

# 制备猪骨天然提取物的高压蒸煮工艺优化

郇兴建<sup>1</sup>, 胡序建<sup>2</sup>, 冯立斌<sup>1</sup>, 黄明<sup>1,\*</sup>, 周光宏<sup>1</sup>

(1.南京农业大学 教育部肉品加工与质量控制重点实验室, 江苏 南京 210095;

2.国家面粉及制品质量监督检验中心, 河南 商丘 222335)

**摘要:** 优化猪骨的高压蒸煮工艺, 以达到充分提取猪骨中的蛋白质和脂肪的目的。通过正交试验, 确定最佳工艺条件: 温度 130℃、时间 3h、料水比 1:1.5(mL/g), 在此条件下蛋白质提取率为 68.2%、骨油提取率为 83.3%。

**关键词:** 猪骨; 基本成分; 蒸煮; 天然提取物

## Optimization of High Pressure Cooking Process for Preparation of Natural Extract of Pig Bones

HUAN Xing-jian<sup>1</sup>, HU Xu-jian<sup>2</sup>, FENG Li-bin<sup>1</sup>, HUANG Ming<sup>1,\*</sup>, ZHOU Guang-hong<sup>1</sup>

(1. Key Laboratory of Meat Products Processing and Quality Control, Ministry of Education, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China; 2. Nation Center of Quality Supervision and Inspection on Flour and Products, Shangqiu 222335, China)

**Abstract:** In order to maximize the extraction of protein and fat from pig bones, orthogonal array design method was adopted to optimize the high pressure process of cooking pig bones. The optimal cooking conditions were found as follows: 3 h of cooking at 130 °C and a material-to-water ratio of 1:1.5 (mL/g). Under these conditions, the extraction rates of protein and fat were 68.2% and 83.3%, respectively.

**Key words:** pig bone; basic components; cooking; natural extract

中图分类号: TS251.94

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2012)08-0015-03

2009 年我国肉类总产量已达 7642 万吨, 全国规模以上畜禽屠宰及肉制品加工业销售总收入达到 5167.4 亿元, 在畜禽屠宰业迅猛发展的同时, 随之而来的是副产物骨骼的大量增加。动物骨骼中含有大量的蛋白质、脂肪, 还含有丰富的钙、磷、铁、锌等微量元素及多种生物活性成分<sup>[1-3]</sup>。尽管其营养成分丰富, 但由于目前我国加工技术落后、单一, 骨骼中的营养物质并没有得到充分利用, 不仅造成资源浪费, 且严重污染环境。因此, 加大开发骨产品的力度, 提高骨资源的综合利用价值十分必要。

天然提取物是指对天然动植物通过物理或生物手段所获取的如蛋白质、氨基酸、矿物质等便于人体吸收的营养物质, 这些物质的主要功能除了提高食品质量, 还具有很强的风味增强效果, 从而刺激食欲增进健康, 它们广泛应用于方便面制品、肉类速冻制品、休闲膨化食品、烘焙食品、餐饮调味制品以及营养保健食品等食品领域<sup>[4]</sup>。因此, 天然提取物及肉味香精是畜禽骨骼深加工提高附加值的很好的发展方向。

目前, 国内外对畜禽骨骼中营养物质(主要是骨蛋

白)的提取方法包括酸碱水解法、酶解法及通过蒸煮使蛋白质等营养物质浸溶于骨汁中等, 其中因为酶解技术具有酶解过程温和、易控、高效、安全、产物功能多样性等优点, 已成为蛋白质资源深加工领域最有效、最富有前景的技术手段<sup>[3]</sup>。国外的研究报道多集中在利用酶法提取骨蛋白, 如 Suroukat 等<sup>[5]</sup>采用猪胃蛋白酶酶解鸡骨架, 研究其酶解工艺参数; Linder<sup>[6]</sup>研究小牛骨骼酶解的优化工艺参数; Fonkwe 等<sup>[7]</sup>利用木瓜蛋白酶水解鸡骨架, 蛋白质提取率可达 80%, 水解产物主要由游离氨基酸和小于 6500D 的肽段组成。国内利用酶解法提取骨蛋白的研究也有报道, 杨铭铎等<sup>[8]</sup>对猪骨进行超声波预处理和双酶水解, 确定了其最佳预处理和水解条件; 曾晓房<sup>[3]</sup>用不同蛋白酶酶解鸡骨架, 并对酶解底物中的氨基酸、肽段进行了较深入的研究, 发现胰蛋白酶适宜于酶解鸡骨架制备风味基料。另外, 高压蒸煮也是提取骨骼中的营养成分有效方法, 如曹雁平等<sup>[9]</sup>对猪骨的蒸煮工艺进行了比较研究, 由于这种方法高效简单且能较好的保留原有风味, 所以国内生产风味料的厂家多用这种方法提取骨骼中的营养成分。本实验研究猪

