

超高压处理对牛肉加工特性的影响^{*}

段旭昌¹, 李绍峰¹, 张建新¹, 李立方¹, 蒋爱民¹, 上官建武², 杨公明¹

(1 西北农林科技大学 食品科学与工程学院, 陕西 杨凌 712100;

2 三门峡富达热电有限公司, 河南 三门峡 472400)

[摘 要] 研究了不同超高压处理对鲜、熟牛肉的感官特性、保藏性和残存微生物的影响。结果表明, 超高压处理对鲜牛肉的感官品质有显著影响, 可明显延长牛肉的保藏期, 但无法完全杀灭牛肉中的微生物; 牛肉中残存的微生物主要是革兰氏阳性杆菌, 说明牛肉中的某些革兰氏阳性杆菌对超高压具有较强的抵抗性。

[关键词] 牛肉; 超高压处理; 感官特性; 保藏性; 革兰氏阳性杆菌

[中图分类号] TS205.9; TS251.5⁺2 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1671-9387(2005)10-0062-05

超高压加工技术(Ultra-High Pressure Processing, UHP)是一种纯物理低温加工方法, 不仅不破坏食物中的热敏性营养成分, 还能很好地保持食品原有的色、香、味、型, 是目前食品加工业中的一项高新技术, 引起了世界食品界的普遍关注, 已逐步被应用于多种食品的中低温加工中^[1]。

早在1899年就开始了超高压肉的处理研究, 当时Hite^[2]采用高压处理了不同的肉类, 发现高压处理可延长肉的保藏期。1991年, Shigehisa等^[3]研究了超高压处理对猪肉泥中微生物的作用效果, 证明超高压对猪肉泥中的微生物有杀菌作用。1992年, Hayashi等^[4]研究认为, 高压处理还可以杀死肌肉中的寄生虫及虫卵, 改变肉的品质, 提高肉的嫩度。近年来, 随着人们生活水平的提高, 对肉制品的消费量不断增加, 其食用方式也趋于多样化, 并逐渐向生鲜、半生食方向发展。随着小包装鲜牛肉消费的兴起, 传统的热加工技术很难保持新鲜牛肉的原有风味、营养与质构, 人们一直在探索能更好地保持牛肉原有营养、风味和质构的各种中低温加工技术。

本试验为探索超高压在牛肉加工方面的应用, 采用不同的压力-时间组合, 对生鲜牛肉和半熟牛肉进行了超高压处理, 并从感官品质、保藏性、残存微生物等方面进行了对比试验, 研究超高压处理对牛肉加工特性的影响, 以期超高压在牛肉制品加工方面的应用奠定理论基础。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

1.1.1 材料 1岁秦川公牛鲜肉, 购于陕西杨凌市场。

1.1.2 试剂 Hucker结晶紫染色液, Lugol碘液, 体积分数95%乙醇, 质量分数2%番红染色液。

1.1.3 仪器 800 MPa-15L超高压食品加工设备(传压介质为癸二酸二辛脂), 由内蒙古包头市科发新型高新技术食品机械有限公司与西北农林科技大学联合研制; PYX-BHSD-50×60恒温培养箱, 上海市跃进医疗器械一厂生产; 真空封口机; 超净工作台; 光学显微镜等。

1.2 方法

1.2.1 样品处理 取去除筋腱的鲜牛肉, 清洗后淋干, 切分成66份, 其中33份在质量分数1%的食盐溶液中预煮10 min, 达到6~7成熟(以下简称熟牛肉), 然后所有样品用复合聚乙烯塑料袋真空包装, 每袋装100 g, 于4℃冰箱冷藏至超高压处理时。分别取3份鲜牛肉和3份熟牛肉留作对照1(CK1)和对照2(CK2), 其余分生、熟牛肉2组, 用400, 550, 700 MPa压力分别处理20, 40, 60 min, 每处理设3个重复, 处理后的样品与对照一起进行感官品质、保藏性和残存微生物的对比评价。

1.2.2 超高压处理后牛肉各项品质的测定方法

(1) 感官特性 感官评定不同处理牛肉样品的风味、

* [收稿日期] 2005-01-17

[基金项目] 陕西省科技攻关项目(2000KG-A 01)

