

切割角度和制熟方式对牛排品质因子及挥发性风味物质的影响

Effects of cutting angle and processing methods on quality factors
and volatile flavor compounds of steak

孟祥忍^{1,2} 吴 鹏^{1,2} 王恒鹏^{1,2} 陈雯钰¹ 屠明亮¹

MENG Xiang-ren^{1,2} WU Peng^{1,2} WANG Heng-peng^{1,2} CHEN Wen-yu¹ TU Ming-liang¹

(1. 扬州大学旅游烹饪学院, 江苏 扬州 225000; 2. 江苏省淮扬菜产业化工程中心, 江苏 扬州 225000)

(1. *Tourism and Culinary Institute, Yangzhou University, Yangzhou, Jiangsu 225000, China*;

2. *Huaiyang Cuisine Industrialization Engineering Center of Jiangsu Province, Yangzhou, Jiangsu 225000, China*)

摘要:选用科尔沁西冷牛肉, 将其按照与肌纤维平行、垂直以及 45° 3 种角度切割, 并分别采用烤制、煎制、微波加热的方式制熟, 对不同切割角度及制熟方式下牛排的品质因子(色泽、质构、烹调失水率)和挥发性风味物质进行测定与分析。结果表明, 在色泽方面, 制熟方式对牛排的色差有显著影响, 烤制成熟且垂直肌纤维切割的牛排烹饪失水率最低, 牛排持水力较好; 在物理性质上, 垂直肌纤维切割的牛排经过烤制后其剪切力、硬度和咀嚼性均最小, 分别为 14.48 N, 110.00 N, 283.27 mJ; 在风味物质方面, 不同切割方式及加热方式中牛肉挥发性物质种类和含量有较大区别, 以垂直肌纤维切割、烤制的牛排中醛类、醇类、酯类含量最高, 分别为 70.19%, 8.20%, 6.86%, 并且其种类也最多; 同时, 微观表征也证明了垂直肌纤维切割、烤制的牛肉肌纤维紧密度较高, 肌束膜间隙较小, 食用品质最佳。

关键词:西冷牛排; 切割角度; 制熟方式; 品质变化; 挥发性风味

Abstract: The chilled beef of Horqin West was used to cut in three angles of parallel, vertical and 45 degrees, with the muscle fibers, and cooked by the ways of roasting, decocting and microwave heating. The quality factors (color, texture, cooking loss), and the determination and analysis of volatile flavor substances in different cutting angles and ripening methods were carried out. The results showed that the ripening method had a significant influence on the color difference of the steak, and the steak with the mature and vertical muscle fiber cutting showed the lowest in the cooking water loss

基金项目:江苏省社会科学基金项目(编号:17GLD021);扬州大学“青蓝工程”资助项目

作者简介:孟祥忍(1976—),男,扬州大学副教授,博士。

E-mail:455609455@qq.com

收稿日期:2018-08-04

rate. In physical properties, the shear force, hardness and chewiness of the steak with 90 degree cut of muscle texture were the smallest, which were 14.48 N, 110.00 N, 283.27 mJ, respectively. In the flavor matter, a great difference was found in the variety and content of the beef in different cutting methods and heating methods. The content and types of aldehydes, alcohols and esters in the steak of 90 degree vertical cutting and roasting was the highest, showing 70.5%, 8.24% and 6.89% respectively. At the same time, the microscopic characterization also proved that the 90 degree roasted beef had higher muscle fiber compactness, smaller fascicular space and the best eating quality.

Keywords: sirloin steak; cutting angle; cooked method; quality change; volatile flavor

作为消费者最喜爱的肉类之一,牛肉有多种烹调方式,卤煮、红烧、爆炒、煲汤等,其中煎、烤制产品——牛排,深受当代年轻人的喜爱,同时各大西餐厅或者西式的餐吧也把牛排作为最主流的产品推向顾客。随着科技的进步,为响应人们绿色烹饪,健康饮食的需求,利用微波光波炉、空气炸锅等新设备烹调牛排的事例已见报道^{[1][71-93][2]}。

对于肉制品的加工处理,一般会根据肌肉纹理进行切割,但考虑到料型的差异及原料的利用率,牛肉屠宰企业或者厨师通常会因为料型的不规则或者手工操作的误差导致部分切割角度存在差异,部分肌纤维被破坏,肌肉组织中游离水流失严重。查阅国内外相关文献^[3-5]发现肉制品的切割方式和切割角度一定程度上影响着最后肉制品的品质,国外已有关于切割角度对牛肉制品品质影响的研究,但相对集中在原料肉上,后期未对牛肉做制熟处理。