收稿日期: 2011-03-11

基金项目: 农业部公益性行业科研专项(200903012)

作者简介: 郇兴建(1986—), 男, 硕士研究生, 研究方向为畜产品加工。E-mail: 2009108026@njau.edu.cn

\* 通信作者: 黄明(1971—), 男, 副教授, 博士, 研究方向为畜产品加工与质量控制。E-mail: mhuang@njau.edu.cn

骨的高压蒸煮工艺, 以达到充分提取猪骨中的蛋白质和脂肪的目的。

## 1 材料与amp;方法

### 1.1 材料及试剂

猪骨头 市购; 石油醚 国药集团化学试剂有限公司; 浓硫酸 北京化工厂; 催化片 北京金元兴科科技有限公司; 以上试剂均为分析纯。

### 1.2 仪器与设备

DGG-9240A 型电热恒温鼓风干燥箱 上海森信实验仪器有限公司; 分析天平 日本岛津公司; 陶瓷纤维马弗炉 华港通科技(北京)有限公司; Kjeltec2300 自动凯氏定氮仪 福斯公司; 索氏抽提装置; HVE-50 立式高压灭菌锅 日本 Hirayama 公司; KPG-150 破骨机 北京锐捷玉诚机械设备有限公司。

### 1.3 指标测定

#### 1.3.1 猪骨营养成分测定

水分测定: 参照 GB 5009.3—2010《食品安全国家标准: 食品中水分的测定》中常压烘干法; 灰分测定: 参照 GB/T 9695.18—2008《肉与肉制品: 总灰分测定》中高温灼烧法; 蛋白质测定: 参照 GB 5009.5—2010《食品安全国家标准: 食品中蛋白质的测定》中自动凯氏定氮仪测定法; 粗脂肪测定: 参照 GB/T 14772—2008《食品中粗脂肪的测定》中索氏抽提法。

#### 1.3.2 蛋白质提取率和骨油提取率<sup>[2,10]</sup>

$$\text{蛋白质提取率}(P)/\% = \frac{m_1 \times C_1}{m_0 \times C_0} \times 100$$

式中:  $P$  为蛋白质提取率/%;  $m_0$  为猪骨的质量;  $m_1$  为猪骨汤的质量;  $C_0$  为猪骨中蛋白质的百分含量;  $C_1$  为猪骨汤中蛋白质的百分含量。

$$\text{骨油提取率}(F)/\% = \frac{m_1 \times D_1}{m_0 \times D_0} \times 100$$

式中:  $F$  为骨油提取率/%;  $m_0$  为猪骨的质量;  $m_1$  为猪骨汤的质量;  $D_0$  为猪骨中粗脂肪的百分含量;  $D_1$  为分离的骨油质量分数。

### 1.4 方法

#### 1.4.1 猪骨的粉碎

市购从同一头猪胴体上取下的腿骨、尾骨和肩胛骨, 用小刀把骨头上的肉尽量剔除干净, 用骨头粉碎机分别把腿骨、尾骨和肩胛骨粉碎, 由于骨头颗粒大小对蛋白质提取有很大影响<sup>[11]</sup>, 因此本实验把最大颗粒直径控制在不超过 0.5cm。从粉碎后的腿骨、尾骨、肩胛骨中分别取出一部分用于测定各部位猪骨的基本营养成分, 剩余的猪骨渣混合均匀, 并取出一小部分待用

于测定其基本成分, 把均匀混合后的猪骨称为混合骨。原料在  $-20\text{ }^\circ\text{C}$  冰箱中贮藏, 备用。

#### 1.4.2 猪骨基本营养成分测定

分别取出已粉碎的 4 种样品骨, 放在  $4\text{ }^\circ\text{C}$  冷库中充分解冻 24h<sup>[12]</sup>, 按照 1.3 节方法测定其基本成分, 每个样品做 3 次重复。

#### 1.4.3 煮骨最优工艺研究

##### 1.4.3.1 煮骨工艺过程及操作要点

猪骨→剔除骨肉→粉碎→冻藏→解冻→高压蒸煮→油水分离→骨清汤

↓  
骨油

$-20\text{ }^\circ\text{C}$  冰箱中贮藏的混合骨样品置于  $4\text{ }^\circ\text{C}$  冷库中解冻一夜, 待解冻后称取 300g 样品于 2L 大烧杯中, 用清水清洗样品 2~3 次并弃去血水, 加入一定量的清水, 用锡纸密封并用棉线包扎后放入高压灭菌锅中高压蒸煮, 所得骨汤待冷却后 5000r/min 离心分离 15min 得骨油和骨清汤; 以蛋白质得率和骨油得率为指标, 研究不同温度、时间、料水比等蒸煮条件对实验参数的影响。

