

# 超高压处理对卤制猪蹄筋皮同步熟而不烂的工艺研究

陈金伟, 潘见\*, 张慧娟, 孙忱 (合肥工业大学农产品生物化工教育部工程研究中心, 安徽合肥 230009)

**摘要** [目的]解决猪蹄卤制时皮烂而筋不熟的问题。[方法]对猪蹄原料进行超高压处理、降低热力蒸煮强度,使猪蹄的筋皮达到同步熟而不烂的程度。[结果]300~400 MPa 的压力处理 10~20 min,可使猪蹄的猪皮与猪筋在 121 °C 蒸煮 10 min 的条件下同步达到熟而不烂的熟化状态,且产品达到商业无菌国家标准。[结论]超高压处理可以提升猪皮的耐煮性,降低猪筋熟化温度,达到卤制猪蹄在高温蒸煮过程中筋、皮同步熟而不烂的状态。

**关键词** 猪皮;猪筋;超高压;熟化

**中图分类号** S879.2 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2017)12-0079-02

## Study of the Pigskin and Pork Tendon All Cooked Well by Ultra-high Pressure Processing

CHEN Jin-wei, PAN Jian\*, ZHANG Hui-juan et al (Engineering Research Center of Agricultural Products Biochemical E ministry of Education, Hefei University of Technology, Hefei, Anhui 230009)

**Abstract** [Objective] In order to ensure pork tendon and pigskin all cooked well. [Method] The raw pig's trotters were taken ultra-high pressure treatment to lower the cooking temperature. [Result] The results showed that, when the pressure was 300-400 MPa, the treatment time was 10-20 min, the pigskin and pork tendon would be all cooked well when the temperature was 121 °C and the heating time was 10 min, and the products satisfied the commercial sterile national standard. [Conclusion] Ultra-high pressure processing can enhance the boiling resistance of pigskin and reduce the aging temperature of pork tendons, ensure the pork tendon and pigskin all cooked well in the high temperature cooking process.

**Key words** Pigskin; Pork tendon; UHP; Aging

猪蹄营养丰富,富含胶原蛋白,对于防治皮肤干瘪起皱、增强皮肤弹性和韧性都有很好的功效,因此深受广大人民群众喜爱<sup>[1]</sup>。但猪蹄在生产过程中存在着较多的技术难题,最突出的问题为,猪蹄经高温蒸煮后猪皮部分极其软烂而其猪筋部分依然不易咀嚼,即猪皮与猪筋无法同步达到熟而不烂的熟化状态。

猪蹄中的猪皮易被煮烂煮化是因为猪皮在蒸煮过程中胶原蛋白不断水解而导致其结构的溃散<sup>[2]</sup>。陈丽清等<sup>[3]</sup>的研究结果显示,超高压处理对猪皮胶原蛋白结构的影响显著,故可研究超高压对猪皮耐煮性的影响。猪筋属于典型的致密结缔组织,其熟化蒸煮条件与其致密的组织结构高度相关<sup>[4]</sup>,超高压能破坏蛋白间的组织结构,故可研究超高压技术对猪筋熟化温度的影响。

笔者选取猪蹄中的猪皮与猪筋作为研究对象,以感官评定得分作为猪筋、猪皮熟化软烂评价指标,尝试寻找猪筋与猪皮能同时达到熟而不烂的熟化状态的生产工艺。

## 1 材料与方法

**1.1 材料** 供试原辅料:新鲜猪蹄、葱、姜、料酒等购自合肥新都会家乐福超市;生抽、老抽,海天调味食品股份有限公司;太太乐鸡精,上海太太乐食品有限公司;食盐,安徽省盐业公司;白砂糖,太古糖业(中国)有限公司。

主要仪器设备: DZ-400/2S 真空封口机,金华市包装机械有限公司; AND-50 反压蒸煮锅,济南艾德诺仪器有限公司; BC/BD-386G 冰箱,河南新飞电器集团有限公司; PE 高温蒸煮袋,合肥向东食品包装材料公司; C21-SK805 电磁

炉,九阳股份有限公司; G-135 电子天平,德国梅特勒-托利公司; YCB630/2.5 食品超高压设备,兵器工业第五二研究所; TA-XT plus 质构仪,英国 Stable Micro System 公司。

