

果蔬汁与蛋白酶联合作用对原料牛肉的质构特性和色泽影响

杨晶, 田雨, 姜瞻梅*

(东北农业大学食品学院, 黑龙江哈尔滨 150030)

摘要: 利用果蔬汁和蛋白酶对原料牛肉进行联合处理, 研究处理前后原料牛肉的质构特性和色泽的变化。研究结果表明, 菠萝汁和中性蛋白酶联合处理, 与对照组和其它五种果蔬汁和蛋白酶处理组相比, 可显著地提高原料牛肉的嫩度, 减低其硬度, 但处理后原料牛肉的内聚性和胶着性也降低最大, 而其色泽基本不变。菠萝汁和中性蛋白酶联合作用原料牛肉的最佳处理条件: 混合处理液总浓度(菠萝汁和中性蛋白酶组成比例为 3:1)6%, pH7.0, 作用温度 50℃。

关键词: 牛肉, 果蔬汁, 蛋白酶, 质构, 色泽

Effects of combination of juice derived from fruit and vegetable and protease on the texture characteristics and color of raw beef

YANG Jing, TIAN Yu, JIANG Zhan-mei*

(Collage of Food Science, Northeast Agricultural University, Harbin 150030, China)

Abstract: Texture characteristics and color of raw beef were studied after raw beefs were treated with combination of juice derived from vegetable and fruit and proteinase. By comparing with non-treated beef samples and beef samples treated with five kinds of vegetable and fruit juice and proteinase it showed that combination treatment of pineapple juice and neutral protease, increased tenderness of raw beef and decreased hardness of raw beef, but cohesion and adhesiveness of treated raw beef largely decreased, and their color was not changed. It was also shown that the optimal processing conditions of raw beef by treatment with pineapple juice and neutral protease were as follows: concentration (the ratio of pineapple juice to neutral protease was 3:1) 6%, pH7.0, and treatment temperature 50℃.

Key words: beef; fruit and vegetable juice; albumen enzyme; texture; color

中图分类号: TS251.52

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2012)23-0140-04

质构特性和色泽是肉及其肉制品重要的品质特性, 现已成为消费者评价肉质好坏的重要指标^[1-4]。国内外学者利用生物酶法、物理、化学方法对肉及其肉制品的食用品质进行了大量的研究^[5-10]。韩建春等^[2]利用枯草芽孢杆菌胞弹性蛋白酶作用可提高猪肉的嫩度。施帅等^[3]采用木瓜蛋白酶对牦牛肉进行嫩化效果研究, 优化出最佳的嫩化作用条件。牛腿肉是牛体重要的可食部位, 其质构特性及色泽是消费者购买原料牛肉的关键选择依据。质构特性主要包括剪切力、硬度、内聚性以及胶着性等指标。目前, 国内外研究者利用各种生物蛋白酶, 也采用一些果蔬汁, 来提高肉及其肉制品的食用品质特性。李艳青等^[11]以生姜为原料, 证实了生姜汁对牛肉的嫩化效果良好。生姜汁和菠萝汁中含有丰富的生姜蛋白酶和菠萝蛋白酶, 且活力较高^[12-15]。但是, 利用果蔬汁与蛋白酶联合作用对肉类品质特性影响研究未见报道。因此, 本文将生姜汁和菠萝汁分别与外源

性蛋白酶(木瓜蛋白酶、风味蛋白酶和中性蛋白酶)联合作用原料牛肉, 研究其对原料肉质构特性和色泽的影响, 筛选出最佳的果蔬汁和蛋白酶组合, 优化其最佳的作用处理条件。

1 材料与方法

1.1 材料与设备

优质牛后腿肉、优质生姜、新鲜菠萝 市售; 木瓜蛋白酶、风味蛋白酶、中性蛋白酶 丹麦诺维信酶制剂有限公司。

GL-21M 离心机 上海市离心机械研究所; TAPlus 质构仪 英国 SMS; ZE6000 型色差计 日本电色工业株式会社大阪营业所; AL-104 精密电子天平 梅特勒-托利多仪器(上海)有限公司; DK-8B 电热恒温水浴锅 上海精宏实验设备有限公司; HR1866 榨汁机 飞利浦电子公司。

