

不同加工方式 对煎制重组牛排食用品质的影响

马娅俊¹, 韩玲^{1,*}, 尉莹¹, 金现龙², 韩广星³, 余群力¹, 谢卿⁴

(1. 甘肃农业大学食品科学与工程学院, 甘肃兰州 730070;

2. 甘肃天玛生态食品科技股份有限公司, 甘肃玛曲 747300;

3. 山东绿润食品有限公司, 山东临沂 276600;

4. 甘肃博峰肥牛开发有限公司, 甘肃高台 734100)

摘要:为研究不同加工方式对西餐红肉煎制重组牛排食用品质的影响,采集中国西门塔尔公牛和甘南牦牛的后腿部位肉,研究粘合肉块直径大小、切片厚度及熟制终点温度对煎制牛排剪切力(warner-bratzler shear force, WBSF)、质构剖面分析(texture profile analysis, TPA)的影响。结果表明:粘合肉块直径的大小显著影响牛排的食用品质特性($p < 0.05$);牛排剪切力随切片厚度增加而增加($p < 0.05$);牛排的剪切力、蒸煮损失和硬度随熟制温度的升高而增加($p < 0.05$)。根据熟肉率、剪切力、硬度的结果,选择煎制重组牛排的较佳粘合肉块大小直径为5 cm左右、切片厚度为8 mm和熟制温度为60℃。按此工艺生产的重组牛排具有较好的质构特性,熟肉率高,嫩度好。

关键词:重组牛排, 温度, 切片厚度, 剪切力, 质构剖面分析

Effect of different processing methods on eating quality of pan-fried restructured steak

MA Ya-jun¹, HAN Ling^{1,*}, YU Ying¹, JIN Xian-long², HAN Guang-xing³, YU Qun-li¹, XIE Qing⁴

(1. Food Science and Engineering Department of Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, China;

2. Gansu Tianma Shengtai Food Technology Co., Ltd., Maqu 747300, China;

3. Shandong Lorain Corporation Co., Ltd., Linyi 276600, China;

4. Gansu Bofeng Fat Beef Development Co., Ltd., Gaotai 734100, China)

Abstract: The aim of this paper was to study how meat size, slice thickness and cooking final temperature affect eating quality of pan-fried restructured steak. Topsides of Chinese Simmental bulls and yarks were excised from the left carcasses and used to study the effect of meat diameter size, slice thickness and cooking final temperature on warner-bratzler shear force (WBSF), texture profile analysis (TPA) of steak. The results showed that meat diameter size had significant effect on eating quality of restructured steak. The WBSF value increased with the increase of slice thickness ($p < 0.05$). With increasing cooking final temperature, WBSF, cooking loss, hardness increased ($p < 0.05$). According to the result of cooking yield, WBSF and hardness, beef industry and consumers should pay attention to meat size, slice thickness and cooking final temperature and the suggested technical parameters were 5 cm meat diameter size, 8 mm thickness (slice thickness) and 60℃ (cooking final temperature). The pan-fried restructured steak had good TPA features and tenderness, high cooking yield.

Key words: restructured steak; temperature; slice thickness; warner-bratzler shear force; texture profile analysis

中图分类号: TS252.5

文献标识码: B

文章编号: 1002-0306(2016)18-0302-06

doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2016.18.049

调理牛排的出现^[1],使许多消费者选择在家中烹饪牛排^[2],也吸引了很多的企业热衷于牛排调理制品的加工和开发^[3]。但目前大多企业生产的调理牛排存在品质一致性差、形状大小不一等问题^[4]。重

组牛排则是在调理牛排的基础上利用粘合剂将直径大小不同的肉块进行重组成型,以期解决以上问题。Macfarlane (1977)最早从牛肉中萃取盐溶性蛋白质,首次成功制造了重组型牛排^[5]。牛排加工参数对其

收稿日期: 2016-03-08

作者简介: 马娅俊(1991-),女,硕士研究生,研究方向: 食品科学, E-mail: 13893113851@163.com。

* 通讯作者: 韩玲(1963-),女,教授,主要从事畜产品加工及贮藏方面的研究, E-mail: hanl@gsau.edu.cn。

基金项目: 国家农业产业技术体系项目(CARS-38); 甘肃省科技重大专项项目(143NKDP020)。

加工特性的影响尤为重要^[6],影响牛排食用品质的因素很多^[7],包括宰前^[8]和宰后等多种因素^[9],另外即使是同一块肉由于其加工方式的不同,其食用品质也存在显著差异^[10]。国内外学者对重组肉加工技术做了大量研究^[11],且国外研究重组牛排多集中在20世纪末21世纪初^[12]。但国内对重组肉制品的研究起步较晚,多集中于工艺及辅料的添加量对肉品质影响方面的研究^[13],近几年的研究也主要集中在对重组肉糜凝胶特性的影响上^[12],而未见加工方式对重组牛排的研究报道。

