

卞欢,张新笑,闫征,等.不同高温杀菌条件对酱卤猪蹄品质的影响[J].江苏农业科学,2022,50(7):184-188.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2022.07.028

# 不同高温杀菌条件对酱卤猪蹄品质的影响

卞欢<sup>1</sup>,张新笑<sup>1</sup>,闫征<sup>1</sup>,邹焯<sup>1</sup>,诸永志<sup>1</sup>,赵保雷<sup>2</sup>,沈化斌<sup>2</sup>

(1.江苏省农业科学院农产品加工研究所,江苏南京 210014; 2.徐州汉成堂食品有限公司,江苏徐州 221600)

**摘要:**为开发食用品质优良且在常温条件下可贮藏一定时间的酱卤猪蹄产品,考察不同杀菌温度(100、105、110、115、120 ℃)及杀菌时间(5、10、15、20、25 min)对酱卤猪蹄感官评价、质构特性和脂质氧化的影响。结果表明,110 ℃处理 20 min 时的酱卤猪蹄的感官评价较好,优于其他杀菌条件,在该杀菌条件下的卤猪蹄硬度适中,咀嚼性和弹性均达到最大;2-硫代巴比妥酸反应物质(TBARS)的生成量低于 0.8 mg/100 g,更符合消费者的口味及需求。这为酱卤肉制品的加工及品质控制提供了理论参考。

**关键词:**酱卤猪蹄;杀菌温度;杀菌时间;质构特性;感官评价;硫代巴比妥酸反应物值(TBARS 值)

**中图分类号:**TS251.6<sup>+</sup>1 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2022)07-0184-05

我国传统美食酱卤猪肉制品一直深受消费者的喜爱,拥有广大的消费群体<sup>[1]</sup>。由于我国大部分的酱卤猪肉制品依旧采用传统的加工方式,生产卫生管理不规范,导致产品质量较低,储运过程中还需经高温杀菌。传统经验通常采用 121 ℃ 杀菌 30 min 以上,导致产品肉质变烂,蒸煮味严重,越来越难以满足人们日益增长的美好生活需要<sup>[2-3]</sup>。目前除了以高温杀菌为代表的热力杀菌以外,还有非热力杀菌、气调包装<sup>[4-5]</sup>及生物防腐剂<sup>[6-7]</sup>等新型防腐技术,其中非热力杀菌技术还包括微波杀菌<sup>[8]</sup>、辐照杀菌<sup>[9]</sup>、超高压杀菌<sup>[10]</sup>和高压脉冲电场杀菌<sup>[11]</sup>等。这些新型防腐技术虽然能显著延长食品的货架期,但仍不能完全杀死微生物,尤其是芽孢,导致常温条件下货架期较短,所以对于需要常温长保质期的产品仍须采用热力杀菌方式。李肖婵等开发了在常温下贮藏 1 个月的即食小龙虾产品,其感官评分、质构特性、色差值均较好<sup>[12]</sup>。本试验以酱卤猪蹄为对象,研究不同杀菌温度及时间对猪蹄感官评价、质构特性(硬度、弹性、咀嚼性)及脂质氧化指标硫代巴比妥酸反应物值(TBARS 值)的影响,比较其食用品质的差异,筛选出最适宜的杀

菌条件,以期对酱卤肉制品的加工及品质控制提供理论参考。

## 1 材料与amp;方法

### 1.1 材料与试剂

猪蹄购于江苏省食品集团有限公司,食用盐、酱油、糖、味精、香辛料、葱、姜购于南京市钟灵街苏果生活超市,三氯乙酸、2-硫代巴比妥酸(TBA)、1,1,3,4-四乙氧基丙烷为分析纯,试验用水由纯水仪(美国 Millipore 公司)制备。

### 1.2 仪器与设备

TVT-300XP 质构分析仪(瑞典 Perten Instruments 公司),水汽两用杀菌锅(临朐圣泰食品机械厂),DZ-600/2S 双室真空包装机(江苏大江智能装备有限公司),电子天平(意大利 BEL 公司),UV-6100 型紫外分光光度计(上海元析仪器有限公司),数字恒温水浴锅(常州国华电器有限公司)。

