

嫩化剂嫩化重组牛肉的工艺和效果

尚祖萍, 胡铁军, 范晶晶

(吉林大学军需科技学院, 吉林 长春 130000)

摘要: 采用单因素试验和二次回归正交旋转组合设计试验, 对牛肉嫩化工艺进行研究, 并借助 DPS 统计分析软件研究复合磷酸盐和碳酸氢钠对牛肉嫩度的影响。结果得出最佳嫩化工艺配方为复合磷酸盐用量 0.1%(质量分数)、碳酸氢钠用量 0.8%(质量分数)。在此条件下重组牛肉剪切力值(以质量计)可达到 1.57kg, 比原料肉 1.87kg 降低了 15.59%, 比对照组 1.77kg 降低了 10.88%, 具有较好的嫩化效果。

关键词: 重组; 嫩化; 二次回归正交旋转组合设计

Optimization of Restructured Beef Tenderization with Both Compound Phosphate and Sodium Bicarbonate

SHANG Zu-ping, HU Tie-jun, FAN Jing-jing

(College of Military Technology, Jilin University, Changchun 130000, China)

Abstract: The respective tendering effects of papain, compound phosphate and sodium bicarbonate on restructured beef were evaluated through one-factor-at-a-time experiments. Subsequently, quadratic regression orthogonal rotation composite design and DPS statistical analysis software were adopted to probe the combined effects of compound phosphate and sodium bicarbonate at five levels each on the shear force of beef. The results showed that the optimal amounts of added compound phosphate and sodium bicarbonate were 0.1% and 0.8%, respectively. The resulting shear force of restructured beef was 1.57 kg, which was increased by respectively 15.59% and 10.88% compared with 1.87 kg of untenderized restructured beef and the value of 1.77 kg before the optimization.

Key words: restructured; tenderization; quadratic regression orthogonal rotation composite design

中图分类号: TS206

文献标识码: A

文章编号: 1001-8023(2011)05-0014-04

嫩度是一个反映肉类质地的重要指标, 肉的嫩度直接影响到肉制品的口感、营养、消化和风味等。嫩度是指食用时咬碎和咀嚼的难易度。肉类的嫩化技术分为宰前技术和宰后技术, 目前多采用电刺激、高压处理、酶处理、钙盐注射、多聚磷酸盐处理以及超声波处理等多种宰后嫩化方法嫩化肉类, 而本实验则是研究复合盐的添加对牛肉嫩化的效果, 并借助 DPS 软件分析所得数据, 和原有公司用原料进行分析对比, 以达到降低生产成本的目的。

1 材料与方法

1.1 材料、试剂与仪器

牛肉分割肉 吉林省皓月清真肉业股份有限公司。

木瓜蛋白酶(活力为 60 W U/g) 广西南宁庞博生物工程有限公司; 食用复合磷酸盐 徐州天嘉食用化工有限公司; 食用碳酸氢钠 市购; 乳化黏结剂、复合保水剂 自配。

C-LM3型数显式肌肉嫩度仪 东北农业大学; GB204 电子天平 上海天普分析仪器有限公司; AB204-SRS 分析天平 瑞士 Mettler Toledo 公司; 冰箱 青岛海尔股份有限公司。

1.2 方法

1.2.1 嫩化处理工艺流程

原辅材料的选择→原料肉的修整→嫩化剂配制→原辅料滚揉处理→油板制作→产品成型→装袋、贴标签、检斤、真空包装造型→速冻→指标测定

1.2.2 指标检测

剪切力值是指将蒸煮后的肉样用直径为 1.27cm 的空心取样器钻取肉柱, 然后用嫩度计测定每个肉柱的剪切阻力的记录值, 每个样品测 10~15 次, 选取剪切力相接近的 6~8 个值取其平均数, 即为所取肉柱剪切力值(以质量计)。

1.3 工艺优化试验设计

采用二次回归旋转组合设计对牛肉嫩化效果主要影响

收稿日期: 2011-05-15

作者简介: 尚祖萍(1984—), 女, 硕士研究生, 主要从事肉制品研究。E-mail: shangzuping1234@163.com

因素进行优化试验,取复合磷酸盐用量(X_1)和碳酸氢钠用量(X_2)作为两个考察因素,每个因素选取5个水平(表1)。

表1 工艺优化正交试验因素水平表

Table 1 The coded values and corresponding actual values of compound phosphate and sodium bicarbonate amounts

变量	Δj	r	1	0	-1	- r
复合磷酸盐用量(X_1)	0.04	0.15	0.14	0.1	0.06	0.05
碳酸氢钠用量(X_2)	0.07	0.9	0.87	0.8	0.73	0.7

