

烟熏鳗鱼的工艺技术

胡 阳^{1,2}, 蔡慧农^{1,2}, 陈申如^{1,2,*}

(1.集美大学食品与生物工程学院, 福建厦门 361021;

2.鳗鲡现代产业技术教育部工程研究中心, 福建厦门 361021)

摘要:为了改善传统烟熏制品的品质,丰富鳗鱼加工品种,研究了一种部分脱水的烟熏鳗鱼技术。以感官评价为主要指标,重点考察了熏材的选择、熏材比例、发烟方式和调味料配方,并研究了其工艺稳定性和卫生指标。结果表明,烟熏法生产熏鳗的工艺为:鳗鱼经8%的食盐溶液和以水100g、糖2g、香叶1g、味精0.7g、肌苷酸(IMP)+鸟苷酸(GMP)0.014g配制的调味液浸渍5h后,用茶叶梗作熏材,并适当保证水分含量,在有适当空气流通的熏炉内熏制5h。该工艺稳定性好,各批次产品的相对标准偏差小于5%。用该方法生产出的烟熏鳗鱼产品冷冻保藏6个月后TVB-N值、过氧化值、各项微生物指标及苯并芘的含量均符合国家卫生标准。

关键词:鳗鱼, 烟熏, 熏材, 发烟

Processing technology of smoked eel (*Anguilla anguilla*)

HU Yang^{1,2}, CAI Hui-nong^{1,2}, CHEN Shen-ru^{1,2,*}

(1.School of Food and Biotechnology, Jimei University, Xiamen 361021, China;

2.Engineering Research Center of the Modern Technology for Eel Industry, Ministry of Education, Xiamen 361021, China)

Abstract: Aiming to improve the quality of traditional smoked products and enrich the varieties of processed eels, an incomplete dehydrating smoking technology was studied. Taking sensory evaluation as the main indicators, the best technology of smoked was determined using different smoking materials, the proportion of smoking materials and its smoking way, and also the stability of the proposal technology. The results reveal the optimal seasoning recipes of eels were soaked by 8% salt solution and seasoning of water, sugar, myrcia, monosodium glutamate and IMP+GMP was 100g, 2g, 1g, 0.7g and 0.014g, respectively, for 5h, and all the tea stalk as smoking materials, maintaining moisture content and air circulation, smoking for 5h. The process had good stability, and the RSD was less than 5%. The values of TVB-N, peroxide, microorganism index and benzopyrene of the smoked eel (*Anguilla anguilla*) production were conformed to the national food sanitation standard after 6 month's storage under frozen condition.

Key words: eel; smoked; smoking materials; smolder

中图分类号: TS205

文献标识码: B

文章编号: 1002-0306(2014)22-0290-05

doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2014.22.055

鳗鱼营养价值高、肉味鲜美, 是世界名优鱼种之

一, 被誉为“水中人参”^[1]。国内外对于鳗鱼营养价值、生活习性及其养殖技术方面的研究甚多^[2-5]。然而活成鳗养殖时间有限, 且不便剥杀, 使得其市场鲜销受到极大影响。若将活成鳗经加工成半成品或成品后供消费者食用将更为方便, 同时也增加了其经济附加值。近年来鳗鱼的加工业发展迅速, 成为养殖者注目的好项目^[6]。

我国是世界上最大的鳗鱼养殖国, 鳗鱼养殖产

收稿日期: 2014-03-13

作者简介: 胡阳(1981-), 女, 硕士研究生, 实验师, 研究方向: 食品加工与分析。

* 通讯作者: 陈申如(1965-), 女, 硕士研究生, 副教授, 研究方向: 水产品加工。

基金项目: 鳗鲡现代产业技术教育部工程研究中心开放基金(ZK2013001)。

[3] 王俊丽, 臧明夏. 膳食纤维改性研究进展[J]. 食品研究与开发, 2012(5): 68-72.

[4] 黄纪念, 孙强, 王长虹, 等. 羧甲基化法制备高持水力麦麸膳食纤维研究[J]. 中国粮油学报, 2012, 27(6): 94-97.

