

切割方式对免浆猪肉片加工品质的影响

陈胜姝¹, 孟祥忍^{1,2}, 屠明亮¹, 王恒鹏^{1,2}, 吴鹏^{1,2}, 高子武¹

(1. 扬州大学旅游烹饪学院, 江苏扬州 225000) (2. 淮扬菜工程中心, 江苏扬州 225000)

摘要: 以三元杂交猪(杜洛克猪×长白猪×大白猪)背最长肌为研究对象, 采用不同切割方式(垂直于肌纤维, 平行于肌纤维, 与肌纤维呈45°夹角)对猪肉进行切片处理, 并将其浆制为免浆猪肉片, 研究切割方式对免浆猪肉片滑油后烹饪失水率、色差、嫩度、质构特性、微观结构和感官品质的影响。结果表明, 切割方式在烹饪失水率方面对免浆猪肉片有显著影响($p<0.05$)。垂直于肌纤维切割的免浆猪肉片经滑油后的烹饪失水率较小; 嫩度、硬度和咀嚼性均达到最小值, 分别为7.52 N、102.63 N、78.93 mJ。微观结构显示了垂直于肌纤维切割的免浆猪肉片肌束间隙最大, 与嫩度和质构特性的结果相符。感官评价评分最佳的切割方式为垂直于肌纤维切割(79.6分)。综合指标, 垂直于肌纤维切割是最适合于免浆猪肉片的切割方式。

关键词: 切割方式; 免浆; 猪肉片; 加工品质; 烹饪工艺

文章编号: 1673-9078(2019)08-214-219

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2019.8.031

Effect of Cutting Methods on the Quality of Sizing-free Pork Slices

CHEN Sheng-shu¹, MENG Xiang-ren^{1,2}, TU Ming-liang¹, WANG Heng-peng^{1,2}, WU Peng^{1,2}, GAO Zi-wu¹

(1. School of Tourism and Culinary Science, Yangzhou University, Yangzhou 225000, China)

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

Abstract: The *longissimus dorsi* muscle of the ternary crossbred pig (Duroc x Landrace x Yorkshire) was used as the research object. The muscle was sliced by different cutting methods. The first method was perpendicular to the fiber, the second one was parallel to the muscle fiber. The third one was cutting the pork at the angle of 45° to the muscle fiber. Effects of the cutting methods on the water loss rate, color difference, tenderness, texture characteristics, microstructure and sensory quality of the sizing-free pork slices was investigated. The results showed that the cutting methods had a significant effect on the meat-free water loss rate ($p<0.05$). When the pork perpendicular to the muscle fibers, the water loss rate of the meat-free pork slices, which was cooked by oil, was small and the tenderness, hardness and chewiness reached the minimum values of 7.52 N, 102.63 N and 78.93 mJ, respectively. The microstructure showed that when the pork perpendicular to the muscle fibers, the muscle-free gap between the sizing-free pork was the largest, which was consistent with the results of tenderness and texture characteristics. The best way to cut the pork according to the sensory evaluation score was perpendicular to the muscle fiber cut (79.6 points). In conclusion, according to the comprehensive index, perpendicular to the muscle fiber cutting is the most suitable way to cut the pork slices.

Key words: cutting method; sizing-free; pork slice; processing quality; cooking process

上浆是烹饪生产中经常采用的优化菜肴的一种基本技法。它通过腌制和搅拌, 使浆液紧紧包裹在原料的表面, 在加热时成一层保护膜, 使原料达到鲜嫩、光润的效果^[1]。而免浆食品, 即为前期对食品进行上浆处理后的预调理制品, 通过包装、低温贮存、运输、销售后, 能够直接开袋烹饪后食用的食品, 省去了烹饪前处理的复杂操作, 为其对原料的加工带来了便利, 有利于餐食工业化和中央厨房, 甚至是面向家庭的小众消费的发展。目前, 免浆食品主要以专利和

