DOI:10.12161/j.issn.1005-6521.2021.07.016

加工工艺对手撕牛肉产品特性的影响研究

郭强,王卫,张佳敏*,刘达玉,汪正熙,袁波
(成都大学 肉类加工四川省重点实验室,四川 成都 610106)

摘　要:采用冷风干燥和热风干燥方式,以及蒸制、油炸熟制方式加工手撕牛肉,研究不同工艺对手撕牛肉产品特性的影响。结果表明:对于干燥后不经过蒸煮或油炸熟制而直接杀菌的产品,冷风干燥与热风干燥比较,脂肪氧化程度较低,质构更佳,而热风干燥生产周期更短,感官品质更好;经过蒸制再杀菌的产品,热风干燥与冷风干燥比较,水分活度更低,口感更松软,但脂肪氧化程度更高,感官评分更低;油炸熟制产品,冷风干燥与热风干燥比较,理化特性较好,脂肪氧化程度更低,但剪切力值更大,口感偏硬;无论是冷风干燥还是热风干燥,蒸制与油炸比较,产品出品率更高,脂肪氧化程度较小,质构更佳,而油炸则在外观色泽上更佳。综合评定结果,采用冷风干燥后蒸制,再杀菌处理的工艺对保持手撕牛肉品质上的效果最佳。

关键词:手撕牛肉;加工工艺;理化特性;脂肪氧化;质构特性

Study on the Effects of Processing Technology on the Properties of Shredded Beef

GUO Qiang, WANG Wei, ZHANG Jia-min*, LIU Da-yu, WANG Zheng-xi, YUAN Bo
(Meat Processing Key Lab of Sichuan Province, Chengdu University, Chengdu 610106, Sichuan, China)

Abstract: The effects of different drying and cooking processes on the characteristics of shredded beef were compared by using cold-air drying, hot-air drying and steaming, frying. For the products that were directly sterilized without steaming or frying, cold-air groups had lower fat oxidation and better texture than hot-air groups, while hot-air groups had shorter production cycle and better sensory quality. For the steamed products, compared with hot-air drying and cold-air drying, the hot-air groups had lower water activity, softer taste, lower sensory score and higher degree of fat oxidation. For the fried products, compared with cold-air drying and hot-air drying, the cold-air groups had better physicochemical property, lower fat oxidation, but the higher shear force, which made it hard to taste. Whether using cold-air drying or hot-air drying, steamed groups had higher product yield, lower degree of fat oxidation, better texture. While fried groups were better in appearance and color. According to the comprehensive evaluation results, cold-air drying and steaming before sterilizing was the best processing technology to keep the quality of shredded beef.

Key words: shredded beef; processing technology; physicochemical property; fat oxidation; texture property

引文格式:
郭强,王卫,张佳敏, 等. 加工工艺对手撕牛肉产品特性的影响研究 [J].食品研究与开发, 2021, 42(7):98-104.
GUO Qiang, WANG Wei, ZHANG Jiamin, et al. Study on the Effects of Processing Technology on the Properties of Shredded Beef[J].Food Research and Development, 2021, 42(7):98-104.

基金项目:四川省科技厅计划重点研发项目(2019YFN0007);成都市技术创新研发项目(2019-YF05-00741-SN);国家现代农业产业技术体系四川肉羊创新团队(sccxtd-2020-14)
作者简介:郭强(1996—),男(汉),硕士研究生,研究方向:食品加工与安全。
* 通信作者:张佳敏(1982—),女(汉),副教授,硕士,研究方向:肉类加工与储藏。

手撕牛肉是我国传统特色肉干制品之一,在四川及各地均有加工,而不同地域又形成了不同的调味类型和加工方法。随着社会经济的发展及人们消费需求的变化,手撕牛肉作为休闲肉制品,展现出良好的市场发展前景,其优质化、安全化、方便化成为必然发展趋势[1],标准式规模化工业加工逐步普及[2]。目前形成

了众多的知名品牌，这些产品加工方式的不同，使得其品质呈现差异[3]。

手撕牛肉的加工关键工艺包括干燥和熟制两个环节。干燥方式包括热风烘烤和冷风风干[4]，极少数也采用中红外热风干燥和真空冷冻干燥[5]。在熟制方式上普遍采用蒸制和油炸[6]，也有不经过熟化直接杀菌以达到熟制目的的产品。市场对优质产品的需求促进了手撕牛肉工艺优化和品质提升，而已有的研究主要集中在产品配方改良上，如童广森[7]探究不同品种辣椒对手撕牛肉品质的影响，任志刚[8]研发了嫩化型产品，而对加工工艺的研究较少。为此本研究针对目前企业常用的冷风干燥、热风干燥，以及蒸制、油炸熟化等方式进行了研究，以比较不同工艺对产品理化、脂肪氧化、质构、感官等特性的影响，为手撕牛肉的工业化加工及品质提升提供依据。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

