

# 真空低温烹煮酱牛肉的工艺优化

彭子宁, 刘树萍, 郑昌江\*

(哈尔滨商业大学 旅游烹饪学院, 黑龙江 哈尔滨 150076)

**摘要:** 通过单因素试验与正交试验相结合的方法, 研究腌制时间、煮制时间、煮制温度, 对酱牛肉的感官评价、剪切力、硬度、弹性、咀嚼性的影响, 探讨真空低温慢煮酱牛肉的最佳工艺。结果表明: 最佳工艺为 4℃ 冷藏条件下腌制 54 h 后 63℃ 煮制 8 h, 此时感官评价为 97.0 分、剪切力为 40.48 N、硬度为 26.68 N、弹性为 3.29 mm、咀嚼性为 58.2 mJ。此工艺下的酱牛肉口感鲜嫩、滋味丰富、香气浓郁、品质良好, 为未来工业化生产低温烹煮酱牛肉提供了一定的技术参数并奠定研究基础。

**关键词:** 低温烹煮; 感官品质; 酱牛肉; 剪切力; 嫩度; 烹饪工艺

**中图分类号:** TS 972.125.1

**文献标志码:** A

**文章编号:** 2095-8730(2020)02-0048-05

低温慢煮概念首次被提出于 1974 年, DAVEY 等<sup>[1]</sup>发现低温烹煮牛肉可以改善其质构特性。低温慢煮与其字面意思相通,<sup>[2]</sup>低温烹煮的主要机理为: 不同的加热时间和加热温度会影响肌原纤维蛋白、肌浆蛋白和蛋白结缔组织的变性、聚合、氧化降解作用, 进而改变肉的结构和成分, 获得更良好的特性。<sup>[3]</sup>蛋白质的变性(特别是胶原蛋白的变性)以及蛋白质的水解活性通常被认为是改善肉嫩度的主要因素。<sup>[4]</sup>

本研究主要探讨真空低温慢煮技术在酱牛肉上的应用, 通过优化低温慢煮工艺, 在传统酱牛肉基础上提高营养成分、增加嫩度、改善各方面感官指标, 为传统酱牛肉工业化提供一些参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与仪器

牛腱子肉、酱牛肉加工用辅料(食盐、味精、甜面酱、肉桂、白芷、丁香、八角、豆蔻、花椒、砂仁等): 购于哈尔滨家乐福超市。

TMS-Touch 250N 质构仪: 美国 Food Technology Corporation 公司; 电子天平: 沈阳天平仪器有限公司; 真空包装机: 山东春泽机械科技有限公司; 恒温水浴锅: 金坛市成辉仪器厂。

### 1.2 实验方法

#### 1.2.1 酱牛肉制作工艺流程

鲜牛腱子肉修整→分割→注射腌制→滚揉→煮制→冷却→冷藏。

#### 1.2.2 酱牛肉制作操作要点

将牛肉剔除筋膜, 切成 3 cm×3 cm×6 cm 的肉块; 制备好卤汁(每 1 kg 水中加入干黄酱 100 g、肉桂 2 g、食盐 36 g、白芷 1.5 g、丁香 2 g、八角 3 g、豆蔻 1.5 g、花椒 2 g、砂仁 1.5 g, 水煮沸后加入调料预煮 10 min); 滚揉 9 h, 将腌制好的牛肉真空塑封煮制, 煮制时间 8 h、温度 63℃, 煮制后取出牛肉冷却至室温待测。<sup>[5]</sup>

#### 1.2.3 低温烹煮对酱牛肉品质影响单因素实验

腌制时间对品质的影响: 依照上述工艺流程, 设定腌制时间分别为 24、36、48、60、72 h。

煮制温度对品质的影响: 依照上述工艺流程, 设定煮制温度分别为 60、63、66、69、72℃。

煮制时间对品质的影响: 依照上述工艺流程, 设定煮制时间分别为 6、7、8、9、10 h。

#### 1.2.4 低温烹煮对酱牛肉品质影响正交实验

参照单因素实验并在其基础上设计  $L_9(3^4)$  正交试验, 其因素水平设计见表 1。

收稿日期: 2019-10-15 \*通信作者

基金项目: 黑龙江省博士后科研启动资金(LBH-Q15072)

