

doi:10.6041/j.issn.1000-1298.2016.06.031

液熏鲟鱼片生产工艺优化与品质影响分析

桂萌^{1,2} 林佳¹ 马长伟¹ 李平兰¹

(1. 中国农业大学食品科学与营养工程学院, 北京 100083; 2. 北京市水产科学研究所, 北京 100068)

摘要: 研究了液熏鲟鱼片的加工工艺及其对品质的影响, 以为液熏鲟鱼片产品开发提供理论指导。从烟熏液种类、烟熏液质量分数、液熏时间和干燥时间 4 个方面对烟熏鲟鱼片的工艺进行了优化。结果表明, 山楂核烟熏香味料 II 号, 烟熏液质量分数 5%, 液熏 3 h, 85℃ 干燥 2 h 处理条件下液熏鲟鱼片具有浓郁而宜人的烟熏风味。进一步从微生物、含水率、粗蛋白、脂肪、盐分、有效酸度(pH 值)、挥发性盐基氮(TVB-N)、苯并芘和挥发性风味成分方面评价鱼片液熏干燥后品质的变化, 结果表明鲟鱼片总菌数由液熏前 2×10^3 CFU/g 减少为液熏后 5×10^2 CFU/g, 酚类物质相对含量由液熏前 0.89% 升高到液熏后 8.62%。鲟鱼片液熏干燥后含水率减少而粗蛋白、粗脂肪含量升高, 产品中未检出致病菌, 苯并芘含量(质量比)仅为 0.22 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 。以上研究结果表明经本试验优化工艺制得的液熏鲟鱼片产品微生物及苯并芘含量符合相关标准, 且风味良好, 适宜进行大规模生产和推广。

关键词: 鲟鱼; 液熏; 风味物质; 工艺优化

中图分类号: TS201.1; TS254.5 文献标识码: A 文章编号: 1000-1298(2016)06-0235-07

Optimization of Liquid Smoking Processing and Its Effect on Quality of Sturgeon Fillets

Gui Meng^{1,2} Lin Jia¹ Ma Changwei¹ Li Pinglan¹(1. College of Food Science and Nutritional Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China
2. Beijing Fisheries Research Institute, Beijing 100068, China)

Abstract: In order to provide theoretical guidance for producing liquid smoking sturgeon fillets, the liquid smoking processing technology and effects of liquid smoking process on the quality of sturgeon fillets were studied. The type and concentration of liquid smoke, smoking time and drying time of liquid smoking process were optimized. The results indicated that desirable sensorial characteristics with intense and pleasant taste were acquired when dipped in 5% hawthorn kernel smoked flavor II for 3 h and dried at 85℃ for 2 h. Microbiology, moisture content, crude protein, crude fat, salt content, pH value, total volatile basic nitrogen (TVB-N), benzopyrene and volatile components were determined to evaluate the effect of liquid smoking process on sturgeon fillets. The results showed that total viable count was reduced from 2×10^3 CFU/g to 5×10^2 CFU/g and the relative content of phenolic compounds was increased from 0.89% to 8.62% during the process. Meanwhile, the moisture content was decreased and crude protein content and crude fat content were increased. In addition, the liquid smoked sturgeon fillets contained no pathogenic bacteria and 0.22 $\mu\text{g}/\text{kg}$ benzopyrene. The results suggested that the liquid smoking processing technology of sturgeon fillets should be proposed in market promotion for the products, and it meets national standards in microbiology and benzopyrene with desirable taste.

Key words: sturgeon; liquid smoking; flavor components; process optimization

收稿日期: 2016-01-18 修回日期: 2016-02-24

基金项目: 北京市鲟鱼、鲑鳟鱼创新团队项目(SCGWZJ20151105-2)和国家现代农业科技城成果惠民科技示范工程项目(Z131100003113006)

作者简介: 桂萌(1988—),女,博士生,北京市水产科学研究所助理研究员,主要从事水产品加工与保鲜研究,E-mail: guimeng172@126.com

通信作者: 李平兰(1964—),女,教授,博士,主要从事食品微生物研究,E-mail: lipinglan@cau.edu.cn

引言

鲟鱼是我国重要的经济淡水鱼类,2011年养殖产量已达到44 211 t,占世界鲟鱼养殖总量的80%。鲟鱼肉营养价值极高,素有“软黄金”之称,其蛋白质和必需氨基酸含量高于大部分淡水鱼^[1]。然而目前市场上鲟鱼主要以鲜活形式销售,仅有小部分被加工成冷冻食品和鱼子酱产品,与鲟鱼养殖产业相比,鲟鱼加工产业发展非常滞后^[2],因此急需开发富有特色的鲟鱼加工产品拓展鲟鱼消费市场。

