

DOI: 10.19812/j.cnki.jfsq11-5956/ts.20240604004

新型工艺湘式腊肉在不同贮藏温度下品质变化研究

王希¹, 李宏武², 周熙^{1*}, 刘水平¹, 林仲仪¹, 李文青¹

(1. 株洲市食品药品检验所, 株洲 412000; 2. 湖南唐人神肉制品有限公司, 株洲 412000)

摘要: **目的** 探究新工艺条件下湘式腊肉在不同贮藏条件下的品质变化。**方法** 分析3个贮藏温度(5、25、35 °C)下湘式腊肉感官品质、微生物、过氧化值和硫代巴比妥酸反应物(thiobarbituric acid reactive substances, TBARS)值的变化规律, 并分析感官指标与其他指标之间的相关性。**结果** 不同贮藏温度下, 湘式腊肉的感官品质随着贮藏时间的延长出现不同程度的降低, 降低的速率为35>25>5 °C。各个品质指标(菌落总数、霉菌、过氧化值及TBARS值)则不同程度的上升, 且35 °C实验组上升速率为最大, 5 °C实验组上升速率最慢。所有实验组湘式腊肉的感官评价指标与理化指标的Pearson相关系数都较好, 大部分都在0.9以上。各个贮藏组的过氧化值、TBARS值与感官评分之间的Pearson相关性更好。**结论** 新工艺条件下大规模工业化生产的湘式腊肉其食用的安全性有保障, 在低温或常温贮藏时, 其品质较为稳定。

关键词: 湘式腊肉; 贮藏温度; 氧化指标; 微生物; 品质变化

Study on quality variations of new type of Hunan bacon stored with new technology under different storage temperatures

WANG Xi¹, LI Hong-Wu², ZHOU Xi^{1*}, LIU Shui-Ping¹, LIN Zhong-Yi¹, LI Wen-Qing¹

(1. Zhuzhou Institute for Food and Drug Control, Zhuzhou 412000, China;
2. Hunan Tangrenshen Meat Product Co., Ltd., Zhuzhou 412000, China)

ABSTRACT: Objective To investigate the quality changes of new process Hunan bacon under different storage temperatures. **Method** The changes in sensory quality, microorganism growth, peroxide value, and thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) of hunan bacon were analyzed at different storage temperatures (5, 25, 35 °C). Additionally, the correlation between sensory indicators and other parameters was examined. **Result** The results showed that the sensory quality of Hunan smoked bacon gradually deteriorated with the extension of storage time under varying storage temperatures, and the rate of decrease was 35>25>5 °C. All indicators of quality (The total bacterial count, mycete, peroxide value and TBARS values) increased gradually with the extension of storage time, with the 35 °C experimental group showed the highest rate of increase and the 5 °C experimental group demonstrated the slowest rate. The Pearson correlation coefficients between the sensory

基金项目: 湖南省市场监督管理局食品药品安全科技项目(2020KJJH41)

Fund: Supported by the Food and Drug Safety Technology Project of Hunan Provincial Administration for Market Regulation (2020KJJH41)

*通信作者: 周熙, 高级工程师, 主要研究方向为食品安全及检测。E-mail: 379473277@qq.com

*Corresponding author: ZHOU Xi, Senior Engineer, Zhuzhou Institute for Food and Drug Control, No.42, Wenhua Road, Hetang District, Zhuzhou 412000, China. E-mail: 379473277@qq.com

evaluation indicators and physicochemical indicators of bacon at different storage temperatures were quite strong, with most coefficients exceeding 0.9. Furthermore, the Pearson correlation between peroxide value, TBARS value and sensory scores improved in each storage group. **Conclusion** The safety of Hunan bacon, produced on a large scale with new technological methods, is ensured. Its quality remains relatively stable when stored at low or room temperature.

KEY WORDS: Hunan bacon; storage; physical and chemical indexes; microorganisms; quality variation

0 引言

市场上流通着各式各样的腊肉,其中湘式腊肉是一类具有浓郁地方特色的产品,其风味独特,广受欢迎^[1-2],主要品牌有荣业广式腊味、松桂坊、唐人神、俄瓦斯号熟食腊味、沙坡里以及杨大爷湘西老腊肉等。随着经济社会的发展,消费者越来越关注食品的配料表、加工工艺以及食品原料等,消费者对腊肉制品不仅要求色香味俱全,对腊肉产品的安全性和营养性要求也越来越高,但传统工艺的腊肉存在盐分含量高、货架期短、微生物污染、亚硝酸盐产量高、苯并[a]芘的增加以及生产周期偏长等不足之处^[3-7]。这些问题限制了湘式腌腊肉的发展,也不利于湘式特色腊肉制品的推广。近些年,很多研究者对腊肉的加工工艺以及货架期内的品质变化进行了研究,贺雪华等^[8]以重庆改进型城口腊肉为研究对象,发现在不同贮藏条件(25、30、35 °C)下其感官品质理化指标的变化及相关性,然后以过氧化值(peroxide value, POV)为关键的货架期预测模型因子进行货架期预测,理论货架期预测值与实测值十分接近。贺稚非等^[9]为了研究川味腊肉货架期期间的品质变化研究,以川渝两地的几种川味腊肉为研究对象,测定在货架期内相关的理化品质指标,发现高温以及散装晾挂的腊肉品质变化明显,真空包装的产品各个品质指标明显好于散装晾挂的产品,该研究为解决腊肉贮藏以及销售等实际问题提供了一定的参考。易倩^[10]研究了低温贮藏(5 °C和-18 °C)对荣国福川式腊肉风味品质的影响,发现在相同的贮藏时间内,添加抗氧化剂的腊肉感官品质明显优于对照组。