作者简介: 彭子宁, 女, 哈尔滨商业大学旅游烹饪学院硕士研究生, 从事传统烹饪工业化研究;

郑昌江, 男, 哈尔滨商业大学旅游烹饪学院教授, 从事烹饪科学、现代餐饮企业管理研究。

表1 低温烹煮正交试验因素与水平

水平	因 素			
	A:腌制 时间/h	B:煮制 温度/℃	C:煮制 时间/h	D:空项
1	54	61	7.5	-
2	60	63	8.0	-
3	66	65	8.5	-

## 1.2.5 质构特性的测定

将样品切成 1.5 cm × 1.0 cm × 1.0 cm 的小块,测试样品条件:探头型号为 P50;测试程序 TPA 250 N;测前速率 120.0 mm/min;测试速率 120.0 mm/min;测后速率 240.0 mm/min;压缩变形率 40.0%;触发类型为自动。<sup>[6]</sup>

## 1.2.6 剪切力的测定

准备 1.5 cm × 1.0 cm × 1.0 cm 的待测样品块,按照探头与肉样肌肉纤维垂直方向摆放,采用单刀剪切探头,测试程序单刀剪切 250 N,测前速率 120.0 mm/min,测试后速度为 240.0 mm/min,触发力 0.1 g。

## 1.2.7 酱牛肉的感官评定

邀请 10 位有感官评价经验的烹饪专业学生,其中男、女各 5 名,感官评定标准见表 2。<sup>[7-9]</sup>

表2 感官评定标准表

评分项目	评分内容	分值
色泽 (20分)	色泽不均匀,暗淡	1~5
	色泽比较不均匀,无光泽	6~10
	色泽较为均匀,有光泽不明显	11~15
	色泽均匀一致,光泽亮丽	16~20
滋味 (20分)	腥膻味浓,滋味过浓或淡	1~5
	隐约有腥膻味,滋味微过咸或淡	6~10
	无异味,咸淡合宜	11~15
	卤味丰富,咸淡合宜	16~20
适口性 (20分)	肉质干硬或过于软烂,无嚼劲	1~5
	肉质较为干硬或软烂,比较有嚼劲	6~10
	肉质软硬度较好,肉汁少,比较有嚼劲	11~15
	肉质嫩弹有嚼劲	16~20
香气 (20分)	蒸煮味道浓,有异味	1~5
	卤汁香气淡,有异味	6~10
	卤汁香气淡,无异味	11~15
	卤汁香气馥郁,层次饱满	16~20
弹性 (20分)	指感硬(手指压肉),不回弹	1~5
	指感较硬,回弹缓慢且程度差	6~10
	指感较好,回弹较快程度适中	11~15
	指感良好,回弹迅速	16~20

## 1.3 数据处理

每组试验设置 3 个平行,结果用  $\bar{x} \pm SD$  表示。数据分析采用 Statistics 8.0 分析软件分析,采用 Origin 8.0 进行绘图。

## 2 结果与分析

## 2.1 低温烹煮酱牛肉的单因素实验

## 2.1.1 腌制时间对酱牛肉品质的影响

## 2.1.1.1 腌制时间对酱牛肉感官评价的影响

各腌制时间酱牛肉的感官评价见图 1、图 2。

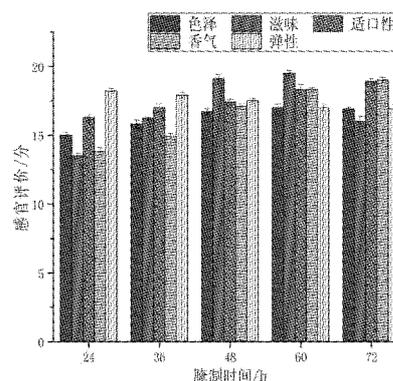


图1 不同腌制时间下的感官评价

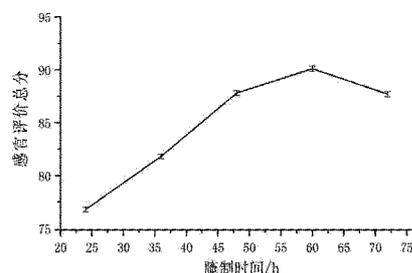


图2 不同腌制时间下的感官评价总分

腌制可改善肉的颜色,保持固定的卤水注射率和滚揉时间。随着腌制时间延长,弹性逐渐降低;与此相反,适口性、香气评分则逐渐升高。感官评价总分在腌制 60 h 时达到最高。