本试验拟选用科尔沁西冷牛肉作为研究对象,分别在肌纤维平行(180°)、垂直(90°)和 45°斜切 3 种切割方式下以

煎、烤、微波 3 种加热方式进行制熟处理,比较不同条件下牛排的品质因子(色泽、质构、烹调失水率)和挥发性风味物质的变化,以期为牛排的科学化切割及烹调提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料及仪器

西冷牛肉:内蒙古科尔沁谷饲,在试验过程中牛肉放置在 4℃通风橱内,且保证同一批次试验来自于同一块西冷牛肉;

电子天平:AB104-N 型,上海第二天平仪器厂;
热电偶接触式温度计:MK-301 型,广州美控自动化技术有限公司;

恒温电扒炉:GEG-820 型,河北技科机械设备有限公司;
电烤箱:CWY 型,飞利浦(中国)投资有限公司;
色差仪:NH310 型,深圳市三恩科技有限公司;
扫描电镜:XL 50 型,德国 Philips 股份有限公司;
微量气质仪:Trace ISQ II 型,英国热电公司。

1.2 试验方法

1.2.1 试验设计

(1) 选取品质相近的西冷牛肉 3 大块,固定于牛排切片机上。

(2) 调整刀片角度,与砧板间呈 180°(与肌纤维平行),90°(与肌纤维垂直),45°进行切割,厚度设定为 3 cm。

(3) 将切割好的牛排修整为 8 cm 见方的肉块,重量极差在 10 g 以内。

(4) 将热电偶接触式测温仪的探针插入牛肉块中心位置^[6],分别以煎、烤、微波的方式对牛排进行加热,测定其中心温度,以中心温度达到 68℃为牛排的加热终点^[7]。

1.2.2 色泽 采用全自动色差仪测定制熟后牛排样品的红度值、黄度值以及亮度值,每次测量注意选取不同的截面,3 次测量取平均值。

1.2.3 烹调损失率 取经过切割处理的标准牛排生样 1 块,用厨房用纸吸干牛排表面的水分后称量,得到原始重量(W_1),然后通过一定的加热方式制熟牛排,同样用厨房用纸吸干表面水分后称量得到(W_2)。通过式(1)计算牛排的烹饪损失率。

$$C=\frac{W_1-W_2}{W_1}\times 100\%,$$

(1)

式中:
 C ——烹饪损失率,%;
 W_1 ——原始重量,g;
 W_2 ——制熟并吸干表面水分后的重量,g。

1.2.4 质构 制熟后的牛排用取样器截取横截面积约为 1 cm 的 2 小肉块,取样的时候注意避开肌腱纤维,以防影响试验结果。采用质构仪对样品的剪切力进行测试,各样品重复测量 3 次,以平均值±标准差表示牛排最终的剪切力。

参数设置:探头为 HDP/BSW;测试过程速度 200.0 mm/min;选择质构测定模式;测试速度 200.0 mm/min;测试形变量 70%;上升高度 16 mm;检测速

度 80.0 mm/min;起始力 0.6 N。

1.2.5 挥发性风味物质

(1) 色谱条件:选用 DB-Wax(40 m×0.25 mm×0.25 μm)分析色谱柱,通入氦气。流速 2.0 mL/min,不分流进样,进样温度 260℃;升温程序:起始温度 42℃,保持 3 min,以 6℃/min 升到 110℃,再以 6℃/min 升到 220℃,恒温 8 min^{[1]17-20}。

(2) 质谱条件:离子源温度 200℃;电离方式 EI;电子能量 60 eV;灯丝电流 130 μA;质量扫描范围:40~430 m/z 。通过系统自带的图书馆数据库中已有的质谱峰进行比较分析,根据其拟合度辨别挥发性风味的成分,并用内标法计算挥发物的相对含量^[8-10]。

1.2.6 微观结构鉴定 将切割加工并制熟后的牛排改刀切成 2.5 mm×2.5 mm×3 mm 的标准肉样,置于 2.5%的戊二醛溶液中 4℃固定 24 h^[11]。再用不同浓度的乙醇溶液对牛肉样品进行脱水处理,设定 5 个浓度梯度(50%,60%,70%,80%,90%),一次脱水时间为 20 min,再以纯乙醇溶液进行 2 次脱水,脱水时间为 15 min,取出干燥备用。干燥过后在样品表面喷射金纳米粒子,置于扫描电镜下观察。

