

# 排序法在大西洋鲭鱼脱腥工艺筛选中的应用

吴吉玲<sup>1</sup>, 黄一珍<sup>1</sup>, 姜鹏飞<sup>1</sup>, 郑佳楠<sup>1</sup>, 李国栋<sup>2</sup>, 秦磊<sup>1</sup>, 董秀萍<sup>1\*</sup>

(1. 国家海洋食品工程技术中心, 辽宁海洋食品精深加工关键技术省部共建协同创新中心, 辽宁省海产品精深加工业共性技术创新平台, 大连工业大学 食品学院, 辽宁 大连 116034; 2. 青岛益和兴食品有限公司, 山东 青岛 266400)

**摘要**:以冷冻大西洋鲭鱼为原料,采用感官评价方法根据样品的腥味程度和喜好程度进行排序,并分别利用秩和检验法与 R-index 法两种数据分析方法对排序结果进行统计分析,探讨不同腥味脱除方法对大西洋鲭鱼蒸烤后感官品质的影响,并结合电子鼻结果,由此确定最佳脱腥工艺。结果表明,秩和检验法和 R-index 法统计分析大西洋鲭鱼腥味排序和喜好度排序结果一致。葱姜蒜+料酒掩蔽法是其中腥味最小且最受喜欢的脱腥工艺。

**关键词**:排序法;秩和检验法;R-index法;大西洋鲭鱼;脱腥工艺

## Application of Ranking Test in Screening of Atlantic Mackerel (*Scomber scombrus*) Deodorization Process

WU Ji-ling<sup>1</sup>, HUANG Yi-zhen<sup>1</sup>, JIANG Peng-fei<sup>1</sup>, ZHENG Jia-nan<sup>1</sup>, LI Guo-dong<sup>2</sup>, QIN Lei<sup>1</sup>,  
DONG Xiu-ping<sup>1\*</sup>

(1. National Engineering Research Center of Seafood, Collaborative Innovation Center of Provincial and Ministerial Co-construction for Seafood Deep Processing, Liaoning Province Collaborative Innovation Center for Marine Food Deep Processing, School of Food Science and Technology, Dalian Polytechnic University, Dalian 116034 Liaoning, China; 2. Qingdao Yihexing Food Co., Ltd., Qingdao 266400, Shandong, China)

**Abstract**: Changes in sensory quality characteristics in relation to different deodorization processing in frozen Atlantic mackerel were studied, in order to screen the best deodorization process. The methodological approaches taken in this study were based on both ranking analysis and electronic nose analysis. The results of this investigation showed that the rank sum test method and R-index method were consistent in the statistical analysis of fishy attributes ranking and preference ranking. Onion ginger garlic + cooking wine masking method preserved the quality of Atlantic mackerel with the least fishy odor and the most favoured as compared to other deodorization process.

**Key words**: ranking method; rank sum test method; R-index method; Atlantic mackerel; deodorization process

引文格式:

吴吉玲, 黄一珍, 姜鹏飞, 等. 排序法在大西洋鲭鱼脱腥工艺筛选中的应用[J]. 食品研究与开发, 2020, 41(23): 73-79

WU Jiling, HUANG Yizhen, JIANG Pengfei, et al. Application of Ranking Test in Screening of Atlantic Mackerel (*Scomber scombrus*) Deodorization Process[J]. Food Research and Development, 2020, 41(23): 73-79

大西洋鲭鱼(*Scomber scombrus*) 属鲭科, 鲱属, 鲈

形目, 又称挪威鲭、挪威青花鱼, 为暖水性、海洋中上层洄游经济鱼类<sup>[1]</sup>。大西洋鲭鱼因可食肉质多、价格相对较低且营养价值高, 尤其是包括二十碳五烯酸(eicosapentaenoic acid, EPA)与二十二碳六烯酸(docosahexaenoic acid, DHA)在内的多不饱和脂肪酸含量高而广受欢迎<sup>[2]</sup>。但另一方面, 大西洋鲭鱼高蛋白高

基金项目: 国家重点研发计划项目(2019YFD0902000)

作者简介: 吴吉玲(1996—), 女(哈尼), 硕士研究生, 研究方向: 水产品加工与贮藏。

\* 通信作者: 董秀萍(1977—), 女(汉), 教授, 研究方向: 水产品加工与贮藏。

脂肪的特点使其极易被氧化<sup>[3]</sup>,在加工食用过程中容易产生较重的腥味。腥味是制约消费者接受程度的关键因素,如何有效地脱腥是影响大西洋鲑鱼加工业发展的重要因素。目前,鱼类制品的脱腥方法主要有感官掩盖法、包埋法、抗氧化剂法、发酵法、酸碱盐脱腥法等<sup>[4-5]</sup>。其中香辛料掩盖法和酵母发酵法是鱼类加工过程中比较热门的脱腥方法,可有效减弱鱼类制品的腥味<sup>[6-7]</sup>。