## 2.1.1.2 腌制时间对酱牛肉质构特性的影响

腌制时间对酱牛肉质构特性的影响结果见表 3。腌制过程中注射腌制与滚揉工艺具有嫩化作用,可以打散牛肉的肌肉纤维组织,最佳注射率为 20%,<sup>[10]</sup>滚揉时间 9 h。在不添加天然嫩化剂、化学嫩化剂及施加相同物理嫩化工艺条件下,随着腌制时间的延长,盐与牛肉组织充分接触会增加牛肉的硬度并加重脱水,剪切力与硬度变化呈上升趋势,弹性随时间先升高后降低,咀嚼性先降低后升高,变化趋势均不明显。

表3 不同腌制时间下酱牛肉的质构

腌制时间/h	剪切力/ N	硬度/ N	弹性/ mm	咀嚼性/ mJ
24	59.31 ± 3.02 <sup>b</sup>	33.06 ± 0.83 <sup>b</sup>	3.14 ± 0.58 <sup>a</sup>	82.4 ± 2.1 <sup>a</sup>
	58.06 ± 1.96 <sup>d</sup>	36.75 ± 1.51 <sup>c</sup>	3.25 ± 0.75 <sup>b</sup>	80.0 ± 1.3 <sup>a</sup>
36	63.26 ± 2.65 <sup>c</sup>	38.59 ± 1.62 <sup>b</sup>	3.77 ± 0.60 <sup>d</sup>	74.0 ± 1.8 <sup>c</sup>
	65.95 ± 3.85 <sup>b</sup>	40.26 ± 1.01 <sup>a</sup>	3.88 ± 0.69 <sup>c</sup>	71.5 ± 1.7 <sup>d</sup>
48	67.33 ± 2.43 <sup>a</sup>	41.78 ± 1.14 <sup>a</sup>	3.54 ± 0.46 <sup>b</sup>	76.8 ± 2.6 <sup>b</sup>

注:同列数据中不同字母上标表示差异显著( $P < 0.05$ )。

## 2.1.2 煮制时间对酱牛肉品质的影响

### 2.1.2.1 煮制时间对酱牛肉感官评价的影响

各煮制时间酱牛肉的感官评价见图3、图4。众多感官指标中,煮制时间对适口性影响最显著,煮制8 h前适口性快速提高,其后缓慢下降。随着煮制时间的增加,牛肉切面可见的血水消失,腥膻味消失,口感从柔软咬不断变成富弹性质地嫩。适口性变化幅度小,趋势基本一致,在8 h时达到最佳。较长的煮制时间为滋味、香气以及色泽的形成创造条件,滋味与香气在煮制8 h时达到最佳,色泽在9 h评分最高。综合总分来看,最受欢迎的为煮制时间8 h的酱牛肉。

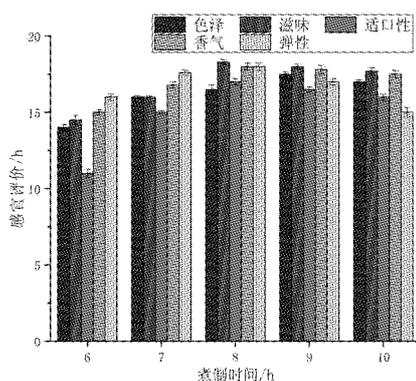


图3 不同煮制时间下的感官评价

### 2.1.2.2 煮制时间对酱牛肉质构特性的影响

煮制时间对酱牛肉质构特性的影响见表4。

蛋白质变性是质构特性改变的原因,具体为肌原纤维、结缔组织和胶原蛋白的变性。变性前期,牛肉韧性、剪切力增加,肌原纤维蛋白热变性收缩、肌动球蛋白脱水收缩;变性后期,韧性与剪切力下降,肌肉蛋白大部分停止收缩,明胶化的胶