收稿日期: 2019-03-29

基金项目: 江苏省社会科学基金项目(17GLD021); 扬州大学大学生科技创新基金资助(x20180875)

作者简介: 陈胜姝(1995-), 女, 硕士, 研究方向: 营养与食品卫生学

通讯作者: 孟祥忍(1977-), 男, 博士, 副教授, 研究方向: 烹饪科学化

成品的形式出现, 特别是针对水产品进行了一系列开发, 国内对于免浆食品的研究主要集中在上浆浆液的工艺优化和存储保藏方面: 赵拒阳^[2]等人通过研究水、淀粉、食盐3种浆液配料对上浆预油炸鸡肉丁食用品质的影响, 优化了调理预制品上浆鸡肉丁的标准配方; 张建军^[3]通过正交试验法得出免浆牛肉片的最佳工艺并研究了其保质期的变化; 陈永清^[4]研究了在添加干淀粉与虾仁重量比例不同时虾仁的嫩度、含水量的变化; 除了上述针对浆液的研究, 目前对于免浆食品中主要原料预加工手段的研究较少。在国内关于肉制品切割角度对上浆肉制品的食用品质的影响研究也同样匮乏^[5], 在对牛排进行预加工时, 不同肌纤维走向(平行或垂直肌纤维切割)显著影响牛排的食用品质特性, 说明肉制品的切割角度对其食用品质有显著影响。研

究选用不同切割角度(垂直于肌纤维,平行于肌纤维,与肌纤维呈45°夹角的三元猪背最长肌,研究其在上浆时烹饪损失率、色差、嫩度、质构特性、微观结构的变化,并对免浆猪肉片滑油后进行感官评价,为免浆猪肉片的工业化、标准化生产提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料试剂与仪器设备

选用品种与饲养管理相同,活体质量为(97±5) kg的三元猪6头,按照常规屠宰工艺屠宰,在屠宰后30 min之内从胴体取出背最长肌,剔除可见脂肪和筋膜组织,在0~4℃环境下排酸12 h后作为实验材料。

料酒、食盐、鸡蛋、马铃薯淀粉、金龙鱼大豆油,均购于扬州麦德龙超市。

欧式102 V恒温油炸炉,道升有限公司;TMS-Pro食品物性质检测仪,上海迈哲电子科技有限公司;NH310型色差仪,深圳市三恩科技有限公司;C-LM3B型肌肉嫩度仪,北京天翔飞域仪器设备有限公司;JB-P5型包埋机,武汉俊杰电子有限公司;RM2016型病理切片机,上海徕卡仪器有限公司。

1.2 实验方法

1.2.1 试验设计

随机从12条猪背最长肌中选取排酸12 h后的三元猪背最长肌3条,将其固定在切片机上。调整切片机刀片角度,与肌肉纤维呈45°(斜切)、90°(与肌纤维垂直)、180°(与肌纤维平行),进行切割,厚度设定为0.5 cm,保证同一批次试验来自于同一块背最长肌。将切割好的猪里脊肉片修整为3 cm×3 cm的肉片,对每种切割方式下质量为100 g的肉片进行上浆工艺。参照李越^[6]上浆工艺流程略作修改:

将切片的猪里脊肉加入食盐2.5 g→搅拌均匀→加水12 g、料酒3 g→搅拌均匀→加入蛋清8 g→搅拌均匀→加入马铃薯淀粉6 g→搅拌均匀→静置2 min→放入恒温油炸炉进行滑油(固定料油比为1:3,滑油温度为105℃,滑油时间为70 s)→放置到常温进行指标检测

1.2.2 烹饪失水率

分别选取不同角度切割好的免浆猪肉片各1块,放于电子天平上称量,得到原始重量(W_1),然后通过滑油制熟,用厨房用纸吸干表面油脂后称量得到(W_2)。通过下列公式计算不同切割角度免浆猪肉片滑油后的烹饪失水率。每种切割角度做3个平行。