新鲜黄牛后腿肉：四川张飞牛肉有限公司；食用盐、白糖、调香料：市售；石油醚、三氯乙酸、硫代硫酸钠、硫代巴比妥酸（均为分析纯）：四川科龙化工有限公司。

1.2 仪器与设备

冷风发酵箱（BFJX-500）、制冷搅拌按摩机（BVBJ-60L）：浙江嘉兴艾博公司；热风干燥箱（ZFD-A5140）：上海智诚分析仪器有限公司；插入式 pH 计（Tesro205）：德图仪器国际贸易（上海）有限公司；自动电位滴定仪（ZDJ-4B）：雷磁公司；质构仪（TA.XT plus）：英国 Stable Micro Systems 公司；手提式压力蒸汽灭菌器（YX-18HDD）：江阴滨江医疗设备有限公司；电陶炉（H22-X3）：杭州九阳生活电器有限公司；真空包装机（GY-ZB-6202）：江西赖云食品机械公司；色度计（CR-400）：柯尼卡美能达（中国）投资有限公司；水分活度测量仪（HD-5）：无锡华科仪器仪表有限公司。

1.3 产品制作与试验工艺设置

1.3.1 产品制作

1.3.1.1 原料修整

将新鲜黄牛后腿肉清水洗净，去除肥膘、筋膜和结缔组织，然后将处理后的鲜牛肉沿肌纤维方向切为 2 cm 厚、3 cm 宽的牛肉长条。

1.3.1.2 腌制

将原辅料一起放入真空滚揉机中滚揉 2 h，滚揉参数为真空度-0.08 MPa，滚揉时间 20 min，间歇时间 5 min。辅料配方比例为：牛肉 1 000 g、食用盐 20 g、白糖 10 g、天然混合调香料 28 g。

1.3.1.3 干燥及熟制

采用不同方式进行干燥，干燥后将牛肉条切为 10 cm 长的段，再分组进行油炸或蒸制。

1.3.1.4 真空包装及灭菌

将手撕牛肉段独立进行真空包装后，于 105 ℃杀菌 20 min，冷却后擦干表面水分即得成品。

1.3.2 试验工艺设置

A 组（冷风干燥）：10 ℃、湿度 50%条件下风干至水分 36%。

B 组（热风干燥）：60 ℃烘烤 6 h~8 h，80 ℃烘烤至水分 36%。

C 组（冷风干燥后蒸制）：10 ℃、湿度 50%条件下风干至水分 36%，常压蒸制 1.5 h。

D 组（热风干燥后蒸制）：60 ℃烘烤 6 h~8 h，80 ℃烘烤至水分 36%，常压蒸制 1.5 h。

E 组（冷风干燥后油炸）：10 ℃、湿度 50%条件下风干至水分 36%，160 ℃油炸 40 s。

F 组（热风干燥后油炸）：60 ℃烘烤 6 h~8 h，80 ℃烘烤至水分 36%，160 ℃油炸 40 s。

1.4 检测指标及方法

1.4.1 出品率测定

手撕牛肉出品率按下式计算。

$$\omega/\%=\frac{m_1}{m_2}\times 100$$

式中：ω 为出品率，%；m_1 为成品质量，g；m_2 为原料肉质量，g。

1.4.2 水分测定

水分含量参照 GB 5009.3—2016《食品安全国家标准 食品中水分的测定》中直接干燥法测定，并通过测定风干过程中水分含量绘制水分-时间干燥特征曲线。

1.4.3 水分活度（water activity，Aw）测定

Aw 参照 GB 5009.238—2016《食品安全国家标准 食品水分活度的测定》中水分活度仪扩散法进行测定。

1.4.4 pH 值测定

使用插入式 pH 计直接测定牛肉中部 pH 值，注意选择测量点应为具有代表性的，组织均一，且没有肥膘和筋腱处。

1.4.5 酸价（acid value，AV）测定

AV 参考 GB 5009.229—2016《食品安全国家标准 食品中酸价的测定》中冷溶剂自动电位滴定法测定。

1.4.6 过氧化值（peroxide value，POV）测定

POV 参考 GB 5009.227—2016《食品安全国家标准 食品中过氧化值的测定》中滴定法测定。

1.4.7　丙二醛测定

参考 GB 5009.181—2016《食品安全国家标准 食品中丙二醛的测定》采用硫代巴比妥酸法(thiobar-bituric acid,TBA)分光光度计比色测定 TBA 值。

1.4.8　剪切力测定

将牛肉样品切成4 cm×2 cm×1 cm规格,采用TA.XT plus 质构分析仪于室温(25 ℃)下进行剪切力测定,测定条件:使用 HDP/BSK 刀具探头,测前速度 1.00 mm/s,测中速度 2.00 mm/s,测后速度 10.00 mm/s,目标位移 30.00 mm,测试时间 5.00 s,触发力 5 g。

1.4.9　色泽测定

参考徐玉玲等[9]的方法,分别测定手撕牛肉外部和内部的色泽,测定内部色泽前将牛肉新切一个表面,厚度不低于 2 cm,并置于空气中 30 min 氧合。

1.4.10　感官评定

由 10 名食品专业人员组成的评定小组,分别对几种手撕牛肉从其外观、气味、组织形态、滋味及咀嚼性 4 个指标进行感官品评,4 项之和为感官评定总分。手撕牛肉感官评分见表 1。

