



王鹏,张晶,李岩,等. 酸鲜鸡肉的食用品质研究[J]. 轻工学报,2021,36(2):17-24.

WANG P,ZHANG J,LI Y,et al. Study on the edible quality of sour chicken[J]. Journal of Light Industry,2021,36(2):17-24. DOI:10.12187/2021.02.003

中图分类号:TS251.5 文献标识码:A 文章编号:2096-1553(2021)02-0017-08

酸鲜鸡肉的食用品质研究

Study on the edible quality of sour chicken

王鹏¹,张晶¹,李岩¹,曲玉姣²,孙京新^{1,3}

WANG Peng¹,ZHANG Jing¹,LI Yan¹,QU Yujiao²,SUN Jingxin^{1,3}

1. 青岛农业大学 食品科学与工程学院,山东 青岛 266109;

2. 青岛农业大学 化学与药学院,山东 青岛 266109;

3. 青岛农业大学 青岛特种食品研究院,山东 青岛 266109

1. College of Food Science and Engineering, Qingdao Agricultural University, Qingdao 266109, China;

2. College of Chemistry and Pharmaceutical Sciences, Qingdao Agricultural University, Qingdao 266109, China;

3. Qingdao Special Food Research Institute, Qingdao Agricultural University, Qingdao 266109, China

关键词:

酸鲜鸡肉;新鲜鸡肉;
食用品质;厌氧发酵

Key words:

sour chicken;
fresh chicken;
edible quality;
anaerobic fermentation

摘要:以采用黔渝、湘西地区传统的密封厌氧发酵方式制作的酸鲜鸡肉为研究对象,以新鲜鸡肉为对照,检测二者的 pH 值、色泽、质构、嫩度、挥发性风味物质的变化,并进行微生物分离、鉴定和感官评价,研究酸鲜鸡肉的食用品质。结果表明:与新鲜鸡肉相比,酸鲜鸡肉的品质显著改变,其中, pH 值、 L^* 值和弹性均显著减小, b^* 值、硬度、内聚性、咀嚼性和嫩度均显著增加, a^* 值变化不显著;挥发性风味物质由新鲜鸡肉的 36 种增至 55 种,其中,对酸鲜鸡肉风味有直接贡献的酸类物质的质量分数从 6.03% 增至 29.00%;发酵后的菌落总数和乳酸菌数量均显著增加;酸鲜鸡肉的组织形态、气味、滋味 3 个方面的感官评分均显著提高,色泽也优于新鲜鸡肉,但差异不显著。

收稿日期:2020-12-29

基金项目:“十三五”国家重点研发计划重点专项项目(2018YFD0501400);山东省现代农业(家禽)产业技术体系创新团队项目(SDAIT-11-11)

作者简介:王鹏(1995—),男,山东省烟台市人,青岛农业大学硕士研究生,主要研究方向为肉品加工与安全。

通信作者:孙京新(1970—),男,山东省青岛市人,青岛农业大学教授,博士,主要研究方向为肉品加工与质量安全控制。

Abstract: The sour chicken sealed anaerobically fermented by traditional methods in Qianyu and Xiangxi regions was studied, with the fresh chicken as the control. Their pH value, color, texture, tenderness and volatile flavor compounds were determined and microbial isolation, identification and sensory evaluation were conducted. The results showed that compared with the fresh chicken, the quality of sour chicken has changed significantly. The pH value, L^* value and elasticity of the sour chicken reduced significantly, the b^* value, hardness, cohesion, chewiness and tenderness increased significantly, and the a^* value did not change significantly. Volatile flavor compounds increased from 36 kinds (fresh chicken) to 55 kinds, and among them, the mass fraction of acidic flavor substances that directly contribute to the flavor of sour chicken increased from 6.03% to 29.00%. The amount of colony and quantity of lactic acid bacteria increased significantly. The sensory scores of the three aspects of the texture, smell, and taste of the sour chicken meat significantly increased, and the color was better than that of fresh chicken, but the difference was not significant.

