

响应面法优化各种配料对带鱼(*Trichiurus lepturus*) 鱼肉肠的品质影响分析*

李海波¹ 李桂芬¹ 梁佳^{2①} 王婷² 谢超²

(1. 浙江国际海运职业技术学院 舟山 316021;

2. 浙江省海产品健康危害因素关键技术研究重点实验室 浙江海洋学院食品与医药学院 舟山 316022)

摘要 传统的鱼肉肠主要以鱼糜为原料, 在生产过程中添加各种辅料而制成的营养价值很高的产品。本文以低值小带鱼(*Trichiurus lepturus*)鱼糜为研究对象, 采用响应面分析法, 以质构(硬度)等特征为考察指标, 研究了脂肪含量、淀粉含量、猪肉含量对带鱼鱼肉肠的质构特性和感官指标的影响, 确定了带鱼鱼肉肠的最佳生产工艺参数。研究表明: 当脂肪添加量为 6.8%, 淀粉添加量为 7.4%, 猪肉和鱼肉质量比为 1:5 时, 鱼肉肠的质构和感官指标均达到最佳状态。本研究为低值小带鱼鱼肉肠的加工工艺提供了理论基础。

关键词 低值小带鱼; 鱼肉肠; 配料; 品质分析

中图分类号 TS254 doi: 10.11693/hyhz20150600173

鱼类尤其是海水鱼具有较高的营养价值, 其中带鱼不仅产量高, 四季供应, 且价格相对低廉(何芳, 2011), 每年受到加工技术和条件的制约造成的鱼类腐败率达 30%以上(冯娟等, 2012), 为减少损失, 寻求一种带鱼加工新技术十分必要和迫切, 如果能将带鱼加工成方便、卫生、营养可口的鱼肉肠系列产品必将会产生良好的经济效益。带鱼(*Trichiurus lepturus*) 又称刀鱼, 与大黄鱼、小黄鱼及乌贼并称为中国的四大海产。带鱼的营养价值很高, 富含脂肪、蛋白质、维生素 A、不饱和脂肪酸、磷、钙、铁、碘等多种营养成分, 其中带鱼的 DHA 和 EPA 含量远高于淡水鱼。

鱼肉肠是以鱼糜为主要原料, 在加工过程中添加各种辅料(王崑等, 2015)制成的高蛋白、低脂肪的高营养食品(朱文慧等, 2009), 深受人们的欢迎, 研发带鱼鱼肉肠可以实现带鱼的高值化利用, 减少带鱼的腐败损失, 产生良好的社会效益(孟宏昌等, 2006; 刘闪等, 2012)。火腿肠中一般都添加脂肪、淀

粉等辅料(杨莹, 2011)。脂肪是火腿肠的重要组成部分, 会对产品的风味、咀嚼性(吴港城等, 2011)产生影响, 适量的添加会给火腿带来润滑的口感(Triqui, 2006), 添加过少, 会使鱼肉肠的口感干涩发硬; 如果添加过量, 会给火腿肠带来出油和脂肪氧化等缺点(Hsu *et al.*, 1996)。淀粉也是添加在火腿肠中一种常见的辅料, 因其具有良好的膨胀性, 可以影响火腿肠的咀嚼性和硬度, 增加产品的口感(Olivares *et al.*, 2010)。

本研究以低值带鱼鱼糜为实验原料, 研究脂肪、淀粉、猪肉的添加量对带鱼鱼肉肠的质构特性(殷露琴等, 2007)和感官评定的影响, 通过响应面优化(韩扬等, 2009; 戴志远等, 2011)三种配料, 最终探寻出带鱼鱼肉肠加工的最佳工艺技术配方参数。

1 材料与amp;方法

1.1 材料和仪器

材料和试剂: 低值小带鱼购买于舟山兴业公司;

*浙江省自然科学基金项目, LY14C200002 号; 舟山市科技计划项目, 2014C41011 号, 2014C31049 号, 2014C31051 号; 浙江海洋学院科研启动资助项目, Q1424 号。李海波, 副教授, E-mail: scklhb@163.com

通讯作者: 梁佳, 博士, E-mail: liangjia_tina@163.com

收稿日期: 2015-06-28, 收修改稿日期: 2015-07-10

猪肉购买于舟山市临城乐购超市; 玉米淀粉、活性干酵母、食盐、白砂糖、味精、蒜粉、姜粉、白胡椒粉、料酒、大豆蛋白、T-G 转氨酶、阿拉伯胶、黄原胶、Nisin 购买于舟山市临城乐购超市。