湘式腌腊肉制品现代化加工工艺将行业原来的加工工艺流程化、数字化、固化,结合智能调控装备将推动行业从小作坊走向了产业化、规模智能化^[11-14]。新工艺流程包括原辅料验收、选料修整、配料、真空滚揉快速腌制、智能化烘箱分阶段式烘烤及低温熏制,详情如图 1 所示^[11-14]。新型工艺主要在腌制、烘烤以及熏制等几个加工环节进行了优化,腌制时间越久,挥发性盐基氮含量越高,品质越差。新型工艺采用真空滚揉快速腌制技术,修整好的肉料在特制的滚筒内相互撞击挤压,从而实现快速腌制的目的,快速的腌制也能减少肉料的氧化变质,肉料的氧化程度小于

传统工艺的 30%^[11-14]。该工艺可以改善肉料的内部结构,松弛并不同程度的破坏肉料内的纤维结缔组织和纤维内部的蛋白质,而且能使肉料不同程度的膨胀,增强其保水性,也有利于产品口感的提升^[11-14]。传统熏制烘烤工艺依靠的是工人的经验,烘烤温度大小难以控制,产品批次之间品质差异大以及工艺过程难以监控的缺点,也难以控制苯并[a]芘的产生。新工艺采用全自动控温控湿烘柜,分 4 个阶段烘烤,降低腊肉制品在烟熏过程中产生苯并[a]芘含量,新工艺监测效率提升 30%,能耗下降 20%,烘烤工艺如表 1 所示^[12-16]。

本研究是以新工艺条件下真空袋包装的湘式腊肉为研究对象,分析 3 个不同贮藏温度(5、25、35 °C)下其感官指标、关键理化指标和微生物的变化及其相关性,探究新工艺条件下大规模工业化生产的湘式腊肉在不同温度水平下的品质变化,为肉制品企业的工业化生产、销售提供参考。

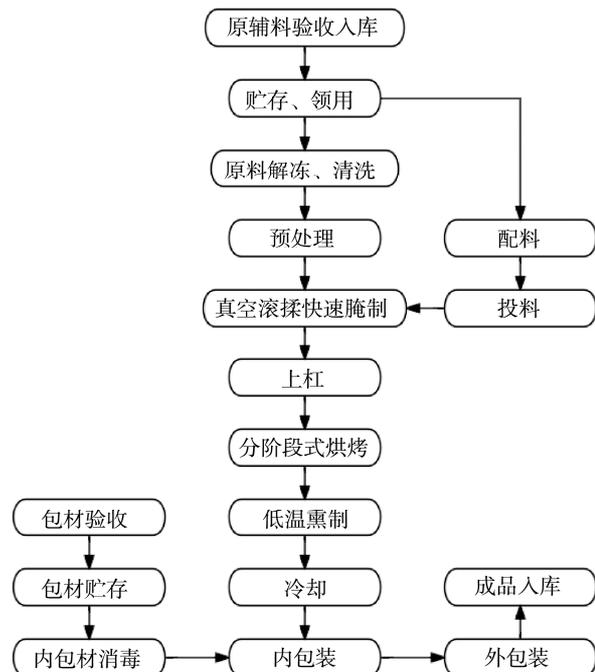


图1 湘式腌腊肉制品现代化加工工艺流程

Fig.1 Hunan bacon modern processing technology flow

表 1 分阶段式烘烤工艺
Table 1 Staging baking process

序号	时间/h	温度/°C
第一阶段	<2	55
第二阶段	2~8	56~58
第三阶段	8~20	54~55
第四阶段	>20	50~52

1 材料与amp;方法

1.1 材料与试剂

实验材料由项目合作方湖南唐人神肉制品有限公司负责加工, 采用复合膜真空袋包装(双向拉伸尼龙 BOPA/EVOH/LDPE 复合膜)。

硫代硫酸钠标准溶液[GBW(E)081130, 20190718A, 深圳市博林达科技有限公司]; 三氯甲烷(优级纯)、三氯乙酸、硫代巴比妥酸(thiobarbituric acid, TBA)(分析纯)(上海安谱实验科技科技股份有限公司); 丙二醛标准溶液(BWB2138-2016, 20190813, 北方伟业计量集团有限公司); 磷酸盐缓冲溶液、平板计数琼脂培养基、孟加拉红培养基(北京路桥科技技术股份有限公司)。