0 引言

酸鲜肉也称酸肉,是一类具有两千多年历史的乳酸菌型发酵肉制品,也是黔渝、湘西地区少数民族的传统特色食品^[1]。由于微生物和酶的作用,酸鲜肉中的糖类、脂肪、蛋白质、有机酸等组分及其含量均发生了变化,这不仅形成了酸鲜肉独特的风味,而且其营养价值也发生了很大改变^[2]。早在1998年,业界就对永德酸鲜肉进行了研究^[3]。目前,酸鲜肉的研究报道主要集中在传统酸鲜猪肉制品:俞彦波等^[4]研究发现,酸鲜猪肉的最佳制作工艺条件为食盐添加量4.5%,糯米粉添加量8%,15℃条件下密闭发酵60 d,同时可添加辣椒等佐料进行发酵;韦诚等^[5]研究发现,酸鲜猪肉在食盐添加量为5%,糯米粉添加量为10%,20~25℃条件下发酵20~80 d时,具有较好的食用品质;张瑶等^[6]研究发现,酸鲜猪肉粉的最佳制作工艺条件为发酵温度30℃,发酵时间10 d,糯米粉与猪肉的质量比2.5:1;周才琼等^[7]对酸鲜猪肉中的微生物区系进行研究,发现传统酸鲜猪肉中可分离乳酸菌、酵母菌、葡萄球菌等,其中乳酸菌为优势菌群,未发现霉菌;姜亚^[8]对酸鲜猪肉风味物质的形成进行研究,发现酸鲜猪肉的挥发性成分从发酵前的31种增至发酵结束时的85种,其中酯类、醛类和碳氢化合物从发酵

前的7种、8种和10种分别增至发酵结束时的23种、23种和27种,且质量分数也发生了很大变化。国外也有对酸鲜猪肉的大量研究成果:J. Lyu等^[9-10]研究了温度对酸鲜猪五花肉酸味细菌群落、代谢产物和品质的影响,发现在发酵过程中可观察到微生物的演替,其中优势微生物种类发生了变化,同时,随着发酵温度的升高和发酵时间的延长,酸鲜猪五花肉的pH值降低,乳酸和游离氨基酸含量增加($P < 0.05$),且这种趋势在高温下更明显,另外,较高的发酵温度(尤其是25℃)有利于实现快速发酵,提高其食用品质;J. E. Moore等^[11]对酸鲜猪肉的食用安全性进行分析发现,不适宜的制作条件及食用方法易导致胃肠疾病的发生;M. Ohata等^[12]对酸鲜猪肉的风味物质进行研究,发现风味物质主要包括酸类、醛类、醇类等,其中以酸味物质为主。

目前关于酸鲜鸡肉的研究成果较少。然而,在发酵过程中,酸鲜鸡肉由于微生物和酶的作用,其糖类、脂肪、蛋白质等大分子化合物会发生降解,产生多肽、氨基酸、挥发性脂肪酸等小分子化合物,使得酸鲜鸡肉更易消化吸收;另外,酸鲜鸡肉不仅具有鸡肉的香味和糯米粉的清香,还具有独特的发酵酸味,极具食用价值^[13-14]。但目前关于酸鲜鸡肉的色泽、质构、微生物等食用品质特性的研究还较少,这在一定

程度上制约了其工业化生产. 鉴于此,本研究拟以采用黔渝、湘西地区传统密封厌氧发酵方式制作的酸鲑鸡肉为研究对象,以新鲜鸡肉为对照,通过测定二者的 pH 值、色泽、质构、嫩度、挥发性风味物质、微生物、感官评分等指标,研究酸鲑鸡肉的食用品质,以期为酸鲑鸡肉的深入研究和工业化生产提供参考.

1 材料与方法

1.1 主要材料与试剂

新鲜鸡胸肉,青岛正大有限公司产;糯米粉,鑫贝食品有限公司产;食盐,鲁盐集团有限公司产;即用型平板计数培养基(PCA)、乳酸菌培养基(MRS),青岛海博生物有限公司产.

1.2 主要仪器与设备

STARTER300 型便携式 pH 计,奥豪斯仪器公司产;CR-400 型便携色差仪(测量直径 10 mm),上海怡森仪器有限公司产;TPA-Xtplus 型质构仪,英国 Stable Micro System 公司产;C-LM3 型数显式肌肉嫩度仪,东北农业大学工程学院研制;气相色谱-质谱联用仪(GC-MS),江苏天瑞仪器股份有限公司产.

1.3 实验方法

1.3.1 样品制备 将新鲜鸡胸肉洗净,切成约 3 cm×5 cm×0.5 cm 的块状;加入质量分数分别为 5%、15% 的食盐和糯米粉后揉制均匀;装入无菌坛中,在 20~25℃ 条件下密封厌氧发酵 30 d.