[5] Dizeak J D. Single and twin screw extruders in food processing [J]. Food Technol, 1989, 43(4): 164-174.

[6] 赵国华, 曾凯红, 阚健全, 等. 羧甲基豆渣膳食纤维的制备

及其性能研究[J]. 食品与发酵工业, 2003, 29(7): 88-90.

[7] 任平国, 徐启红. 醇沉法提取豆渣中可溶性膳食纤维的研究[J]. 中国油脂, 2009, 34(3): 61-62.

[8] 刘洋. 高粘度甜菜膳食纤维羧甲基化的研制[J]. 安徽工业大学学报, 2001, 18(2): 114-116.

[9] 陈雪峰, 吴丽萍, 柯蕾, 等. 苹果渣膳食纤维改性工艺的初步探讨[J]. 食品与发酵工业, 2005(12): 57-60.

量占世界总量的70%左右^[7],目前我国鳗鱼的加工品种主要以烤鳗的形式出口日本,2013年日本国内烤鳗需求量减少导致烤鳗价格持续下跌^[8],为了稳定鳗鱼养殖加工业的发展,开发出更多品种的鳗鱼制品尤其是适应国内市场的产品迫在眉睫。陈申如等^[9]利用液熏法生产熏鳗为鳗鱼加工开辟了新的思路。烟熏是一种传统的食品加工保藏方法,具有赋予制品特殊的烟熏风味、干燥加热杀菌、防止食品腐败变质、防止脂肪氧化、形成表面树脂保护膜、发色及形成特有的光泽、使鱼体酶类失活^[10-12]等诸多优点。烟熏鳗鱼加工工艺简单,营养丰富,风味独特,食用方便,符合中国人的消费习惯。传统的烟熏制品存在水分含量较低、产品外观色泽不佳、苯并芘含量过高等问题。本文针对鳗鱼油脂含量高的特点,研究了一种部分脱水的熏鳗技术,既能赋予产品烟熏风味,又能保持鳗鱼本身的质地和口感,并有效控制苯并芘的含量,以期生产出一种风味独特、营养卫生安全的鳗鱼制品。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

鳗鱼(已宰杀) 购于厦门汇盛有限公司;木炭、芒果叶、茶叶梗、龙眼叶 取自厦门市集美区;三氯乙酸、浓盐酸、氢氧化钠、95%乙醇、石油醚(30~60℃)、硫酸铜、硫酸钾、硼酸、碳酸钾、铬酸钾、甲基红溶液、次甲基蓝、凡士林、溴甲酚绿、冰乙酸、亚铁氰化钾、乙酸锌、氯化钠、酚酞、硝酸银、IMP、GMP 国药集团化学试剂有限公司,分析纯。

AR124CN分析天平 奥豪斯(上海)制造有限公司;BS-3000A电子称 上海精宏实验设备有限公司;4162快速食品调理机 深圳市博朗电器有限公司;G70D20CSP-D2微波炉 佛山市顺德区格兰仕微波炉电器有限公司;DHG-9140A电热恒温鼓风干燥箱 上海秣马设备有限公司;UDK132自动凯式定氮仪 必和国际贸易(香港)有限公司;DK-S26电热恒温水浴锅 上海精宏实验设备有限公司;自制烟熏房 外型尺寸为长0.75m×宽0.8m×高2.9m,普通砖砌成,表面水泥刷光,熏室分上下室,上室挂原料,下室放熏材,两室相通。

1.2 实验方法

1.2.1 主要生产工艺 原料→前处理→洗净→盐渍调味→沥干→烟熏→成品→包装→冻藏。

主要工艺要点如下:a.原料:取-18℃冻藏鳗鱼,流水解冻。b.前处理:将鱼体内外洗净,沥干。c.盐渍调味:将8%浓度的食盐溶液和已配制好的调味液浸盖鱼体表面,料液比1:2,于4℃冰箱中腌制5h。d.沥干:取出浸渍好的鳗鱼,将其沥干后挂入熏炉。e.烟熏:使熏材处于较大的发烟量而不会燃烧的状态,每隔一定的时间补充熏材,烟熏时间5h。f.包装与冻藏:将熏制好的鳗鱼进行真空包装后于-18℃冷冻保藏。