1.2 仪器与设备

XSE105DU 电子分析天平(精度 0.1 mg, 瑞士梅特勒托利多); 棱光 732 型可见分光光度计(上海仪电分析仪器有限公司); DZKW-S-8 电热恒温水浴锅(上海科恒实业发展有限公司); BSC-150 恒温恒湿箱(上海博讯医疗生物仪器股份有限公司); Smart Dilution W Two Pumps 智能稀释仪(西班牙 IUL 公司); SPX-150-B 智能化培养箱(苏州川恒仪器有限公司); BHC-1300IIA2 型生物安全柜(苏州净化设备有限公司)。

1.3 方法

1.3.1 样品的前处理

参考贺雪华等^[8]、贺稚非等^[9]以及张智潇^[17]的研究, 将熏制好的湘式腊肉装入已灭菌的复合膜真空袋包装中真空包装, 分别放置于 5、25、35 °C 条件下贮藏(5 °C 为低温对照实验、25 °C 为常温实验以及 35 °C 高温破坏实验), 然后对不同贮藏时间点的试样进行相关的品质指标的测定^[8-9, 17]。5 °C 于 0、5、10、15、20、30、40、60、90、120、150 d 对其进行采样检测; 25 °C 条件下贮藏的腊肉同 5 °C 一样的时间点进行采样检测, 但只检测到 90 d; 35 °C 条件下贮藏的腊肉的采样检测同上, 所有贮藏条件的实验组样品微生物指标都只做到 60 d。

1.3.2 理化指标的测定

POV 的测定按照 GB 5009.227—2016《食品安全国家标准 食品中过氧化值的测定》。硫代巴比妥酸反应物(thiobarbituric acid reactive substances, TBARS)值的测定综

合了贺雪华等^[8]、张建友^[18]、FAN 等^[19]以及 ANDRES 等^[20]的实验方案, 再根据实际情况适当调整实验方案^[19]。称取碎样 5 g 于 50 mL 的离心管中, 加入 45 mL 含量 7.5% 三氯乙酸溶液, 然后使用高速匀浆机均质样品, 然后在 4 °C 条件下使用低温高速离心机高速离心样品使固液完全分离, 过滤, 将滤液转移至 50 mL 带刻度的离心管中, 再加入 5 mL 0.02 mol/L TBA 溶液, 最后用一级水定容至刻度, 最后于 90 °C 条件下水浴 40 min, 水浴完成后冷却至室温, 在 532 nm 波长处测定吸光度。每个样品平行测定 3 次, 取平均值。空白实验采用一级水代替滤液, 进行校零, 丙二醛标准曲线见表 2。

表 2 丙二醛标准曲线
Table 2 Malondialdehyde standard curve

试样	质量浓度 C (μg/mL)	吸光值(A)	标准曲线方程
B ₀	0.0000	0.000	Y=1.1013X-0.0006 (r ² =0.9999)
B ₁	0.0100	0.010	
B ₂	0.0200	0.018	
B ₃	0.0500	0.054	
B ₄	0.1000	0.106	
B ₅	0.2000	0.226	
B ₆	0.5000	0.554	
B ₇	1.0000	1.098	

1.3.3 微生物的测定

按照 GB 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》的检验要求测定新工艺湘式腊肉菌落总数, 称样 200 g 左右的样品加 3 mL 生理盐水, 表面揉匀后吸取 1 mL 进行梯度稀释, 菌落总数的稀释梯度为 10⁻⁴、10⁻⁵、10⁻⁶, 3 个梯度进行实验, 结果以 lg(CFU/g) 表示。按照 GB 4789.15—2016《食品安全国家标准 食品微生物学检验 霉菌和酵母计数》的检验要求测定新工艺湘式腊肉中的霉菌, 霉菌的稀释梯度为取 10⁻¹、10⁻²、10⁻³, 3 个梯度进行实验, 结果用 CFU/g 表示。菌落总数的样品于 36 °C 培养(48±2) h 后记录菌落总数, 待测样于 28 °C 培养(120±2) h 后记录霉菌数。

1.3.4 感官评价方案

感官评价的方法参考 GB 2730—2015《食品安全国家标准 腌腊肉制品》和 GB/T 22210—2008《肉与肉制品感官评定规范》以及相关研究, 选择全国不同地域的 5 女 5 男 10 位通过培训的专业感官品评员进行品评^[8, 17]。评分标准如表 2 所示, 每个样品每位品评员评价一次, 且每个评价指标的权重不同, 色泽、结构、口感及风味分别记为 X₁、X₂、X₃、X₄, 总分为(X=0.2X₁+0.2X₂+0.3X₃+0.3X₄), 最终取均值。参与感官品评之前, 参评人按照感官评定的相关要求做好评定前的准备情况, 品评人员在品评过程中应独自打分, 不能相互交换意见。

表 3 腌腊肉制品感官品质评分标准表
Table 3 Criteria for sensory evaluation of the smoked bacon

项目及评分标准	50 分以下	50~65 分	66~85 分	86~100 分	权重
色泽	肉色灰暗无光, 脂肪发黄, 有霉斑	肉色灰暗略有光泽, 脂肪发黄	肉色深红有光泽, 脂肪透明或白色	肉色玫红有光泽, 脂肪透明或白色	0.20
结构	表面很不干爽, 无弹性, 无切片性	表面不干爽, 略有弹性, 切片性不好	表面有点干爽, 略有弹性, 切片性一般	肉身干爽、有弹性, 切片性好	0.20
口感	口感很松软	口感松软	口感有点松软	口感适中	0.30
风味	基本无香味, 有明显酸败味或其它异味, 回味很差	香味较淡, 有一点酸败味或其它异味, 回味较差	腊香味一般, 有点回味	腊香味浓郁, 回味足	0.30