表 1　手撕牛肉感官评分

Table 1　Sensory score of shredded beef

项目	评分标准	分值
外观(20 分)	形状饱满光滑,色泽均一,呈玫瑰红色	14~20
	形状较完整,色泽均一,但颜色较暗或较淡	7~13
	形状不完整、色泽不均匀,颜色过深或过淡	0~6
香气(20 分)	具有浓郁的牛肉特有香味,无异味	14~20
	牛肉香味较淡,略带焦味或腥味,无异味	7~13
	无牛肉香味、焦味或腥味较重,或有其他异味	0~6
组织形态(30 分)	紧密度适中,肌肉纤维清晰,内部肌肉紧致且有弹性	20~30
	紧密度较适中,肌肉纤维较清晰,内部肌肉较紧致,弹性略差	10~19
	外观组织变形严重,内部肉质干瘪,无弹性	0~9
滋味及咀嚼性(30 分)	牛肉滋味浓郁,咀嚼时肉质松软适口,不干柴也不软烂	20~30
	滋味较浓郁,咀嚼时稍干或肉质稍软	10~19
	滋味较淡,咀嚼时肉质干硬或松散	0~9

1.5　数据处理

所有试验平行测定 3 次,试验数据采用 SPSS Statistics 25.0、Origin 2017 和 Excel 2010 等软件对数据进行分析作图,差异显著性分析由单因素方差分析(Oneway ANOVA)法完成,$P<0.05$ 表示有显著性差异。

2　结果与分析

2.1　不同工艺对干燥特性的影响

手撕牛肉产品的干燥特征曲线如图 1 所示。

如图 1 所示,同样风干方式的产品干燥特征曲线基本一致。显然,热风干燥工艺比冷风干燥工艺耗时短,在 8 h 水分达到 36%,而冷风干燥产品达到同样水分需要 54 h。这是因为热风干燥产品其蛋白质在高温下变性,组织结构较冷风干燥产品疏松,水分散失得更快,风干时间就越短。对实际生产而言,热风干燥所需生产周期更短,提升加工效率 6 倍多。

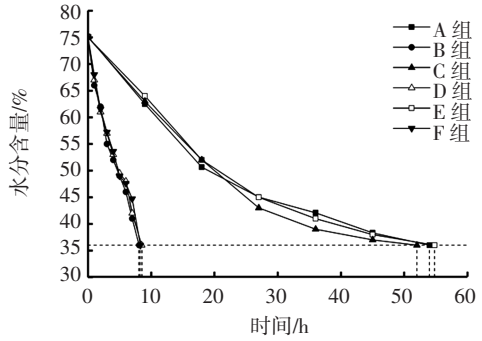
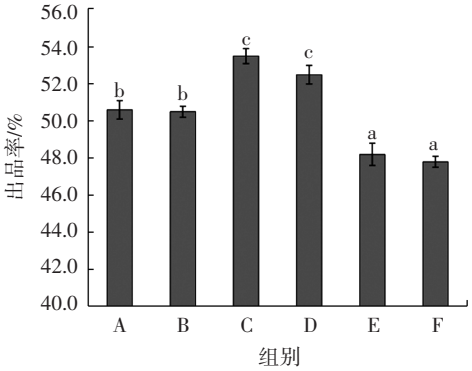


图 1　不同工艺手撕牛肉的干燥特征曲线

Fig.1　Drying characteristic curve of shredded beef with different processes

2.2　不同工艺对出品率的影响

不同工艺手撕牛肉出品率如图 2 所示。



不同组间小写字母不同代表差异显著($P<0.05$)。

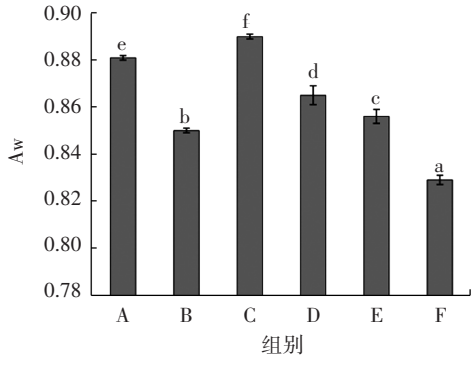
图 2　不同工艺手撕牛肉出品率

Fig.2　Yield of shredded beef with different processes

A 组、B 组、C 组、D 组、E 组、F 组出品率均接近 50%,其中 C 组、D 组出品率显著高于其它组($P<0.05$),E 组、F 组相对较低。A 组、B 组之间,C 组、D 组之间及 E 组、F 组之间两两对比差异均不显著($P>0.05$),可知风干方式对出品率无影响。E 组出品率显著低于 A 组($P<0.05$),原因是高温油炸使牛肉肌球蛋白变性,破坏肌束膜结构,使肌原纤维对水分束缚力降低,保水性变差[10],经过杀菌后牛肉内部水分散失较多。C 组出品率显著高于 A 组($P<0.05$),原因是产品蒸制时在热蒸汽的作用下肌肉纤维受热收缩,水分渗入肌肉纤维间,出品率增大。因此蒸制工艺具有较高出品率。

