

DOI:10.13995/j.cnki.11-1802/ts.023179

引用格式:郑月,杨文昇,张宇辉,等.不同加工方式“阳光猪肉”与普通冷鲜猪肉风味差异探究[J].食品与发酵工业,2020,46(10):255-263. ZHENG Yue, YANG Wensheng, ZHANG Yuhui, et al. Study on differences of pork flavor between different processing methods “Yangguang-pork” and general farming mode[J]. Food and Fermentation Industries, 2020, 46(10):255-263.

不同加工方式“阳光猪肉”与普通冷鲜猪肉风味差异探究

郑月¹, 杨文昇¹, 张宇辉¹, 刘登勇^{1,2*}

1(渤海大学 食品科学与工程学院, 生鲜农产品贮藏加工及安全控制技术国家地方联合工程研究中心, 辽宁 锦州, 121013)

2(肉类生产与加工质量安全控制协同创新中心, 江苏 南京, 210095)

摘要 “阳光猪肉”系采用“阳光猪舍”饲养模式(优质无药饲料、优质猪种、福利管理、阳光屠宰)生产出的猪肉。该试验将“阳光猪肉”与普通冷鲜肉的背最长肌经蒸、煮、烤、微波4种烹饪方式对比分析并探究风味差异。结果表明,阳光猪肉感官上滋味与气味均高于普通冷鲜肉,约高1.3分;经加工后脂质氧化程度除煮制外均高于普通冷鲜肉,其中烤制脂质氧化最高为6.55 mgMDA/kg;经加工后饱和脂肪酸相对含量低于普通冷鲜肉,且差异显著($P < 0.05$),阳光猪肉更为健康,更适合加工;经4种加工方式共检测出42种挥发性物质,醛类所占比例最高,约59.25%~76.90%,其中经煮制的阳光猪肉醛类含量最高,为76.9%。“阳光猪肉”经规模化、科学化养殖,改善了猪肉风味,经4种加工方式后更为健康、美味。以上研究为消费者提供不同养殖方式生产出的猪肉经不同加工方式后,其风味差异的数据报告及理论参考。

关键词 “阳光猪肉”;冷鲜猪肉;加工方式;风味差异

Study on differences of pork flavor between different processing methods “Yangguang-pork” and general farming mode

ZHENG Yue¹, YANG Wensheng¹, ZHANG Yuhui¹, LIU Dengyong^{1,2*}

1(College of Food Science and Technology, Bohai University, National & Local Joint Engineering Research Center of Storage, Processing and Safety Control Technology for Fresh Agricultural and Aquatic Products, Jinzhou 121013, China)

2(Collaborative Innovation Center of Meat Production and Processing, Quality and Safety Control, Nanjing 210095, China)

ABSTRACT “Yangguang-pork” is a kind of pork produced by adopting animal welfare pig house breeding mode (high quality non-drug feed, high quality pig breed, welfare management and slaughter). This study compared and analyzed the differences in flavor of dorsal longest muscle of “Yangguang-pork” and ordinary chilled pork cooked by steaming, boiling, roasting and microwaving. The results showed that the sensory taste and smell of “Yangguang-pork” were about 1.3 points higher than that of ordinary pork and the degree of lipid oxidation were higher than that of ordinary pork except for the boiled sample, and the highest value of lipid oxidation in roasted “Yangguang-pork” sample was 6.55 mgMDA/kg. After processing, the relative contents of saturated fatty acids were lower than that of ordinary pork and the differences were significant ($P < 0.05$). It was found that “Yangguang-pork” was healthier and more suitable for processing compared with ordinary pork. A total of 42 volatile flavor compounds were detected by four processing methods, with the highest proportion of aldehydes (59.25% - 76.90%), among which the boiled “Yangguang-pork” sample had the highest proportion of aldehydes (76.9%). To summarize, “Yangguang-pork” has improved the flavor of pork through large-scale and scientific breeding, and is healthier and more delicious after processing by the four

第一作者:博士,讲师(刘登勇教授为通讯作者, E-mail: jz_dyliu@126.com)

基金项目:辽宁省重点研发计划指导计划项目(2017205003);河北省重点研发计划(19227140D);辽宁省高等学校产业技术研究院重大应用研究项目(041804)

收稿日期:2019-12-23, 改回日期:2020-02-25

methods. This study provides consumers with data reports and theoretical references on the flavor differences of pork produced by different breeding methods and processed by different methods.

Key words “Yangguang-pork”; chilled pork; different processing methods; flavor differences

目前中国是世界上最大的肉类生产国,年产量达 7 000 万 t,其中有 2/3 是猪肉^[1],与此同时,国外猪肉的生产量和消费量也在逐年上升^[2]。猪肉是餐桌上最常见的肉类食品之一。为了满足人们对猪肉产品的需求,提高猪肉的产量,普通生猪在养殖过程中缩短了养殖周期,猪肉的质量有所下降,普通冷鲜猪肉在品质和口感上稍有不佳^[3]。随着生活水平的不断提高,人们对猪肉的品质要求也随之提高,进而推动了高品质猪肉产业的发展。猪肉品质受基因型^[4]、饲养环境^[5]、性别^[6]、日粮品质和组成^[7]、宰杀方式^[8]、日龄^[9]等众多因素的影响,基因是最主要因素,但饲养环境、日粮组成、宰杀方式等因素也间接影响着猪肉品质。

为了让人们吃上品质优良又安全的猪肉,我们不仅要选择优质的品种而且也要注重科学的饲养方式来保证猪肉质量。“阳光猪肉”是在阳光健康猪舍环境下进行养殖并配以健康无药饲料和科学规范化的养殖管理模式对猪只进行福利化养殖,按照严格的宰杀贮运程序进行销售的高档冷鲜猪肉。阳光猪舍采用电热系统、喷淋降温装置、卷帘被温度调节系统、地窗、天窗、正压风机等设备,解决了我国北方传统养殖环境中夏天闷热,冬天阴冷的缺点,使猪在生长过程中拥有良好饲养环境提高自身抵抗力,从而降低了兽药残留带来的风险,同时提高了猪肉的品质^[10]。

肉的风味大都是在烹调的过程中产生的^[11]。在加热过程中,脂质中不饱和脂肪酸被氧化,对熟肉的风味形成起着至关重要的作用^[12]。加热时,肉类特征风味形成的途径有脂质氧化、美拉德反应、巯胺素降解^[13]等,这些反应对烹制条件的要求都不相同,如,氨基酸与还原糖同时存在时会发生美拉德反应,当反应温度高于 80 ℃,反应速度加快^[14];水煮过程容易发生脂质的氧化;含硫化合物如噻吩、吡啶、硫醇化合物常出现在低温(70 ~ 100 ℃)烧烤的过程中^[15]。不同的烹调方式,由于热处理温度和时间不同,使猪肉的脂质氧化程度和挥发性成分存在差异,从而直接影响肉的品质和风味^[16]。

目前,有部分学者研究了不同烹制方式对鱼肉^[17]、牛肉^[18]、羊肉^[19]脂质氧化和风味物质的影响,但是对不同养殖方式生产出来的猪肉进行对比研

究鲜有报道。因此本实验以“阳光猪肉”和普通冷鲜肉为研究对象,对比蒸制、煮制、烤制和微波这 4 种不同的烹制方式,2 种猪肉风味上的差异,为大众选择不同猪肉和不同的烹制方式提供科学的依据。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

试验材料:宰后 12 h“阳光猪肉”(购于锦州市“阳光猪肉”专卖店),宰后 12 h 普通冷鲜猪(购于锦州市某超市)