1.2.7 数据分析 所有数据用平均值±标准差表示。样品氨基酸含量数据采用 SPSS 20.1 的全因子模型进行数据统计分析,采用 Excel 2013 软件整理和制图。数据用平均值±标准差表示,差异显著($\alpha=0.05$ 水平)。

2 结果与分析

2.1 色差

肉制品的色泽带来的视觉刺激是消费者最直观的感受,也是评价其品质的重要指标。由表 1 可知,当切割角度分别为垂直肌纤维、平行肌纤维、与肌纤维呈 45°时,在 3 种加热方式中,微波制熟的牛排 L^* 值相对于其他 2 种加热方式较高,而烤制成熟的牛排 L^* 值最低,而当加热方式分别为烤制、煎制、微波加热时,3 种切割角度的牛排 L^* 值又以 180°

表 1 不同切割及加热方式牛排的色泽变化情况[†]

Table 1 Change of color of steak in different cutting and heating ways

切割角度/(°)	加热方式	亮度 L^*	红度 a^*	黄度 b^*
180	烤制	25.93±0.69 ^{bA}	5.74±0.92 ^{aA}	3.88±0.34 ^{aA}
	煎制	25.99±0.68 ^{aB}	4.16±0.15 ^{bC}	3.83±0.11 ^{aA}
	微波	28.40±1.11 ^{aB}	4.01±0.25 ^{bC}	4.02±0.36 ^{aAB}
90	烤制	24.94±0.89 ^{bA}	5.45±0.57 ^{aA}	3.79±0.24 ^{aA}
	煎制	25.20±0.31 ^{aA}	2.91±0.18 ^{aA}	1.59±0.63 ^{aA}
	微波	26.99±0.44 ^{aA}	4.03±0.37 ^{aA}	3.77±0.29 ^{aB}
45	烤制	25.13±0.97 ^{bB}	5.67±0.92 ^{aB}	3.44±0.34 ^{bA}
	煎制	27.34±0.66 ^{aB}	4.29±0.15 ^{bB}	3.95±0.43 ^{abA}
	微波	27.13±0.98 ^{cC}	4.11±0.25 ^{bB}	4.02±0.36 ^{aA}

[†] 同列不同小写字母表示同一切割角度,不同加热方式牛排之间差异显著($P<0.05$);同列不同大写字母表示同一加热方式,不同切割角度牛排之间差异显著($P<0.05$)。

切割的最高,可能是微波加热加快水分子向牛排表面运动析出,从而降低其对光线的反射能力,这与肉眼所见的微波制熟的牛排表面呈棕红色,而烤制的牛排表面略带红褐色的现象相吻合。而在红度值方面,烤制成熟的牛排 a^* 值明显高于其他组分,这是因为高温烤制会在牛排表面快速形成焦壳,阻碍肌红蛋白与氧气接触生成高铁肌红蛋白,从而保证了内部肉色的 a^* 值得以保持。

2.2 质构

质构特性可以直观地反映肉制品的食用品质,尤其是剪切力、硬度和咀嚼性这 3 个指标直接决定了牛排的口感,其他指标也是间接影响牛排的口感。由表 2 可知,垂直切

割的牛排经过烤制后其剪切力、硬度和咀嚼性均最小分别为 14.48 N,110.00 N,283.27 mJ,可能是牛排在烤制的过程中,高温使得牛排表面迅速焦化,但内部仍然鲜嫩多汁,此结论与王恒鹏等^[12-13]研究牛排烹调时机的优选最终得到烤制七分熟的牛排食用品质最佳相吻合。而平行切割的牛排通过微波制熟后硬度较大是由于微波通过分子间摩擦快速产热,牛排水分流失过多,同时平行于肌纹理的切割方式又使得牛排肌肉纤维难以断裂,导致咀嚼困难。此结论与刘晶晶等^[14]研究所得垂直肌纤维方向的剪切力与结缔组织机械强度和咀嚼性呈极显著正相关($P<0.01$)相互印证。

表 2 不同切割、加热方式下牛排的质构特性的变化[†]