[作者简介] 段旭昌(1965-), 男, 陕西武功人, 副教授, 博士, 主要从事食品加工新技术研究。

[通讯作者] 杨公明(1950-), 男, 陕西富平人, 教授, 留法博士, 博士生导师, 主要从事食品加工新技术研究。

色泽、肌肉表面结构(肌纤维束的变化)、软硬程度、嫩度,分析不同超高压处理对牛肉感官特性的影响。(2)汁液溶出量的计算。以自流汁的质量与样品质量的比值计算汁液溶出量。(3)保藏性试验。将不同处理的样品与对照一起放入 37℃ 恒温培养箱中培养,每隔 4 h 记录牛肉样品的涨袋情况,根据涨袋所需时间,判断超高压处理对牛肉保藏性的影响。涨袋所需时间越长,牛肉的保藏性越好。(4)微生物测定。细菌总数按国标 GB 4789.2《食品卫生微生物学检验 菌落总数测定》的方法进行测定。(5)细菌类别的鉴定。采用革兰氏染色,进行显微镜镜检,判断微生物类别。

2 结果与分析

2.1 超高压处理对牛肉感官特性的影响

超高压处理牛肉的感官评价结果见表 1。由表 1 可知,经 400~700 MPa 处理,熟牛肉的色泽、纤维结

构、硬度和嫩度基本不随处理压力的升高和处理时间的延长而变化,与熟牛肉对照相比无明显差异。在同一处理时间下随处理压力的升高,或在同一压力下随处理时间的延长,熟牛肉的汁液溶出量均略有增加,但变化不明显。在 400~700 MPa 处理压力下,鲜牛肉的色泽在处理时间相同的条件下,随处理压力的增大而变浅;在处理压力相同的条件下,随处理时间的延长而变浅。鲜牛肉的汁液溶出量随处理压力的升高和处理时间的延长而增加。从肌肉纤维结构的变化来看,经 400 MPa 处理的鲜牛肉样品与对照相比,表面结构、硬度和嫩度无太大的差异;经 550 MPa 处理的鲜牛肉,肌纤维结构变得疏松,表面片状化,纹理不清楚;当处理压力升至 700 MPa 时,鲜牛肉的表面肌纤维束分离明显,并随处理时间延长肌纤维束分离更加清晰。就此来看,超高压处理对熟牛肉样品的感官特性影响较小,对鲜牛肉的感官特性影响较大。

表 1 牛肉超高压处理后的感官评价结果
Table 1 Sensory evaluation of the beef processed by the ultra-high pressure

牛肉类型 Type of beef	压力/MPa Pressure	处理 时间/min Treatment time	色泽 Colour	汁液溶出量/ (g · kg ⁻¹) Extrusion succus quantum	肌纤维束 Surface tissue structure	硬度 R igidity	嫩度 Tender grade
鲜牛肉 Fresh beef	700	20	粉红色 Pink	102	分离清晰 D istin ctly	稍软 Lesser softer	较嫩 Lesser tender
		40	浅粉色 L ight pink	141	分离清晰 D istin ctly		
		60	浅粉色 L ight pink	141	分离清晰 D istin ctly		
	550	20	浅粉色 L ight pink	86	分离明显 V isibly	较软 Softer	嫩 Tender
		40	灰白色 L ight w hite	124	分离明显 V isibly		
		60	暗灰色 D ark grey	163	分离明显 V isibly		
	400	20	浅粉色 L ight pink	62	分离不清 Faintly	软 Soft	嫩 Tender
		40	浅灰色 L ight grey	91	分离不清 Faintly		
		60	暗灰色 D ark grey	123	分离不清 Faintly		
对照 1 CK 1			暗红色 D ark red	23	分离不清 Faintly	软 Soft	嫩 Tender
熟牛肉 Cooked beef	700	20	浅褐色 l ight brow n	46	清晰紧凑 Distinctly and tight	硬 R igicity	老 Tough
		40	浅褐色 l ight brow n	48	清晰紧凑 Distinctly and tight	硬 R igicity	老 Tough
		60	浅褐色 l ight brow n	51	清晰紧凑 Distinctly and tight	硬 R igicity	老 Tough
	550	20	浅褐色 L ight brow n	46	清晰紧凑 Distinctly and tight	硬 R igicity	老 Tough
		40	浅褐色 L ight brow n	48	清晰紧凑 Distinctly and tight	硬 R igicity	老 Tough
		60	浅褐色 L ight brow n	48	清晰紧凑 Distinctly and tight	硬 R igicity	老 Tough
	400	20	浅褐色 L ight brow n	46	清晰紧凑 Distinctly and tight	硬 R igicity	老 Tough
		40	浅褐色 L ight brow n	48	清晰紧凑 Distinctly and tight	硬 R igicity	老 Tough
		60	浅褐色 L ight brow n	48	清晰紧凑 Distinctly and tight	硬 R igicity	老 Tough
对照 2 CK2			褐色 Brow n	15	清晰紧凑 Distinctly and tight	硬 R igicity	老 Tough