本文研究不同加工方式对重组牛排食用品质的影响,以使重组牛排生产和加工满足中国消费者的需求。本文采用剪切力和质构剖面分析(texture profile analysis,TPA)2种方法研究了粘合肉块直径大小、切片厚度及烹饪温度对煎制重组牛排食用品质的影响,以期为企业生产提高牛排产品一致性提供理论依据,为家庭消费牛排提供技术参数。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

牛肉 选取发育正常、健康无病、年龄在3~5岁、饲养方式相同的育肥西门塔尔杂交牛和甘南牦牛,宰前禁食禁水24 h,屠宰后取排酸3~4 d后腿部位肉样,去除表面脂肪、筋腱及结缔组织,采用保鲜膜包装,在-18℃条件下保存;谷氨酰胺转氨酶(TG酶) 购于深圳恒生生物科技有限公司;酪蛋白酸钠 购于临夏华羚酪蛋白有限公司;卡拉胶 购于连云港友进食品添加剂科技开发有限公司。

YL-1HP-4型锯骨机 山东省诸城市和义机械有限公司;MY-70365型针式温度计 广州红星仪器有限公司;AN-305型爱宁电烤盘 永康市爱宁电器有限公司;TA.XT Plus型质构仪 英国Stable Micro System公司。

1.2 实验方法

1.2.1 重组牛排生产工艺流程 原料肉解冻→精修、分割→滚揉腌制→加粘合剂、混匀→装袋成型→静腌→速冻→切片→包装→冷冻保藏。

1.2.2 重组牛排生产工艺要点 精修、分割:剔除原料肉筋膜,将大块肉顺着肌纤维方向分割;滚揉腌制:将肉块及混匀的调味料液加入滚揉机,间歇式滚揉5 h,滚揉参数为40 min-20 min-40 min,5~8 r/min;加粘合剂、混匀:将TG酶、酪蛋白酸钠和卡拉胶按原料肉重的0.2%:0.8%:0.2%的比例溶解充分加入滚揉好的肉中,搅拌均匀;装袋成型、静腌:用塑料肠衣进行灌装,在4~10℃下静腌4~6 h;速冻:将粘合静腌后的肉柱放入库温-28℃以下进行速冻;切片:剥掉肠衣,用锯骨机进行切片。

1.2.3 粘合肉块直径大小的研究 分别用直径为4、5、6 cm的肉条进行重组牛排的制作,将制作好的肉柱切成12.0 mm厚,解冻后在提前预热到220℃的电烤盘上加热到中心温度72℃。

1.2.4 切片厚度的研究 将用直径为6 cm的肉条制作的肉柱用锯骨机切成8.0、10.0、12.0、14.0 mm和16.0 mm厚切片^[14-15],解冻后在提前预热到220℃的

电烤盘上加热到中心温度72℃。

1.2.5 熟制温度的研究 将用直径为6 cm的肉条制作的肉柱切成12.0 mm厚,解冻后在提前预热到220℃的电烤盘上加热到不同的终点中心温度60、72、80、90和100℃^[14-15]。

1.2.6 食用品质测定

1.2.6.1 剪切力测定 将烹饪后的样品在4℃下冷却后切成3 cm×1 cm×厚度(mm)(厚度按照1.2.3、1.2.4和1.2.5中的方法进行研究)的长方体进行检测,每个样品测6次后取平均值。通过计算剪切力/厚度来减少因厚度不同所造成的误差,进一步说明对剪切力的影响。使用TA.XY Plus物性测试仪(TA.XY Plus,英国Stable Micro System公司)的A/MORS探头进行检测,其中检测速度为10 mm/s^[16]。

1.2.6.2 蒸煮损失和熟肉率 样品加热前质量为 W_1 和加热后质量为 W_2 ,蒸煮损失(%)=($W_1 - W_2$)/ $W_1 \times 100$,熟肉率(%)= $W_2/W_1 \times 100$ 。

1.2.6.3 质构剖面分析 将烹饪后的样品用 P_{30} 探头以“二次压缩”模式进行质地剖面分析。其中压缩比75%,测量速度6 mm/s。分析的5个指标分别为硬度(hardness):第一次压缩时的最大峰值,单位:g;弹性(springiness):变形样品在去除压力后恢复到变形前的高度比率;凝聚性(cohesiveness):样品表现出对第二次压缩的相对抵抗能力;回复性(resilience):样品在第一次压缩过程中回弹的能力。咀嚼性(chewiness)用于描述固态测试样品,数值上用胶黏性和弹性的乘积表示,单位:g^[17]。