1.2.2 烟熏熏材和发烟方法的选择 选用松柏枝和茶叶梗作基本熏材,采用四种发烟法进行比较。

1.2.2.1 方法1 松柏枝作熏材,洒少量酒精于木炭

和松柏枝上,点火,待木炭点燃后用木屑将火盖灭,保持其发烟状态。

1.2.2.2 方法2 茶叶梗作熏材,用干燥树枝将木炭架起后洒上少量酒精,待木炭点燃后用木屑将火盖灭,加上茶叶梗,下层熏灶门打开,保持其发烟状态。

1.2.2.3 方法3 茶叶梗作熏材,用干燥树枝将木炭架起,洒少量酒精于木炭和树枝上,点火,待木炭点燃后用茶叶梗将火盖灭,放上足够量的茶叶梗,下层熏灶门微开,保持其发烟状态。

1.2.2.4 方法4 在方法3的基础上,茶叶梗表面洒上适量水,保持其发烟状态。

1.2.3 烟熏时间的选择 用确定好的发烟方法分别对鳗鱼熏制1、2、3、4、5、6、7h,取出后切片,于微波炉中加热2min,感官评定其熏味,根据产品的熏味程度和含水量选择合适的熏制时间。

1.2.4 烟熏熏材比例(质量比)的选择 用8%浓度的食盐溶液按料液比1:2于4℃冰箱中浸渍鳗鱼5h,沥干后挂入熏炉。用以下5种熏材分别对鳗鱼烟熏5h后取出,切片,于微波炉中加热2min,感官检验其品质。

熏材1:茶叶梗:芒果叶=1:1;熏材2:茶叶梗:芒果叶=1:2;熏材3:茶叶梗:芒果叶=2:1;熏材4:全部使用龙眼叶;熏材5:全部使用茶叶梗。

1.2.5 调味配方的选择 用8%食盐和不同配方的调味液配制浸渍液,按料液比1:2放入鳗鱼,于4℃冰箱中腌制5h,沥干后挂入熏炉,用1.2.4确定的熏材烟熏5h后取出,切片,于微波炉中加热2min,感官检验其品质。

在前期实验的基础上,选用水、砂糖、香叶、味精和IMP+GMP配制调味液,主要改变味精和IMP+GMP的比例配制以下两种配方的调味液。

调味液配方1:水100g,砂糖2g,香叶1g,味精2g,IMP+GMP 0.4g;

调味液配方2:水100g,砂糖2g,香叶1g,味精0.7g,IMP+GMP 0.014g。

1.2.6 工艺稳定性研究 在优化的工艺条件下(料液比1:2,盐液浓度8%,调味液配方2,腌制5h,发烟方法4,熏材用纯茶叶梗烟熏5h),加工3批产品,每批原料10kg,测定产品的蛋白质、水分、脂肪、盐度、TVB-N及产品得率。

1.2.7 产品卫生指标测定 将产品在-18℃条件下保藏6个月后,检测其TVB-N值、过氧化值、苯并芘及微生物指标。

1.3 测定方法

1.3.1 水分含量的测定 采用105℃常压干燥法^[13]。

1.3.2 挥发性盐基氮的测定 SC/T3032-2007法。

1.3.3 蛋白质含量的测定 GB/T5009.5-2003法。

1.3.4 脂肪含量的测定 GB/T5009.5-2003法。

1.3.5 氯化钠的测定 GB/T12457-2008法。

1.3.6 过氧化值的测定 GB/T5009.37-2003法。

1.3.7 苯并芘的测定 GB/T22509-2008法。

1.3.8 微生物指标的测定 菌落总数:GB4789.2-2010法;沙门氏菌:GB4789.4-2010法;志贺氏菌:GB/T4789.5-2003;金黄色葡萄球菌:GB4789.10-2010法;