经超高压处理后,鲜牛肉的色泽变化明显,这是因为在不同超高压下,鲜牛肉中的血红蛋白发生了

不同程度的变性,从而导致肉的颜色不同。鲜牛肉的汁液溶出量大,而熟牛肉的汁液溶出量少,这是因为鲜牛肉中含有大量自由水,在受到外力挤压时便从细胞中流出;而熟牛肉由于蛋白质预先变性使得自由水变成结合水,自由水含量大大降低,因而汁液溶出量减少。Elgasin 等^[5]曾报道,经高压处理,不仅可使肉中肌原纤维内部构造发生变化,而且还可导致筋内膜和筋上膜的剥离,筋原纤维间的间隙变宽。同时,高压能够解聚肌动蛋白和肌球蛋白,并能提高肌原纤维蛋白的溶解性^[6]。本试验所得结果与其结论相一致。

2 2 超高压处理对牛肉保藏性的影响

超高压处理牛肉的保藏性试验结果见表2。由表2可看出,超高压处理有明显延长牛肉保质期的作

用。在37℃恒温培养条件下,鲜牛肉和熟牛肉的对照样分别在12和20 h 出现腐败,而超高压处理的鲜牛肉样品的最短保质时间是20 h,熟牛肉为28 h,较其对照均延长了8 h。超高压处理的熟牛肉的保质时间明显长于鲜牛肉,随着处理压力的升高和处理时间的延长,牛肉的保质时间也相对延长。提高处理压力和延长处理时间,对延长鲜牛肉的保质期影响不明显,最大差8 h。在37℃恒温培养箱中,32 h 内所有鲜牛肉处理样品均出现不同程度的腐败。而初始菌数较少的熟牛肉经超高压处理后,保质期随处理压力升高和处理时间增加明显延长,最大差20 h。这一试验结果证明,增加处理压力和延长处理时间均能延长牛肉的保质期。

表2 不同处理牛肉样品在37℃恒温培养的保藏时间

Table 2 Preservation times of the processed beef samples cultured under 37℃ constant temperature																
牛肉类型 Type of beef	压力/MPa Pressure	处理 时间/min Treatment time	贮藏时间/h Preservation time													
			0	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52
鲜牛肉 Fresh beef	700	60	---	---	---	---	---	---	---	---	+	+	+	+	+	+
		40	---	---	---	---	---	---	---	---	+	+	+	+	+	+
		20	---	---	---	---	---	---	---	---	+	+	+	+	+	+
	550	60	---	---	---	---	---	---	---	---	+	+	+	+	+	+
		40	---	---	---	---	---	---	---	---	+	+	+	+	+	+
		20	---	---	---	---	---	---	---	---	+	+	+	+	+	+
	400	60	---	---	---	---	---	---	---	---	+	+	+	+	+	+
		40	---	---	---	---	---	---	---	---	+	+	+	+	+	+
		20	---	---	---	---	---	---	---	---	+	+	+	+	+	+
对照1 CK1			---	---	---	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
熟牛肉 Cooked beef	700	60	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	+
		40	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	+
		20	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	+
	550	60	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	+
		40	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	+
		20	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	+
	400	60	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	+
		40	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	+
		20	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	+
对照2 CK2			---	---	---	---	---	+	+	+	+	+	+	+	+	+