2.3　不同工艺对 Aw 值的影响

手撕牛肉产品的 Aw 值测定结果如图 3 所示。



不同组间小写字母不同代表差异显著(P<0.05)。

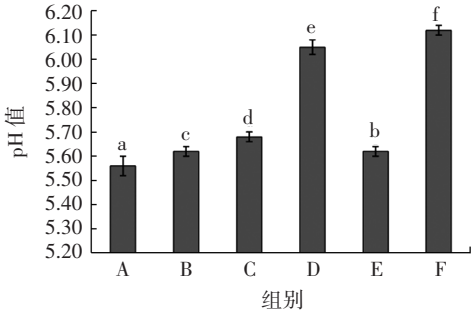
图 3 不同工艺手撕牛肉 Aw 对比

Fig.3 Aw of shredded beef with different processes

A 组、B 组之间,C 组、D 组之间以及 E 组、F 组之间两两对比,B 组、D 组、F 组 Aw 值均要显著低于 A 组、C 组、E 组(P<0.05),这是由于在热风干燥下肌肉蛋白受热变性收缩,组织结构变得疏松,对游离水束缚作用降低,游离水散失较冷风干组快[11]。D 组(0.865)显著高于 B 组(0.850)(P<0.05),F 组(0.829)显著低于 B 组(P<0.05),说明蒸制处理使产品的 Aw 值升高,油炸处理使 Aw 值降低。手撕牛肉产品的 Aw 值反映了水分在产品中的游离程度,与产品干燥方式和干燥后处理方式有很大联系,其大小主要反映了产品保藏性,一般说来肉制品 Aw 值越小其保藏性越好,Aw 值低于0.9 时就可以抑制大部分腐败菌的生长繁殖[12],几种产品 Aw 值均低于此值,因此可以抑制大部分微生物生长。

2.4 不同工艺对 pH 值的影响

手撕牛肉产品的 pH 值测定结果如图 4 所示。



不同组间小写字母不同代表差异显著(P<0.05)。

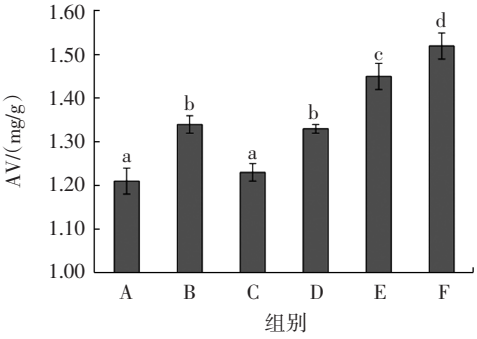
图 4 不同工艺手撕牛肉 pH 值对比

Fig.4 pH of shredded beef with different processes

A 组、B 组之间,C 组、D 组之间,E 组、F 组之间两两对比,A 组、C 组、E 组均显著低于 B 组、D 组、F 组(P<0.05),其中 A 组最低,pH 值为 5.56,F 组最高,pH 值为 6.12。在干燥过程中动物细胞内糖原分解使其 pH 值下降[13],且由于冷风风干时间更久,糖原分解更彻底,因此 pH 值更低。B 组、D 组、F 组对比可知,蒸制和油炸均使 pH 值上升。原因是牛肉经过蒸制和油炸,高温破坏了蛋白质稳定的化学键,肌肉蛋白在加热后酸性基团减少[14]。手撕牛肉产品的 pH 值影响到其滋味、货架期、系水力以及肉色等[15],一般认为手撕牛肉 pH 值应该介于 5.0~6.2 之间[16],由此可以判断 A 组、B 组、C 组、E 组比 D 组、F 组更易保存。

2.5 不同工艺对酸价(AV)影响

手撕牛肉产品 AV 值测定结果如图 5 所示。



不同组间小写字母不同代表差异显著(P<0.05)。

图 5 不同工艺手撕牛肉 AV 值对比

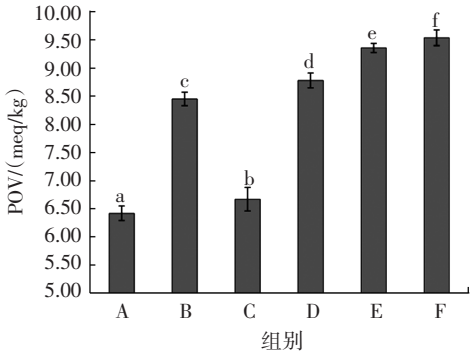
Fig.5 AV of shredded beef with different processes

A 组、B 组对比,A 组的 AV 值显著低于 B 组(P<0.05),C 组、D 组对比,C 组 AV 值显著低于 D 组(P<0.05),E 组、F 组对比,E 组显著低于 F(P<0.05)。A 组、C 组分别为 1.21 mg/g 和 1.23 mg/g 差异不显著(P>0.05),A 组、E 组对比,E 组显著高于 A 组达到 1.45 mg/g。不同工艺手撕牛肉产品酸价均低于国家标准的 4 mg/g,热风干燥在较高的温度下促进了脂肪酶和磷脂酶对油脂的水解作用[17],因此游离脂肪酸含量比冷风干燥组高,酸价相应更高。蒸制对手撕牛肉酸价影响不明显,而油炸过后的产品油脂酸价明显上升,原因是长时间的蒸制使脂肪水解酶失活,降低其对脂肪水解作用,而短时间高温油炸只能灭活牛肉表面脂肪水解酶,促进牛肉内部脂肪的水解生成游离脂肪酸,且用于油炸的植物油产生的游离脂肪酸进入到牛肉中也会使酸价上升。酸价越小代表其脂肪水解程度越低,产品品质更好,因此 A 组和 C 组更优。