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

式中: C 代表烹饪失水率,%; W_1 代表原始重量,g; W_2 代表制熟并吸干表面水分后的重量,g。

1.2.3 色差

采用全自动色差仪测定滑油后免浆猪肉片样品的亮度值(L^*)、红度值(a^*)、黄度值(b^*),彩度值(c^*),每组测定3个平行样,结果用“平均值±标准差”来表示。

1.2.4 质构特性

采用质构仪对免浆猪肉片的硬度、黏附性、弹性、胶黏性、咀嚼性进行测定。测定条件根据文献略有改动^[7]:采用P/100平底探头,测试速度为120.0 mm/min,起始力0.7 N/A,形变60%,每组测定3个平行样。

1.2.5 嫩度

将滑油后的免浆猪肉片用取样器取样后置于嫩度仪的刀槽上,使肌纤维与刀口走向垂直,启动仪器剪切肉样,进行剪切力检测,各样品重复测量3次,结果用“平均值±标准差”来表示免浆猪肉片最终的剪切力。

1.2.6 微观结构

将滑油后的免浆猪肉片切成0.2 cm×0.2 cm×0.2 cm的小块,置于4%的戊二醛溶液中4℃固定24 h^[8]。取出已固定好的猪肉组织,进行组织脱水,包埋和切片。

1.2.6.1 石蜡切片的制备

70%乙醇3 h→80%乙醇45 min→95%乙醇40 min→95%乙醇40 min→无水乙醇40 min→无水乙醇30 min→二甲苯30 min→二甲苯40 min→石蜡1 h→石蜡1 h→石蜡1 h

包埋:将熔化的石蜡倒入包埋框再将组织块放入,放入时不能有气泡,冷却30 min。

常规石蜡切片:厚度4 μm,连续切片。

烤片:60℃烤片30 min,室温保存。

1.2.6.2 H.E染色和封片

采用组织学Hematoxylin & Eosin染色方法,具体步骤如下:

选取待染色切片,62℃烤片1 h。对切片进行脱蜡,复水:

二甲苯10 min→二甲苯10 min→二甲苯:无水乙醇(1:1)10 min→无水乙醇5 min→无水乙醇5 min→95%乙醇2 min→95%乙醇2 min→80%乙醇2 min→70%乙醇2 min→双蒸水5 min

苏木精液染色:苏木精液染色4 min,流水冲洗2 min,1%盐酸酒精溶液分色1~3 s,流水冲洗至返蓝,镜检。

伊红液染色:伊红液染色90 s,蒸馏水稍洗,镜检。

脱水、透明、封片：
95%乙醇30 s→95%乙醇1 min→无水乙醇3 min→二甲苯：
无水乙醇(1:1) 3 min→二甲苯5 min→二甲苯5 min→中性树脂
封片

1.2.7 感官评价

挑选 10 名(5 男 5 女)经过专门感官培训食品专业人员组成评定小组,按照食品感官评定的原则,对滑油后免浆猪肉片的感官品质进行评定。将免浆猪肉片成品放到一个洁白的盘子中,在感官评分室对其外观、弹性、凝聚性、咀嚼性进行感官评价。

表 1 免浆猪肉片滑油后感官评价标准

Table 1 Sensory evaluation criteria after sizing pork slices		
指标	分值	评分标准
外观	20 分	色泽呈白色;表面光洁平整,厚薄适中(15~20 分)
		色泽呈暗白色;表面较为光洁平整,厚薄较适中(8~14 分)
		色泽微黄,表面弯曲不平,厚薄不均(8 分以下)
弹性	20 分	富有弹性,有弹牙感(15~20 分)
		弹性较好,略有弹牙感(8~14 分)
		弹性较差,没有弹牙感(8 分以下)
咀嚼性	30 分	咀嚼性好,易嚼烂(21~30 分)
		有较好咀嚼性,较易嚼烂(11~20 分)
		咀嚼性差,不易嚼烂(11 分以下)
多汁性	30 分	咀嚼后多汁爽滑,能润湿口腔(21~30 分)
		咀嚼后汁水较少,稍有多汁感(11~20 分)
		咀嚼后没有汁水爽滑感,不能润湿口腔(11 分以下)