### 1.3 酱卤猪蹄过工艺流程及操作要点

1.3.1 工艺流程 原料检验→预处理→真空加压腌制→焯水→调味→大火烧开→小火焖焗→冷却→包装→杀菌→冷却→入常温库贮藏 6 个月。

1.3.2 操作要点 (1)真空加压腌制:将猪蹄放入真空加压设备中,加入含 1% 碳酸氢铵、4% 紫苏汁、0.15% 姜汁、2% 食盐、0.2% 花椒的去腥液,以“真空→加压→真空”不断循环的方式进行,其中真空度为 -0.06 MPa,压力值为 0.1 MPa,真空时间为 20 min,加压时间为 10 min,腌制 4 h。

收稿日期:2021-06-27

基金项目:江苏省苏北科技专项(编号:XZ-SZ201913)。

作者简介:卞欢(1987—),男,江苏盐城人,硕士,助理研究员,从事肉制品加工与质量控制研究。E-mail:bianhuanrou@163.com。

通信作者:邹焯,博士,副研究员,从事畜禽副产物高值化开发与综合利用研究。E-mail:zouye@jaas.ac.cn。

(2) 调味:将水烧开,依次加入香辛料、黄酒、老抽、白砂糖、盐、味精、葱姜、丁基羟基茴香醚(BHA),配制卤水。

(3) 大火烧开:将清洗干净的猪蹄放入汤汁中烧开沸腾,并维持约 2 min,加热温度一般为 160 ~ 180 ℃。

(4) 小火焖焐:大火烧开后转小火进入焖焐阶段,维持时间约为 30 min,加热温度一般为 90 ~ 100 ℃。

(5) 杀菌:对真空包装后的猪蹄进行杀菌处理,杀菌温度分别为 100、105、110、115、120 ℃,每个杀

菌温度下均进行 5、10、15、20、25 min 等 5 个杀菌时间处理,每个处理重复 6 次。

#### 1.4 感官评价

感官评价小组由 10 名经过培训并具有食品专业背景的专家及研究生组成,评价时间安排在 09:00—10:00 和 15:00—16:00。在品评过程中给评定人员提供常温贮藏 6 个月后相同温度、体积、质量、部位的酱卤猪蹄样品评定,样品随机编码,以免受外界因素影响最终结果。评定分数采用 20 分制,具体评分标准见表 1<sup>[13]</sup>。

表 1 酱卤猪蹄感官评价标准

感官指标	标准		
	4~5 分	2~3 分	0~1 分
外观	形态完整,油光滑亮	形态有损,不太光亮	形态破裂,不光亮
色泽	肉质红润,呈酱红色	色泽较红或较黄	色泽发黑或发白
风味	香味浓郁,鲜甜适中	香味不够浓郁	有异味
口感	有弹性,蹄筋软烂	弹性较弱	无弹性

#### 1.5 质构特性分析

参照卞欢等的方法<sup>[14]</sup>,取猪蹄表皮切成 20 mm × 20 mm 小块,选择硬度、弹性、咀嚼性作为质构指标,采用质构分析仪选择质地剖面分析(texture profile analysis, TPA)模式测试,探头型号为 P - Cy5S,测前速率 1.00 mm/s,测试速率 1.00 mm/s,探头返回速率 1.00 mm/s,压缩比 50%,触发类型为自动,触发力 10 N,测定间隔 5 s,每组样品均做 6 次平行试验,结果以“平均值 ± 标准差”表示。

#### 1.6 TBARS 值

参照包建强等的方法<sup>[15]</sup>,称取猪蹄样品 2 g,加入 30 mL 的 7.5% 三氯乙酸溶液,振摇 30 min 后中速滤纸过滤 2 次,取 5 mL 滤液,加入 5 mL 的 2 - 巯代巴比妥酸溶液(0.02 mol/L),于沸水浴中保温 40 min 后,取出冷却至室温并于 532 nm 处测吸光度。以 5 mL 三氯乙酸作为空白对照组调 0。使用 1,1,3,4 - 四乙氧基丙烷代替丙二醛,以含量为  $x$  轴,以吸光度为  $y$  轴,制作标准曲线,由标准曲线计算 TBARS 值,mg/100 g。

#### 1.7 统计分析

上述每组试验均重复 3 次,数据以“平均值 ± 标准差”表示。采用软件 SPSS 19.0 对数据进行统计分析,分析方法采用单因素 ANOVA - 图基检验法。 $P < 0.05$  表示 2 组数据差异显著。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同杀菌条件对酱卤猪蹄感官评价的影响