表1 烟熏鳗鱼品质评定标准(满分100分)

Table 1 Quality assessment standards for smoked eel (Total score: 100)

类别	评定标准	分值	类别	评定标准	分值
x ₁ 色泽	金黄,色泽好	12~15	x ₅ 熏香味	适宜	16~20
	稍深(浅),无光泽	8~11		较淡(重)	11~15
	深(浅),无光泽	4~7		很淡(重)	6~10
	发暗(灰),无光泽	0~3		无熏香味	0~5
x ₂ 咸味	适宜	12~15	x ₆ 硬度	适宜,可口	12~15
	稍重(轻)	8~11		肉质偏硬	6~11
	较重(轻)	5~7		肉质无硬度	2~5
	重(轻)	0~4		肉质糜烂	0~1
x ₃ 多汁性	适宜	12~15	x ₇ 弹性	适宜	8~10
	稍差	8~11		稍差	5~7
	较差	5~7		较差	2~4
	差	0~4		差	0~1
x ₄ 鲜味	明显	4~5	x ₈ 异味	无任何异味	4~5
	较轻	3~2		有腥味,无其它异味	3~2
	无鲜味	0~1		腥味重,有其它异味	0~1
	总分(Y)	Y=x ₁ +x ₂ +x ₃ +x ₄ +x ₅ +x ₆ +x ₇ +x ₈			

溶血性链球菌:GB/T4789.11-2003法。

1.3.9 产品质量的感官检验 由6名感官评定人员组成小组评价熏制品的品质。在首次评定之前,进行3次预实验,以便评定人员熟悉评分标准,保证描述产品品质指标的一致性^[14]。以色泽、形态、风味、质地、滋味为指标评定产品的品质,评定标准见表1。

1.4 数据处理

感官评定结果采用Excel数据分析工具库中的无重复双因素方差分析进行统计描述,检验产品之间是否存在差异。

2 结果与分析

2.1 鲜鳗鱼的基本成分

原料鳗鱼基本成分的测定结果见表2。鳗鱼富含脂肪,其脂肪含量为18%左右,是鸡肉的2.3倍^[15],因此鳗鱼在烟熏时要注意水分控制,以免油脂过度外溢。原料鱼的TVB-N远低于GB2733-2005规定的限量值20mg/100g,可见鳗鱼的新鲜度较好。

表2 原料鳗鱼的基本成分测定结果

Table 2 The basic components analysis determination of raw eel

质量参数	水分含量 (%)	脂肪含量 (%)	蛋白质含量 (%)	TVB-N (mg/100g)
平均	64.36±0.11	18.11±0.08	15.92±0.09	5.64±0.369

2.2 熏材和发烟方法的确定

通过1.2.2实验可知,方法1由于松柏枝油脂含量较高,使产品受熏烟污染影响外观,松油成分易进入制品内部而产生异味,此外燃烧温度过高,发烟过程不易控制,故不采用;方法2因供应空气流量过大,促进熏材的氧化燃烧,不利于熏烟的产生,造成熏材的浪费,此方法仍需改进;方法3因熏材太干,燃烧偏旺,导致熏烟减少,使熏材的有效成分未能释放;方

法4熏房内空气流量适宜,产生对流,同时熏材水分控制适当,不会造成熏材的浪费,能产生适量的熏烟,故方法4最佳。综上所述,发烟的适宜条件为:较低的燃烧温度、适当的供应空气流量和熏材适当的水分含量。

2.3 烟熏时间的确定

在确定好发烟方法(利用熏炉发烟)基础上对烟熏时间进行控制,结果见表3,实验表明,烟熏5h鳗鱼熏制品的烟熏风味最佳,并能保证一定的含水量。

表3 烟熏时间对熏鳗产品熏味和含水量的影响

Table 3 Effect of smoking time on smoky flavor and moisture of the smoked eels

考察指标	熏制时间(h)						
	1	2	3	4	5	6	7
熏味浓淡	过淡	过淡	淡	淡	适宜	浓	过浓
水分含量(%)	58.82	58.58	58.00	57.43	56.73	55.59	54.35

