup>Bab</sup>	5.2 ± 0.18 <sup>Bab</sup>	5.4 ± 0.24 <sup>Bb</sup>
Nisin 组	3.8 ± 0.12 <sup>Ca</sup>	4.3 ± 0.14 <sup>Cb</sup>	4.5 ± 0.20 <sup>Cb</sup>	4.7 ± 0.24 <sup>Cb</sup>

注:表中同一列数字右上角大写字母不同或同一行数字右上角小写字母不同,表示组间差异显著 ( $P < 0.05$ )。反之,则列或行组间差异不显著 ( $P > 0.05$ )。

表 6 调理鸭肉的感官评定结果

Table 6 The results of sensory assessment of pretreated duck meat

感官指标	感官评分											
	铝箔			PVC			尼龙复合			PET		
	空白	植酸	Nisin	空白	植酸	Nisin	空白	植酸	Nisin	空白	植酸	Nisin
嫩度	5.00 ± 0.89 <sup>AC</sup>	5.83 ± 0.75 <sup>ABC</sup>	7.33 ± 0.52 <sup>B</sup>	3.00 ± 0.63 <sup>D</sup>	6.17 ± 0.41 <sup>AB</sup>	6.33 ± 1.03 <sup>AB</sup>	4.17 ± 0.75 <sup>CD</sup>	4.83 ± 0.75 <sup>AC</sup>	5.33 ± 0.52 <sup>AC</sup>	5.00 ± 0.63 <sup>AC</sup>	5.33 ± 0.52 <sup>AC</sup>	6.33 ± 0.82 <sup>AB</sup>
硬度	5.50 ± 0.84 <sup>A</sup>	6.67 ± 0.52 <sup>A</sup>	7.83 ± 0.75 <sup>B</sup>	2.83 ± 0.41 <sup>C</sup>	3.33 ± 0.52 <sup>C</sup>	5.33 ± 0.52 <sup>A</sup>	4.00 ± 0.63 <sup>C</sup>	3.00 ± 0.63 <sup>C</sup>	6.33 ± 0.82 <sup>A</sup>	3.00 ± 0.63 <sup>C</sup>	4.17 ± 0.42 <sup>C</sup>	6.00 ± 0.89 <sup>A</sup>
黏性	4.67 ± 0.82 <sup>AB</sup>	6.33 ± 0.52 <sup>BD</sup>	7.83 ± 0.41 <sup>D</sup>	3.67 ± 0.52 <sup>AB</sup>	6.83 ± 0.41 <sup>D</sup>	7.67 ± 0.52 <sup>D</sup>	2.67 ± 0.52 <sup>C</sup>	6.00 ± 0.63 <sup>BD</sup>	6.50 ± 0.55 <sup>BD</sup>	4.00 ± 0.63 <sup>AC</sup>	7.17 ± 0.41 <sup>D</sup>	7.33 ± 0.52 <sup>D</sup>
香味	2.83 ± 0.75 <sup>AB</sup>	5.33 ± 0.52 <sup>BD</sup>	7.17 ± 0.75 <sup>D</sup>	2.17 ± 0.41 <sup>AB</sup>	4.33 ± 0.52 <sup>D</sup>	6.00 ± 0.63 <sup>D</sup>	1.83 ± 0.75 <sup>C</sup>	2.83 ± 0.41 <sup>BD</sup>	4.00 ± 0.63 <sup>BD</sup>	4.50 ± 0.84 <sup>AC</sup>	2.50 ± 0.55 <sup>D</sup>	6.33 ± 0.52 <sup>D</sup>
总分	18.00 ± 1.10 <sup>AC</sup>	24.17 ± 1.17 <sup>BE</sup>	30.50 ± 0.84 <sup>D</sup>	11.67 ± 1.21 <sup>F</sup>	20.67 ± 1.03 <sup>GH</sup>	25.33 ± 1.75 <sup>E</sup>	12.83 ± 1.17 <sup>F</sup>	16.67 ± 1.03 <sup>AC</sup>	22.17 ± 1.60 <sup>BC</sup>	16.00 ± 1.26 <sup>A</sup>	19.17 ± 0.75 <sup>CH</sup>	25.83 ± 2.14 <sup>E</sup>

注:每行数字右上角字母不同,表示组间存在显著差异 ( $P < 0.05$ );如相同,则表示组间无显著差异 ( $P > 0.05$ )。

### 3 结论

研究发现,调理鸭肉经 110 ℃,30 min 柔性杀菌后,Nisin 和植酸均能有效地抑制铝箔、PVC、尼龙复合材料和 PET 等材质包装的调理鸭肉熟食中微生物的生长,使调理鸭肉的 TVB-N 值、TBA 值与空白组相比有明显下降,而且 Nisin 与植酸相比,Nisin 的保鲜效果更佳。在该 4 种包装材料中,铝箔包装鸭肉的 TVB-N 值、TBA 值、菌落总数最低,感官评分最高。因此,在柔性杀菌条件下,Nisin 比植酸更适合作真空包装调理鸭肉的保鲜剂,铝箔为所研究包装材料中的最佳材料。在该条件下,对调理鸭肉的保鲜效果明显。