感官评价是一种测量、分析、解释由食品与其他物质相互作用所引发的,能够通过人的味觉、触觉、视觉、嗅觉和听觉进行科学的评价<sup>[16]</sup>。如图 1 所示,杀菌温度为 100、105 ℃ 时,酱卤猪蹄随着加热时间的延长,感官评分也显著升高( $P < 0.05$ )。这主要是由于羰基化合物(还原糖类)和氨基化合物(氨基酸和蛋白质)间发生了美拉德反应,生成还原酮、醛和杂环化合物,赋予酱卤猪蹄独特的风味和色泽。在温度不高时,随着加热时间的延长,美拉德反应速度加快,香味物质也逐渐形成<sup>[17]</sup>。而温度在 110、115、120 ℃ 时,酱卤猪蹄感官评分均随着加热时间的延长而呈先上升后下降的趋势,分别在 20、15、15 min 时达到最大值。其中,采用 110 ℃ 处理 20 min 的酱卤猪蹄感官评分最高,为 18.26 分;温度升高后,随着加热时间的延长,最终生成棕色甚至是棕黑色的大分子物质类黑精,从而导致酱卤猪蹄感官评分下降<sup>[18]</sup>。

### 2.2 不同杀菌条件对酱卤猪蹄硬度的影响

硬度是描述保持酱卤猪蹄形状内部结合力的指标,是酱卤猪蹄食用品质的一个重要指标。如图 2 所示,杀菌温度为 100 ~ 105 ℃ 时,随着加热时间的延长,硬度变化不显著( $P > 0.05$ )。杀菌温度为 110 ℃,

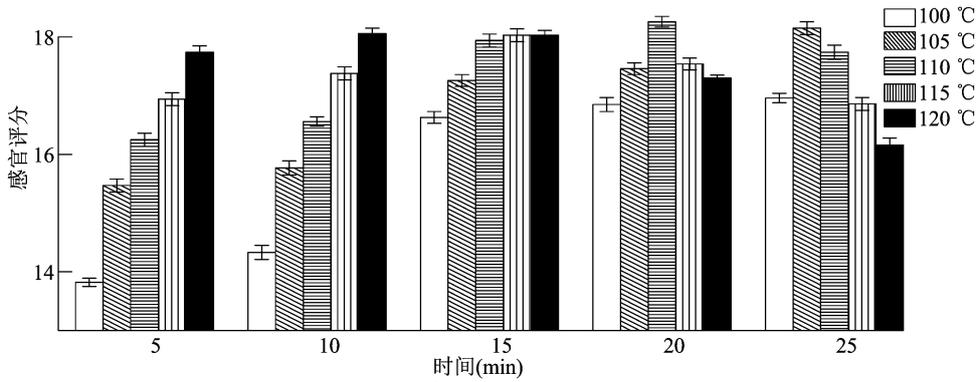


图1 不同杀菌条件下酱卤猪蹄的感官评分

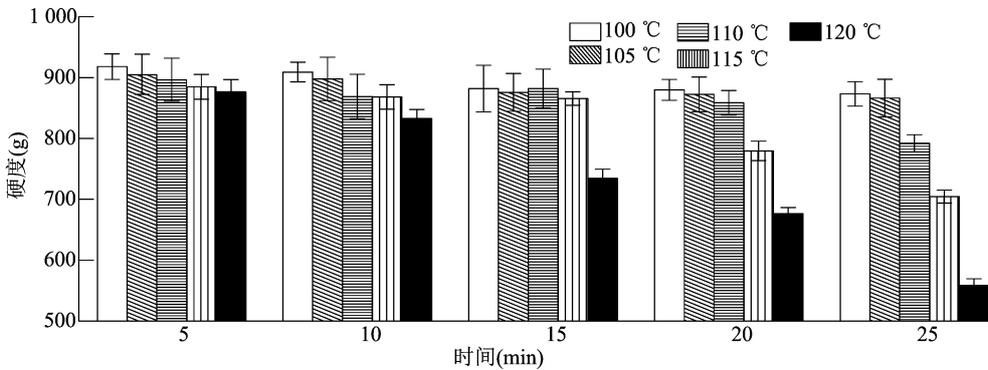


图2 不同杀菌条件下酱卤猪蹄的硬度

杀菌时间达到 20 min 时,硬度显著下降( $P < 0.05$ )。杀菌温度到 115 °C 后,硬度均随着加热时间的延长而显著下降( $P < 0.05$ ),同时随着温度的上升硬度也显著下降( $P < 0.05$ )。酱卤猪蹄在长时间的高温处理下,肌原纤维产生收缩的张力,使 Z 线发生断裂,导致硬度下降。此外,连接蛋白在高温下被降解,细丝蛋白和 Z 线的连接被削弱,导致肌原纤维和肌膜的连接被破坏,从而使得肌原纤维易于断裂,硬度出现下降的趋势<sup>[19]</sup>。这与郭晓峰等的研究结果<sup>[20]</sup>一致。