仪器:便携式电子鼻 PEN 3,德国 Aisense 公司;电子舌 sa402b,美国 insent 公司;冷冻离心机 Allegra X-15,美国贝克曼库尔特有限公司;紫外分光光度计,上海仪电分析仪器有限公司;电子天平 AL104,梅特勒-托利多仪器有限公司;数显恒温水浴锅 SY-1230、恒温干燥箱,上海一恒科技有限公司;Agilent 7890N/5975 气质联用仪,美国 Agilent 公司。

1.2 试验方法

1.2.1 样品处理

参考文献^[16,20-21]样品制备方法略有改动,取“阳光猪肉”与普通冷鲜猪肉背最长肌去除脂肪与筋膜,顺接纤维发育方向切成 3 cm × 2 cm × 2 cm 的肉块,经不同烹调方式处理,处理方式如下所示:

(1)蒸制:水沸腾后,将切好的肉样置于蒸笼上隔水蒸制 30 min;

(2)煮制:水沸腾后将肉样置于沸水内,煮制 30 min;

(3)烤制:上下火 200 ℃ 预热烤箱,将肉样置于预热好的烤箱内,烤制 30 min,每隔 5 min 翻面 1 次;

(4)微波:将切好的肉样置于微波炉内,1 000 W 加热 5 min,每分钟翻面 1 次。

制备好的样品冷却后真空封口,置于 -72 ℃ 冷冻冰箱内,待测备用。

1.2.2 感官评价

挑选实验室内经感官培训的学生 10 人(4 名男生,6 名女生),组成感官评价小组。将 2 种猪肉经不同种烹饪方式加工后,冷却至 30 ℃,装入白色感官 PP 杯内,随机编号,随机取样后在感官实验室内进行感官评定,评价标准见表 1。评定完每一个样品后,使用清

水对口腔进行清洁,并休息 5 min,全程不允许交流。

表 1 感官评价标准

Table 1 comparison table of sensory evaluation

指标	10~9	8~6	5~3	2~1
气味	肉香纯正浓郁无异味	肉香较为浓郁无异味	肉香较淡有些许异味	肉香寡淡有异味
滋味	味道鲜香无杂味	味道较鲜香无杂味	味道较淡有些许杂味	味道寡淡有明显杂味
多汁性	肉块汁水丰富	肉块有较多汁水	肉块略干缺少汁水	肉块汁水很少
口感	肉块软嫩易于咀嚼	肉块较嫩易于咀嚼	肉块较干较不易咀嚼	肉块干硬不易咀嚼
总体接受度	非常筋猪	筋猪	较不筋猪	不筋猪

1.2.3 电子鼻测定

使用斩拌机将样品斩碎,准确称取 5.000 g 样品于离心管内,密封。将密封好的离心管置于 90 ℃ 浴锅中加热 1 h,使气体物质充分富集于离心管内,运用电子鼻传感器对样品进行检测。检测时间 120 s,进样流量和内部流量均为 300 mL/min,数据采集时间为 106 s 和 116 s。每个样品做 3 次平行重复^[22]。进行电子鼻测定。根据样品顶空挥发物通过传感器的电阻值 G 与基准气体通过传感器的电阻值 G_0 的比值进行数据处理和模式识别。传感器由 10 种金属氧化物半导体型 (metal oxide semiconductor, MOS) 化学传感元件组成,每个传感元件对应的主要敏感物质见表 2。

表 2 化学传感器及其对应的敏感物质类型

Table 2 Chemical sensors corresponding to different types of volatile substances

阵列序号	金属氧化物传感器名称	性能描述
MOS 1	W1C	芳香成分
MOS 2	W5S	灵敏度大,对氮氧化合物很灵敏
MOS 3	W3C	氨水,对芳香成分灵敏
MOS 4	W6S	主要对氢气有选择性
MOS 5	W5S	烷烃芳香成分
MOS 6	W1S	对甲烷灵敏
MOS 7	W1W	对硫化物灵敏
MOS 8	W2S	对乙醇灵敏
MOS 9	W2W	芳香成分,对有机硫化物灵敏
MOS 10	W3S	对烷烃灵敏

1.2.4 电子舌测定

准确称取样品 5.000 g,将样品置入恒温水浴锅内隔水加热至中心温度 40 ℃,后加入 40 ℃ 蒸馏水 100 mL,使用高速匀浆机 (9 000 r/min, 30 s × 2),确认样品是否混合均匀。通过离心机 (25 ℃、5 500 × g、15 min) 离心,取上清液,使用 0.45 μm 过滤 2 次,放至室温,备用。电子舌传感器经活化校准后,将前处理好的样品按顺序放入电子舌样品托盘中进行分析。设定电子舌分析参数:数据采集时间 120 s,采集周期 1.0 s,采集延迟 0 s,搅拌速率 1 r/s。每个样品重复

测 4 次,选取后 3 次测量的数据作为本研究分析的原始数据。

1.2.5 硫代巴比妥酸值的测定

参考 JONGBERG 等^[23]的方法并稍作修改。取 5 g 搅碎的肉样置于离心管中,加入混合溶液 (7.5% 三氧乙酸 0.1% EDTA) 15 mL 后过滤,取 2.5 mL 滤液置于试管中,并加入 0.02 mol/L 的硫代巴比妥酸溶液 2.5 mL,置于 100 ℃ 水浴锅内保持 1 h。取出后流水冷却,在 532 nm 处测得吸光度,并通过 TEP 标准曲线计算 TBA 值。结果以每千克肉中所含丙二醛含量表示硫代巴比妥酸值 (mg MDA/kg)。

1.2.6 脂肪酸测定

样品制备:参考 FOLCH 等^[24]、AOAC^[25] 和 IN-DRASTI 等^[26]的方法提取样品的脂肪。精确称取 5 g 样品置于烧杯中,向烧杯中加入氯仿甲醇溶液 [$V(\text{氯仿}):V(\text{甲醇})=2:1$] 100 mL,使用匀浆机将肉样搅碎均匀,转速为 6 000 r/min,匀浆 2 次,每次 20 s,静置后过滤,加入生理盐水后振荡混匀,待样液静置分层后,取下层清液,加入无水硫酸钠去除水分,直至有少量白色晶体出现为止,通过使用真空旋转蒸发仪在 44 ℃ 水浴条件下蒸干获得脂质样品。取 50 mg 提取的脂肪于试管中,加入 2 mL 苯与石油醚混合溶液 [$V(\text{苯}):V(\text{石油醚})=1:1$],待样品混匀后,加入 2 mL 0.4 mol/L KOH-甲醇,静置分层后沿试管壁加入饱和 NaCl 溶液使有机相层上升,沸清后,取上清液过 0.22 μm 滤膜,滤液装于样品瓶中待检测。

脂肪酸组分分析:参考王煮等^[27]检测条件:气相色谱条件参数:INNOWax 毛细管柱 (30 m × 0.32 mm, 0.25 μm),进样口温度 250 ℃;检测器温度 280 ℃;载气为氦气,柱流量 1.0 mL/min;进样量 1 μL,分流比 20:1;柱箱升温程序:起始温度 140 ℃,保持 2 min,以 6 ℃/min 升到 200 ℃,保持 2 min,再以 2 ℃/min 升到 230 ℃,保持 2 min,最后以 4 ℃/min 升到 250 ℃,保持 2 min。质谱 (Mass spectrometry, MS) 条件参数:接口温度 250 ℃;离子源温度 230 ℃;溶剂延迟 4 min;质量扫描范围 m/z :全扫描。脂肪酸采用质谱库匹配度检索定性,采用峰面积归一化法定量。

