

食盐腌制对秦川牛普通牛肉脂肪酸组成的影响

刘永峰, 李景景, 吴晓霞

(陕西师范大学食品工程与营养科学学院, 陕西 西安 710062)

摘要:以秦川牛普通牛肉为研究对象, 探讨食盐腌制对牛肉脂肪酸组成的影响。采用质量浓度2、4、6、8、10、12g/100mL的食盐溶液腌制牛肉后, 分别进行脂肪含量及脂肪酸的测定。结果表明: 食盐腌制对普通牛肉中所检测到的16种脂肪酸组成有显著影响($P < 0.05$); 低质量浓度食盐腌制对脂肪含量没有显著影响($P > 0.05$), 对总饱和脂肪酸(SFU)和总不饱和脂肪酸(UFA)影响也都不显著($P > 0.05$), 但可显著降低肉豆蔻酸含量($P < 0.05$), 可显著增加亚油酸和二十二碳五烯酸的含量($P < 0.05$); 高质量浓度食盐腌制会使牛肉脂肪含量显著降低($P < 0.05$), 可显著增加SFU而降低UFA的含量($P < 0.05$)。因此, 低盐腌制对于改善秦川牛普通牛肉脂肪的营养有明显的促进作用。

关键词: 秦川牛; 肋条肉; 腌制; 脂肪酸

Effect of Salting on Fatty Acid Composition of Ordinary Beef from Qinchuan Cattle

LIU Yong-feng, LI Jing-jing, WU Xiao-xia

(College of Food Engineering and Nutritional Science, Shaanxi Normal University, Xi'an 710062, China)

Abstract: Ordinary beef from Qinchuan cattle was used to study the effect of salting on beef fatty acid composition in this work. Beef was salted at different concentrations of salt (2, 4, 6, 8, 10 g/100 mL and 12 g/100 mL) and then analyzed for fat content and fatty acid composition. The results showed that salting had a significant effect on the composition of 16 fatty acids in beef ($P < 0.05$). Low-level salt did not change total fat ($P > 0.05$), saturated and unsaturated fatty acids in beef ($P > 0.05$), but significantly decreased tetradecanoic acid ($P < 0.05$) and increased linoleic acid and clupanodonic acid ($P < 0.05$). Furthermore, high-level salt significantly reduced fat content in beef ($P < 0.05$), increased saturated fatty acid and reduced unsaturated fatty acid ($P < 0.05$). Therefore, salting at low concentrations can obviously improve fat nutrition of Qinchuan ordinary beef.

Key words: Qinchuan cattle; rib meat brisket; salt; fatty acid

中图分类号: TS251.52

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2012)15-0155-06

牛肉是人类消费的肉类食品之一, 蛋白质含量高, 脂肪含量低, 味道鲜美, 享有“肉中骄子”的美称^[1]。高档牛肉是能够作为高档食品的优质牛肉, 其大理石花纹明显、脂肪含量较高、嫩度好, 具有较高的附加值, 可以获得高额利润^[2]。一直以来, 中国黄牛具有肉质好的优点, 但存在出肉率低、脂肪沉积不理想等缺陷, 不能满足高档牛肉生产的需要。秦川牛因产于陕西八百里秦川而著名, 是我国优良地方黄牛的代用品种, 其肉骨比高、肉质细嫩、风味浓郁, 被作为生产高档牛肉的最主要选择的牛品种之一^[3], 其高档肉块主要包括牛柳、西冷、眼肉, 有时也把上脑和胸肉列入其中, 质量已经达到了出口的牛肉标准^[4]。秦

川牛高档肉块的附加值高, 可以获得高额利润, 所以对高档肉块运用食盐腌制等传统加工方法不多; 此外, 随着我国经济的快速发展, 人们生活水平的不断提高, 对牛肉的消费需求与日俱增, 因此, 本实验主要选择秦川牛普通肉块——肋条肉进行食盐腌制研究, 试图通过食盐腌制提高普通肉块的营养水平及附加值。

腌制是肉制品加工中很重要的一种方法, 肉类腌制的方法主要采用干腌、湿腌、混合腌制、盐水注射、真空滚揉等方法^[5-6]。常用的腌制剂有食盐、三聚磷酸钠、异抗坏血酸钠、偏磷酸钠以及硝酸盐等, 这些腌制剂具有抑菌、防腐、提高保水性、增强腌腊制品的颜色和风味等作用^[7]。食盐腌制是牛肉产品生产的一种

收稿日期: 2011-07-27

基金项目: 陕西省自然科学基金项目(2011JQ3006); 陕西师范大学青年科技项目(201001009)