2 结果与分析

2.1 单因素试验

2.1.1 木瓜蛋白酶对牛肉嫩度的影响

将其他因素固定为零水平条件下,研究不同用量的木瓜蛋白酶对牛肉嫩度的影响。将木瓜蛋白酶配制成所需要的5个水平,并且分别添加到5等份的牛肉中,添加40g的水,然后将其进行真空滚揉处理,之后按1.2.1节工艺流程操作,结果如图1所示。

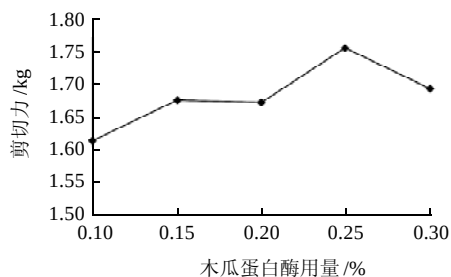


图1 木瓜蛋白酶对牛肉嫩度的影响

Fig.1 Effect of papain alone on tenderizing restructured beef

图1显示,随着木瓜蛋白酶用量的增加剪切力呈总体上升的趋势,木瓜蛋白酶用量为0.25%时剪切力最大为1.76kg;根据剪切力值越大肉的嫩度将越小的原则,此时嫩度是最小的。此时和空白组比较,剪切力值降低了6.22%,所以此时嫩化效果最差。当木瓜蛋白酶用量在0.25%~0.30%时,剪切力值将有所下降,嫩度将有所降低。而木瓜蛋白酶用量在0.1%时剪切力值最小为1.61kg,此时和空白组比较,剪切力值降低了10%余,所以此时嫩化效果最好。

2.1.2 复合磷酸盐对牛肉嫩度的影响

在其他因素固定为零水平条件下,研究不同用量的复合磷酸盐对牛肉嫩度的影响。将复合磷酸盐配制成所需要的5个水平,添加40g的水,并且分别添加到5等份的牛肉中,然后将其进行真空滚揉处理,之后按1.2.1节工艺流程操作,结果如图2所示。

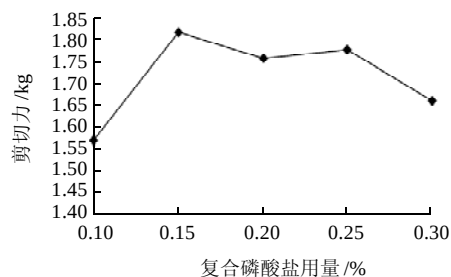


图2 复合磷酸盐对牛肉嫩度的影响

Fig.2 Effect of compound phosphate alone on tenderizing restructured beef

由图2可以看出,牛肉的剪切力随着复合磷酸盐用量的增加呈整体下降的趋势,当复合磷酸盐用量在0.10%~0.15%之间时,其剪切力值增加比较显著,当复合磷酸盐用量超过0.15%时剪切力值将缓慢下降,而且在复合磷酸盐用量为0.30%时,此时剪切力值最小为1.66kg,而嫩度值是最大的,和空白组相比它的剪切力值降低了10%余,即相当于嫩度提高了10%余;而根据磷酸盐的性质,如果用量过多,会因磷酸盐固有的气味和涩味而影响肉制品的风味,以及使得肉制品的口感粗糙,因此一般用量在0.20%~0.30%之间,而本实验根据用料最少原则,所以选择0.10%~0.15%的复合磷酸盐用量。

2.1.3 碳酸氢钠对牛肉嫩度的影响

在其他因素固定为零水平条件下,研究不同用量的碳酸氢钠对牛肉嫩度的影响。将碳酸氢钠配制成所需要的5个水平,添加40g的水,并且分别添加到5等份的牛肉中,然后将其进行真空滚揉处理,之后按1.2.1节工艺流程操作,结果如图3所示。

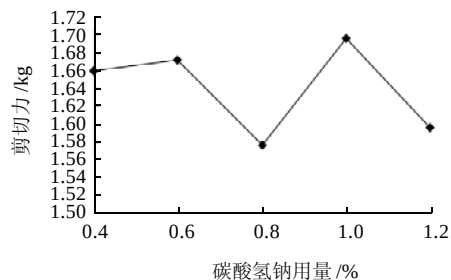


图3 碳酸氢钠对牛肉嫩度的影响

Fig.3 Effect of sodium bicarbonate alone on tenderizing restructured beef

由图3可以看出,牛肉的剪切力随着碳酸氢钠用量的增加呈先降低后增加的趋势,当碳酸氢钠用量在0.4%~0.6%之间时,其剪切力值增加比较缓慢,当碳酸氢钠用量在0.6%~0.8%时剪切力值迅速下降,而且在碳酸氢钠用量为0.8%时,剪切力值最小为1.58kg,而嫩度值是最大的,和空白组相比它的剪切力值降低了