Table 2 Variation of texture characteristics of steak under different cutting and heating modes								
切割角度/(°)	加热方式	剪切力/N	硬度/N	黏附性/mJ	内聚性	弹性/mm	胶黏性/N	咀嚼性/mJ
180	烤	20.12±1.03 ^{cA}	140.10±2.12 ^{cA}	0.19±0.02 ^{cC}	0.60±0.02 ^{aA}	5.14±0.14 ^{aB}	84.02±1.65 ^{bA}	431.62±4.77 ^{cA}
	煎	25.46±1.16 ^{aA}	181.90±2.22 ^{aA}	0.24±0.01 ^{bC}	0.60±0.04 ^{aA}	5.41±0.14 ^{aAB}	76.60±1.78 ^{cA}	595.21±4.92 ^{bB}
	微波	25.81±1.07 ^{aA}	157.90±1.78 ^{bA}	0.35±0.01 ^{aC}	0.59±0.06 ^{aA}	3.89±0.13 ^{bAB}	86.60±1.78 ^{aB}	666.17±7.87 ^{aC}
90	烤	14.48±1.12 ^{cC}	110.00±1.67 ^{cC}	0.39±0.02 ^{cB}	0.53±0.02 ^{bB}	4.05±0.13 ^{bC}	83.90±1.67 ^{bA}	283.27±3.88 ^{cB}
	煎	21.32±1.31 ^{abC}	159.00±1.87 ^{aC}	0.49±0.01 ^{aAB}	0.57±0.03 ^{aAB}	4.48±0.17 ^{aC}	63.20±2.43 ^{cC}	339.98±5.13 ^{cC}
	微波	22.68±1.33 ^{aC}	137.60±2.03 ^{bC}	0.47±0.01 ^{abAB}	0.58±0.04 ^{aA}	3.85±0.14 ^{cB}	92.30±2.43 ^{aA}	355.04±5.06 ^{cB}
45	烤	18.69±1.24 ^{cB}	139.20±2.45 ^{cA}	0.54±0.03 ^{aA}	0.54±0.03 ^{bB}	5.91±0.17 ^{abA}	74.80±2.21 ^{bB}	441.52±6.71 ^{bC}
	煎	23.46±1.85 ^{abB}	168.10±3.06 ^{aB}	0.53±0.02 ^{aA}	0.55±0.01 ^{abB}	5.66±0.17 ^{bA}	67.16±2.83 ^{cB}	369.41±7.04 ^{bC}
	微波	24.42±1.98 ^{aAB}	152.30±1.97 ^{bA}	0.52±0.01 ^{aA}	0.57±0.02 ^{aA}	4.03±0.16 ^{aA}	83.90±3.14 ^{aC}	414.04±6.06 ^{cB}

[†] 同列不同小写字母表示同一切割角度,不同加热方式牛排之间差异显著($P<0.05$);同列不同大写字母表示同一加热方式,不同切割角度牛排之间差异显著($P<0.05$)。

2.3 烹调损失率

由图 1 可知,不同的切割方式和加热制熟方式对牛排的烹饪损失率有较显著的影响($P<0.05$),烤和煎的牛排烹调损失率均低于微波处理的,且差异显著($P<0.05$),可能是烤和煎使牛肉外表形成焦状硬壳,防止了内部水分的过多流失,也一定程度上减少了脂肪和矿物质的流失;3 种切割方式又以垂直的牛排样品烹调损失率最低,由于垂直肌纤维切割能够尽可能少地破坏肌肉细胞,细胞液的流出相对较少,同时较小的创面积也能一定程度阻碍牛排在制熟过程中水分的流失。

2.4 挥发性风味

通过 SPME-GC-MS 分析,在不同切割、加热方式下牛排

中共测得约 49 种挥发性风味化合物。这些风味物质主要是由脂肪酸热氧化及降解、还原糖和氨基化合物之间的美拉德反应所产生的^[14]。醛类、醇类、酯类是牛排中较为主要的风味物质^[15-16]。由表 3、4 可知,在同等条件下不同切割方式及加热方式中牛肉的挥发性风味物质的种类和含量有较大区别,所有切割方式和加热方式中垂直切割、烤制的牛排中醛类、醇类、酯类含量最高,分别为 70.19%,8.20%,6.86%,并且风味物质的种类也最多。己醛、壬醛、十一醛、环戊醇、亚硝酸二丁酯、反式 2-己烯基己酸和辛基缩水甘油醚为各种牛肉的主体风味成分。所有风味成分中己醛的含量最高,其主要是由于高温加热的过程中脂肪酸的热氧化所产生的。