1.2 实验方法

1.2.1 果蔬汁的制备 将新鲜的生姜和菠萝洗净, 去皮切块, 榨汁, 再以 3000r/min 的速度离心 20min, 然后取上清液, 即得生姜汁和菠萝汁。

1.2.2 原料牛肉的处理 新鲜牛后腿肉经去皮、去

收稿日期: 2012-06-18 * 通讯联系人

作者简介: 杨晶(1987-), 女, 硕士研究生, 研究方向: 畜产品加工。

表1 混合果蔬汁和蛋白酶联合作用对原料牛肉质构特性的影响

Table 1 Effect of combination of juice derived from vegetable and fruit and protease on the texture characteristics of raw beef

处理组类型	剪切力(g)	硬度(g)	内聚性	胶着性
生姜汁+风味蛋白酶	3720.8 ± 90.61 ^a	394.000 ± 7.07 ^a	0.614 ± 0.0021 ^a	219.823 ± 7.07 ^a
生姜汁+木瓜蛋白酶	3451.1 ± 249.52 ^a	375.400 ± 2.83 ^b	0.613 ± 0.0021 ^a	209.803 ± 10.51 ^b
生姜汁+中性蛋白酶	3119.8 ± 205.37 ^b	357.532 ± 5.56 ^c	0.615 ± 0.0014 ^a	199.905 ± 7.07 ^c
菠萝汁+风味蛋白酶	2907.5 ± 57.10 ^b	340.642 ± 2.12 ^d	0.549 ± 0.0071 ^b	190.105 ± 7.12 ^d
菠萝汁+木瓜蛋白酶	3142.9 ± 233.60 ^b	376.994 ± 5.57 ^e	0.612 ± 0.0071 ^a	194.673 ± 4.24 ^e
菠萝汁+中性蛋白酶	2580.0 ± 89.43 ^c	217.993 ± 5.57 ^f	0.617 ± 0.0014 ^a	134.397 ± 0.56 ^f
对照组	4973.0 ± 139.76 ^d	695.105 ± 13.44 ^g	0.949 ± 0.0021 ^g	422.121 ± 3.57 ^g

注:字母在同一列数据中,相同则表示差异不显著,不同则表示差异显著。表2~表8同。

表皮脂肪、去筋,用锋利的刀具顺着肌纤维走向将肌肉切成大小为10mm × 10mm × 10mm的肉柱若干。

1.2.3 质构特性分析 利用 TAPlus 型质构仪分别进行 TPA 和剪切力值的测定。进行 TPA 参数测定时,选择探头 P/50,测试前速度 1.00mm/s,测试速度 5.00mm/s,测试后速度 5.00mm/s,压缩距离:5mm,时间:5.00s。进行剪切力值测定时,选择探头 HDP/BS,测试计数点:200.00,测试前速度:2.00mm/s,测试速度:2.00mm/s,测试后速度:2.00mm/s,压缩距离40mm,测试时间 10.00s。所有样品各测定 8 次取平均值并计算标准方差。

1.2.4 色泽分析测定 用色差计测定肉样的颜色,包括 L* 值(亮度变量),a* 值(红度变量)和 b* 值(黄度变量)。由于 L* 值与 a* 值与肉的新鲜度有显著相关性,而 b* 值与其没有显著相关性,因此实验中不把 b* 值作为参考变量。

1.2.5 实验设计 在 pH7.0 和 45℃ 的条件下,将生姜汁和菠萝汁分别与风味蛋白酶、木瓜蛋白酶、中性蛋白酶进行混合,制备六组果蔬汁蛋白酶混合处理液,即生姜汁和风味蛋白酶处理组,含有 2.5% 生姜汁(质量比)和 1% 风味蛋白酶(质量比);生姜汁和木瓜蛋白酶处理组,含有 2.5% 生姜汁和 1% 木瓜蛋白酶;生姜汁和中性蛋白酶处理组,含有 2.5% 生姜汁和 1% 中性蛋白酶;菠萝汁和风味蛋白酶处理组,含有 3% 菠萝汁和 1% 风味蛋白酶;菠萝汁和木瓜蛋白酶处理组,含有 3% 菠萝汁和 1% 木瓜蛋白酶;菠萝汁和中性蛋白酶处理组,含有 3% 菠萝汁和 1% 中性蛋白酶。将处理好的原料牛肉,浸泡在果蔬汁蛋白酶混合液中处理 2h,然后室温条件下自然晾干 1h,利用质构仪和色差计进行检测分析。对照组中,不添加任何果蔬汁和蛋白酶。筛选出最佳果蔬汁和蛋白酶处理组,研究其不同处理浓度、pH 和温度对原料牛肉质构特性和色泽的影响。每组实验做三次重复,每次重复做三次测定。