1.3 数据分析

本实验数据采用Microsoft Excel软件处理,并用SPSS 17.0进行方差分析,方差分析采用最小显著差数LSD法。

2 结果与分析

2.1 各因素对蒸煮损失、熟肉率、剪切力、剪切力/厚度的影响

2.1.1 肉块大小 不同粘合肉块大小对蒸煮损失和熟肉率的影响见表1,粘合肉块大小之间的蒸煮损失存在显著差异($p < 0.05$),其中直径为5 cm的重组牛排的蒸煮损失最低,达到18%左右;相反熟肉率则最高为80%~81%左右,这可能由于过小或过大肉块重组的牛排水分更易流失,但具体原因有待进一步研究。粘合肉块的大小对剪切力和单位厚度剪切力均有显著影响($p < 0.05$),其中肉块直径为5 cm和6 cm的剪切力比直径为4 cm左右的剪切力值增加了62.1%和183.4%、206.4%和386.9%。这可能是由于重组牛排的制作工艺造成,粘合肉块越小,它的肌纤维被破坏的程度就越大,其剪切力也就越小。

国内对重组牛排粘合肉块大小的研究较少,国外学者AR SEN等^[18]通过对重组羊排肉粒径大小进行研究表明肉块大小对羊排的蒸煮损失、熟肉率以及剪切力均有显著影响,与本研究结果相一致。

2.1.2 切片厚度 不同切片厚度对蒸煮损失、熟肉率、剪切力和剪切力/厚度的影响见表2,切片厚度对

表1 肉块大小对煎制重组牛排蒸煮损失、熟肉率、剪切力和剪切力/厚度的影响

Table 1 Effect of meat size on cooking loss,cooking yield,warner-bratzler shear force and WBSF/thickness of pan-fried restructured steak

肉块大小 (cm)	蒸煮损失(%)		熟肉率(%)		剪切力		剪切力/厚度	
	牦牛	肉牛	牦牛	肉牛	牦牛	肉牛	牦牛	肉牛
4	25.51±0.56 ^b	21.13±0.80 ^b	74.31±0.95 ^b	78.87±0.80 ^b	3.90±0.06 ^c	2.23±0.18 ^c	0.32±0.03 ^c	0.19±0.02 ^c
5	19.56±0.44 ^c	18.83±0.43 ^c	80.85±0.82 ^a	81.18±0.41 ^a	6.32±0.54 ^b	6.32±0.54 ^b	0.53±0.05 ^b	0.47±0.05 ^b
6	35.24±0.34 ^a	33.55±0.50 ^a	65.06±0.59 ^c	66.31±0.10 ^c	11.95±0.28 ^a	10.86±0.72 ^a	0.97±1.00 ^a	0.89±0.06 ^a

注:同列不同字母代表差异显著 $p<0.05$;表2~表6同。

表2 切片厚度对煎制重组牛排蒸煮损失、熟肉率、剪切力和剪切力/厚度的影响

Table 2 Effect of slice thickness on cooking loss,cooking yield,warner-bratzler shear force and WBSF/thickness of pan-fried restructured steak

切片厚度 (mm)	蒸煮损失		熟肉率		剪切力		剪切力/厚度	
	牦牛	肉牛	牦牛	肉牛	牦牛	肉牛	牦牛	肉牛
8	7.09±0.15 ^d	7.15±0.11 ^d	93.03±0.67 ^a	92.75±0.84 ^a	6.57±0.40 ^d	5.80±0.36 ^d	0.82±0.05	0.72±0.04
10	25.19±4.44 ^c	28.39±0.36 ^c	73.41±4.19 ^b	71.40±0.53 ^b	8.70±0.23 ^c	8.07±0.16 ^c	0.87±0.02	0.81±0.02
12	25.79±3.04 ^c	28.56±0.46 ^c	74.41±2.56 ^b	72.14±0.36 ^b	11.52±0.15 ^b	10.91±0.39 ^b	0.96±0.01	0.91±0.03
14	33.10±3.20 ^a	33.95±0.30 ^a	67.02±2.97 ^d	66.03±0.76 ^d	12.50±0.33 ^{ab}	11.86±1.15 ^{ab}	0.89±0.02	0.85±0.08
16	31.81±1.03 ^b	31.74±0.40 ^b	58.12±1.02 ^c	68.73±0.32 ^c	12.98±0.36 ^a	11.88±0.88 ^a	0.81±0.02	0.74±0.05

表3 熟制温度对煎制重组牛排蒸煮损失、熟肉率、剪切力和剪切力/厚度的影响

Table 3 Effect of cooking final temperature on cooking loss,cooking yield,warner-bratzler shear force and WBSF/thickness of pan-fried restructured steak