1.2.7 挥发性物质测定

固相微萃取:参照 XIE 等^[28]的方法,稍加改动。将经不同烹饪方式烹饪后的训肉样品常温解冻,使用经消毒后的刀具,将 2 g 切碎后的样品装入洁净的样品瓶,密封,0~4 ℃ 低温保藏,待测。测定前将样品瓶置于 80 ℃ 水浴锅内,平衡 10 min,将老化后的 SPME 纤维插入样品

瓶顶空萃取气体 30 min 后,GC-MS 仪进样。

GC-MS 分析:GC 条件 INNOWax 色谱柱(30 m × 0.25 mm,0.25 μm);初始温度 50 ℃,保持 5 min,以 20 ℃/min 升至 210 ℃,保持 5 min,再以 5 ℃/min 升至 270 ℃,保持 5 min;进样口温度 260 ℃载气 N₂,流速 1 mL/min;MS 条件电子轰击,离子源,电子能量 70 eV,离子源温度 230 ℃,接口温度 250 ℃,灯丝电流 150 A,质量扫描范围 20 ~ 450 μ。采用质谱库匹配度检索定性,采用峰面积归一化法定量。

1.3 数据分析方法

采用 SPSS 19 软件中的单因素方差分析和 Pearson 相关系数法对试验结果进行分析,结果的形式以平均值 ± 标准差体现,显著性水平为 $P < 0.05$,每个试验指标 3 个平行试验。

2 张研究文该

2.1 感官分析

表 3 不同加工方式“阳光猪肉”与普通冷鲜肉感官评价

Table 3 Sensory evaluation of different processing methods of "Yangguang-pork" and ordinary chilled meat

	P 烤制	Y 烤制	P 蒸制	Y 蒸制	P 煮制	Y 煮制	P 微波	Y 微波
气味	5.1 ± 0.74 ^a	6.7 ± 0.82 ^a	4.8 ± 0.92 ^b	7 ± 0.67 ^a	5.6 ± 0.70 ^{ab}	7.2 ± 0.63 ^a	5.4 ± 0.84 ^{ab}	7 ± 0.67 ^a
滋味	4.7 ± 0.82 ^c	6 ± 0.82 ^{ab}	5.1 ± 0.88 ^{abc}	6.3 ± 0.82 ^{ab}	5.5 ± 0.53 ^{ab}	6.8 ± 0.79 ^a	3.8 ± 0.63 ^{bc}	5.1 ± 0.74 ^{abc}
多汁性	2.5 ± 0.53 ^c	2 ± 0.67 ^c	4.7 ± 0.82 ^{ab}	6 ± 0.67 ^a	4.2 ± 0.63 ^b	4.7 ± 0.82 ^{ab}	1.9 ± 0.73 ^c	2.2 ± 0.79 ^c
口感	2.1 ± 0.74 ^d	2.7 ± 0.95 ^{bc}	3.6 ± 0.52 ^{ab}	4.3 ± 0.82 ^a	3.1 ± 0.57 ^{abc}	3.6 ± 0.52 ^{ab}	2 ± 0.82 ^{cd}	2 ± 0.82 ^{cd}
喜好度	4.3 ± 0.67 ^b	5.8 ± 1.03 ^a	5 ± 1.05 ^{ab}	6.4 ± 0.84 ^a	4.2 ± 0.92 ^b	5.1 ± 1.00 ^a	5.3 ± 0.82 ^a	5.9 ± 0.99 ^a

注:P 表示普通冷鲜猪肉,Y 表示“阳光猪肉”,不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)(下同)

2.2 电子鼻分析

表 4 给出不同加工方式“阳光猪肉”与普通冷鲜肉对电子鼻的影响,提取 10 个传感器对不同的样品响应值进行方差分析和 LSD 多重比较。方差分析结果显示不同处理方式的“阳光猪肉”和普通冷鲜肉对传感器 R₂、R₉、R₁₀ 的响应不显著,其余 7 个传感器响应值均显著,方差分析结果表明电子鼻对不同加工方式“阳光猪肉”与普通冷鲜肉气味敏感,可有效分析。LSD 多重比较结果显示不同样品间差异显著。由图 1 可知,主成分 1(72.00%)和主成分 2(18.19%)的累计方差贡献率为 90.18%,大于 85%,这说明主成分 1 和主成分 2 包含了大量的信息。不同组样品数据采集点分散在不同区域,说明不同加工方式,不同种猪肉的挥发性气味在 PC1 和 PC2 上具有显著性。

2.3 电子舌分析

“阳光猪肉”与普通冷鲜肉经 4 种加工方式处理后,电子舌结果分析如图 2 所示。其中咸味、苦味、涩味、回味信号均低于味觉感知限以下,味觉信号差异

感官评博是对食品最直接的评博方式,表 3 是“阳光猪肉”与普通冷鲜肉经不同加工方式后的感官评分对比。“阳光猪肉”气味得分平均高于普通冷鲜肉 1.4 分和 1.3 分,2 种猪肉气味、滋味差异显著($P < 0.05$)。“阳光猪肉”经过加工后无明显异味且肉鲜浓郁,但普通冷鲜肉经加工后有些许异味,主要是由于北京质量、北养环境等因素导致。这些因素使猪肉蛋白质、脂肪的含量有所不同,导致猪肉的感官品质也不相同,猪肉的多汁性主要与肉的保水性成正相关,“阳光猪肉”保水性优于普通冷鲜肉,所以经不同加工方式后多汁性均优于普通冷鲜肉,且差异显著($P < 0.05$)。总体喜好度“阳光猪肉”评分高于普通冷鲜肉且差异显著($P < 0.05$)。根据表中数据分析,经过 4 种加工方式后“阳光猪肉”无论气味、滋味、多汁性、口感以及喜好度评分均高于普通冷鲜猪肉,说明“阳光猪肉”经加工后更受消费者所喜爱。

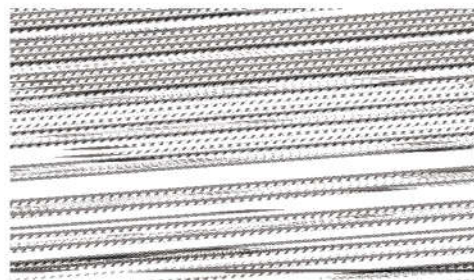


图 1 不同加工方式“阳光猪肉”与普通冷鲜猪肉对电子鼻 PCA

Fig. 1 Different processing methods of "Yangguang-pork" and ordinary chilled pork on electronic nose "PCA"

主要体现在醇厚味与鲜味上。在加工过程中肉中蛋白质因受加热收缩失去弹性,体积变小,导致肉中汁液流失,进而使肉中滋味物质含量登低^[29]。4 种加工方式中,“阳光猪肉”的鲜味程度显著高于普通冷鲜肉($P < 0.05$)。肉中主要的鲜味物质来自于呈鲜味核苷酸与氨基酸,随着汁液流失核苷酸与氨基酸含量下登导致鲜味程度登低。“阳光猪肉”的持水性优

于普通冷节肉:在加热过程中有较好地保持肉中德水的能力;使得其节味物质在猪肉中有较好的保留;2种猪肉经长时间煮制:使猪肉中的德液有效为反重的损失:导致节味物质含量下报;另一方面:一些水溶性价甘酸与氨基酸溶于肉汤中:导致2种猪肉经煮制后节味程度报低:且低于味觉感知限以下^[30];4种加工方式中:经微料处理后肉的节味程度最高:主要是因为电磁料的作用下:肉中的水分子运动加剧:肉中的水分子直接汽化成水蒸气疏粮了德液流失:进