烟熏会赋予食品特有的风味和颜色,同时也具有抗氧化和抗菌作用,是用于保存肉类和鱼类的一种古老方法^[3]。但这种传统的烟熏方式正在被烟熏液所替代。烟熏液与传统烟熏工艺相比具有许多优势,例如这种熏制方式更简单而且对环境的污染小。传统的烟熏会产生多环芳烃化合物(PAHs),具有致癌性,而液熏液由于经过特殊加工工艺含有极少的PAHs。同时一些烟熏液具有不同的组成成分,因此也会赋予产品不同的感官品质^[4]。

液熏技术在国外已较为成熟,已有多项专利^[4]。国内目前也有一些学者开始将液熏技术应用于水产品:胡雪琼等^[5]对虾进行液熏处理,得到了一种美味、安全且烟熏味较好的调味食品;张其标等^[6]研究了不同的工艺参数对鳗鱼品质的影响,得到液熏鳗鱼的最佳工艺,制得的产品品质良好;蔡克周等^[7]研究了山核桃烟熏液对低温灌肠质量的影响,结果发现灌肠在经过烟熏液处理后,其感官品质得到明显的改善。此外,还研究了烟熏液对灌肠贮藏特性的影响,结果表明,液熏处理后,产品的过氧化值显著降低,微生物的生长明显得到抑制,因此液熏处理有益于提高产品的保质期。然而目前国内外学者还未将液熏技术运用于鲟鱼加工研究。本文以鲟鱼为研究对象,确定液熏鲟鱼片的制作工艺,同时评价液熏工艺对产品品质及风味物质的影响,以期液熏鲟鱼片产品的开发奠定理论基础。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

鲟鱼,2~3 kg,购于北京市水产科学研究所十渡鲟鱼养殖基地。

辣椒、花椒、麻椒、桂皮、草果、肉蔻、食盐、白糖、鸡精等,购于北京市新发地批发市场。

山楂核烟熏香味料 I 号(简称 I 号),山楂核烟熏香味料 II 号(简称 II 号)、II-2008、II-2008A、II-2009、II-2009A、II-2001,10 倍烟熏山核桃浓

缩液(简称十倍),购于济南华鲁食品有限公司。

1.2 仪器与设备

BS-210S 型分析天平,德国赛多利斯天平有限公司;XFB-200 型粉碎机,吉首市中诚制药机械厂;KDY-9820 型凯氏定氮仪,北京市通润源机电技术有限公司;KXL-1010 型消煮炉,北京市通润源机电技术有限公司;Agilent 1260 型高效液相色谱仪,美国安捷伦公司;GC-MS QP2010 plus 型气相色谱-质谱联用仪,日本岛津公司;DHG-9146A 型电热恒温鼓风干燥箱,上海精宏实验设备有限公司。

1.3 方 法

1.3.1 加工工艺

新鲜鲟鱼→初处理→清洗→切片→液熏→清洗→腌制调味→清洗→干燥→包装冷藏。

1.3.2 腌料配方

辣椒 5.5%,花椒 1.5%,麻椒 1.2%,桂皮 0.7%,肉蔻 0.6%,草果 0.5%,白糖 5%,食盐 4%,鸡精 1.2%,以上均为质量分数。

1.3.3 操作要点

(1)初处理:新鲜鲟鱼宰杀后去头、去内脏,流水洗净表面粘液及腹腔内淤血,切成厚度 1 cm 左右的鲟鱼片,清洗沥干。

(2)液熏:将鲟鱼片浸渍于一定浓度的烟熏液中,静置一定时间。

(3)清洗:用 5~10℃ 的流水将鱼片洗净。

(4)腌制调味:将调味料均匀涂抹于鲟鱼片进行腌制,腌制温度为 4℃,腌制时间 3 h。

(5)干燥:将鱼片放置于干燥箱中干燥一定时间,干燥温度设定为 85℃。

(6)包装冷藏:将干燥完毕的鲟鱼片进行真空包装处理,并放置于 4℃ 冷藏。

1.3.4 液熏工艺

(1)烟熏液种类及浓度的选择

将烟熏液 I 号、II 号、II-2008、II-2008A、II-2009、II-2009A、十倍、II-2001 分别稀释为 0.2%、0.5%、1%、2%、3%、5%、6%、7% 质量分数的烟熏液。将鱼肉与烟熏液按 1:3(体积比例)进行配比,将鱼肉于烟熏溶液中浸泡 3 h,随后于 85℃ 干燥 2 h 后取出进行感官评价,表 1 为评价标准,其中,色泽、质地和烟熏味评分分别占感官评价总体评分的 30%、30% 和 40%。