10% 余, 即相当于嫩度提高了 10% 余; 而碳酸氢钠用量在 0.8%~1.2% 之间时剪切力先升高后降低, 也即嫩度先降低后升高, 所以碳酸氢钠用量度选在 0.8% 附近。

2.2 正交试验

2.2.1 二次回归正交旋转组合设计法确定嫩化剂的最佳配比

表 2 二次回归旋转组合设计及结果

Table 2 Quadratic regression orthogonal rotation composite design matrix and corresponding experimental results

试验号	X_0	X_1	X_2	Y/kg
1	1	-1	-1	1.586
2	1	-1	1	1.591
3	1	1	-1	1.584
4	1	1	1	1.678
5	1	-1.414	0	1.566
6	1	1.414	0	1.653
7	1	0	-1.414	1.621
8	1	0	1.414	1.595
9	1	0	0	1.564
10	1	0	0	1.688
11	1	0	0	1.794
12	1	0	0	1.581
13	1	0	0	1.586
14	1	0	0	1.761
15	1	0	0	1.821
16	1	0	0	1.670

注: Y 为剪切力值。

表 3 回归方程的方差分析

Table 3 Analysis of variance of the fitted regression model for the shear force of restructured beef

变异来源	平方和	自由度	均方	F 值
X_1	0.0011	1	0.0011	0.0884
X_2	0.0034	1	0.0035	0.2675
X_1^2	0.0168	1	0.0172	1.2815
X_2^2	0.0026	1	0.0026	0.1994
X_1X_2	0.0029	1	0.0028	0.2154
回归	0.18015	5	0.0055	$F_{回}=2.601444$
剩余	0.1385	10	0.0139	
失拟	0.0024	3	0.0008	$F_{失拟}=0.04107$
误差	0.1402	7	0.02	
总和	0.1663	15		

利用 DPS 数据处理系统对试验结果进行分析得到复合磷酸盐用量(X_1)和碳酸氢钠用量(X_2)的数学模型回归方程为: $Y=1.65575-0.01157X_1-0.02010X_2+0.02600X_1X_2-0.04444X_1^2-0.01769X_2^2$ 。

由表 3 回归方程的方差分析可知, 在显著水平为 0.1 的条件下, 通过方差分析求出牛肉嫩化效果的剪切力值拟合的模型 $F_{失拟}=0.48094 < F_{0.01(3,7)}=8.45$, 表明未知因素对试验结果影响很小, 可以忽略; $F_{回}=2.601444 >$

$F_{0.1(5,10)}=2.52$, 达到显著水平, 说明模型成立。

2.2.2 效应分析

2.2.2.1 主效应分析

对回归方程用“降维法”将任意一个因素固定在零水平, 得到另一个因素与结果的效应方程为: 即 $Y_1=1.65575-0.01157X_1-0.04444X_1^2$; $Y_2=1.65575-0.02014X_2-0.01769X_2^2$ 。

根据回归系数(绝对值)可知两个因素对嫩化效果的影响顺序为碳酸氢钠用量 $\geq$ 复合磷酸盐用量。由主效应方程可作出各因素与嫩化效果的关系图(图 4)。由图 4 可知, 在 $-1.414 \leq X_i \leq 1.414$ 的范围内, 复合磷酸盐和柠檬酸钠与牛肉嫩化效果呈直线状, 在 $-1.414 \leq X_i \leq 1.414$ 水平间, 随着二者用量的增加, 剪切力值逐渐降低, 嫩化效果逐渐提高。

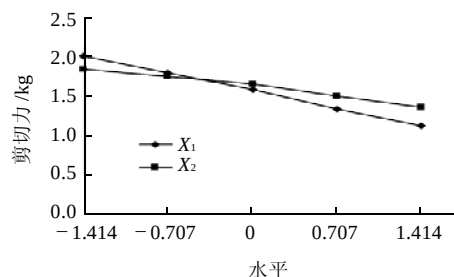


图 4 两种因素对嫩化效果的影响

Fig.4 Main effect analysis of compound phosphate and sodium bicarbonate amounts

2.2.2.2 交互效应分析

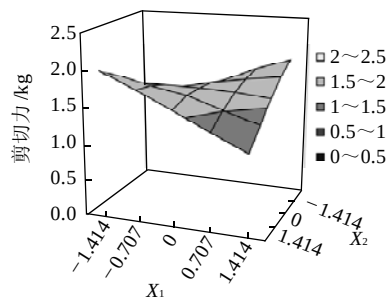


图 5 复合磷酸盐和碳酸氢钠对嫩化效果的交互作用

Fig.5 Interaction effect analysis of compound phosphate and sodium bicarbonate amounts