2.5 微观表征

不同切割角度及制熟方式下牛排的微观结构变化如图 2 所示。

由图 2 可知,在同样选择烤制的前提下,垂直肌纤维切割的牛排较另外 2 种角度切割处理的牛排肌纤维排列紧密度更高,且肌内膜大多出现弯曲现象,排列不规则,尤其是肌束膜紧紧包围肌纤维束且肌内膜间隙明显较小,而平行肌纤维切割和 45°斜切的牛排肌束膜间存在较大间隙,导致牛排的咀嚼性较差。不同加热方式中又以烤制处理的牛肉肌纤维排列紧密度较高,而其他 2 种方式中肌纤维膨胀、结缔组织弱化,水分流失,导致肌纤维间的空隙增大^[17-19]。说明垂直肌纤维切割烤制的牛排嫩度更佳,与剪切力、质构特性所得结果一致。

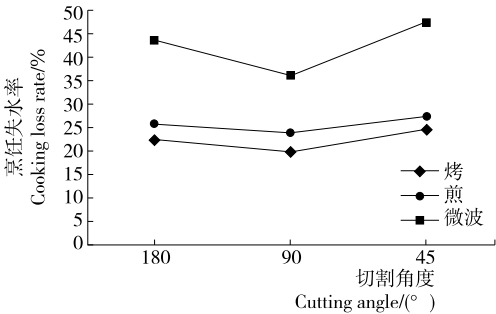


图 1 不同切割及加热方式牛排的烹饪损失率
Figure 1 Rate of cooking loss of steak with different cutting and heating methods