作者简介: 刘永峰(1981—), 男, 讲师, 博士, 主要从事动物性食品营养分析及加工研究。E-mail: yongfeng200@yahoo.com.cn

常用的加工方法,也是一种重要的保藏手段。它是通过抑制微生物繁殖,提高牛肉制品的贮藏性,改善牛肉制品的风味,提高肉制品的保水性,从而改善牛肉制品的质量。传统工艺依赖高盐分的腌制,不能促进食盐快速渗透,还会造成食盐渗透不均匀,产品口感不稳定;但食盐浓度过低,尤其是食盐质量浓度在1g/100mL以内对微生物生长又不会起到抑制作用,易引起微生物污染、质量不稳定等问题。本研究主要通过配制不同质量浓度的食盐溶液来研究牛肉腌制后脂肪酸组成的变化,旨在为秦川牛普通牛肉加工提供理论依据和技术参数。

1 材料与amp;方法

1.1 材料、试剂与仪器

实验用的秦川牛肋条肉由国家肉牛改良中心提供;食盐购自西安市某一超市;氯仿、甲醇、石油醚、三氟化硼、氢氧化钠、氯化钠、无水硫酸钠等试剂为分析纯 西安森博生物有限公司;异辛烷(色谱纯)、二十一烷酸甲酯标准品(methyl heneicosanoate, C_{21:0}) 上海安谱科学仪器有限公司。

CP3800GC 型号气相色谱仪 美国 Varian 公司;旋转蒸发仪 日本 Yamato 公司;离心机 美国 Sigma 公司。

1.2 样品处理

取冻存的牛肋条肉,室温 24h 解冻后,切成 21 个 20mm × 20mm × 20mm 的小块,因食盐质量浓度低于 1g/100mL 对微生物不会起到抑制作用,而只有大于 1g/100mL 才会对微生物逐渐起到抑制作用,当大于 10g/100mL 时微生物的生长将完全受到抑制。因此,分别选用 2、4、6、8、10、12g/100mL 质量浓度的食盐溶液进行腌制处理,同时设置对照组(不进行腌制处理),每个组随机选择 3 个肉块,每个肉样和腌制液的料液比为 1:3(m/V)。所有样品于 4℃ 的冰箱中放置 4d。

1.3 氯仿-甲醇法测定脂肪含量^[8]

1.3.1 提取

将肉样放入 200mL 具塞三角瓶中,加入 60mL 氯仿-甲醇混合液,连接冷凝管,于 60℃ 水浴中,从微沸开始计时提取 1h。

1.3.2 回收溶剂

提取结束后,取下三角瓶,过滤,滤液用另一具塞三角瓶收集,用氯仿-甲醇混合液洗涤容器中的试样残渣,洗涤液并入滤液中,置于 65~70℃ 水浴中回收溶剂。

1.3.3 萃取、定量

用移液管加入 25mL 乙醚,再加入 15g 无水硫酸钠,立刻加塞振荡 10min,将醚层移入具塞离心管中,以 3000r/min 离心 5min 分离。用移液管迅速吸取离心管中澄清的醚层 10mL 于称量瓶内,蒸发去除石油醚后,于 100~105℃ 烘箱中烘至恒质量,计算脂肪含量。

1.4 脂肪皂化、甲酯化及脂肪酸分析

脂肪皂化、甲酯化及脂肪酸的分析根据参考文献[9-10]的方法进行。脂肪皂化时,将样品置于烧瓶中,加入适量的氢氧化钠甲醇溶液及脱脂沸石。将冷凝管固定于烧瓶上,水浴回流,至油滴消失。回流速率控制在 30~60s/滴,回流时间约 8min 左右。从冷凝管上部加入适量的三氟化硼甲醇溶液于沸腾的溶液中。

将溶液煮沸 30min,经冷凝管上部加入适量的异辛烷,停止加热,移去冷凝管。在烧瓶没有冷却前,立即加入 20mL 饱和氯化钠溶液。盖上瓶盖,用力振摇至少 15s,继续加入氯化钠溶液至烧瓶颈部。吸取上层异辛烷溶液于试管中,加适量无水硫酸钠脱水,然后进行气相色谱仪检测。

脂肪酸气相色谱分析条件:进样口温度:250℃;检测器温度:270℃;升温程序:初始温度 180℃,保持 1min,4℃/min 到 220℃,保持 5min;分流比 30:1;载气(氮气)压:0.8kg/cm²;氢气压:0.6kg/cm²;补充气(氮气)压:0.6kg/cm²;空气压:0.5kg/cm²。脂肪酸甲酯的相对含量采用面积归一法计算。

1.5 统计分析

脂肪酸组成根据各肉样在不同处理下分别计算,所有数据采用 SPSS18.0 软件进行单因素七水平方差分析,并进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 不同质量浓度食盐溶液腌制对牛肋条肉中脂肪含量的影响

由表 1 可知,不同质量浓度食盐溶液腌制后牛肋条肉脂肪含量发生了变化,对照组的脂肪含量平均为 204.62mg/g,2~8g/100mL 食盐处理后没有显著差异

表 1 食盐腌制对牛肋条肉脂肪含量的影响结果
Table 1 Effect of salting on fat content in beef rib meat brisket