1.4 数据处理

每次实验有 3 个平行样, 每次实验均进行重复测定, 用 Excel 2007 软件计算出平均值及标准偏差, 而后进行绘图。利用 SPSS 21.0 对数据进行 Person 相关性分析, 采用单因素方差分析, 分析处理组之间的差异显著性, 显著性差异值为 $P < 0.05$ 。

2 结果与分析

2.1 不同贮藏温度下湘式腊肉感官品质的变化

腌腊肉制品在贮藏期间, 光照、温度以及湿度等各种因素都能影响腊肉的品质, 当腊肉的感官使人产生厌恶感的时候, 则称该食品发生腐败变质^[21-22]。腊肉感官评价结果见表 4, 不同贮藏温度下, 新鲜的湘式腊肉其表面色泽鲜明, 脂肪透明, 无黏液、无霉点, 肉身干爽、有弹性, 切片性好, 腊香味浓郁; 随着贮藏时间的延长, 采用 EVOH

高阻隔真空包装的腊肉的感官品质均有明显的变化。各个贮藏组前 10 d, 腊肉的色泽、结构、口感以及风味的感官评定没有明显的差别。在贮藏 30 d 时, 35 °C 贮藏组的腊肉的色泽、结构、口感以及风味的评分明显降低, 处于难以接受的水平, 腊肉有明显的腐败味、切面存在暗褐色, 按压组织出现渗油, 这主要是由于高温的影响, 脂肪氧化加快, 腊肉色泽、结构以及风味等发生明显变化; 贮藏 90 d 时, 常温 25 °C 贮藏组其感官评定等级有明显变化, 处于难以接受的水平, 此时腊肉的表面失去了原有的光泽, 切面存在暗褐色, 按压渗油明显, 组织形状有松散的迹象并且有明显的异味和酸败味; 5 °C 贮藏组作为对照组, 其感官评分下降较慢, 在 150 d 时感官评定等级发生明显变化, 组织形状松散, 腊香味不再浓郁。贮藏期内, 5 °C 贮藏组在色泽、结构、口感以及风味的感官指标的评分还是明显好于其他两个贮藏组。因此, 低温贮藏可以较好地维持腊肉的感官品质, 延缓腊肉感官品质的下降速度。

表 4 不同贮藏条件下湘式腊肉感官品质评分
Table 4 Changes in sensory quality of Hunan bacon during storage at different temperatures

贮藏温度/°C	贮藏天数/d	评分				
		色泽	结构	口感	风味	总分
5	0	95.76±0.80 ^A	96.10±0.36 ^A	96.96±1.30 ^A	97.06±0.47 ^A	96.58±0.14 ^A
	5	93.73±0.85 ^B	93.33±0.40 ^B	96.26±0.32 ^A	96.30±0.52 ^A	95.18±0.11 ^B
	10	90.00±0.45 ^C	89.96±0.55 ^C	93.86±0.49 ^B	93.13±0.64 ^B	92.09±0.16 ^C
	15	87.50±0.59 ^D	87.83±0.64 ^D	89.56±1.04 ^C	90.86±0.47 ^C	89.19±0.22 ^D
	20	83.13±0.81 ^E	84.16±1.15 ^E	85.33±0.41 ^D	88.83±0.40 ^D	85.71±0.32 ^E
	30	80.40±1.41 ^F	83.50±3.14 ^E	82.23±0.76 ^E	85.36±0.61 ^E	83.06±0.90 ^F
	40	78.30±0.95 ^G	77.83±0.60 ^F	77.43±0.58 ^F	78.26±0.68 ^F	77.93±0.43 ^G
	60	75.90±0.85 ^H	74.90±0.17 ^G	73.50±0.55 ^G	73.00±0.95 ^G	74.11±0.60 ^H
	90	71.86±0.65 ^I	71.23±0.80 ^H	69.83±0.51 ^H	67.83±0.55 ^H	69.92±0.19 ^I
	120	69.10±0.95 ^J	64.50±0.55 ^I	65.70±0.95 ^I	66.26±1.36 ^I	66.31±0.33 ^J
25	150	61.00±0.79 ^K	61.63±1.15 ^J	62.23±0.41 ^J	62.23±0.28 ^J	61.86±0.29 ^K
	0	95.76±0.80 ^A	96.10±0.36 ^A	96.96±1.30 ^A	97.06±0.47 ^A	96.58±0.14 ^A
	5	92.73±0.35 ^B	95.10±0.39 ^A	94.26±0.77 ^B	95.26±1.02 ^B	94.42±0.41 ^B
	10	89.40±0.69 ^C	92.53±0.45 ^B	88.36±1.85 ^C	92.93±0.86 ^C	90.77±0.56 ^C

表 4(续)

