

即食液熏鲍鱼生产工艺开发与优化

沈俊炳*

(诏安县食品快检中心, 诏安 363500)

摘要: **目的** 开发与优化即食液熏鲍鱼生产工艺。**方法** 以感官评分为指标, 通过正交实验, 研究液熏液配方和浸渍烘干工艺参数对即食液熏鲍鱼品质的影响。**结果** 即食液熏鲍鱼最佳生产工艺: 液熏液配方为食用盐添加量 2%、白砂糖添加量 10%、酱油添加量 3.5%、烟熏香味料添加量 0.2%; 浸渍烘干工艺参数为浸渍时间 2 h、浸渍温度 60 °C、烘干时间 2 h、烘干温度 80 °C, 在此最佳生产工艺下加工而成的即食液熏鲍鱼的感官评分为 85 分; 同时即食液熏鲍鱼的理化、微生物及污染物指标符合相关食品安全国家标准。**结论** 优化后的生产工艺为鲍鱼休闲食品的深加工提供了参考依据。

关键词: 即食液熏鲍鱼; 生产工艺; 感官评分; 优化

Development and optimization of production technology of instant liquid smoked abalone

SHEN Jun-Bing*

(Zhao'an Center for Food Rapid Detection, Zhao'an 363500, China)

ABSTRACT: Objective To develop and optimize the technology of instant liquid-smoked abalone. **Methods** With sensory score as index, the effects of liquid fumigation formula and soaking drying process parameters on the quality of instant liquid-smoked abalone were studied by orthogonal experiment. **Results** The optimal production process of instant liquid-smoked abalone was as follows: The liquid-smoked abalone formula was 2% of edible salt, 10% of sugar, 3.5% of soy sauce, 0.2% of smoked flavoring material, and the soaking drying process parameters was: The soaking time was 2 h, the soaking temperature was 60 °C, the drying time was 2 h, the drying temperature was 80 °C, the sensory score of instant liquid-smoked abalone was 85, and the physicochemical, microbiological and pollutant indexes of instant liquid-smoked abalone were in line with the relevant national food safety standards. **Conclusion** The optimized production process provides a reference for the further processing of abalone leisure food.

KEY WORDS: instant liquid-smoked abalone; processing technology; sensory score; optimization

0 引言

鲍鱼(abalone), 属软体动物门, 腹足纲, 原始腹足目, 鲍科, 鲍属^[1]。鲍鱼是一种名贵的海产品, 位列中国传统“海产八珍”首位。鲍鱼不仅味道鲜美, 而且营养丰富, 富含

多糖、蛋白质及多种微量元素, 食用价值、药用价值及经济价值较高^[2-5]。传统的鲍鱼加工以初级加工为主, 目前主要局限于干制、速冻及罐头^[6]。传统的鲍鱼加工在消费和食用过程中存在消费方式较为单一、食用方法较为复杂等局限性, 已经不能适应现在高节奏的现代生活。开袋即食

*通信作者: 沈俊炳, 工程师, 主要研究方向为食品可追溯体系和食品检验技术与质量控制。E-mail: cysjbsjb@163.com

*Corresponding author: SHEN Jun-Bing, Engineer, Zhao'an Center for Food Rapid Detection, No.132 Yufeng Road, Zhao'an 363500, China. E-mail: cysjbsjb@163.com

食品具有方便营养的特点,是符合现代生活习惯发展的最佳选择。现已有多种即食鲍鱼生产工艺的报道^[7-8],但多数均为只经过简单调味的软罐头生产工艺。开发有特殊风味的即食鲍鱼产品不仅可以给消费者带来不同的体验,同时也可以促进鲍鱼深加工产业的发展。

熏制不仅是一种食品保藏方式,而且能赋予食品诱人的烟熏色泽和特殊的烟熏味道^[9]。传统的熏制为烟熏法,在制作过程中由于各种熏料的不完全燃烧会产生大量有害的以苯并[a]芘为代表的多环芳烃类化合物^[10],这些多环芳烃类化合物会附着在食品的表面而对人体产生潜在危害。同时烟熏法还存在熏制温度高、熏制耗时长、熏制过程不易标准化控制等不足^[11-13]。液熏法是诞生于 20 世纪 80 年代的一种新型熏制方法。与烟熏法相比,液熏法采用液体代替气体来熏制食品,同样能赋予食品特殊的烟熏风味^[14]。不仅如此,液熏法可以实现低温熏制,缩短熏制时间,更为重要的是,它可以有效降低苯并[a]芘等多环芳烃类化合物的含量^[15]。现如今,液熏法已广泛应用在虾^[16]、泥鳅^[17]、鲟鱼^[18]、牡蛎^[19]等水产品的加工中。

