

制汤工艺条件对猪排骨蛋白质溶出率的影响*

李小华^{1,2}, 黄小红², 于新², 黄雪莲², 朱晓燕²

1(甘肃农业大学 食品科学与工程学院, 甘肃 兰州, 730070) 2(仲恺农业工程学院 轻工食品学院, 广东 广州, 510225)

摘 要 以排骨蛋白质溶出率为指标, 通过单因素试验及正交实验优化排骨汤煮制的工艺条件。结果表明: 传统瓦罐煲汤法的骨水比例 1:6(g:mL), 煮沸后恒温 120 min, 蛋白质的溶出率为 19.73%。压力锅炖汤法的压力 0.10 MPa, 骨水比例 1:3(g:mL), 煮制 180 min, 蛋白质的溶出率达 52.82%。木瓜蛋白酶用量 2.4%, 骨水比例 1:4(g:mL), 50℃, pH 7.0, 酶解 420 min, 蛋白质的溶出率达到 71.86%。3 种制汤方法中酶解制汤法最佳, 其水解液无苦味, 色泽金黄, 具有浓郁的排骨汤香味。

关键词 猪排骨, 蛋白质, 溶出率, 工艺条件

由于膳食结构问题, 我国大众普遍存在营养性缺钙, 而且又缺乏有效的解决途径^[1]。排骨富含蛋白质、磷脂以及 Ca、Fe 等矿物质。骨骼中蛋白质 90% 为胶原、骨胶原及软骨素(酸性黏多糖), 有增强皮下细胞代谢, 延缓衰老的作用。骨蛋白水解液含有构成蛋白质的所有氨基酸, 包括人体必需的 8 种氨基酸^[2]。目前鲜骨加工仅限于制骨胶、明胶、骨碳、骨粉饲料等低附加值的初级产品, 少量用来制鲜骨泥、骨粉及家庭熬汤。

猪排骨在煮制过程中, 骨和肉中物质受水解、空气氧化和热分解等作用, 糖和蛋白质部分降解^[3], 生成风味物质^[4]。蛋白质、脂肪、矿物质溶入汤水中, 为人体提供能量、补充水分、增强消化功能、补充营养、促进健康^[5]。本试验以猪排骨为原料, 比较传统瓦罐煲汤, 压力锅炖汤和蛋白酶水解之后滚汤的 3 种制汤方法, 研究不同制汤工艺条件对蛋白质溶出率的影响, 确定最佳制汤工艺, 为我国特别是广东地区传统的特色老火靓汤类工业化生产提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

猪排骨(购于超市); 木瓜蛋白酶(活力 ≥ 120 U/g, 广州华琪生物科技有限公司)。

MA-110 型电子分析天平, 上海第二天平仪器厂; DK-S22 型电热恒温水浴锅, 广东环凯微生物科技有限公司; KXL-1010 型消化炉, 常州诺基仪器有限公司; pH S-25 型精密数显酸度计, 上海伟业仪器

厂; ZDX-35BI 型座式自动电热蒸汽压力锅, 上海申安医疗器械厂; MC-PSY16 型电磁炉, 广东美的生活电器制造有限公司; 250 mL 微量凯氏定氮装置, 泉州市万达化玻仪器设备公司。

1.2 方法

1.2.1 蛋白质测定

取新鲜、洗净沥干的排骨(猪肋骨剔除掉肥肉) 50g, 微量凯氏定氮法测定蛋白质含量^[6]。

粗蛋白质/% =

$$\frac{(V \times V_0) \times C \times 0.014 \times 6.25}{m} \times \frac{100}{10} \times 100$$

式中: V, 样品滴定时所需标准酸溶液体积(mL); V₀, 空白滴定时所需标准酸溶液体积(mL); C, 盐酸标准溶液浓度(mol/L); m, 试样质量(g)。

蛋白质溶出率/% =

$$\frac{\text{汤中粗蛋白质含量}(\%) \times \text{出汤量}(\text{g})}{\text{排骨中粗蛋白质含量}(\%) \times 200(\text{g})}$$