1.3 数据处理分析

每个样品均进行了三组平行处理,采用 Microsoft Office Excel 2003 软件绘制图标,并用 SPSS 18.0 软件进行误差分析,用 Duncan's 法进行多重比较,所有数据用“平均值±标准差”表示。

2 结果与分析

2.1 烹饪损失率

由图 1 可知,45°切割猪肉片的烹饪失水率和垂直于肌纤维 90°切割猪肉片的烹饪失水率无显著差异($p>0.05$),平行于肌纤维切割猪肉片的烹饪失水率与 45°切割和 90°切割猪肉片的烹饪失水率都有较显著的影响($p<0.05$),45°切割猪肉片样品烹饪失水率最大(8.78%),其次为垂直于肌纤维 90°切割的滑油后免浆猪肉片(8.36%),最少烹饪失水率为平行于肌纤维切割猪肉片样品(4.57%)。

45°切割和垂直于肌纤维切割使得猪肉片细胞液的流出相对较少,同时较小的创面积也能一定程度上阻碍免浆猪肉片在滑油过程中水分的流失。而平行于肌纤维切割猪肉有最小的创面积,所以其失水率比垂直于肌纤维切割小近 50%。与 Modzelewska 等^[9]垂直肌纤维的蒸煮损失显著高于平行肌纤维的研究结果相一致。

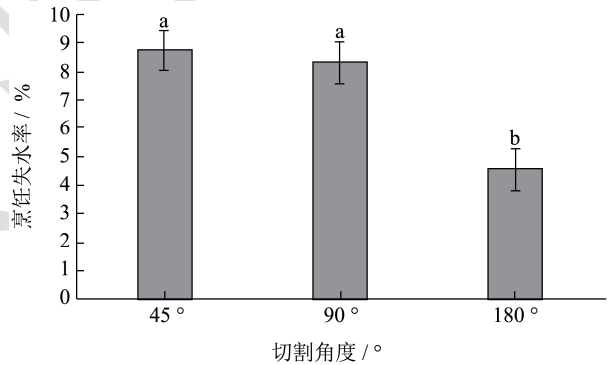


图 1 不同切割方式滑油后免浆猪肉片的烹饪损失率

Fig.1 Rate of cooking loss of sizing pork slices after different cutting methods

注: 同列肩标字母不同表示差异显著 ($p<0.05$), 相同表示差异不显著 ($p>0.05$)。

2.2 色差

表 2 不同切割角度对免浆猪肉片的色泽变化情况

Table 2 Color change of sizing pork slices with different cutting angle				
切割角度/°	亮度 L^*	红度 a^*	黄度 b^*	色彩强度 c^*
45	33.20±0.72 ^a	1.78±0.04 ^b	6.82±0.27 ^a	7.05±0.26 ^a
90	32.41±0.68 ^a	2.56±0.25 ^a	5.50±0.55 ^a	6.08±0.59 ^a
180	32.70±0.68 ^a	1.04±0.23 ^c	3.87±0.27 ^b	4.02±0.32 ^b

注: 同列肩标字母不同表示差异显著 ($p<0.05$), 相同表示差异不显著 ($p>0.05$)。下表同。

色泽是影响消费者购买的重要因素之一。由表 2 可知, 三种不同切割角度的免浆猪肉片的亮度 (L^*) 无显著差异 ($p>0.05$), 可能是因为浆液包裹猪肉表面, 淀粉受热糊化后对猪肉的肌红蛋白进行了保护。在黄度 (b^*) 和色彩强度 (c^*) 方面, 以 45° 和 90° 切割角度的免浆猪肉片均显著高于平行于肌纤维切割的 ($p<0.05$), 但切割角度为 45° 和 90° 的之间无显著差