本研究以鲍鱼为主要原料,开发即食液熏鲍鱼的生产工艺,并以感官评分为指标,通过正交实验来优化即食液熏鲍鱼的生产工艺,旨在为鲍鱼休闲食品的深加工提供相关参考依据,同时也为其他水产休闲食品的开发提供思路和参考。

1 材料与方法

1.1 实验材料

鲍鱼皱纹盘鲍(*Haliotis discus Hannai*),购自诏安县桥东桥园市场,将鲍鱼去壳去内脏,鲍肉平均重为 38 g,洗净沥干,装入聚乙烯袋,真空密封,置于冰箱冷冻保存;山楂核烟熏香味料 II 号(济南华鲁食品有限公司);食用盐(威海高岛制盐有限公司);白砂糖(漳州市白玉兰糖业有限公司);酱油(佛山市海天调味食品股份有限公司),以上材料均购自当地超市。

1.2 实验仪器

KD-1200H 型电子天平(福州科迪电子有限公司);

KD-HN 型电子天平(福州科迪电子有限公司); H.SWX-600BS 电热恒温水温箱(上海圣科仪器设备有限公司); DHG-9246A 型电热恒温鼓风干燥箱(上海精宏实验设备有限公司); DZQ-500 真空包装机(深圳双诚智能包装设备有限公司); JC-STSX75L 数显自控型高压灭菌锅(青岛聚创世纪环保科技有限公司); 不锈钢调味槽(自制)。

1.3 实验方法

1.3.1 即食液熏鲍鱼工艺流程

原料前处理→热烫→液熏→烘干→包装→灭菌→成品。

1.3.2 工艺要点

(1)原料前处理

新鲜鲍鱼去壳去内脏,清洗干净后沥干 5 min,装入聚乙烯袋,真空密封,置于冰箱冷冻保存,使用时自然解冻,再次清洗干净后沥干 5 min。

(2)热烫

鲍鱼于 95 ℃下热烫 3 min,使鲍鱼初步成熟。

(3)液熏

将鲍鱼按料液比 1:1 (*m:m*)恒温浸渍于配制好的液熏液(食用盐、白砂糖、酱油和烟熏香味料按比例溶于水)中一定时间后沥干备用。

(4)烘干

将鲍鱼的腹足一面朝上,热风干燥。

(5)包装

烘干后的鲍鱼冷却至室温,聚偏二氯乙烯(*polyvinylidene chloride*, PVDC)层压复合薄膜袋真空包装。

(6)灭菌

灭菌条件^[20]: 高压蒸汽灭菌: 灭菌温度 113 ℃, 灭菌时间 27 min。在此灭菌条件下,即食液熏鲍鱼达到商业无菌要求。

1.3.3 指标分析方法

(1)感官评分

由 15 名有相关专业技术背景的评分员组成感官评分小组,对加工完成的即食液熏鲍鱼根据表 1 的评分标准进行感官评分。感官评分采用加权评分法,各位评分员将各项的加权分值相加计算出综合得分,取 15 名评分员的综合得分的平均值作为最终得分。

表 1 即食液熏鲍鱼感官评分标准
Table 1 Sensory scoring criteria for instant liquid-smoked abalone

形态(0.10)	色泽(0.20)	质地(0.30)	风味(0.40)	分值
外形很完整	烟熏色适宜,有光泽	肉质紧密、硬度适宜,有弹性	浓郁烟熏风味,咸甜度适宜,鲜美,无腥味	80~100
外形基本完整	烟熏色稍深/稍浅,稍有光泽	肉质较紧密、硬度较适宜,弹性较适宜	烟熏味较浓/较淡,咸度或甜度稍强/稍弱,较鲜美,腥味较少	60~80
外形不太美观	烟熏色较深/较浅,基本有光泽	肉质松散,硬度一般,弹性一般	烟熏味太浓/太淡,咸度或甜度较强/较弱,一般鲜美,腥味较大	40~60
外形不美观	烟熏色太深/太浅,无光泽	肉质很松散,硬度差,弹性差	刺鼻的烟熏味/没有烟熏味,太咸/太甜,不鲜美,腥味很大	40 以下