(2)鲟鱼片液熏过程中酚类物质的渗透测定

将烟熏液配成质量分数为 5%,鱼肉与烟熏液按 1:3(体积比例)进行配比,分别将鱼肉于 4℃ 液熏 1、2、3、4、5 h,测定鱼肉中酚类物质的含量。

酚类物质含量的测定采用修正吉布斯法,具体

表1 烟熏液选择感官评定标准

Tab.1 Standards of sensory evaluation for smoked-liquid choice

类别	评价标准/分		
	80~100	60~80	0~60
色泽	有光泽,呈类似烟熏色	稍有光泽,较烟熏色浅	无光泽,无烟熏色
质地	肉质紧密、弹性好	肉质较紧、弹性一般	肉质松散、弹性差
烟熏味	烟熏味浓郁	烟熏味较淡	无烟熏味或烟熏味刺鼻

方法参照 QB/T 1122—2007,分别测定鱼肉液熏前后熏液中酚类物质的含量,以前后含量的差值表示鱼肉中酚类化合物的渗透情况。

(3) 干燥时间的选择

鲟鱼片液熏后进行漂洗,随后在热风干燥箱中以 85℃ 进行干燥,分别测定干燥 30、60、90、120、150、180 min 时产品的含水率,绘制含水率变化曲线并进行感官评价,分析产品在不同干燥时间下含水率和感官性质的变化,确定最佳干燥时间。

1.3.5 微生物的测定

细菌总数、大肠菌群、金黄色葡萄球菌、沙门氏菌、志贺氏菌分别按照 GB/T 4789.2—2010、GB/T 4789.3—2003、GB4789.10—2010、GB 4789.4—2010、GB4789.5—2012 测定。

1.3.6 理化性质的测定

含水率采用直接干燥法(GB 5009.3—2010)测定;粗蛋白含量采用凯氏定氮法(GB 5009.5—2010)测定;粗脂肪含量采用索氏抽提法(GB 5009.6—2010)测定;盐分含量采用硝酸银沉淀滴定法(SC/T 3011—2001)测定;挥发性盐基氮(TVB-N)采用半微量定氮法(GB/T 5009.44—2003《肉与肉制品卫生标准的分析方法》)测定。

有效酸度(pH值)的测定:称取鱼肉 10 g(精度 0.1 g),绞碎后加入 90 mL 蒸馏水,以 10 000 r/min 转速均质 30 s,静置 30 min 后过滤,取滤液用酸度计测定其 pH 值,每个样品做 3 个平行处理。

苯并芘的测定:参照黄靖芬^[8]所确定的苯并芘检测方法进行。

1.3.7 风味物质测定

采用 SPME-GC-MS 联用法进行分析。萃取头:65 μm PDMS/DVB,将样品置于 60℃ 下平衡 60 min 后,将萃取头插入顶空瓶中萃取 30 min,搅拌速度为 250 r/min,然后将萃取头拔出置于 250℃ 的进样口中解吸 2 min。

气相色谱条件:DB-WAX 型色谱柱,进样量 1 μL,载气为氦气;进样方式:1 min 不分流;恒压

35 kPa;进样口温度 200℃;接口温度 250℃,起始柱温 40℃,保持 3 min,以 5℃/min 升温至 120℃,再以 10℃/min 升温至 200℃,保持 5 min。