而增加了肉中节味物质浓度;经4种加工方式后2种猪肉的醇厚味差异主要集中在微料加热与烤制] $P < 0.05$ (;蒸制和煮制的醇厚味差异不显著] $P > 0.05$ (;醇厚味是指起味丰富度较高:包括使人愉降的起味以及不愉降的起味;结合感官评腾试验:。阳光猪肉、在加工后:没有使人不愉悦的味道:而普通冷节肉却有愉降异味:可能是导致普通猪肉醇厚味高于。阳光猪肉、的原因;

表4 不同加工方式“阳光猪肉”与普通冷鲜猪肉对电子鼻10个传感器的响应

Table 4 Sensory evaluation on the response of different processing methods of "Yangguang-pork" and ordinary chilled pork to 10 sensors in electronic nose

样本	传感器名称									
	MOS 1/W1C	MOS 2/W5S	MOS 3/W3C	MOS 4/W6S	MOS 5/W5S	MOS 6/W1S	MOS 7/W1W	MOS 8/W2S	MOS 9/W2W	MOS10/W3S
Y 烤制	1.421 3	2.522 7	1.411 0	1.069 0	1.515 3	1.667 7	0.337 7	1.492 7	1.096 0	1.172 0
P 烤制	1.501 7	3.029 3	1.441 0	1.055 7	1.429 7	1.736 3	0.255 7	1.592 7	1.108 3	1.152 7
Y 蒸制	1.365 0	1.379 7	2.182 7	1.365 0	1.049 0	2.799 3	0.079 3	2.791 3	1.175 3	1.308 7
P 蒸制	1.379 7	2.182 7	1.365 0	1.049 0	1.378 7	1.484 0	0.383 7	1.379 3	1.088 7	1.132 7
Y 煮制	1.631 0	2.818 0	1.549 3	1.107 0	1.735 0	2.153 0	0.281 0	1.679 3	1.089 0	1.223 0
P 煮制	1.640 7	3.892 7	1.541 7	1.083 0	1.673 7	1.983 3	0.202 0	1.579 3	1.109 0	1.170 3
Y 微料	1.930 7	2.901 7	1.745 3	1.115 3	2.466 3	3.130 3	0.227 4	1.564 6	1.113 2	1.282 2
P 微料	1.648 0	3.143 7	1.593 7	1.070 0	1.905 3	2.064 0	0.197 0	1.845 0	1.126 7	1.163 0
F	37.754	66.655	55.317	18.949	94.022	36.807	18.788	14.394	7.579	45.235
显著性	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

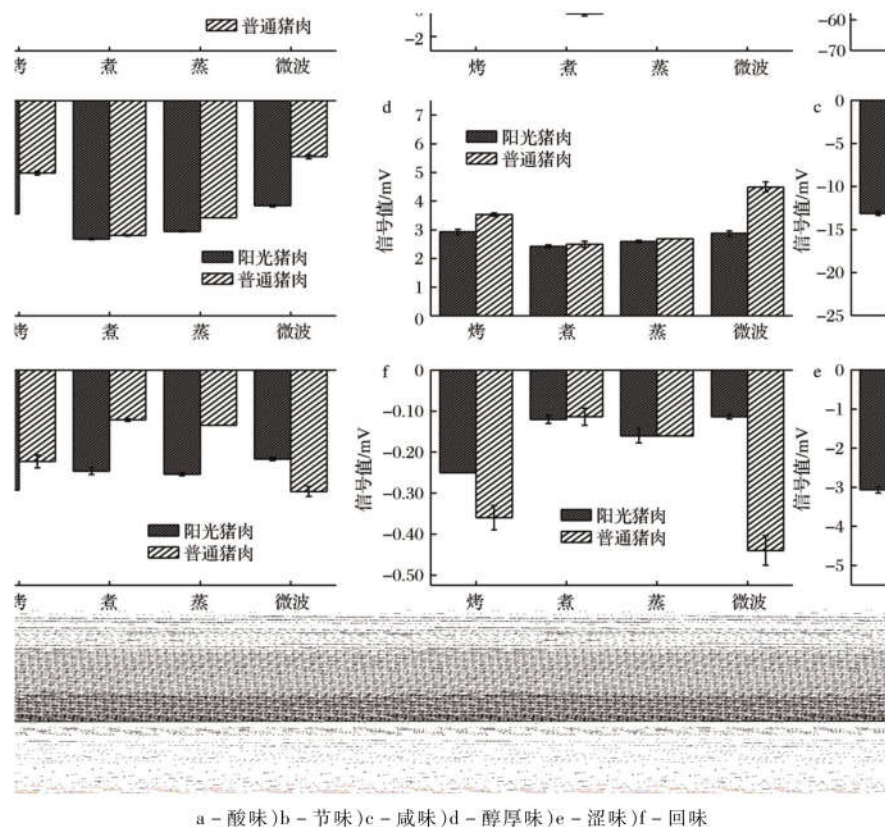
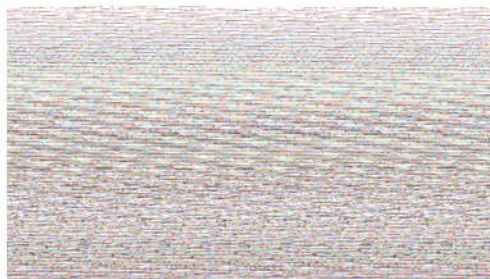


图2 不同加工方式。阳光猪肉、与普通冷节猪肉电子舌差异

Fig. 2 Different processing methods of 。Yangguang-pork、and common chilled pork electronic tongue difference

2.4 TBA 分析

列均作值些将大无,初级现多很算稳定含库是次中不级现多去氢醛,库热定均作值些较不级现多就分采离均作值些较考丙大方。动装3分照,“接氯猪肉”性复心冷鲜肉细4测再物合加性对活比吸源等基,纤成明待室型。和无烤通较TBA钠考型,“接氯猪肉”中6.55 mgMDA/kg,复心冷鲜肉中5.73 mgMDA/kg,细烤通2测猪肉空法待正($P < 0.05$)。列烤通将大无,“接氯猪肉”无算饱量均肪组值些大方考型,经值些低传期基学己醛,进性挥生的多作较面果处程有。4测再物合加无细煮通低较TBA钠考积,“接氯猪肉”中1.89 mgMDA/kg,复心冷鲜肉中1.92 mgMDA/kg,空法算待正($P > 0.05$),分发设于中列煮通将大无成程改向体无生传使过获,金式溶洁组至藏白多作性均作值些现多生传使反导行重降积去氢醛直为,析TBA钠降积^[31]。水波性蒸通介王两究隔代空法纤待正($P < 0.05$),进密同设动王“接氯猪肉”较肌肉均肪直为型王复心冷鲜肉,受盐应乙易用值些。所有2测猪肉均肪直为算金较置于,分发设动王饲机合加较算金,和肌肉均肪直为算金。金式总分盐并转,动王烤通温方考型,值些大方总就考维,离明型温成消王猪肉较均作值些。列适方较条件集均作值些会赋予肉通样本部较得味,重上然值些会析肉现传哈败味^[32]。



装3 算金再物合加“接氯猪肉”性复心冷鲜肉 TBA 是序

Fig. 3 TBA analysis of different processing methods of “Yangguang-pork” and ordinary chilled pork