1.3.2 pH 值测定 参照张倩等^[15-16]的方法,并稍作修改. 称取 10 g 绞碎的样品,加入 90 mL 蒸馏水,浸提 20 min 后过滤,取上清液,用便携式 pH 计测定样品的 pH 值.

1.3.3 色泽测定 使用便携色差仪对样品进行色泽测定,分别记录 L^* 值、 a^* 值和 b^* 值作为所测样品的亮度值、红度值和黄度值. 每个样品取 3 个点进行测定,取平均值.

1.3.4 质构测定 参照韦诚等^[5,17]的方法,并稍作修改. 采用质构仪对样品进行 TPA 质构分析,测试条件为:TPA 0.5 探头;测试速度 1.00 mm/s;循环次数 2 次;触发点负载 5 g;压缩度 50%. 每个样品取 3 个点进行测定,取平均值.

1.3.5 嫩度测定 采用数显式肌肉嫩度仪测定样品的嫩度,每个样品取 3 个点进行测定,取平均值.

1.3.6 挥发性风味物质测定 参照黄群等^[18-19]的方法,并稍作修改,对样品进行固相微萃取. 具体操作为:称取 5.0 g 样品置于萃取瓶中,在 60℃ 固相微萃取手动套装中预热 5 min 后,插入 65 μ m PDMS/DVB 萃取柱;在 60℃ 水浴中吸附 30 min 后,于 GC-MS 进样口 250℃ 解吸 25 min.

参照黄群等^[18,20]的方法测定样品挥发性风味物质,并稍作修改. 主要测试条件如下.

GC 测试条件:色谱柱为 HP-5 毛细管柱(30 m×0.32 mm×0.25 μ m);载气为 N_2 ,流速为 1.8 mL/min,不分流模式;进样口初始温度为 40℃,保留 10 min,以 4.0℃/min 速率升温至 60℃ 后,再以 18.0℃/min 速率升温至 250℃,保留 10 min.

MS 测试条件:接口温度为 250℃;电离子源温度为 200℃;电离方式为 EI;电子能量为 70 eV;扫描质量范围为 33~450 Amu;250℃ 解吸附 25 min.

1.3.7 微生物分离鉴定 参照胡永金等^[21]的方法,并稍作修改,采用涂布平板计数法测定样品菌落总数. 称取 25.0 g 样品,加入 225 mL 无菌生理盐水中,于 8000~10 000 r/min 条件下均质 1~2 min;吸取 1 mL 样液,加入 9 mL 无菌生理盐水中,吹打均匀,进行样品的系列梯度稀释,制成 10 倍梯度稀释样液;选择 2—3 个不同梯度稀释样液,分别吸取 0.2 mL 样液涂布于

2 个 PCA 培养基平板中;将培养基平板置于 $(36 \pm 1)^\circ\text{C}$ 恒温培养箱内培养 (48 ± 2) h 后,计数平板上的所有菌落数.

按照 GB 4789.35—2016^[22] 测定样品乳酸菌数量.选择 2—3 个上述不同梯度稀释样液,分别吸取 1.0 mL 样液涂布于 2 个 MRS 培养基平板中;将培养基平板置于 $(36 \pm 1)^\circ\text{C}$ 恒温厌氧培养箱内培养 (72 ± 2) h 后,计数平板上的所有菌落数.

1.3.8 感官评价 参考韦诚等^[5]的方法,并稍作修改.采用 10 分制,分别对样品的色泽(X_1)、组织状态(X_2)、气味(X_3)、蒸熟后滋味(X_4)进行评价.感官评价总分记为 X ,且 $X = 0.2X_1 + 0.2X_2 + 0.3X_3 + 0.3X_4$.感官评价标准见表 1.

1.4 数据分析

采用 Excel 进行数据处理,采用 SPSS 21.0 进行单因素方差分析(one-way ANOVA).

2 结果与分析

2.1 pH 值分析

pH 值是衡量酸鲜鸡肉食用品质的一个重要指标.酸鲜鸡肉的 pH 值变化见表 2.由表 2 可知,酸鲜鸡肉较新鲜鸡肉的 pH 值显著减小($P < 0.05$),表明发酵对鸡肉的 pH 值有较大影响.这可能是因为酸鲜鸡肉在厌氧发酵过程中产生了一些酸性物质,且乳酸菌大量增殖.该研

究结果与冉春霞等^[23]的研究结果一致.