质谱条件:离子源温度 200℃,电离方式 EI,电子能量 70 eV,扫描采集。数据采集使用数据库:NIST05。

2 结果与分析

2.1 液熏工艺的确

2.1.1 烟熏液种类及浓度的确定

由图 1 可知,烟熏液 II 号和 II-2008A 号在 5 种质量分数下的感官分值均高于其他烟熏液,因此烟熏液 II 号和 II-2008A 号是本试验中初步筛选出的烟熏液种类。烟熏液 II 号和 II-2008A 号的感官分值在 0.2%~5% 范围内随着质量分数的增加而增加,在质量分数为 5% 时感官分值最大,为进一步比较烟熏液 II 号和 II-2008A 号的烟熏效果,考察了更大质量分数范围即 0.2%~7% 范围内两者的烟熏效果,结果如图 2 所示。烟熏液 II 号和 II-2008A 号在 0.2%~7% 范围内随着质量分数的增加感官分值均呈现先增加后降低的趋势,这种感官分值降低的变化是由于高质量分数烟熏液处理后鱼片烟熏味过浓而导致。烟熏液 II 号在质量分数 5% 时感官分值显著高于其他处理组,因此本试验优选的烟熏液种类及质量分数分别为 II 号和 5%。

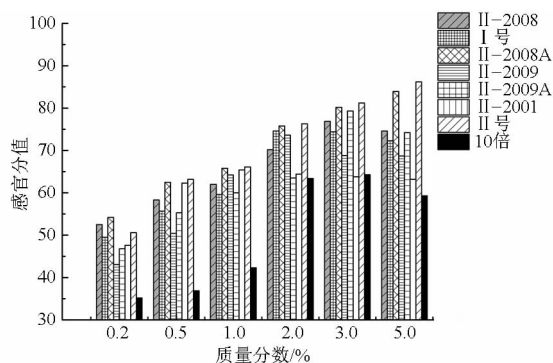


图1 不同种类及不同质量分数烟熏液处理的鲟鱼片感官分值

Fig.1 Sensory scores of sturgeon fillets treated with different kinds and concentrations of smoked-liquids

2.1.2 液熏时间的选择

烟熏液具有扩散性,扩散是物质的分子从系统的一个部分通过运动转移到另一个部分的过程^[9]。采用烟熏液制备熏制鲟鱼片即是利用扩散原理对食品进行加工。烟熏液中许多化学成分都影响液熏鱼片的质量和风味,但其中对鱼片烟熏风味影响最大的是酚类化合物。酚类化合物在鱼片中积累过程一定程度上也反映鱼片的感官变化过程^[10]。图3为

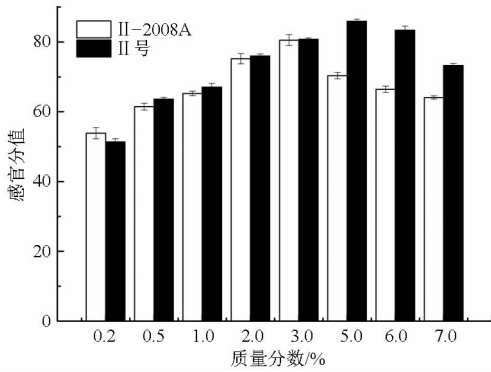


图2 不同质量分数烟熏液II号和II-2008A号处理的鲟鱼片的感官分值

Fig.2 Sensory scores of sturgeon fillets treated with different concentrations of smoked-liquids of II and II-2008A

鲟鱼片在质量分数为5%的烟熏液II号中处理不同时间时酚类物质的渗透情况。鱼片中酚类物质渗透量在液熏1 h后有开始显著上升($p < 0.05$),在3~5 h内变化不显著($p > 0.05$)。由于鱼片在浸泡3 h时感官评价良好(结果未显示),且考虑到液熏工艺的经济性,本试验优选的液熏时间为3 h。

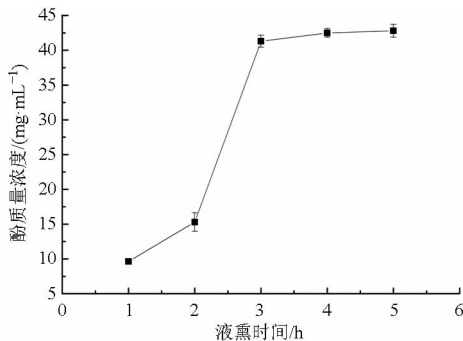


图3 鲟鱼片在液熏过程中酚类物质的渗透情况
Fig.3 Phenol deposition for sturgeon fillets during liquid smoking

2.1.3 干燥时间的确定

鲟鱼片液熏后在85℃热风干燥条件下的含水率和感官分值变化如图4所示。由图可知,鱼片含水率随干燥时间的增加而减少,而鱼片的感官分值随干燥时间先增加后减少。鱼片含水率过高时肉质紧密性和弹性较差,而鱼片含水率过低又会导致酸味苦味偏重。本试验中鱼片在120 min时感官分值最高,因此优选的干燥时间为120 min。

