

文章编号: 1673-1689(2011)05-0663-05

重组松脆鱼果的真空微波加工工艺

王灵玉¹, 张懋^{*1}, 陈卫平²

(1. 食品科学与技术国家重点实验室(江南大学), 江苏 无锡 214122; 2. 浙江山水郎食品有限公司, 浙江 杭州 310014)

摘要: 以白鲢鱼为主原料对鱼果加工工艺进行研究, 通过添加不同比例辅配料制成凝胶型较好的鱼糜, 待鱼糜成型后, 采用真空微波对其进行加工。通过优化微波时间、真空度、鱼糜的水分质量分数等工艺参数和感官评定, 确定最佳的膨化度和松脆度。结果表明: 重组松脆鱼果的较佳工艺配方为: 食用盐质量分数 2%, 白砂糖质量分数 10%, 玉米淀粉质量分数 8%, 味精质量分数 1%; 最佳真空微波工艺条件是: 鱼糜初始水分质量分数控制在 60%, 在真空度 0.096 MPa 下加热 24 min。该工艺生产的鱼果色泽亮白, 不变形, 质地均匀, 具有特有的鱼香味。

关键词: 重组; 松脆; 膨化; 鱼果; 真空微波

中图分类号: TS 254.4

文献标识码: A

Study on Vacuum Microwave Processing Technology of Recombinant Crunchy Fish Fruits

WANG Ling-yu¹, ZHANG Min^{*1}, CHEN Wei-ping²

(1. State Key Laboratory of Food Science and Technology, Jiangnan University, Wuxi 214122, China; 2. Zhejiang Shanshuilang Food Co. Ltd. Hangzhou 310014, China)

Abstract: The aim of this study is to develop the process of fish fruits with silver carp fish as the major material. According to add different proportions of ingredients, a better surimi gel was made. After molding, vacuum microwave was used for processing. By orthogonal experiments and sensory evaluation, the optimum process parameters of microwave time, vacuum and moisture content, the expansion ratio and crispness of fish fruits was developed and listed as follows: initial moisture content of surimi was controlled at 60%, microwave heating for 24 min at the vacuum pressure of 0.096 MPa. And the optimum compositions of crunchy fish fruits were salt 2%, sugar 10%, corn starch 8% and monosodium glutamate 1%. With the optimum composition, the final product of fish fruits had bright white color, free deformation, homogenous texture and special flavor of fish meat.

Key words: recombinant, crunchy, expansion, fish fruits, vacuum microwave

收稿日期: 2010-11-01

基金项目: 国家自然科学基金项目(20776062)。

* 通信作者: 张懋(1962-), 男, 浙江平湖人, 工学博士, 教授, 博士研究生导师, 主要从事农产品贮藏与加工方面的研究。Email: min@jiangnan.edu.cn

我国是世界水产品生产大国,2006年全国水产品产量5290.4万t,其中淡水产品产量为2402.7万t^[1],占全国水产品总量的45.4%。我国养殖淡水鱼产量占世界养殖淡水鱼总产量的73%,淡水鱼已成为我国重要的水产品资源,而我国的鲢、鳙等低值淡水鱼占了淡水生产总量的60%以上^[2-4],开发前景广阔。鲢鱼新鲜食用因其具有土腥味、肉薄而且骨刺多,销路受到限制,经济效益低,故可将其加工成高蛋白、低脂肪、营养丰富且食用方便的新型休闲食品^[5-6]。鱼果是以低值鱼或小杂鱼为主原料,以淀粉、白糖、食盐、香辛料等为辅助材料^[7],经混合、熟化、压制成型的粒状休闲食品,另外可以添加各种辅料制成各种特种鱼果。鲢鱼的再加工不仅可很好地提高鲢鱼的附加值,也很有营养价值^[8]。鱼果产品在市场分布稀少,开发生产前景良好,可带来的较大效益。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

新鲜白鲢鱼(1.0~1.5 kg):购于无锡市雪浪农贸市场;食盐、玉米淀粉、白砂糖、味精、五香粉、胡椒粉、洋葱粉等香辛料:均为市售,食品级;碳酸氢钠、氯化钠:分析纯。

1.2 试验仪器与设备

10F-FBS 电热恒温鼓风干燥箱:上海跃进医疗器械厂产品;CM-14 型斩拌机:西班牙 MAINCA 公司;PL203 型电子分析天平;LG 家用冷藏冷冻箱;MVD-01 型微波真空干燥器;CHROMA METER CR-400 彩色色差计。