### 1.2 方法

**1.2.1 猪蹄处理工艺。**猪蹄清洗→超高压处理→焯水→煮制→加料真空包装→高温蒸煮→分析检测。

**1.2.2 超高压对猪皮、猪筋熟而不烂工艺的影响。**试验超高压压力为 100 MPa, 保压时间分别为 5、10、15、20 min, 按“1.2.1”的工艺流程对猪蹄进行处理。出于生产试验效率以及节能的考虑,该试验中统一选取蒸煮时间为 10 min。每个压力试验条件组选取温度依次为 105、107、109、…、121 °C, 每个条件做 20 组平行。蒸煮完成后,对样品的猪皮以及猪筋部分分别进行感官评定,通过感官评定分别确定每份猪蹄猪皮与猪筋的得分,再将得分与评分标准(表 1)进行对比,若感官得分位于熟而不烂的得分区间内,则判定此温度为猪皮、猪筋熟而不烂的蒸煮温度,以此方法分别确定猪皮以及猪筋熟而不烂的蒸煮温度区间,并找寻猪皮猪筋同步达到熟而不烂的温度区间。

按照上述方法分别依次测定当超高压压力为 200、300、400 MPa 时猪皮以及猪筋熟而不烂的蒸煮温度区间,并找寻猪皮猪筋同步达到熟而不烂的蒸煮温度区间。

**1.2.3 筋皮同步熟而不烂参数测定。**选取感官评价中猪皮与猪筋同步达到熟而不烂的样品(即猪皮与猪筋的得分均为 6~8 分的样品)进行检测。检测项目为猪皮的硬度、黏性以及弹性,猪筋的硬度、黏性与弹性,每个试验样品做 3 组平行测定,结果取均值,测得参数可作为工业生产中生产筋皮同步达到熟而不烂猪蹄产品的参考。

**1.2.4 商业无菌检测。**对能使筋皮同步达到熟而不烂的熟化状态的试验条件按照“1.2.1”的方法进行试验,试验完成

**基金项目** 合肥工业大学“秋实计划”项目(JZ2015QJH0221)。

**作者简介** 陈金伟(1992—),男,浙江湖州人,硕士研究生,研究方向:食品超高压加工。\*通讯作者,教授,博士,博士生导师,从事农产品超加工研究。

**收稿日期** 2017-02-28

表1 卤制猪蹄熟烂程度感官评价评分标准

Table 1 Standard for sensory evaluation of stewed pig's trotters

编号 No.	熟化程度 Aging degree	得分 Score//分
1	软烂,无黏性、弹性	10
2	较软,黏性、弹性较差	8~9
3	软硬适中,黏性、弹性良好	6~7
4	较硬,有黏性、弹性	4~5
5	比较坚硬	2~3
6	咀嚼不动	1

后对试验样品进行商业无菌检测,检测操作按照 GB 4789.26—2013 的要求执行,达到商业无菌的试验工艺可作为产品的最终生产工艺。

**1.2.5 超高压方法。**将猪蹄置于高温蒸煮袋中,添加猪蹄质量 100% 的超高压浸渍液,混匀、真空封口后置于超高压反应釜中,按试验要求施加压力以及维持保压时间。

**1.2.6 高温蒸煮方法。**采用反压蒸煮的方法,按试验要求给反压蒸煮锅设定蒸煮时间以及蒸煮温度,当恒温蒸煮完成后进入降温阶段,给反压蒸煮锅补压,使得锅内压力始终维持在一个稳定值,当温度降至 100 °C 以下时,停止补压,待温度降至 95 °C,缓慢将锅内压力卸至 0,打开反压蒸煮锅的锅盖,取出样品。

**1.2.7 感官评定方法。**由 20 名评价人员(10 男 10 女)组成感官评定小组,参照表 1 评定标准进行打分,评定标准根据 GB/T 22210—2008 结合该产品实际情况制定(总分 10 分),评定过程按照 GB/T 22210—2008 进行,其中得分为 6~8 分的区间记为熟而不烂的熟化区间。

**1.2.8 硬度、弹性测定方法。**利用手术剪小心地从同一样品中剪取一块 2 cm × 2 cm 的正形状猪皮以及一块 1 cm × 2 cm 左右的圆柱形状猪筋,利用质构仪测定,采用刀切方式,刀头为 HDP/BSW,测试模式为压缩,测试方式为长度,长度值为 20 mm,测前刀速为 10 mm/s,测后刀速为 20 mm/s,测试刀速为 2 mm/s,触发力值为 20 g。

