

微波膨化淡水鱼糜脆片的工艺

汪 兰¹, 付晓燕², 史兆龙², 吴文锦¹, 乔 宇¹,
丁安子¹, 廖 李¹, 王 俊¹, 熊光权^{*1}

(1. 湖北省农业科学院 农产品加工与核农技术研究所, 湖北省农业科技创新中心 农产品加工研究分中心, 湖北武汉 430064; 2. 华中农业大学 楚天学院, 湖北 武汉 430070)

摘要: 以冷冻鱼糜为主要原料, 采用微波技术加工膨化鱼糜脆片, 以制品的膨化率、白度和硬度作为评价指标, 研究物料厚度、含水量、淀粉种类及其添加量、脂肪添加量、微波功率和微波时间对膨化鱼糜制品的影响, 通过正交实验确定最佳工艺。结果表明: 原料压片厚度 0.2 cm, 糯米粉添加量为质量分数 10%, 脂肪添加量为质量分数 5%, 42 ℃烘干 2.5 h 后在 700 W 功率下微波膨化 110 s, 所得产品鲜香酥脆, 美味可口。

关键词: 鱼糜制品; 微波膨化; 白度; 硬度

中图分类号: TS 254.5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673—1689(2016)010—1045—08

Technological Study on Puffing of Chips from Freshwater Surimi by Microwave Heating

WANG Lan¹, FU Xiaoyan², SHI Zhaolong², WU Wenjing¹, QIAO Yu¹,
DING Anzi¹, LIAO Li¹, WANG Jun¹, XIONG Guangquan^{*1}

(1. Institute for farm Products Processing and Nuclear-Agricultural Technology, Hubei Academy of Agricultural Science, Wuhan 430064, China; 2. College of food science and technology, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China)

Abstract: The processing technology of surimi chips through microwave puffing was investigated using frozen surimi as raw material. The effect of surimi mixture thickness, moisture content, the amount and variation of starch, the amount of fat, the power and processing time of microwave puffing on the surimi chips were studied by evaluating the expansion ratio, whiteness and hardness of chips. The optimal condition of surimi chips preparation was confirmed by the orthogonal experiment. The crispy and delicious production could be achieved under the optimized condition with the surimi mixture thickness of 0.2 cm, the waxy starch amount of 10% (w/w), the fat amount of 5% (w/w), the microwave power of 700 W, and heated for 110 s.

Keywords: surimi, microwave puffing, whiteness, hardness

收稿日期: 2015-01-20

基金项目: 国家“十二五”科技支撑计划项目(2012BAD28B06); 湖北省农科院青年科学基金项目(2013NKYJJ16)。

作者简介: 汪 兰(1981—), 女, 湖北孝感人, 工学博士, 副研究员, 主要从事农产品加工和天然产物化学的研究。E-mail: 2005lily@gmail.com

* 通信作者: 熊光权(1965—), 男, 重庆人, 研究员, 主要从事水产品加工及副产物综合利用的研究。E-mail: xiongguangquan@163.com

鱼糜(Surimi)指经绞碎、擂溃或斩拌的糊状鱼肉^[1]。调理鱼糜工艺配方方面的研究有很多^[2-5],但对鱼糜微波膨化制品的研究尚处于空白。微波是频率在 300 MHz 到 300 GHz 的电磁波(波长 1 m~1 mm)。微波膨化是微波能量到达物料深层转换成热能,使物料深层水分迅速蒸发形成较高的内部蒸汽压力条件,迫使物料膨化^[6]。利用微波膨化技术加工食品能最大限度保存食品原有的营养成分,加工时间短,膨化、干燥、杀菌工艺同时完成^[7]。张立彦等研究淀粉种类及性质对微波膨化的影响,表明淀粉物料中支链淀粉的含量高,有利于微波膨化,产品膨化率大;直链淀粉含量高,则不利于膨化^[8]。糯米粉物料经微波膨化后产品膨化率最大,其它依次为马铃薯淀粉、木薯淀粉、玉米淀粉和小麦淀粉^[9]。物料中含水量、物料的几何形状、微波功率等均影响微波制品的品质^[10-12]。

微波膨化鱼糜是一项新技术,需要从多方面研究鱼糜在微波膨化中的变化,同时还要考虑各添加物对膨化效率和制品感官性状的影响。本实验属于蛋白质食品膨化,主要是在传统鱼糜制品的基础上采用微波膨化,开发微波膨化鱼糜食品生产工艺,研究原料厚度及含水量、淀粉种类及其添加量、脂肪添加量、微波功率和微波时间等因素对膨化效果的影响,优化微波膨化鱼糜工艺,开发新型鱼糜食品,丰富鱼糜加工新技术,满足广大消费者对鱼糜制品的不同需求。