2.2 微生物分析

由表2可知,原料鱼片细菌总数和大肠菌群数均较低,且检测的3种致病菌均未检出,说明原料鱼卫生程度良好,并没有受到微生物污染。液熏后鲟鱼片细菌总数较烟熏前减少1个数量级,且液熏后鲟鱼片大肠菌群未检出,说明液熏工艺对鱼片中微生物具有强烈的抑制作用,这可能是烟熏液中的酚类、醛类和酸类等物质的杀菌效果所致。此外,液熏

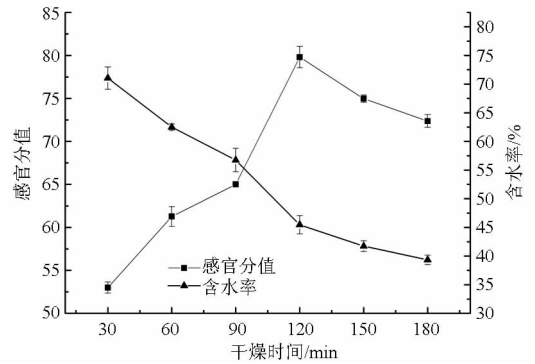


图4 不同干燥时间下鲟鱼片的含水率与感官分值变化
Fig.4 Changes of moisture content and sensory scores of sturgeon fillets at different drying time

鱼片中未检测出金黄色葡萄球菌等3种致病菌,说明液熏产品的微生物指标安全。

表2 鲟鱼片微生物指标测定结果

微生物	液熏前	液熏后
细菌总数	$\leq 2 \times 10^3$	$\leq 5 \times 10^2$
大肠菌群	$\leq 4 \times 10^2$	-
金黄色葡萄球菌	-	-
沙门氏菌	-	-
志贺氏菌	-	-

2.3 理化性质分析

为了考察液熏工艺对鲟鱼片基本营养成分及相关理化指标变化情况,分别测定了原料鱼片和经过1.3.1节中步骤加工后鱼片的含水率、粗蛋白、粗脂肪、盐分、有效酸度(pH值)、TVB-N值,结果列于表3。

表3 液熏鲟鱼片理化指标测定结果

理化指标	新鲜鱼片	烟熏产品
含水率/%	74.31 ± 0.13	44.57 ± 0.18
粗蛋白质量比/(g·(100 g) ⁻¹)	11.28 ± 1.21	15.87 ± 1.23
粗脂肪质量比/(g·(100 g) ⁻¹)	5.35 ± 0.17	8.78 ± 0.43
pH值	6.61 ± 0.03	5.76 ± 0.02
盐分质量分数/%	0.12 ± 0.04	2.48 ± 0.14
TVB-N值/(mg·(100 g) ⁻¹)	6.53 ± 0.13	9.24 ± 0.12
苯并芘质量比/(μg·kg ⁻¹)		0.22

由表3可以看出,鲟鱼片经液熏加工后粗蛋白和粗脂肪含量上升,说明营养品质提高,这是由鱼肉中含水率降低导致蛋白和脂肪浓缩所致^[11]。液熏后鱼片的盐分质量分数小于4%,这就避免了产品含盐量过高对人体的健康状况造成危害^[12]。此外,液熏后鱼片苯并芘含量远低于GB 2762—2012规定的熏制鱼苯并芘含量的限量标准($\leq 5 \mu\text{g}/\text{kg}$)。

2.4 风味物质分析

通过 GC-MS 检测可知(表 4),液熏对鲟鱼片的挥发性风味物质的种类和相对含量具有重要影响。液熏前鱼片中共检出酚类物质 1 种(相对含量 0.89%),醛类物质 5 种(相对含量 23.57%),酮类物质 6 种(相对含量 13.35%),醇类物质 10 种(相对含量 12%),碳氢化合物 9 种(相对含量 16.12%),酸类物质 1 种(相对含量 0.67%),酯类物质 2 种(相对含量 2.12%),醚类物质 1 种(相对含量 1.56%),其他物质 5 种(相对含量 13.02%)。液熏后鱼片中共检出酚类物质 8 种(相对含量 8.62%),醛类物质 5 种(相对含量 9.81%),酮类物