### 2.3 不同杀菌条件对酱卤猪蹄咀嚼性的影响

咀嚼性主要表示咀嚼固体样品时,吞咽状态所需要的能量,咀嚼性与硬度及凝聚性均有关系,是一项质构综合评价参数<sup>[21]</sup>。如图 3 所示,杀菌温度为 100、105 °C 时,酱卤猪蹄咀嚼性随加热时间的延长而缓慢上升( $P > 0.05$ ),这与王毅明的研究结果<sup>[22]</sup>一致。而在杀菌温度达到 110 °C 后,随着加热时间的延长,酱卤猪蹄咀嚼性呈先上升后下降的趋势,分别在 20、15、10 min 达到最大值,其中采用 110 °C 处理 20 min 的酱卤猪蹄咀嚼性最高,为 155.27 g。

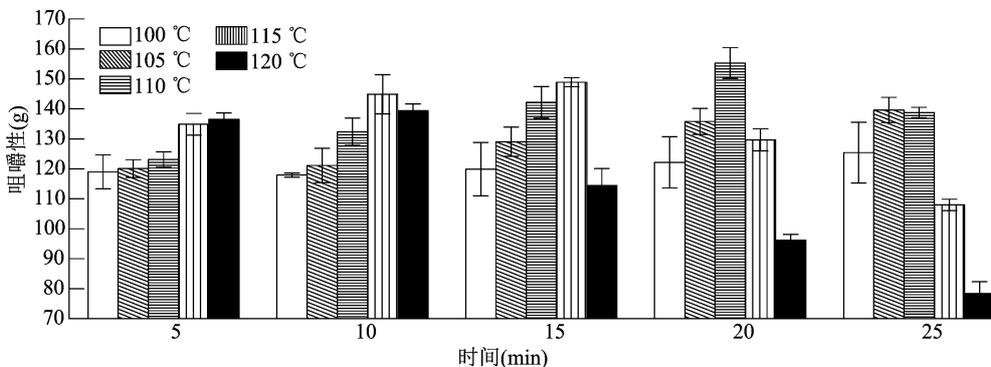


图3 不同杀菌条件下酱卤猪蹄的咀嚼性

## 2.4 不同杀菌条件对酱卤猪蹄弹性的影响

弹性表示肉品受外力作用后发生形变,当外力撤除时恢复原状的能力<sup>[23]</sup>。如图4所示,杀菌温度为100、105℃时,弹性均随着加热时间的延长而缓慢上升( $P > 0.05$ ),同时随着温度的上升弹性也显著增加( $P < 0.05$ ),这与咀嚼性的变化趋势一致。而在温度达到110℃后,随着加热时间的延长,弹性

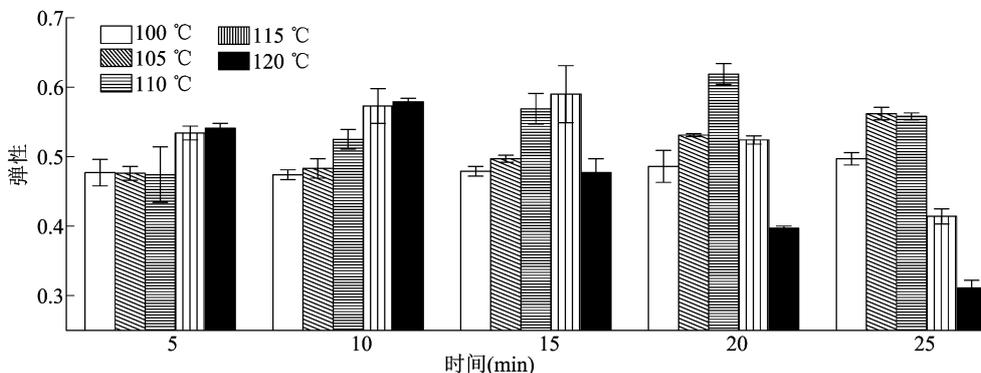


图4 不同杀菌条件下酱卤猪蹄的弹性

## 2.5 不同杀菌条件对酱卤猪蹄 TBARS 值的影响

氧化是导致肉类品质劣变的一个重要原因,肉类氧化变质主要是由脂质和蛋白的氧化及二者之间存在的交互氧化作用引起的。通常用硫代巴比妥酸反应物值(TBARS值)来反映肉品的脂质氧化程度,TBARS值越大,肉品氧化程度越深。如图5所示,TBARS值均随着加热时间的延长而显著上升( $P < 0.05$ ),同时随着温度的上升TBARS值也呈现