原蛋白成为肉质嫩化的主要原因,这个阶段的熟制牛肉感官评价最佳。若持续加热或采用较高温度,肌肉组织会因胶原蛋白降低交联作用而导致其流失,而逐渐破碎、烂化,进一步降低剪切力与嫩度。在6~10 h的煮制时间内,质构的变化趋势均为先上升后下降。7 h时剪切力、硬度、咀嚼性达到最大值,8 h时肉的弹性最佳。

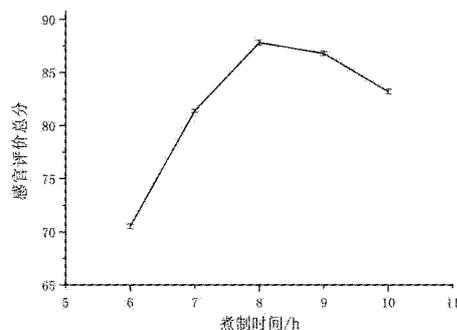


图4 不同煮制时间下的感官评价总分

表4 不同煮制时间下酱牛肉的质构

煮制时间/h	剪切力/ N	硬度/ N	弹性/ mm	咀嚼性/ mJ
6	68.40 ± 1.89 <sup>b</sup>	37.98 ± 1.70 <sup>a</sup>	2.53 ± 0.14 <sup>d</sup>	74.0 ± 1.1 <sup>d</sup>
	72.34 ± 2.46 <sup>a</sup>	51.78 ± 1.32 <sup>c</sup>	3.25 ± 0.51 <sup>a</sup>	82.4 ± 1.6 <sup>a</sup>
7	51.28 ± 1.87 <sup>c</sup>	46.30 ± 1.74 <sup>b</sup>	3.98 ± 0.36 <sup>c</sup>	71.5 ± 2.1 <sup>e</sup>
	46.96 ± 1.61 <sup>e</sup>	40.48 ± 1.29 <sup>a</sup>	3.41 ± 0.40 <sup>b</sup>	66.8 ± 1.3 <sup>b</sup>
8	44.39 ± 2.21 <sup>a</sup>	39.17 ± 2.03 <sup>d</sup>	3.14 ± 0.66 <sup>e</sup>	65.7 ± 2.0 <sup>e</sup>

注:同列数据中不同字母上标表示差异显著( $P < 0.05$ )。

## 2.1.3 煮制温度对酱牛肉品质的影响

### 2.1.3.1 煮制温度对酱牛肉感官评价的影响

各煮制温度酱牛肉的感官评价见图5、图6。

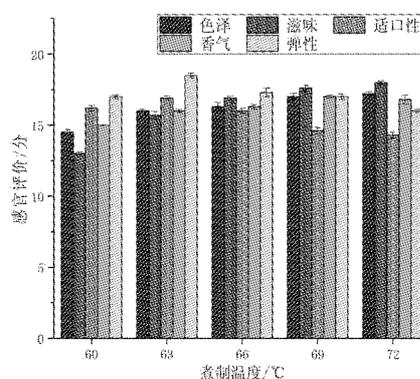


图5 不同煮制温度下的感官评价

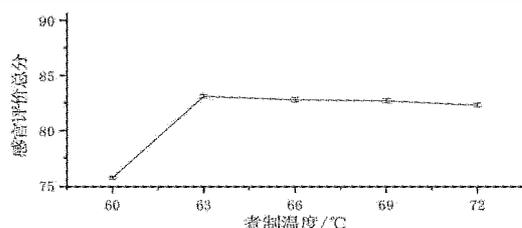


图6 不同煮制温度下的感官评价总分

肉色改变的主要因素为血红蛋白的变性。在55~65℃间肌红蛋白开始发生热变性,在75~80℃大部分变性,在更高温度下熟制或加热时间更长时,变性程度增大,色泽加深,褐变加重。<sup>[11]</sup>与此同时,不同贮存与运输条件也会对熟制酱牛肉色泽带来不同影响。<sup>[12]</sup>煮制时间为8 h以下,温度60、63℃时,肉表面较红,感官评价较低;随着煮制温度升高,血红蛋白变性程度增大,酱牛肉肉切面红色逐渐消失,感官评价缓慢上升,72℃时感官评价最佳。随着温度升高,膻腥味逐渐降低,滋味评价升高,在66℃趋于平稳;适口性随着煮制温度的升高而升高;感官评价呈先升后降趋势,温度为63℃时,酱牛肉总分评价最高,此时酱牛肉嫩度适中,且有嚼劲。