##### 1.4.3.2 正交试验确定蒸煮最优工艺

在参考已有文献<sup>[9,13-14]</sup>及单因素试验的基础上, 采用  $L_9(3^4)$  正交试验表进行试验<sup>[15]</sup>, 选择温度、时间、料水比作为考察因素, 每个因素 3 个水平, 温度为 110、120、130 $^\circ\text{C}$ , 时间为 1、2、3h, 料水比为 1:1、1:1.5、1:2, 分别以蛋白质提取率、脂肪得率为考察指标, 确定煮骨的最优工艺条件。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同部位猪骨的营养成分分析

表 1 各部位猪骨营养成分表  
Table 1 Nutrients in different parts of pig bone

基本成分	样品			
	腿骨	尾骨	肩胛骨	混合骨
水分	25.65 <sup>a</sup>	42.4 <sup>b</sup>	39.0 <sup>b</sup>	30.85 <sup>a</sup>
灰分	29.07 <sup>a</sup>	23.66 <sup>a</sup>	25.92 <sup>a</sup>	29.12 <sup>a</sup>
蛋白质	17.5 <sup>b</sup>	19.2 <sup>b</sup>	18.6 <sup>b</sup>	17.4 <sup>a</sup>
脂肪	27.5 <sup>a</sup>	14.9 <sup>b</sup>	13.8 <sup>b</sup>	23.8 <sup>c</sup>

注: 不同字母表示同行间数据差异显著,  $P < 0.05$ 。

由表 1 可知, 腿骨中的水分含量要明显少于其他 3 种样品骨的水分含量, 而尾骨中水分含量是最高的。4 种样品骨中的灰分含量虽然有差别, 但都没有显著差异 ( $P < 0.05$ )。对蛋白质含量的方差分析看, 尾骨和肩胛骨与另外两种样品骨之间有显著差异的 ( $P < 0.05$ ), 但从数值看蛋白质含量变化并不大, 只相差 1~2 个百分点, 可知各种样品骨高压蒸煮后所得骨汤中的蛋白质含量应该

变化不大。在脂肪含量方面,腿骨中脂肪含量要明显高于尾骨和肩胛骨,主要是因为猪腿骨上带有很多脂肪没有完全剔除,且腿骨中有大量的骨髓,可能也增加了脂肪含量。因此,若想获得更多的骨油,在蒸煮过程中应该增加腿骨的比例,同时尽量保留腿骨上的脂肪。

2.2 蒸煮工艺正交试验结果与分析

表2 猪骨蒸煮工艺正交试验结果

Table 2 Orthogonal array design matrix and experimental results for optimizing cooking conditions

试验号	因素				蛋白质提取率/%	骨油得率/%
	A 时间/h	B 温度/℃	C 料水比(g/mL)	D(空列)		
1	1(1h)	1(110℃)	1(1:1)	1	13.8	46.2
2	1	2(120℃)	2(1:1.5)	2	34.7	63.6
3	1	3(130℃)	3(1:2)	3	61.3	59.1
4	2(2h)	1	2	3	24.9	45.5
5	2	2	3	1	53.4	60.2
6	2	3	1	2	60.5	64.1
7	3(3h)	1	3	2	34.5	54.1
8	3	2	1	3	58.2	78.0
9	3	3	2	1	68.2	83.3

表3 蒸煮工艺正交试验直观分析

Table 3 Range analysis of the experimental results of orthogonal array design for optimizing cooking conditions

指标	因素			
	A	B	C	D
蛋白质提取率	$K_1$	109.8	73.2	132.5
	$K_2$	138.8	146.3	127.8
	$K_3$	160.9	190.0	149.2
	$k_1$	36.6	24.4	44.2
	$k_2$	46.3	48.8	42.6
	$k_3$	53.6	63.3	49.7
	极差 $R$	51.1	116.8	21.4
	因素主次	$B > A > C$		
	优方案	$B_3A_3C_3$		
	骨油提取率	$K_1$	168.9	145.8
$K_2$		169.8	201.8	192.4
$K_3$		215.4	206.5	173.4
$k_1$		56.3	48.6	62.8
$k_2$		56.6	67.3	64.1
$k_3$		71.8	68.8	57.8
极差 $R$		46.5	60.7	19.0
因素主次		$B > A > C$		
优方案		$B_3A_3C_2$		

