

美洲鳗调味烤制技术的研究

吴光斌¹, 陈素艳¹, 张其标¹, 郝更新¹, 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:为改变目前烤鳗市场产品单一的现状,丰富鳗鱼加工品种,该文以美洲鳗鲡为原料,通过单因素试验(烘干时间、烤制温度、烤制时间、腌制时间)和调味料配方的正交试验,研究一种部分脱水的调味烤鳗的生产工艺。结果表明,调味烤鳗适宜的工艺条件是鳗鱼切段后,经过盐2%、糖2%、味精0.5%、五香粉4%、料液比1:2(g/mL),4℃下腌制1h,45℃烘干0.5h,然后在170℃烤制8min。按此工艺加工的调味烤鳗感官质量好,加工工艺简单,工艺稳定,过氧化值符合国家卫生标准,可为烤鳗实际生产提供借鉴。

关键词:烤鳗;腌制;烤制;工艺

Research on Processing Technology of Roasted Eel

WU Guang-bin¹, CHEN Su-yan¹, ZHANG Qi-biao¹, HAO Geng-xin¹, CHEN Shen-ru^{1,2,*}

(1. College of Food and Biological Engineering, Jimei University, Xiamen 361021, Fujian, China;

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

Abstract: In order to change the current situation of single products in the baked eel market and develop new eel products, an incomplete dehydrating roasting and seasoning technology was studied with American eel as raw material through single factor experiment (drying time, roasting temperature, roasting time, curing time) and orthogonal experiment of seasoning formula. Roasted eel processing technology was as follows: after cutting the eels, curing them 1h with the sauce consist of salt 2%, sugar 2%, monosodium glutamate 0.5%, five-spice powder 4%, eels and liquid ratio 1:2(g/mL), then drying 0.5 h at 45℃, at last roasting 8 min at 170℃. This processing technology was simple and stable and it could produce good quality roasted eels which peroxide value meet the sanitary standard. It was a good reference for the actual production of roasted eel.

Key words: roasted eel; seasoning; roasting; processing

引文格式:

吴光斌,陈素艳,张其标,等.美洲鳗调味烤制技术的研究[J].食品研究与开发,2020,41(14):151-157

WU Guangbin, CHEN Suyan, ZHANG Qibiao, et al. Research on Processing Technology of Roasted Eel[J]. Food Research and Development, 2020, 41(14): 151-157

鳗鱼又名鳗鲡,属鳗鲡科高值类名优鱼类之一,主要品种为日本鳗、欧洲鳗和美洲鳗,多产于咸淡水

交界的地区。鳗鱼素有“水中人参”之称^[1],富含优质蛋白和人体必需的氨基酸,且二十二碳六烯酸(docosahexaenoic acid, DHA)、二十碳五烯酸(eicosapentaenoic acid, EPA)的含量均比其他海鲜、肉类高,具有预防心血管疾病、滋补强身的功能^[2-5]。我国是鳗鱼养殖、生产和出口大国,养殖主要分布在沿海省份,如福建、广东、江浙一带等,产量占世界总量的70%左右,居世界首位,鳗鲡也是我国出口创汇最主要的水产品之一^[6]。近

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(RE201909)

作者简介: 吴光斌(1967—),女(汉),高级工程师,学士,研究方向:食品加工与分析。

* 通信作者: 陈申如(1965—),女(汉),副教授,硕士,研究方向:水产品加工及综合利用。

年来,烤鳗产业发展迅速,尤其烤鳗的出口贸易已居世界首位^[7],2017年我国对日本的出口烤鳗 35 576 t、活鳗 6 781 t,已成为我国水产品出口创汇的主力军^[6]。