贮藏温度/°C	贮藏天数/d	评分				
		色泽	结构	口感	风味	总分
35	15	83.83±0.37 ^D	90.63±0.68 ^C	89.33±0.80 ^C	90.60±0.62 ^D	88.87±0.41 ^D
	20	80.60±0.65 ^E	86.90±0.75 ^D	87.76±0.77 ^D	86.66±0.83 ^E	85.83±0.44 ^E
	30	78.46±0.51 ^F	84.96±1.11 ^E	84.63±2.25 ^E	81.43±1.22 ^F	82.50±0.90 ^F
	40	73.26±0.65 ^G	78.93±1.37 ^F	80.03±0.35 ^F	73.93±0.83 ^G	76.63±0.32 ^G
	60	67.03±0.77 ^H	71.46±1.40 ^G	64.60±0.60 ^G	63.16±0.50 ^H	66.03±0.64 ^H
	90	60.93±0.90 ^I	61.50±1.15 ^H	56.66±0.86 ^H	49.56±0.83 ^I	56.35±0.63 ^I
	0	95.76±0.80 ^A	96.10±0.36 ^A	96.96±1.30 ^A	97.06±0.47 ^A	96.58±0.14 ^A
	5	91.76±0.90 ^B	94.16±0.50 ^B	93.50±0.40 ^B	91.16±0.68 ^B	92.58±0.43 ^B
	10	88.00±0.87 ^C	89.46±0.60 ^C	89.93±0.50 ^C	83.46±1.40 ^C	87.51±0.41 ^C
	15	82.63±1.10 ^D	83.73±0.85 ^D	84.40±0.88 ^D	76.66±0.55 ^D	81.59±0.67 ^D
	20	75.26±0.56 ^E	77.36±0.89 ^E	77.80±0.36 ^E	68.46±0.55 ^E	74.40±0.35 ^E
	30	68.20±0.95 ^F	70.46±0.70 ^F	72.33±0.76 ^F	66.56±1.15 ^F	69.40±0.68 ^F
40	62.83±0.73 ^G	67.40±0.87 ^G	62.43±1.06 ^G	59.00±1.21 ^G	62.47±0.57 ^G	
60	59.76±1.00 ^H	62.80±0.79 ^H	51.50±1.49 ^H	48.33±0.60 ^H	54.46±0.21 ^H	

注: 相同贮藏温度条件下, 同列肩标字母不同表示差异显著($P < 0.05$)。

2.2 不同贮藏温度下湘式腊肉菌落总数和霉菌的变化

微生物是肉与肉制品贮藏品质劣变的主要因素, 菌落总数是衡量食品腐败变质程度的重要指标, 本研究中的菌落总数高于相关研究^[23-25], 可能是由于新工艺的腌制环节用盐比较少, 同时采用的低温熏制。样品在不同储存时间和温度下进行测试, 菌落总数结果如下图 2 所示。25、35 °C 贮藏条件下, 腊肉中的菌落总数增长明显, 且贮藏温度越低, 唐人神腊肉的菌落总数增长越慢。各个贮藏组的菌落总数初始值为 4.76 [lg(CFU/g)], 贮藏 30 d 后菌落总数分别为 6.02、6.74、6.92 [lg(CFU/g)]; 贮藏到 60 d 时, 菌落总数分别为 6.86、7.86、8.07 [lg(CFU/g)]。5 °C 贮藏时菌落总数增长速率明显低于 25、35 °C 贮藏组。

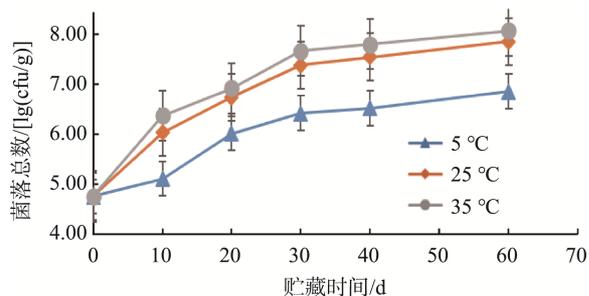


图2 不同贮藏温度下湘式腊肉菌落总数的变化
Fig.2 Changes in total bacterial count of Hunan bacon during storage at different temperatures

各贮藏温度条件下, 腊肉在贮藏过程中霉菌数量整体处于上升态势, 5 °C 低温对照组的霉菌数量增长速率明显低于 25、35 °C 贮藏组, 贮藏温度越高, 霉菌增长越快, 详情见图 3。在 5、25、35 °C 贮藏条件下菌落总数的初始值为 12 CFU/g, 贮藏 30 d 后分别为 240、1500、2767 CFU/g; 贮藏到 60 d 时, 霉菌总数分别为 1000、2800、9500 CFU/g。在贮藏 30 d 的时候, 35 °C 贮藏组的霉菌含量是 5 °C 贮藏组的 11 倍。此时腊肉已经发生腐败变质, 无法食用, 说明低温可以有效地抑制霉菌的生长。