表 3 不同切割、加热方式牛排的挥发性风味物质

Table 3 Volatile flavor of steak with different cutting and heating methods

种类	名称	180°			90°			45°		
		烤制	煎制	微波	烤制	煎制	微波	烤制	煎制	微波
酮类	氧杂环十二烷-2-酮	1.04	0.42	0.14	0.69	—	0.65	0.13	0.34	0.41
	1,3-二甲基-2-咪唑啉酮	—	0.09	0.06	0.30	—	0.21	—	0.07	—
	环戊丙酸睾酮	0.15	—	—	—	0.58	—	—	—	0.30
醛类	正己醛	54.78	53.14	45.75	60.70	56.97	54.63	57.07	55.53	55.20
	壬醛	5.94	3.41	4.75	6.42	8.15	6.91	6.32	5.22	4.88
	十一醛	0.92	0.16	0.11	2.12	4.44	0.27	1.60	1.20	1.10
	苯甲醛	—	0.55	0.19	0.99	—	—	—	—	0.20
	3-甲硫基丙醛	—	—	—	0.08	—	0.12	0.15	—	—
	视黄醛	0.18	—	0.22	0.13	0.15	0.17	0.31	0.24	0.20
	十二醛	3.97	0.53	2.53	0.05	0.29	0.05	2.20	2.40	2.10
	天然壬醛	0.05	—	—	0.01	0.06	—	0.19	0.10	0.04
	环戊醇	1.62	1.20	2.19	3.00	1.23	4.25	2.83	1.11	—
	异戊醇	—	—	—	0.55	—	0.11	0.28	—	0.36
醇类	4-萜烯醇	0.08	0.05	0.98	0.40	0.04	—	0.17	—	—
	1-戊醇	0.64	0.58	0.20	0.54	0.87	0.06	1.66	1.51	1.20
	反式-2-己烯-1-醇	0.12	—	—	0.40	0.30	0.32	0.67	0.33	—
	顺-9-十四碳烯醇	—	0.11	0.08	0.11	—	—	0.08	0.06	—
	2-庚醇	0.11	0.06	—	0.20	0.15	0.15	0.08	0.07	—
	异辛醇	—	0.26	0.25	0.09	—	0.14	—	0.20	—
	异戊醇	—	0.09	—	0.06	—	—	—	0.08	0.05
	1-癸醇	0.90	—	0.06	0.05	0.24	0.28	0.49	0.53	0.51
	辛醇	1.59	—	—	0.04	0.08	0.71	—	0.94	0.05
	顺-2-戊烯-1-醇	1.57	2.03	4.85	—	2.32	—	—	—	3.10
	2-乙基己醇	0.05	—	0.12	—	0.56	0.40	0.75	0.60	0.50
	十一醇	—	—	0.07	2.80	—	0.39	2.17	0.14	—
	亚硝酸二丁酯	2.21	2.16	4.13	3.93	0.05	1.17	3.00	3.00	2.45
	胍基甲酸苄酯	0.63	0.17	0.05	1.03	0.51	0.20	0.38	0.98	0.70
	五乙烯基乙二醇单甲酯	1.46	—	0.33	1.18	—	—	—	—	0.05
酯类	丙位十二内酯	0.06	0.04	—	0.11	—	—	0.08	—	0.06
	苯氨基甲酸甲酯	—	0.06	—	0.10	0.06	—	0.34	0.30	—
	顺-9-十六碳烯酸乙酯	—	0.15	0.16	0.09	—	0.13	0.08	—	0.08
	醋酸(Z)-9-十四烯酯	0.34	—	—	0.16	0.77	0.28	0.80	0.87	0.70
	五乙烯基乙二醇单甲酯	—	—	—	0.05	0.35	0.05	0.87	0.04	—
	油酸甲酯	0.09	0.12	0.12	0.04	0.20	0.08	—	—	—
	亚硝酸仲丁酯	1.21	—	—	—	1.80	—	0.13	0.30	0.40
	羟基十一烷酸内酯	0.68	—	1.82	—	0.75	—	0.29	0.20	0.60
	十六酸甲酯	0.05	—	—	—	0.05	—	0.14	0.13	0.12
	N-己酸(反-2-己烯基)酯	—	0.31	0.25	0.20	—	—	0.11	—	0.26
酸类	反式 2-己烯基己酸	4.40	5.48	8.21	9.44	6.65	13.66	4.12	5.67	4.23
	N,N-双-2-氨基乙酸	0.93	2.25	2.30	0.47	—	1.47	1.20	2.42	—
	2-(二乙醇胺基)乙磺酸	0.13	0.58	0.39	—	1.81	—	1.94	1.20	—
	辛基缩水甘油醚	1.23	0.72	0.27	2.32	0.32	1.04	0.51	0.46	0.50
其他类	萜品油烯	—	2.05	0.09	0.09	—	0.15	—	—	—
	碳酸胍	0.13	—	—	0.04	0.48	1.14	0.12	0.10	0.13
	beta-胡萝卜素	2.02	0.09	—	0.56	—	0.79	—	0.11	—
	4-异丙基甲苯	—	—	—	0.50	0.29	0.07	0.40	0.40	—
	十六烷	0.10	—	—	—	0.12	—	—	0.30	0.27
	(Z)-11-十六碳烯-1-乙酸盐	0.05	—	—	—	0.06	—	0.17	0.13	—
	邻-异丙基苯	0.06	0.57	0.06	0.40	—	0.18	0.06	—	0.17

表 4 牛排挥发性风味物质总类相对含量
Table 4 Relative content of volatile flavor compounds in steak

种类	180°			90°			45°		
	烤制	煎制	微波	烤制	煎制	微波	烤制	煎制	微波
酮类	1.33	0.66	0.25	0.99	0.64	0.95	0.14	0.47	0.88
醛类	73.62	74.62	66.33	70.19	77.24	68.88	73.83	74.12	78.74
醇类	7.47	5.66	10.90	8.20	6.38	7.55	9.99	6.38	7.13
酯类	7.46	3.91	8.50	6.86	5.01	2.12	6.77	6.67	6.70
酸类	6.11	10.73	13.50	9.87	9.33	16.77	7.90	10.64	5.23
其他类	4.01	4.43	0.52	3.89	1.40	3.73	1.37	1.72	1.32

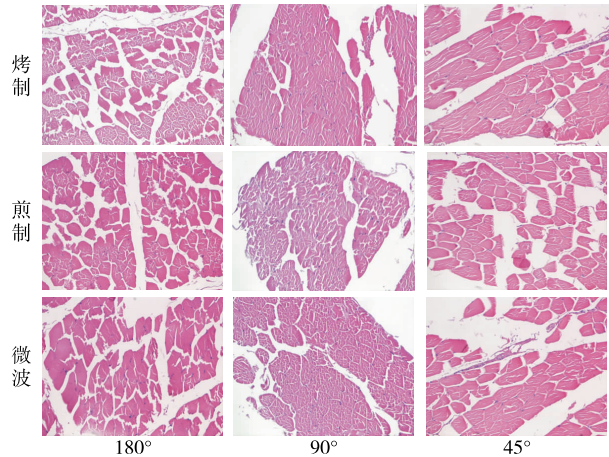


图 2 不同切割、加热方式牛排的微观结构

Figure 2 Microstructure of steak with different cutting and heating methods (20×)