注: 括号中数字表示该项指标所占权重。

(2)理化、微生物及污染物指标

理化指标应符合 GB 10136—2015《食品安全国家标准 动物性水产制品》中过氧化值(以脂肪计)、组胺和挥发性盐基氮的限量要求。微生物指标应符合 QB/T 1374—2015《贝类罐头》中商业无菌的要求。污染物指应标符合 GB 2762—2017《食品安全国家标准 食品中污染物限量》中铅、镉、铬、苯并[a]芘、N-二甲基亚硝胺和多氯联苯的限量要求。

其中过氧化值(以脂肪计)按 GB 5009.227—2016《食品安全国家标准 食品中过氧化值的测定》第一法进行检测;组胺按 GB 5009.208—2016《食品安全国家标准 食品中生物胺的测定》第一法进行检测;挥发性盐基氮按 GB 5009.228—2016《食品安全国家标准 食品中挥发性盐基氮的测定》第一法进行检测;商业无菌按 GB 4789.26—2013《食品安全国家标准 食品微生物学检验商业无菌检验》进行检测;铅按 GB 5009.12—2017《食品安全国家标准 食品中铅的测定》第一法进行检测;镉按 GB 5009.15—2014《食品安全国家标准 食品中镉的测定》进行检测;铬按 GB 5009.123—2014《食品安全国家标准 食品中铬的测定》进行检测;苯并[a]芘按 GB 5009.27—2016《食品安全国家标准 食品中苯并(a)芘的测定》进行检测;N-二甲基亚硝胺按 GB 5009.26—2016《食品安全国家标准 食品中 N-亚硝胺类化合物的测定》第一法进行检测;多氯联苯按 GB 5009.190—2014《食品安全国家标准 食品中指示性多氯联苯含量的测定》进行检测。

1.3.3 实验设计

(1)液熏液配方优化

在固定浸渍烘干工艺参数的基础上,保持其他 3 个影响因子不变的前提下,通过感官评分分别研究液熏液配方中食用盐添加量、白砂糖添加量、酱油添加量和烟熏香味料添加量 4 个影响因子对即食液熏鲍鱼感官评分的影响。

在单因素实验结果的基础上,固定浸渍烘干工艺参数,通过设计 $L_9(3^4)$ 的正交实验来研究不同食用盐添加量、白砂糖添加量、酱油添加量和烟熏香味料添加量对即食液熏鲍鱼感官评分的影响,以确定最优液熏液配方。实验因素与水平见表 2。

(2)浸渍烘干工艺参数优化

在最优液熏液配方的基础上,保持其他 3 个影响因子不变的前提下,通过感官评分分别研究浸渍烘干工艺参数中浸渍时间、浸渍温度、烘干时间和烘干温度 4 个影响因子对即食液熏鲍鱼感官评分的影响。在单因素实验结果的基础上通过设计 $L_9(3^4)$ 的正交实验来研究不同浸渍时间、浸渍温度、烘干时间和烘干温度对即食液熏鲍鱼感官评分的影响,以确定最优浸渍烘干工艺参数。实验因素与水平见表 3。

(3)标准符合性确认

根据正交实验的优化结果,参考相关食品安全国家标准对最佳生产工艺加工而成的即食液熏鲍鱼的理化、微生物及污染物指标进行检验,以确保即食液熏鲍鱼符合相关食品安全国家标准要求。

2 结果与分析

2.1 液熏液配方优化结果

液熏液配方主要通过影响即食液熏鲍鱼的风味来决定即食液熏鲍鱼品质,而液熏液配方中食用盐添加量(A)、白砂糖添加量(B)、酱油添加量(C)和烟熏香味料添加量(D)是影响液熏液配方的关键因素。在固定浸渍烘干工艺参数(浸渍时间 2 h、浸渍温度 40 ℃、烘干时间 1.5 h、烘干温度 80 ℃)的基础上,通过设计 $L_9(3^4)$ 的正交实验,以感官评分结果来确定最优液熏液配方。实验结果及结果分析见表 4。