1.2.2 传统制汤法

1.2.2.1 工艺流程

工艺 A: 鲜排骨→洗净、沥干→称重→切段→加水→旺火煮沸→文火恒温煲汤→成品

工艺 B: 鲜排骨→洗净、沥干→称重

肉→剁碎→纱布包裹→加水→旺火煮沸→文火恒温煲汤→成品
骨→切段

1.2.2.2 操作要点

工艺 A: 取 200 g 排骨, 切成约 3 cm 的小段, 放入瓦罐中, 加水, 旺火煮沸后文火保持恒温(100℃)煲汤, 间隔 20 min 取样, 测定蛋白质含量, 计算蛋白质的溶出率, 180 min 后停止取样。

工艺 B: 取排骨 200 g, 剔下骨头上的肉, 剁成肉

第一作者: 硕士研究生(于新为通讯作者)。

* 广东省科技计划项目(2005B20401002)

收稿日期: 2008-07-04, 改回日期: 2008-09-10

泥,用纱布包裹,骨头切成约 1.5~2.0 cm 小段放入锅中,加入水,旺火煮沸后保持恒温(100℃)煲汤,间隔 20 min 取样,测定蛋白质含量,计算蛋白质的溶出率,180 min 后停止取样。

1.3.2 压力锅炖汤法

称取 200 g 新鲜排骨、洗净沥干,切成约 1.5~2.0 cm 小段,放入锅中,加入水,设定压力、时间,炖后均匀取汤样 5 mL,测定汤中蛋白质的含量。

1.3.3 酶解制汤法

木瓜蛋白酶用量 2.0%~2.6%,温度 45~60℃,pH 6.0~7.0,骨水比例 1:2~1:5(g:mL),酶解 300~480 min^[7~9]。以温度、时间、酶用量、pH 和骨水比例为因素,各水平随机抽样,采用 L₁₆(4⁵)优化木瓜蛋白酶水解猪排骨的工艺。

2 结果与分析

2.1 传统瓦罐煲汤

2.1.1 煲汤时间对蛋白质溶出率的影响

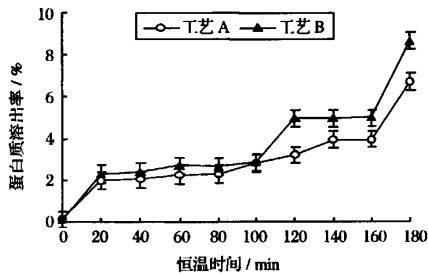


图 1 时间对猪排骨蛋白质溶出率的影响

图 1 表明,在骨水比例为 1:6(g:mL),排骨汤煮沸后文火恒温 100 min,蛋白质的溶出率略有上升,在 100~120 min,工艺 B 蛋白质溶出率明显上升,且几乎是最高点,工艺 A 的则几乎不变。到了 160 min 后,工艺 A、B 蛋白溶出率突然增加,可能是水分大量蒸发所致,应加水至初始体积,搅均匀,测定蛋白溶出率。另外长时间的煮制,脂肪、蛋白质等发生各种不良的化学反应,产生不良气味^[10],影响汤的风味和滋味;且长时间的煮制消耗能量多,水分蒸发,出汤量越少,不符合经济要求,选择工艺 B,煮沸后恒温 120 min 为适宜最佳。

2.1.2 骨水比对蛋白质溶出率的影响

文火恒温 120 min,在骨水比例为 1:4~1:6(g:mL),随着加水量的增多,排骨中蛋白质的溶出率增加,骨水比例为 1:6 时排骨中蛋白质的溶出率最高为 19.73%。但骨水比<1:7 时,增加水量蛋白质

溶出率基本不变,说明过多水分导致汤中蛋白质浓度稀释,确定最佳骨水比例为 1:6(表 1)。

表 1 骨水例比对猪排骨蛋白质溶出的影响

骨水比(g:mL)	1:4	1:5	1:6	1:7
蛋白质溶出率/%	17.65	18.32	19.73	19.74

2.2 压力锅炖汤法

通过预实验确定适宜的压力为 0.06~0.10 MPa,时间为 120~240 min,骨水比例为 1:2~1:4(g:mL)。以压力 A(MPa)、时间 B(min)、骨水比例 C(g:mL)为因素,采用 L₉(3³)正交试验进一步优化压力锅炖汤的工艺(表 2)。