国内外对腥味的评价和分析方法主要有感官评定和仪器分析法(如电子鼻、气相色谱分析法等)<sup>[8]</sup>。到目前为止感官评定仍然是应用最广泛的一种方法<sup>[9-10]</sup>。感官评定是一种测量、分析、解释由食品与其它物质相互作用所引发的,能通过人的味觉、触觉、视觉、嗅觉和听觉进行评价的一门科学<sup>[11]</sup>。通过感官评价筛选有效的脱腥工艺,简便迅速且直观,并具有其他仪器分析和理化分析无法取代的地位。常见的鱼类感官评定有分类检验法、排序检验法、评分检验法等。其中排序检验法是指评价员对一系列被检测的样品按其某种特性或整体印象的顺序进行排列的一种感官评价方法<sup>[12]</sup>,因该方法具有评价人员训练要求低,指向性强,且可以进行喜好度排序的特点,在加工工艺和新产品配方的筛选等研究中应用广泛<sup>[13]</sup>。

数据分析是指用适当的统计分析方法对收集到的数据进行分析,提取有用信息和形成结论,从而帮助研究人员作出判断,筛选适宜的工艺条件等。目前,排序法评价结果可采用秩和检验法和 R-index 法进行数据统计分析。秩和检验法是统计每位评价员给出的样品的排序(一般用顺序数字或等距数字表示),通过计算被评价样品的秩和得到样品的排序结果。由于该方法进行最终排序时,数据是按照等比例数据来进行处理的,这就使得评价结果的准确性会有所降低<sup>[14]</sup>。R-index 法(又名感受曲线法,ROC 曲线法),以 Thus-tonian 模型为基础,设定两两样品进行比较时评价员总能给出在某一感官特性排序时样品排序越高感官指标也越高,并以正确判断的百分比(R)为指标,通过电脑模拟计算出两样品之间的标准差。R 是一个概率值,它是一个评价员将两个或多个产品能正确区别开的概率,差异程度越大,则正确区别开它们的概率也越大<sup>[15]</sup>。

本试验拟建立基于秩和检验法与 R-index 法两种数据分析方法的排序法感官评价方法,对比研究常见 5 种脱腥工艺对大西洋鲑鱼的脱腥效果,筛选出其中效果最好的大西洋鲑鱼脱腥工艺,为大西洋鲑鱼的精深加工和品质评价提供支撑。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

大西洋鲑鱼样品:青岛益和兴有限公司(去头切割冷冻鱼片,真空包装-18℃下冻藏,重 120 g~186 g 之间) $\beta$ -环状糊精、柠檬酸、氯化钙、茶多酚(食品级)河南万邦实业有限公司;海天料酒:佛山市海天调味食品股份有限公司;安琪高活性干酵母:安琪酵母股份有限公司;葱、姜、蒜:大连市甘井子区仟和市场。

感官评定杯:大连塑料城;纯净水、原味苏打饼干:北京市美丹食品有限公司。

### 1.2 主要仪器与设备

SCC-WE101 型万能蒸烤箱:德国 Rational 公司;PEN3 便携式电子鼻:德国 AIRSENSE 公司;HH-1 数显恒温水浴锅:常州智博瑞仪器制造有限公司;AB204-N 电子分析天平:常熟市双杰测试仪器厂;沃佳健多功能食品加工机:浙江欧奔智能科技有限公司。

### 1.3 感官品评员

感官评价人员的招募、筛选、培训参考 GB/T 16291.2-2010《感官分析 选拔、培训和管理评价员一般导则》<sup>[16]</sup>。评价人员为大连工业大学在读学生志愿者,本次品评前针对志愿者身体健康状况、理解能力、基本气味识别能力等进行初筛和复筛。在筛选过程中参与初筛人员为 93 人,最终确定优选感官评价员 26 人,筛选比例 28%,男女比例为 8:18。

### 1.4 大西洋鲑鱼感官样品的制备

1) 工艺流程:大西洋鲑鱼→流水解冻→脱腥处理→蒸烤→切割分装→感官评价。

2) 制备工艺:将大西洋鲑鱼从冷库中取出,流水解冻 30 min,沥水后,按照以下 5 种脱腥方法进行脱腥。固定鱼与脱腥液添加量为 1:3(g/mL)混合作用 90 min 后,蒸馏水洗涤两次,用厨房用纸吸取鱼体表面水分,放入万能蒸烤箱中进行熟化。熟化条件为:温度 180℃,时间 20 min,湿度 20%,风速 16 m/s。