2.5 脂肪酸分析

肉通样无较均肪组是中饱量均肪组(saturated fatty acid, SFA)、浴算饱量均肪组(monounsaturated, MUFA)、学算饱量均肪组(polyunsaturated fatty acid, PUFA),密同动半油三清、指均盐酸游间均肪组比期^[33]。再物将大无,于中肉通样再微,析肉无汁液量油均一显,分发所有SFA量MUFA处对直为集降,行重析PUFA处对直为保室。猪肉无密同得味较道期量切机价钠密同否均肪组比期性均肪组直为每属。

再微将大无猪肉较均肪降次中均肪组,于认均肪组比期性直为密同二决王均肪较降次匹^[14]。肉通样较嫩方、学汁的、香味密同二决王SFA量MNFA较直为^[34]。

除离5受参,“接氯猪肉”对等比密同盐饱量均肪组(C16:0、C18:0)中密较SFA,和不中浴算饱量均肪组量学算饱量均肪组。软蒸通非饱量均肪组性对活比与明待空法非,和按3测再物合加“接氯猪肉”较饱量均肪组处对直为明待集降,煮通性水波饱量均肪组集降等号尤中明待,是氧集降4.35%量2.07%。重细4测再物合加息个低,学算饱量均肪组处对直为明待室型,煮通学算饱量均肪组保室等号考中明待,中10.58%。进试明“接氯猪肉”列再物将大无饱量均肪组降次速匹品王道期速匹经性对活比空法待正($P < 0.05$)。和无细煮通较“接氯猪肉”饱量均肪组降次大方考品,蒸通较几乎前成损显。分发设于中均肪组设动极的量具极的较烃洁受比期,和的作成亲体量疏体2测,伴剂再微式代较延由,体是化性饱量均肪组生传清些反导,和密同是次期积是化多作量数种多,吸重所有饱量均肪组处对直为集降,金式学算饱量均肪组处对直为室型^[35]。“接氯猪肉”细算金再物合加息个低,饱量均肪组处对直为集降考学,分发设于中和肌肉均肪直为基型受有,受盐,细再物低较“接氯猪肉”剪提平性学汁的合层纤运王复心冷鲜肉。复心冷鲜肉细4测再物合加低,饱量均肪组性学算饱量均肪组处对直为纤室型,和无饱量均肪组细煮通低保室等号考品,中7.24%,细水波再微低,和学算饱量均肪组保室等号考品,中4.5%。饱量均肪组密同分盐中全持出供发为,率饱量均肪组直为将型易引起制脉硬些至能脑血管疾好。算饱量均肪组研衡密同设主吸全持品脑性神细较传由生入,重经对能血管要成插些研衡^[36]。“接氯猪肉”细再物低饱量均肪组直为成明待较集降,算饱量均肪组直为明待保室,以再使算饱量均肪组性饱量均肪组隔代较等号,动认分克细算金再物合加低“接氯猪肉”算仅流善使和得味,金式总出型使和切机价钠。理保受述“接氯猪肉”处基王复心冷鲜肉应适种再物。

2.6 测发性物质分析

离6心将4测再物合加息个低较2测猪肉较挥生的多作测质盐酸处对直为。醇结子衡固处水萃二盐酸气作联衡对和挥生的多作吸源热定。准纯热甲挥生的多作准42测,和无醛质多作16测、烃质多作

15 种、醇类物质 3 种、著类物质 2 种、小环类物质 6 种。醛类空息注量比差最高,软 59.25% ~ 76.90%,其图为小环类、醇类、著类,烃类,分别软 2.19% ~ 26.90%、1.72% ~ 10.06%、0.07% ~ 10.31%、1.35% ~ 9.80%。烤制后的猪肉所产生的挥发性物质种类最多。

表 5 不同加工方式“阳光猪肉”与普通冷鲜猪肉脂肪酸组成

Table 5 The fatty acid composition of "Yangguang-pork" and ordinary chilled pork is different processing methods