2.6 不同工艺对过氧化值(POV)的影响

手撕牛肉的 POV 值测定结果如图 6 所示。

各组产品的 POV 值均有显著性差异(P<0.05),A 组(6.42 meq/kg)显著低于 B 组(8.45 meq/kg)(P<0.05),B 组、D 组、F 组这 3 组对比,其大小为 B 组<D 组<F 组。油脂的过氧化值是体现油脂氧化的一个重要指标,反映了油脂氧化过程中初级氧化产物的含量。热风干燥下脂肪的过氧化值较冷风干燥高,原因是热风干燥会使肉制品纤维膜系统被破坏[18],从而使脂肪暴



不同组间小写字母不同代表差异显著(P<0.05)。

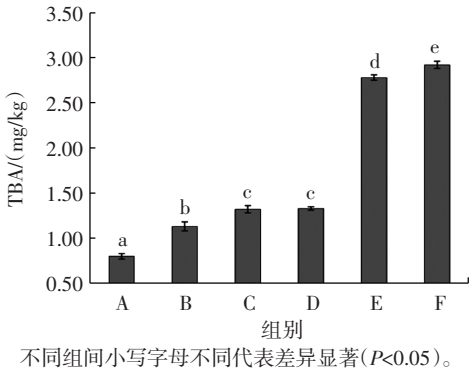
图 6　不同工艺手撕牛肉 POV 对比

Fig.6　POV of shredded beef with different processes

露在高温空气中，使其比冷风干燥更容易被氧化；同样在热风干燥条件下，由于 D 组和 E 组经过了油炸和蒸制的高温处理，加速了油脂氧化，因此过氧化值均比 B 组大，并且油炸温度比蒸制更高，油炸组比蒸制组油脂氧化程度更高。有研究表明，当油脂氧化程度较大，其初级氧化产物进一步分解成小分子物质，过氧化值反而会降低[19]，因此过氧化值的高低只能作为油脂氧化程度的参考。油脂氧化产生的过氢氧化物氧化能力强，能加速油脂的进一步氧化，并且产生哈败气味，不利于健康，但是孙宝忠[20]认为牛肉经过适当的氧化作用，对其风味的形成有积极作用。

2.7　不同工艺对 TBA 值的影响

TBA 值反映了不饱和脂肪酸继续氧化分解产生的丙二醛的含量，手撕牛肉的 TBA 值测定结果如图 7 所示。



不同组间小写字母不同代表差异显著(P<0.05)。

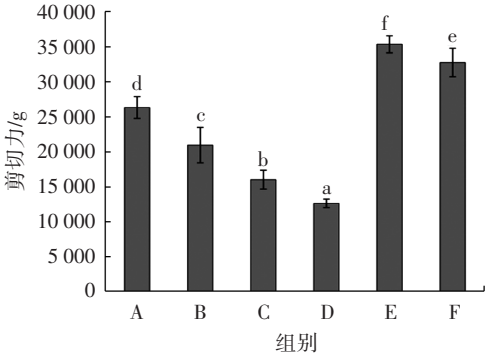
图 7　不同工艺手撕牛肉 TBA 值对比

Fig.7　TBA of shredded beef with different processes

B 组显著比 A 组高(P<0.05)，A 组、C 组、E 组对比，E 组显著高于 A 组、C 组(P<0.05)，达到 2.78 mg/kg。热风干燥会使牛肉纤维膜系统受到破坏，使油脂暴露在热空气中，促进了油脂的氧化和蛋白质的分解[21]，体现为 TBA 值升高；蒸制和油炸处理过程中高温使牛肉脂肪加快水解成游离脂肪酸[22]，并且在高温下氧化为小分子次级氧化产物，因此油炸和蒸制的产品 TBA 值均升高；由于油炸的温度比蒸制更高，氧化更剧烈，初级反应产物更多，因此油炸产品脂肪氧化程度比蒸制产品更高。综合而言，A 组和 C 组脂肪氧化程度更低。