指标	对照	食盐质量浓度(g/100mL)					
		2	4	6	8	10	12
脂肪含量(mg/g)	204.62 ± 33.79 ^{Aa}	185.36 ± 39.05 ^{Ab}	179.75 ± 38.68 ^{Aabc}	160.13 ± 32.53 ^{Aabc}	148.44 ± 34.95 ^{Aabc}	136.24 ± 37.47 ^{Abc}	121.50 ± 36.28 ^{Ac}

注:不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$);不同大写字母表示差异极显著($P < 0.01$)。下同。

($P > 0.05$), 10g/100mL 和 12g/100mL 的食盐处理后脂肪含量显著降低($P = 0.036$ 和 $P = 0.014$)。说明食盐处理质量浓度在 8g/100mL 范围内, 对脂肪含量的测定没有影响, 只有质量浓度超过 10g/100mL 的食盐处理后脂肪含量才会表现出明显的减少。

2.2 牛肉中脂肪酸的检测结果

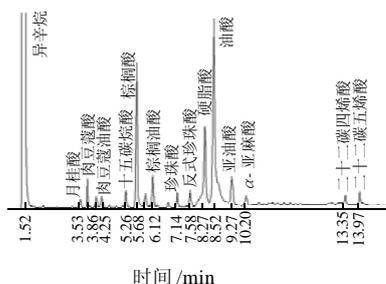


图1 牛肉脂肪酸气相色谱检测图谱
Fig.1 GC profile of fatty acids in Qinchuan beef

由图 1 可知, 通过不同质量浓度食盐腌制, 经气相色谱仪检测共检测出 16 种已知的脂肪酸, 根据出峰时间依次为溶剂峰(异辛烷)、月桂酸(C_{12:0})、肉豆蔻酸(C_{14:0})、反式肉豆蔻油酸(C_{14:1})、肉豆蔻油酸(C_{14:1})、十五碳烷酸(C_{15:0})、棕榈酸(C_{16:0})、反式棕榈油酸(C_{16:1})、棕榈油酸(C_{16:1})、珍珠酸(C_{17:0})、反式珍珠油酸(C_{17:1})、硬脂酸(C_{18:0})、油酸(C_{18:1})、亚油酸(C_{18:2})、 α -亚麻酸(C_{18:3})、二十二

碳四烯酸(C_{22:4})、二十二碳五烯酸(C_{22:5})。另外, 还有一些未鉴别出的脂肪酸(UI)。

2.3 不同质量浓度食盐溶液腌制后牛肋条肉饱和脂肪酸的测定结果

由表 2 可知, 牛肋条肉中饱和脂肪酸(satisfied fatty acids, SFA)主要包括月桂酸(C_{12:0})、肉豆蔻酸(C_{14:0})、十五碳烷酸(C_{15:0})、棕榈酸(C_{16:0})、珍珠酸(C_{17:0})、硬脂酸(C_{18:0})等。对照组的 SFA 含量为 49.92%, 较 2、4g/100mL 的食盐处理结果没有显著差异($P = 0.569$ 和 $P = 0.648$), 但较 6g/100mL 以上质量浓度的食盐处理结果呈现出了显著($P < 0.05$)甚至极显著($P < 0.01$)的差异; 不同质量浓度食盐处理中, 10g/100mL 食盐处理 SFA 含量最大, 为 57.31%, 6、8、12g/100mL 的处理次之, 2、4g/100mL 的处理 SFA 含量最小。此外, 对照组的月桂酸、肉豆蔻酸、十五碳烷酸、棕榈酸、珍珠酸和硬脂酸的含量分别为 0.07%、2.81%、0.15%、29.69%、0.82% 和 16.31%; 除含量最高的棕榈酸外, 经不同质量浓度的食盐处理后, 各 SFA 含量均较对照组呈现出了显著($P < 0.05$)或极显著($P < 0.01$)的增加或减少。其中, 2、4g/100mL 的低质量浓度食盐处理对硬脂酸的影响不显著($P = 0.395$ 和 $P = 0.062$), 6、8、10g/100mL 食盐质量浓度极显著($P < 0.01$)地增加了硬脂酸的含量; 10g/100mL 以内的食盐处理极显著地($P < 0.01$)减少了肉豆蔻酸的含量。

表 2 食盐腌制对牛肋条肉脂肪酸组成的影响结果
Table 2 Effect of salting on fatty acid composition in beef rib meat brisket