3 结论

本试验选取科尔沁西冷牛肉为研究对象,发现不同的切割角度与制熟方式,均对烹调后牛排的品质因子(色泽、质构、烹调损失)和挥发性风味物质的产生有显著影响。切割方式以与肌纤维垂直为最佳,此结论与郎玉苗等^[17]关于切割方式对牛排食用品质影响的结论相印证;而制熟方式以烤制和煎制较好,此时的牛排剪切力较小且风味物质种类较多,醛类、醇类、酯类的含量也较高,对余梅等^[5]关于影响牛肉品质因素的研究作了补充。

但本研究只针对一种品种的牛肉而言,未涉及其他牛种,同时未考虑牛排在工业化生产到制熟中间会有反复冻融的过程,此环节中冻融的次数及冷冻温度亦会对牛排的品质造成影响,将在后续进行更深入的研究,以期为牛排标准化、工业化的生产及烹调提供理论参考。

参考文献

[1] 周光宏,李洪军,张兰威,等. 畜产食品加工学[M]. 北京:中国农业出版社,2002.

[2] 李祥睿. 论牛肉嫩度的控制[J]. 扬州大学烹饪学报,2003,2(20): 21-23.

[3] 余梅,毛华明,黄必志. 牛肉品质的评定指标及影响牛肉品质的因素[J]. 中国畜牧兽医,2007,34(2): 33-35.

[4] 罗欣,孔宝华,王蓉蓉,等. 肉制品工艺学[M]. 泰安:山东农业大学印刷,2001: 61-89.

[5] 余梅,毛华明,赵刚. 云南地方黄牛生长发育和生产性能调查分析[J]. 畜牧与兽医,2009,41(5): 65-67.

[6] 李德发. 动物营养研究进展[M]. 北京:中国农业科学技术出版社,2004: 7-14.

[7] SPANIER A, DALY C C, DEVINE C E, et al. The effects of the ultimate pH of meat on tenderness changes during ageing[J]. Meat Sci, 1996(42): 67-78.

[8] 喇光忠. 临夏市清真牛羊肉营养成分分析与卫生评价的研究[D]. 兰州:甘肃农业大学,2008: 2.

[9] AGBENIGA B, WEBB E C, O’NILL H A. Influence of Kosher (Shechita) and conventional slaughter techniques on shear force, drip and cooking loss of beef[J]. South African Journal of Animal Science, 2013, 43: 99-100.

[10] 郭爱明,郭耀邦. 层次分析法确定食品质量指标权重[J]. 食品科学,1994(7): 6-9.

[11] 周荣新. 西冷牛排食用品质保证关键控制点的研究[D]. 兰州:甘肃农业大学,2008: 33.

[12] 王恒鹏. 牛排烹调时机的优选及其品质评价[D]. 扬州:扬州大学,2017: 21-27.

[13] 王恒鹏,曹仲文,吴鹏,等. 不同烹调时机下各熟制度牛排食用品质分析[J]. 食品工业科技,2017,38(15): 259-263.

[14] 刘晶晶,万红兵,丰永红,等. 不同肌纤维走向下牛肉剪切力的差异[J]. 食品工业科技,2018,39(16): 65-71.

[15] 李春保. 牛肉结缔组织变化对嫩度影响的研究[D]. 南京:南京农业大学,2006: 18.

[16] 谭斌,丁霄霖. 肉类(牛肉)风味化合物综述[J]. 中国食品添加剂,2004(6): 73-79.

[17] 郎玉苗,谢鹏,李敬,等. 熟制温度及切割方式对牛排食用品质的影响[J]. 农业工程学报,2015,31(1): 317-325.

[18] LEE Y, LEE B, KIM H K, et al. Sensory quality characteristics with different beef quality grades and surface texture features assessed by dented area and firmness, and the relation to muscle fiber and bundle characteristics[J]. Meat Science, 2018, 145(1): 195-201.

[19] BA H V, PARK M K, DASHMAA D, et al. Effect of muscle type and vacuum chiller ageing period on the chemical compositions, meat quality, sensory attributes and volatile compounds of Korean native cattle beef[J]. Animal Science Journal, 2013, 85(2): 164-173.