表 2 压力锅炖汤的正交实验方案及结果

实验号	A/MPa	B/min	C(g:mL)	蛋白质溶出率/%
1	1(0.06)	1(120)	1(1:2)	15.96
2	1(0.06)	2(180)	2(1:3)	20.97
3	1(0.06)	3(240)	3(1:4)	26.28
4	2(0.08)	1(120)	2(1:3)	31.24
5	2(0.08)	2(180)	3(1:4)	35.38
6	2(0.08)	3(240)	1(1:2)	25.48
7	3(0.10)	1(120)	3(1:4)	46.59
8	3(0.10)	2(180)	1(1:2)	52.86
9	3(0.10)	3(240)	2(1:3)	51.41
K ₁	63.21	93.79	94.30	T=306.17
K ₂	92.10	109.21	103.62	\bar{x} =34.02
K ₃	150.86	103.17	108.25	
\bar{K}_1	21.07	31.26	31.43	
\bar{K}_2	30.70	36.40	34.54	
\bar{K}_3	50.29	34.39	36.08	
R	29.22	5.14	4.65	

由表 2 可知,影响蛋白质溶出率 3 个因素的主要关系依次为:A>B>C,A 因素与 B、C 两因素的 R 极差较大,说明压力对排骨蛋白质溶出的影响比较大,优化组合为 A₃B₂C₁,即压力 0.10 MPa,骨水比例 1:2,煮制 180 min。但压力锅炖汤的风味略逊色,不及传统煲汤,因为加压煮骨期间密闭不利于香气的形成^[11]。

2.3 酶解制汤法

表 3 表明,影响木瓜蛋白酶水解猪排骨的因素主次顺序为 E>C>A>D>B,优化组合为: A₂B₂C₁D₁E₃,即酶解温度 50℃,酶用量 2.2%,pH 7.0,骨水比例 1:4(g:mL),酶解 480 min,蛋白质溶出率最高达 69.36%。在木瓜蛋白酶的作用下,猪排骨中蛋白质溶出率较高,可能因为木瓜蛋白酶稳定性好,水解蛋白质能力强,对多种蛋白质有很好的降解作用^[12]。此外,制得的木瓜蛋白酶水解液无苦味,

色泽金黄,具有浓郁的排骨汤香味。

表 3 酶解制汤的正交实验方案及结果

实验号	(A)温度/℃	(B)时间/min	(C)酶用量/%	(D)pH 值(E)	骨水比例 E (g : mL)	蛋白质溶出率 /%
1	1(55)	1(300)	1(2.2)	1(6.5)	1(1 : 5)	57.80
2	1(55)	2(480)	2(2.4)	2(7.5)	2(1 : 2)	48.43
3	1(55)	3(360)	3(2.6)	3(6.0)	3(1 : 4)	66.83
4	1(55)	4(420)	4(2.0)	4(7.0)	4(1 : 3)	58.52
5	2(50)	1(300)	2(2.4)	3(6.0)	4(1 : 3)	57.90
6	2(50)	2(480)	1(2.2)	4(7.0)	3(1 : 4)	69.36
7	2(50)	3(360)	4(2.0)	1(6.5)	2(1 : 2)	45.68
8	2(50)	4(420)	3(2.6)	2(7.5)	1(1 : 5)	57.53
9	3(45)	1(300)	3(2.6)	4(7.0)	2(1 : 2)	47.16
10	3(45)	2(480)	4(2.0)	3(6.0)	1(1 : 5)	49.06
11	3(45)	3(360)	1(2.2)	2(7.5)	4(1 : 3)	49.29
12	3(45)	4(420)	2(2.4)	1(6.5)	3(1 : 4)	64.58
13	4(60)	1(300)	4(2.0)	2(7.5)	3(1 : 4)	53.41
14	4(60)	2(480)	3(2.6)	1(6.5)	4(1 : 3)	60.57
15	4(60)	3(360)	2(2.4)	4(7.0)	1(1 : 5)	51.35
16	4(60)	4(420)	1(2.2)	3(6.0)	2(1 : 2)	45.92
K_1	231.58	216.27	222.37	228.63	215.74	
K_2	230.47	227.42	222.26	208.66	187.19	
K_3	210.09	213.15	232.09	219.71	254.18	
K_4	211.25	226.55	206.67	226.39	226.28	
\bar{k}_1	157.90	54.07	55.60	57.16	53.94	$T=883.39$
\bar{k}_2	57.62	56.86	55.57	52.17	46.80	$\bar{x}=55.21$
\bar{k}_3	52.52	53.29	58.02	54.93	63.55	
\bar{k}_4	52.81	56.64	51.67	56.60	56.57	
R	5.38	3.57	6.35	4.99	16.75	