熟制温度 (℃)	蒸煮损失(%)		熟肉率(%)		剪切力		剪切力/厚度	
	牦牛	肉牛	牦牛	肉牛	牦牛	肉牛	牦牛	肉牛
60	22.97±1.42 ^c	25.73±1.30 ^c	77.84±1.17 ^a	74.14±1.32 ^a	6.46±0.18 ^d	5.69±0.30 ^d	0.54±0.01 ^d	0.47±0.03 ^d
72	28.65±1.33 ^c	34.12±1.19 ^c	71.37±1.63 ^b	65.42±0.74 ^b	10.69±0.36 ^c	9.82±0.69 ^c	0.89±0.03 ^c	0.82±0.06 ^c
80	31.86±1.12 ^b	36.29±0.78 ^b	68.50±1.22 ^b	63.50±1.18 ^b	11.52±0.34 ^{bc}	10.82±0.43 ^{bc}	0.96±0.03 ^{bc}	0.90±0.04 ^{bc}
90	42.73±0.89 ^b	47.54±1.19 ^b	57.49±0.84 ^c	52.40±1.06 ^c	11.76±0.17 ^{ab}	10.88±0.24 ^{ab}	0.98±0.01 ^{ab}	0.91±0.02 ^{ab}
100	48.72±1.34 ^a	52.17±1.42 ^a	51.51±1.24 ^c	47.76±1.32 ^c	12.59±0.16 ^a	11.99±0.26 ^a	1.05±0.02 ^a	1.00±0.02 ^a

蒸煮损失和熟肉率有显著影响($p<0.05$),随着切片厚度的增加,蒸煮损失随之增加($p<0.05$),从7%左右(8 mm)升高到31%左右(16 mm);相反,熟肉率从93.03%和92.75%(8 mm)下降到58.12%和68.73%(16 mm, $p<0.05$)。切片厚度对剪切力有显著影响($p<0.05$),但对单位厚度剪切力没有显著影响($p>0.05$),剪切力值随切片厚度的增加而显著增加,其中10.0、12.0、14.0和16.0 mm厚牛排剪切力分别比8 mm厚剪切力值增加了30%、75%、90%和102%左右。

同样,Boles等^[2]的研究结果显示切片厚度对牛肉熟肉率有显著影响($p<0.05$),但造成这一结果的具体原因还有待进一步研究。郎玉苗等^[19]研究结果表明切片厚度对熟肉率和蒸煮损失没有影响,这些差异可能与评价肉块大小、加工技术以及烹饪方式有关。

2.1.3 熟制温度 熟肉率与系水力密切相关,也会影响牛排出品率,进而影响牛排的加工成本。提高牛排的熟肉率是现代加工工艺改进的目的之一^[2]。系水力越大,熟肉率越高,牛排的品质越好。熟制温度对煎制重组牛排的熟肉率和蒸煮损失均有显著影响($p<0.05$),如表3所示。随着熟制温度的升高,蒸煮损失随之增加($p<0.05$),从22.97%和25.73%(60℃)升高到48.72%和52.17%(100℃);相反,熟肉率从77.84%和74.14%(60℃)下降到

51.51%和47.76%(100℃, $p<0.05$)。这是由于熟制温度的升高,使蛋白质逐渐变性,进而使水分流失逐渐增加。

嫩度是评价肉制品质地的重要指标,反映了消费者最关心的肉口感的老嫩问题,对于牛排来说,嫩度是最重要的指标之一^[20]。其中,剪切力越低,牛排嫩度越好,因此消费者的满意程度也会越高。剪切力和单位厚度剪切力随熟制温度的升高而显著增加($p<0.05$)。其中,在60~72℃的剪切力和单位厚度剪切力增加较快($p<0.05$),熟制温度72℃的剪切力比60℃剪切力增加了65%左右;在72~100℃的剪切力增加缓慢且两相邻温度之间差异不显著($p>0.05$),熟制温度100℃的剪切力比72℃剪切力增加了17%左右。这可能与加热过程中肌纤维蛋白和胶原蛋白变性有关。

与此相一致,Modzelewska-Kapitula等^[21]对不同温度的蒸汽加热和干空气加热对牛肉品质影响的研究结果显示,随着温度的增加,2种加热方式均使蒸煮损失显著增加。这是由于加热导致肉中汁液流出,含水率下降,并且熟制温度越高,水分流出越多^[22-23]。李春保^[24]研究了温度对剪切力的影响,结果显示剪切力值随加热温度的升高而增加,其中65℃是关键加热温度,高于这一温度时,剪切力显著增加($p<0.05$),75℃以后剪切力变化较小。Yancey JWS等^[10]研究了熟制温度为65.5、71.1℃和76.6℃不

表4 不同肉块大小的煎制重组牛排质构特性(TPA)
Table 4 Effect of meat size on TPA of pan-fried restructured steak