目前,国内鳗鱼企业加工产品单一,除了日本口味的蒲烧烤鳗及少量白烧烤鳗外,未见有其他产品形式。这导致鳗鱼产业受国外市场(尤其是日本市场)的影响非常大。如,2013年由于日本国内烤鳗需求量减少而导致了我国出口烤鳗价格持续下跌^[8]。长期以来,我国有关鳗鱼加工的关注点主要集中于烤鳗品质监控及烤鳗标准化生产技术,亦有部分鳗鱼加工及其下脚料综合利用的研究报道^[9-15];陈申如等^[16-17]和胡阳等^[18]分别探讨了液熏鳗鱼及烟熏鳗鱼加工技术,为鳗鱼加工提供了新的思路。国外对鳗鱼的研究主要涉及鳗鱼的营养、卫生安全及一些基础研究方面^[19-25],鲜有鳗鱼加工技术的报道,鳗鱼加工技术研究严重滞后于鳗鱼养殖技术的发展。鳗鱼加工产品的多样化是鳗鱼产业可持续发展、摆脱国际市场束缚的关键环节。国内市场是有待开发的巨大市场。蒲烧烤鳗是日本口味(偏甜偏软),一直以来以日本为主要市场,在中国销量很少,国内近几年随着对鳗鱼的宣传力度加大,鳗鱼的营养保健功能逐渐为人们所认识,蒲烧烤鳗消费量有所提高,但其口味还不能被国人普遍接受。因此,研究开发符合中国人民口味的产品势在必行。

本文研究一种部分脱水的符合中国人口味的调味烤鳗,通过控制适宜的脱水程度,使产品既可避免脱水过多导致难于咀嚼,也可避免脱水不足使其肉质松软、没有嚼劲;使产品既肉质紧实,又保持鲜嫩多汁。鳗鲡是一种特多脂鱼类,烤制加工易造成脂肪氧化,因此,研究烤制条件对产品脂肪氧化的影响很有必要。通过控制适宜的烤制条件,使产品既具有良好的感官品质又避免脂肪的氧化。旨在得到食用方便性好,风味、口感和营养俱佳,加工工艺简单,适合国内市场的烤鳗新产品,为鳗鱼加工企业产品转型提供借鉴。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

冷冻美洲鳗:集美大学水产学院淡水养殖场,规格 400 g/条~500 g/条;食盐、白砂糖、味精、五香粉:市售;硫代硫酸钠、氢氧化钠、盐酸、无水乙醇、三氯甲烷、硫酸、五水合硫酸铜、石油醚(沸程 30℃~60℃)、无水硫酸钠、冰乙酸、碘化钾:均为分析纯,国药集团化学试剂有限公司。

RE-52AA 旋转蒸发仪:上海亚荣生化仪器厂;DHG-9146A 电热恒温鼓风干燥箱:上海精宏实验设备有限公司;PE3040PN 烤箱:北京中兴柏翠电器有限公司;

AL104 电子天平:瑞士 Mettler Toledo 公司;HH-4 电热恒温水浴锅:常州国华电器有限公司;SHB-Ⅲ循环水式多用真空泵:郑州长城科工贸有限公司;DZ-260/P 真空封口机:上海创灵包装机械制造有限公司;BC/BD-272SC 冰柜、BCD-226STC 冰箱:海尔冰箱有限公司。

1.2 方法

1.2.1 调味烤鳗的工艺

冷冻鳗鱼→解冻→去鳍、头、内脏→清洗、沥水→切段→腌制→沥干→烘干→烤制→冷却→速冻→真空包装→冻藏。

主要工艺要点如下:

- 1)原料解冻:取-18℃冻藏的鳗鱼,用流动水解冻。
- 2)清洗沥水:洗去鳗鱼体表黏液后去鳍、头、内脏,洗净黑膜、血污,再将鳗鱼切段成1cm宽的鱼块,备用。
- 3)腌制:盐、糖、味精、五香粉等加水配制成为一定浓度的调味液,煮沸5min后冷却至25℃并按料液比1:2(g/mL)加入鱼块于食品保鲜容器中,在4℃下低温腌制1h。
- 4)烘干:将腌制过的鱼块捞起,沥干5min,置于烤箱中烘干,进行部分脱水,在烘干过程中进行一次翻面,保证鱼块两面脱水均匀。
- 5)烤制:将部分脱水的鱼块放置烤箱中烤制,在烤制过程中,进行一次翻面,以保证鱼块两面烤制均匀。
- 6)冷却:将鱼块从烤箱取出并自然冷却。
- 7)速冻:在-25℃下速冻至鱼块中心温度达到-18℃。
- 8)真空包装:将鱼块装袋真空包装。
- 9)冻藏:-18℃下冻藏。

1.2.2 调味烤鳗工艺参数单因素试验

1.2.2.1 烘干时间的选择性试验

在前期研究的基础上^[15-17]选择盐4%、糖2%、味精0.5%、五香粉3%,料液比为1:2(g/mL),低温4℃的条件下腌制鳗鱼块1h,沥干后置于45℃的烘箱中分别烘干0、0.5、1、2、3h进行部分脱水,然后在150℃烤制10min,烤制过程中每隔5min进行1次翻面,烤制出的样品冷却至25℃进行感官检验,确定适宜的烘干时间。

1.2.2.2 烤制温度的选择性试验

按1.2.2.1调味料配方,低温4℃的条件下腌制鳗鱼块1h,沥干后置于45℃的烘箱中烘干0.5h进行部分脱水,然后分别在150、160、170、180、190℃的条件下烤制10min,在烤制过程中每隔5min进行1次翻面,烤制出的样品冷却至25℃进行感官检验和过氧化

值的测定,确定适宜的烤制温度。

1.2.2.3 烤制时间的选择性试验

按 1.2.2.1 调味料配方,低温 4℃的条件下腌制鳗鱼块 1 h,沥干后置于 45℃的烘箱中烘干 0.5 h 进行部分脱水,然后在 170℃下分别烤制 2、4、6、8、10 min,烤制过程中分别每隔 1、2、3、4、5 min 进行一次翻面,烤制出的样品冷却至 25℃进行感官检测,确定最佳的烤制时间。

1.2.2.4 腌制时间的选择性试验

按 1.2.2.1 调味料配方,低温 4℃的条件下分别腌制鳗鱼块 0.5、1、1.5、2、2.5 h,沥干后置于 45℃的烘箱中烘干 0.5 h 进行部分脱水,然后在 170℃下烤制 8 min,烤制过程中每隔 4 min 进行 1 次翻面,烤制出的样品冷却至 25℃进行感官检测,确定最佳的腌制时间。

1.2.3 调味烤鳗配方的正交选择试验

在前期单因素试验研究的基础上^[15-17]设计了表 1 的 4 种调味料(盐、糖、味精、五香粉)的四因素三水平 $L_9(3^4)$ 正交试验,按单因素试验确定的最佳工艺烤制,样品冷却至 25℃进行感官检测,确定调味料的最佳配方。

表 1 $L_9(3^4)$ 正交试验设计因素水平表

Table 1 Factors and levels of $L_9(3^4)$ orthogonal test

水平	因素			
	A 盐/%	B 糖/%	C 味精/%	D 五香粉/%
1	2	1	0.3	2
2	4	2	0.5	3
3	6	3	0.7	4

1.2.4 工艺稳定性研究

在优化的工艺条件下,加工 3 批产品,每批原料 5 kg,测定产品的水分、蛋白质、脂肪、过氧化值及产品得率。

1.2.4.1 水分含量的测定

采用 GB 5009.3-2010《食品安全国家标准 食品中水分的测定》。

1.2.4.2 蛋白质的测定

采用 GB5009.5-2016《食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定》。

1.2.4.3 脂肪的测定

采用 GB5009.6-2016《食品安全国家标准 食品中脂肪的测定》。

1.2.4.4 过氧化值的测定

采用 GB5009.227-2016《食品安全国家标准 食品中过氧化值的测定》。

1.2.4.5 产品得率的测定

$$\text{得率}/\% = \frac{m_2}{m_1} \times 100$$

式中: m_1 为鳗鱼原料去鳍、头、内脏质量,g; m_2 为烤制后鳗鱼成品质量,g。

1.2.4.6 产品质量的感官检验

由 10 名有感官评定经验的人员组成感官评定小组。在首次评定之前,进行了 3 次预评分,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。以色泽、气味、滋味、质地、形态 5 个方面评价产品,具体评价标准见表 2。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^[26]。