表 2 即食液熏鲍鱼液熏液配方的正交实验因素与水平表

Table 2 Orthogonal experimental factors and level table of formula of liquid fumigation liquid for instant liquid-smoked abalone

实验水平	实验因素			
	A 食用盐添加量/%	B 白砂糖添加量/%	C 酱油添加量/%	D 烟熏香味料添加量/%
1	1	7	1.5	0.2
2	2	10	2.5	0.4
3	3	13	3.5	0.6

表 3 即食液熏鲍鱼浸渍烘干工艺参数的正交实验因素与水平表

Table 3 Orthogonal experimental factors and level table of soaking drying process parameters for instant liquid-smoked abalone

实验水平	实验因素			
	E 浸渍时间/h	F 浸渍温度/℃	G 烘干时间/h	H 烘干温度/℃
1	1.5	40	1	70
2	2	50	1.5	80
3	2.5	60	2	90

表 4 即食液熏鲍鱼液熏液配方的实验结果及结果分析表

Table 4 Experimental results and analysis table of liquid-smoked abalone formula for instant liquid-smoked abalone					
实验序号	A 食用盐添加量/%	B 白砂糖添加量/%	C 酱油添加量/%	D 烟熏香味料添加量/%	感官评分
1	1 (1)	1 (7)	1 (1.5)	1 (0.2)	73
2	1 (1)	2 (10)	2 (2.5)	2 (0.4)	75
3	1 (1)	3 (13)	3 (3.5)	3 (0.6)	76
4	2 (2)	1 (7)	2 (2.5)	3 (0.6)	74
5	2 (2)	2 (10)	3 (3.5)	1 (0.2)	83
6	2 (2)	3 (13)	1 (1.5)	2 (0.4)	72
7	3 (3)	1 (7)	3 (3.5)	2 (0.4)	71
8	3 (3)	2 (10)	1 (1.5)	3 (0.6)	69
9	3 (3)	3 (13)	2 (2.5)	1 (0.2)	77
K_1	224	218	217	233	$\Sigma=670$
K_2	229	227	226	218	
K_3	217	225	230	219	
k_1	74.7	72.7	71.3	77.6	
k_2	76.3	75.7	75.3	72.6	
k_3	72.3	75.0	76.7	73.0	
最优水平	A_2	B_2	C_3	D_1	
R_j	4.0	3.0	5.3	5.0	
主次顺序			$C > D > A > B$		

由表 4 的数据可知, 液熏液配方中食用盐添加量(A)、白砂糖添加量(B)、酱油添加量(C)和烟熏香味料添加量(D)对即食液熏鲍鱼品质影响的主次顺序为: $C > D > A > B$ 。其中酱油添加量对即食液熏鲍鱼品质影响最为关键, 其原因是酱油能赋予即食液熏鲍鱼特殊的酱香味; 而白砂糖添加量对即食液熏鲍鱼品质影响较为轻微。从表 4 中的 K 值可以确定最优液熏液配方为 $A_2B_2C_3D_1$, 即食用盐添加量(2%)、白砂糖添加量(10%)、酱油添加量(3.5%)、烟熏香味料添加量(0.2%)。此最优组合为正交实验中的实验 5, 故无需再进行验证。

2.2 浸渍烘干工艺参数优化结果

浸渍过程对即食液熏鲍鱼的风味的影响至关重要, 而烘干工艺主要影响即食液熏鲍鱼的形态、色泽和质地, 故浸渍烘干工艺对即食液熏鲍鱼品质影响巨大。浸渍时间(E)、浸渍温度(F)、烘干时间(G)和烘干温度(H)是浸渍烘干工艺参数中的关键因素。在固定最优液熏液配方[食用盐添加量(2%)、白砂糖添加量(10%)、酱油添加量(3.5%)、烟熏香味料添加量(0.2%)]的基础上, 通过设计的正交实验, 以感官评分结果来确定浸渍烘干工艺参数。实验结果及结果分析见表 5。