1.3 试验方法

1.3.1 工艺流程 原料鱼→清洗→三去(去头、内脏、鱼鳞)处理→清洗→去皮采肉→除腥→斩拌→成型→真空微波→冷却→包装。

1.3.2 操作要点

1) 三去处理:原料鱼清洗后,将鱼开腹,去头、去内脏、去鱼鳞,并同时除去附着在腹腔内侧的黑膜。较大的鱼肉应切成5 cm×5 cm 大小的鱼块,然后置于10℃以下的清水中充分清洗。

2) 去皮采肉:清洗后的鱼肉用沸水均匀冲淋^[9],再用手撕去鱼皮,然后用刀倾斜45°方向逐块剔除较大鱼刺^[10]。

3) 除腥:将去皮、去肉的鱼肉置于1 g/dL Na₂CO₃+0.4 g/dL NaCl 的去腥剂中浸泡2 h^[11],去腥

剂与鱼肉的质量比为4:1,脱腥温度控制在6~10℃,定时单向搅拌,然后用自来水冲洗8 min。

4) 斩拌:鱼糜制品对温度特别敏感,在空斩的过程中,为防止温度过度升高,要适量加冰。空斩1 min 后鱼糜发黏,即可进入盐斩阶段。盐斩时,加入鱼糜质量2%的食用盐,尽可能把盐均匀分散撒入肉糜中,快速斩拌7 min 至浆体发亮、均匀即可。为了防止肉糜温度升高,引起蛋白质变性,在盐斩的过程中也要适量加入冰块进行降温,把浆体的温度始终控制在10℃以下^[12]。在斩拌的最后根据不同的配比加入淀粉及其调味料,基础配方为:玉米淀粉8%,白砂糖10%,味精1%,及时加入冰块降温,避免破坏产品最终的脆度和口味,调味斩拌10 min 即可得到质地细腻,色泽发亮,无不良气味的鱼糜,整个斩拌过程中温度控制在10℃以下^[12]。

5) 成型:将鱼糜均匀压板成厚为3~4 cm 的鱼糜块,摆在钢丝网上,于烘箱内烘制定型,然后取出切分成1 cm×0.8 cm×0.8 cm 大小的鱼块。

6) 真空微波:将不同水分质量分数的成型鱼果均匀铺放在真空微波炉内的聚四氟乙烯托盘上,调节真空度、真空微波时间等参数,得到膨化效果较好的松脆鱼果。

1.3.3 试验指标测定与测定方法

1) 水分质量分数测定:按照GB5009.3-2010 进行测定。

2) 色泽测定:用CHROMA METER CR-400 彩色色差计定量测定样品的色差。 L (lightness)为亮度, L 越大,亮度就越大,色泽越鲜亮; a 值(redness,红绿色度),表示从红到绿的值, a 越大越向红色度靠近; b 值(yellowness,黄蓝色度),表示从黄色到蓝色的值, b 值越大越向黄色度靠近; ΔE 色差值。

$$\Delta E = \sqrt{(L - L_0)^2 + (a - a_0)^2 + (b - b_0)^2}$$

样品取3次样,每样旋转3次不同角度,得到3个样品 $L, a, b, \Delta E$ 值的3次读数平均值^[13]。

3) 体积测定:采用小米排除法^[14]。

物料的体积(cm^3) = 小米加物料的体积(cm^3) - 小米的体积(cm^3)

4) 膨化率:膨化率 = 膨化后体积/膨化前体积

5) 外形、色泽、质构、风味的感官评定:采用10分法评定,即由10名评价员组成感官评价小组品尝鱼果的色泽、质构和风味,将外观色泽、质地和风味用小数表示,每个样根据10个人所打分进行综合评定^[15],见表1。

表 1 重组松脆鱼果的感官评分标准

Tab. 1 Sensory score standard of recombinant crunchy fish fruits

评价	外形(10分)	色泽(10分)	质构(10分)	风味(10分)
好	8~10 表面平整,膨化均匀,不收缩,不变形	8~10 亮白色,色泽基本均匀	8~10 质地均匀,酥脆,膨化适中,无粉质感	8~10 鱼腥味很淡,具特有的鱼香味
一般	5~7 表面较平整,基本无收缩	5~7 色泽不太均匀,发暗,发灰	5~7 膨化较好,质地较酥脆,硬度稍大,稍有粉质感	5~7 鱼香味较小伴有焦香味
差	<5 膨化不均,严重收缩	<5 色泽不均匀,甚至呈褐色,有焦糊	<5 膨化不佳,柔软不松脆	<5 基本无鱼香味,焦糊味浓,甚至有苦味