1.2.6 数理统计 数据采用 SPSS 13.0 统计软件进行方差分析,Duncan 多重比较;文中所列数据为 3 组试样的平均值。

2 结果与分析

2.1 混合果蔬汁和蛋白酶联合作用对原料牛肉质构特性和色泽的影响

混合果蔬汁和蛋白酶联合作用对原料牛肉质构特性和色泽的影响的实验结果见表 1~表 2。

从表 1 实验结果可知,与空白组相比,果蔬汁和蛋白酶联合处理后原料牛肉的剪切力、硬度、内聚性和胶着性差异显著($p < 0.05$);这表明果蔬汁和蛋白酶联合处理后的原料牛肉嫩度提高,硬度降低,同时内聚性和胶着性也减小。菠萝汁和中性蛋白酶联合处理,与其他果蔬汁和蛋白酶处理组相比,可显著地提高原料牛肉的嫩度,减低其硬度,但处理后原料牛肉的胶着性也降低最大($p < 0.05$)。由此可见,菠萝汁与中性蛋白酶联合处理原料牛肉的作用效果最佳。

表2 混合果蔬汁和蛋白酶联合作用对原料牛肉色泽的影响

Table 2 Effect of combination of juice derived from vegetable and fruit and protease on the color of raw beef

处理组类型	L*	a*
生姜汁+风味蛋白酶	36.345 ± 0.1344 ^a	16.005 ± 0.0354 ^a
生姜汁+木瓜蛋白酶	34.410 ± 0.3960 ^b	18.690 ± 0.0849 ^b
生姜汁+中性蛋白酶	35.415 ± 0.9192 ^b	17.220 ± 0.1980 ^c
菠萝汁+风味蛋白酶	34.895 ± 0.1626 ^b	18.170 ± 0.0141 ^d
菠萝汁+木瓜蛋白酶	34.675 ± 0.3041 ^b	19.730 ± 0.1131 ^c
菠萝汁+中性蛋白酶	34.460 ± 0.2687 ^b	18.665 ± 0.0354 ^b
对照组	35.148 ± 0.2721 ^b	17.975 ± 0.4879 ^c

从表 2 实验结果可知,与对照组相比,除生姜汁和风味蛋白酶外,其它五组之间的亮度值差异不显著($p > 0.05$),这说明没有改变原料牛肉的亮度;而生姜汁和风味蛋白酶处理组可提高原料牛肉的亮度($p < 0.05$)。与对照组相比,生姜汁和风味蛋白酶组的红度值降低($p < 0.05$),生姜汁和中性蛋白酶组的红度值未变化($p > 0.05$)。综合果蔬汁和蛋白酶联合作用原料牛肉前后结果对比,可得出菠萝汁和中性蛋白酶处理原料牛肉后,其嫩度提高最大,硬度降低最多,色泽基本不变。

2.2 菠萝汁与中性蛋白酶联合处理最佳作用浓度的优化

配制菠萝汁与中性蛋白酶(组成比例为 3:1)混合液总质量浓度分别为 2%、4%、6%、8%,在常温条件下浸泡肉样 2h 后,其不同浓度条件下菠萝汁和中性蛋白酶联合作用对原料牛肉质构特性和色泽的影响见表 3~表 4。

从表 3 的实验结果可知,随着菠萝汁和中性蛋白酶联合作用的总浓度增加,原料牛肉的剪切力逐渐减低($p < 0.05$)。当处理总浓度为 4% 时,其硬度、胶着性达到最低。

表3 不同浓度下菠萝汁和中性蛋白酶联合作用对原料牛肉质构特性的影响

Table 3 Effect of combination of pineapple juice and neutral protease on texture characteristics of raw beef under the different concentrations