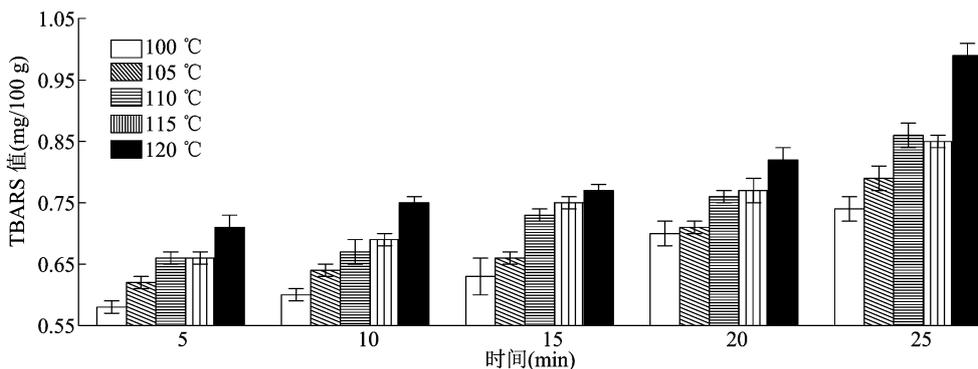


图5 不同杀菌条件下酱卤猪蹄的TBARS值

## 3 结论

杀菌温度在100、105℃时,酱卤猪蹄随着加热时间的延长,感官评分显著升高( $P < 0.05$ )。而温度在110、115、120℃时,感官评分均随着加热时间的延长而呈先上升后下降的趋势,其中110℃处理

呈先上升后下降的趋势,分别在20、15、10 min达到最大值,其中采用110℃处理20 min的酱卤猪蹄弹性最高,为0.619。酱卤猪蹄经高温杀菌后组织结构受到很大程度破坏,使肉品的弹性、黏聚性减小,这可能与肉中蛋白、脂肪,特别是胶原蛋白的受热变性等反应有关<sup>[24]</sup>。

上升的趋势。这主要是因为猪蹄在热处理杀菌条件下,随着杀菌温度和杀菌时间的增加,肉中的脂肪氧化不断加速,导致二级产物丙二醛含量也显著上升,进而TBARS值呈现上升的趋势<sup>[25]</sup>。在110℃处理20 min时,TBARS值低于0.8 mg/100 g,且显著低于110℃处理25 min下的TBARS值( $P < 0.05$ )。参考该条件下感官评价和质构指标,可优选110℃处理20 min处理卤猪蹄。

20 min的酱卤猪蹄感官评分最高,为18.26分。在质构特性方面,杀菌温度在105℃以下时,硬度随着加热时间的延长而缓慢下降( $P > 0.05$ ),而弹性和咀嚼性缓慢上升( $P > 0.05$ );杀菌温度在110℃以上时,硬度随着加热时间的延长而显著下降( $P < 0.05$ ),而弹性和咀嚼性呈先上升后下降的趋势。

TBARS 值均随着加热时间的延长而显著上升 ( $P < 0.05$ ), 同时随着温度的上升呈上升的趋势。综上所述, 酱卤猪蹄最适杀菌条件为  $110\text{ }^{\circ}\text{C}$  处理  $20\text{ min}$ , 在该条件下感官评价、咀嚼性和弹性均达到最大值, 保持了较好的品质。