肉块大小 (cm)	硬度(g)		弹性		凝聚性	
	牦牛	肉牛	牦牛	肉牛	牦牛	肉牛
4	2332.81 ± 276.92 ^c	2590.65 ± 385.40 ^c	0.61 ± 0.01 ^c	0.58 ± 0.01 ^c	0.31 ± 0.01 ^b	0.30 ± 0.01 ^b
5	4777.85 ± 247.57 ^b	4581.29 ± 459.75 ^b	0.69 ± 0.01 ^b	0.66 ± 0.01 ^b	0.56 ± 0.01 ^a	0.52 ± 0.03 ^a
6	8717.63 ± 424.48 ^a	8527.40 ± 483.07 ^a	0.71 ± 0.01 ^a	0.67 ± 0.03 ^a	0.49 ± 0.02 ^a	0.50 ± 0.05 ^a
肉块大小 (cm)	咀嚼性(g)		回复性			
	牦牛	肉牛	牦牛	肉牛		
4	472.25 ± 18.27 ^b	433.76 ± 38.56 ^b	0.11 ± 0.01 ^b		0.11 ± 0.03 ^b	
5	585.15 ± 25.76 ^a	528.92 ± 32.27 ^a	0.16 ± 0.02 ^{ab}		0.16 ± 0.03 ^{ab}	
6	1868.77 ± 85.55 ^a	1671.576 ± 86.41 ^a	0.22 ± 0.01 ^a		0.21 ± 0.03 ^a	

表5 不同切片厚度的煎制重组牛排质构特性(TPA)
Table 5 Effect of slice thickness on TPA of pan-fried restructured steak

切片厚度 (mm)	硬度(g)		弹性		凝聚性	
	牦牛	肉牛	牦牛	肉牛	牦牛	肉牛
8	3698.30 ± 451.92 ^d	3598.30 ± 358.78 ^d	0.58 ± 0.01 ^b	0.57 ± 0.01 ^b	0.34 ± 0.02 ^c	0.34 ± 0.02 ^c
10	4224.35 ± 631.36 ^d	4191.02 ± 406.86 ^d	0.59 ± 0.02 ^b	0.58 ± 0.03 ^b	0.43 ± 0.03 ^b	0.42 ± 0.04 ^b
12	7397.30 ± 339.41 ^c	7297.30 ± 239.05 ^c	0.61 ± 0.02 ^b	0.60 ± 0.01 ^b	0.44 ± 0.02 ^b	0.44 ± 0.03 ^b
14	9648.46 ± 563.38 ^b	9548.46 ± 400.98 ^b	0.67 ± 0.01 ^a	0.67 ± 0.03 ^a	0.45 ± 0.03 ^a	0.45 ± 0.02 ^a
16	11806.77 ± 519.5 ^a	11506.81 ± 608.27 ^a	0.71 ± 0.02 ^a	0.70 ± 0.01 ^a	0.45 ± 0.02 ^a	0.46 ± 0.03 ^a
切片厚度 (mm)	咀嚼性(g)		回复性			
	牦牛	肉牛	牦牛	肉牛		
8	764.17 ± 36.09 ^b	757.51 ± 34.74 ^b	0.13 ± 0.03		0.12 ± 0.02	
10	1369.25 ± 306.80 ^a	1335.92 ± 211.83 ^a	0.18 ± 0.02		0.17 ± 0.02	
12	1461.15 ± 206.46 ^a	1494.48 ± 171.26 ^a	0.19 ± 0.03		0.19 ± 0.02	
14	2764.32 ± 295.84 ^a	2751.32 ± 197.92 ^a	0.23 ± 0.02		0.23 ± 0.02	
16	2967.62 ± 145.74 ^a	2934.29 ± 194.02 ^a	0.26 ± 0.03		0.26 ± 0.03	

同的烹饪方法对牛排嫩度的影响,结果显示随着终点温度的增加,其剪切力值增大($p < 0.05$)。原因是在 60 ℃ 左右下原始的胶原蛋白收缩反应产生最小的剪切力值之后,随着温度的增加,肌纤维的硬度也会增加^[24-25]。

2.2 各因素对质构剖面分析的影响

2.2.1 肉块大小 不同粘合肉块大小重组牛排质构特性见表4,粘合肉块大小显著影响牛排的硬度、弹性、凝聚性、咀嚼性和回复性($p < 0.05$)。粘合肉块直径为 4 cm 牛排硬度和弹性显著低于直径为 5 和 6 cm 牛排的硬度和弹性($p < 0.05$),粘合肉块直径为 4 cm 牛排的凝聚性和咀嚼性均显著低于直径为 5 和 6 cm 的牛排($p < 0.05$),而直径为 5 和 6 cm 牛排的凝聚性和咀嚼性均无显著差异($p > 0.05$)。

关于切片厚度和肉块大小对 TPA 的影响研究较少,然而大量研究表明质构剖面分析比剪切力能够更好的解释肉的感官特性^[26-27]。Caine 等^[28]研究结果表明,质构剖面分析 TPA 比剪切力解释更多的主观感官特性,并且剪切力与质构剖面分析 TPA 硬度和 TPA 咀嚼性显著相关($r = 0.35$ 和 $0.36, p < 0.05$)。