2 结果与分析

2.1 成型鱼果干燥曲线

将成型后未真空微波的鱼果均匀铺在 10 cm × 15 cm 的铁丝网上,不能叠放,然后将铁丝网置于鼓风干燥箱内,调节不同的加热温度,让热风垂直穿过铁丝网孔,在不同温度下测定鱼果的水分质量分数。

由图 1 可知,随着热风干燥时间的增加,鱼果水分质量分数在 3 个温度下都逐渐减少,且前 3 个小时下降速率较大,在 3 h 后,下降速率趋于平稳;而水分质量分数下降速率是 65 °C > 60 °C > 55 °C。图 1 的干燥曲线为鱼果的真空微波干燥参数的优化提供了参考。为了达到较好的膨化效果,需严格控制鱼果的初始水分质量分数。

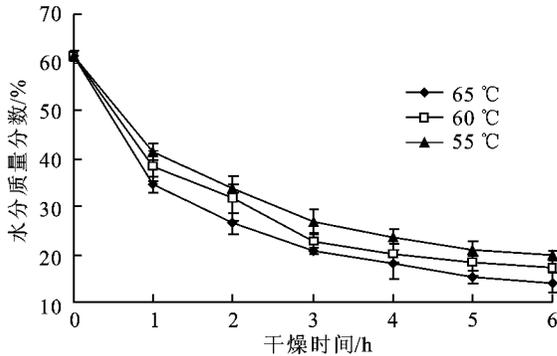


图 1 鱼果热风干燥曲线

Fig. 1 Hot-air drying curves of fish fruits

2.2 鱼糜片表面色泽变化

将成型后未真空微波的鱼糜切成 1.5 cm × 1.5 cm × 0.5 cm 的薄片,均匀铺在 10 cm × 15 cm 的铁丝网上,不能叠放,然后将铁丝网置于鼓风干燥箱内,调节干燥箱内温度为 65 °C,让热风垂直穿过铁丝网孔,测定不同时间下鱼糜片的色泽变化。

由图 2 知,在 65 °C 下,随着热风干燥时间的增加,鱼果的 L 值即亮度在前 2 个小时下降较明显,即色泽逐渐暗淡,在 2 h 后逐渐趋于平稳,几乎不在

变化; a 值即红绿色度在前 2 小时逐渐变大,即颜色逐渐偏向红色,2 h 后几乎不变; b 值即黄蓝色度,在 1 h 达到一个突出点,随后稍稍下降又趋于平稳,即颜色先稍微偏向黄色后再减弱; E 值即色差值在前 2 小时逐渐增加,在 2 h 后趋于平稳。总之,色泽的变化都发生在前 2 个小时,若要保持较好的色泽,需严格控制热风干燥的时间。

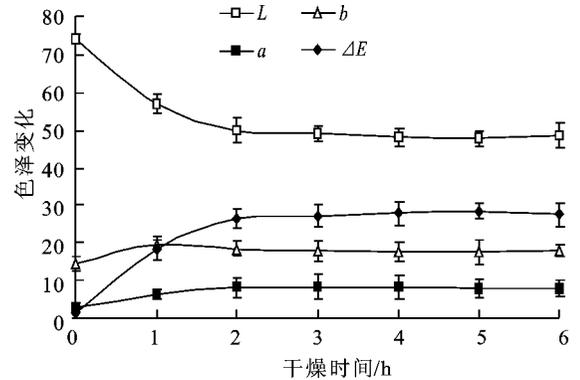


图 2 鱼果在 65 °C 热风干燥下的色泽变化(L, a, b, E)
Fig. 2 Color change(L, a, b, E) of fish fruits under 65 °C drying

2.3 真空微波参数优化试验

采用混合水平正交试验对鱼果真空微波加工工艺各参数进行优化,考察了时间、水分质量分数、真空度 3 个因素对鱼果外形、色泽、质构和风味的影响,试验结果见表 2~ 5。

表 2 正交试验因素水平表

Tab. 2 Factor levels of orthogonal experiment

水平	因素		
	A 微波时间	B 真空度	C 水分质量分数
1	20 min	0.084 MPa	60%
2	22 min	0.090 MPa	55%
3	24 min	0.096 MPa	50%