### 参 考 文 献

[1] 项丰娟. 肉毒梭状芽孢杆菌芽孢萌发条件及鸡肉罐头

### 2.5 感官评定

表 6 显示,在空白组中,铝箔包装的鸭肉的感官评分值最高,达到  $18.00 \pm 1.10$ ,而 PVC 包装鸭肉的感官评分值最低,为  $11.67 \pm 1.21$ 。SUSAN 研究 PVC、赛纶(Saran Wrap)、铝箔等包装材料对冻猪肉糜的保鲜效果时发现,PVC 包装猪肉糜的酸败风味最大<sup>[14]</sup>,铝箔包装的肉质最好。在植酸组和 Nisin 组中,均是铝箔包装鸭肉的评分值最高,分别为  $24.17 \pm 1.17$  和  $30.50 \pm 0.84$ ,而尼龙复合材料是 2 组中鸭肉评分值最低的包装材料。感官评分总分中,Nisin 处理 + 铝箔包装样品的总分最高,且与其他样品均呈显著差异 ( $P < 0.05$ )。并且,铝箔包装的调理鸭肉熟食的风味中无塑料源异味。RIVAS-CANEDO 研究发现,塑料包装材料中的挥发性物质中可向脂肪含量丰富的肉类食品中迁移<sup>[15]</sup>。因此,从感官评分来看,Nisin 为最佳保鲜剂,铝箔袋为最佳包装材料。

低温杀菌方法的研究[D]. 新乡:河南科技学院,2015.

[2] 李喜仙. 烧鸡制品综合保鲜技术与卫生质量评价研究[D]. 郑州:郑州大学,2006.

[3] 布丽君,钟正泽,林保忠,等. 不同杀菌方式对卤鹅品质的影响研究[J]. 食品工业科技,2013,34(24):258 - 260,264.

[4] ZHOU Guang-hong, XU Xin-lian, LIU Yuan. Preservation technologies for fresh meat-A review[J]. Meat Science, 2010,86(1):119 - 128.

[5] 高延芬,徐虹,宋焕禄. 植酸及其生理活性研究进展[J]. 食品工业科技,2013,34(1):368 - 371;376.

[6] 李冠霖,乔润玲,杨万根,等. 以植酸为保鲜剂的调理鸭肉柔性杀菌条件研究[J]. 肉类工业,2016(1):24 - 27.

[7] 张荣华,赵士权,林明珠,等. 腌腊肉制品中丙二醛测定方法的探讨[J]. 中国食品卫生杂志,2001(4):16 - 17.

[8] 上海市食品卫生监督检验所. GB/T 5009.44 - 2003 肉与肉制品卫生标准的分析方法[S]. 北京:中国标准出

版社,2003.

- [9] 中国疾病预防控制中心营养与食品安全所. GB 4789.2—2010 食品安全国家标准 食品微生物学检验 菌落总数测定[S]. 北京:中国标准出版社,2010.
- [10] 赵改名,郝红涛,柳艳霞. 肉糜类制品质地的感官评定方法[J]. 中国农业大学学报, 2010, 15(2): 100 - 105.
- [11] HUANG Wen-ding, DEB S, SEO Y S, et al. A passive radio frequency pH-sensing tag for wireless food-quality monitoring[J]. Sensors Journal, 2012, 12(3): 487 - 495.
- [12] RUKCHON C, NOPWINYUWONG A, TREVANICH S, et al. Development of a food spoilage indicator for monitoring freshness of skinless chicken breast[J]. Talanta, 2014, 130: 547 - 554.
- [13] BARI M L, UKUKU D O, KAWASAKI T, et al. Combined efficacy of Nisin and pediocin with sodium lactate, citric acid, phytic acid, and potassium sorbate and EDTA in reducing the *Listeria monocytogenes* population of inoculated fresh-cut produce[J]. Journal of Food Protection, 2005, 68: 1 381 - 1 387.
- [14] BREWER M S, IKINS W G, HARBERS C A Z. TBA Values, sensory characteristics, and volatiles in ground pork during long-term frozen storage: effects of packaging[J]. Journal of Food Science, 1992, 57(3): 558 - 563.
- [15] ANA R C, ESTRELLA F G, MANUEL N. Volatile compounds in fresh meats subjected to high pressure processing: Effect of the packaging material[J]. Meat Science, 2009, 81(2): 321 - 328.

## Comparison on preservation effect of Nisin, phytic acid and packaging materials for pretreated duck meat

YANG Wan-gen<sup>1</sup>, LI Guan-lin<sup>1</sup>, CAO Ze-hong<sup>2</sup>, HUI Hong<sup>3</sup>

1 (Institute of Food Science, Jishou University, Jishou 416000, China)

2 (Food Engineering Department, Xuzhou Institute of Technology, Xuzhou 221111, China)

3 (Xuzhou Furun Poultry Food Co., Ltd, Xuzhou 221600, China)

**ABSTRACT** Exploring an effective flexible sterilization technology is of great significance for improving quality of cooked pretreated duck meat. To select natural preservative and packaging materials suitable for use in combination with flexible sterilization, the pretreated duck meat was treated with Nisin and phytic acid, and then the packaging bags made of Aluminum foil, polyester (PET), nylon composites, polyvinyl chloride (PVC) were adopted for vacuum package. After sterilization at 110℃ for 30min and accelerated shelf-life test for one week, the indicators including pH, total volatile basic nitrogen (TVB-N) value, thiobarbituric acid (TBA) value, total bacterial counts, sensory assessment were evaluated. It was found that Nisin and phytic acid could effectively inhibit the microorganism and reduce the TVB-N and TBA values, wherein the preservation effect of Nisin was better than that of phytic acid. Aluminum foil was the best one among the investigated packaging materials, which could cause the lowest TVB-N value, TBA value and bacterial count and showed the highest sensory score of the packaged food stuff.

**Key words** pretreated duck meat; preservation; packaging materials; Nisin; phytic acid