2.2.2 切片厚度对质构剖面分析的影响 不同切片厚度的重组牛排质构特性见表5,切片厚度对牛排的硬度、弹性、凝聚性、咀嚼性均有显著影响($p < 0.05$),

但对回复性没有显著影响($p > 0.05$)。8 和 10 mm 厚度的重组牛排硬度显著低于 12、14 和 16 mm 厚度的牛排硬度,而 8 和 10 mm 厚度的牛排硬度无显著差异($p > 0.05$)。8 mm 厚度的重组牛排的咀嚼性显著低于 10、12、14 和 16 mm 厚度的牛排($p < 0.05$),而 10、12、14 和 16 mm 厚度牛排的咀嚼性均无显著差异($p > 0.05$)。郎玉苗等^[19]研究不同切片厚度对牛排的质构特性表明,随着切片厚度的增加,弹性、凝聚性、回复性显著降低,这可能是切片厚度的不同所造成与本研究结果相反的原因。

2.2.3 熟制温度对质构剖面分析的影响 质构剖面分析(texture profile analysis, TPA)是反映肉的质地品质特性的新的测定方法,其能够更全面反映牛排的质地特性,是牛排嫩度测定的另一种测定方法。其中硬度和咀嚼性值越低,牛排嫩度越好,品质越高。熟制温度显著影响牛肉的硬度、弹性、凝聚性和咀嚼性($p < 0.05$),而对回复性无显著影响($p > 0.05$),见表6。随着熟制温度的增加,硬度也随之增加,熟制温度为 100 ℃ 的牛排的硬度比熟制温度为 60 ℃ 的牛排增加了 77% 左右,弹性、凝聚性和咀嚼性均随熟制温度的增加而呈现先升高后降低的趋势。

由此可见,熟制温度对煎制重组牛排的质构剖面分析特性,特别是对硬度有较显著的影响,这与加热过程中蛋白变性,二次压缩过程中肌纤维的变性

表6 不同熟制温度的煎制重组牛排质构特性(TPA)

Table 6 Effect of cooking final temperature on TPA of pan-fried restructured steak

熟制温度 (℃)	硬度(g)		弹性		凝聚性	
	牦牛	肉牛	牦牛	肉牛	牦牛	肉牛
60	6302.02 ± 584.00 ^c	6168.69 ± 353.85 ^c	0.62 ± 0.03 ^b	0.62 ± 0.02 ^b	0.38 ± 0.07 ^b	0.38 ± 0.03 ^b
72	6775.83 ± 700.26 ^c	6609.17 ± 395.77 ^c	0.65 ± 0.02 ^b	0.62 ± 0.02 ^b	0.57 ± 0.03 ^a	0.57 ± 0.02 ^a
80	8729.86 ± 722.40 ^b	8563.19 ± 462.68 ^b	0.67 ± 0.03 ^b	0.66 ± 0.03 ^b	0.52 ± 0.07 ^a	0.51 ± 0.03 ^a
90	9839.42 ± 697.83 ^{ab}	9706.08 ± 704.97 ^{ab}	0.75 ± 0.03 ^a	0.75 ± 0.03 ^a	0.51 ± 0.07 ^a	0.51 ± 0.07 ^a
100	11133.58 ± 1306.38 ^a	10933.58 ± 606.81 ^a	0.64 ± 0.02 ^b	0.64 ± 0.03 ^b	0.41 ± 0.05 ^b	0.40 ± 0.04 ^b

熟制温度 (℃)	咀嚼性(g)		回复性	
	牦牛	肉牛	牦牛	肉牛
60	1454.79 ± 400.05 ^b	1388.12 ± 406.84 ^b	0.16 ± 0.05	0.15 ± 0.02
72	3533.13 ± 550.51 ^a	3466.47 ± 550.88 ^a	0.24 ± 0.07	0.22 ± 0.04
80	4535.35 ± 408.45 ^a	4468.68 ± 421.44 ^a	0.24 ± 0.06	0.24 ± 0.04
90	4142.93 ± 401.32 ^a	4109.60 ± 197.92 ^a	0.23 ± 0.06	0.22 ± 0.03
100	1368.99 ± 626.11 ^b	1368.99 ± 474.77 ^b	0.16 ± 0.05	0.15 ± 0.04

等有关。此外,100℃的重组牛排TPA咀嚼性低于60、72、80和90℃的牛排,这可能是100℃的煎制牛排水分流失过多,导致在TPA测定过程中,肉样硬度过大引起咀嚼性较低的原因。

3 结论

3.1 粘合肉块的大小显著影响牛排的食用品质特性。粘合肉块直径为5cm的重组牛排的熟肉率最高,随着肉块直径大小的增加,剪切力和单位厚度剪切力以及质构剖面分析(硬度、弹性、凝聚性、黏着性和回复性)均显著增加($p < 0.05$)。