由表 5 的数据可知, 浸渍烘干工艺参数中浸渍时间(E)、浸渍温度(F)、烘干时间(G)和烘干温度(H)对即食液熏

鲍鱼品质影响的主次顺序为: $E > G > H > F$ 。其中浸渍时间对即食液熏鲍鱼品质影响最为关键, 其原因是即食液熏鲍鱼的风味的好坏受浸渍时间长短所控制; 而浸渍温度对即食液熏鲍鱼品质影响不大。从表 5 中的 K 值可以确定最优浸渍烘干工艺参数为 $E_2F_3G_3H_2$, 即浸渍时间(2 h)、浸渍温度(60 °C)、烘干时间(2 h)、烘干温度(80 °C)。此最优组合在正交实验中并未出现, 故需再进行验证。

按最优浸渍烘干工艺参数 $E_2F_3G_3H_2$ 在上述相同条件下进行验证实验。结果表明: 以 $E_2F_3G_3H_2$ 工艺参数加工而成的即食液熏鲍鱼, 外形规整, 烟熏色适宜, 光泽好, 鲍鱼肉质紧密, 软硬适宜, 弹性好, 烟熏味浓郁, 咸甜适中, 有鲍鱼特有的鲜香味, 无不良腥味, 感官评分最终得分为 85 分。与按正交实验中感官评分最终得分最高的 $E_2F_3G_1H_2$ 工艺参数加工而成的即食液熏鲍鱼相比, $E_2F_3G_3H_2$ 工艺参数加工而成的即食液熏鲍鱼总体咀嚼性更好。 $E_2F_3G_3H_2$ 工艺参数与 $E_2F_3G_1H_2$ 工艺参数相比, 延长了 1 h 的烘干时间, 使得即食液熏鲍鱼整体更加干燥, 在不影响即食液熏鲍鱼品质的前提下, 进一步提高了即食烟熏鲍鱼的弹性和咀嚼性。

2.3 标准符合性确认

以最优生产工艺 $A_2B_2C_3D_1E_2F_3G_3H_2$ [液熏液配方为食用盐添加量(2%)、白砂糖添加量(10%)、酱油添加量(3.5%)、烟熏香味料添加量(0.2%)和浸渍烘干工艺参数为浸渍时间

(2 h)、浸渍温度(60 ℃)、烘干时间(2 h)、烘干温度(80 ℃)]加工而成的即食烟熏鲍鱼为样品,进行理化、微生物及污染物指标检验。具体检测结果见表 6。即食液熏鲍鱼的理化、微生物及污染物指标符合相关食品安全国家标准。

3 结 论

本研究通过对即食液熏鲍鱼的形态、色泽、质地和风味 4 个方面的感官指标进行感官评分,最终确定即食液熏鲍鱼的最优生产工艺为:液熏液配方为食用盐添加量(2%)、白砂糖添加量(10%)、酱油添加量(3.5%)、烟熏香味

料添加量(0.2%)和浸渍烘干工艺参数为浸渍时间(2 h)、浸渍温度(60 ℃)、烘干时间(2 h)、烘干温度(80 ℃),在此最佳生产工艺下加工而成的即食液熏鲍鱼的感官评分为 85 分。同时按照相关食品安全国家标准的要求对以最优生产工艺加工而成的即食液熏鲍鱼进行理化、微生物及污染物指标的检测,检测结果表明即食液熏鲍鱼的各项指标均符合相关食品安全国家标准。本研究开发并优化了一种即食液熏鲍鱼生产工艺,不仅为鲍鱼休闲食品的深加工提供了参考依据,同时也对完善鲍鱼养殖加工产业链及提高鲍鱼产业经济效益有积极作用。

表 5 即食液熏鲍鱼浸渍烘干工艺参数的实验结果及结果分析表					
Table 5 Experimental results and analysis table of process parameters of impregnation and drying for instant liquid-smoked abalone					
实验序号	E 浸渍时间/h	F 浸渍温度/℃	G 烘干时间/h	H 烘干温度/℃	感官评分
1	1 (1.5)	1 (40)	1 (1)	1 (70)	72
2	1 (1.5)	2 (50)	2 (1.5)	2 (80)	75
3	1 (1.5)	3 (60)	3 (2)	3 (90)	78
4	2 (2)	1 (40)	2 (1.5)	3 (90)	76
5	2 (2)	2 (50)	3 (2)	1 (70)	81
6	2 (2)	3 (60)	1 (1)	2 (80)	83
7	3 (2.5)	1 (40)	3 (2)	2 (80)	80
8	3 (2.5)	2 (50)	1 (1)	3 (90)	70
9	3 (2.5)	3 (60)	2 (1.5)	1 (70)	73
K ₁	225	228	225	226	Σ=688
K ₂	240	226	224	238	
K ₃	223	234	239	224	
k ₁	75.0	76.0	75	75.3	
k ₂	80.0	75.3	74.7	79.3	
k ₃	74.3	78.0	79.7	74.7	
最优水平	E ₂	F ₃	G ₃	H ₂	
R _j	5.7	2.7	5.0	4.6	
主次顺序	E > G > H > F				