#### 参考文献:

- [1] 王浩明, 郑海波, 李景军, 等. 酱卤肉制品关键加工技术研究进展 [J]. 肉类研究, 2020, 34(8): 102 - 107.
- [2] 魏 瑶, 邓 力, 李静鹏, 等. 酱卤猪肉煮制过程中品质变化动力学研究 [J]. 食品与发酵科技, 2021, 57(2): 77 - 83, 102.
- [3] 王海军, 王勤志, 滕建文. 常压蒸煮工艺对包装扣肉品质的影响 [J]. 食品科技, 2011, 36(9): 139 - 143.
- [4] 茹志莹, 陈芷雯, 吴少福, 等. 冰温气调保鲜对鸡肉保鲜的影响 [J]. 江西农业大学学报, 2020, 42(6): 1213 - 1221.
- [5] 蒋慧亮, 王正云, 杨 絮, 等. 气调包装结合电子束辐照对蚌肉的保鲜效果 [J]. 现代食品科技, 2021, 37(3): 147 - 153.
- [6] Sun Z, Li P, Liu F, et al. Synergistic antibacterial mechanism of the *Lactobacillus crispatus* surface layer protein and nisin on *Staphylococcus saprophyticus* [J]. Scientific Reports, 2017, 7: 265.
- [7] Liu F, Sun Z, Wang F, et al. Inhibition of biofilm formation and exopolysaccharide synthesis of *Enterococcus faecalis* by phenyllactic acid [J]. Food Microbiology, 2020, 86: 103344.
- [8] 李 星, 布丽君, 张晓春, 等. 微波杀菌对卤鹅挥发性风味成分的影响研究 [J]. 食品工业科技, 2017, 38(14): 97 - 100, 105.
- [9] Galán I, García M, Selgas M. Irradiation is useful for manufacturing ready-to-eat cooked meat products enriched with folic acid [J]. Meat Science, 2011, 87(4): 330 - 335.
- [10] Buckow R, Sikes A, Tume R. Effect of high pressure on physicochemical properties of meat [J]. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 2013, 53(7): 770 - 786.
- [11] Tao X, Chen J, Li L, et al. Influence of pulsed electric field on *Escherichia coli* and *Saccharomyces cerevisiae* [J]. International Journal of Food Properties, 2015, 18(7): 1416 - 1427.
- [12] 李肖婵, 林 琳, 高凯日, 等. 不同反压杀菌温度对即食小龙虾品质的影响 [J]. 肉类工业, 2019(5): 25 - 31.
- [13] 林 坤, 周永昌. 酱卤猪头肉加工技术的研究 [J]. 肉类工业, 2015(7): 5 - 6, 11.
- [14] 卞 欢, 吴莹慧, 闫 征, 等. 无磷保水剂对速冻鲫鱼质构特性的影响 [J]. 肉类研究, 2020, 34(2): 86 - 91.
- [15] 包建强, 路 昊, 岳晓华, 等. 冻藏期间金枪鱼的 TVB-N、脂肪氧化、pH 值的变化 [C] // 上海市制冷学会 2005 年学术年会论文集. 上海, 2005: 246 - 248.
- [16] 杜 超. 反复炖煮对鸡肉和鸡汤风味品质的影响 [D]. 锦州: 渤海大学, 2020: 3 - 6.
- [17] 许海侠, 邱伟强, 金银哲. 美拉德反应产物对南极磷虾肉糜微波加热特性和挥发性成分的影响 [J]. 上海海洋大学学报, 2021, 30(2): 348 - 358.
- [18] 杜明睿, 杨培周, 陈新颜, 等. 加工工艺对鸡酥松生产过程中美拉德反应的影响 [J]. 食品科学技术学报, 2018, 36(3): 72 - 77.
- [19] 郑海波. 肌原纤维断裂指数及其与肉质嫩度的关系 [J]. 肉类研究, 2007, 21(5): 13 - 16, 42.
- [20] 郭晓峰, 王子荣, 郭守立, 等. 高温杀菌时间对烤全羊肉贮藏期品质的影响 [J]. 肉类研究, 2016, 30(7): 6 - 10.
- [21] 郑瑞生, 王则金. 不同冻藏条件下鲍鱼质构及感官变化的研究 [J]. 食品科技, 2013, 38(5): 165 - 171.
- [22] 王毅明. 调理鸭肉制品的加工工艺及货架期研究 [D]. 无锡: 江南大学, 2011: 20 - 21.
- [23] Caine W R, Aalhus J L, Best D R, et al. Relationship of texture profile analysis and Warner - Bratzler shear force with sensory characteristics of beef rib steaks [J]. Meat Science, 2003, 64(4): 333 - 339.
- [24] 冯 璐, 芮汉明. 不同杀菌方式对盐焗鸡翅根品质的影响 [J]. 食品与发酵工业, 2006, 32(11): 111 - 115.
- [25] 柯海瑞, 康怀彬, 程伟伟, 等. 高温处理对牛肉脂肪酸及脂肪氧化的影响 [J]. 食品与机械, 2019, 35(12): 63 - 69.