可以看出,影响感官评分的主次因素顺序是真空度 > 微波时间 > 水分质量分数。鱼果感官评分

的最优组合是 $A_3B_3C_1$ 。影响鱼果膨化率的主要因素也是真空度 > 微波时间 > 水分质量分数, 膨化较好的最优组合是 $A_3B_3C_1$ 。综上, 真空微波加工鱼果的最优工艺参数为: 微波时间 24 min, 真空度为 0.096 MPa, 初始水分质量分数为 60%。此真空微

波工艺条件下制备的鱼果表面平整, 膨化均匀, 不收缩, 不变形, 色泽均匀亮白, 质地均匀, 酥脆, 无粉质感, 具特有的鱼香味。此外, 鱼果的水分质量分数 $\leq 6\%$, 是一种水分含量低、极耐贮藏的休闲干货。

表3 正交设计与试验结果

Tab. 3 Orthogonal design and results

处理号	因素			感官评分	膨化率
	微波时间 A	真空度 B	水分质量分数 C		
1	1(20 min)	1(0.084 MPa)	1(60%)	4.6	0.97
2	1	2(0.090 MPa)	2(55%)	6.7	1.53
3	1	3(0.096 MPa)	3(50%)	8	1.91
4	2(22 min)	1	2	4.2	1.11
5	2	2	3	5.4	2.03
6	2	3	1	8.2	2.35
7	3(24 min)	1	3	6.2	1.42
8	3	2	1	8.1	2.71
9	3	3	2	9.1	3.16
感官评分	K_1	6.433	5	6.967	
	K_2	5.933	6.733	6.667	
	K_3	7.8	8.433	6.533	
	极差 R	1.867	3.433	0.434	
膨化率	k_1	1.47	1.167	2.01	
	k_2	1.83	2.09	1.933	
	k_3	2.43	2.473	1.787	
	极差 R	0.96	1.306	0.223	
最优水平	A_3	B_3	C_1		
因素主次				$B \rightarrow A \rightarrow C$	

表4 感官评定正交试验方差分析

Tab. 4 Variance analysis of orthogonal experiment with sensory evaluation

方差来源	偏差平方和	自由度	平均偏差平方和	F 值	临界值	显著性
微波时间	5.602 222	2	2.801 111	8.292 763		
真空度	17.682 22	2	8.841 111	26.174 34		*
水分质量分数	0.295 556	2	0.147 778	0.437 5	$F_{0.05}(2, 2) = 19.00$	
误差	0.675 556	2	0.337 778			
总和	24.255 56	8				

表5 膨化率正交试验方差分析

Tab. 5 Variance analysis of orthogonal experiment with expansion ratio

方差来源	偏差平方和	自由度	平均偏差平方和	F 值	临界值	显著性
微波时间	1.411 2	2	0.705 6	11.448 35		
真空度	2.706 867	2	1.353 433	21.959 44		*
水分质量分数	0.077 267	2	0.038 633	0.626 825	$F_{0.05}(2, 2) = 19.00$	
误差	0.123 267	2	0.061 633			
总和	4.318 6	8				

3 结 语

辅配料是影响重组松脆鱼果品质的重要因素,

较佳的工艺配方为, 食用盐质量分数 2%, 白砂糖质量分数 10%, 玉米淀粉质量分数 8%, 味精质量分数 1%, 香辛料适量, 这样得到的鱼果风味最纯正, 口

感较佳。

鱼果在较高的水分质量分数虽然有较大的膨化率,但容易松脆度不够,影响感官评分;太低的水分质量分数除了会造成鱼果的膨化率较低外,还导致鱼果出现较多的僵片。高真空度下,鱼果所含水

分的饱和温度较低,其膨化率和松脆度提高,但相应的能耗增加,击穿放电的可能性也加大。根据试验,最佳真空微波加工工艺是微波时间 24 min,真空度为 0.096 MPa,初始水分质量分数为 60%。

参考文献(References):