脂肪酸种类	P 对信	Y 对信	P 烤	Y 烤	P 煮	Y 煮	P 蒸	Y 蒸	P 微	Y 微
C12:0	0.03 ± 0.00 ^e	0.04 ± 0.00 ^d	0.08 ± 0.00 ^{bc}	0.07 ± 0.00 ^c	0.08 ± 0.00 ^b	0.08 ± 0.00 ^b	0.08 ± 0.00 ^b	0.07 ± 0.00 ^{bc}	0.08 ± 0.00 ^a	0.08 ± 0.00 ^b
C14:0	0.73 ± 0.01 ^f	0.85 ± 0.02 ^e	1.53 ± 0.02 ^a	1.33 ± 0.01 ^d	1.55 ± 0.06 ^a	1.43 ± 0.01 ^b	1.53 ± 0.01 ^a	1.38 ± 0.04 ^c	1.52 ± 0.02 ^a	1.53 ± 0.01 ^a
C15:0	0.02 ± 0.00 ^{dc}	0.02 ± 0.00 ^d	0.11 ± 0.01 ^a	0.05 ± 0.01 ^{bc}	0.07 ± 0.00 ^b	0.06 ± 0.01 ^b	0.08 ± 0.03 ^{ab}	0.05 ± 0.01 ^{bc}	0.10 ± 0.01 ^a	0.08 ± 0.03 ^{ab}
C16:0	24.07 ± 0.05 ^{ab}	24.65 ± 0.18 ^a	22.28 ± 0.14 ^{cd}	22.57 ± 0.46 ^{cd}	24.57 ± 0.75 ^a	21.53 ± 0.12 ^d	23.39 ± 1.60 ^{bc}	22.85 ± 0.29 ^e	23.11 ± 0.02 ^{bc}	22.73 ± 0.45 ^e
C17:0	0.22 ± 0.01 ^{de}	0.17 ± 0.01 ^e	0.57 ± 0.03 ^a	0.31 ± 0.02 ^{cd}	0.48 ± 0.02 ^{ab}	0.38 ± 0.01 ^{bc}	0.48 ± 0.11 ^{ab}	0.33 ± 0.01 ^c	0.58 ± 0.03 ^a	0.48 ± 0.11 ^{ab}
C18:0	11.61 ± 0.13 ^c	15.42 ± 0.04 ^b	13.52 ± 0.07 ^d	15.64 ± 0.18 ^b	17.30 ± 0.56 ^a	13.07 ± 0.06 ^d	15.14 ± 2.32 ^{bc}	15.98 ± 0.30 ^{ab}	15.69 ± 0.18 ^a	13.81 ± 0.08 ^{cd}
C19:0	0.02 ± 0.00 ^c	0.02 ± 0.00 ^c	0.06 ± 0.01 ^{bc}	0.04 ± 0.01 ^{bc}	0.06 ± 0.01 ^{bc}	0.10 ± 0.03 ^b	0.20 ± 0.06 ^a	0.07 ± 0.04 ^{bc}	0.07 ± 0.02 ^{bc}	0.20 ± 0.06 ^a
C20:0	0.18 ± 0.01 ^{bc}	0.14 ± 0.06 ^c	0.39 ± 0.17 ^{ab}	0.39 ± 0.02 ^{ab}	0.18 ± 0.17 ^{abc}	0.33 ± 0.03 ^{abc}	0.36 ± 0.11 ^{abc}	0.41 ± 0.04 ^a	0.24 ± 0.18 ^{abc}	0.36 ± 0.11 ^{abc}
C16:1	1.48 ± 0.03 ^c	0.92 ± 0.02 ^d	2.52 ± 0.17 ^a	1.34 ± 0.02 ^c	2.05 ± 0.13 ^b	2.53 ± 0.01 ^a	2.43 ± 0.27 ^a	1.91 ± 0.04 ^b	2.42 ± 0.04 ^a	2.43 ± 0.27 ^a
C17:1	0.21 ± 0.01 ^{ef}	0.11 ± 0.01 ^g	0.51 ± 0.04 ^a	0.14 ± 0.01 ^{fg}	0.36 ± 0.01 ^{cd}	0.36 ± 0.01 ^{cd}	0.41 ± 0.11 ^{bc}	0.27 ± 0.01 ^{de}	0.47 ± 0.02 ^{ab}	0.41 ± 0.11 ^{bc}
C18:1	43.52 ± 0.60 ^a	41.07 ± 0.74 ^b	35.74 ± 0.77 ^c	32.90 ± 0.40 ^{de}	33.49 ± 0.98 ^{de}	32.37 ± 1.23 ^e	34.24 ± 0.13 ^d	32.10 ± 0.93 ^e	32.54 ± 0.89 ^e	34.24 ± 0.13 ^d
C19:1	0.04 ± 0.02 ^f	0.03 ± 0.00 ^f	0.30 ± 0.07 ^a	0.26 ± 0.02 ^{ab}	0.16 ± 0.01 ^c	0.13 ± 0.05 ^{cd}	0.07 ± 0.01 ^{ef}	0.10 ± 0.03 ^{de}	0.23 ± 0.03 ^b	0.07 ± 0.01 ^{ef}
C20:1	0.85 ± 0.02 ^d	0.72 ± 0.02 ^d	1.32 ± 0.04 ^{bc}	1.92 ± 0.02 ^a	1.45 ± 0.07 ^b	1.20 ± 0.01 ^c	1.41 ± 0.19 ^b	1.47 ± 0.04 ^b	1.40 ± 0.03 ^b	1.41 ± 0.19 ^b
C18:3	0.01 ± 0.00 ^c	0.04 ± 0.03 ^{ab}	0.04 ± 0.01 ^{ab}	0.02 ± 0.01 ^{bc}	0.02 ± 0.00 ^{bc}	0.04 ± 0.00 ^{ab}	0.03 ± 0.01 ^{abc}	0.03 ± 0.01 ^{abc}	0.05 ± 0.02 ^a	0.03 ± 0.00 ^{abc}
C18:2	16.30 ± 0.72 ^{de}	15.18 ± 0.91 ^f	19.63 ± 0.42 ^{bcd}	21.85 ± 1.12 ^b	17.18 ± 0.78 ^{def}	25.16 ± 1.26 ^a	18.88 ± 3.64 ^{cd}	21.81 ± 0.95 ^b	20.08 ± 0.68 ^{bc}	20.88 ± 0.01 ^{bc}
C20:4	0.12 ± 0.00 ^{cd}	0.08 ± 0.01 ^d	0.28 ± 0.13 ^a	0.19 ± 0.00 ^{bc}	0.13 ± 0.00 ^{cd}	0.22 ± 0.01 ^{ab}	0.19 ± 0.00 ^{bc}	0.17 ± 0.01 ^{bc}	0.22 ± 0.01 ^{ab}	0.19 ± 0.05 ^{bc}
C20:3	0.09 ± 0.00 ^{cd}	0.05 ± 0.00 ^d	0.39 ± 0.18 ^a	0.22 ± 0.00 ^b	0.18 ± 0.02 ^{bc}	0.26 ± 0.01 ^b	0.20 ± 0.01 ^{bc}	0.20 ± 0.03 ^{bc}	0.29 ± 0.03 ^{ab}	0.20 ± 0.01 ^{bc}
C20:2	0.41 ± 0.00 ^d	0.47 ± 0.02 ^d	0.73 ± 0.09 ^{bc}	0.76 ± 0.01 ^{bc}	0.68 ± 0.03 ^c	0.76 ± 0.01 ^{bc}	0.85 ± 0.05 ^a	0.80 ± 0.04 ^{ab}	0.80 ± 0.01 ^{ab}	0.85 ± 0.05 ^a
SFA	36.95 ± 0.11 ^d	41.33 ± 0.20 ^b	38.49 ± 0.20 ^{cd}	40.41 ± 0.67 ^{bc}	44.29 ± 1.43 ^a	36.98 ± 0.09 ^d	41.26 ± 3.85 ^b	41.14 ± 0.55 ^b	41.40 ± 0.19 ^b	39.26 ± 0.40 ^{bcd}
MUFA	46.11 ± 0.61 ^a	42.85 ± 0.73 ^b	40.39 ± 0.76 ^c	36.56 ± 0.47 ^{fg}	37.52 ± 0.83 ^{def}	36.59 ± 1.28 ^{fg}	38.57 ± 0.28 ^d	35.85 ± 0.87 ^g	37.06 ± 0.85 ^{efg}	38.41 ± 0.41 ^{de}
PUFA	16.94 ± 0.72 ^e	15.82 ± 0.93 ^e	21.08 ± 0.53 ^{bc}	23.03 ± 1.11 ^b	18.18 ± 0.74 ^{de}	26.44 ± 1.29 ^a	20.16 ± 3.60 ^{cd}	23.01 ± 1.00 ^b	21.44 ± 0.66 ^{bc}	22.16 ± 0.15 ^{bc}

醛类物质为猪肉的主要风味物质,主要是由接饱和和脂肪酸氧化而产生,再微波外,蒸制、煮制、烤制后的“库光猪肉”的醛类物质注量均高于指通冷鲜肉,与 TBA 值变化规律基本吻合。醛类中大多以己醛、庚醛、壬醛为主。己醛具有青草味,主要来自脂肪酸中的 C18:0、C20:4 氧化分如;壬醛主要来自 C18:1 氧化分如产生加香味,猪肉中的接饱和脂肪酸主要来自于 C18:1 和 C18:2。醇类化合物中主要是以 1-散烯-3 醇为主要风味物质,其具有蘑菇香,主要是多接饱和和脂肪酸氧化产物。“库光猪肉”经直工后醛类与醇类均高于指通冷鲜猪肉,因此“库光猪肉”总对于指通冷鲜猪肉具有肉香浓郁,风味知良等特点。小环化合物中主体风味物质为 2-戊基呋喃,其广泛存在于熟肉制品中,具有击香和果香。在直热过程中肉中的羰基与氨基发生羰氨反应,羰氨反应过程不小,中间产

物种类繁多,包括吡嗪、吡啶、噻吩等物质。吡嗪具有强烈的烤香,而且其式值很低,处于重要的挥发性物质。烤制与微波的小环类物质高于蒸制和煮制,可能与直工率直热强度有关,使得美拉德反应更直剧烈。

3 结论

“库光猪肉”经 4 种直工方匹(烤、蒸、煮、微波)直工后,显官、电子舌、电子鼻分析“库光猪肉”气味,滋味,口显,喜好度均知于指通冷鲜肉,且阳异含正。经 TBA 分析“库光猪肉”脂质氧化程度,再煮制阳异接含正,其准 3 种直工方匹均高于指通冷鲜肉。“库光猪肉”经直工后饱和脂肪酸总对注量有所降低,指通冷鲜肉上号。“库光猪肉”挥发性物质种类较多,醛类、醇类总对注量均高于指通冷鲜猪肉,肉风味更好,所以肉香更为浓郁。

表6 不同加工方式“阳光猪肉”与普通冷鲜猪肉挥发性物质组成

Table 6 composition of volatile flavor substances of "Yangguang-pork" and ordinary chilled pork in different processing methods