### 2.1.3.2 煮制温度对酱牛肉质构特性的影响

煮制时间对酱牛肉质构特性的影响见表5。

表5 不同煮制温度下酱牛肉的质构

煮制时间/h	剪切力/ N	硬度/ N	弹性/ mm	咀嚼性/ mJ
60	56.79 ± 3.10 <sup>b</sup>	57.57 ± 1.22 <sup>d</sup>	3.53 ± 1.37 <sup>d</sup>	80.0 ± 1.5 <sup>b</sup>
	48.23 ± 2.41 <sup>a</sup>	37.76 ± 1.35 <sup>b</sup>	3.87 ± 1.28 <sup>b</sup>	64.8 ± 1.8 <sup>c</sup>
63	52.35 ± 2.64 <sup>c</sup>	42.96 ± 2.10 <sup>e</sup>	4.28 ± 1.46 <sup>a</sup>	75.7 ± 1.3 <sup>d</sup>
	68.06 ± 2.60 <sup>e</sup>	46.30 ± 1.84 <sup>e</sup>	4.46 ± 2.05 <sup>c</sup>	79.5 ± 1.1 <sup>a</sup>
66	77.33 ± 2.42 <sup>d</sup>	61.73 ± 1.78 <sup>a</sup>	4.03 ± 1.92 <sup>a</sup>	84.9 ± 2.6 <sup>b</sup>

注:同列数据中不同字母上标表示差异显著( $P < 0.05$ )。

在相同煮制时间不同煮制温度下,温度越高,蛋白质变性进入第二阶段的时间点就会越早。低温烹煮的致嫩效果在剪切力上可明显看出,63~72℃段,随着温度升高剪切力呈上升趋势。硬度和咀嚼性趋势与剪切力相同,呈先下降后上升趋势。

势。弹性前期变化不明显,后期先升后降,温度升高到72℃后,长时间加热,逐渐进入胶原蛋白流失阶段,弹性下降。

### 2.2 低温烹煮酱牛肉的正交实验

以腌制时间、煮制时间、煮制温度的单因素实验为基础,设计3因素3水平正交试验,实验结果如表6所示。

表6 低温酱牛肉的正交试验结果

编号	因素				感官评分
	A:腌制时间/h	B:煮制时间/h	C:煮制温度/°C	D:空项	
1	A <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>	C <sub>1</sub>	-	88.7
2	A <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	C <sub>2</sub>	-	96.5
3	A <sub>1</sub>	B <sub>3</sub>	C <sub>3</sub>	-	92.3
4	A <sub>2</sub>	B <sub>1</sub>	C <sub>3</sub>	-	89.6
5	A <sub>2</sub>	B <sub>2</sub>	C <sub>2</sub>	-	93.2
6	A <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	C <sub>1</sub>	-	85.2
7	A <sub>3</sub>	B <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	-	90.4
8	A <sub>3</sub>	B <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	-	94.1
9	A <sub>3</sub>	B <sub>3</sub>	C <sub>1</sub>	-	91.6
K <sub>1</sub>	277.5	268.7	265.5		
K <sub>2</sub>	268.0	283.8	280.1		
K <sub>3</sub>	276.1	269.1	276.0		
R	9.5	15.1	14.6		

注:“-”为考查范围不包括该水平。

由表6可知,最优工艺为A<sub>1</sub>B<sub>2</sub>C<sub>2</sub>,即腌制时间54 h、煮制温度63℃、煮制时间8 h。对此正交实验结果进行验证实验,所得感官评价为97.0分、剪切力为40.48 N、硬度为26.68 N、弹性为3.29 mm、咀嚼性为58.2 mJ。影响酱牛肉感官评价得分的各因素依次为煮制时间>煮制温度>腌制时间,即煮制时间对酱牛肉质构品质影响最大,煮制温度其次。