1 材料与方法

1.1 实验材料

冷冻鱼糜由荆州市中科农业有限公司提供,水分质量分数 78.1%,蛋白质质量分数 19.5%,脂肪质量分数 1.22%,灰分质量分数 0.34%;食用碘盐、姜粉、蒜粉、黄酒、肥猪肉、五香粉、鸡蛋、糯米粉、红薯淀粉、大米粉、玉米淀粉,均购于武商量贩农科城店。

1.2 仪器设备

UltraScan XE 色度测定仪,美国 HunterLab 公司制造;TA-XT2 型物性测定仪,英国 Stable Micro System 公司制造;格兰仕微波炉,佛山市顺德区格兰仕微波炉电器有限公司制造;AL204 型电子天平,梅特勒-托利多仪器(上海)有限公司制造。

1.3 实验方法

1.3.1 微波膨化鱼糜工艺 原料解冻→混料(表 1)

→擂溃→压制→热风干燥→切片造型→微波膨化→烘干→成品→包装

表 1 辅料表(以 100 g 鱼糜计)

Table 1 Composition of accessories (on the 100 g surimi basis)

成分	用量(质量分数)/%
食盐	1.2
蛋清液	5
黄酒	1
五香粉	0.8
姜粉	0.5
蒜粉	0.5

1.3.2 单因素实验 取 300 g 冷冻鱼糜常温解冻,按表 1 添加辅料,擂溃 30 min 后采用 0.2 cm 厚度模具压制,42 ℃热风低温干燥至不同水分含量,取出切成 4 cm×2 cm 片状,然后同时在微波炉中以 700 W 功率膨化 120 s 后测定产品膨化率、色度、硬度等指标。分别研究物料厚度、微波功率和时间、水分含量、淀粉种类、淀粉添加量、脂肪添加量对鱼糜脆片膨化效果的影响。各因素如下:在未添加淀粉和脂肪,水分质量分数 50%,微波膨化功率 700 W 和膨化时间 120 s 的条件下,研究物料厚度(0.2 cm, 0.4 cm)对膨化鱼糜脆片的影响;在未添加淀粉和脂肪,水分质量分数 50%,物料厚度 0.2 cm 和膨化时间 120 s 的条件下,研究微波功率(140、280、420、560、700 W)对膨化鱼糜脆片的影响;在未添加淀粉和脂肪,水分质量分数 50%,微波膨化功率 700 W 和物料厚度 0.2 cm 条件下,研究微波时间(90、95、100、105、110、115、120 s)对膨化鱼糜脆片的影响;在未添加淀粉和脂肪,物料厚度 0.2 cm,微波膨化功率 700 W 和膨化时间 120 s 的条件下,研究干燥至不同水分质量分数(40.52%、45.24%、49.96%、54.69%和 59.41%)对膨化鱼糜脆片的影响;在淀粉添加量为质量分数 10%,脂肪添加量为质量分数 6%,水分质量分数 45%,物料厚度 0.2 cm,微波膨化功率 700 W 和膨化时间 120 s 的条件下,研究不同淀粉(玉米淀粉、红薯淀粉、大米粉和糯米粉)对膨化鱼糜脆片的影响;采用糯米淀粉,在脂肪添加量为质量分数 6%,水分质量分数 45%,物料厚度 0.2 cm,微波膨化功率 700 W 和膨化时间 120 s 的条件下,研究不同淀粉添加量(质量分数 0、3%、6%、9%、12%、15%)对膨化鱼糜脆片的影响;在糯米淀

粉添加量为质量分数 10%,水分质量分数 45%,物料厚度 0.2 cm,微波膨化功率 700 W 和膨化时间 120 s 的条件下,研究不同脂肪添加量(质量分数 0、3%、5%、7%、9%、12%)对膨化鱼糜脆片的影响(以上均按 100 g 鱼糜计)。

1.3.3 正交实验设计 在单因素实验基础上,设计三因素三水平正交实验,确定最佳膨化工艺,因素水平见表 2。

表 2 正交实验因素水平

Table 2 Table of the orthogonal factor levels

水平	A 淀粉添加量/%	B 脂肪添加量/%	C 微波时间/s
1	6	3	100
2	8	5	110
3	10	7	120

注:添加量均为质量分数。

1.3.4 厚度的测定 采用不同厚度 PVC 泡沫板制作凹形模具,主要规格有 0.2、0.4、0.5 cm 和 1 cm。

1.3.5 水分含量的测定 采用直接干燥法,准确称取膨化样品 2.50 g,置于 105 ℃干燥 90 min 后于干燥器中冷却并称质量,计算水分质量分数。

1.3.6 膨化率的测定 详见文献[13]。

1.3.7 硬度的测定 采用 AT-XT Plus 型质构仪测定挤压产品的质构特性,配 HDP/3PB 型探头。用锋利的刀片截取样品长 60 mm,水平放在 HDP/90 承载平台上。测试参数:测量模式 Return to start,测量前速度 1.00 mm/s,测试速度 3 mm/s,测试后速度 10 mm/s;目标模式:距离 5.00 mm。质构仪装有 TEE32 质构分析软件,压力达 50 g(1 g=9.8 mN)时开始以 200 Hz 的频率自动记录不同时间时力的大小,并可绘出力—时间曲线。通过软件计算出硬度(Hardness)和破断值(fracturability),每个样品测量 5 次,取平均值。