浓度(%)	剪切力(g)	硬度(g)	内聚性	胶着性
2	4669.4 ± 221.56 ^a	110.719 ± 1.41 ^a	0.532 ± 0.0071 ^a	60.563 ± 2.55 ^a
4	3856.8 ± 92.20 ^b	105.810 ± 5.66 ^b	0.541 ± 0.0014 ^b	58.044 ± 1.56 ^b
6	3422.3 ± 67.97 ^c	113.862 ± 1.41 ^c	0.588 ± 0.0014 ^c	68.284 ± 4.42 ^c
8	2764.5 ± 83.30 ^d	115.907 ± 4.95 ^d	0.613 ± 0.0014 ^d	69.534 ± 2.45 ^d

表5 不同pH条件下菠萝汁和中性蛋白酶联合作用对原料牛肉质构特性的影响

Table 5 Effect of combination of pineapple juice and neutral protease on texture characteristics of raw beef under the condition of different pH

pH	剪切力(g)	硬度(g)	内聚性	胶着性
6	2480.8 ± 85.60 ^a	183.938 ± 4.06 ^a	0.617 ± 0.0035 ^a	124.000 ± 7.70 ^a
7	2372.9 ± 62.44 ^a	149.541 ± 1.72 ^b	0.604 ± 0.0021 ^b	99.173 ± 5.08 ^b
8	2480.7 ± 40.10 ^a	182.099 ± 2.18 ^a	0.596 ± 0.0028 ^b	122.521 ± 2.27 ^c

表4 不同浓度下菠萝汁和中性蛋白酶联合作用对原料牛肉色泽的影响

Table 4 Effect of combination of pineapple juice and neutral protease on the color of raw beef under the different concentrations

浓度(%)	L*	a*
2	30.635 ± 0.25 ^a	16.895 ± 0.11 ^a
4	30.860 ± 0.27 ^a	12.670 ± 0.24 ^b
6	35.205 ± 0.05 ^b	14.765 ± 0.021 ^c
8	34.675 ± 0.12 ^c	16.280 ± 0.085 ^d

从表4实验结果可知,随着菠萝汁和中性蛋白酶总浓度的增大,处理后的原料牛肉亮度值先升高而后略有降低,而其不同浓度处理组间红度值差异显著($p < 0.05$)。由此可知,当处理浓度为6%时,处理后的原料牛肉的亮度和红度值较佳。

综上所述,不同浓度下条件下菠萝汁和中性蛋白酶联合作用对原料牛肉,当处理浓度为6%时,嫩度提高,硬度降低,内聚性和胶着性好,同时生肉的颜色基本不变。

2.3 菠萝汁和中性蛋白酶联合处理最佳作用pH的优化

配制pH6、7、8的磷酸二氢钠和磷酸氢二钠缓冲液,加入菠萝汁和中性蛋白酶配成一定质量浓度的溶液,常温下浸泡原料牛肉2h后,不同pH条件下菠萝汁和中性蛋白酶联合处理原料牛肉的质构特性和色泽实验结果见表5~表6。

从表5的实验结果可知,在pH6、7、8条件下,菠萝汁和中性蛋白酶联合作用后原料牛肉的剪切力差异不显著($p > 0.05$),而在pH7条件下,处理后的原料牛肉的硬度降低,内聚性和胶着性适中。

从表6的实验结果可知,在pH6、7、8条件下,菠萝汁和中性蛋白酶联合作用后原料牛肉的亮度值差异显著($p < 0.05$),而其红度值在pH7和pH8条件下差异不显著($p > 0.05$),pH6条件下原料牛肉的红度值最低。

pH是影响酶活的一个重要因素,pH最适时,酶的活性才能最大。综合不同pH条件下菠萝汁和中性蛋白酶联合作用对原料牛肉质构特性和色泽分析

结果可得,当在pH为7条件下,处理后的原料牛肉的嫩度提高,硬度降低,内聚性和胶着性较好,原料牛肉色泽最佳。

表6 不同pH条件下菠萝汁和中性蛋白酶联合作用对原料牛肉色泽的影响

Table 6 Effect of combination of pineapple juice and neutral protease on the color of raw beef under the condition of different pH

pH	L*	a*
6	33.710 ± 0.24 ^a	14.425 ± 0.13 ^a
7	34.405 ± 0.25 ^b	17.280 ± 0.085 ^b
8	31.200 ± 0.085 ^c	17.185 ± 0.50 ^b