注: +, 1个样品腐败; -, 1个样品未腐败。
Note: +, One sample putrid; -, One sample not putrid

2 3 超高压处理对牛肉中残存微生物的影响

超高压处理后牛肉样品中的残存细菌总数测定结果见表3。表3表明,超高压能明显杀死牛肉中的微生物,残存微生物的数量随处理压力的升高和处理时间的延长而减少。在相同的处理压力下,牛肉中残存微生物的数量随处理时间的延长变化不明显;

但在相同处理时间下,随处理压力的升高,牛肉中微生物的残存数量明显减少。牛肉中初始微生物的数量对超高压处理的杀菌效果有一定影响。从表3可知,牛肉中初始微生物的数量越大,超高压处理杀菌效果越明显,初始微生物数量越小,杀菌效果越不明显。在相同条件下,初始微生物的数量越大,超高压

杀菌后残存的微生物数越多。通过镜检观察发现, 超高压处理后的牛肉样品中残存的微生物, 是形状相同的一种革兰氏阳性杆菌, 说明超高压在处理牛肉时对杀灭细菌的种类是有选择性的, 某些革兰氏阳性杆菌对超高压处理具有一定的抵抗性^[7]。残存的革兰氏阳性杆菌具体是什么菌种, 还需进一步研究鉴定。

表 3 超高压处理后牛肉中微生物的数量和类别

Table 3 Test result of microorganism in the beef processed by ultra-high pressure

牛肉类型 Type of beef	压力/MPa Pressure	处理 时间/min Treatment time	细菌数/ (个·mL ⁻¹) Bacterium number	细菌类别 Bacterium sort	牛肉类型 Type of beef	压力/MPa Pressure	处理 时间/min Treatment time	细菌数/ (个·mL ⁻¹) Bacterium number	细菌类别 Bacterium sort
鲜牛肉 Fresh beef	700	60	10	G ⁺ 杆菌 G ⁺ bacillus	熟牛肉 Cooked beef	700	60	3	G ⁺ 杆菌 G ⁺ bacillus
		40	12	G ⁺ 杆菌 G ⁺ bacillus			40	6	G ⁺ 杆菌 G ⁺ bacillus
		20	16	G ⁺ 杆菌 G ⁺ bacillus			20	8	G ⁺ 杆菌 G ⁺ bacillus
	550	60	16	G ⁺ 杆菌 G ⁺ bacillus		550	60	4	G ⁺ 杆菌 G ⁺ bacillus
		40	18	G ⁺ 杆菌 G ⁺ bacillus			40	6	G ⁺ 杆菌 G ⁺ bacillus
		20	22	G ⁺ 杆菌 G ⁺ bacillus			20	10	G ⁺ 杆菌 G ⁺ bacillus
		60	20	G ⁺ 杆菌 G ⁺ bacillus			60	6	G ⁺ 杆菌 G ⁺ bacillus
	400	40	24	G ⁺ 杆菌 G ⁺ bacillus		400	40	8	G ⁺ 杆菌 G ⁺ bacillus
		20	28	G ⁺ 杆菌 G ⁺ bacillus			20	12	G ⁺ 杆菌 G ⁺ bacillus
对照 1 CK 1	-	-	3 000	G ⁺ 和 G ⁻ 球, 杆菌 G ⁺ and G ⁻ cocci, bacillus	对照 2 CK 2	-	-	28	G ⁺ 和 G ⁻ 球, 杆菌 G ⁺ and G ⁻ cocci, bacillus

3 结论与讨论

1) 经超高压处理后, 熟牛肉的色泽、纤维结构、硬度、嫩度随处理压力的升高和处理时间的延长变化不明显, 汁液溶出量随处理压力的升高和处理时间的延长略有增加, 但变化不大; 鲜牛肉的色泽随处理压力的升高和处理时间的延长而变浅, 汁液溶出量增大, 表面肌纤维结构变得疏松。