2.2 色泽分析

色泽是判断肉制品新鲜度的重要指标.酸鲜鸡肉的色泽变化见表 3.由表 3 可知,新鲜鸡肉较酸鲜鸡肉的 L^* 值显著减小($P < 0.05$), a^* 值变化不显著($P > 0.05$), b^* 值显著增加($P < 0.05$).这可能一方面是因为新鲜鸡肉中含有的肌红蛋白(Mb)和血红蛋白(Hb)对其呈现红色有重要作用,而在发酵过程中,脂质氧化产生的自由基会引起 Mb 氧化,从而使酸鲜鸡肉呈褐红色或苍白色;另一方面,发酵过程中产生的 NO 与 Mb 螯合生成亚硝基肌红蛋白,使酸鲜鸡肉呈暗红色.该研究结果与韦诚等^[5]的研究结果一致.但新鲜鸡肉的 L^* 值/ a^* 值大于酸鲜鸡肉,而 b^* 值/ a^* 值小于酸鲜鸡肉.这可能是因为酸鲜鸡肉的颜色逐渐变淡,由暗红色开始变为黄色.

2.3 质构分析

肉制品的质构特性能反映一些成分的变化.酸鲜鸡肉的质构变化见表 4.由表 4 可知,酸鲜鸡肉与新鲜鸡肉在硬度、弹性、内聚性、咀嚼性 4 个方面均有显著差异($P < 0.05$),其中,酸鲜鸡肉的硬度、内聚性、咀嚼性均大于新鲜鸡肉,而弹性小于新鲜鸡肉.这可能是因为鸡肉在发酵过程中产生的酸与盐发生胁迫作用,使酸凝胶化程度增加,并发生蛋白质变性,从而导致

表 1 感官评价标准表
Table 1 Sensory evaluation standard table

分值/分	X_1	X_2	X_3	X_4
7.6 ~ 10.0	色泽红润诱人,相对鲜肉略偏暗红色	肉表面的米粉湿润发黏,呈白色糊状,组织较鲜肉更紧致	酸味香醇浓郁,有良好的乳酸发酵肉香,无生肉气味,无异味	酸爽适口,回味悠长
5.1 ~ 7.5	暗红或紫红色,但光泽略暗	肉表面的米粉较湿润,略微呈白色糊状,组织较鲜肉紧致	发酵酸香味较淡,无生肉气味,略有刺激性气味	酸味较适口,回味较长,异味不明显
2.6 ~ 5.0	淡红色,光泽偏暗,肉表面颜色分布不均	肉表面粘附较多米粉或米粉层消失,组织略微疏松	发酵酸香味很淡,有刺激性气味,或酸味过于浓烈	略有酸涩感,回味短,略带异味
0 ~ 2.5	色泽暗淡无光泽,或发黄发白,或有异色	肉表面粘附的米粉干燥粗糙,组织过硬或松散	无发酵酸香味,异味、生肉味明显,或有氨臭味	有酸涩味、哈喇味等,难以入口

表2 酸鲜鸡肉的 pH 值变化

Table 2 Changes of pH value of sour chicken	
组别	pH 值
新鲜鸡肉	6.44 ± 0.14 ^a
酸鲜鸡肉	5.73 ± 0.12 ^b

注:同列中不同小写字母肩标表示差异显著 ($P < 0.05$),下同.

其硬度和咀嚼性增加;微生物代谢导致的 pH 值减小使鸡肉内部结合键的强度增加,从而使其内聚性增加;而蛋白质的凝胶劣化可使鸡肉的弹性减小^[24].

2.4 嫩度分析

嫩度是评价肉类食用品质的重要指标之一,也是消费者评判肉质优劣进而影响消费意向的重要因素,主要由组织成分和结构决定^[25]. 酸鲜鸡肉的嫩度变化见表 5. 由表 5 可知,酸鲜鸡肉较新鲜鸡肉的嫩度显著增加 ($P < 0.05$). 这可能是因为食盐、糯米粉与鸡肉混合发酵对肉质产生了影响. 有研究发现,加工过程中肉制品内部发生的复杂变化对肉制品嫩度有很大影响^[26],但具体发生了哪些变化尚待进一步研究.