2.4 菠萝汁和中性蛋白酶联合处理最佳作用温度的优化

在pH为7的条件下,添加6%的菠萝汁与中性蛋白酶(组成比例为3:1),在不同温度条件下浸泡原料牛肉1h,不同作用温度条件下菠萝汁和中性蛋白酶联合处理后原料牛肉的质构特性和色泽的实验结果见表7~表8。

从表7的实验结果可知,随着处理温度的增加,菠萝汁和中性蛋白酶联合作用后的原料牛肉剪切力、硬度、内聚性以及胶着性先逐渐降低,而后又逐渐增加,在处理温度为50℃条件下,处理后原料牛肉的嫩度最大,其硬度、内聚性以及胶着性较小($p < 0.05$),这表明处理温度对原料牛肉质构特性影响较大。

从表8的实验结果可知,在处理温度为30、35、40、45℃条件,处理后的原料牛肉的亮度值和红度值差异不显著($p > 0.05$),但随着处理温度进一步升高,亮度值和红度值增大。

综合不同温度条件下菠萝汁和中性蛋白酶联合作用对原料牛肉质构特性和色泽分析结果可得,当处理温度为50℃条件下,处理后的原料牛肉的嫩度最大,硬度、内聚性和胶着性较小,原料牛肉色泽较佳。

3 结论

比较筛选了6种果蔬汁和蛋白酶处理组,确定了菠萝汁和中性蛋白酶联合作用原料牛肉后的质构

表7 不同温度条件下菠萝汁和中性蛋白酶联合作用对原料牛肉质地特性的影响
Table 7 Effect of combination of pineapple juice and neutral protease on texture characteristics of raw beef under the condition of different temperature

温度(°C)	剪切力(g)	硬度(g)	内聚性	胶着性
30	3755.2 ± 91.03 ^a	199.261 ± 7.07 ^a	0.603 ± 0.0028 ^a	115.452 ± 6.40 ^a
35	3540.8 ± 65.86 ^b	188.481 ± 6.55 ^b	0.577 ± 0.0071 ^b	107.894 ± 7.01 ^b
40	3059.5 ± 64.39 ^c	129.173 ± 5.68 ^c	0.554 ± 0.0057 ^c	72.171 ± 2.14 ^c
45	2879.5 ± 67.07 ^d	97.833 ± 4.87 ^d	0.527 ± 0.0057 ^d	53.807 ± 1.99 ^d
50	2540.4 ± 45.34 ^e	78.267 ± 4.75 ^e	0.485 ± 0.0014 ^e	42.111 ± 1.41 ^e
55	3242.9 ± 58.27 ^f	89.213 ± 4.16 ^f	0.550 ± 0.0036 ^e	48.838 ± 2.47 ^f
60	3457.2 ± 58.01 ^b	94.263 ± 5.74 ^e	0.571 ± 0.0078 ^b	52.325 ± 2.56 ^e

特性及色泽效果最强,并优化其最佳作用条件为:菠萝汁与中性蛋白酶处理液总浓度6%(菠萝汁与中性蛋白酶组成比例为3:1),作用pH7,处理温度50℃。

表8 不同温度条件下菠萝汁和中性蛋白酶联合作用对原料牛肉色泽的影响

Table 8 Effect of combination of pineapple juice and neutral protease on the color of raw beef under the condition of different temperature

温度(°C)	L	a
30	33.705 ± 0.0354 ^a	16.545 ± 0.0495 ^a
35	33.40 ± 0.1980 ^a	16.315 ± 0.1061 ^a
40	33.125 ± 0.1201 ^a	16.065 ± 0.0495 ^a
45	32.665 ± 0.2899 ^a	15.185 ± 0.0354 ^a
50	35.950 ± 0.0849 ^b	15.770 ± 0.0990 ^a
55	37.605 ± 0.1768 ^c	20.080 ± 1.0324 ^b
60	37.685 ± 0.3182 ^d	20.960 ± 0.9899 ^c

参考文献

[1] 孔保华, 马丽珍. 肉品科学与技术[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2003: 216.
[2] 韩建春, 邢明伟. 枯草芽孢杆菌产弹性蛋白酶对肉嫩化的工艺研究[J]. 食品工业科技, 2011, 31(2): 166-169.
[3] 施帅, 杨士章, 牛林. 木瓜蛋白酶对牦牛肉嫩化效果的研究[J]. 现代食品科技, 2007, 23(10): 37-39.