表 6 即食液熏鲍鱼理化、微生物及污染物指标				
Table 6 Physicochemical, microbial and pollutant indicators for instant liquid-smoked abalone				
检验项目	单位	标准要求	检测结果	判定
过氧化值(以脂肪计)	g/100 g	≤0.6	0.031	合格
组胺	mg/100 g	≤20	5.6	合格
挥发性盐基氮	mg/100 g	≤30	11.2	合格
商业无菌	-	-	符合要求	合格
铅(以 Pb 计)	mg/kg	≤0.5	未检出(< 0.01)	合格
镉(以 Cd 计)	mg/kg	≤2.0(去除内脏)	未检出(< 0.05)	合格
铬(以 Cr 计)	mg/kg	≤2.0	未检出(< 0.05)	合格
苯并[a]芘	μg/kg	≤5.0	0.5	合格
N-二甲基亚硝胺	μg/kg	≤4.0	未检出(< 1.0)	合格
多氯联苯	mg/kg	≤0.5	未检出(< 0.01)	合格

参考文献

- [1] 李帅鹏, 晁珊珊, 高仕林. 我国鲍鱼养殖产业现状与对策[J]. 江西水产科技, 2019, (6): 44–46.
LI SP, CHAO SS, GAO SL. Current situation and countermeasures of abalone culture industry in China [J]. Jiangxi Fish Sci Technol, 2019, (6): 44–46.
- [2] 江铭福. 真空糟制鲍鱼加工工艺研究[J]. 福建农业科技, 2019, (9): 22–27.
JIANG MF. Study on processing technology of abalone prepared form vacuum tank [J]. Fujian Agric Sci Technol, 2019, (9): 22–27.
- [3] 李锐, 孙玉林, 冯明会, 等. 即食泡椒鲜鲍鱼加工工艺研究[J]. 食品科技, 2019, 44(4): 151–156.
LI R, SUN YL, FENG MH, et al. Processing technology of ready-to-eat fresh abalone with pickled peppers [J]. Food Sci Technol, 2019, 44(4): 151–156.
- [4] 陈胜军, 杨少玲, 刘先进, 等. 鲍鱼及其副产物综合利用研究进展[J]. 肉类研究, 2019, 33(10): 76–81.
CHEN SJ, YANG SL, LIU XJ, et al. Recent progress in comprehensive processing and utilization of abalone and its byproducts [J]. Meat Res, 2019, 33(10): 76–81.
- [5] LI WY, LI Y, CHEN YL, et al. Characterization and crystal structure of prolyl endopeptidase from abalone (*Haliotis discus Hannai*) [J]. Food Chem, 2020, (333): 127452–127460.
- [6] 郑瑞生, 王则金, 陈纯, 等. 烘烤条件对即食鲍鱼品质影响的研究[J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2013, 38(2): 116–120.
ZHENG RS, WANG ZJ, CHEN C, et al. On quality of roasted abalone in different roasting conditions [J]. J Southwest Norm Univ (Nat Sci Ed), 2013, 38(2): 116–120.
- [7] 朱蓓薇, 吴厚刚, 董秀萍, 等. 鲍鱼软包装即食产品的制备方法: 中国, CN101019664A[P]. 2007-08-22.
ZHU BW, WU HG, DONG XP, et al. Preparation of abalone ready to eat in soft package: China, CN101019664A [P]. 2007-08-22.
- [8] 刘昌衡, 健敏, 孟秀梅, 等. 即食鲍鱼的加工方法: 中国, CN101396133A[P]. 2009-04-01.
LIU CH, JIAN M, MENG XM, et al. Processing method of instant abalone: China, CN101396133A [P]. 2009-04-01
- [9] FILHO PRDO, ARAÚJO IBD, RAÚL LJ, et al. Stability of refrigerated traditional and liquid smoked catfish (*Sciades herzbergii*) sausages [J]. Food Sci, 2021, 86(7): 2939–2948.
- [10] 宋忠祥, 樊少飞, 付浩华, 等. 低盐液熏腊肉加工工艺优化及品质分析[J]. 肉类研究, 2020, 34(7): 46–52.