质 11 种(相对含量 13.18%),醇类物质 8 种(相对含量 25.85%),碳氢化合物 6 种(相对含量 6.11%),酸类物质 2 种(相对含量 26.86%),酯类物质 3 种(相对含量 3.87%),醚类物质 1 种(相对含量 0.31%),其他物质 1 种(相对含量 0.65%)。

在所鉴定的化合物中,酚类化合物在加工后的产品中出现明显的上升,它们在熏制鱼肉中所占相对含量虽然不高,但阈值较低,提供了主要的烟熏香味。酚类物质除了提高鱼肉的抗氧化和抗菌活性,同时也提供了主要的烟熏香味^[13-14]。苯酚提供刺激刺激味,愈创木酚提供刺激味、甜味和烟熏味,烷基愈创木酚衍生物提供甜味和烟熏味,二甲氧基苯

表 4 鲟鱼片液熏前后风味物质分析结果

Tab.4 Major volatile flavor compounds analysis results in fresh and liquid-smoked sturgeon filltes

名称	相对含量/%		名称	相对含量/%		名称	相对含量/%						
	新鲜鱼片	液熏产品		新鲜鱼片	液熏产品		新鲜鱼片	液熏产品					
酚类	愈创木酚	-	1.29	辛酮	9.91	-	桉油醇	-	7.10				
	苯酚	0.89	0.88	2,3-二甲基-2-环戊烯-1-酮	-	0.88	正戊醇	0.28	-				
	2,6-二甲基-苯酚	-	1.74	十三烷酮	1.48	-	正己醇	2.98	-				
	2-甲氧基-5-甲基苯酚	-	0.72	7-癸烯-2-酮	1.07	-	正辛醇	0.34	-				
	邻甲酚	-	1.21	2-甲基-2-环戊烯-1-酮	-	0.09	正十四醇	0.15	-				
	甲基丁香酚	-	0.52	4-甲基-5-癸酮	0.41	-	二十醇	0.12	-				
	2-乙基苯酚	-	1.29	侧柏酮	0.34	0.68	芳樟醇	-	1.18				
	4-甲基愈创木酚	-	0.97	羟基丁酮	0.14	-	2,7-二甲基-4,5-辛二醇	0.2	-				
醛类	糠醛	0.32	0.49	酮类	4,4-二甲基-2-环戊烯-1-酮	-	1.58	醇类	4-甲基-1-(1-甲基乙基)-3-环戊烯-1-醇	-	2.06		
	3-呋喃甲醛	1.21	2.66		3,4,4-三甲基-2-环戊烯-1-酮	-	1.68		3-甲基丁醇	4.28	-		
	壬醛	6.44	-		2,5-二氢-3,5-二甲基-2-呋喃酮	-	0.22		L-α-松油醇	-	0.43		
	5-甲基-2-糠醛	-	2.06		乙酰基呋喃	-	0.12		苯基乙醇	0.31	-		
	苯甲醛	10.37	-		3-甲基-2-环戊烯-1-酮	-	1.06		橙花醇	-	0.31		
	2-羟基苯甲醛	5.23	2.26		5-甲基-2-乙酰基呋喃	-	3.77		香叶醇	-	6.24		
肉桂醛	-	2.34	苯乙酮	-	2.56	3,7-二甲基-1,6-辛二醇-3-醇	1.68	-					
碳氢化合物	十三烷	6.12	-	甲基-6-(1-甲基乙基)-2-环己烯-1-酮	-	0.54	正葵醇	-	8.23				
	十四烷	3.44	-	2-糠酸甲酯	-	2.98	2-甲基-5-(1-甲基乙基)二环[3.1.0]己烷-2-醇	-	0.30				
	正十五烷	0.36	-	苯甲酸甲酯	-	0.59	1-辛烯-3-醇	1.66	-				
	十七烷	3.45	-	苯乙酸甲酯	-	0.30	乙酸	-	6.62				
	3-甲基-5-丙基-壬烷	0.43	-	2-己烷-2-乙基-碳酸异丁酯	0.69	-	2-甲基-丁酸	0.67	-				
	β-水芹烯	-	0.90	邻苯二甲酸二异丁酯	1.43	-	1,5-二甲基-1-乙基-4-丁酸	-	20.24				
	2-甲基癸烷	0.66	-	甲苯	11.77	-	酸类						
	醚类	1-甲基-4-(1-甲基乙基)-1,3-环己二烯	-	0.59	2,3-二甲氧基甲苯	-				0.65	其他		
		柠檬烯	-	3.02	N,N-二甲基十二酰胺	0.25				-			
		γ-蒈品烯	-	1.12	1-甲基萘	0.14				-			
十七烯		0.43	-	2-甲基萘	0.29	-							
3,5,5-三甲基-2-己烯		0.60	-	萘	0.57	-							
β-罗勒烯		-	0.22										
2-萜烯	-	0.26											
1,4-二甲醇-醋酸环己烷	0.63	-											
茴香醚	-	0.31											
对丙烯基茴香醚	1.56	-											