2.8　不同工艺对剪切力的影响

手撕牛肉产品剪切力测定结果如图 8 所示。



不同组间小写字母不同代表差异显著(P<0.05)。

图 8　不同工艺手撕牛肉剪切力对比

Fig.8　Effect of different processes on shearing force of shredded beef

A 组、B 组对比，C 组、D 组对比，E 组、F 组对比可看出，A 组、C 组、E 组受到的剪切力均显著大于 B 组、D 组、F 组(P<0.05)。A 组、C 组对比可知，C 组剪切力为 16 030.62 g 显著低于 A 组(P<0.05)；A 组、E 组对比以及 B 组、F 组对比可知，E 组、F 组两组剪切力显著大于 A 组、B 组（P<0.05），分别达到 35 372.85 g 和 32 778.94 g。嫩度是反映手撕牛肉口感的重要评定指标，而剪切力可以直观地反映牛肉嫩度，在一定范围内，剪切力越小，说明手撕牛肉越松软，咀嚼性越低[23]。热风干燥组由于牛肉肌原纤维变性，蛋白质沉淀，组织疏松，因此剪切力更小；蒸制过程中，水蒸气进入牛肉肌肉纤维内部，加快了热传导，使牛肉组织更松软，剪切力更小；在高温油炸作用下，牛肉内部升温较慢，水分向外迁移速率小于外部水分散失速率，在牛肉表面形成坚硬的外壳，因此剪切力较大，可咀嚼性差。通过感官评定认为手撕牛肉剪切力在 10 000 g~25 000 g 之间口感最佳，因此 B 组、C 组、D 组为较优工艺。

2.9　不同工艺对产品色泽的影响

手撕牛肉产品色泽测定结果如表 2 所示。

从外部色泽测定结果来看，不同加工工艺对手撕牛肉的 L^*，a^*，b^* 值均有显著性差异(P<0.05)，从外部色泽来看，冷风干燥产品 L^* 和 a^* 显著比热风干燥产品更高(P<0.05)，蒸制和油炸对 L^* 值影响不显著(P>0.05)，蒸制使 a^* 值显著下降，油炸对 a^* 无显著性影响(P>0.05)。

从内部色泽测定结果来看，A 组、C 组、E 组 L^* 值显著高于 B 组、D 组、F 组(P<0.05)。冷风干燥和热风干燥产品在 a^* 上无显著性差异(P>0.05)，蒸制和油炸

表 2 不同工艺手撕牛肉的内外部色度值

Table 2 Internal and external color values of different shredded beef

组别	外部			内部		
	L^*	a^*	b^*	L^*	a^*	b^*
A 组	34.21±0.56^b	11.95±0.32^b	8.27±0.63^a	45.53±1.22^c	24.98±1.23^b	20.24±1.35^b
B 组	29.13±1.23^a	7.82±1.06^a	7.90±0.61^a	39.33±1.04^b	23.06±1.33^b	19.92±0.29^b
C 组	33.62±1.10^b	8.95±1.35^a	11.11±0.69^c	43.94±1.50^c	23.57±1.61^b	17.95±1.24^b
D 组	30.69±0.20^a	7.84±1.66^a	7.76±0.08^a	36.32±1.33^a	19.82±0.42^a	12.70±0.74^a
E 组	35.23±1.32^b	12.35±1.42^b	10.23±0.85^c	41.23±1.24^b	19.27±0.88^a	12.89±1.23^a
F 组	29.73±0.55^a	10.79±1.16^{ab}	9.39±0.94^{ab}	36.54±1.08^a	22.06±1.87^{ab}	12.78±1.48^a

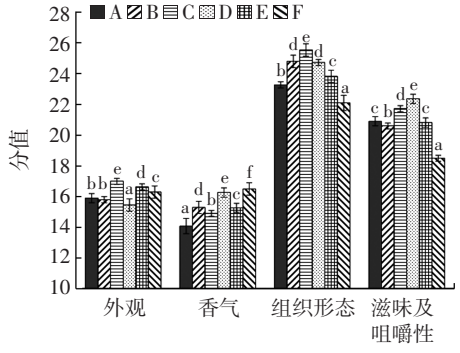
注：同一列小写字母不同表示具有显著差异（P<0.05）。

均使 a^* 降低（P<0.05），且油炸产品 a^* 最低（P<0.05）。

色泽是判断手撕牛肉品质的重要标准，主要跟肌红蛋白、血红蛋白的含量以及存在状态有关[24]。高温使其肌红蛋白、血红蛋白等变性，因此热风干燥、蒸制、油炸处理均使红度值降低[25]，油炸处理时牛肉肌肉蛋白中的还原糖发生美拉德反应，产生深褐色物质，因此产品颜色更深，这与丁士勇等[26]的研究结果一致。手撕牛肉内部色泽比外部色泽好，原因是牛肉外部直接与空气接触，肌红蛋白氧化程度大，颜色由鲜红色变为枣红色，最终变为红褐色[27]。