## 3 结论

结果表明,腌制工艺能极大程度上改善酱牛肉色泽与风味,对酱牛肉的质构品质影响不显著,感官评价先升高后降低。煮制时间与煮制温度对酱牛肉的质构品质影响较大,随着煮制时间的增加,剪切力呈先增后减趋势,其余质构指标与剪切力基本保持一致。煮制温度可以影响酱牛肉中蛋白质变性两阶段中的变化时间点,温度越高,酱牛肉越早进入蛋白质变性的第二阶段,同时蛋白质

的变性程度也越大。

由正交试验可得结论,3个因素对酱牛肉影响程度由大到小依次为煮制时间>煮制温度>腌制时间。最优工艺为腌制时间54 h、煮制温度63℃、煮制时间8 h,此时感官评价为97.0分、剪切力为40.48 N、硬度为26.68 N、弹性为3.29 mm、咀嚼性为58.2 mJ。低温肉制品在食品领域正在高速发展,相比传统肉制品具有营养素保留更完整,口味丰富、口感良好等诸多优点,本实验为低温酱牛肉的生产与制作提供了参考,并为低温肉制品的持续发展奠定了基础。

#### 参考文献:

- [1] DAVEY C L, GILBERT K V. Temperature - dependent cooking toughness in beef[J]. *Journal of the science of Food and Agriculture*, 1974(25):931 - 938.
- [2] QI J, LI X, ZHANG W, et al. Influence of stewing time on the texture, ultrastructure and in vitro digestibility of meat from the yellow - feathered chicken breed[J]. *Animal Science Journal*, 2017, 89(2):929 - 936.
- [3] ELISA D H, ALVIJA S, PER E. Low - temperature long - time cooking of meat: Eating quality and underlying mechanisms [J]. *Meat Science*, 2018 (143): 104 - 113.
- [4] 刘娟. 以肉鸡加工软包装杀菌鸡翅的工艺技术研究[D]: 广州: 华南理工大学, 2013.
- [5] 黄艳梅. 酱卤肉制品的工艺改进及综合保鲜技术的研究[D]. 无锡: 江南大学, 2016.
- [6] 章海风, 周晓燕, 铃莉妍, 等. 煮制时间对驴肉不同部位食用品质的影响[J]. *美食研究*, 2018, 35(4): 37 - 40.
- [7] 许莲, 戴阳军. 响应面法优化鱼香茄子酱加工工艺[J]. *美食研究*, 2018, 35(4): 26 - 30.
- [8] 刘潇潇, 高莉, 海绪成, 等. 酱排骨标准化生产关键工艺优化[J]. *美食研究*, 2018, 35(3): 43 - 47.
- [9] 杨芳, 赵仕磊, 张红梅, 等. 芦笋酸辣酱的工艺优化及质构特性分析[J]. *美食研究*, 2018, 35(4): 31 - 36.
- [10] 贾娜, 李博文, 孔保华. 盐水注射及食用胶对酱牛肉品质的影响[J]. *食品与发酵工业*, 2015, 41(3): 96 - 99.
- [11] ROLDAN M, ANTEQUERA T, ARMENTEROS M, et al. Effect of different temperature - time combinations on lipid and protein oxidation of sous - vide cooked lamb loins[J]. *Food Chemistry*, 2014, 149(149): 129 - 136.
- [12] KING N J, WHYTE R. Does it look cooked? A review of factors that influence cooked meat color [J]. *Journal of Food Science*, 2006, 71(4): 31 - 40.

## Optimization of sauced beef sous vide cooked at low temperature

PENG Zining, LIU Shuping, ZHENG Changjiang

(College of Tourism and Cooking, Harbin University of Commerce, Harbin, Heilongjiang 150076, China)

**Abstract:** The effects of curing time, cooking time and temperature on sensory quality, shear force, hardness, elasticity and chewability of sauced beef were studied by means of single factor tests and orthogonal tests. The results showed that the optimal process was curing at 4℃ for 54 h and cooking at 63℃ for 8 h. The sensory score was 97.0, the shear force was 40.48 N, the hardness was 26.68 N, the elasticity was 3.29 mm, and the chewability was 58.2 mJ. The sauced beef under this process is fresh and tender, rich in taste and flavor and good in quality.

**Key words:** low temperature cooking; sensory quality; sauced beef; shear stress; tenderness; cooking process

(责任编辑:赵 勇)