### 1.5 样品脱腥方法及编号

参照项怡等<sup>[17-21]</sup>试验方法,设定 5 种脱腥方式,并结合预试验略有改动。酵母发酵法脱腥温度为 35℃,其它 4 种脱腥方式在室温 25℃下进行。脱腥方法及样品编号见表 1。

### 1.6 品评方法

参考 GB/T 12315-2008《感官分析 方法学 排序法》<sup>[22]</sup>,针对大西洋鲑鱼的腥味进行排序(优选评价员 26 人),针对大西洋鲑鱼的整体喜好度进行排序(经常食用海鱼的消费人群 78 人)。

1) 样品控制:为保证感官评价人员品尝到的样品

表 1 脱腥方法及样品编号

Table 1 Deodorization method and sample number

样品编号	三位随机编码				脱腥方法
	腥味排序第 1 次	腥味排序第 2 次	腥味排序第 3 次	喜好度	
样品 A	938	431	821	467	$\beta$ -环糊精包埋法 $\beta$ -环状糊精溶液浓度为 1.5 %
样品 B	940	567	974	494	柠檬酸-氯化钙法 柠檬酸溶液浓度为 1 % ,氯化钙浓度为 0.2 % , 两种溶液按体积比 1 : 1 混合使用
样品 C	805	107	320	538	茶多酚抗氧化剂法 茶多酚的浓度为 0.3 %
样品 D	481	488	308	173	葱姜蒜+料酒掩蔽法 生姜、葱、蒜分别称取 40 g 洗净后切块匀 浆 过滤 以体积比 1 : 4 加入料酒和水共 1 000 mL
样品 E	163	858	930	117	酵母发酵法 酵母溶液的浓度为 2 %
样品 F	289	629	201	574	未处理 对照组

的均一性,以 3 片鱼为一组,除去鱼皮和腹部肉,将中间部分的鱼体 6 等分,如图 1 所示。混匀后,等量分装(29 g~32 g)。分装完毕后,样品标识 3 位随机数字,并按正交拉丁方顺序呈样,进行感官评定。

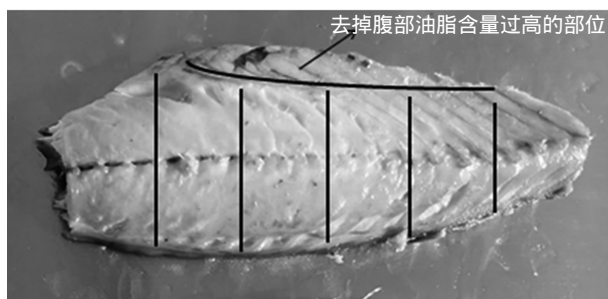


图 1 大西洋鲭鱼分割示意图

Fig.1 Schematic diagram of Atlantic mackerel segmentation

2) 品评过程控制:在感官实验室的品评隔间内进行品评,评价人员彼此间不可交流。感官评价人员根据所给出的样品编号顺序观察样品、闻样品、品尝样品后,针对产品的某一特性进行排序。品尝间隔 30 s~60 s,清水漱口并咀嚼无盐苏打饼干去除残留味道。分为两次品评,先进行大西洋鲭鱼的腥味排序,试验完成后,再进行喜好度排序。

3) 品尝顺序:腥味排序为期 3 d,每天同一时间,26 位优选评价员针对样品的腥味进行排序,最腥的排 1,最不腥的排 6;每天排序的样品相同但标识的 3 位随机数字不同。喜好度排序进行 1 d,78 位评价员针对个人对样品的喜好程度进行排序,最喜欢的排 1,最不喜欢的排 6,样品标识 3 位随机数字。

#### 1.6.1 秩和检验法

排序测试完成后,收集评价结果,将每个评价员评价的 6 个样品编秩,由小到大依次为 1、2、3、4、5、6。计算同一样品的秩次总和,即得到每个样品排序的秩和<sup>[23]</sup>。利用 Friedman 检验法<sup>[24]</sup>对排序结果进行统计分

析,实现样品间的差异显著性分析。用最小显著性差异值(least significant difference, LSD)进行多重比较。

#### 1.6.2 R-index 法

参考黄一珍等<sup>[25]</sup>文献中的方法。感官数据采用在线感官分析系统 sensewhisper 进行收集和计算,得出两两样品间的比较数值 R, R 值越接近 1,表示样品间选择差异越大。数值越接近 0.5,表示样品间选择随机。