2.4 传统瓦罐煲汤、压力锅炖汤法、酶解制汤法的比较

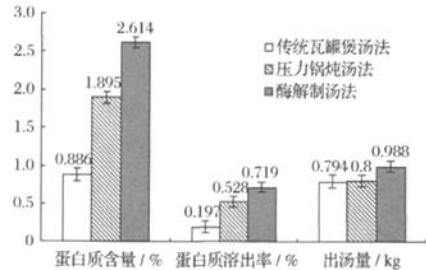


图 2 不同制汤方法比较

由图 2 可知,酶法制汤优于传统瓦罐煲汤和压力锅炖汤,其制得汤中蛋白质含量、排骨中蛋白质溶出率分别是传统煲汤的 3 倍、3.6 倍,是压力锅炖汤 1.37 倍、1.36 倍。酶解温度较低,水分的蒸发量少,出汤量高于其他 2 种方法。相对于传统瓦罐煲汤和压力锅炖汤法,酶解制汤法能耗少,操作条件温和,水解率高,使较多的蛋白质及其他矿物质等溶于汤中,提高汤的营养价值和制汤原料的利用率。3 种制汤

方法中酶解制汤法最佳。

3 结 论

通过单因素试验及正交实验,研究传统瓦罐煲汤法、压力锅炖汤法、酶解制汤法工艺条件对猪排骨蛋白质溶出的影响,试验表明:传统瓦罐煲汤的较优工艺条件是:骨水比 1 : 6(g : mL),煮沸后文火恒温 120 min 时,蛋白质的溶出率为 19.73%。压力锅炖汤法的优化工艺条件是:骨水比例 1 : 3(g : mL),压力 0.10 MPa,180 min,蛋白质的溶出率为 52.82%。木瓜蛋白酶用量 2.4%,骨水比 1 : 4(g : mL),50℃,pH 7.0,酶解 420min,蛋白质的溶出率最高达 71.86%。酶法制汤工艺明显优于传统瓦罐煲汤法、压力锅炖汤法,其能耗少,操作条件温和,排骨蛋白质水解率高。木瓜蛋白酶水解液没有苦味,色泽金黄,具有浓郁的排骨汤香味。

参 考 文 献

1 叶明泉,李春俊,刘东升,等. 鲜骨加工技术研究进展[J].