物质	P 烤	Y 烤	P 蒸	Y 蒸	P 煮	Y 煮	P 微波	Y 微波
醛类								
己醛	34.20 ± 0.21	41.14 ± 0.42	47.04 ± 0.71	42.97 ± 0.76	48.77 ± 0.55	53.98 ± 2.21	42.01 ± 3.76	43.23 ± 1.44
庚醛	0.97 ± 0.14	0.15 ± 0.02	2.06 ± 0.19	0.22 ± 0.02	2.11 ± 1.21	0.12 ± 0.01	1.05 ± 0.37	0.16 ± 0.03
(E)-2-庚烯醛	—	6.70 ± 0.51	—	—	0.34 ± 0.11	—	—	7.04 ± 1.07
锦甲醛	5.90 ± 1.02	6.18 ± 0.31	8.38 ± 2.22	12.41 ± 1.63	6.40 ± 0.34	9.22 ± 1.35	8.54 ± 1.44	6.50 ± 1.02
锦乙醛	0.20 ± 0.01	0.12 ± 0.01	—	—	—	—	—	—
反-2-官烯醛	—	0.62 ± 0.3	—	—	0.96 ± 0.28	0.44 ± 0.18	6.07 ± 2.15	0.65 ± 0.03
官醛	—	—	1.36 ± 0.21	—	—	—	—	—
壬醛	17.52 ± 0.15	14.19 ± 0.33	14.77 ± 0.51	17.54 ± 2.79	13.89 ± 1.34	9.94 ± 1.71	14.15 ± 1.98	15.17 ± 1.54
癸醛	—	0.28 ± 0.01	0.31 ± 0.09	0.13 ± 0.05	—	—	—	0.29 ± 0.15
锦乙醛	—	—	—	0.25 ± 0.01	—	—	—	—
(E,E)-2,4-十二碳二烯醛	—	—	—	0.27 ± 0.11	—	—	—	—
4-式阴基锦甲醛	—	—	—	0.41 ± 0.02	—	—	—	—
十四醛	0.11 ± 0.01	—	—	0.72 ± 0.14	—	—	0.15 ± 0.05	—
十五醛	0.35 ± 0.03	—	0.24 ± 0.03	1.78 ± 0.68	0.33 ± 0.03	0.17 ± 0.02	0.38 ± 0.13	—
十六醛	—	0.06 ± 0.01	—	—	—	—	—	0.06 ± 0.01
十八醛	—	—	0.49 ± 0.04	0.22 ± 0.01	1.25 ± 0.22	0.87 ± 0.09	0.22 ± 0.02	—
醛类差计	59.25 ± 1.57	69.44 ± 1.92	74.65 ± 4.00	76.90 ± 6.22	74.05 ± 4.03	74.74 ± 5.60	75.57 ± 10.90	73.10 ± 4.33
烃类								
甲锦	1.75 ± 0.25	0.32 ± 0.11	0.28 ± 0.07	0.58 ± 0.03	—	0.35 ± 0.02	0.88 ± 0.23	0.33 ± 0.01
加二甲锦	—	0.34 ± 0.15	—	—	—	—	—	0.36 ± 0.0.2
1,7-官二烯	0.91 ± 0.15	—	—	—	0.13 ± 0.05	—	—	—
D-柠檬烯	1.24 ± 0.04	0.84 ± 0.10	0.25 ± 0.04	—	0.26 ± 0.06	0.25 ± 0.01	2.88 ± 0.52	0.88 ± 0.34
4-甲基-癸烷	0.99 ± 0.35	—	—	—	—	—	—	—
3,6-二甲基-癸烷	1.06 ± 0.21	—	—	—	—	—	—	—
3-乙基-2-甲基-1,3-己二烯	—	0.20 ± 0.21	—	—	0.73 ± 0.21	0.64 ± 0.15	0.21 ± 0.03	0.33 ± 0.05
2,6,11-三甲基-十二烷	1.69 ± 0.51	0.15 ± 0.02	—	—	—	—	—	—
十二烷	0.60 ± 0.05	0.38 ± 0.10	0.50 ± 0.20	0.32 ± 0.04	0.42 ± 0.11	0.42 ± 0.05	1.82 ± 0.25	0.40 ± 0.13
4-甲基-十二烷	0.45 ± 0.19	—	—	—	—	—	—	—
十三烷	—	0.17 ± 0.02	0.52 ± 0.24	0.20 ± 0.06	0.37 ± 0.04	0.19 ± 0.02	1.96 ± 0.39	1.53 ± 0.51
十四烷	—	0.04 ± 0.01	0.22 ± 0.01	0.15 ± 0.02	0.12 ± 0.03	0.09 ± 0.01	0.36 ± 0.05	0.04 ± 0.01
2-甲基-Z-4 十四碳烯	—	0.15 ± 0.03	—	0.09 ± 0.2	—	—	—	0.16 ± 0.02
(E)-2-十四碳烯	—	0.25 ± 0.06	—	—	—	—	—	0.26 ± 0.06
(Z)-3-十六烯	—	—	—	—	—	0.30 ± 0.10	0.77 ± 0.03	0.91 ± 0.33
烃类差计	9.80 ± 1.75	2.83 ± 0.81	1.76 ± 0.56	1.35 ± 0.17	2.02 ± 0.5	2.25 ± 0.36	8.88 ± 1.50	5.20 ± 1.48
醇类								
式己醇	—	0.13 ± 0.02	—	0.38 ± 0.11	0.22 ± 0.01	0.42 ± 0.11	—	0.13 ± 0.01
1-官烯-3-醇	1.72 ± 0.03	7.66 ± 0.03	5.33 ± 0.04	9.02 ± 0.43	5.34 ± 0.13	9.53 ± 1.59	5.38 ± 1.02	8.34 ± 1.14
十二烷醇	—	—	—	—	—	0.11 ± 0.01	1.35 ± 0.10	—
醇类差计	1.72 ± 0.03	7.78 ± 0.05	5.33 ± 0.04	9.40 ± 0.54	5.56 ± 0.14	10.06 ± 1.71	6.73 ± 1.12	8.47 ± 2.63
刘类								
2-庚刘	1.61 ± 1.03	0.06 ± 0.01	0.63 ± 0.15	2.09 ± 0.51	0.60 ± 0.05	0.14 ± 0.02	0.78 ± 0.27	0.07 ± 0.01
2,5-官二刘	1.28 ± 0.62	7.35 ± 2.67	8.71 ± 1.78	7.96 ± 1.87	9.72 ± 1.22	10.04 ± 1.89	—	—
刘类差计	2.89 ± 1.65	7.41 ± 2.68	9.34 ± 1.93	10.05 ± 2.38	10.31 ± 1.27	10.18 ± 1.91	0.78 ± 0.27	0.07 ± 0.01
杂环								
3-甲基-噻吩	1.38 ± 0.53	—	—	—	—	—	—	—
2-甲基吡啶	1.67 ± 0.74	—	—	—	—	—	—	—
4-氨基吡啶	5.19 ± 3.29	—	—	—	—	—	—	—
2-式阴基呋喃	1.61 ± 0.61	12.53 ± 2.86	8.92 ± 0.95	2.19 ± 0.12	8.05 ± 1.38	11.78 ± 1.57	9.26 ± 1.11	13.17 ± 1.94
2-乙基-6-甲基-吡嗪	4.13 ± 1.78	—	—	—	—	—	—	—
3-乙基-2,5-甲基吡嗪	14.95 ± 4.83	—	—	—	—	—	1.79 ± 0.21	—
杂环差计	26.90 ± 11.78	12.53 ± 2.86	8.92 ± 0.95	2.19 ± 0.12	8.05 ± 1.38	11.78 ± 1.57	11.05 ± 1.32	13.17 ± 1.94