表 2 调味烤鳗感官评定标准(满分 100 分)

Table 2 Sensory evaluation of roasted eels

类别	评定标准	分值
色泽	金黄色均匀,无黑色烤焦斑点	12~15
	色泽暗淡浅黄不均,无黑色烤焦斑点	8~11
	色泽晦暗不均,有黑色烤焦斑点	1~7
气味	香气浓郁,持续时间长,无腥味	12~15
	略有烤香味,稍有腥味	8~11
	不愉快的鱼腥味或焦糊味	1~7
滋味	滋味鲜美	17~20
	滋味较鲜美	10~16
	滋味不鲜美	1~9
质地	肉质松嫩,咀嚼感适宜,多汁性好	23~30
	肉质偏软或偏硬	10~22
	肉质太软或太硬,咀嚼感差	1~9
形态	形态完整,有弹性	17~20
	形态较完整,弹性一般	10~16
	形态不完整,弹性差	1~9

1.2.5 数据统计方法

每个试验都进行 3 次重复,使用 Microsoft Excel 2013 软件对数据进行处理。

2 结果与分析

2.1 调味烤鳗工艺参数单因素试验

2.1.1 烘干时间对调味烤鳗感官品质的影响

为了考察部分脱水对烤鳗感官品质的影响,对鳗鲡 45℃下的烘干时间进行了探讨,结果如表 3 所示。表 4 是对感官检验的方差分析结果。

由表 4 可知,不同烘干时间下调味烤鳗的 F 值为 72.45,大于在 0.05 显著水平的临界 F 值 2.63,因此在 0.05 显著水平,不同烘干时间下制得的调味烤鳗有显

表 3 烘干时间对调味烤鳗感官品质的影响

Table 3 Effect of drying time on sensory quality of roasted eels

烘干时间/h	产品感官检验评分										平均值
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
0	72	68	74	73	71	72	69	72	71	72	71±1.69
0.5	79	78	81	77	80	83	78	81	78	79	79±1.74
1.0	77	78	78	75	77	76	72	80	76	78	77±2.05
2.0	74	71	71	71	72	73	73	71	73	71	72±1.10
3.0	64	68	71	63	69	66	65	68	67	70	67±2.47

表 4 烘干时间对调味烤鳗感官评定结果的方差分析

Table 4 ANOVA of the quality of roasted eels under different drying time

差异源	SS	df	MS	F	P	F _{0.05}
烘干时间	925.08	4.00	231.27	72.45	0.00	2.63
评定员	58.88	9.00	6.54	2.05	0.06	2.15
误差	114.92	36.00	3.19			
总计	1 098.88	49.00				

著区别。各评定员之间差异的 F 值为 2.05,小于在 0.05

显著水平的临界 F 值 2.15, 因此在 0.05 显著水平,各评定员之间无显著差异。由表 3 可知,烘干 0.5 h 的感官评分最高,产品肉质紧实,脱水程度适中,咀嚼感适宜,多汁性最好。