3.2 切片厚度(8.0~16.0mm)显著影响煎制重组牛排的剪切力、熟肉率和质构特性。牛排剪切力值随切片厚度的增加而增加,随着切片厚度的增加,蒸煮损失、硬度、弹性、凝聚性及咀嚼性显著增加($p < 0.05$)。

3.3 熟制温度(60~100℃)显著影响煎制重组牛排的剪切力、熟肉率和质构特性。随着温度的升高,煎制牛排的剪切力、蒸煮损失、质构剖面分析(硬度)也随之增加,此外其他质构剖面分析(弹性、凝聚性和咀嚼性)均随熟制温度的增加而呈现先升高后降低的趋势。

综上所述,煎制牛排的较佳粘合肉块大小为5cm、切片厚度为8mm和熟制温度为60℃。

参考文献

- [1] Brennan M A, Derbyshire E, Tiwari B K, et al. Ready-to-eat snack products: the role of extrusion technology in developing consumer acceptable and nutritious snacks [J]. International Journal of Food Science & Technology, 2013, 48(5): 893-902.
- [2] Boles J A, Shand P J. Effect of muscle location, fiber direction, and slice thickness on the processing characteristics and tenderness of beef stir-fry strips from the round and chuck [J]. Meat Science, 2008, 78(4): 369-374.
- [3] Nychas G J E, Skandamis P N, Tassou C C, et al. Meat spoilage during distribution [J]. Meat Science, 2008, 78(1/2): 77-89.

[4] 王春晓, 孙宝忠, 罗欣, 等. 市售预制牛排质量特征研究 [J]. 食品工业科技, 2014, 35(21): 77-81, 85.

[5] 梁海燕, 马丽珍, 金越. 谷氨酰胺转氨酶对于重组羊肉卷形成效果的初探 [J]. 肉类工业, 2005(1): 19-21.

[6] Li X, Babol J, Wallby A, et al. Meat quality, microbiological status and consumer preference of beef gluteus medius aged in a drying bag or vacuum [J]. Meat Science, 2013, 95(2): 229-234.

[7] Hildrum K I, Rødbotten R, Høy M, et al. Classification of different bovine muscles according to sensory characteristics and Warner Bratzler shear force [J]. Meat Science, 2009, 83(2): 302-307.

[8] Realini C E, Font i Furnols M, Guerrero L, et al. Effect of finishing diet on consumer acceptability of Uruguayan beef in the European market [J]. Meat Science, 2009, 81(3): 499-506.

[9] Brennan M A, Derbyshire E, Tiwari B K, et al. Ready-to-eat snack products: the role of extrusion technology in developing consumer acceptable and nutritious snacks [J]. International Journal of Food Science & Technology, 2013, 48(5): 893-902.

[10] Yancey J W S, Wharton M D, Apple J K. Cookery method and end-point temperature can affect the Warner-Bratzler shear force, cooking loss, and internal cooked color of beef longissimus steaks [J]. Meat Science, 2011, 88(1): 1-7.

[11] 黄莉, 孔保华. 重组肉加工技术及发展趋势 [J]. 食品工业科技, 2010, 31(5): 421-423.

[12] 杜杰, 王银桂. 不同添加剂对重组肉品质特性的影响研究 [J]. 肉类工业, 2015(5): 22-25.

[13] 李升升, 韩银仓. 重组肉制品研究进展及发展趋势 [J]. 食品工业, 2014, 35(6): 235-239.

[14] Sasaki K, Motoyama M, Yasuda J, et al. Beef texture characterization using internationally established texture vocabularies in ISO5492:1992: Differences among four end-point temperatures in three muscles of Holstein steers [J]. Meat Science, 2010, 86(2): 422-429.

[15] Peachey B M, Purchas R W, Duizer L M. Relationships between sensory and objective measures of meat tenderness of beef

(下转第316页)