**1.2.9 黏性测定方法。**猪皮以及猪筋的获取方法同“1.2.8”,利用质构仪测定,测试模式为黏性测定模式,探头为 p6 探头,测前探头速度为 0.5 mm/s,测试速度为 1.00 mm/s,测后速度为 10.00 mm/s,施加力值 500 g,返回距离为 3.00 mm,接触时间为 1.00 s,触发方式为自动,触发力值为 5.0 g。

## 2 结果与分析

**2.1 超高压处理对猪皮和猪筋熟而不烂工艺的影响** 由表 2 可知,当压力为 100 MPa 时,猪皮与猪筋不存在同步达到熟而不烂的蒸煮温度区间,且猪皮与猪筋的熟而不烂蒸煮温度区间几乎无变化。出现上述现象可能的原因为 100 MPa 的压力对猪蹄猪皮与猪筋的胶原蛋白肽链内部结构的影响非常小<sup>[5-8]</sup>。

由表 3 可知,当压力为 200 MPa 时,猪皮与猪筋不存在同步达到熟而不烂的蒸煮温度区间,但随着保压时间的增加,猪筋的煮烂煮化温度逐渐提高,其可能的原因为长时间的高压会将猪皮压得更加紧实,更加不容易被高温煮化煮烂。

表2 100 MPa 压力对猪皮和猪筋熟而不烂工艺的影响

Table 2 Effects of 100 MPa pressure on technique of pigskin and pork tendon all cooked well

时间 Duration min	猪皮熟而不烂温度 Temperature for pigskin cooked well//°C	猪筋熟而不烂温度 Temperature for pork tendon cooked well//°C	共同熟而不烂温度 Temperature for thoroughly cooked but not mushy//°C
5	109~115	119~121	无
10	109~115	119~121	无
15	109~115	119~121	无
20	109~116	119~121	无

表3 200 MPa 压力对猪皮和猪筋熟而不烂工艺的影响

Table 3 Effects of 200 MPa pressure on technique of pigskin and pork tendon all cooked well

时间 Duration min	猪皮熟而不烂温度 Temperature for pigskin cooked well//°C	猪筋熟而不烂温度 Temperature for pork tendon cooked well//°C	共同熟而不烂温度 Temperature for thoroughly cooked but not mushy//°C
5	109~115	119~121	无
10	109~115	119~121	无
15	109~117	119~121	无
20	109~117	119~121	无

由表 4 可知,当压力为 300 MPa 时,猪皮与猪筋存在一个共同达到熟而不烂的蒸煮温度区间,且随着保压时间的增加,猪皮与猪筋的共同熟化区间逐渐扩大,但幅度非常微小,其中猪皮的熟而不烂的温度区间几乎无变化。其原因可能为当压力一定时,保压 10 min 即可让猪皮内部胶原蛋白的肽链内部的结构达到相对稳定的状态,延长保压时间对肽链内部结构的影响不大<sup>[8-9]</sup>。而随着保压时间的增加,猪筋的熟化温度逐渐降低,其原因可能为随着保压时间的增加,猪筋内部胶原蛋白肽链间的交联被进一步被破坏,规则化的排列显得更加“无序”,使得相对更低的温度即可将其蒸煮熟化。

表4 300 MPa 压力对猪皮和猪筋熟而不烂工艺的影响

Table 4 Effects of 300 MPa pressure on technique of pigskin and pork tendon all cooked well

时间 Duration min	猪皮熟而不烂温度 Temperature for pigskin cooked well//°C	猪筋熟而不烂温度 Temperature for pork tendon cooked well//°C	共同熟而不烂温度 Temperature for thoroughly cooked but not mushy//°C
5	110~120	119~121	119~120
10	111~121	117~121	117~121
15	111~121	117~121	117~121
20	111~121	117~121	117~121

由表 5 可知,当压力为 400 MPa 时,猪皮与猪筋存在一个共同达到熟而不烂的蒸煮温度区间,且 400 MPa 的筋皮同步达到熟而不烂的蒸煮温度区间几乎与 300 MPa 处理时一致。其可能的原因为 300 MPa 的压力能改变胶原蛋白的结构并达到稳定状态,增加压力并不能对结构产生进一步的改变。