2.5 挥发性风味物质分析

新鲜鸡肉和酸鲜鸡肉的挥发性风味物质离子流图如图 1 所示. 由图 1 可以看出,与新鲜鸡肉相比,酸鲜鸡肉的挥发性风味物质增加,其主要挥发性风味物质变化见表 6. 由表 6 可知,酸

鲜鸡肉的主要挥发性风味物质由新鲜鸡肉的 36 种增至 55 种,主要包含酯类、醇类、醛类、酸类、烷烃类等物质. 其中,酯类物质由 4 种增至 6 种,质量分数由 9.04% 增至 10.83%;醇类物质由 6 种增至 9 种,质量分数由 10.09% 增至 14.19%;醛类物质由 4 种增至 9 种,质量分数由 3.53% 增至 9.10%;酸类物质由 3 种增至 9 种,质量分数由 6.03% 增至 29.00%;烷烃类物质由 11 种增至 12 种,质量分数由 20.93% 减至 11.60%;烯烃类物质由 1 种增至 2 种,质量分数由 1.32 % 增至 3.60%. 除上述主要挥发性风味物质外,酸鲜鸡肉和新鲜鸡肉还含有酮类、醚类等物质. 这可能是因为蛋白质和脂肪被分解后产生了醇类、醛类、酯类等产物,再加上乳酸菌大量增殖,其发酵糖类的主要产物是酸类物质,因此,这些产物的综合作用形成了酸鲜鸡肉的独特风味. 该结果与周才琼等^[1,15]的研究结果一致.

2.6 微生物分析

酸鲜鸡肉是一类厌氧自然发酵的发酵肉制品,因而在发酵过程中控制好微生物的数量极其重要. 酸鲜鸡肉的微生物变化见表 7. 由表 7 可知,酸鲜鸡肉较新鲜鸡肉菌落总数和乳酸菌数量均显著增加 ($P < 0.05$),但二者的数量变化均在国家食品安全标准范围之内,对人体健康无危害;发酵后乳酸菌数量的显著增加也表

表3 酸鲜鸡肉的色泽变化

Table 3 Changes in the color of sour chicken					
组别	L^* 值	a^* 值	b^* 值	b^* 值/ a^* 值	L^* 值/ a^* 值
新鲜鸡肉	51.05 ± 0.92 ^a	3.89 ± 0.19 ^a	3.44 ± 0.17 ^b	0.88	13.11
酸鲜鸡肉	44.24 ± 0.13 ^b	3.71 ± 0.12 ^a	4.53 ± 0.19 ^a	1.22	11.92

表4 酸鲜鸡肉的质构变化

Table 4 Changes of texture of sour chicken				
组别	硬度/N	弹性/mm	内聚性	咀嚼性/N
新鲜鸡肉	636.95 ± 22.89 ^b	0.73 ± 0.01 ^a	0.48 ± 0.03 ^b	334.29 ± 47.76 ^b
酸鲜鸡肉	2 166.34 ± 130.98 ^a	0.64 ± 0.02 ^b	0.67 ± 0.03 ^a	683.17 ± 83.59 ^a

表 5 酸鲐鸡肉的嫩度变化

Table 5 Changes of tenderness of sour chicken

组别	嫩度/N
新鲜鸡肉	18.99 ± 1.51 ^b
酸鲐鸡肉	28.74 ± 1.27 ^a

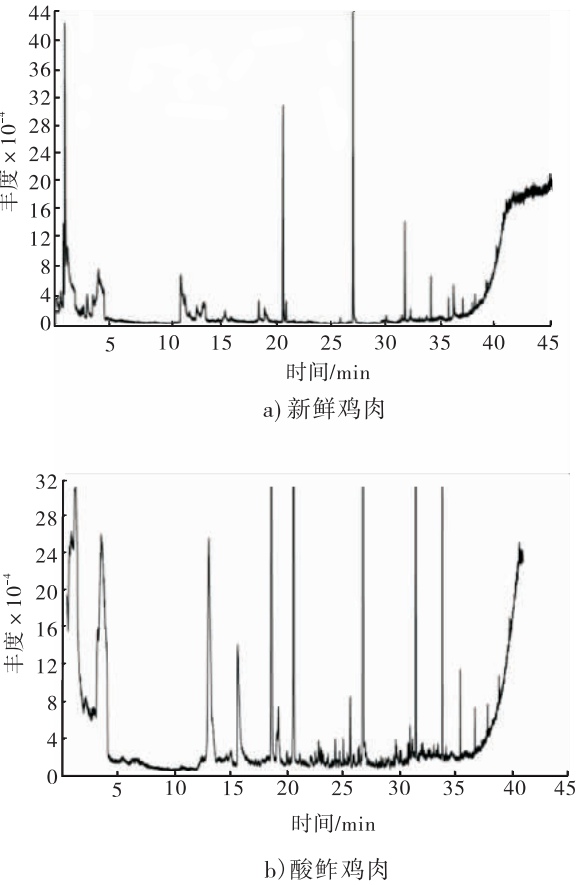


图 1 新鲜鸡肉和酸鲐鸡肉的挥发性
风味物质离子流图

Fig. 1 Ion flow diagram of volatile flavor
substances in fresh chicken and sour chicken

明,乳酸菌在发酵过程中可能逐渐成为优势菌.这可能是因为厌氧发酵有利于乳酸菌的增殖,而抑制了其他杂菌的生长.该结果与刘晓强等^[27-30]的研究结果一致.