脂肪酸组成	对照	食盐质量浓度/(g/100mL)					
		2	4	6	8	10	12
SFA	49.92 ± 1.22 ^d	50.47 ± 1.14 ^{CDcd}	50.36 ± 1.26 ^{CDcd}	52.34 ± 1.06 ^{BCDbc}	52.88 ± 1.07 ^{BCb}	57.31 ± 1.16 ^{Aa}	54.08 ± 1.16 ^{Bb}
MUFA	44.47 ± 1.16 ^{Aa}	43.55 ± 1.17 ^{ABab}	40.60 ± 1.10 ^{Cc}	41.98 ± 1.13 ^{ABCbc}	40.79 ± 1.06 ^{Cc}	37.49 ± 1.07 ^{Dd}	41.53 ± 1.10 ^{BCc}
PUFA	4.17 ± 0.16 ^{Cc}	3.70 ± 0.26 ^{CDde}	7.35 ± 0.16 ^{Aa}	4.01 ± 0.26 ^{CDcd}	4.88 ± 0.14 ^{Bb}	3.54 ± 0.16 ^{De}	2.84 ± 0.15 ^{Ef}
n-6	2.17 ± 0.16 ^{Dd}	3.09 ± 0.07 ^{Cc}	5.28 ± 0.17 ^{Aa}	3.06 ± 0.11 ^{Cc}	4.31 ± 0.14 ^{Bb}	3.23 ± 0.12 ^{Cc}	2.33 ± 0.06 ^{Dd}
n-3	1.99 ± 0.11 ^{Aa}	0.61 ± 0.06 ^{Cc}	2.07 ± 0.13 ^{Aa}	0.94 ± 0.09 ^{Bb}	0.57 ± 0.06 ^{Cc}	0.31 ± 0.06 ^{Dd}	0.52 ± 0.07 ^{Dc}
UI	1.37 ± 0.06 ^{De}	2.36 ± 0.12 ^{Aa}	1.84 ± 0.03 ^{Bb}	1.58 ± 0.02 ^{Cd}	1.40 ± 0.04 ^{De}	1.72 ± 0.02 ^{Bc}	1.39 ± 0.04 ^{De}
C _{12:0}	0.07 ± 0.01 ^{CDc}	0.04 ± 0.02 ^{Ed}	0.24 ± 0.01 ^{Aa}	0.10 ± 0.01 ^{Cc}	0.05 ± 0.01 ^{DEd}	0.13 ± 0.01 ^{Bb}	0.09 ± 0.01 ^{Cc}
C _{14:0}	2.81 ± 0.07 ^{Bb}	2.59 ± 0.05 ^{Dd}	2.31 ± 0.02 ^{Ff}	2.72 ± 0.04 ^{BCc}	2.43 ± 0.05 ^{Ee}	2.64 ± 0.02 ^{CDd}	3.22 ± 0.01 ^{Aa}
C _{14:1trans-9}	0.40 ± 0.02 ^{ABab}	0.44 ± 0.06 ^{ABa}	0.23 ± 0.09 ^{Cc}	0.33 ± 0.06 ^{BCb}	0.21 ± 0.03 ^{Cc}	0.22 ± 0.04 ^{Cc}	0.48 ± 0.04 ^A
C _{14:1cis-9}	0.37 ± 0.06 ^{BCcd}	0.31 ± 0.06 ^{Cd}	0.39 ± 0.03 ^{BCcd}	0.49 ± 0.07 ^{ABab}	0.44 ± 0.06 ^{ABabc}	0.52 ± 0.03 ^{Aa}	0.41 ± 0.04 ^{ABCbc}
C _{15:0}	0.15 ± 0.03 ^{De}	1.02 ± 0.07 ^{Bb}	1.47 ± 0.09 ^{Aa}	0.40 ± 0.01 ^{Ccd}	0.48 ± 0.05 ^{Cc}	0.38 ± 0.02 ^{Cd}	0.15 ± 0.01 ^{De}
C _{16:0}	29.69 ± 1.17 ^{ABab}	28.61 ± 1.16 ^{Bb}	27.43 ± 1.15 ^{Bb}	28.19 ± 1.11 ^{Bb}	28.22 ± 1.43 ^{Bb}	29.13 ± 1.67 ^{Bb}	31.57 ± 1.56 ^{Aa}
C _{16:1trans-9}	0.48 ± 0.10 ^{Bc}	0.70 ± 0.12 ^{ABb}	0.90 ± 0.16 ^{Aa}	0.61 ± 0.08 ^{Bbc}	0.55 ± 0.03 ^{Bbc}	0.65 ± 0.07 ^{Bbc}	0.51 ± 0.06 ^{Bc}
C _{16:1cis-9}	3.16 ± 0.22 ^{Aab}	3.27 ± 0.31 ^{Aa}	3.04 ± 0.23 ^{Aab}	2.79 ± 0.19 ^{ABbc}	2.57 ± 0.27 ^{BCcd}	2.24 ± 0.19 ^{Cd}	3.30 ± 0.16 ^{Aa}
C _{17:0}	0.82 ± 0.08 ^{BCcd}	0.64 ± 0.27 ^{CDde}	0.50 ± 0.06 ^{De}	1.05 ± 0.13 ^{ABab}	1.06 ± 0.05 ^{ABab}	1.16 ± 0.19 ^{Aa}	0.89 ± 0.16 ^{ABCbc}
C _{17:1trans-9}	0.47 ± 0.07 ^{Cc}	1.28 ± 0.16 ^{Aa}	0.81 ± 0.15 ^{Bb}	0.48 ± 0.11 ^{Cc}	0.42 ± 0.06 ^{Cc}	0.40 ± 0.09 ^{Cc}	0.42 ± 0.06 ^{Cc}
C _{18:0}	16.31 ± 1.12 ^{Dd}	17.32 ± 1.11 ^{CDd}	18.42 ± 1.13 ^{BCDcd}	19.89 ± 1.19 ^{BCbc}	20.65 ± 1.35 ^{Bb}	23.77 ± 1.41 ^{Aa}	18.09 ± 1.53 ^{BCDcd}
C _{18:1cis-9}	40.06 ± 2.14 ^{Aa}	38.83 ± 2.10 ^{Aab}	36.03 ± 1.16 ^{ABbc}	37.75 ± 1.98 ^{ABab}	37.02 ± 1.13 ^{ABab}	33.86 ± 1.69 ^{Bc}	36.83 ± 1.75 ^{ABbc}
C _{18:2cis-9,12}	1.75 ± 0.14 ^{Ee}	3.04 ± 0.18 ^{Cc}	5.24 ± 0.10 ^{Aa}	3.01 ± 0.08 ^{Cc}	4.28 ± 0.09 ^{Bb}	3.21 ± 0.35 ^{Cc}	2.22 ± 0.21 ^{Dd}
C _{18:3cis-9,12,15}	1.78 ± 0.42 ^{Aa}	0.29 ± 0.01 ^{Bb}	0.11 ± 0.00 ^{Bb}	0.18 ± 0.03 ^{Bb}	0.10 ± 0.01 ^{Bb}	0.08 ± 0.01 ^{Bb}	0.14 ± 0.01 ^{Bb}
C _{22:4cis-7,10,13,16}	0.42 ± 0.04 ^{Aa}	0.05 ± 0.02 ^{Cc}	0.04 ± 0.01 ^{Cc}	0.05 ± 0.01 ^{Cc}	0.03 ± 0.01 ^{Cc}	0.02 ± 0.01 ^{Cc}	0.11 ± 0.03 ^{Bb}
C _{22:5cis-7,10,13,16,19}	0.22 ± 0.04 ^{Ee}	0.32 ± 0.03 ^{Dde}	1.96 ± 0.05 ^{Aa}	0.77 ± 0.11 ^{Bb}	0.47 ± 0.03 ^{Cc}	0.23 ± 0.06 ^{De}	0.38 ± 0.05 ^{CDcd}