**2.3 水芹水溶性总黄酮提纯产物分析** 在最佳提纯工艺条件下制备水芹水溶性总黄酮提纯产物,按照式(1)求出总黄酮含量,计算提纯产物后的样品中总黄酮含量为 12.03 mg/g,比水芹干粉的含量(1.28 mg/g)提高了约 9.4 倍。

### 3 结论

本研究通过对 3 种不同型号的大孔树脂进行了静态吸附-解吸吸附的筛选,发现 HP-20 型树脂对黔产野生水芹中总黄酮的吸附和解吸效果最好,因此采用 HP-20 型树脂对黔产野生水芹水溶性总黄酮进行纯化,并进一步对纯化工艺条件进行优化,最佳纯化工艺条件为:HP-20 型树脂与粗提液比例为 1:30(g:mL),静置吸附时间为 6 h,吸附量最大达 44.01 mg/g;用 70% 乙醇溶液在 pH 为 3,40 ℃ 的条件下进行解析,解吸率最大为 77.73%。在最佳的提纯工艺条件下制备的产物中总黄酮含量提高了 9.4 倍,说明提纯效果较好。

### 参考文献

- [1] 侯学敏,李林霞,张直峰,等. 响应面法优化薄荷叶总黄酮提取工艺及抗氧化活性[J]. 食品科学,2013,34(6):124-128.
- [2] 郁建生,罗显华. 大孔吸附树脂分离纯化桂花总黄酮工艺条件研究[J]. 铜仁职业技术学院学报,2012,37(2):238-242.
- [3] 胡志军,郝利君,王南溪,等. D-101 大孔吸附树脂分离纯化橘皮中的黄酮类物质[J]. 食品科学,2010,31(8):65-69.

(上接第 80 页)

表 5 400 MPa 压力对猪皮和猪筋熟而不烂工艺的影响

Table 5 Effects of 400 MPa pressure on technique of pigskin and pork tendon all cooked well ℃

时间 Duration min	猪皮熟而不烂温度 Temperature for pigskin cooked well	猪筋熟而不烂温度 Temperature for pork tendon cooked well	共同熟而不烂温度 Temperature for thoroughly cooked but not mushy
5	110 ~ 120	119 ~ 121	119 ~ 120
10	111 ~ 121	117 ~ 121	117 ~ 121
15	111 ~ 121	117 ~ 121	117 ~ 121
20	111 ~ 121	117 ~ 121	117 ~ 121

**2.2 筋皮同步熟而不烂参数检测结果** 综合“2.1”中各压力下的试验结果,得出猪皮和猪筋同步熟而不烂的检测结果,见表 6。

表 6 猪皮、猪筋熟而不烂参数

Table 6 Parameters of pigskin and pork tendon thoroughly cooked but not mushy

种类 Types	硬度 Hardness//g	黏性 Viscosity//g	弹性 Elasticity//mm
猪皮 Pigskin	682 ~ 993	2.91 ~ 4.26	2.348 ~ 3.283
猪筋 Pork tendon	1 387 ~ 1 956	2.77 ~ 4.09	3.698 ~ 4.788