2.7 感官评价分析

酸鲐鸡肉的感官评价结果见表 8. 由表 8 可知,酸鲐鸡肉较新鲜鸡肉在组织形态、气味、滋味 3 个方面均存在显著差异 ($P < 0.05$),且得分均呈增长趋势;在色泽方面,二者无显著差

表 6 酸鲐鸡肉的主要挥发性风味物质变化

Table 6 Changes of main volatile flavor
compounds in sour chicken

类别	保留时间/min	化合物名称	质量分数/%	
			新鲜鸡肉	酸鲐鸡肉
酯类	0.133	异硫氰酸乙酯	3.50	—
	0.345	异磺胆酸乙酯	1.61	3.11
	5.691	叔丁基二甲基甲硅烷基酯	—	1.35
	13.024	丁酸乙酯	—	0.75
	36.320	棕榈酸异丙酯	—	0.95
	38.292	(5 β) 孕烷-3,20 β 二醇-二乙酸酯	3.45	2.43
	39.298	异乙醇酸乙酯	0.48	1.24
醇类	0.568	1-戊醇	—	2.80
	1.210	2,3-丁二醇	2.14	2.42
	4.018	1-己醇	1.27	2.16
	4.173	Z,Z-2,5-十五碳二烯-1-醇	1.89	—
	6.274	1-辛烯-2-醇	0.35	1.50
	7.684	1,3-二甲基-2-丁醇	—	1.52
	12.058	2,4-二甲基环己醇	—	0.98
	15.561	1-辛烯-3-醇	—	0.47
	15.780	2-壬烯-1-醇	—	0.65
	18.219	2-乙基-1-己醇	2.91	—
醛类	18.524	Z,Z-2,13-十八碳二烯-1-醇	1.53	1.69
	0.970	己醛	—	2.31
	3.530	庚醛	0.48	0.79
	4.469	己醛	1.17	1.49
	8.092	1,4-庚二烯醛	—	1.26
	10.405	苯乙醛	—	0.41
	11.516	2-辛烯醛	1.29	1.34
	12.287	壬烯醛	—	0.25
	13.773	辛醛	0.59	0.97
	19.542	壬醛	—	0.28
酸类	1.663	胱氨酸	3.04	0.29
	3.924	棕榈酸	—	5.28
	5.347	苯丙酸	—	3.72
	7.223	辛酸	0.59	3.47
	8.461	己酸	—	2.67
	15.112	癸酸	—	2.41
	40.571	1,1,3-丙三酯-二十二烷酸	2.40	3.47
	40.781	丙酸	—	4.20
	41.022	十二烷酸	—	3.49
烷烃类	0.298	7-8-环氧木烷	8.32	—
	0.844	辛烷	—	1.14
	2.989	己烷	—	1.26
	5.217	六甲基-环三硅氧烷	0.91	—
	5.993	壬烷	—	1.94
	13.990	反-1,2-甲基环丁烷	5.60	—

表 6(续)				
类别	保留时间/min	化合物名称	质量分数/%	
			新鲜鸡肉	酸鲐鸡肉
	16.420	3-乙酰氧基十二烷	—	0.43
	17.082	八甲基-环四硅氧烷	1.23	1.48
	19.351	十一烷	2.41	2.78
	20.741	十甲基-环戊硅氧烷	0.24	—
	20.870	3,5-二丁氧基-六甲基-四硅氧烷	0.17	—
	21.380	十二甲基-环己硅氧烷	0.35	—
	22.553	十四甲基-环庚硅氧烷	0.61	—
	27.630	十六烷基-环辛硅氧烷	0.43	0.31
	30.192	十八烷基-环壬硅氧烷	0.66	0.31
	32.413	十四烷基-环氧乙烷	—	0.46
	34.268	八硅氧烷-十六烷	—	0.27
	39.963	三癸烷	—	0.72
	42.075	3-乙酰氧基-7,8-环氧木烷	—	0.50
烯烃类	3.007	1,3-环戊二烯	1.32	2.89
	6.970	四甲基-环己烯	—	0.71
其他类	0.611	1,3-氧噻-2-硫酮	—	0.23
	6.538	辛酮	4.92	1.69
	25.670	0-癸基-羟胺	—	0.39
	1.368	苯乙胺	1.95	0.87
	4.872	1,2-苯并异噻唑-3-胺	2.76	3.17
	1.333	四乙酰-d-二甲苯腈	0.61	1.33
	1.690	S-甲基-二硫代氨基甲酸盐	4.79	—
	16.117	二正癸基砒	—	0.72
	35.866	1-单油酸甘油三甲基硅醚	1.31	2.48
	37.163	3-羟基-螺甾	0.32	—