(上接第139页)

and Escherichia coli[J]. Photochem Photobiol B, 2009, 96(1): 9-16.
[8] Wilson M. Bactericidal effect of laser light and its potential use in the treatment of plaque-related diseases[J]. International Dent Journal, 1994, 44: 181-189.
[9] Minnock A, Vernon D, Schofiels J, et al. Use of a cationic water-soluble zinc phthalocyanine to photoinactivate both Gram-negative and Gram-positive bacteria[J]. Journal of Photochemistry and Photobiology, 1996, 32(3): 159-164.
[10] 周德庆. 微生物学实验教程[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006: 109-113.
[11] Miroslava S, Petra O, Daniela H, et al. Photodynamic inactivation of Escherichia coli by methylene blue incorporated in ZSM-5 zeolite channels under red LED light[J]. Acta Chimica Slovaca, 2010, 3(1): 41-50.

[4] 周光宏. 畜产品加工学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2002.
[5] 王利民. 肉类嫩化酶的研究现状[J]. 农产品加工, 2008(6): 34-35.
[6] 刘寿春, 钟赛意, 葛长荣. 肉品嫩化理论及嫩化方法的研究进展[J]. 肉品工业, 2005(10): 19-21.
[7] 李春莲, 王维民. 牛肉制品嫩化技术的研究进展[J]. 2009年广东省食品学会年会论文集, 2009: 294-297.
[8] 权伍荣, 郝玉淑, 李官浩. 应用蛋白酶进行牛肉嫩化的研究[J]. 食品科技报, 2008(12): 132-136.
[9] 刘寿春, 钟赛意, 葛光荣. 肉品嫩化理论及嫩化方法的研究进展[J]. 肉品工业, 2005, 294(10): 19-21.
[10] 李晓波. 影响肌肉嫩度的因素及常用的嫩化方法[J]. 肉类研究, 2009(5): 16-20.
[11] 李艳青, 于长青, 崔晶杰. 生姜汁嫩化牛肉方法的研究[J]. 肉类工业, 2007(11): 24-26.
[12] 唐晓珍, 黄雪松, 王明林, 等. 生姜蛋白酶和生姜汁对猪肉嫩化效果的比较[J]. 山东农业大学报: 自然科学版, 2003, 34(1): 15-18.
[13] 黄业传, 李洪军, 李凤. 菠萝汁对牛肉的嫩化效果的研究[J]. 食品科学报, 2009, 30(10): 65-68.
[14] 俞沛初, 胡一匡. 生姜汁对肉类致嫩效应初探[J]. 上海农学院报, 1994, 12(2): 96-99.
[15] 徐淑英, 麦克编译. 生姜蛋白酶对肉类的嫩化作用[J]. 食品科学, 1990(2): 30-32.
[12] Menezes S, Capella M A, et al. Photodynamic action of methylene blue: repair and mutation in Escherichia coli[J]. Journal of Photochemistry and Photobiology B-Biology, 1990, 5: 505-517.
[13] 李颖, 唐书泽, 任雅清, 等. 光敏化作用对曲霉孢子失活的影响[J]. 食品与发酵工业, 2008, 34(8): 22-24.
[14] 任雅清, 唐书泽, 吴希阳, 等. 光动力对金黄色葡萄球菌的杀伤作用及其 AFM 观察[J]. 食品与发酵工业, 2008, 34(8): 56-59.
[15] 林少玲, 唐书泽, 唐妹妹, 等. 血卟啉甲醚对单增李斯特菌的光动力灭活作用及机理[J]. 食品与发酵工业, 2011, 37(3): 83-87.
[16] Yoshimura M, Namura S, Akamatsu H, et al. Antimicrobial effects of phototherapy and photochemotherapy in vivo and in vitro[J]. British Dermatology, 1996, 135: 528-532.