异 ($p>0.05$), 这可能是 45° 和 90° 切割角度的猪肉片表面为肌纤维断面, 失水程度明显大于 180° 切割角度的原因。红度 (a^*) 方面, 三种切割角度之间均有显著性差异 ($p<0.05$), 90° 最高, 45° 其次, 180° 的红度最低。

2.3 质构特性

表 3 不同切割角度下免浆猪肉片的质构特性变化情况

Table 3 Changes in texture properties of sizing pork slices at different cutting angle

切割角度/ $^\circ$	硬度/N	黏附性/mJ	凝聚性/Ratio	弹性/mm	胶黏性/N	咀嚼性/mJ
45	118.53 $\pm$ 3.29 ^b	2.88 $\pm$ 0.32 ^a	0.40 $\pm$ 0.01 ^a	2.16 $\pm$ 0.13 ^b	37.06 $\pm$ 2.25 ^b	168.59 $\pm$ 3.74 ^b
90	102.63 $\pm$ 2.08 ^b	2.08 $\pm$ 0.13 ^a	0.42 $\pm$ 0.01 ^a	1.77 $\pm$ 0.04 ^c	47.46 $\pm$ 1.86 ^{ab}	78.93 $\pm$ 1.59 ^c
180	162.23 $\pm$ 4.06 ^a	2.33 $\pm$ 0.05 ^a	0.42 $\pm$ 0.00 ^a	3.43 $\pm$ 0.12 ^a	54.60 $\pm$ 2.53 ^a	235.93 $\pm$ 6.49 ^a

肉的质构特性一般由肉的水分、弹性蛋白、胶原蛋白和肌纤维本身属性及相互作用决定^[10]。质构特性可以直观地反映肉制品的食用品质, 尤其是硬度和咀嚼性这 2 个指标直接决定了滑油后免浆猪肉片的口感。硬度、咀嚼性越小, 猪肉片的嫩度越好。由表 3 可知, 垂直于肌纤维切割的猪肉片硬度 (102.63 N)、咀嚼性 (78.93 mJ) 和弹性 (1.77 mm) 均为最小, 平行于肌纤维切割所得的猪肉片硬度、咀嚼性和弹性分别比垂直于肌纤维切割猪肉片高 36.7%、66.5%、48.4%, 由此可见, 切割方式对质构特性, 尤其是硬度、咀嚼性和弹性有显著影响 ($p<0.05$)。而对内聚性和黏附性三种切割方式之间均无显著差异 ($p>0.05$), 可能是因为黏附性与猪肉片表面上浆的浆液黏性有关, 与切割方式无关。

2.4 嫩度

肌肉嫩度是评价肉制品食用品质的评价指标, 其反应了肉中各种蛋白质的结构特性, 肌肉中脂肪的分布状态及肌纤维中脂肪数量等。剪切力越低, 猪肉片嫩度越好, 越适合于免浆猪肉片的切割。

由图 2 可知, 不同切割方式对滑油后的免浆猪肉片差异显著 ($p<0.05$)。垂直于肌纤维切割剪切力最小 (7.52 N), 其次为 45° 切割 (9.48 N), 剪切力最大为平行于肌纤维切割 (13.14 N)。垂直于肌纤维切割肉片的剪切力值比平行于肌纤维切割的剪切力低 42.8%, 这可能与剪切力测定过程中切断的肌纤维类型有关, 垂直纤维切片在剪切力测定时切断的纤维以短纤维为主, 而平行纤维切片则需要切断长肌纤维^[11]。Lewis^[12]研究指出平行于肌纤维方向切割一定厚度的肉块时, 结缔组织中的肌内膜和肌外膜形成的连续网络结构具有很高的强度, 切割时需要更大的力。此结论与郎玉苗等^[13]研究出的垂直纤维牛排的剪切