2.4 不同质量浓度食盐溶液腌制后牛肋条肉单不饱和脂肪酸的测定结果

由表2可知,牛肋条肉中单不饱和脂肪酸(mono-unsaturated fatty acids, MUFA)主要包括反式肉豆蔻油酸(C_{14:1})、肉豆蔻油酸(C_{14:1})、反式棕榈油酸(C_{16:1})、棕榈油酸(C_{16:1})、反式珍珠油酸(C_{17:1})、油酸(C_{18:1})等,其中C₁₄和C₁₆的正反式单不饱和脂肪酸均有检出。对照组的MUFA含量为44.47%,较2g/100mL的食盐处理结果没有显著差异($P = 0.331$),但较4g/100mL以上质量浓度的食盐处理结果呈现出了极显著($P < 0.01$)的差异;不同质量浓度处理中,10g/100mL的食盐处理MUFA含量最小,为37.49%,4、6、8、12g/100mL的处理次之,2g/100mL食盐处理后牛肉中SFA含量最大。此外,对照组的反式肉豆蔻油酸、肉豆蔻油酸、反式棕榈油酸、棕榈油酸、反式珍珠油酸、油酸的含量分别为0.40%、0.37%、0.48%、3.16%、0.47%和40.06%;经不同质量浓度的食盐处理后,各MUFA含量均较对照组呈现出了显著($P < 0.05$)或极显著($P < 0.01$)的增加和减少。其中,2、6、8g/100mL的低质量浓度食盐处理对含量最高的油酸含量的影响不显著($P > 0.05$),10、12g/100mL质量浓度食盐处理显著($P = 0.001$ 和 $P = 0.041$)地减少了油酸的含量;2、4、6g/100mL的低质量浓度食盐处理对棕榈油酸含量的影响不显著($P > 0.05$),8、10g/100mL质量浓度食盐处理极显著($P = 0.007$ 和 0.0002)地减少了棕榈油酸的含量;6g/100mL以上的高质量浓度食盐处理对反式棕榈油酸含量的影响不显著($P > 0.05$),2、4g/100mL质量浓度食盐处理显著($P = 0.012$ 和 $P = 0.0003$)地增加了反式棕榈油酸的含量;6g/100mL以上的高质量浓度食盐处理对反式珍珠油酸含量的影响不显著($P > 0.05$),2、4g/100mL质量浓度极显著($P = 0.0001$ 和 0.002)地增加了反式珍珠油酸的含量;2、6g/100mL的低质量浓度食盐处理对反式肉豆蔻油酸含量的影响不显著($P = 0.407$ 和 $P = 0.125$),8、10g/100mL质量浓度极显著($P = 0.0002$ 和 0.001)地减少了反式肉豆蔻油酸的含量;2、4g/100mL的低质量浓度食盐处理对肉豆蔻油酸含量的影响不显著($P = 0.148$ 和 $P = 0.636$),10g/100mL质量浓度食盐处理极显著($P = 0.003$)地增加了肉豆蔻油酸的含量。