2.1.2 烤制温度对调味烤鳗感官品质和过氧化值的影响

表 5 是在 45 ℃的烘箱中烘干 0.5 h 后,不同烤制温度,烤制 10 mim 的调味烤鳗的感官检验结果。表 6 是对感官检验的方差分析结果。

表 5 烤制温度对调味烤鳗感官品质的影响

Table 5 Effect of roasting temperature on sensory quality of roasted eels

烤制温度/℃	产品感官检验评分										平均值
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
150	74	73	72	75	74	72	73	75	73	72	73±1.10
160	76	77	82	79	87	75	80	78	77	81	79±3.34
170	80	80	86	85	86	86	78	79	81	83	82±3.01
180	76	76	75	77	77	75	73	72	73	71	75±2.01
190	71	69	69	69	72	74	70	65	70	71	70±2.24

表 6 烤制温度对调味烤鳗感官评定结果的方差分析

Table 6 ANOVA of the quality of roasted eels under different roasting temperature

差异源	SS	df	MS	F	P	F _{0.05}
烤制温度	966.68	4.00	241.67	43.74	0.00	2.63
评定员	105.68	9.00	11.74	2.13	0.05	2.15
误差	198.92	36.00	5.53			
总计	1271.28	49.00				

由表 6 可知,不同烤制温度下调味烤鳗的 F 值为 43.74,大于在 0.05 显著水平的临界 F 值 2.63,因此在 0.05 显著水平,不同烤制温度下制得的调味烤鳗有显著区别。各评定员之间差异的 F 值为 2.13,小于在 0.05 显著水平的临界 F 值 2.15,因此在 0.05 显著水平,各评定员之间无显著差异。由表 5 可知,烤制温度为 170 ℃的感官评分最高,产品肉质紧实,脱水程度适中,咀嚼感适宜,多汁性最好。

烤制温度对调味烤鳗过氧化值的影响见图 1。

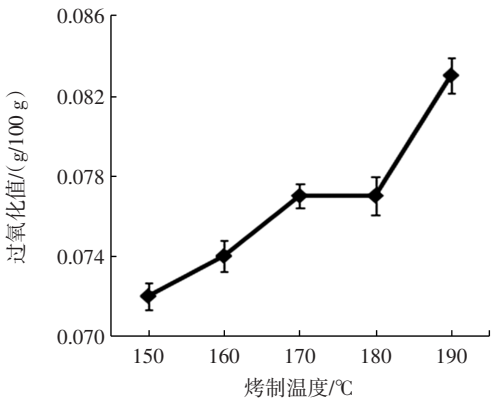


图 1 烤制温度对调味烤鳗过氧化值的影响

Fig.1 Effect of roasting temperature on peroxide value of roasted eels

由图 1 可以看出,在 180 ℃之前,过氧化值随烤制温度的升高略微升高,到 190 ℃时升高较多,但也仅

达到 0.083 g/100 g,远低于 SB/T10379-2012《速冻调制食品》指标的临界值 0.2 g/100 g。由此看出,烤制温度在 180 ℃以下都是适宜的。综合表 5 和图 1 可知,烤制温度 170 ℃是最适宜的。

2.1.3 烤制时间对调味烤鳗感官品质的影响

表 7 是在 45 ℃的烘箱中烘干 0.5 h 后,烤制温度为 170 ℃,不同烤制时间的调味烤鳗的感官检验结果。表 8 是对感官检验的方差分析结果。

表 7 烤制时间对调味烤鳗感官品质的影响
Table 7 Effect of roasting time on sensory quality of roasted eels

烤制时间/min	产品感官检验评分										平均值
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
2	71	72	67	75	72	71	73	69	73	72	72±2.11
4	70	77	80	78	77	69	67	79	77	70	74±4.57
6	80	82	80	71	79	82	83	81	83	80	80±3.30
8	86	87	80	90	85	83	81	79	87	86	84±3.35
10	79	78	83	78	69	78	81	73	74	81	77±4.03

表 8 烤制时间对调味烤鳗感官评定结果的方差分析
Table 8 ANOVA of the quality of roasted eels under different roasting time

差异源	SS	df	MS	F	P	F _{0.05}
烤制时间	999.72	4.00	249.93	15.30	0.00	2.63
评定员	48.72	9.00	5.41	0.33	0.96	2.15
误差	587.88	36.00	16.33			
总计	1636.32	49.00				