1.3.8 白度的测定 使用 CR-210 型色差计,选用 $L^*a^*b^*$ 色彩空间。每次测量色差计显示 L^* (0 表示黑色、100 表示白色), a^* (正值表示红色、负值表示绿色), b^* (正值表示黄色、负值表示蓝色)3 个值。每个样品测 5 次,求平均值。 L_5^* 、 a_5^* 、 b_5^* 为标准白色瓷板的测定值,分别为 97.13, 0.21, 1.87。

1.3.9 感官评定 对正交实验结果进行感官评价,感官评定小组由 5 人组成,参照感官评分等级(表 3)分别对产品进行感官评分。

表 3 微波膨化鱼糜感官评分

Table 3 Sensory rating of surimi by microwave puffing

项目	等级			
	5	4	3	2~1
色泽	金黄色,有光泽	浅黄或者深黄色,略有光泽	白色或者近黑色,无光泽	黑色焦糊
香气	带有浓郁的鱼香味	略有鱼香味	无香味	有腥味
口感	咸淡可口,有鱼味,不油腻,有回味	略咸或略淡,鱼味不足,油腻,回味不足	过咸或无味道	不良味道
脆度	酥脆	略硬或者略软	过硬或者皮软	很难咬断
组织形态	表面规整,边缘整齐,内部孔洞均匀	表面有气泡,边缘不整齐	表面有大气泡,边缘参差不齐,内部结构不均匀	无规整形态

2 结果与分析

2.1 单因素实验

2.1.1 物料厚度对微波膨化鱼糜脆片的影响 物料厚度对微波膨化鱼糜脆片的影响如表 4 所示。对比表中数据发现,物料厚度越大,膨化鱼糜脆片膨化率越低,硬度高,而硬度太高会严重影响口感,而且 0.2 cm 厚度的样品比 0.4 cm 样品更白。综上考虑,物料厚度控制在 0.2 cm 为宜。

2.1.2 微波功率对膨化鱼糜制品的影响 微波膨化功率对膨化鱼糜脆片品质的影响如图 1 所示。随

表 4 物料厚度对微波膨化鱼糜制品的影响(平均值±标准差)

Table 4 Effect of mixture thickness on the surimi by microwave puffing

测定指标	原料厚度/cm	
	0.2	0.4
膨化率/%	221±22	184±20
硬度/g	1 650.34±515.99	2 880.45±603.06
白度	49.2±0.4	48.5±0.3

着微波功率的提高,产品膨化率逐渐增大,当功率到达 560 W 以后膨化率变化不大。当微波功率小于

等于 420 W 时,由于膨化能量不够,产品不能完全熟化。微波功率在 560 W 下膨化产品硬度要高于 700 W 下膨化产品,这是由于 560 W 下的膨化是间歇性膨化,相当于多次膨化,产品内部结构更紧密所致,这与膨化率结果相符,700 W 功率下膨化产品膨化率最大。不同功率膨化的产品白度呈上升趋势,如图 1(b)所示,700 W 功率下与 560 W 功率下产品的白度相差不大。综合考虑选取 700 W 功率膨化鱼糜制品。

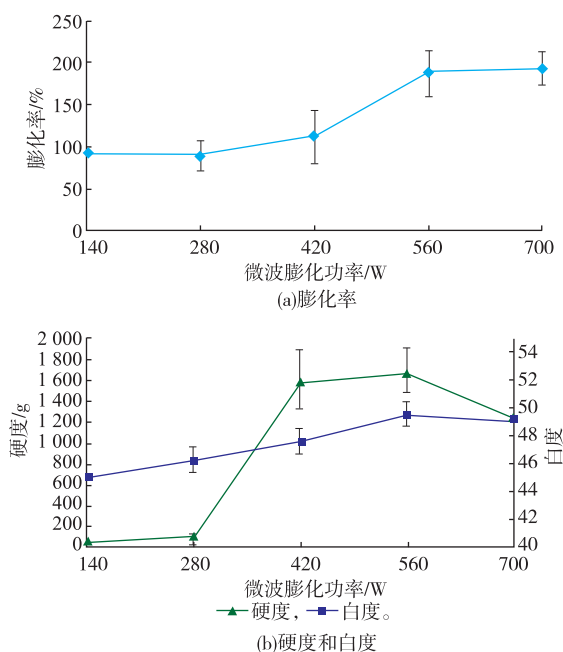


图 1 微波膨化功率对膨化鱼糜脆片品质的影响

Fig. 1 Effect of microwave power on puffing rate and hardness and whiteness of the surimi by microwave puffin