力值比平行纤维的剪切力低 42.2% 相印证。但是, JA Boles^[11]研究得出垂直于肌纤维方向牛肉的剪切力却比平行于肌纤维方向的高 50%。这可能与肉的品种及处理方式不同有关。

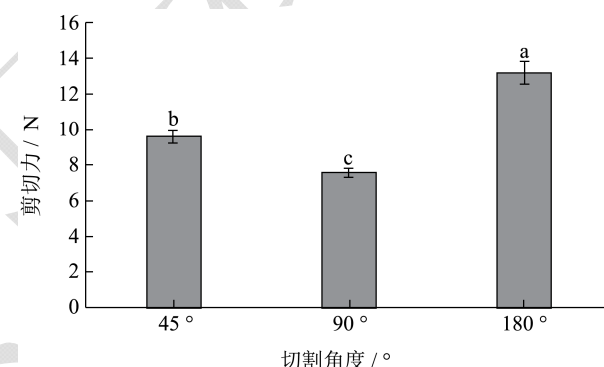


图 2 不同切割方式滑油后免浆猪肉片的嫩度值

Fig.2 Tenderness value of sizing pork slices after different cutting methods

注: 同列肩标字母不同表示差异显著 ($p<0.05$), 相同表示差异不显著 ($p>0.05$)。

2.5 微观结构

肌肉的组织结构是影响其品质的内在因素, 组织结构的变化反映了肌肉品质的变化, 尤其是嫩度的变化: 相关研究表明, 结缔组织、肌纤维直径、密度等均会影响肉的嫩度^[14]。

由图 3 可知, 当切割角度为 90° 时, 肌束间隙最大, 45° 其次, 切割角度为 180° 时, 肌束间隙最小, 肌纤维膨胀最明显, 这可能是因为切割角度为 90° 时, 猪肉片表面肌纤维束横切面近似为圆形, 加热过程中肌纤维束膨胀不明显, 肌束间隙最大, 而在切割角度为 45° 时, 猪肉片表面肌纤维束横切面近似为椭圆形, 表面积增大, 相同肌纤维束在受热过程中表面积大的膨胀更明显, 肌束间隙较小, 而切割角度为 180° 时,

猪肉片表面是肌纤维束的长段,在热量直接作用下,肌纤维肌膨胀最明显,肌束间隙最小。

已有研究表明,肌束间隙变大会使切割面摩擦力减小,从而使剪切力减小,结缔组织的凝胶化在肌纤维之间也起到了一定的润滑作用,从而使得剪切力减小^[13]。所以当切割角度为90°时,剪切力最小,45°其次,180°最大,这与剪切力的实验结果是相互印证的。

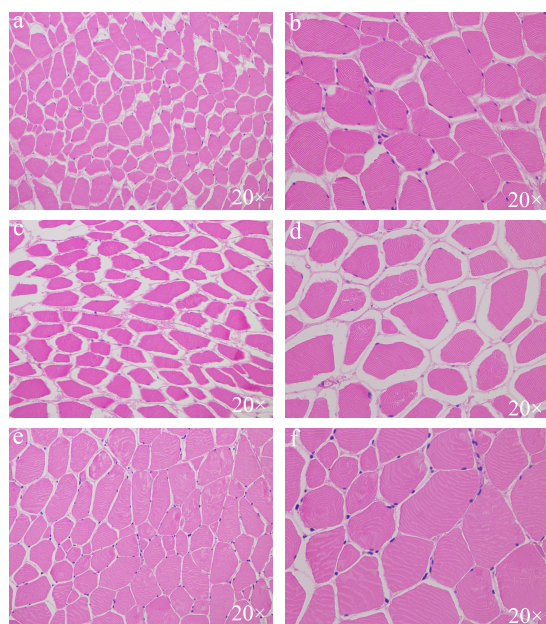


图3 不同切割角度的免浆猪肉片的微观肌肉组织结构观察(20×、40×)

Fig.3 Observation of microscopic muscle structure of sizing pork slices with different cutting angle (20×、40×)