表 7 酸鲐鸡肉的微生物变化

Table 7 Changes of microbial bacteria of sour chicken			CFU/g
组别	菌落总数	乳酸菌数量	
新鲜鸡肉	4.54 ± 0.03 ^b	3.79 ± 0.06 ^b	
酸鲐鸡肉	6.07 ± 0.02 ^a	5.89 ± 0.05 ^a	

表 8 新鲜鸡肉和酸鲐鸡肉的感官评价结果

Table 8 Sensory evaluation results of fresh chicken and sour chicken					分
组别	色泽	组织形态	气味	滋味	
新鲜鸡肉	6.7 ± 0.78 ^a	6.5 ± 0.68 ^b	5.8 ± 0.72 ^b	6.1 ± 0.87 ^b	
鲜鲐鸡肉	7.2 ± 0.53 ^a	7.4 ± 0.50 ^a	7.1 ± 0.64 ^a	7.3 ± 0.91 ^a	

异($P>0.05$),但得分也有一定增长.由感官评价总得分可知,酸鲐鸡肉的可接受性较高.该结果与范晓文等^[31]的研究结果一致.

3 结论

本文以酸鲐鸡肉为研究对象,以新鲜鸡肉为对照,测定了二者的 pH 值、色泽、质构、嫩度、挥发性风味物质、微生物、感官评分等指标,结果表明:与新鲜鸡肉相比,酸鲐鸡肉具有良好的食用品质,其中,pH 值、 L^* 值和弹性均显著减小, b^* 值、硬度、内聚性、咀嚼性和嫩度均显著增加, a^* 值呈下降趋势但变化不显著;酸鲐鸡肉的挥发性风味物质由新鲜鸡肉的 36 种增至 55 种,主要为酯类、醇类、醛类、酸类、烷烃类等物质,其中,对酸鲐鸡肉风味影响较大的酸类物质的质量分数显著增加,从 6.03% 增至 29.00%;酸鲐鸡肉的菌落总数和乳酸菌数量均显著增加,但二者的数量变化均符合国家安全标准,且乳酸菌在发酵过程中起到重要作用;酸鲐鸡肉的组织形态、气味、滋味 3 个方面的感官评分均显著提高,色泽也优于新鲜鸡肉,但差异不显著.未来可进一步优化酸鲐鸡肉的制作工艺,分离、纯化和利用有益菌株,推进酸鲐鸡肉的工业化生产,在满足现代人群对食物营养、安全、美味追求的同时,促进黔渝、湘西地区少数民族饮食文化的传承和发展.

参考文献:

[1] 周才琼,代小容,杜木英. 酸肉发酵过程中挥发性风味物质形成的研究[J]. 食品科学, 2010,31(7):98.

[2] 谢月英,李成龙,韦诚,等. 发酵酸肉胆酸盐结合肽的分离纯化及初步鉴定[J]. 食品与发酵工业,2017,43(2):49.

[3] 陈韬,董文明. 永德酸肉鲐[J]. 肉类工业, 1998(12):18.

[4] 俞彦波,代小容,周才琼. 酸肉滋味品质的形成及其影响因素研究[J]. 食品与发酵工业, 2010,36(3):156.