2.1.3 微波时间对膨化鱼糜制品的影响 微波膨化时间对膨化鱼糜脆片品质的影响如图 2 所示。膨化时间低于 90 s, 鱼糜未熟, 而膨化时间超过 150 s 后产品完全焦化, 无法食用。在膨化时间 90~130 s 内, 随着膨化时间延长, 产品膨化率逐渐增大, 白度也有所提高。图 2(b)表明, 产品膨化 100~120 s 硬度变化不大, 分析认为这个时间段内膨化鱼糜的结构相似, 所以硬度变化小。

2.1.4 原料水分含量对膨化鱼糜制品的影响 经过辅料添加和擂溃的原料, 含水量在质量分数 69.25% 左右, 烘干 5 h 后水分质量分数下降到 21.52% 左右。由图 3(a)可知, 鱼糜脆片膨化率在水分质量分数 45.24% 以下前, 随着水分质量分数的增

加而逐渐增大, 水分质量分数为 45.24% 时达到最高, 此后下降。当原料水分质量分数低于 45.24% 时, 膨化动力不足, 膨化率不高; 而观察膨化原料的外观和内部形貌, 发现原料水分质量分数较高时 (59.41%), 膨化时物料内部已经干燥熟化, 但是外表水分质量分数还很高, 产品暴露在常温下后回缩变形, 导致膨化率较小。而如图 3(b)所示, 产品的白度呈先下降后上升的趋势, 在水分质量分数为 49.96% 时, 产品白度最大, 水分含量低时, 产品白度下降的原因可能是干燥的过程中发生了美拉德反应, 导致色度增加。如图 3(b)所示, 水分质量分数高于 54.69%, 产品硬度较小, 干燥后水分含量下降, 硬度变化不大。综合膨化率和白度, 实验选取在 42 °C 烘箱中烘干 2.5 h 后进行膨化, 此时的水分质量分数约为 45.24%。

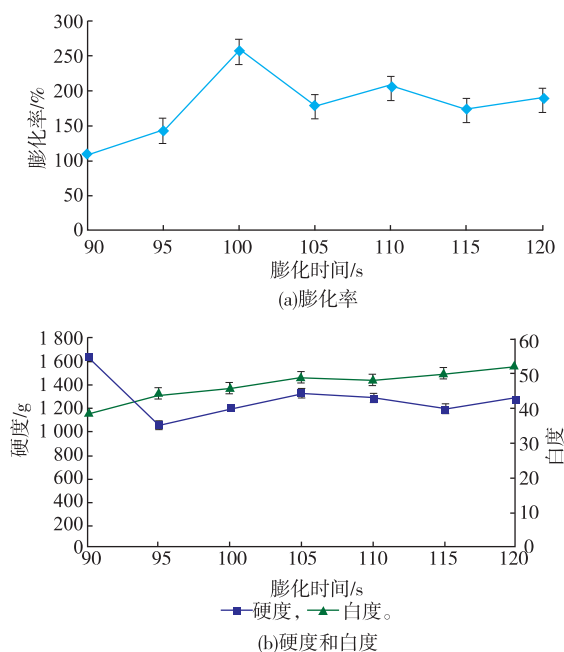
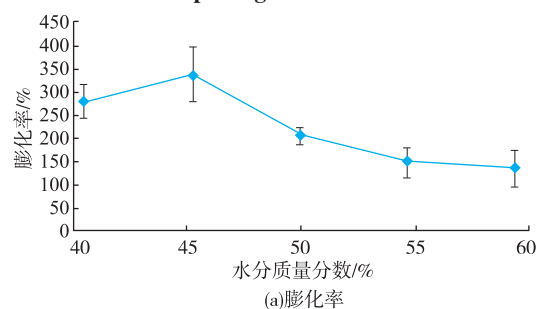


图 2 微波膨化时间对膨化鱼糜脆片品质的影响

Fig. 2 Effect of microwave time on puffing rate and hardness and whiteness of the surimi by microwave puffin



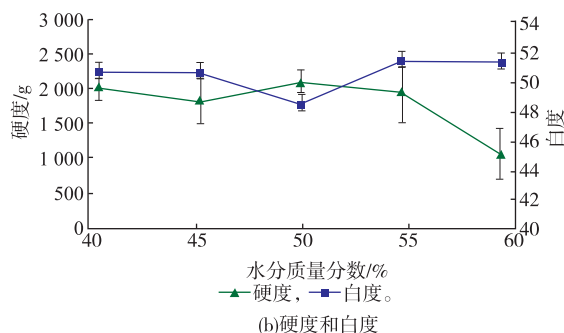


图3 原料水分含量对膨化鱼糜脆片品质的影响

Fig. 3 Effect of moisture content on puffing rate and hardness and whiteness of the surimi by microwave puffing