2.4 烟熏熏材比例的确定

表4为不同熏材熏制5h后鳗鱼的感官检验对比结果,表5为不同熏材感官检验对比结果的方差分析。由表5可知,不同熏材熏制的鳗鱼之间区别的F值为5.64,大于在0.05显著水平的F值2.87,因此在0.05显著水平下,使用不同熏材熏制的鳗鱼有显著的区别。判断评价员之间的F值为1.00,小于在0.05显著水平的F值2.71,说明各评价员之间无显著差异。由表4和表5可知,熏材配比5选择用纯茶叶梗作熏材制成的烟熏鳗鱼样品的感官品质显著好于其他熏材制成的烟熏鳗鱼样品。

2.5 调味液配方的确定

在前期研究的基础上,比较1.2.5两种配方对熏鳗品质的影响,感官检验评定结果如表6所示。利用Excel数据分析的无重复双因素方差分析,分析结果

表4 不同熏材配比对熏鳗感官品质的影响

Table 4 Effect of smoking materials proportion on sensory quality of smoked eels

熏材配比	产品感官检验得分						平均分
	评价员1	评价员2	评价员3	评价员4	评价员5	评价员6	
1	56	62	74	74	76	68	68.33
2	80	70	80	72	72	74	74.67
3	64	62	64	74	66	64	65.67
4	78	74	72	72	78	70	74.00
5	84	76	74	86	74	76	78.33

表5 不同熏材配比对熏鳗感官评定结果的方差分析

Table 5 ANOVA of smoked eels under different smoking materials

差异源	SS	df	MS	F	p-value	F _{0.05}
不同熏材	627.47	4	156.87	5.64	0.00	2.87
评价员	138.80	5	27.76	1.00	0.44	2.71
误差	556.53	20	27.83			
总计	1322.80	29				

表6 不同调味液下熏鳗评定总分

Table 6 Evaluation total score of smoked eel under different marinades

评价员n	1	2	3	4	5	6	平均分
调味配方1	70	71	69	73	71	71	70.8
调味配方2	80	77	78	80	78	78	78.5

如表7所示。两种调味液配方下熏鳗的F值为155.59, 大于在0.05显著水平的F值6.61, 因此在0.05显著水平, 两种调味液制得的熏鳗品质有显著区别。各评价员之间区别的F值为1.88, 小于在0.05显著水平的F值

5.05, 因此各评价员之间无显著差异。调味液配方2评定总分平均值为78.5, 大于配方1评定总分平均值70.8。综上, 调味液配方2所制成熏鳗品质优于配方1, 因此工艺确定调味配方为: 水100g, 砂糖2g, 香叶1g, 味精0.7g, IMP+GMP 0.014g。

表7 不同调味液熏鳗评定方差分析结果

Table 7 ANOVA of smoked eels under different marinades

差异源	SS	df	MS	F	p-value	F _{0.05}
调味液	176.33	1	176.3333	155.5882	5.87E-05	6.6079
评价员	10.67	5	2.1333	1.8824	0.252157	5.0503
误差	5.67	5	1.1333			
总计	192.67	11				

2.6 优化的工艺的稳定性研究

在优化的工艺条件下制备的3批烟熏鳗鱼样品, 分别测定其蛋白质含量、脂肪含量、水分含量、食盐含量、TVB-N等, 实验结果如表8所示。实验制得的烟熏鳗鱼的蛋白质含量、脂肪含量、水分含量、食盐含量、TVB-N、产品得率均有较小的相对标准偏差(均

表8 优化的工艺条件的稳定性

Table 8 Stability of the optimized conditions

参数	平行试验1	平行试验2	平行试验3	平均值	相对标准偏差(%)
蛋白质含量(g/100g)	18.84	18.30	19.75	19.63	3.86
脂肪含量(%)	19.93	18.87	20.35	19.72	3.87
水分含量(%)	58.20	59.34	57.64	58.39	1.48
食盐含量(%)	4.28	4.33	4.21	4.27	1.41
TVB-N(mg·100g ⁻¹)	5.79	5.40	5.85	5.68	4.30
产品得率(%)	94.92	94.81	95.61	95.11	0.46