通过2个指标来考察蒸煮猪骨的最优工艺,对表2数据进行极差分析,结果见表3。以蛋白质提取率为指标时,极差为 $R_B > R_A > R_C$ ,即3因素主次顺序为 $B > A > C$ ,再根据每个因素的 $K$ 值,可确定优方案为 $B_3A_3C_3$ 。同理,可以确定以骨油提取率为指标时的优方案为 $B_3A_3C_2$ 。

对2个指标进行综合分析确定最优方案。因素A、B对于2个指标来说,都是以 $A_3$ 、 $B_3$ 为最佳;因素C对于蛋白质提取率和骨油提取率2个指标都是最次要因素,以保持较大 $K$ 值、较低消耗、提高工厂效率为原

则选取 $C_1$ 。所以确定优方案为 $B_3A_3C_1$ ,即温度130℃、时间3h、料水比1:1。

2.3 优方案验证实验

表4 优方案的验证实验

Table 4 Results of verification experiments for optimal cooking conditions

试验号	蛋白质提取率/%	骨油提取率/%
9号试验	68.2	83.3
优方案	61.9	79.8

按优方案的蒸煮条件所得结果与正交试验中效果较好的9号试验结果对比,结果表明:在两个指标上优方案都低于9号试验结果,在骨油提取率方面比9号试验少了3.5%,在蛋白质提取率上更是比9号试验低了6.3%,因此,正交试验所确定的蒸煮条件并不是理想的优方案,因此把最终的优方案确定为9号试验,即温度130℃、时间3h、料水比1:1.5。

3 结论

研究发现各部位猪骨中的基本成分差别很大,腿骨中的脂肪含量要明显高于肩胛骨和尾骨,达27.5%。而尾骨中含有最高的蛋白质含量,达19.2%,而脂肪只占14.9%。为了既可获得含蛋白质较高的骨汤又可获得较多的骨油,并考虑工厂实际,本实验采用混合骨作为高压蒸煮工艺的研究材料。通过正交试验,确定最工艺条件为温度130℃、时间3h、料水比1:1.5,在此条件下,蛋白质提取率为68.2%,骨油提取率为83.3%。

参考文献:

- [1] 方端,马美湖,蔡朝霞.牛骨酶解工艺条件及风味特征的研究[J].食品科技,2009(12):164-168.
- [2] 赵永敢,代建华,石晓.鸡骨素提取工艺研究[J].食品工业,2009(3):47-48.
- [3] 曾晓房.鸡骨架酶解及其产物制备肉味香精的研究[D].广州:华南理工大学,2007.
- [4] 方端,马美湖,蔡朝霞.畜禽骨骼降解物与特色调味品的研究进展[J].肉类工业,2009(6):52-54.
- [5] SUROKAT K, FIC M. Studies on the recovery of proteinaceous substances from chicken heads[J]. Sci Food Agric, 1994, 65(3): 289-296.
- [6] LINDER M. Protein recovery from veal bones by enzymatic hydrolysis[J]. Food Sci, 1995, 60(5): 949-952.
- [7] FONKWEL G, SINGH R K. Protein recovery from mechanically deboned turkey residue by enzymic hydrolysis[J]. Process Biochem, 1996, 31(6): 605-616.
- [8] 杨铭铎,沈春燕,张根生.猪骨呈味物质提取的研究(1):酶解猪骨最佳工艺条件[J].食品科学,2007,28(9):210-215.
- [9] 曹雁平,刘玉德,刘滨.骨素生产的煮骨工艺比较研究[J].食品科学,2002,23(8):136-138.
- [10] 张根生,杨春艳,董继生,等.猪骨蛋白提取工艺的研究[J].食品科学,2008,29(5):234-237.
- [11] ARNESEN J A, GILDBERG A. Extraction of muscle proteins and gelatine from cod head[J]. Process Biochemistry, 2006, 41(3): 697-700.
- [12] CALHOUN C M, SCHNELL T D, MANDIGO R W. Procine bone marrow: extraction procedure and characterization by bone type[J]. Meat science, 1998, 50(4): 489-497.
- [13] 李珂,杨秀华,扈麟,等.利用猪骰骨加工骨粉及其营养成分的研究[J].食品科学,2010,31(2):37-41.
- [14] 刘玉德,曹雁平,夏阁堂.红茶连续浸提工艺研究[J].北京工商大学学报:自然科学版,2003,21(3):10-13.
- [15] 李云雁,胡传荣.试验设计与数据处理[M].北京:化学工业出版社,2008:124-142.