由表 8 可知,不同烤制时间调味烤鳗的 F 值为 15.30,大于在 0.05 显著水平的临界 F 值 2.63,因此在

0.05 显著水平,不同烤制时间下制得的调味烤鳗有显著区别。各评定员之间差异的 F 值为 0.33,小于在 0.05 显著水平的 F 值 2.15,因此在 0.05 显著水平,各评定员之间无显著差异。由表 7 可知,烤制时间为 8 min 的感官评分最高,产品肉质紧实,脱水程度适中,咀嚼感适宜,多汁性最好,油脂外溢较少。

2.1.4 腌制时间对调味烤鳗感官品质的影响

表 9 是低温 4 ℃腌制不同时间,45 ℃的烘箱中烘干 0.5 h,烤制温度 170 ℃,烤制 8 min 的调味烤鳗的感官检验结果。表 10 是对感官检验的方差分析结果。

表 9 腌制时间对调味烤鳗感官品质的影响
Table 9 Effects of curing time on sensory quality of roasted eels

腌制时间/h	产品感官检验评分										平均值
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
0.5	82	83	79	83	80	82	81	82	83	81	82±1.28
1.0	84	85	86	87	86	86	84	88	85	88	86±1.37
1.5	83	84	81	84	82	81	82	83	84	85	83±1.30
2.0	77	80	81	79	81	77	80	78	77	81	79±1.64
2.5	72	75	73	74	76	75	72	76	75	74	74±1.40

表 10 腌制时间对调味烤鳗感官评定结果的方差分析
Table 10 ANOVA of the quality of roasted eels under different curing time

差异源	SS	df	MS	F	P	F _{0.05}
腌制时间	675.64	3.00	225.21	114.73	0.00	3.01
评定员	20.89	8.00	2.61	1.33	0.28	2.36
误差	47.11	24.00	1.96			
总计	743.64	35.00				

由表 10 可知,不同腌制时间下调味烤鳗的 F 值为 114.73,大于在 0.05 显著水平的临界 F 值 3.01,因此在 0.05 显著水平,不同腌制时间下制得的调味烤鳗

有显著区别。各评定员之间差异的 F 值为 1.33,小于在 0.05 显著水平的临界 F 值 2.36,因此在 0.05 显著水平,各评定员之间无显著差异。由表 9 可知,腌制时间为 1 h 的感官评分最高,产品具有浓郁的鲜香风味,肉质紧实,脱水程度适中,咀嚼感适宜,多汁性最好。

2.2 调味料配方的正交选择试验

按单因素试验确定的最佳工艺烤制,针对配方中的 4 种调味品(盐、糖、味精、五香粉)进行四因素三水平 L₉(3⁴)正交试验,以感官检验作为考察指标,利用正交助手对试验结果进行极差分析和方差分析。正交试验结果见表 11,方差分析见表 12,正交趋势见图 2。

表 11 正交试验结果

Table 11 Orthogonal test result

试验号	A 盐	B 糖	C 味精	D 五香粉	感官评分
1	1	1	1	1	84.50
2	1	2	2	2	88.00
3	1	3	3	3	86.00
4	2	1	2	3	88.83
5	2	2	3	1	85.83
6	2	3	1	2	83.67
7	3	1	3	2	85.83
8	3	2	1	3	85.50
9	3	3	2	1	86.33
k ₁	86.17	86.39	84.56	85.55	
k ₂	86.11	86.44	87.72	85.83	
k ₃	85.89	85.33	85.89	86.78	
极差 R	0.28	1.11	3.16	1.23	
优先因素	C>D>B>A				
最佳配方	A ₁ B ₂ C ₂ D ₃				