2.1.5 淀粉种类对膨化鱼糜制品的影响 不同淀粉种类对微波膨化鱼糜脆片的影响如表5所示。结果表明,膨化率排序为:糯米粉>玉米淀粉=大米粉>红薯淀粉。膨化率与淀粉的膨润度和溶解性呈线性相关^[14]。糯米粉含大量支链淀粉,而支链淀粉具有良好的延展性,在膨化时可以形成复杂的网状结构,网状结构能承受更大的蒸汽压力,不易断裂,使得产品膨化率最大。而添加玉米淀粉的脆片硬度最大,大米粉脆片的硬度最小,添加红薯淀粉和糯米粉产品的硬度相差不大。不同淀粉种类对膨化鱼糜制品的白度影响不大。综上考虑,后续试验选取膨化率最大的糯米粉。

表5 淀粉种类对微波膨化鱼糜脆片的影响

Table 5 Effect of various starches on the surimi by microwave puffing

测定指标	淀粉种类			
	红薯淀粉	玉米淀粉	大米粉	糯米粉
膨化率/%	241±64	301±76	301±45	350±40
硬度	1 269.99±118.41	1 492.35±488.77	969.20±365.75	1 376.93±186.88
白度	51.56±2.16	53.24±1.21	47.73±2.69	51.88±3.93

2.1.6 淀粉添加量对膨化鱼糜制品的影响 淀粉添加量对膨化鱼糜脆片品质的影响如图4所示。淀粉的添加有利于鱼糜制品的微波膨化,可明显增大产品的膨化率,淀粉可以在鱼肉蛋白质中形成具有支撑作用的骨架结构,从而增大了膨化率,同时增加淀粉的添加量可以增大产品的白度(图4(b)),这与 Nurul 的结论一致^[15]。淀粉含量越高膨化鱼糜制品的硬度越大,结合感官评定的数据,综合考虑选择淀粉添加量以质量分数9%为最佳。

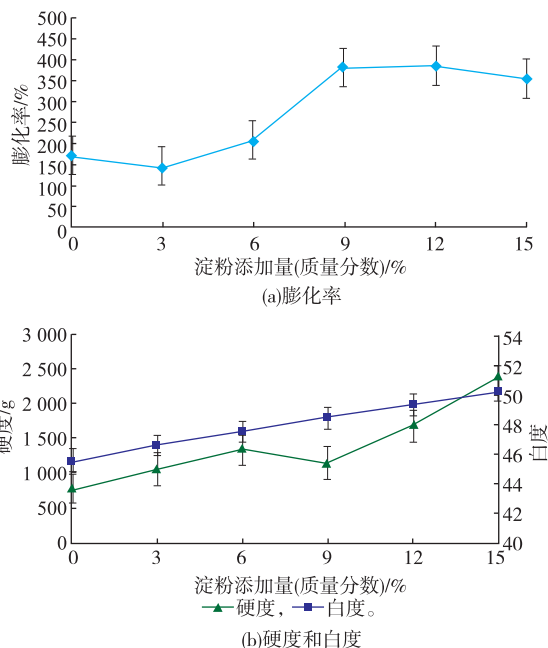
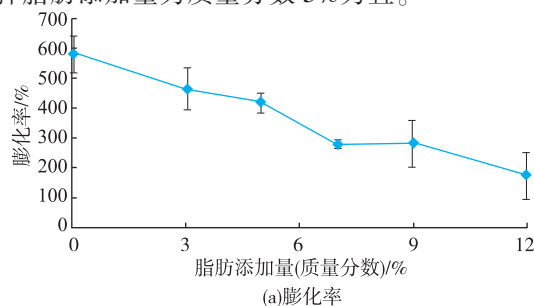


图4 淀粉添加量对膨化鱼糜脆片品质的影响

Fig. 4 Effect of starch amount on puffing rate and hardness and whiteness of the surimi by microwave puffing

2.1.7 脂肪添加量对膨化鱼糜制品的影响 淡水鱼具有一定的土腥味,根据预实验研究发现,单独的鱼糜膨化产品中带有明显的腥味^[16],鱼糜制品的研究结果表明,添加少量脂肪能改善鱼糜风味^[17-18],因此在研究中添加脂肪,脂肪添加量对膨化鱼糜脆片品质的影响如图5所示。脂肪的添加会降低鱼糜制品的膨化率,但能降低产品的鱼腥味,同时增加其风味,改善产品外形,减少产品起泡现象。不添加脂肪的产品膨化率能达到500%,随着脂肪添加量的上升膨化率迅速下降,当脂肪添加量达到质量分数12%,产品几乎不能膨化。脂肪与淀粉结合,吸收膨化动力,同时增加了鱼糜的凝胶强度,不利于膨化。脂肪的添加对膨化鱼糜制品的白度影响不是很明显,但会使产品的硬度有一定程度增加。综上考虑,选择脂肪添加量为质量分数5%为宜。