- 食品工业科技,1999,2(1):34~36
- 2 赵霞,马丽珍. 开发骨蛋白食品前景广阔[J]. 肉类工业,2002,(4):42~43
 - 3 Alajaji S A, El-Adawy T A. Nutritional composition of chickpea (*Cicer arietinum* L.) as affected by microwave cooking and other traditional cooking methods[J]. Journal of Food Composition and Analysis, 2006, 19 (8): 806~812
 - 4 Hoac T, Daun C, Trafikowska U, et al. Influence of heat treatment on lipid oxidation and glutathione peroxidase activity in chicken and duck meat[J]. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 2006, 7(1):88~93
 - 5 Carillo T E, Gilbride J A, Chan M M. Soup kitchen meals: An observation and nutrient analysis[J]. Journal of Am Diet Assoc, 1990, 90:989~991
 - 6 大连轻工业学院·华南理工大学·郑州轻工业学院,等. 食品分析[M]. 北京:中国轻工业出版社,2006, 221~223
 - 7 甘桂珍,何建忠. 酶法水解提取骨骼蛋白的实验研究[J]. 广西轻工业,2007,(12):11~12
 - 8 周念波,胡耀星,汪倬,等. 木瓜蛋白酶解鱼鳞提取胶原蛋白的工艺研究[J]. 武汉生物工程学院学报,2007,3(1):19~21
 - 9 李少华,赵驻军,背景颖,等. 木瓜蛋白酶水解猪皮制备胶原蛋白的研究[J]. 食品科学, 2008,29(5):195~198
 - 10 瞿明勇,张瑞霞,赵思明,等. 工艺参数对排骨汤营养特性的影响[J]. 食品科技,2007,(12):56~59
 - 11 陈晔,李德远,陈绍磊,等. 骨头汤冲剂的工业化生产研究[J]. 肉类工业,2002(4):26~28
 - 12 马丽珍,文旭娟,梁鹏,等. 羊骨不同前处理条件对骨渣及骨汤中有效成分的影响[J]. 天津农学院学报,2006,(12):21~24

Effect of Pork Rib Soup Process Condition on the Dissolution Ratio of Protein

Li Xiaohua^{1,2}, Huang Xiaohong², Yu Xin², Huang Xuelian², Zhu Xiaoyan²

1(College of Food Science and Engineering, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, China)

2(College of Light Industry and Food Science, Zhongkai University of Agriculture and Engineering, Guangzhou 510225, China)

ABSTRACT Using dissolution ratio of protein as an index, three soup processing conditions were compared by single factor test and orthogonal experiments. These process were (1) rib to water ratio of 1:6(m/v, g/mL) in the traditional boiling soup jar and boiling for 120min. (2) stew with pressure cooker at 0.10 MPa, rib to water 1:3, boiling for 3h; (3) cooking with enzyme hydrolysis—2.4% papain, rib to water 1:4, pH7.0, at 50℃ for 7h. The result showed that the proportion of dissolution ratio of rib protein was 19.73%, 52.82% and 71.86%, respectively. Cooking by enzyme hydrolysis was best among three. There are strong aromas of the soup in hydrolysate, no bitterness, and the soup was golden yellowish.

Key words pork chop, protein, dissolution ratio, process conditions

信
息
窗

新型酵母可提高生物能源效率

随着世界能源短缺趋势的日益严重,生物燃料作为一种可再生能源,成为解决能源危机的途径之一。然而生物能源的发展一直备受争议,许多人认为世界粮食价格上涨及粮食危机都与过度发展生物燃料有关。

美国普渡大学化工系教授何汉媛(DR. NANCY W. Y. HO)研制的何—普渡(Ho—Purdue)酵母可以很好地解决这个矛盾。与第1代生物能源,即以玉米等粮食作物为载体生产出来的能源相比,这种以植物纤维素为主要原料的第2代生物能源不仅使用的是玉米秸秆、谷物秸秆等农业废弃物,以及锯屑和纸浆等工业废弃物,而且可以减少CO₂的排放量高达89%,而第1代生物能源只能达到10%~20%。更重要的是,利用不可食用的植物制造出来的乙醇和利用玉米等食用作物发酵出来的产品所达到的燃烧效率是一样的,进而可以减缓传统生物能源对粮食作物消耗的压力。

但利用植物纤维素制造乙醇燃料,其技术瓶颈是生产的乙醇浓度低,原料需求量大,生产成本高。利用纤维素分解酶生产乙醇燃料,首先是使纤维素转化成五碳糖和六碳糖,但在传统工艺中无法让这2种糖同时发酵,而何—普渡酵母首次做到同时发酵这两种糖,并得到乙醇。无论是哪种植物纤维,酵母发酵的条件都相同,并且生产的酒精浓度可以达到8%,同时还可以生产出其他共生产品,如酶、营养物质等,因此可以进一步降低成本,可谓“一举三得”。

从1980年何汉媛着手研究这种酵母开始,这项技术已经日臻成熟并成功进行了商业化发展。