注: a、b、c、d、e、f 分别对应切割角度 45°(20×)、切割角度 90°(20×)、切割角度 180°(20×)、切割角度 45°(40×)、切割角度 90°(40×)、切割角度 180°(40×)。

2.6 感官评价

表4 免浆猪肉片滑油后感官评定结果

Table 4 Sensory evaluation results after sizing pork slices

切割角度/°	外观	弹性	咀嚼性	多汁性	综合评分
45	16.2	10.5	20.1	23.8	70.6
90	18.1	11.0	25.8	24.7	79.6
180	11.4	17.3	10.8	27.8	67.3

感官评定主要利用人来测量对食物和口味的接受性,在食品行业中有着不可替代的作用。由表4可知,90°切割免浆猪肉片的感官评分最高,其次为45°切割,最差为180°切割免浆猪肉片。90°切割从外观上来说纹理平整,厚薄适中,而45°切割使得猪肉片不规则蜷曲;180°切割则由于肌纤维为长条状,受热后导致其长度收缩,肉片隆起且厚度增加。从外观、弹性、咀嚼性和多汁性4个角度综合来说,垂直于肌纤维切

割猪肉片感官评分最高,为79.6分。

3 结论

不同切割角度对免浆猪肉片的部分品质有显著影响。90°的免浆肉片滑油成熟后烹饪损失率最高,但剪切力、硬度和咀嚼性都最小,食用口感最佳;而观察微观结构后发现当切割角度为90°时,肌束间隙最大,肌束间隙变大会使剪切力减小,这与质构特性和剪切力所表现的结果基本符合。而三种切割角度的免浆猪肉片在滑油后,亮度值(L^*)无显著差异,切割方式对色差影响不大。综合比较上述指标,垂直于肌纤维切割的免浆猪肉片品质最佳,这与感官评价的结果基本相符,最适合于免浆猪肉片的切割。

参考文献

- [1] 周爱东.上浆工艺中影响因素的分析[J].扬州大学烹饪学报,2001,2:17-19
ZHOU Ai-dong. Analysis of influencing factors in sizing process [J]. Yangzhou University Culinary Journal, 2001, 2: 17-19
- [2] 赵拒阳,李沛军,孔保华,等.上浆配料对预油炸鸡肉丁半成品品质的影响[J].食品科技,2013,38(1):153-158
ZHAO Ju-yang, LI Pei-jun, KONG Bao-hua, et al. Effect of no-paste ingredients on the quality of pre-fried chicken diced semi-finished products [J]. Food Technology, 2013, 38(1): 153-158
- [3] 张建军.牛肉片上浆工艺与卫生研究[J].中国调味品,2011,8: 58-66
ZHANG Jian-jun. Beef slice free technology and health research [J]. Chinese Condiments, 2011, 8: 58-66
- [4] 陈永清.虾仁a上浆中添加淀粉量标准化的研究[J].四川烹饪高等专科学校学报,2008,3:21-23
CHEN Yong-qing. Study on standardization of adding starch in shrimp [J]. Journal of Sichuan Culinary College, 2008, 3: 21-23
- [5] 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
LANG Yu-miao, XIE Peng, LI Jing, et al. Effect of cooking temperature and cutting method on the quality of steak [J]. Journal of Agricultural Engineering, 2015, 31(1): 317-325
- [6] 李越.猪肉片上浆工艺优化及短期放置品质变化的研究[D].哈尔滨:哈尔滨商业大学,2017
LI Yue. Study on the optimization of slurry free process and the change of short-term placement quality of pork slices [D]. Harbin: Harbin University of Commerce, 2017