#### 1.7 电子鼻试验方法

PEN3 型号电子鼻的气体传感器阵列由 10 个金属氧化物传感器组成,每个传感器的性能见表 2 所示。分别称取 6 g 大西洋鲭鱼样品 A~F 装入 20 mL 顶空瓶中,旋紧瓶盖,室温 25 °C 平衡 30 min,采用便携式电子鼻进行检测。数据采集时间为 100 s,清洗时间为 60 s,每组样品分别做 3 次平行检测。电子鼻数据采用 Excel 2010 进行处理,对采集的挥发性气味信息进行主成分分析(principal component analysis, PCA)。

表 2 PEN3 电子鼻传感器阵列性能描述

Table 2 Performance description of PEN3 electronic nose sensor array

序号	传感器	性能描述	对应基团	阈值/(mL/m <sup>3</sup> )
1	W1C	对芳香成分、苯类敏感	C <sub>7</sub> H <sub>8</sub>	10
2	W5S	灵敏度大,对芳香成分敏感	NO <sub>2</sub>	1
3	W3C	氨类,对芳香成分敏感	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	10
4	W6S	主要对氢化物有选择性	H <sub>2</sub>	100
5	W5C	短链烷烃芳香成分	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	1
6	W1S	对甲基类敏感	CH <sub>4</sub>	100
7	W1W	对无机硫化物灵敏	H <sub>2</sub> S	1
8	W2S	对醇类、醛酮类灵敏	CO	100
9	W2W	对有机硫化物灵敏	H <sub>2</sub> S	1
10	W3S	对长链烷烃灵敏	CH <sub>4</sub>	10

#### 1.8 数据收集与分析

感官数据采用在线感官分析系统 sensewhisper 进行收集和计算。电子鼻数据采用 Excel 2010 进行处理,对采集的挥发性气味信息进行主成分分析(principal

component analysis (PCA)。

## 2 结果与分析

### 2.1 大西洋鲭鱼感官人员招募初筛结果

本次试验共收回 93 份有效问卷,分析结果如表 3 所示。

表 3 大西洋鲭鱼感官人员招募分析

指标	特征	人数
性别	男	19
	女	74
年龄	18 岁(不含)以下	0
	18 岁~22 岁(含)	79
	23 岁~26 岁(含)	12
	27 岁~30 岁(含)	1
	31 岁~40 岁(含)	1
	41 岁~55 岁(含)	0
最喜欢的口味	酸	48
	甜	59
	苦	6
	辣	44
	咸	25
	麻	25
	鲜	56
食用海产品频率	每天/经常食用	0
	每周至少 1 次	42
	每月至少 1 次	31
	很久才吃,不记得频次/大概几个月 1 次	19
是否喜欢海鲜	几乎不吃,1 年都吃不了 1 次	1
	非常喜欢	29
	喜欢	59
能否对鱼类腥味进行准确描述	不喜欢	5
	能准确识别或作出确切描述	19
	能大体上描述	50
	有时识别或作出合适描述	22
	描述不出	2

本次的招募对象的年龄在 18 岁~40 岁(含)之间,其中 18 岁~22 岁(含)年龄段人数最多,占总人数的 89.94%。因此本次试验的感官评价是基于这个年龄段的评价人员来开展研究的。针对不同口味的喜欢程度,喜欢甜味的人最多,占总人数的 63.44%,其次是鲜味(60.22%)、辣味(47.31%)、咸味和麻味(26.88%),喜欢苦味的人数最少,仅占 6.45%。针对被招募者日常食用海产品(鱼类、贝类、虾蟹、海藻等)的频次,每天/经常食用海产品的调查者占比为 0%,每周至少一次的人数和每月至少一次的人数共占总人数的 78.49%。本次招募排除有低血糖、食物过敏、色盲色弱、经常感冒、鼻炎、假牙、口腔或牙龈疾病的(20%)、不喜欢吃

海鲜的(5.37%)、几乎不吃/1 年都吃不了几次海鲜的(1.07%)、无法描述鱼类腥味的(2.15%)等无法满足本次感官评价的人员。筛选出的是身体健康、喜欢并经常食用海产品、有一定描述能力且对试验有兴趣的感官评价候选人。

### 2.2 排序法结果分析

#### 2.2.1 秩和检验法统计排序结果

最小显著性差异值 LSD 多重比较分析结果见表 4 和表 5。秩和法统计大西洋鲭鱼脱腥工艺筛选的排序结果见表 6。

表 4 腥味 LSD 分析结果

样品	样品 A	样品 B	样品 C	样品 D	样品 E	样品 F
样品 A	N	N	N	Y	N	N
样品 B	N	N	N	Y	Y	N
样品 C	N	N	N	Y	Y	N
样品 D	Y	Y	Y	N	N	Y
样品 E	N	Y	Y	N	N	Y
样品 F	N	N	N	Y	Y	N