表9 烟熏鳗鱼产品检测结果

Table 9 Test results of the product quality

检测项目	检测方法及结果			相关国家卫生标准	
	检测方法	质量单位	检测值	标准名称	指标临界值
TVB-N	SC/T3032-2007	mg/100g	10.45	GB2733-2005	≤20mg/100g
过氧化值	GB/T5009.37-2003	g/100g	0.0013	GB10144-2005	≤0.6g/100g
苯并芘	GB/T22509-2008	μg/Kg	0.5	GB7104-94	≤5g/Kg
菌落总数	GB4789.2-2010	cfu/g	7.8×10 ³	GB10144-2005	≤30000
沙门氏菌	GB 4789.4-2010		未检出	GB10144-2005	不得检出
志贺氏菌	GB/T4789.5-2003		未检出	GB10144-2005	不得检出
金黄色葡萄球菌	GB 4789.10-2010		未检出	GB10144-2005	不得检出
溶血性链球菌	GB/T4789.11-2003		未检出	GB10144-2005	不得检出

(下转第298页)

- [7] Jokar M, Abdul Rahman R, Ibrahim N, *et al.* Melt production and antimicrobial efficiency of low-density polyethylene(LDPE)-silver nanocomposite film[J]. Food Bioprocess Technol, 2012, 5(2): 719-728.
- [8] 雷艳雄, 尹月玲, 靳国锋, 等. 纳米SiO₂对PVA基复合涂膜包装材料成膜透湿性能的影响[J]. 农业工程学报, 2011(10): 359-364.
- [9] 李波. 聚乙烯塑料食品包装材料中有毒有害物质的测定及迁移研究[D]. 太原: 山西大学, 2011.
- [10] 谭和平, 侯晓妮, 孙登峰, 等. 纳米材料的表征与测试方法[J]. 中国测试, 2013(1): 8-12.
- [11] 全国标准化技术委员会. 塑料拉伸性能的测定[S]. 北京, 2006.
- [12] Astm. Standard test method for tensile properties of thin plastic sheeting[S]. Philadelphia, PA, 2002: 2002.
- [13] Astm. Standard test method for water vapor transmission rate through plastic film and sheeting using a modulated infrared sensor[S]. Philadelphia, PA, 1995.
- [14] 陈默. 大豆分离蛋白抑菌膜性能评价及抑菌剂释放研究

[D]. 无锡: 江南大学, 2010.

- [15] Mali S, Karam L B, Ramos L P, *et al.* Relationships among the composition and physicochemical properties of starches with the characteristics of their films[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2004, 52(25): 7720-7725.
- [16] Hernández-Muñoz P, López-Rubio A, Del-Valle V, *et al.* Mechanical and water barrier properties of glutenin films influenced by storage time[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2003, 52(1): 79-83.
- [17] 全国塑料标准化技术委员会. 透明塑料透光率和雾度的测定[S]. 北京, 2009.
- [18] Astm. Standard test method for haze and luminous transmittance of transparent plastics[S]. Philadelphia, PA, 2011.
- [19] 张蓓. 塑料封边条耐光变色性能的研究[D]. 南京: 南京林业大学, 2010.
- [20] 钟宇. 葛根淀粉基可食性包装膜物化与抗菌性能的研究[D]. 上海: 上海交通大学, 2012.
- [21] 袁文俊, 周勇敏. 纳米颗粒团聚的原因及解决措施[J]. 材料导报, 2008(S3): 59-61.