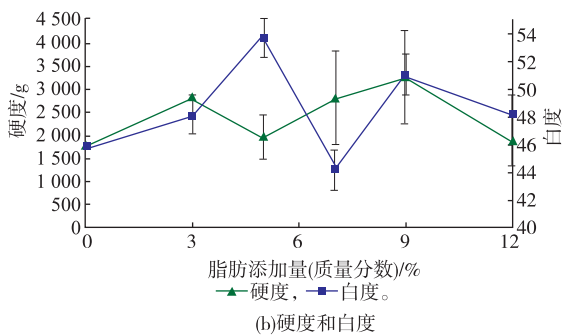


图 5 脂肪添加量对膨化鱼糜脆片品质的影响

Fig. 5 Effect of fat amount on puffing rate and hardness and whiteness of the surimi by microwave puffing

2.2 正交实验

在单因素实验的基础上,以淀粉添加量、脂肪添加量和微波时间为研究对象,设计三因素三水平正交实验,进一步确定最佳膨化工艺。正交实验结果见表 6。可知,就膨化率而言,影响因素的主次顺序是 $A>B>C$,即淀粉添加量对膨化影响最大,脂肪添加量其次,微波时间最小。最佳组合为 $A_3B_2C_1$,即淀粉添加量为质量分数 10%,脂肪添加量为质量分

数 5%,微波时间为 100 s,与正交表内第 8 组实验相符,但其膨化率略低于正交组合 7。就硬度而言,影响因素的主次顺序是 $A>C>B$,即淀粉添加量>微波时间>脂肪添加量,最佳组合是 $A_3B_2C_2$,即淀粉添加量为质量分数 10%,脂肪添加量为质量分数 5%,微波时间 110 s。就白度而言,影响因素的主次顺序是 $C>B>A$,既微波时间对白度影响最大,脂肪添加量其次,淀粉添加量最小,最佳组合为 $A_3B_2C_2$,与硬度为考察指标的结果一致。

膨化率、硬度和白度的方差分析结果见表 7。可以看出,在 0.05 水平下,淀粉添加量对微波膨化鱼糜制品膨化率的影响具有显著性,脂肪添加量和微波时间对膨化率的影响不显著。3 个因素对产品硬度的影响均不显著。微波时间对产品白度的影响具有显著性,而淀粉添加量和脂肪添加量对白度的影响不显著。正交组合 8($A_3B_2C_1$)虽然膨化率略低于组合 7,但产品的硬度和白度值明显好于组合 7,故考虑其为较优组合,与另一较优组合 $A_3B_2C_2$ 的差异仅体现在微波时间上,将两个组合进行正交验证实

表 6 正交实验结果

Table 6 Results of orthogonal test

实验序号		A 淀粉添加量 (质量分数)/%	B 脂肪添加量 (质量分数)/%	C 微波时间/s	测定指标(平均值±标准差)		
					X 膨化率/%	Y 硬度/g	Z 白度
1		1	1	1	194±18	722±64	51.92±1.29
2		1	2	2	204±7	898±58	55.77±2.09
3		1	3	3	188±12	933±116	44.99±3.22
4		2	1	2	177±21	1062±182	54.25±1.77
5		2	2	3	183±28	907±226	46.8±2.71
6		2	3	1	188±21	608±146	54.57±0.87
7		3	1	3	219±8	949±197	47.01±1.37
8		3	2	1	217±19	1 163±193	56.38±0.96
9		3	3	2	210±13	1 324±183	55.01±2.68
X	K_1	1.953	1.953	1.997			
	K_2	1.827	2.013	1.97			
	K_3	2.14	1.953	1.953			
	R	0.313	0.06	0.044			
Y	K_1	851.49	911.217	831.293			
	K_2	859.313	989.85	1095.32			
	K_3	1145.85	955.593	930.047			
	R	294.367	78.633	264.027			
Z	K_1	50.9	51.067	54.293			
	K_2	51.877	52.99	55.017			
	K_3	52.807	51.527	46.273			
	R	1.907	1.923	8.744			

表 7 正交实验方差分析表
Table 7 Analysis of orthogonal test

指标	因素	偏差平方和	自由度	F 比	F 临界值	显著性
膨化率	A	0.149	2	49.667	19	*
	B	0.007	2	2.333	19	
	C	0.003	2	1	19	
硬度	A	168 820.021	2	18.102	19	
	B	9 326.009	2	1	19	
	C	106 777.576	2	11.449	19	
白度	A	5.454	2	1	19	
	B	6.052	2	1.11	19	
	C	141.289	2	25.906	19	*