2.5 不同质量浓度食盐腌制后牛肋条肉多不饱和脂肪酸的测定结果

由表2可知,牛肋条肉中多不饱和脂肪酸(poly-unsaturated fatty acids, PUFA)主要包括亚油酸(C_{18:2})、 α -亚麻酸(C_{18:3})、二十二碳四烯酸(C_{22:4})、二十二碳五烯酸(C_{22:5})等。对照组的PUFA含量为4.17%,较6g/100mL的食盐处理结果没有显著差异($P = 0.321$),但较其他质量浓度的食盐处理结果呈现出了显著($P < 0.05$)

的差异;不同质量浓度处理中,4g/100mL的食盐处理PUFA含量达到了最大为7.35%,8g/100mL的处理次之,接着是2、6、10g/100mL的处理,12g/100mL的处理SFA含量最小。对照组n-6(亚油酸和二十二碳四烯酸)和n-3(α -亚麻酸和二十二碳五烯酸)系列的PUFA含量分别为2.17%和1.99%;经不同质量浓度食盐处理后,n-6系列PUFA含量较对照组均极显著($P < 0.01$)的增加,而n-3系列均极显著($P < 0.01$)的减少。其中,所有质量浓度的食盐处理均极显著($P < 0.01$)地增加了亚油酸的含量,且以4g/100mL的效果最好;所有质量浓度的食盐处理均极显著($P < 0.01$)地减少了二十二碳四烯酸的含量;所有质量浓度的食盐处理均极显著($P < 0.01$)地减少了 α -亚麻酸的含量;所有质量浓度的食盐处理均显著($P < 0.05$)或者极显著($P < 0.01$)地增加了二十二碳五烯酸的含量。

3 讨论

3.1 不同质量浓度食盐腌制对牛肉脂肪含量的影响

牛肉营养丰富,其脂肪含量比猪肉、羊肉低10%左右^[1]。通过快速腌制可以缩短牛肉加工时间、降低产品食盐含量、减少腌制产品的失水率,并保持其传统产品所特有的风味。陈银基等^[11]研究表明,食盐湿法腌制显著降低了牛半腱肌肌肉腌制产品脂肪含量,而且在6g/100mL食盐质量浓度范围内,质量浓度越高牛肉脂肪含量越低。实验结果发现用不高于8g/100mL质量浓度的食盐腌制牛肋条肉,其脂肪含量没有明显变化,而10g/100mL以上的高质量浓度食盐使牛肉脂肪含量明显减少。两个研究结果基本相近,正是因为湿法腌制提高了牛肉水分含量,相应的牛肉脂肪含量随之降低,而且高渗透压的腌制剂可能对脂肪细胞也有破坏作用。另外,本研究测定的脂肪含量为204.62mg/g,较其他报道要高一些。这是因为本研究采用了氯仿-甲醇提取法,极性的甲醇及非极性的氯仿混合溶液能使肉样中结合态脂类游离出来,同时也与磷脂等极性脂类的亲合性增大,从而有效地提取出全部脂类,克服了以乙醚和石油醚为溶剂的索氏提取法对组织内部的结合态脂肪不能完全提取出来的缺点,也克服了以乙醚和石油醚及盐酸为溶剂的酸分解法常使磷脂分解而损失的不足。

3.2 不同质量浓度食盐腌制对牛肉脂肪酸组成的影响

本实验在牛肋条肉中检测出月桂酸、肉豆蔻酸、十五碳烷酸、棕榈酸、珍珠酸、硬脂酸等SFA,反式肉豆蔻油酸、肉豆蔻油酸、反式棕榈油酸、棕榈油酸、反式珍珠油酸、油酸等MUFA,以及亚油酸、 α -亚麻酸、二十二碳四烯酸、二十二碳五烯酸等PUFA,这与陈银基^[11]、牛乐宝^[12]、王喆^[13]等在牛肉上的检测结果基本一致。SFA是牛肋条肉总脂肪酸中含量最多的,为50%左右,对人体有潜在的生理作用,缺少此类脂

肪酸, 机体就无法完成正常的生理功能, 而且膳食中过量的 SFA 因增加了血液脂蛋白中胆固醇的含量, 而危害人体健康; 牛肉 MUFA 含量次之, 且与 SFA 含量比较接近, 其对血浆胆固醇只有中性作用^[14], 但有研究表明顺式 MUFA 具有降低胆固醇的作用^[15]; 牛肉 PUFA 的含量是最少的, 还不足 5%, 远远低于 MUFA 和 SFA, 而且比猪肉的 PUFA 含量也低^[16], 其具有调节人体生理功能的作用。腌制后牛肉的 SFA、MUFA 和 PUFA 仍能基本保持原来的生理作用。