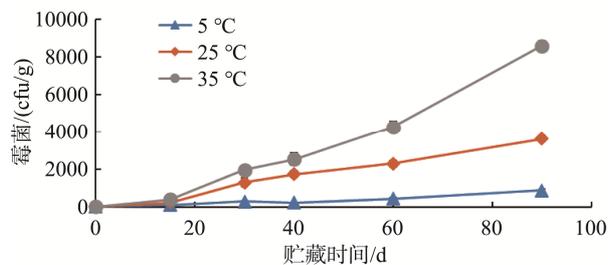


图3 不同贮藏温度下湘式腊肉霉菌的变化
Fig.3 Changes in mycete count of Hunan bacon during storage at different temperatures

2.3 不同贮藏温度条件下湘式腊肉 POV 的变化

我国传统腌腊肉的生产周期长, 自然发酵成熟, 其脂肪氧化相对而言比较明显, POV 通常用来衡量脂肪氧化的程度^[26-30]。初始时, 唐人神腊肉各个贮藏组的 POV 为

表 5(续)

	指标	色泽	结构	口感	风味	总分	霉菌	菌落总数	POV	TBARS
25 °C	色泽	1	0.978**	0.914**	0.969**	0.975**	-0.946**	-0.887**	-0.902**	-0.954**
	结构		1	0.948**	0.992**	0.992**	-0.974**	-0.948**	-0.951**	-0.983**
	口感			1	0.958**	0.975**	-0.967**	-0.951**	-0.935**	-0.943**
	风味				1	0.995**	-0.966**	-0.965**	-0.965**	-0.993**
	总分					1	-0.979**	-0.957**	-0.956**	-0.984**
	霉菌						1	0.953**	0.942**	0.965**
	菌落总数							1	0.984**	0.975**
	POV								1	0.977**
	TBARS									1
	色泽	1	0.997**	0.970**	0.979**	0.991**	-0.845**	-0.848**	-0.923**	-0.956**
35 °C	结构		1	0.970**	0.981**	0.991**	-0.851**	-0.852**	-0.925**	-0.957**
	口感			1	0.979**	0.991**	-0.941**	-0.925**	-0.967**	-0.985**
	风味				1	0.994**	-0.891**	-0.857**	-0.922**	-0.946**
	总分					1	-0.899**	-0.883**	-0.944**	-0.970**
	霉菌						1	0.955**	0.952**	0.936**
	菌落总数							1	0.940**	0.954**
	POV								1	0.984**
	TBARS									1

注: **在 0.01 级别(双尾), 相关性显著。

3 讨论与结论

湘式腊肉现代化加工工艺的特点主要在人、机、料、法、环方面进行分析和控制, 重点对原辅包及工艺进行研究和控制。原料的初始菌、重金属、药残等指标决定着产品的根本品质。原料的拌料均匀度、腌制环境的温度和湿度控制影响原料肉的腌制效果, 进而影响产品的风味表达、参数指标及保质期。新工艺将行业原来的加工工艺流程化、数字化、固化, 结合智能调控装备, 完成了原料的安全性控制、腌制环境控制以及烘烤工艺控制, 一方面确保了产品的品质安全, 同时, 缩短了加工工艺时间, 提高了分工序的出品率。新工艺能有效地控制湘式腊肉的品质, 同时推动行业从小作坊走向了产业化、规模智能化, 也极大的助推了湖南腌腊肉制品的高质量发展。

结果表明新工艺条件下的湘式腊肉在 3 个贮藏温度(5、25、35 °C)水平下, 贮藏时间对其品质有着显著的影响。不同贮藏温度下新工艺条件下湘式腊肉的感官品质随贮藏时间的延长而逐渐降低, 而微生物及相关理化指标均逐渐上升, 且上升速率为 35>25>5 °C。不同贮藏温度与贮藏时间下腊肉的感官评价指标与理化指标呈极显著相关, 各个贮藏组的 POV 值、TBARS 值与感官评分之间的 Pearson 相关系数更好, 感官评分与理化指标之间的 Pearson 相关

系数大部分在 0.9 以上。贮藏温度越低, 品质变化较小, 5 °C 低温有利于贮藏腊肉, 低温能够抑制微生物的繁殖以及脂肪的腐败。由此可见, 新工艺条件下的湘式腊肉其食用的安全性有保障, 在低温或常温贮藏时, 其品质较为稳定, 建议在贮藏环节或零售时采用低温贮藏, 有利于消费者能买到品质良好的湘式腊肉。

参考文献

- [1] 王虎虎, 刘登勇, 徐幸莲, 等. 我国传统腌腊肉制品产业现状及发展趋势[J]. 肉类研究, 2013, (9): 5.
WANG HH, LIU DY, XU XL, *et al.* Trends in China's industrial development and research of traditional cured meat products [J]. Meat Res, 2013, (9): 5.
- [2] 翁航萍, 宋翠英, 王盼盼. 对我国传统肉制品的探讨[J]. 肉类研究, 2007, (12): 3.
WENG HP, SONG CY, WANG PP. The discussion on Chinese traditional meat products [J]. Meat Res, 2007, (12): 3.
- [3] 付智星, 王卫, 侯薄, 等. 传统腌腊肉制品安全隐患控制及其品质提升[J]. 食品科技, 2016, (10): 4.
FU ZX, WANG W, HOU B, *et al.* Control of safety risks and quality improvement of traditional cured meat [J]. Food Technol, 2016, (10): 4.
- [4] 朱新鹏, 梁如, 张伟艺, 等. 腊肉的食用安全性及其有害物质控制[J]. 食品安全质量检测学报, 2020, 11(19): 6829-6834.