验,通过感官评定确定最优组合。微波时间 100 s 的产品外部边缘整齐,内部孔洞均匀,整体呈淡黄色,口感偏软,有鱼香味,不油腻;而微波时间 110 s 的产品外部边缘整齐,内部孔洞均匀,呈诱人的金黄色,口感酥脆,有浓郁的鱼香味且不油腻,最终确定

最优组合为 $A_3B_2C_2$, 即淀粉添加量为质量分数 10%, 脂肪添加量为质量分数 5%, 微波时间为 110 s, 产品的膨化率为 238%, 硬度为 $(1\ 315\pm156)$ g, 白度为 56.76 ± 1.02 。

3 结 语

原料厚度是影响微波膨化鱼糜硬度的主要因素,厚度越大,硬度越大。膨化前鱼糜水分含量太高不利于膨化,水分质量分数在 30%~40%为宜。支链淀粉膨化率较高,因此选用糯米粉较好。淀粉添加量越高,微波膨化鱼糜硬度越大。脂肪添加量越大,微波膨化鱼糜膨化率越小。微波膨化鱼糜的最佳工艺参数为:冷冻鱼糜 100 g,糯米粉添加量为质量分数 10%,脂肪添加量为质量分数 5%,食盐 1.2 g,蛋清液 5 g,黄酒 1 g,五香粉 0.8 g,姜粉 0.5 g,大蒜粉 0.5 g,压片厚度 0.2 cm,42 ℃烘干 2.5 h,100%功率微波膨化 110 s,产品的膨化率为 238%,硬度为 $(1\ 315\pm156)$ g,白度为 56.76 ± 1.02 。

参考文献:

- [1] 陈申如,刘阳,李燕杰. 擂溃条件对鱼糜制品弹性的影响[J]. 大连轻工业学院学报,2004,23(9):57-58.
CHEN Shenru,LIU Yang,LI Yanjie. Influence of blending conditions on elasticity of surimi product [J]. **Journal of Dalian Institute of Light Induscty**,2004,23(9):57-58.(in Chinese)
- [2] 陈艳,丁玉庭. 鱼糜凝胶过程的影响因素分析[J]. 食品研究与开发,2003,4(3):12-15.
CHEN Yan,DING Yuting. The effect of influencing factor on the surimi gel[J]. **Food Research and Development**,2003,4(3):12-15.(in Chinese)
- [3] 段振华,汪菊兰,王志国,等. 水产品加工过程中的脱腥技术[J]. 渔业现代化,2005,24(5):48-49.
DUAN Zhenhua,WANG Julan,WANG Zhiguo,et al. The removal of fishy smell during aquatic product processing [J]. **Fishery Modernization**,2005,24(5):48-49.(in Chinese)
- [4] 孔保华,耿欣,高兴华,等. 不同漂洗方法对鲢鱼糜凝胶特性的影响[J]. 食品工业,2000(1):6-8.
KONG Baohua,GEN Xin,GAO Xinghua,et al. The effect of rinsing mode on gel of silver carp surimi [J]. **Food Industry**,2000(1):6-8.(in Chinese)
- [5] 孔保华,王辉兰,王明丽. 鲢鱼鱼丸最佳配方及工艺的研究[J]. 食品工业科技,2002(2):6-8.
KONG Baohua,WANG Huilan,WANG Mingli. The optimal formula and technology of silver carp ball [J]. **Science and Technology of Food Industry**,2002(2):6-8.(in Chinese)
- [6] 任宏伟,胡伟. 食品微波膨化技术研究进展[J]. 中外食品加工技术,2003(10):15-17.
REN Hongwei,HU Wei. Advance research of microwave puffing technology of food [J]. **Food Processing Technology**,2003(10):15-17.(in Chinese)
- [7] 冯薇丽,彭增华,何明奕,等. 微波技术在食品加工中的应用[J]. 昆明理工大学学报,2004(5):38-42.
FENG Weili,PENG Zenghua,HE Mingyi,et al. Application of microwave technology in food processing [J]. **Journal of Kunming University of Science and Technology**,2004(5):38-42.(in Chinese)
- [8] 沈泉,丁浩,蒋正中,等. 板栗糯米饼的微波膨化工艺和酥脆度改善方法的研究[J]. 食品工业科技,2014(11):225-229.
SHEN Quan,DING Hao,JIANG Zhengzhong,et al. Processing of puffed chestnut cake by microwave puffingand improving of crispness[J]. **Science and Technology of Food Industry**,2014(11):225-229.(in Chinese)