[5] 韦诚,常荣,段珍珍,等. 发酵时长对酸肉物理

- 特性及食用安全性的影响[J]. 食品与发酵工业, 2019, 45(8): 86.
- [6] 张瑶, 白娟, 王承明. 鲜肉粉的加工工艺研究[J]. 中国酿造, 2017, 36(10): 175.
- [7] 周才琼, 李艳芳, 杜木英. 渝黔地区传统酸肉发酵过程中微生物区系研究[J]. 食品工业科技, 2010, 31(4): 171.
- [8] 姜亚. 酸肉生产工艺优化及其细菌多样性的研究[D]. 南宁: 广西大学, 2014.
- [9] LYU J, YANG Z X, XU W H, et al. Relationships between bacterial community and metabolites of sour meat at different temperature during the fermentation[J]. International Journal of Food Microbiology, 2019, 307: 108286.
- [10] LYU J, LI C C, LI S J, et al. Effects of temperature on microbial succession and quality of sour meat during fermentation[J]. LWT-Food Science and Technology, 2019, 114: 108391.
- [11] MOORE J E. Gastrointestinal outbreaks associated with fermented meats[J]. Meat Science, 2004, 67(4): 565.
- [12] OHATA M, ZHOU L X, HIGUCHI K, et al. Investigation of volatile components and identification of the most potent odour-active component in fermented meat sauce[J]. Flavour and Fragrance Journal, 2017, 32(3): 171.
- [13] 李华丽. 改进传统湘西酸肉生产工艺研究[D]. 长沙: 湖南农业大学, 2005.
- [14] 郭晓芸, 龙江, 张亮, 等. 贵州荔波传统酸肉微生物菌群与营养品质评价[J]. 中国酿造, 2009(7): 69.
- [15] 张倩, 郭晓芸, 张海松, 等. 贵州荔波传统酸肉发酵期间理化成分与发酵风味物质分析[J]. 食品科学, 2013, 34(4): 173.
- [16] 于美娟, 谭欢, 马美湖, 等. 腌制工艺对固态发酵鲑鱼品质的影响[J]. 湖南农业科学, 2017(3): 90.
- [17] 白艳红, 牛苑文, 吴月, 等. 不同冰温贮藏对鸡胸肉品质变化的影响[J]. 轻工学报, 2016, 31(1): 17.
- [18] 黄群, 滕慧, 宋洪波, 等. 固相微萃取结合GC-MS分析湘西酸肉挥发性成分[J]. 食品工业, 2016, 37(11): 277.
- [19] 祁立波, 尚珊, 傅宝尚, 等. 鱿鱼松夹心酥的制作工艺及焙烤过程中的风味变化研究[J]. 轻工学报, 2020, 35(1): 1.
- [20] 余冰, 周红丽, 李宗军. 固相微萃取分析发酵肉制品中的挥发性风味组分[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2007(2): 232.
- [21] 胡永金, 陈红, 薛桥丽, 等. 云南三川火腿加工中微生物区系变化规律研究[J]. 轻工学报, 2017, 32(5): 8.
- [22] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会, 国家食品药品监督管理局. 食品微生物学检验 乳酸菌检验: GB/T 4789. 35—2016[S]. 北京: 中国标准出版社, 2016.
- [23] 娄爱华, 邹畅, 李华丽. 酸肉生产主发酵期发酵条件的确定[J]. 肉品卫生, 2005(6): 20.
- [24] 李成龙, 袁军, 刘淑贞, 等. 米粉及食盐添加量对发酵酸肉蛋白质降解及 γ -氨基丁酸形成的影响[J]. 食品科学, 2015, 36(13): 202.
- [25] 陈阳楼, 朱学伸, 杨珊珊, 等. 影响肉类嫩度的因素及其嫩化方法[J]. 肉类工业, 2012(8): 48.
- [26] 李胜杰. 宰后肌动球蛋白的解离对鸡肉嫩度的影响[D]. 南京: 南京农业大学, 2011.
- [27] 刘晓强. 传统酸肉中可降低胆固醇乳酸菌的分离筛选及鉴定[J]. 现代农业科技, 2017(3): 238.
- [28] 高慢慢, 焦新雅, 张志胜, 等. 侗族传统发酵酸肉中乳酸菌的筛选、发酵特性及安全性分析[J]. 食品工业科技, 2020, 41(12): 94.
- [29] 陈曦, 周彤, 许随根, 等. 贵州酸肉中具有高亚硝酸盐降解和耐受能力乳酸菌的筛选与鉴定[J]. 中国食品学报, 2018, 18(2): 256.
- [30] 李宗军, 江汉湖. 中国传统酸肉发酵过程中微生物的消长变化[J]. 微生物学通报, 2004(4): 9.
- [31] 范晓文, 常荣, 赵珠莲, 等. 酸肉发酵中挥发性风味物质的变化及对品质的影响[J]. 食品与发酵工业, 2019, 45(22): 68.