- ZHU XP, LING R, ZHANG WY, *et al.* Food safety of cured meat and control of its harmful components [J]. *J Food Saf Qual*, 2020, 11(19): 6829–6834.
- [5] 帅瑾, 吕晓飞, 刘胜男, 等. 不同贮藏温度对肉制品中亚硝酸盐含量的影响[J]. *食品研究与开发*, 2017, 38(1): 139–141.
- SHUAI J, LV XF, LIU SN, *et al.* The impact on nitrite in meat products during different storage temperature [J]. *Food Res Dev*, 2017, 38(1): 139–141
- [6] 陆逢贵, 邹玉峰, 刘登勇. 腊肉产业存在的问题及应对措施[J]. *食品安全质量检测学报*, 2018, 9(20): 5281–5287.
- LU FG, ZOU YF, LIU DY, *et al.* Problems existing in the bacon industry and countermeasures [J]. *J Food Saf Qual*, 2018, 9(20): 5281–5287.
- [7] 蔡振林. 湖南农家腊肉和工业化生产腊肉品质及安全性比较研究[D]. 扬州: 扬州大学, 2021.
- CAI ZL. A comparative study on the quality and safety of Hunan peasant bacon and industrially produced bacon [D]. Yangzhou: Yangzhou University, 2021.
- [8] 贺雪华, 李林, 白登荣, 等. 改进型城口腊肉贮藏过程中的品质变化及货架期预测[J]. *食品科学*, 2017, 38(11): 256–262.
- HE XH, LI L, BAI DR, *et al.* Quality variations and shelf life prediction of Chinese traditional bacon stored at different temperatures [J]. *Food Sci*, 2017, 38(11): 249–255.
- [9] 贺稚非, 薛山, 李洪军, 等. 川味腊肉货架期间的品质变化[J]. *食品工业科技*, 2013, 34 (18): 318–321.
- HE ZF, XUE S, LI HJ, *et al.* Physical and chemical quality variation of the Sichuan-style bacon during shelf life [J]. *Sci Technol Food Ind*, 2013, 34(18): 318–321.
- [10] 易倩. 低温贮藏对川式腊肉风味品质的影响研究[D]. 重庆: 西南大学, 2011.
- YI Q. Study on flavor substance of Sichuan traditional bacon lay in low temperature[D]. Chongqing: Southwest University, 2011.
- [11] 罗青雯. 湖南湘西腊肉工业化生产关键技术研究[D]. 长沙: 湖南农业大学, 2015.
- LUO QW. Study on industrial processing key technology of Xiang-xi smoked meat [D]. Changsha: Hunan Agricultural University, 2015.
- [12] 周熙, 宋忠祥, 李宏武, 等. 新型湘式腊肉在不同包装贮藏条件下理化指标的变化研究[J]. *肉类工业*, 2021, (12): 17–21.
- ZHOU X, SONG ZX, LI HW, *et al.* Study on the changes of physicochemical indexes of new type of hunan bacon under different packaging and storage conditions [J]. *Meat Ind*, 2021, (12): 17–21.
- [13] 孙琦, 夏启禹, 付浩华, 等. 一种冷熏腊肉及其制备方法: CN201710332978. 1[P]. 2017-09-01.
- SUN Q, XIA QY, FU HH, *et al.* The invention discloses a method for preparing cold smoked bacon: CN201710332978. 1 [P]. 2017-09-01.
- [14] 宋忠祥. 新型无烟熏低钠腊肉的工艺研究[D]. 长沙: 湖南农业大学, 2015.
- SONG ZX, Research on the technology of new non-smoked and lower sodium bacon [D]. Changsha: Hunan Agricultural University, 2015.
- [15] 宋忠祥, 刘海斌, 孙琦, 等. 一种有效控制苯并芘产生的腊肉制作方法: CN104187769A[P]. 2014-12-10.
- SONG ZX, LIU HB, SUN Q, *et al.* A bacon preparation technique for efficient regulation of benzo(a)pyrene formation: CN104187769A [P]. 2014-12-10.
- [16] 付浩华, 陶业, 王跃丽, 等. 复合过滤处理熏烟对湖南腊肉品质的影响[J]. *肉类研究*, 2020, 34(12): 49–54.
- FU HH, TAO Y, WANG YL, *et al.* Effect of sequential smoke filtration on the quality of traditional hunan smoke-cured bacon [J]. *Meat Res*, 2020, 34(12): 49–54.
- [17] 张智潇. 湘西腊肉低温贮藏过程中品质变化规律及食用安全性研究[D]. 长沙: 湖南农业大学, 2015.
- ZHANG ZX. Study on quality change and safety of Xiangxi traditional bacon in low temperature [D]. Changsha: Hunan Agricultural University, 2015.
- [18] 张建友, 赵瑜亮, 张梦雨, 等. 不同贮藏温度酱鸭品质变化及其货架期预测[J]. *食品科学*, 2019, 40(5): 250–257.
- ZHANG JY, ZHAO YL, ZHANG MY, *et al.* Quality changes and predictive modeling of shelf life of sauced duck stored at different temperatures [J]. *Food Sci*, 2019, 40(5): 250–257.
- [19] FAN W, CHI Y, ZHANG S. The use of a tea polyphenol dip to extend the shelf life of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) during storage in ice [J]. *Food Chem*, 2008, 108(1): 148–153.
- [20] ANDRES AI, CAVA R, VENTANAS J, *et al.* Lipid oxidative changes throughout the ripening of dry-cured Iberian hams with different salt contents and processing conditions [J]. *Food Chem*, 2004, 84(3): 375–381.
- [21] 张顺亮, 王守伟, 成晓瑜, 等. 湖南腊肉加工过程中挥发性风味成分的变化分析[J]. *食品科学*, 2015, 36 (16): 215–219.
- ZHANG SL, WANG SW, CHENG XY, *et al.* Chang in volatile flavor components during Hunan cured meat processing [J]. *Food Chem*, 2015, 36(16): 215–219.
- [22] 石彬, 李咏富, 龙明秀, 等. 两种辐照方式对贵州腊肉中脂肪酸成分的影响[J]. *食品安全质量检测学报*, 2022, 13 (23): 7622–7629.
- SHI B, LI YF, LONG MX, *et al.* Effects of 2 kinds of irradiation methods on fatty acids composition in Guizhou bacon [J]. *J Food Saf Qual*, 2022, 13(23): 7622–7629.
- [23] 全拓, 邓大川, 李洪军, 等. 川味腊肉货架期间主要微生物的研究[J]. *西南大学学报(自然科学版)*, 2017, (39): 14–21.
- QUAN T, DENG DC, LI HJ, *et al.* Study on the main microorganisms of traditional Sichuan bacon during its shelf life [J]. *J Southwest Univ (Nat Sci Ed)*, 2017, (39): 14–21.
- [24] 胡萍, 周光宏, 徐幸莲, 等. 真空包装烟熏火腿切片贮藏品质动态变化研究[J]. *肉类工业*, 2012, (7): 17–21.
- HU P, ZHOU GH, XU XL, *et al.* Study on dynamic characteristics of vacuum packed sliced smoking ham [J]. *Meat Ind*, 2012, (7): 17–21.
- [25] 李燕利. 腊肉和香肠贮藏期间品质变化研究[D]. 重庆: 西南大学, 2012: 30–31.
- LI YL. Research on quality changes of bacon and sausage during storage [D]. Chongqing: Southwest University, 2012.
- [26] 尚永彪, 夏杨毅, 吴金凤. 传统腊肉低温熏烤过程中脂质氧化及物理