- [9] 张立彦, 芮汉明, 李作为. 淀粉种类及其组成对微波膨化的影响[J]. 仲恺农业技术学院学报, 2000, 13(4): 23-27.
ZHANG Liyan, RUI Hanming, LI Zuowei. Effects of the varieties and chemical composition of starch on microwave expanding[J]. **Journal of Zhongkai Agrotechnical College**, 2000, 13(4): 23-27. (in Chinese)
- [10] 刘自强. 食品膨化机理的理论探析[J]. 食品工业科技, 1997(6): 52-53.
LIU Ziqiang. The theory of Food puffing mechanism [J]. **Science and Technology of Food Industry**, 1997 (6): 52-53. (in Chinese)
- [11] SUCHADA Maisont, WOATTHICHA Narkrugs. Effects of salt, moisture content and microwave power on puffing qualities of puffed rice[J]. **Kasetsart Journal Natural Science**, 2010, 44(2): 251-261.
- [12] TAEWEE T K. Mini review cracker “Keropok”: A review on factors influencing expansion [J]. **International Food Research Journal**, 2011, 18(3): 855-866.
- [13] 张立彦, 芮汉明, 李作为. 食盐对淀粉物料微波膨化的影响研究[J]. 粮食与饲料工业, 2001(12): 23-25.
ZHANG Liyan, RUI Hanming, LI Zuowei. The effect of salt on the starch puffing by microwave [J]. **Food and Feed Industry**, 2001(12): 23-25. (in Chinese)
- [14] CHEOW C S, KYAW Z Y, HOWELL N K, et al. Relationship between physicochemical properties of starches and expansion of fish cracker ‘KEROPOK’ [J]. **Journal of Food Quality**, 2004, 27: 1-12.
- [15] NURUL H, BONI I, NORAYATI I. The effect of different ratios of Dory fish to tapioca flour on the linear expansion, oil absorption, colour and hardness of fish crackers[J]. **International Food Research Journal**, 2009, 16: 159-165.
- [16] 伍瑞祥, 吴涛. 淡水鱼土腥物质及脱腥技术研究进展[J]. 长江大学学报(自然科学版), 2011, 8(10): 253-257.
WU Ruixiang, WU Tao. Advance research on off flavor substances and removal of fish smell[J]. **Journal of Yangtze University**, 2011, 8(10): 253-257. (in Chinese)
- [17] 陆川, 尹红, 曾巧辉, 等. 鱼糜配方工艺条件研究[J]. 食品与发酵科技, 2010, 46(5): 80-83.
LU Chuan, YIN Hong, ZENG Qiaohui, et al. Study on formula and technological conditions of surimi [J]. **Food and Fermentation Technology**, 2010, 46(5): 80-83. (in Chinese)
- [18] 王卫芳, 李丹丹, 熊善柏, 等. 猪肉添加量对鱼糜凝胶制品品质的影响[J]. 食品科学, 2006, 27(12): 531-533.
WANG Weifang, LI Dandan, XIONG Shanbai, et al. Effects of proportion of pig lean meat and fat on quality of surimi-based product[J]. **Journal of Food Science**, 2006, 27(12): 531-533. (in Chinese)

会 议 信 息

会议名称(中文): 第二十五届国际动植物基因组学大会

会议名称(英文): PAG XXV

所属学科: 动植物微生物学, 遗传与发育生物学, 生物技术与生物工程, 作物学及林木育种、生物学

开始日期: 2017-01-14 结束日期: 2017-01-18 所在国家: 美国

主办单位: Scherago International

协办单位: 环球科学杂志社(科学美国人中文版)

联系人: 孔祥彬 李宇 段亦礼

联系电话: 010-57101895

E-MAIL: meeting@huanqiukexue.com

通讯地址: 北京市朝阳区秀水街1号建外外交公寓4-1-21 环球科学杂志社

邮政编码: 100600

会议网站: <http://www.intlpag.org/2016/>

会议背景介绍: PAG会议是国际知名的动植物、微生物基因组学研究的顶级学术会议, 每年元月中旬在美国加州圣地亚哥 Town & Country 会议中心举行, 每届会议约有 3000 余位来自世界各地的专家学者参与。专家们汇集一堂, 报告、研讨动物、植物、微生物基因组学一年来的最新研究进展, 内容广泛深入。随着多种生物基因组测序的相继完成, 国际上动植物、微生物基因组学研究日新月异, 每年都有一系列新方法、新技术在大会上率先展示。通过参加 PAG 会议可以及时了解到国际上动植物基因组学研究及最新的农业生物技术产业的前沿发展动态。动物和植物基因组学大会(PAG)的举办宗旨是提供一个针对动植物基因组项目最新发展和未来计划的研讨场所。大会涵盖了技术展示、海报会议、展览和研讨会等内容, 为国际项目的合作和交流提供了绝好的机会。PAG会议将包含 2000 篇摘要, 135 个展览, 1200 张海报展示和 140 个分会, 世界各国科学家将汇集一起研讨模式生物、畜禽、水生生物、作物、微生物等基因组的最新研究进展, 内容涉猎广泛, 是动植物基因组研究最高水平的国际学术交流平台之一。