表 12 方差分析表

Table 12 Variance analysis

因素	偏差平方和	自由度	F 比	F 临界值	显著性
盐	0.13	2	0.03	4.46	
糖	2.34	2	0.48	4.46	
味精	15.14	2	3.00	4.46	
五香粉	2.46	2	0.50	4.46	
误差	20.06	8			

由表 11、表 12、图 2 可知,各因素的水平优劣顺序分别为:C>D>B>A。即影响调味烤鳗配方的因素主次顺序为: C 味精>D 五香粉> B 糖> A 盐。最佳配料比为 A₁B₂C₂D₃,即盐 2 %、糖 2 %、味精 0.5 %、五香粉 4 %时,调味烤鳗的口味最佳。此组合未出现在正交表中,用此组合重复进行 3 次试验验证,感官评分分别为 88.92、90.33、92.15,平均 90.47±1.32,高于任一正交试验组,相对标准偏差 1.46 %。相对标准偏差小,说明结果稳定。

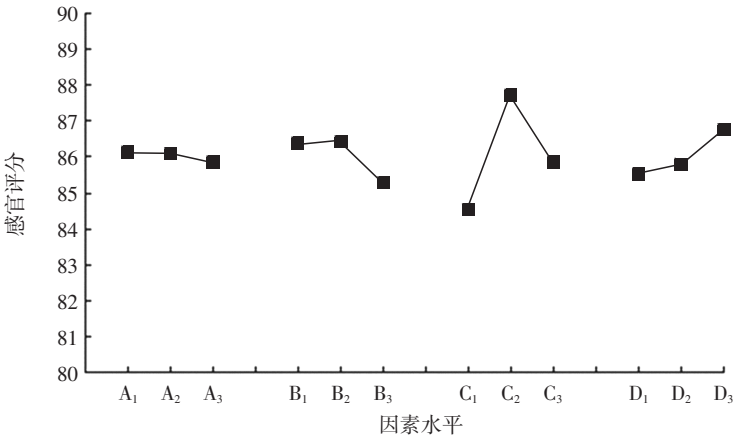


图 2 正交趋势图

Fig.2 Trend graph of orthogonal test

2.3 优化工艺稳定性研究

在优化的工艺条件下制备的 3 批烤鳗产品,结果如表 13 所示。

3 批产品的水分含量、蛋白质含量、脂肪含量、过氧化值、产品得率均有较小的相对标准偏差(均小于 5 %),说明所建立的烤鳗生产工艺具有良好的稳定性。

表 13 优化工艺条件的稳定性

Table 13 Stability of the optimized conditions

参数	水分含量	蛋白质含量	脂肪含量	过氧化值含量	产品得率
平行试验 1	43.96	26.13	25.93	0.076	82.96
平行试验 2	49.12	27.31	24.53	0.078	87.14
平行试验 3	46.03	28.74	23.13	0.077	77.16
平均值	46.37±2.12	27.39±1.07	24.53±1.14	0.077±0.000 82	82.42±4.09
相对标准偏差	4.57	3.90	4.66	1.06	4.97

3 结论

通过对调味烤鳗的工艺参数的优化,确定了最佳

的工艺参数为:腌制时间 1.0 h,烘干时间 0.5 h,烤制温度 170 ℃,烤制时间 8 min,调味配方为:盐 2 %、糖 2 %、

味精 0.5 %、五香粉 4 %。该产品风味、口感和营养俱佳,加工工艺简单,加工时间短,工艺稳定性好,产品主要成分含量的相对标准偏差均小于 5 %,过氧化值符合国家卫生标准。因此,新开发的烤鳗生产工艺应用可行性高,丰富了鳗鱼加工品种,有助于拓宽鳗鱼的销路,促进鳗鱼产业发展。

参考文献:

- [1] 李小勇. 鳗鱼的营养价值和冷冻烤鳗的加工工艺[J]. 江西水产科技, 1998(3): 25-26
- [2] 江苏新医学院. 中药大辞典[M]. 上海:上海科技出版社, 1986: 2719
- [3] 曾少葵, 章超桦, 蒋志红. 海鳗肌肉及鱼头营养成分的比较研究[J]. 海洋科学, 2002, 26(5): 13-15
- [4] 章银良, 夏文水. 海鳗肌肉脂肪酸组成及干燥对其影响[J]. 中国粮油学报, 2008, 23(2): 111-113
- [5] 赵辉, 徐大伦, 周星宇, 等. 新鲜海鳗营养成分及其风味物质分析[J]. 食品科学, 2010, 31(20): 278-281
- [6] 叶翠, 钟传明, 池宝兴. 福建鳗鲡产业发展形势分析[J]. 中国水产, 2019, 4: 56-61
- [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] 朱亚平. 2013 年前 3 季度全国水产品进出口贸易情况分析[N]. 中国渔业学报, 2013-11-25
- [9] 陈申如, 邱澄宇, 倪辉. 鳗鱼油微胶囊质量特性及固化时间对其的影响[J]. 集美大学学报, 2001, 6(2): 149-152
- [10] 余杰, 陈美珍. 鳗油脱臭及其在食品中应用的研究[J]. 中国油脂, 2000, 25(3): 31-33
- [11] 余杰, 陈美珍. 酶法制备水解鳗鱼头蛋白及其应用研究[J]. 中国海洋药物, 2000(3): 50-54
- [12] 陈荔红, 郑宝东. 鳗鱼酶法水解蛋白工艺[J]. 福建农林大学学报, 2009, 38(1): 93-96
- [13] 曾远平, 陈庆喜, 黄学敏. 鳗鱼头酶解工艺及其条件优化[J]. 现代食品科技, 2010, 26(3): 288-290
- [14] 张龙, 刘晓燕. 盐酸法提取鳗鱼骨钙的工艺研究[J]. 食品研究与开发, 2012, 33(8): 95-97
- [15] 张鹏, 刘微. 利用低值鳗鱼骨开发鳗鱼提取物的研究[J]. 食品科技, 2016(12): 93-96
- [16] 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
- [17] 陈申如, 张其标, 胡阳, 等. 温度对液熏鳗鱼质量特性的影响[J]. 食品研究与开发, 2018, 39(7): 95-99
- [18] 胡阳, 蔡慧农, 陈申如. 烟熏鳗鱼的工艺技术[J]. 食品工业科技, 2014, 35(22): 290-293
- [19] Özogul Y, Özyurt G, Özogul F, et al. Freshness assessment of European eel (*Anguilla anguilla*) by sensory, chemical and microbiological methods[J]. Food Chemistry, 2005, 92(4): 745-751
- [20] Claude B, Tim R, Caroline G, et al. Toxic textile dyes accumulate in wild European eel *Anguilla anguilla* [J]. Chemosphere, 2015, 138: 784-791
- [21] Jonathan D B, Michel L, Mehran A, et al. Spatial trends of organochlorinated pesticides, polychlorinated biphenyls, and polybrominated diphenyl ethers in Atlantic Anguillid eels[J]. Chemosphere, 2013, 90(5): 1719-1728
- [22] Pannetier P, Caron A, Campbell PGC, et al. A comparison of metal concentrations in the tissues of yellow American eel (*Anguilla rostrata*) and European eel (*Anguilla anguilla*) [J]. Science of the Total Environment, 2016, 569: 1435-1445
- [23] Myrthe W, Dieuwertje E K, Anuschka P, et al. Accumulation of persistent organic pollutants in consumers of eel from polluted rivers compared to marketable eel [J]. Environmental Pollution, 2016, 219: 80-88
- [24] Fenet H, Gomez E, Rosain D, et al. Polycyclic aromatic hydrocarbon metabolites and 7-ethoxyresorufin O-deethylase activity in caged European eels[J]. Archives of Environmental Contamination and Toxicology, 2006, 51(2): 232-236
- [25] 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
- [26] 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

收稿日期:2019-07-31