注: N 表示样品间不存在显著差异, Y 表示样品间存在显著差异  $\alpha=0.05$ 。

表 5 喜好度 LSD 分析结果

样品	样品 A	样品 B	样品 C	样品 D	样品 E	样品 F
样品 A	N	N	N	Y	Y	Y
样品 B	N	N	N	Y	Y	N
样品 C	N	N	N	Y	Y	N
样品 D	Y	Y	Y	N	N	Y
样品 E	Y	Y	Y	N	N	N
样品 F	Y	N	N	Y	N	N

注: N 表示样品间不存在显著差异, Y 表示样品间存在显著差异  $\alpha=0.05$ 。

表 6 大西洋鲭鱼脱腥工艺筛选排序结果

秩和均值	腥味秩和均值	喜好度秩和均值
样品 A	3.45 <sup>b f</sup>	4.22 <sup>a</sup>
样品 B	3.24 <sup>c</sup>	4.00 <sup>a b</sup>
样品 C	2.92 <sup>c</sup>	3.85 <sup>a b</sup>
样品 D	4.18 <sup>a</sup>	2.46 <sup>c</sup>
样品 E	3.92 <sup>a b</sup>	3.03 <sup>c</sup>
样品 F	3.28 <sup>c</sup>	3.45 <sup>b f</sup>

注: 同一列不同小写字母代表 LSD 显著检验结果, 相同的字母表示样品间没有显著性差异, 不同的字母表示样品间的秩和均值存在显著性差异( $\alpha=0.05$ )。

通过秩和检验法得到的排序结果可知, 在 5% 的显著水平下, 比较的样品间有显著性整体差异。腥味最弱的且最受欢迎的是样品 D, 即葱姜蒜+料酒掩蔽法处理的样品, 可能是由于香辛料的味掩盖了大西洋



鲭鱼较重的腥味,并且加上它们独特的风味而受到评价员的喜欢。其中的活性物质例如黄酮类化合物有掩盖不良气味的作用,萜烯类物质可以除掉异味<sup>[26]</sup>。张梅超等<sup>[27]</sup>发现姜汁可以抑制牡蛎酶解液脂肪氧化产生的不愉快成分如(E)-2-戊烯醛、(Z)-4-庚烯醛、壬醛、2,3-辛二酮等,显著地减弱了鱼腥味和哈喇味,并贡献出花香、柠檬香等愉快气味。排在第二位的是经酵母发酵法处理的样品,可能是由于酵母中含有多种酶,将不愉快的气味分解为无异味物质,异味脱去的同时产生特殊风味甜香<sup>[28]</sup>。吴建中等<sup>[7]</sup>利用安琪酵母降低了鱼汤中烯醛类、二烯醛等醛类物质的含量使鱼汤的腥味减弱。利用柠檬酸-氯化钙法和茶多酚抗氧化剂法处理的样品的腥味要高于不处理的,说明在本试验条件下,这两种脱腥方式不适合应用于大西洋鲭鱼的脱腥。

2.2.2 R-index 法统计排序结果

通过两两样品间的计算,分别得到腥味和喜好度两两样品间 R-index 结果,如表 7 和表 8 所示。

表 7 腥味 R-index 结果

Table 7 Fishy R-index results

样品	选样品 A	选样品 B	选样品 C	选样品 D	选样品 E	选样品 F
不选样品 A	0	0.54	0.59	0.38	0.42	0.53
不选样品 B	0.46	0	0.56	0.34	0.38	0.49
不选样品 C	0.41	0.44	0	0.32	0.32	0.43
不选样品 D	0.62	0.66	0.68	0	0.57	0.65
不选样品 E	0.58	0.62	0.68	0.43	0	0.62
不选样品 F	0.47	0.51	0.57	0.35	0.38	0

注:数值越接近 1,表示样品间选择差异越大,数值越接近 0.5,表示样品间选择随机。

表 8 喜好度 R-index 结果

Table 8 Preference R-index results

样品	选样品 A	选样品 B	选样品 C	选样品 D	选样品 E	选样品 F
不选样品 A	0	0.52	0.57	0.78	0.7	0.64
不选样品 B	0.48	0	0.53	0.73	0.65	0.59
不选样品 C	0.43	0.47	0	0.73	0.64	0.58
不选样品 D	0.22	0.27	0.27	0	0.39	0.32
不选样品 E	0.3	0.35	0.36	0.61	0	0.42
不选样品 F	0.36	0.41	0.42	0.68	0.58	0