SONG ZX, FAN SF, FU HH, et al. Processing optimization and quality analysis of low salt liquid smoked Chinese bacon [J]. Meat Res, 2020, 34(7): 46–52.
- [11] XIN X, BISSETT A, WANG J, et al. Production of liquid smoke using fluid-bed fast pyrolysis and its application to green lipped mussel meat [J]. Food Control, 2021, (124): 107874–107880.
- [12] 吴靖娜, 路海霞, 蔡水淋, 等. 基于模糊数学感官评价法优化液熏鲍生产工艺[J]. 食品安全质量检测学报, 2015, 6(12): 4932–4941.
WU JN, LU HX, CAI SL, et al. Optimization on processing of liquid-smoked abalone based on fuzzy mathematics sensory evaluation [J]. J Food Saf Qual, 2015, 6(12): 4932–4941.
- [13] JUSUF L, MAX RW. Fatty acids profile of dried block tuna (*Thunnus albacares*) with liquid smoke addition [J]. J Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia, 2019, 22(3): 520–525.
- [14] 姚嘉莉, 石文娟, 杨万根. 液熏技术对腊肉理化和感官品质的影响[J]. 食品与发酵工业, 2020, 46(17): 220–225.
YAO JL, SHI WJ, YANG WG. Effects of liquid smoke technology on physicochemical and sensory quality of bacon [J]. Food Ferment Ind, 2020, 46(17): 220–225.
- [15] 胡武, 王维民. 液熏灌肠配方优化研究[J]. 食品工业科技, 2014, 35(7): 212–216.
HU W, WANG WM. Research of the formulation and optimization of liquid smoked sausage [J]. Sci Technol Food Ind, 2014, 35(7): 212–216.
- [16] 李倩, 夏杏洲, 章雪琴, 等. 即食性液熏虾贮藏特性的研究[J]. 食品科技, 2021, 46(1): 144–148.
LI Q, XIA XZ, ZHANG XQ, et al. Study on storage characteristics of ready-to-eat liquid smoked shrimp [J]. Food Sci Technol, 2021, 46(1): 144–148.
- [17] 郭利芳, 吴肖淮, 颜燕, 等. 真空液熏泥鳅加工工艺研究[J]. 食品科技, 2020, 45(5): 123–127.
GUO LF, WU XH, YAN Y, et al. Study of liquid-smoked processing of *Misgurnus anguillicaudatus* in vacuum conditions [J]. Food Sci Technol, 2020, 45(5): 123–127.
- [18] 杨星, 张美彦, 李小义, 等. 浸渍液液熏鲟鱼片工艺研究[J]. 湖北农业科学, 2020, 59(7): 163–166.
YANG X, ZHANG MY, LI XY, et al. Study on the process of liquid smoked sturgeon slices by dipping method [J]. Hubei Agric Sci, 2020, 59(7): 163–166.
- [19] 李辉, 黄枝梅, 林晨艳. 即食液熏牡蛎加工工艺优化[J]. 现代食品, 2020, (4): 94–98, 113.
LI H, HUANG ZM, LIN CY. Optimization of processing technology of ready-to-eat liquid-smoked oysters [J]. Mod Food, 2020, (4): 94–98, 113.
- [20] 翁俊发. 即食鲍鱼加工新技术的研究[J]. 农产品加工, 2016, (1): 37–40.
WENG JF. Study on ready-to-eat abalone processing new technology [J]. Farm Prod Process, 2016, (1): 37–40.

(责任编辑: 李磅礴 郑 丽)

作者简介



沈俊炳, 工程师, 主要研究方向为食品可追溯体系和食品检验技术与质量控制。
E-mail: cysjsjb@163.com