- 化学、感官品质指标的变化[J]. 食品科学, 2010, 31(7): 33–36.
- SHANG YB, XIA YY, WU JF. Change in lipid oxidation, physio-chemical index and sensory quality of traditional chinese bacon during low-temperature smoking [J]. Food Chem, 2010, 31(7): 33–36.
- [27] 郇延军, 许伟, 赵雅娟, 等. 冷鲜肉品质评价指标的探讨[J]. 食品科学, 2012, 33(21): 107–110.
- HUAN YJ, XU W, ZHAO YJ, *et al.* Potential biochemical parameters for quality evaluation of chilled fresh pork [J]. Food Sci, 2012, 33(21): 107–110.
- [28] MARKS H, COLEMAN M. Estimating distributions of numbers of organisms in food products [J]. J Food Prot, 1998, 61(11): 1535–1540.
- [29] 李静. 不同氧化程度的脂肪对四川香肠成熟过程中品质影响的研究[D]. 雅安: 四川农业大学, 2016.
- LI J. Effect of oxidized lipid with different levels on physico-chemical properties and sensory characteristics of sichuan sausage during ripening [D]. Yaan: Sichuan Agricultural University, 2016.
- [30] 赵谋明, 孙为正, 吴燕涛, 等. 广式腊肠脂质降解与氧化的控制研究[J]. 食品与发酵工业, 2007, (8): 10–13.
- ZHAO MM, SUN WZ, WU YT, *et al.* Study on the control of hydrolysis and oxidation in chinesecantonese sausage [J]. Food Ferment Ind, 2007, (8): 10–13.
- [31] PIGNOLI G, BOU R, RODRIGUEZ-ESTRADA MT, *et al.* Suitability of saturated aldehydes as lipid oxidation markers in washed turkey meat [J]. Meat Science, 2009, 83(3): 412–416.
- [32] CERVENY J, MEYER JD, HALL PA. Compendium of the microbiological spoilage of foods and beverages [M]. New York: Springer, 2009, 1: 69–86.

(责任编辑: 蔡世佳 于梦娇)

作者简介



王 希, 硕士, 工程师, 主要研究方向为食品药品质量安全。
E-mail: zzsyj2015csu@163.com



周 熙, 高级工程师, 主要研究方向为食品药品质量安全。
E-mail: 379473277@qq.com