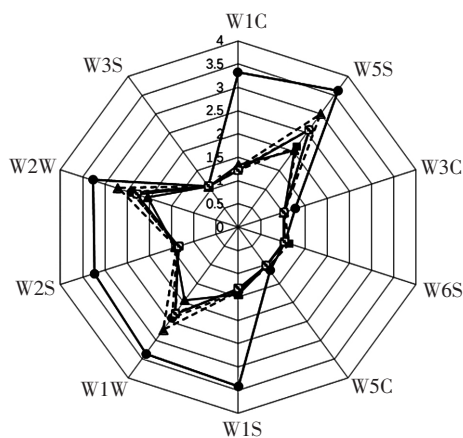
注:数值越接近 1,表示样品间选择差异越大,数值越接近 0.5,表示样品间选择随机。

由表 8 可知,选样品 D 与不选样品 A 之间 R-value 是 0.78,即当评价人员获得样品 D 和样品 A 时,选择样品 D 的概率为 78%。通过 R-index 法获得的样品腥

味强度和喜好度程度的排序结果与秩和检验法所得到的结果一致。二者的区别是秩和检验法计算出样品间的腥味是有显著性整体差异,而由表 7 可知,通过 R-index 法所获得的 R-value 没有超过 0.7,因此是没有显著性的差异。二者的相同点是两种分析方法结果都显示评价员对葱姜蒜+料酒掩盖法与 β-环糊精包埋法处理过的样品的喜好度排序有显著差异。

2.3 电子鼻检测结果

电子鼻是一种新颖的分析、识别和检测复杂嗅觉和挥发性成分的人工嗅觉系统,又称气味扫描仪,得到的是样品挥发性气味的整体信息<sup>[29]</sup>。从传感器响应曲线稳定后选取第 89 秒处的数据进行分析。不同脱腥处理的大西洋鲭鱼对传感器响应值雷达图如图 2 所示。



—●—样品 A —■—样品 B —☆—样品 C —●—样品 D —▲—样品 E —□—样品 F

图 2 电子鼻传感器对 6 种大西洋鲭鱼样品响应值的雷达图

Fig.2 Radar chart of the response of the electronic nose sensor to six Atlantic mackerel samples

对于样品 D,芳香成分、甲基类化合物、无机硫化物、有机硫化物、醇类、醛酮类等化合物的响应值最大,推测是这些气味的存在减弱了大西洋鲭鱼的腥味。样品 A、样品 B、样品 C、样品 E、样品 F 传感器响应值雷达图具有相似的轮廓,其中响应值最大的是 W5S 传感器,其次是 W1W 和 W2W 传感器。样品 E 中的芳香成分、无机硫化物、有机硫化物均有所减少,说明经过酵母发酵处理对鱼肉腥味脱除有一定的作用。崔方超等<sup>[30]</sup>利用酵母对草鱼进行脱腥后,通过顶空固相微萃取-气相色谱质谱联用(head space-solid phase micro extractions-chromatography-mass spectrometry, HS-SPME-GC-MS)技术检测出挥发性成分的峰面积和个数都明显减少,其中芳香族类化合物减少最显著。