(上接第293页)

小于5%), 说明所建立的烟熏鳗鱼生产工艺具有良好的稳定性。

2.7 产品的卫生指标检测

将产品于-18℃保藏6个月后, 其TVB-N、过氧化值、苯并芘及相关微生物指标都符合国家卫生标准, 见表9。这说明鳗鱼经调味盐渍后, 以茶叶梗作熏材, 保证熏材适度水分和通风条件熏制5h后, 采用冷冻保藏可以生产出质量良好、卫生安全的熏鳗产品。理论上液熏制品比传统烟熏产品更安全, 因为熏液去除了熏烟中的有害成分, 如苯并芘, 但本工艺制得的熏鳗制品采用轻度烟熏和部分脱水技术, 既保证了烟熏风味又控制了苯并芘的含量。

3 结论

通过对烟熏材料、发烟方式、烟熏时间、熏材比例、调味液等条件的优化, 确定了加工烟熏鳗鱼的工艺参数为: 鳗鱼经8%的食盐溶液和以水100g、糖2g、香叶1g、味精0.7g、IMP+GMP 0.014g配制的调味液浸渍5h后, 用茶叶梗作熏材, 并适当保证水分含量, 在有适当空气流通的熏炉内熏制5h, 真空包装后冷冻保藏。该工艺采用轻度烟熏和部分脱水的方式使产品既有烟熏的独特风味, 又保持了鳗鱼良好的口感质地, 并且对产品安全性影响甚小, 工艺条件稳定性好, 有一定的应用可行性, 为鳗鱼加工提供了参考。

参考文献

- [1] 张其标, 陈申如, 倪辉, 等. 利用液熏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): 354-361.
- [2] Stottrup J G, Jacobsen C, Tomkiewicz J, *et al.* Modification of essential fatty acid composition in broodstock of cultured European eel *Anguilla anguilla* L[J]. Aquaculture Nutrition, 2013, 19(2): 1353-5773.

[3] Belpaire C, Geeraerts C, Evans D, *et al.* The European eel quality database: towards a pan-European monitoring of eel quality[J]. Environmental Monitoring and Assessment, 2011, 184(1/2/3/4): 273-284.

[4] Nakatsuru Y, Minami K, Yoshikawa A, *et al.* Eel WT1 sequence and expression in spontaneous nephroblastomas in Japanese eel[J]. Gene, 2000, 245(2): 245-251.

[5] Sudo R, Suetake H, Suzuki Y, *et al.* Profiles of mRNA expression for prolactin, growth hormone, and somatolactin in Japanese eels, *Anguilla japonica*: The effect of salinity, silvering and seasonal change[J]. Comp Biochem Physiol A Mol Integr Physiol, 2013, 164(1): 10-16.

[6] 熊六凤, 陆伟. 鳗鲡的加工技术[J]. 中国水产, 2005(4): 69-70.

[7] 李书民, 谭洪新, 孙生智. 中国鳗鱼产业发展困局及纾困对策[J]. 中国渔业经济, 2013, 31(1): 24-28.

[8] 渔业局市场与加工处. 2013年前3季度全国水产品进出口贸易情况分析[J]. 中国水产, 2013(12): 31-32.

[9] 陈申如, 倪辉, 张其标, 等. 液熏法生产熏鳗的工艺研究[J]. 中国食品学报, 2012, 12(5): 41-48.

[10] Igor J, Josip M, Snjezana T. A study of volatile flavour substances in Dalmatian traditional smoked ham: impact of dry-curing and frying[J]. Food Chemistry, 2007, 104(3): 1030-1039.

[11] April F. Smoked seafood: Specialty producers keep traditional preservation technique alive[J]. Seafood Business, 2007, 26(6): 38.

[12] 赵冰, 任琳, 陈文华, 等. 烟熏工艺对熏肉挥发性风味物质的影响[J]. 食品科学, 2013, 34(6): 180-186.

[13] 侯曼玲. 食品分析[M]. 北京: 化学工业出版社, 2005: 132-140.

[14] 张水华, 徐树来, 王永华. 食品感官分析与实验[M]. 北京: 化学工业出版社, 2006: 101-107.

[15] 吴凡. 鳗鱼的营养与食鳗[J]. 渔业致富指南, 2000(20): 43.