2.10 不同工艺对感官品质的影响

不同手撕牛肉感官评价结果如图 9 所示，不同工艺手撕牛肉的感官评定总分如图 10 所示。

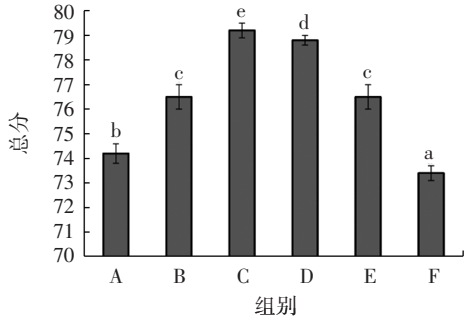


不同组间小写字母不同代表差异显著（P<0.05）。

图 9 不同工艺手撕牛肉的各项感官评分

Fig.9 Sensory evaluation of different shredded beef

外观上，热风干燥产品总体得分较低，冷风干燥产品得分较高；香气上，热风干燥产品的得分均高于冷风干燥产品，炸制比蒸制得分高，这是由于炸制处理下牛肉发生美拉德反应和焦糖化反应产生一系列的风味物质[28]；组织形态上，经蒸制的 C 组、D 组得分较高，分别达到 25.5 和 24.7，经油炸处理的 E 组、F 组感官得分较低，分别为 23.8 和 22.1；滋味及咀嚼性上，D 组和 F 组产品得分较高，仅冷风干燥组、仅热风干燥组得分较低。不同加工工艺对产品的各项评分均有影响，冷风产品在外观上可接受性高，而热风产品在香气上可接受性高，蒸制产品在组织形态、滋味及咀嚼性上得分均高于油炸产品，而油炸工艺产品感官色泽更佳。结合图 10，C 组和 D 组总感官评分高于其它组达到 79.2 和 78.8，说明这两种工艺在感官品质上最优。



不同组间小写字母不同代表差异显著（P<0.05）。

图 10 不同工艺手撕牛肉的感官评定总分

Fig.10 Total sensory score of different shredded beef

3 讨论

本研究对手撕牛肉不同的制作工艺，包括冷风干燥、热风干燥，以及蒸制、油炸熟化等进行研究，探究不同工艺对产品特性的影响，结果表明：在不经熟制条件下，对于冷风干燥产品，其风干时间为 54 h，出品率为 50.6%，理化特性上，pH 值为 5.56，Aw 值为0.881，脂肪氧化指标上，其 AV 值为 1.21 mg/g，POV 值为 6.42 meq/kg，TBA 值为 0.8 mg/kg，质构特性上，其剪切力为 23 341 g，感官得分 74.2。热风干燥产品风干时间则为 8 h，出品率为 50.5%，理化特性上，pH 值为 5.62，Aw 值为 0.85，脂肪氧化指标上，其 AV 值为 1.34 mg/g，POV 值为 8.45 meq/kg，TBA 值为 1.13 mg/kg，质构特性上，其剪切力为 20 967 g，感官得分 76.5。因此，在不经过熟制工艺条件下，冷风干燥脂肪氧化程度较低，咀嚼性更好，热风干燥生产周期更短，感官品质更好。

同样经过蒸制条件下，冷风干燥后蒸制产品，出品率 53.5%，理化特性上，pH 值为 5.68，Aw 值为 0.89，

脂肪氧化指标上，其 AV 值为 1.23 mg/g，POV 值为 6.67 meq/kg，TBA 值为 1.32 mg/kg，质构特性上，其剪切力为 16 030 g，感官得分 79.2。热风干燥后蒸制产品出品率 52.5%，在理化特性上，pH 值为 6.05，Aw 值为 0.865，脂肪氧化指标上，其 AV 值为 1.32 mg/g，POV 值为 8.78 meq/kg，TBA 值为 1.33 mg/kg，质构特性上，其剪切力为 12 650 g，感官得分 78.8。在同样经过蒸制的条件下，热风干燥产品水分活度更低，口感更松软但脂肪氧化程度高，感官评分较低。

同样经过油炸的条件下，冷风干燥后油炸产品出品率 48.2%，理化特性上，pH 值为 5.64，Aw 值为 0.856，脂肪氧化指标上，其 AV 值为 1.45 mg/g，POV 值为 9.36 meq/kg，TBA 值为 2.78 mg/kg，质构特性上，其剪切力为 35 372 g，感官得分 76.1。热风干燥后油炸产品出品率 47.8%，在理化特性上，pH 值为 6.12，Aw 值为 0.829，脂肪氧化指标上，其 AV 值为 1.52 mg/g，POV 值为 9.54 meq/kg，TBA 值为 2.92 mg/kg，质构特性上，其剪切力为 32 778 g，感官得分 73.4。同样经过油炸，冷风干燥产品理化特性较好，其脂肪氧化程度较低，剪切力较大，口感偏硬。

无论在冷风干燥条件下还是热风干燥条件下，蒸制工艺的产品出品率较高，脂肪氧化程度较小，口感松软，总体感官评分高；油炸工艺出品率较低，油炸产品脂肪氧化程度更大，而外观色泽更佳。

4 结论

随着社会经济的发展及人们消费需求的变化，手撕牛肉作为休闲方便肉制品，展现出良好的市场发展前景，而对其优质化、安全化的研究受到特别关注。本研究对手撕牛肉不同的制作工艺，包括冷风干燥、热风干燥，以及蒸制、油炸熟化等进行了研究，以探究不同工艺对产品特性的影响。结果表明，对于干燥后不经过蒸煮或油炸熟制而直接杀菌的产品，冷风干燥与热风干燥比较，脂肪氧化程度较低，质构更佳，而热风干燥生产周期更短，感官品质更好；经过蒸制再杀菌的产品，热风干燥与冷风干燥比较，Aw 更低，口感更松软，但脂肪氧化程度更高，感官评分更低；油炸熟制产品，冷风干燥与热风干燥比较，理化特性较好，脂肪氧化程度更低，但剪切力值更大，口感偏硬；无论是冷风干燥还是热风干燥，蒸制与油炸比较，产品出品率更高，脂肪氧化程度较小，质构更佳，而油炸则在外观色泽上更佳。综合评定结果，采用冷风干燥后蒸制，再杀菌处理的工艺对保持手撕牛肉品质上的效果最佳。