酚提供烟熏味^[15]。醛类物质的阈值较低,即使在较低的浓度下,也能产生呈味效应。液熏鱼片中糠醛含量增加,且新增加了5-甲基-2-糠醛,这2种物质具有木香、焦糖香和烘烤食品的香味^[16],能缓和烟熏味中的刺激味,对整体烟熏风味具有一定的促进作用^[17]。液熏后鱼片中酮类物质的种类增加了,其中新增加的5-甲基-2-乙酰基呋喃和3-甲基-2-环戊烯-1-酮分别具有果香、清香风味和甜、青草气味,同时酮类物质对产品的色泽具有重要影响,因此这与液熏鱼片颜色的加深具有重要关系^[18]。醇类物质由液熏前的12%增加到25.85%,酸类物质由液熏前的0.67%增加到26.86%,这2类物质对熏制产品均具有一定的抗菌和调味作用^[19,20]。由此可以看出,液熏鲟鱼片的风味物质中存在着酚、酮、酸、醛、酯等多种化合物,它们共同作用贡献出鲟鱼片独特的烟熏风味同时也提高了产品的安全性,有利于产

品的长期储藏。

3 结论

(1)液熏鲟鱼片优化的生产工艺为:烟熏液选择Ⅱ号,质量分数为5%,处理时间为3 h,85℃干燥时间为2 h。

(2)液熏过程对鲟鱼片微生物具有抑制作用,总菌数由 2×10^3 CFU/g减少到 5×10^2 CFU/g,大肠菌群由 4×10^2 CFU/g减少至未检出。

(3)鲟鱼片液熏后含水率减少,而营养成分(粗蛋白和粗脂肪)含量升高,烟熏鲟鱼片的苯并芘含量符合国家标准。

(4)液熏过程使得鲟鱼片挥发性物质种类及含量发生显著变化,其中酚类物质种类由液熏前1种增加到液熏后8种,酚类物质相对含量由液熏前0.89%增加到液熏后8.62%。