参考文献

- [1] 张宁, 隋思瑶, 王亚静, 等. 魔芋葡甘聚糖-甲基纤维素可食膜的制备及其性能研究[J]. 食品工业科技, 2014, 35(16): 302-307.
- [2] Jian W J, Zeng Y, Xiong H, et al. Molecular simulation of the complex of konjac glucomannan-borate in water[J]. Carbohydr Polym, 2011, 85(2): 452-456.
- [3] Katsuraya K, Okuyama K, Hatanaka K, et al. Constitution of konjac glucomannan: chemical analysis and ^{13}C NMR spectroscopy[J]. Carbohydrate Polymers, 2003, 53(2): 183-189.
- [4] Xiao C, Lu Y, Gao S, et al. Characterization of konjac glucomannan-gelatin blend films[J]. Journal of Applied Polymer Science, 2001, 79(9): 1596-1602.
- [5] 高丹丹, 江连洲, 张超, 等. 提高多糖类可食性膜机械性能的研究进展[J]. 食品工业科技, 2012, 33(6): 432-434.
- [6] Martins J T, Cerqueira M A, Bourbon A I, et al. Synergistic effects between κ -carrageenan and locust bean gum on physicochemical properties of edible films[J]. Food Hydrocolloids, 2012, 29(2): 280-289.
- [7] Li X, Jiang F, Ni X, et al. Preparation and characterization of konjac glucomannan and ethyl cellulose blend films[J]. Food Hydrocolloids, 2015, 44: 229-236.
- [8] 寇丹丹, 兰润, 叶伟建, 等. 魔芋葡甘聚糖/普鲁兰多糖半
- (上接第306页)
- m.longissimus thoracis from bulls and steers[J]. Meat Science, 2002, 60(3): 211-218.
- [16] 江富强. 调理羊排的研制及品质分析[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2015: 16.
- [17] 李立. 重组腊肉火腿工艺优化及其质构特性研究[D]. 重庆: 西南大学, 2011: 36.
- [18] AR SEN, SA KARIM. Effect of Meat Particle Size on Quality Attributes of Restructured Mutton Steaks[J]. Food Science Technol, 2003, 4(40): 423-425.
- [19] 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.
- [20] 毛衍伟, 罗欣, 孙清亮, 等. 牛排食用品质保证关键控制点研究[J]. 食品工业科技, 2009, 30(2): 108-110.
- [21] Modzelewska-Kapituła M, Dałbrowska E, Jankowska B, et al. The effect of muscle, cooking method and final internal temperature on quality parameters of beef roast[J]. Meat Science, 2012, 91(2): 195-202.
- [22] Bouton P E, Harris P V, Ratcliff D. Effect of cooking temperature and time on the shear properties of meat[J]. Journal of Food Science, 1981, 46(4): 1082-1087.
- [23] Aaslyng M D, Bejerholm C, Erthbjerg P, et al. Cooking loss

- 互穿网络水凝胶弹性及其微观形貌研究[J]. 西南大学学报: 自然科学版, 2014, 36(4): 205-212.
- [9] 寇丹丹, 汪秀妹, 魏雪琴, 等. 魔芋葡甘聚糖/普鲁兰多糖体系流变性能研究[J]. 中国粮油学报, 2014, 29(12): 37-42.
- [10] Li B, Kennedy J F, Jiang Q G, et al. Quick dissolvable, edible and heatsealable blend films based on konjac glucomannan-Gelatin[J]. Food Research International, 2006, 39(5): 544-549.
- [11] Ye X, Kennedy J F, Li B, et al. Condensed state structure and biocompatibility of the konjac glucomannan/chitosan blend films[J]. Carbohydrate Polymers, 2006, 64(4): 532-538.
- [12] 高丹丹. 普鲁兰多糖-明胶可食性膜的制备、成膜机理及应用研究[D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2012.
- [13] 吴佳. 普鲁兰壳聚糖复合可食用膜的性质研究[D]. 无锡: 江南大学, 2012.
- [14] 高翔. 多糖可食用包装膜的制备与应用研究[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2013.
- [15] Rhim J W, Wang L F. Mechanical and water barrier properties of agar/ κ -carrageenan/konjac glucomannan ternary blend biohydrogel films[J]. Carbohydrate Polymers, 2013, 96(1): 71-81.
- [16] Morillon V, Debeaufort F, Blond G, et al. Factors affecting the moisture permeability of lipid-based edible films: a review[J]. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 2002, 42(1): 67-89.

- and juiciness of pork in relation to raw meat quality and cooking procedure[J]. Food Quality and Preference, 2003, 14(4): 277-288.
- [24] 李春保. 牛肉肌内结缔组织变化及其嫩度影响的研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2006.
- [25] Roldán M, Antequera T, Pérez-Palacios T, et al. Effect of added phosphate and type of cooking method on physico-chemical and sensory features of cooked lamb loins[J]. Meat Science, 2014, 97(1): 69-75.
- [26] Luckett C R, Kuttappan V A, Johnson L G, et al. Comparison of three instrumental methods for predicting sensory texture attributes of poultry Deli meat[J]. Journal of Sensory Studies, 2014, 29(3): 171-181.
- [27] de Huidobro F R, Miguel E, Blázquez B, et al. A comparison between two methods (Warner-Bratzler and texture profile analysis) for testing either raw meat or cooked meat[J]. Meat Science, 2005, 69(3): 527-536.
- [28] Caine W R, Aalhus J L, Best D R, et al. Relationship of texture profile analysis and Warner-Bratzler shear force with sensory characteristics of beef rib steaks[J]. Meat Science, 2003, 64(4): 333-339.

《食品工业科技》愿为企业铺路、搭桥!