参考文献：

[1] 李森. 肉类产业未来发展四大趋势[J]. 肉类工业, 2005(11):48-48.
[2] 李新生, 党娅, 王艳龙. 中国牛肉干加工技术及产业发展现状[J]. 肉类研究, 2012, 26(4):32-35.
[3] 雷虹, 靳烨, 岳建平,等. 不同地区自然风干牛肉的理化特性和安全性比较[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2018(13):33-38.
[4] 刘元林, 蒙秋柏, 田晓静. 风干牛肉品质研究进展 [J]. 农产品加工, 2018(2):62-63.
[5] 谢小雷, 李侠, 张春晖, 等. 不同干燥方式对牛肉干物性特性的影响[J]. 农业工程学报, 2015, 31(S1):346-354.
[6] 康生文. 真空低温油炸牛肉干生产技术[J]. 肉类研究, 1995(4):22-23.
[7] 童光森. 不同品种辣椒对香辣牛肉干调味效果影响研究 [J]. 中国调味品, 2020, 45(3):83-86.
[8] 任志刚. 嫩化型五香风味牛肉干的研制 [J]. 食品安全质量检测学报, 2020, 11(5):1541-1547.
[9] 徐玉玲, 韩玲, 余群力, 等. 部位肉与肌肉纤维走向对牛肉色泽的影响[J]. 甘肃农业大学学报, 2013, 48(5):137-140.
[10] OFFER G, KNIGHT P, JEACOCKE R, et al. The structural basis of the water holding, appearance and toughness of meat products[J]. Food Microsrtucture, 1989, 8(1):151-170.
[11] 孟祥忍, 王恒鹏, 谢静, 等. 真空低温烹饪对牛肉微观结构与理化性质的影响[J]. 食品与发酵工业, 2019, 45(9):156-162.
[12] 王卫, 龙伟. 腌腊肉制品特性及工艺研究 [J]. 肉类研究, 1997(3):21-24.
[13] Petit T, CARO Y, PETIT A S, et al. Physicochemical and microbiological characteristics of biltong, a traditional salted dried meat of South Africa[J]. Meat Science, 2014, 96(3):1313-1317.
[14] 宋福香, 计红芳, 江开欣, 等. 油炸对鹅肉理化性质、质构与微观结构的影响[J]. 食品科学, 2017, 38(3):136-141.
[15] 万发春, 张幸开, 张丽萍, 等. 牛肉品质评定的主要指标[J]. 中国畜牧兽医, 2004(12):17-19.
[16] 侯艳, 肖蓉, 忽在恒. HACCP 系统在云南牛干巴生产中的应用[J]. 农产品加工, 2007(8):25-26.
[17] 吴师师. 干燥温度对脉动压腌制风干牛肉贮藏品质的影响[D]. 石河子：石河子大学, 2018.
[18] 袁海涛, 芮汉明, 罗虹. 广式腊肠热风干燥过程理化特性的变化[J]. 肉类研究, 2001(4):13-15.
[19] 李宇辉, 王俊钢, 刘成江, 等. 不同温度处理的风干牛肉贮藏过程中脂肪变化[J]. 食品科学, 2019, 40(13):14-21.
[20] 孙宝忠. 干腌牛肉加工过程中微生物变化、作用及机理 [D]. 北京：中国农业大学, 2005.
[21] 张佳敏, 王卫, 白婷, 等. 烘烤与风干干燥对四川腊肉脂质氧化影响的比较研究[J]. 食品科技, 2016, 41(5):115-121.
[22] 吴宝森, 孙玥晖, 刘姝韵, 等. 肉和肉制品中脂质氧化的研究进展[J]. 食品安全质量检测学报, 2017(3):94-98.
[23] 孟祥忍, 屠明亮, 王恒鹏, 等. 卤煮加工过程中牛肉的品质变化研究[J]. 食品科技, 2019, 44(6):108-112.
[24] 车发梅, 史福胜, 李莉. 不同海拔地区牦牛血红蛋白、肌红蛋白含量的测定[J]. 家畜生态学报, 2007(5):39-41.
[25] 谢小雷, 张春晖, 贾伟, 等. 连续式中红外-热风组合干燥设备的研制与试验[J]. 农业工程学报, 2015, 31(6):282-289.
[26] 丁士勇, 张家年. 干制牛肉中的非酶褐变 [J]. 食品工业科技, 2006(3):93-94.
[27] RENERRE M. Factors involved in the discoloration of beef meat[J]. International Journal of Food Science & Technology, 2007, 25(6):613-630.
[28] 杨红菊, 乔发东, 马长伟, 等. 脂肪氧化和美拉德反应与肉品风味质量的关系[J]. 肉类研究, 2004(1):25-28.

加工编辑：张弘
收稿日期：2020-06-11