对于总脂肪酸中含量最多的 SFA 的影响。棕榈酸是牛肉中含量最多的 SFA, 约占 SFA 的 60%, 膳食中它能降低血清中胆固醇的含量^[17]; 硬脂酸在牛肉中含量比较高, 约占 SFA 的 40%, 膳食中它通过降低肠道胆固醇的吸收从而降低血清和肝脏中胆固醇含量^[18-19]; 肉豆蔻酸和月桂酸在牛肉中含量较低, 肉豆蔻酸是人体内主要的 SFA, 月桂酸在体内被认为具有抗病毒和抗菌能力^[20-21], 这两种 SFA 含量与血清中胆固醇含量呈强烈正相关, 可能是导致胆固醇升高的最主要因子, 肉豆蔻酸的影响更大^[22]; 现代营养学提出用棕榈酸和油酸代替膳食中的月桂酸和肉豆蔻酸可能治疗血栓有益^[23]。本实验通过低质量浓度食盐腌制普通牛肉, 对含量较高且能降低血清中胆固醇含量的棕榈酸和硬脂酸没有影响, 但可显著降低导致胆固醇升高的肉豆蔻酸的含量。

对于总脂肪酸中含量较多的 MUFA 的影响。牛肉中含量最多的 MUFA 是油酸, 约占 MUFA 的 85% 以上, 其次是棕榈油酸, 其他的 MUFA 含量都较少。油酸是最为普遍的一种脂肪酸, 几乎存在于所有的植物油和动物脂肪中, 也是食品中含量最多的 MUFA^[24], MUFA 的生理功能也主要是以油酸来体现。含量较多的油酸和棕榈油酸可以调节血脂, 减少膳食脂肪和胆固醇摄入量, 适当增加 MUFA 的摄入, 有利于降低血脂水平^[25]; 膳食中富含 MUFA 有利于降低血压^[26-27], 减少胶原诱导的血小板聚集而影响凝血过程^[28]。本实验经低质量浓度食盐处理牛肉后, MUFA 含量变化不明显, 其中含量较多的油酸和棕榈油酸的含量没有明显变化, 而质量浓度过高会明显降低 MUFA 的含量。

对于总脂肪酸中含量较少的 PUFA 的影响。本实验共检测出了亚油酸、 α -亚麻酸、二十二碳四烯酸和二十二碳五烯酸 4 种 PUFA, 亚油酸和 α -亚麻酸在体内可分别转化成 $n-6$ 和 $n-3$ 系列的 PUFA, 而二十二碳五烯酸是 α -亚麻酸在体内生成 EPA(eicosapentamethic acid, $C_{20:5}$)和 DHA(docosahexaenoic acid, $C_{22:6}$)的中间产物。亚油酸和二十二碳四烯酸等 $n-6$ 系列的 PUFA 主要通过其代谢产物花生四烯酸和 γ -亚麻酸来发挥生理作用, 如防治高血压和动脉粥样硬化、调节脑和神经系统

发育、抗菌与炎症及抗 HIV 感染、抗糖尿病等^[29]。 α -亚麻酸和二十二碳五烯酸等 $n-3$ 系列的 PUFA 主要可用于防治糖尿病、心血管疾病、神经性疾病、炎症^[30]等。本实验经食盐处理牛肉后, 明显地引起了 PUFA 含量的变化, 亚油酸和二十二碳五烯酸明显增加, 而 α -亚麻酸和二十二碳四烯酸有所减少。

4 结 论

不同质量浓度食盐溶液腌制对普通牛肉中所检测到的 16 种脂肪酸组成有影响。低质量浓度的食盐腌制对普通牛肉脂肪含量没有影响, 而高质量浓度食盐腌制牛肉使脂肪含量显著降低。低质量浓度的食盐腌制对牛肉总饱和脂肪酸影响不显著, 但可显著降低对人体有害的肉豆蔻酸含量, 而高质量浓度食盐可显著增加总饱和脂肪酸的含量, 尤其是硬脂酸的含量。低质量浓度的食盐腌制对牛肉总不饱和脂肪酸影响不显著, 而高质量浓度的食盐可显著降低其含量。因此, 2~4g/100mL 质量浓度的低盐腌制不仅有利于抑制牛肉中的微生物, 而且对于改善普通牛肉脂肪的营养有较好的促进作用。

参 考 文 献:

- [1] 麻海峰, 常征, 杨光辉. 牛肉的营养价值及排酸、速冻工艺研究[J]. 农业科技与装备, 2010(7): 34-36.
- [2] 曹兵海. 我国高档牛肉市场现状分析及其技术展望[J]. 现代畜牧兽医, 2010(3): 2-4.
- [3] 蒋洪茂. 浅谈高档牛肉生产技术[J]. 农村养殖技术, 2009(19): 9-12.
- [4] 邱怀, 常智杰, 管林森. 秦川牛及其杂种后代胴体评定标准(试行)[J]. 黄牛杂志, 1997, 23(2): 11-12.
- [5] 周光宏, 赵改名, 彭增起. 我国传统腌腊肉制品存在的问题及对策[J]. 肉类研究, 2003, 17(1): 3-7.
- [6] 周光宏, 张兰威, 李洪军, 等. 畜产食品加工学[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2002: 157-158.
- [7] ZHOU G H, LIU L, XIU X L, et al. Productivity and carcass characteristics of pure and crossbred Chinese Yellow Cattle[J]. Meat Science, 2001, 58(4): 359-362.
- [8] 王少梅, 陈少莲, 崔奕波. 用氯仿-甲醇抽提法测定鱼体脂肪含量的研究[J]. 水生生物学报, 1993, 17(2): 193-196.
- [9] 陈银基, 周光宏, 鞠兴荣. 蒸煮与微波加热对牛肉肌肉脂肪中脂肪酸组成的影响[J]. 食品科学, 2008, 29(2): 130-136.
- [10] 陈银基, 周光宏, 鞠兴荣. 低剂量 γ 辐照对牛肉肌肉脂肪酸组成及牛肉质量的影响[J]. 食品科学, 2008, 29(7): 81-85.
- [11] 陈银基. 不同影响因素条件下牛肉脂肪酸组成变化研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2007.
- [12] 牛乐宝, 贾俊静, 黄启超, 等. 不同工艺条件对卤牛肉中脂肪酸含量影响的研究[J]. 肉类研究, 2008, 22(3): 59-61.
- [13] 王喆, 袁希平, 王安奎, 等. 牛品种和性别对牛肉脂肪及脂肪酸含量的影响[J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2011, 39(4): 24-28.
- [14] 李璇, 郑建仙. 脂肪与心血管疾病相互关系最新进展及对食品工业的指导意义[J]. 食品与发酵工业, 1997, 24(1): 74-79.
- [15] 金霞, 余纳哲. 食用油脂与人体健康[J]. 生物学通报, 2000, 35(2): 13-15.

- [16] WOOD J D, RICHARDSON R I, NUTE G R, et al. Effects of fatty acids on meat quality: a review[J]. *Meat Science*, 2004, 66(1): 21-32.
- [17] SUNDRAM K. Dietary palmitic acid results in lower serum cholesterol than does a lauric-myristic acid combination in normolipemic humans [J]. *Am J Clin Nutr*, 1994, 59(4): 841-846.
- [18] DREON D M. Change in dietary saturated fat intake is correlated with change in mass of large low-density-lipoprotein particles in men[J]. *Am J Clin Nutr*, 1998, 67(5): 828-836.
- [19] COWLES R L. Dietary stearic acid alters gallbladder bile acid composition in hamsters fed cereal-based diets[J]. *J Nutr*, 2002, 132(10): 3119-3122.
- [20] HORNUNG B, AMTMANN E, SAUER G, et al. Lauric acid inhibits the maturation of vesicular stomatitis virus[J]. *J Gen Virol*, 1994, 75(2): 353-361.
- [21] DAWSON P L. Effect of lauric acid and nisin-impregnated soy-based films on the growth of *Listeria monocytogenes* on turkey bologna[J]. *Poult Sci*, 2002, 81(5): 721-726.
- [22] TEMME E H M, MENSINK R P, HOMSTRA G. Effects of medium chain fatty acids (MCFA), myristic acid, and oleic acid on serum lipoproteins[J]. *J Lipid Res*, 1997, 38(9): 1746-1754.
- [23] NG T K, HAYES K C, DEWITT G F, et al. Dietary palmitic and oleic acids exert similar effects on serum cholesterol and lipoprotein profiles in normocholesterolemic men and women[J]. *J Am Coll Nutr*, 1992, 11(4): 383-390.
- [24] 陈合, 许牡丹. 新型食品原料制备技术与应用[M]. 北京: 化学工业出版社, 2003: 147-149.
- [25] 郭红卫, 席静. 膳食脂肪对高血压人群血脂水平的影响[J]. *中华预防医学杂志*, 2002, 36(4): 250-252.
- [26] LAHOZ C, ALONSO R, ORDOVAS J M, et al. Effects of dietary fat saturation on eicosanoid production platelet aggregation and blood pressure [J]. *Eur J Clin Invest*, 1997, 27(9): 780-787.
- [27] APPEL L J, MOORE T J, OBARZANEK E, et al. A clinical trial of effects of dietary patterns on blood pressure[J]. *New Engl J Med*, 1997, 336(16): 1117-1124.
- [28] TURPEINEN A M, MUTANEN M. Similar effects of diets high oleic or linoleic acids on coagulation and fibrinolytic factors in healthy humans [J]. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*, 1999, 9(2): 65-72.
- [29] REDDY A S, NUCCIO M L, GROSS L M, et al. Isolation of a $\Delta 6$ -desaturase gene from the cyano bacterium *Synechocystis* sp. strain PCC 6803 by gain-of-function expression in *Anabaena* sp. strain PCC 7120 [J]. *Plant Mol Bio*, 1993, 22(2): 293-300.
- [30] KRIS-ETHERTON P M, HARRIS W S, APPEL L J. Omega-3 fatty acids and cardiovascular disease: new recommendations from the American Heart Association[J]. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*, 2003, 23(2): 151-152.