2) 超高压处理能明显延长牛肉保质期。经超高压处理熟牛肉的保质期长于鲜牛肉, 经较高压力较长时间处理的牛肉样品的保质期, 长于较低压力短时间处理的牛肉样品。

3) 超高压处理对牛肉中的微生物有明显的杀菌效果, 但无法完全杀灭牛肉中的细菌。牛肉中初始微

生物的数量影响超高压的杀菌效果, 在相同条件下, 初始微生物的数量越大, 超高压杀菌后残存的微生物数量越多。超高压处理后牛肉中残存的微生物主要是革兰氏阳性杆菌。

一定条件的超高压处理对牛肉有嫩化作用, 这主要表现在牛肉组织中的肌纤维结构发生了变化^[8], 本试验结果也能说明这一点。不同种类的微生物对超高压具有不同的抵抗性, 超高压对微生物的杀菌效果取决于微生物种类、处理压力、处理温度和处理时间以及食品原料的组成等^[9]。即使同一种类细菌, 其不同菌株对压力的耐受力也各不相同。一般芽孢菌对压力具有较强的抵抗力, 食品中的内源微生物较接种微生物对压力有更大的抵抗力^[10, 11]。超高压对牛肉的处理也具有相同的效果。

[参考文献]

[1] 梁彦, 赵鹏. 高压技术及其在食品加工中的应用[J]. 包装与食品机械, 2004, (1): 40- 43

[2] Hite B H. The effects of pressure in the preservation of milk [J]. Morgantown Bull WV Univ Agric Exp Sta Morgantown, 1899, 58: 15- 35

[3] Shigehisa T, Ohmori T, Saito A, et al. Effects of high hydrostatic pressure on characteristics of pork slurries and inactivation of microor-

- ganisms associated with meat and meat products[J]. *Int J Microbiol*, 1991, 12: 207- 216
- [4] Hayashi, Balny C. *High Pressure Bio science and Biotechnology*[M]. Amsterdam: Elsevier Science, 1996 171- 174; 253- 259
- [5] Elgasim F A, Kennick W H. Effect of high hydrostatic pressure on meat microstructure[J]. *Food Microstructure*, 1982, 8(1): 75- 82
- [6] 大森丘, 孙秀琴. 超高压在肉类加工方面的应用[J]. *肉品卫生*, 1996, (2): 16- 18
- [7] 祖海珍, 徐幸莲. 高压对肌肉蛋白凝胶性的影响[J]. *食品科技*, 2004, (1): 19- 20
- [8] Hoover D G. Biological effects of high hydrostatic pressure on food microorganisms[J]. *Food Technol*, 1989, 6(3): 99
- [9] Cheftel J C, Culio li J. Effect of high pressure on meat a review [J]. *Meat Science*, 1997, 46(3): 211.
- [10] A lpa s H, Kalchayanand N, Bozoglu F, et al. Interaction of pressure, time and temperature of pressurization on viability loss of *Listeria innocua*[J]. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 1998, 14(2): 251- 253
- [11] Hayashi R. Utilization of pressure in addition to temperature in food science and technology[J]. *High pressure biotechnology*, 1992, 224: 185- 193

Effect of ultra-high pressure treatment on processing peculiarity of beef

DUAN Xu-chang¹, LI Shao-feng¹, ZHANG Jian-xin¹, LI Li-fang¹,
JIANG Ai-min¹, SHANGGUAN Jian-wu², YANG Gong-ming¹

(1 College of Food Science and Engineering, Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Yangling Shaanxi 712100, China;

2 Shanxi Fuda Thermoelectricity Limited Company, Shanxi, Henan 472400, China)

Abstract: The quality of sensory and preservation and remanent microbe of fresh and cooked beef treated by different ultra-high pressure was investigated. The results show that ultra-high pressure treatment obviously affects sensory quality of fresh beef and can lengthen markedly the shelf life of beef, but all microorganism in the beef could not be killed absolutely with ultra-high pressure treatments. The survival bacterium observed is only the gram positive bacillus in these samples, which show that some gram positive bacillus in beef have more repellence for ultra-high pressure.

Key words: beef; ultra-high pressure processing; sensory peculiarity; preservation; G⁺ bacillus