**2.3 商业无菌检测结果** 在压力 300 ~ 400 MPa,保压时间 10 ~ 20 min 时,蒸煮温度为 121 ℃,蒸煮时间 10 min 的猪蹄样品的无菌检测结果达到商业标准。故上述条件可作为产品最终工艺。

- [4] MIDDLETON E Jr. Biological properties of plant flavonoids: An overview [J]. *Pharmaceutical biology*, 1996, 34(5): 344-348.
- [5] 陈晓靓,孙国兵,郭晓青. 药食兼用植物水芹的研究现状[J]. *安徽农业科学*, 2015, 43(32): 225-227.
- [6] 吴剑锋. *天然药物化学*[M]. 2版. 北京:人民卫生出版社,2015:4-43.
- [7] 王秀丽,王小东,宋志坚. D101 型大孔树脂对刺楸果黄酮动态吸附与解吸研究[J]. *亚太传统医药*, 2016, 12(9): 24-25.
- [8] 毛飞,顾苏俊,杨坤. 水芹总黄酮提取工艺正交试验研究[J]. *中国药物应用与监测*, 2007, 4(4): 43-45.
- [9] 何文兵,夏光辉,刘欢,等. 野生水芹总黄酮提取工艺优化及抗氧化活性[J]. *北方园艺*, 2015(1): 122-127.
- [10] 毕丽君,李慧. 水芹中总黄酮类化合物最佳提取工艺的研究[J]. *食品科学*, 1999, 12(6): 35-37.
- [11] 张培成. *黄酮化学*[M]. 北京:化学工业出版社,2009:228-230.
- [12] 王慧彦,方芸,王妍,等. AB-8 大孔树脂对槐花总黄酮吸附性能研究[J]. *食品科学*, 2009, 30(20): 146-150.
- [13] 郁阳,张阿玉,王国凯,等. 大孔树脂纯化马兰总黄酮工艺研究[J]. *广州化工*, 2015, 43(24): 61-63.
- [14] 孙国兵,谷超,陈晓靓,等. 黔产野生水芹总黄酮提取工艺优化及含量测定[J]. *中成药*, 2017, 39(2): 430-433.
- [15] 郭晓青,吴金鸿,周焱富,等. 明日叶水溶性总黄酮提纯工艺[J]. *食品科学*, 2012, 33(22): 27-32.
- [16] 董珂. 大孔树脂技术在中药研究中的应用概况[J]. *药学实践杂志*, 2006, 24(1): 13-16.
- [17] 魏元峰,刘新国,韩建伟,等. PH20 树脂纯化黄芩总黄酮的研究[J]. *湖北中医杂志*, 2007, 29(2): 50-51.
- [18] 董江涛,李燕,徐慧强,等. 大孔树脂纯化柿叶总黄酮的工艺研究[J]. *湖南农业科学*, 2010(11): 85-89.
- [19] 杨庆利,毕洁,禹山林,等. 应用大孔树脂纯化花生壳总黄酮[J]. *食品科学*, 2009, 30(20): 44-48.

### 3 结论

该试验得出,当蒸煮时间为 10 min 时,经 300 ~ 400 MPa 以上的超高压处理 10 ~ 20 min,可使猪皮与猪筋在 117 ~ 121 ℃ 温度范围内同步达到熟而不烂的熟化状态,且当蒸煮温度为 121 ℃ 可确保产品达到商业无菌要求。当猪皮与猪筋同步达到熟而不烂的状态时,猪皮的硬度为 682 ~ 993 g,黏性为 2.91 ~ 4.26 g,弹性为 2.348 ~ 3.283 mm;猪筋的硬度为 1 387 ~ 1 956 g,黏性 2.77 ~ 4.09 g,弹性为 3.698 ~ 4.788 mm,各指标良好,所得产品品质较好。

### 参考文献

- [1] 牛国强. 美味猪蹄肴[J]. *家庭医学*, 2005(2): 48.
- [2] 胡娜,乔美靓,刘毅,等. 乳化型猪皮胶原蛋白的溶解性和乳化性研究[J]. *肉类研究*, 2010(6): 10-14.
- [3] 陈丽清. 超高压技术制备高品质明胶及其机理研究[D]. 重庆:西南大学,2013.
- [4] 刘科,但卫华,刘新华,等. 猪跟腱的组织学研究[J]. *中国皮革*, 2015(17): 1-4.
- [5] 李仁杰,廖小军,胡小松,等. 超高压对蛋白质的影响[J]. *高压物理学报*, 2014, 28(4): 498-506.
- [6] MONTERO P, FERNÁNDEZ-DÍAZ, GÓMEZ-GUILLÉN M C. Characterization of gelatin gels induced by high pressure[J]. *Food hydrocolloids*, 2002, 16(3): 197-205.
- [7] GEKKO K, FUKAMIZU M. Effect of pressure on the sol-gel transition of gelatin[J]. *International journal of biological macromolecules*, 1991, 13(5): 295-300.
- [8] KULSIEWICZ L, BAARS A, DELGADO A. Effect of high hydrostatic pressure on structure of gelatin gels[J]. *Bulletin of the polish academy of sciences technical sciences*, 2007, 55(2): 239-244.
- [9] 孙颜君,李志刚,莫蓓红,等. 超高压处理对浓缩乳清蛋白 80 加工性质和蛋白结构的影响[J]. *食品工业科技*, 2015, 36(12): 78-82.