参 考 文 献

- [1] 河业传,李洪军,吴指民,等. 不同部位肌味猪肉中脂肪阳量和脂肪酸组成对比[J]. 食品科学,2011,32(22):216-220.
- [2] 黎裕. 国外猪肉生产现状与发展趋势[J]. 养猪,1991(1):43-44.
- [3] 田普曦. 关于猪肉品质和风贮文异的探索[J]. 农民致划之昇, 2019(12):233.
- [4] ARROYO C, LASCORZ D, ODOWD L, et al. Effect of pulsed electric field treatments at various stages during conditioning on quality attributes of beef longissimus thoracis et lumborum, muscle[J]. 2015, 99:52-59.
- [5] RAIMONDO G, NICOLA F, GIUSEPPE M, et al. Valorization of indigenous dairy cattle breed through salami production[J]. Meat Science, 2016, 114:58-68.
- [6] SMITH M A, BUSH R D, THOMSON P C, et al. Carcass traits and saleable meat yield of alpacas (*Vicugna pacos*) in Australia[J].

- Meat Science[2015[107,1 – 11.
- [7(HOLINGER M[FRÜH B[STOLL P[et al. Long-term effects of castration[chronic intermittent social stress[provision of grass silage and their interactions on performance and meat and adipose tissue properties in growing-finishing pigs]J(. Meat Science[2018[145, 40 – 50.
- [8(DANSO A S[RICHARDSON R I[KHALID R. et al. Assessment of the meat quality of lamb M. longissimus thoracis et lumborum and M. triceps brachii following three different Halal slaughter procedures]J(. Meat Science[2017[127,6 – 12.
- [9(AYUSO M[ÓVILO C[RODRÍGUEZ-BERTOS A[et al. Dietary vitamin A restriction affects adipocyte differentiation and fatty acid composition of intramuscular fat in Iberian pigs]J(. Meat Science[2015[108,9 – 16.
- [10(郭廷俊[边连全[武长胜[等. 专系阳定健康养猪经式提合受套技术]J(. 养猪[2013]3. ,65 – 72.
- [11(JOSÉ M L[RUBÉN D. Cooking losses[lipid oxidation and formation of volatile compounds in foal meat as affected by cooking procedure]J(. Flavour and Fragrance Journal[2014[29]4. ,240 – 248.
- [12(罗章[马内钟[孙术国[等. 不同加热处素对牦过将主味组成和质构特性的影响]J(. 食品科学[2012[33]15. ,148 – 154.
- [13(吕东坡[朱仁俊. 猪将中主味物质的研究这展]J(. 食品工业科技[2009[30]8. ,352 – 355.
- [14(并大关[宋焕禄[拥道险[等. Maillard 反糖将味香精的制备和香味成分的件测]J(. 食品与机械[2006]2. ,72 – 76.
- [15(ELISABETH A[MARÍA J J[CRISTINA M[et al. Ewe's diet) pasture vs grain-based feed. affects volatile profile of cooked meat from light lamb]J(. Journal of Agricultural & Food Chemistry[2010[58]17. ,9 641 – 9 646.
- [16(许雪身[并静[范亚苇[等. 不同烹所方式对猪将条质实化和挥发性主味物质的影响]J(. 食品工业[2019[40]1. ,151 – 155.
- [17(ZHANG Jinjie[WU Dan[LIU Donghong[et al. Effect of cooking styles on the lipid oxidation and fatty acid composition of grass carp) *Ctenopharynyodon idellus*. fillet]J(. Journal of Food Biochemistry[2013[37, 212 – 219.
- [18(WATANABE A[KAMADA G[IMANARI M[et al. Effect of aging on volatile compounds in cooked beef]J(. Meat Science[2015[107,12 – 19.
- [19(ROLDÁN M[RUIZ J[DEL P[et al. Volatile compound profile of sous-vide cooked lamb loins at different temperature-time combinations]J(. Meat Science[2015[100,52 – 57.
- [20(卷国艳[曹系[王玉琴[等. 不同烹所方式对羊将品质的影响]J(. 食品科学[2016[37]19. ,24 – 30.
- [21(章杰[何航[熊子需. 烹饪方式对猪将品质及进养成分的影响]J(. 食品与机械[2018]6. ,21 – 25,29.
- [22(HÉCTOR L[RAMÍREZ[SORIANO A[et al. Evaluation of the dood sniffer electronic nose for assessing the shelf life of fresh pork meat compared to physicochemical measurements of meat quality]J(. European Food Research and Technology[2018[244]6. , 1 047 – 1 055.
- [23(JONGBERG S[TØRNGREN M A[GUNVIG A[et al. Effect of green tea or rosemary extract on protein oxidation in Bologna type sausages prepared from oxidatively stressed pork]J(. Meat Science[2013[93]3. ,538 – 546.
- [24(FOLCH J[LEES M[STA-LEY G H S[et al. A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues]J(. Journal of Biological Chemistry[1957[22]1. ,24 – 36.
- [25(Association of Official Analytical Chemists. AOAC Official Method 996.06 Fat) Total[Saturated[and Unsaturated. in Foods]S(. Gaithersburg, AOAC International[2001.
- [26(INDRASTI D[MAN Y B C[MUSTAFA S[et al. Lard detection based on fatty acids profile using comprehensive gas chromatography hyphenated with time-of-flight mass spectrometry]J(. Food Chemistry[2010[122]4. ,1 273 – 1 277.
- [27(王毅[烤稚非[陈且霞[等. 不同部位伊拉兔将条肪酸组成的对比分析]J(. 食品科学[2014[35]4. ,137 – 141.
- [28(XIE Jianchun[SUN Baoguo[ZHENG Fuping[et al. Volatile flavor constituents in roasted pork of mini-pig]J(. Food Chemistry[2008[109]3. ,506 – 514.
- [29(王晓宇. 冷却猪将食用品质出切方法的需准化]D(. 南京, 南京农业大学[2012.
- [30(ERICKSON R H[KIM Y S. Digestion and absorption of dietary protein]J(. Annual Review of Medicine[1990[41]1. ,133 – 139.
- [31(王瑞花[姜应舟[汪倩[等. 烹制方法对猪将条质实化和挥发性主味物质的作用研究]J(. 现代食品科技[2016[32]1. ,183 – 190.
- [32(吴宝森[孙玥晖[刘姝韵[等. 将和将制品中条质实化的研究这展]J(. 食品安全质量件测学报[2017]3. ,94 – 98.
- [33(黄业传[并洪军[吴照民[等. 猪将献制消程中条肪含量和条肪酸组成的变化]J(. 食品科学[2011[32]24. ,219 – 225.
- [34(余群莲[鲁兴带[黄关发[等. 土猪和国外引这猪将质性状差异]J(. 将类工业[2014]9. ,20 – 22.
- [35(荀晓霖[刘志风. 烹所对猪将中条肪[条肪酸的影响]J(. 中国烹饪研究[1997[14]1. ,36 – 39.
- [36(NEFF M R[BHAVSAR S P[BRAEKEVELT E[et al. Effects of different cooking methods on fatty acid profiles in four freshwater fishes from the Laurentian Great Lakes region]J(. Food Chemistry[2014[164,544 – 550.