参 考 文 献

- 1 王念民,杨贵强,彭涛,等. 三种鲟鱼及其杂交种肌肉营养成分分析[J]. 吉林农业大学学报, 2010, 32(增刊1): 53-56.
WANG N M, YANG G Q, PENG T, et al. Analysis on muscle nutritive components of three kinds of sturgeon and their hybrids [J]. Journal of Jilin Agricultural University, 2010, 32(Supp. 1): 53-56. (in Chinese)
- 2 桂萌,王洋,张小栓,等. 北京鲟鱼, 鲑鳟鱼加工产业调研与分析[J]. 中国水产, 2012(11): 32-34.
- 3 HATTULA T, ELFVING K, MROUEH U, et al. Use of liquid smoke flavouring as an alternative to traditional flue gas smoking of rainbow trout fillets (*Oncorhynchus mykiss*) [J]. LWT—Food Science and Technology, 2001, 34(8): 521-525.
- 4 MARTINEZ O, SALMERON J, GUILLEN M D, et al. Textural and physicochemical changes in salmon (*Salmo salar*) treated with commercial liquid smoke flavourings [J]. Food Chemistry, 2007, 100(2): 498-503.
- 5 胡雪琼,张曾奇,夏杏洲,等. 液熏法生产冻熟熏虾仁的工艺研究[J]. 食品科技, 2010(4): 129-132.
HU X Q, ZHANG Z Q, XIA X Z, et al. Study on the liquid-smoking technology of frozen-cooked-fumigated shrimp meat [J]. Food Science and Technology, 2010(4): 129-132. (in Chinese)
- 6 张其标,陈申如,倪辉,等. 利用液熏法加工熏制鳗鱼的工艺研究[J]. 集美大学学报: 自然科学版, 2009, 14(4): 356-361.
ZHANG Q B, CHEN S R, NI H, et al. Studies on processing smoked eel using fluid smoking [J]. Journal Jimei University: Natural Science, 2009, 14(4): 356-361. (in Chinese)
- 7 蔡克周,姜绍通,何宇洁,等. 山核桃壳烟熏液对低温灌肠品质的影响[J]. 食品科学, 2011, 32(23): 125-129.
CAI K Z, JIANG S T, HE Y J, et al. Effect of liquid smoke flavoring prepared from hickory shells on the quality of low temperature sausage [J]. Food Science, 2011, 32(23): 125-129. (in Chinese)
- 8 黄靖芬. 罗非鱼片液熏加工工艺及其产品保藏特性的研究[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2008.
HUANG J F. Study of technology of liquid smoked tilapia fillets and changes in quality of products at stored different conditions [D]. Qingdao: China Ocean University, 2008. (in Chinese)
- 9 章银良,夏文水. 海鳗盐渍过程中的渗透脱水规律研究[J]. 食品研究与开发, 2007, 27(11): 93-98.
ZHANG Y L, XIA W S. Study of osmotic dehydration of pike eel muscle in salting process [J]. Food Research and Development, 2007, 27(11): 93-98. (in Chinese)
- 10 JÓNSDÓTTIR R, ÓLAFSDÓTTIR G, CHANIE E, et al. Volatile compounds suitable for rapid detection as quality indicators of cold smoked salmon (*Salmo salar*) [J]. Food Chemistry, 2008, 109(1): 184-195.
- 11 ALI A, AHMADOU D, MOHAMADOU B A, et al. Influence of traditional drying and smoke-drying on the quality of three fish species (*Tilapia nilotica*, *Silurus glanis* and *Arius parkii*) from Lagdo Lake, Cameroon [J]. Journal of Animal and Veterinary Advances, 2011, 10(3): 301-306.
- 12 HE F J, MACGREGOR G A. Effect of modest salt reduction on blood pressure: a meta-analysis of randomized trials. Implications for public health [J]. Journal of Human Hypertension, 2002, 16(11): 761-770.
- 13 YU Ainong, SUN Baoguo. Flavour substances of Chinese traditional smoke-cured bacon [J]. Food Chemistry, 2005, 89(2): 227-233.
- 14 赵冰,王静,戚彪,等. 烟熏工艺对清真牛肉香肠品质的影响[J]. 食品科学, 2014, 35(2): 23-29.
ZHAO B, WANG J, QI B, et al. Effects of smoking methods on the quality of muslin beef sausages [J]. Food Science, 2014,

- 35(2):23-29. (in Chinese)
- 15 GÓMEZ-ESTACA J, GÓMEZ-GUILLÉN M C, MONTERO P, et al. Oxidative stability, volatile components and polycyclic aromatic hydrocarbons of cold-smoked sardine (*Sardina pilchardus*) and dolphinfish (*Coryphaena hippurus*) [J]. *LWT—Food Science and Technology*, 2011,44(6):1517-1524.
- 16 GUILLÉN M D, MANZANOS M J. Smoke and liquid smoke. Study of an aqueous smoke flavouring from the aromatic plant *Thymus vulgaris* L[J]. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 1999,79(10):1267-1274.
- 17 GUILLÉN M D, MANZANOS M J, IBARGOITIA M L. Carbohydrate and nitrogenated compounds in liquid smoke flavorings[J]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2001,49(5):2395-2403.
- 18 刘安军,魏灵娜,曹东旭,等.美拉德反应制备烧烤型虾味香精及气质联用分析[J].*现代食品科技*,2009,25(6):674-677.
LIU A J, WEI L N, CAO D X, et al. Preparation of barbecue shrimp essence by maillard reaction and its analysis by GC-MS [J]. *Modern Food Science & Technology*, 2009, 25(6):674-677. (in Chinese)
- 19 陈胜军,王剑河,李来好,等.液熏技术在水产品加工中的应用[J].*食品科学*,2007,28(7):569-571.
CHEN S J, WANG J H, LI L H, et al. Application of liquid smoking technology on aquatic products[J]. *Food Science*, 2007, 28(7):569-571. (in Chinese)
- 20 王旗.山楂核烟熏液的成分分析及在灌肠食品中的应用研究[D].合肥:合肥工业大学,2013.
WANG Q. Study on components analysis of liquid smoke flavoring and application of sausage food[D]. Hefei: Hefei University of Technology, 2013. (in Chinese)