- [7] 田祥磊,阮美娟.猪肉质地客观评价方法的研究[J].食品工业,2013,34(2):146-148
TIAN Xiang-lei, RUAN Mei-juan. Study on the objective evaluation method of pork texture [J]. Food Industry, 2013, 34(2): 146-148
- [8] 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
ZHOU Rong-xin. Study on key control points of xilong steak food quality assurance [D]. Lanzhou: Gansu Agricultural University, 2008: 33
- [9] Modzelewska-Kapituła M, Dąbrowska 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
- [10] 宋福香,计红芳.油炸对鹅肉理化性质、质构与微观结构的影响[J].食品科学,2017,38(3):136-141
SONG Fu-xiang, JI Hong-fang. Effects of fried on the physicochemical properties, texture and microstructure of goose meat [J]. Food Science, 2017, 38(3): 136-141.
- [11] 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
- [12] Lewis G J, Purslow P P. Connective tissue differences in the strength of cooked meat across the muscle fiber direction due to test specimen size [J]. Meat Science, 1990, 28(3): 183-194
- [13] 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
LIU Jing-jing, WAN Hong-bing, FENG Yong-hong, et al. Differences in beef shear force under different muscle fibers [J]. Food Industry Technology, 2018, 39(16): 65-71
- [14] 秦召,康相涛,李国喜.肌纤维组织学特性与肌肉品质的关系[J].安徽农业科学,2006,22:5872-5878
QIN Zhao, KANG Xiang-tao, LI Guo-xi. Relationship between histological characteristics of muscle fibers and muscle quality [J]. Anhui Agricultural Sciences, 2006, 22: 5872-5878

(上接第 129 页)

- [26] Overhults D G, White G M, Hamilton H E, et al. Drying soybeans with heated air [J]. Transactions of the ASAE, 1973, 16(1): 0112-0113
- [27] Silva E M, Silva J S D, Pena R S, et al. A combined approach to optimize the drying process of flavonoid-rich leaves (*Inga edulis*) using experimental design and mathematical modelling [J]. Food & Bioproducts Processing, 2011, 89(1): 39-46
- [28] 刘伟.天然色素低温真空干燥及其数学模型[D].中国林业科学研究院,2011
LIU Wei. Low-temperature vacuum drying of natural pigment and its mathematical model [D]. Chinese Academy of Forestry, 2011
- [29] 朱文学.食品干燥原理与技术[M].科学出版社,2009,384-387
ZHU Wen-xue. Principle and Technology of Food Drying [M]. Science Press, 2009, 384-387
- [30] 魏来,唐道邦,傅曼琴,等.CO₂ 浸渍处理对生姜热风间歇微波联合干燥动力学及品质的影响[J].现代食品科技,2018, 34(9):198-207
WEI Lai, TANG Dao-bang, FU Man-qin, et al. Effects of CO₂ maceration on the kinetics and quality of hot air coupled with intermittent microwave drying of ginger [J]. Modern Food Science and Technology, 2018, 34(9): 198-207

(上接第 206 页)

- [38] 李婷婷,张洋,林超,等.降胆固醇优良菌株的筛选及其胆盐水解酶特性研究[J].食品工业科技,2012,33(24):191-194
LI Ting-ting, ZHANG Yang, LIN Chao, et al. Screening of excellent cholesterol-lowering strains and characteristics of bile salt hydrolase [J]. Science and Technology of Food Industry, 2012, 33(24): 191-194
- [39] 陈大卫,郭飞翔,顾瑞霞,等.具有降胆固醇能力的人源乳酸菌筛选[J].现代食品科技,2014,(3):114-120
CHEN Da-wei, GUO Fei-xiang, GU Rui-xia, et al. Screening of human lactic acid bacteria with cholesterol-lowering ability [J]. Modern Food Science and Technology, 2014, (3): 114-120
- [40] 郭峰,樊磊,廖宇欣,等.植物乳杆菌 M1-UVs29 体外降解胆固醇的作用[J].中国生物制品学杂志,2014,27(6): 803-806.
GUO Feng, FAN Lei, LIAO Yu-xin, et al. Degradation of cholesterol by *Lactobacillus plantarum* M1-UVs29 *in vitro* [J]. Chinese Journal of Biological Products, 2014, 27(6): 803-806