PCA 分析是一种多元统计方法,它可以将采集的多指标进行数据转换和降维,并对降维的特征向量进

行线性分类,捕捉整个数据集间的最大差异,通过改变坐标轴来达到区分样品的目的<sup>[31]</sup>。6种大西洋鲭鱼

样品电子鼻响应值的PCA分析见图3。

由图3可知,第一主成分和第二主成分的贡献率

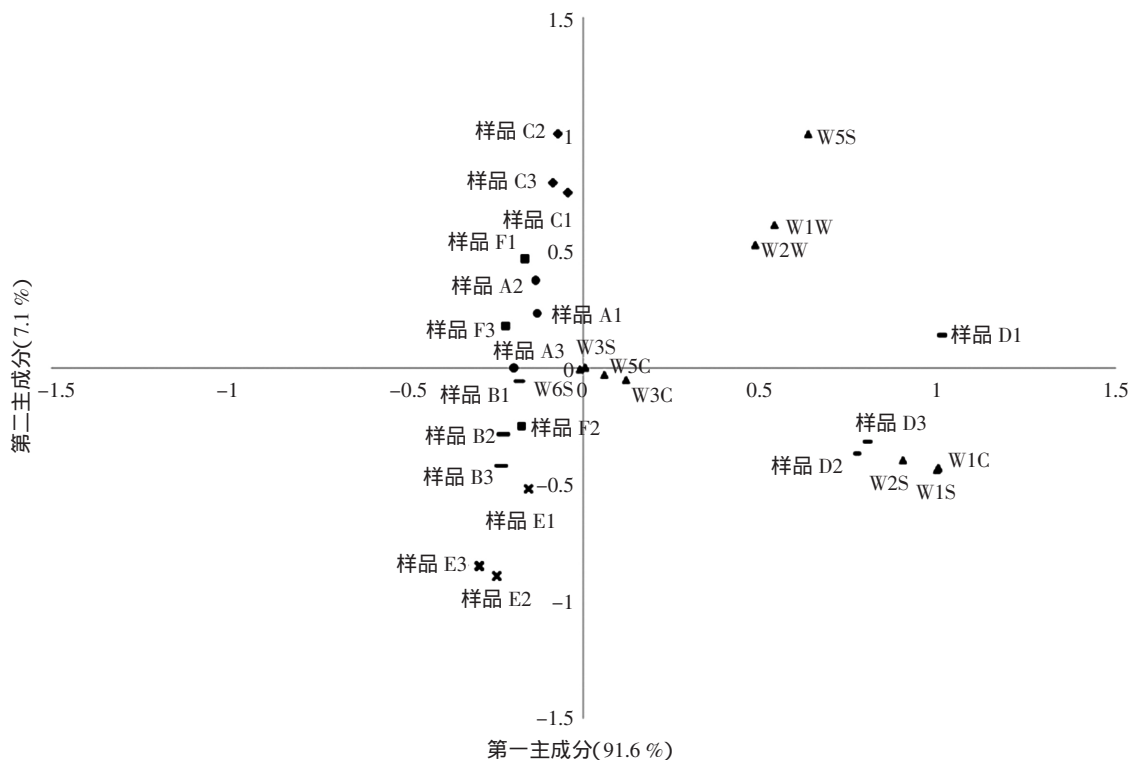


图3 6种大西洋鲭鱼样品电子鼻响应值的PCA分析

Fig.3 PCA analysis of electronic nose response values of six Atlantic mackerel samples

之和为98.7%,能够较好地反映样品整体的风味特征。从不同脱腥处理的样品和未处理的样品之间的距离来看,样品D与其它样品的区分度较为明显,样品A、B、C、F的距离较近。说明经过葱姜蒜+料酒掩蔽法处理后的样品与不处理样品相比气味成分显著,而 $\beta$ -环糊精包埋法、柠檬酸-氯化钙法和茶多酚抗氧化剂法处理后的样品不显著<sup>[30]</sup>,这与腥味的秩和法排序结果一致。付湘晋等<sup>[32]</sup>利用电子鼻测定白鲢鱼肉土霉味、哈喇味和鱼腥味等时,也得到了电子鼻腥味的结果与感官评价结果高度一致的结论。

### 3 结论

进行产品工艺优化时的判断依据有两个,一个是工艺效果,一个是产品是否受到消费者的喜欢。排序法因其方法简单、时间节约、结果可靠的特点,适用于本试验工艺筛选。试验结果表明,秩和检验法和R-index法统计分析大西洋鲭鱼腥味排序和喜好度排序结果一致。这说明秩和检验法和R-index法统计分析均可用于大西洋鲭鱼排序法感官评价的数据分析中。通过感官评价并结合电子鼻分析,本试验筛选出大西

洋鲭鱼脱腥效果最好的工艺为葱姜蒜+料酒掩蔽法,使用该方法脱腥,大西洋鲭鱼腥味值最小且最受消费者欢迎。

### 参考文献:

- [1] 孙项丽,郭莹莹,于秀娟,等. 鲭鱼品质评价及品质变化与组胺含量研究进展[J]. 食品安全质量检测学报, 2019(12):3708-3713
- [2] Cropotova J, Mozuraityte R, Standal I B, et al. Assessment of lipid oxidation in Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*) subjected to different antioxidant and sous-vide cooking treatments by conventional and fluorescence microscopy methods [J]. Food Control, 2019, 104: 1-8
- [3] Standal I B, Mozuraityte R, Rustad T, et al. Quality of filleted Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*) during chilled and frozen storage: changes in lipids, vitamin D, proteins, and small metabolites, including biogenic amines[J]. Journal of Aquatic Food Product Technology, 2018, 27(3): 338-357
- [4] 苏怡,姜启兴,夏文水.不同脱腥方法对鲟鱼肉脱腥效果的比较研究[J]. 食品科技, 2019,44(10):138-146
- [5] 钱攀,马旭婷,许刚,等. 美国鲑鱼挥发性成分和脱腥方法研究[J]. 中国食品学报, 2016,16(12):169-176
- [6] 廖涛,杨玉平,白婵,等. 白鲢鱼体内腥味物质的脱除方法研究[J].