从回归系数的显著性检验可以看出, 复合磷酸盐用量与碳酸氢钠用量的互作效应对牛肉嫩化效果有显著影响, 对其作图, 可直观地分析因子间的互作效应。

从图 5 可以看出, 在水平 $-1.414 \sim 1.414$ 之间时, 复合磷酸盐与碳酸氢钠对牛肉嫩化效果作用明显, 随着用量的增加, 在 $-1.414 \sim 0$ 之间, 剪切力值缓慢



降低,嫩化效果逐渐升高,在0~1.414之间剪切力随用量的增加而降低,嫩化效果迅速提高,二者交互作用表现为协同作用。

2.2.3 验证实验

通过DPS软件中的数据优化程序求得当Y值为最小时,这两个因素取在水平端点(0,0),即碳酸氢钠用量0.8%和复合磷酸盐用量0.1%。此时,预测的嫩化剪切力值1.58kg。为了证实预测结果,采用上述最优条件进行牛肉嫩化实验,实测其嫩度值1.57kg,进一步验证了数学回归模型的合理性,预测值和实际吻合较好,故以此模型进行预报具有可行性。

3 结 论

本研究确立了牛肉嫩化的最优工艺配比为复合磷酸盐用量0.1%、碳酸氢钠用量0.8%,建立的影响嫩化工艺配方的最优数学回归模型为 $Y=1.65575-0.01157X_1-0.02010X_2+0.02600X_1X_2-0.04444X_1^2-0.01769X_2^2$ 。在此优化配方条件下嫩化剪切力值比已知的配方的嫩化剪切力值(1.77kg)降低了10.88%,比原料肉剪切力值(1.87kg)降低了15.59%,可见嫩化剂的组成不同对于嫩化效果有很大的影响。

参考文献:

- [1] PEARSON A M, GILLET T A. 肉制品加工技术[M]. 张才林, 石永福, 张亮, 译. 3版. 北京: 中国轻工业出版社, 2004.
- [2] SHAHIDI F. 肉制品与水产品的风味[M]. 李洁, 朱国斌, 译. 2版. 北

京: 中国轻工业出版社, 2001.

- [3] 晋艳曦, 胡铁军, 骆承痒. 不同方法对牛肉干嫩化效果的研究[J]. 肉类研究, 1999(1): 22-25.
- [4] 韩玲. 冷却牦牛分割肉酶嫩化技术研究[J]. 农业工程学报, 2003, 19(2): 171-175.
- [5] 李锋, 徐宝才, 赵宁, 等. 新型复合乳化剂及其在肉制品中的应用特性研究[J]. 肉类工业, 2005(8): 26-28.
- [6] 李苗云, 张秋会, 柳艳霞, 等. 不同磷酸盐对肉品保水性的影响[J]. 河南农业大学学报, 2008, 42(4): 439-442.
- [7] 梁海燕, 马丽珍. 重组肉制品的研究进展[J]. 肉类工业, 2005(5): 28-31.
- [8] 林志民, 游立怡. 几种牛肉嫩化方法的研究[J]. 食品工业科技, 2006(7): 127-129.
- [9] 林勉, 刘通讯, 赵谋明. 磷酸盐在食品工业中的应用[J]. 食品工业, 1999(3): 25-26.
- [10] 刘登勇. 食品添加剂在肉类嫩化中的应用[J]. 肉类工业, 2003(3): 26-30.
- [11] 马桂兰. 肉制品加工过程中常用辅料的作用及使用方法[J]. 河北农业科技, 2008(6): 62.
- [12] 马美湖. 现代畜产品加工学[M]. 2版. 长沙: 湖南科学技术出版社, 1998: 10.
- [13] 牟光庆, 李慧, 李霞, 等. 二次回归正交旋转设计优化混菌型豆豉制曲工艺的研究[J]. 中国食品学报, 2009, 9(6): 90-95.
- [14] 秦学功, 徐馨. 二次回归正交旋转组合设计优化苦参生物碱渗漉提取条件[J]. 中国中药杂志, 2008, 33(22): 2712-2715.
- [15] 宋翠英, 翁航萍, 王盼盼. 肉类嫩化的理论、方法及前景[J]. 肉类研究, 2008(2): 19-22.
- [16] 邢东旭, 廖森泰, 刘吉平, 等. 应用二次回归正交旋转组合设计提取桑叶多糖的研究[J]. 食品工业科技, 2007, 28(6): 145-147.
- [17] 赵改名, 王艳玲, 朱河水. 牛肉嫩度的改善措施[J]. 黄牛杂志, 2000(3): 47-52.
- [18] 张晓娜, 周素梅, 王世平. 二次回归正交旋转组合设计对麦麸中阿拉伯木聚糖酶解工艺的优化[J]. 食品科学, 2008, 29(1): 141-145.
- [19] 周光宏. 肉品学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1997: 7.