- [1] 杨贤庆,李来好,吴燕燕,等. 鱼粒休闲食品生产工艺的探讨[J]. 湛江海洋大学学报,2000,4(20):41-45.
YANG Xia-qing, LI Lai-hao, WU Yan-yan, et al. Study on the technology for making grilled fish tidbit leisure food[J]. **Journal of Zhan Jiang Ocean University**, 2000, 4(20):41-45. (in Chinese)
- [2] 李应彪,童军茂,孙丽萍. 微波膨化鱼片的研究[J]. 食品研究与开发,2003,3(24):46-47.
LI Ying-biao, TONG Jun-mao, SUN Li-ping. Research on microwave expanded fillet[J]. **Food Research and Development**, 2003, 3(24):46-47. (in Chinese)
- [3] 姜小清,申双贵,何建湖. 淡水鱼冷冻鱼糜的加工[J]. 渔业现代化,2004,3:34-36.
JIANG Xiao-qing, SHEN Shuang-gui, HE Jian-hu. Processing technique of frozen surimi from fresh water fish[J]. **Fishery Modernization**, 2004, 3:34-36. (in Chinese)
- [4] 张泓. 日本鱼糜制品的加工现状概述[J]. 渔业现代化,2006,5:45-47.
ZHANG Hong. Current situation of surimi processing in Japan[J]. **Fishery Modernization**, 2006, 5:45-47. (in Chinese)
- [5] Channarong Chomnawang, Kasem Nantachai, Jirawat Yongsawatdigul. Chemical and biochemical changes of hybrid cat fish fillet stored at 4°C and its gel properties[J]. **Food Chemistry**, 2007, (103)8:420-427.
- [6] 王涓冬,张国琛,王麓璐,等. 微波真空干燥技术及其在水产品加工中的应用[J]. 大连水产学院学报,2009(24):202-205.
WANG Juan-dong, ZHANG Guo-shen, WANG Lu-lu. Microwave vacuum drying technology and application in fishery product processing[J]. **Journal of Dalian Fisheries University**, 2009(24):202-205. (in Chinese)
- [7] 罗建平,陈锦亚,王桐珍. 竹荚鱼鱼片干和鱼果的加工工艺初探[J]. 水产科技情报,2004,31(5):212-213.
LUO Jian-ping, CHEN Jin-ya, WANG Tong-zhen. A probe into the processing technology of sliced dried chilean jack mackerel and fish fruits[J]. **Fisheries Science & Technology Information**, 2004, 31(5):212-213. (in Chinese)
- [8] 李勇,陈裕东. 白鲢鱼糜流变特性的研究[J]. 食品科学,2007,10(28):100-104.
LI Yong, CHEN Yu-dong. Rheological properties of silver carp surimi[J]. **Food Science**, 2007, 10(28):100-104. (in Chinese)
- [9] R Bórquez, W Wolf, W D Koller, et al. Impinging jet drying of pressed fish cake[J]. **Journal of Food Engineering**, 1999, 40:113-120.
- [10] 林素娥,王清林,卞智英. 儿童营养鱼糜制品的研制[J]. 农产品加工学刊,2008,1:29-32.
LIN Su-e, WANG Qing-lin, BIAN Zhi-ying. Development of child nutrition fish surimi product[J]. **Academic Periodical of Farm Products Processing**, 2008, 1:29-32. (in Chinese)
- [11] 张骏,张愨. 真空微波工艺条件对香脆鳙鱼片品质的影响[J]. 食品与生物技术学报,2006,2(25):37-47.
ZHANG Jun, ZHANG Min. Effect of microwave-vacuum on the quality of crisp bighead carp slices[J]. **Journal of Food Science and Biotechnology**, 2006, 2(25):37-47. (in Chinese)
- [12] 陈力巨,陈佩佩,曾焕润,等. 休闲鱼粒的研制[J]. 农产品加工·学刊,2008,8:54-57.
ZHANG Li-ju, CHEN Pei-pei, ZENG Huan-run, et al. Study on leisure fish tablets[J]. **Academic Periodical of Farm Products Processing**, 2008, 8:54-57. (in Chinese)
- [13] 祁兴晋,夏文水. 白鲢鱼肉粒干燥工艺的研究[J]. 食品工业科技,2007,2(28):166-170.
QI Xing-jin, XIA Wen-shui. Study on the technology for drying of silver carp tidbit[J]. **Science and Technology of Food Industry**, 2007, 2(28):166-170. (in Chinese)
- [14] 李远志,郑素霞,罗树灿. 真空微波加工马铃薯脆片的工艺特性[J]. 食品与发酵工业,2003,29(8):40-43.
LI Yuan-zhi, ZHENG Su-xia, LUO Shu-can. Study on the processing characteristics of potato crispy chips by vacuum microwave[J]. **Food and Fermentation Industries**, 2003, 29(8):40-43. (in Chinese)
- [15] 方旭波,陈小娥,余辉. 鱿鱼休闲鱼粒加工工艺的研究[J]. 食品工业,2008,5:31-33.
FANG Xu-bo, CHEN Xiao-e, YU Hui. Study on processing technology of squid grilled fish tidbit[J]. **Food Industry**, 2008, 5:31-33. (in Chinese)