- 食品研究与开发, 2018, 39(21): 49-58
- [7] 吴建中, 王倩倩, 廖顺, 等. 安琪酵母发酵对秋刀鱼汤的脱腥作用原因分析[J]. 食品与发酵工业, 2019, 5(7): 213-220
- [8] 卢祺, 刘津延, 刘方芳, 等. 鱼类腥味物质及脱腥技术研究进展[J]. 食品工业科技, 2019, 40(8): 291-297
- [9] Agüeria D, Sanzano P, Vaz-Pires P, et al. Development of quality index method scheme for common carp (*Cyprinus carpio*) stored in ice: shelf-life assessment by physicochemical, microbiological, and sensory quality indices [J]. Journal of Aquatic Food Product Technology, 2016, 25(5): 708-723
- [10] Sveinsdottir K, Martinsdottir E, Hyldig G, et al. Application of quality index method (QIM) scheme in shelf-life study of farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*) [J]. Journal of Food Science, 2002, 67(4): 1570-1579
- [11] 朱金虎, 黄卉, 李来好. 食品中感官评定发展现状[J]. 食品工业科技, 2012, 33(8): 398-401, 405
- [12] 张艳, 雷昌贵. 食品感官评定[M]. 北京: 中国质检出版社, 2012
- [13] 仇泓博, 任小青. 排序检验法在蟹味香料感官评价中的应用[J]. 食品研究与开发, 2019, 40(12): 132-135
- [14] 朱川, 刘雅, 钟芳, 等. 冰淇淋感官评定方法的建立[J]. 食品与机械, 2007(3): 127-131
- [15] Cliff M A, O'Mahony M, Fukumoto L, et al. Development of a 'bipolar' r-index[J]. Journal of Sensory Studies, 2000, 15(2): 219-229
- [16] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 国家标准化管理委员会. 感官分析 选拔、培训和管理评价员一般导则: GB/T 16291.2-2010 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2010: 12
- [17] 项怡, 李洪军, 徐明悦, 等. 甲鱼脱腥方法的研究[J]. 肉类工业, 2015(9): 30-35
- [18] Yampakdee S, Benjakul S, Kristinsson H G, et al. Effect of pretreatment on lipid oxidation and fishy odour development in protein hydrolysates from the muscle of Indian mackerel [J]. Food Chemistry, 2012, 135(4): 2474-2482
- [19] 王晓君, 王振华, 王亚娜, 等. 泥鳅不同脱腥方法比较及腥味物质分析[J]. 食品科学, 2016, 37(15): 124-129
- [20] 徐永霞, 姜程程, 刘滢, 等. 带鱼脱腥工艺及脱腥前后的理化性质[J]. 食品与发酵工业, 2013, 39(12): 68-72
- [21] 吴涛, 茅林春. 天然复合脱腥保鲜液对草鱼的脱腥保鲜效果[J]. 湖北农业科学, 2009, 48(10): 2543-2547
- [22] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 国家标准化管理委员会. 感官分析方法学排序法: GB/T 12315-2008 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2008: 12
- [23] 叶淑红. 食品感官评价[M]. 北京: 科学出版社, 2018
- [24] 吕艳春, 姜丹, 肖通. 加权评分法和 Friedman 检验法在食醋感官评价中的应用[J]. 中国调味品, 2018, 43(1): 147-150
- [25] 黄一珍, 陈历水, 俞伟祖, 等. GC-O 风味分析及 R-index 法在发酵肉制品排序中的应用 [J]. 食品工业科技, 2014, 35(11): 302-305, 318
- [26] Yampakdee S, Benjakul S, Nalinanon S, et al. Lipid oxidation and fishy odour development in protein hydrolysate from Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) muscle as affected by freshness and antioxidants[J]. Food Chemistry, 2012, 132(4): 1781-1788
- [27] 张梅超, 慕金雨, 刘敏, 等. 姜汁对太平洋牡蛎 (*Crassostrea gigas*) 酶解液风味改善的研究[J]. 食品科学, 2014, 35(17): 170-175
- [28] 刘艳, 段振华, 蔡彦, 等. 牡蛎酶解液的脱腥工艺研究[J]. 食品研究与开发, 2015, 36(21): 95-99
- [29] 乔明锋, 易宇文, 彭毅秦, 等. 基于电子鼻对东坡肘子加热前后特征风味变化的评价[J]. 食品工业科技, 2017, 38(8): 58-62, 67
- [30] 崔方超, 李婷婷, 杨兵, 等. 电子鼻结合 GC-MS 分析草鱼脱腥前后风味变化[J]. 食品科学, 2014, 35(20): 126-130
- [31] 陈修红, 欧克勤, 汪厚银, 等. Heracles 快速气相电子鼻对花椒油气味指纹分析研究[J]. 食品科技, 2016, 41(12): 256-261
- [32] 付湘晋, 许时婴, 王璋, 等. 电子鼻检测白鲢鱼腥味[J]. 浙江大学学报(农业与生命科学版), 2010, 36(3): 316-321

收稿日期 2020-01-03

---

# 厉行节约、反对浪费