仪器和设备: 分析天平(QUINTIX224, 德国赛多利斯); TMS-PRO FTC 质构仪(北京盈盛恒泰); 外抽式真空包装机(YSJX-600, 河南豫盛); 海尔卧式冷藏冷冻柜(FCD-181XH, 海尔集团); SM-G33 灌肠机: 广州新域机电制造有限公司; TM-767 搅拌机: 中山市海盘电器有限公司; SZC-180 鱼刺分离机: 广州旭众。

1.2 实验内容与方法

1.2.1 鱼肉肠的加工工艺流程

猪肉、调味
↓

低值小带鱼→去内脏、去头→清洗→鱼刺分离→称重→去腥→腌制→擂溃→灌装→蒸煮→高压杀菌→干燥→包装→入库。

工艺要点:

①原料的预处理: 购买的低值小带鱼先去头、去内脏, 冲洗干净, 放入鱼刺分离机中进行鱼刺分离; 再将猪肉进行清洗干净, 去骨、去皮, 将肥肉和瘦肉分开。

②去腥: 将鱼肉和猪肉拌好之后, 加入 1% 活性干酵母在常温下去腥 2h。

③腌制: 向去腥之后的原料, 按如下顺序加入调味料: 食盐 2.5%, 白砂糖 3%, 味精 1%, 蒜粉 0.6%, 姜粉 0.04%, 白胡椒粉 0.04%, 料酒 1%, 鸡蛋清 3%, 大豆蛋白 1%, T-G 转氨酶 1%, 阿拉伯胶 1%, 黄原胶 1%, Nisin 0.3%(董庆利等, 2005), 混合均匀后常温下腌制 2h。

④擂溃: 鱼糜生产中最重要工序之一就是擂溃, 擂溃的目的在于使肌纤维蛋白质溶解出来, 另外还具有均匀混合调味料的功能。将腌制好之后的原料, 放入擂溃机中进行擂溃。

⑤灌装: 用灌肠机进行灌装。

⑥蒸煮: 将鱼肉肠放入 98—100°C 的蒸煮锅中蒸煮 10min。

⑦干燥: 15°C, 冷风干燥 4 h, 干燥过程中每隔 30min 翻动一次。

⑧包装: 每 4 根火腿肠一包, 真空包装, 4°C 冰箱冷藏。

1.2.2 脂肪添加量的选择 在淀粉质量分数为 3%, 猪肉和鱼肉质量比为 1:5 时, 在鱼肉肠中添加 0、3%、6%、9%、12% 的脂肪后, 以质构和感官评分为考察指标, 研究不同添加量的脂肪对上述指标的影响。

1.2.3 淀粉添加量的选择 在脂肪质量分数为 5%, 猪肉和鱼肉比为 1:5 时, 在鱼肉肠中添加 0、3%、5%、7%、9% 的淀粉后, 以质构和感官评分为考察指标, 研究不同淀粉添加量对上述指标的影响。

1.2.4 猪肉和鱼肉质量比的选择 在淀粉添加量为 3%, 脂肪添加量为 5%, 在鱼肉肠中添加猪肉和鱼肉质量比分别为 1:2、1:3、1:4、1:5、1:6 时, 以质构和感官评分为考察指标, 研究不同质量比对上述指标的影响。

1.2.5 三种配料的优化 脂肪、淀粉、猪肉是添加在鱼肉肠中常见的配料, 三者均会对鱼肉肠的品质和口感产生不同程度的影响, 为了确定三者在哪种配方下会使鱼肉肠的品质最好, 在单因素实验的基础上确定的各因素和水平采用 Design Expert 8.0.5b 软件对其进行 Box-Behnken 中心组合响应面分析, 主要以感官评分和硬度为响应值, 实验的因素和水平设计如表 1 所示。

表 1 鱼肉肠中各个因素和水平的设计
Tab.1 Each factor and level design of fish sausage

| 试验水平 | 因素 | | |
|------|--------------|--------------|----------------|
| | A. 脂肪质量分数(%) | B. 淀粉质量分数(%) | C. 猪肉质量: 鱼肉质量比 |
| -1 | 3 | 5.0 | 1:6 |
| 0 | 5 | 7.0 | 1:5 |
| 1 | 7 | 9.0 | 1:4 |

1.2.6 鱼肉肠的蛋白质含量的测定 按照国家标准 GB 5009.5-2010 食品中蛋白质的测定方法进行。

1.2.7 鱼肉肠质构的测定 将鱼肉肠切成厚 1cm 的圆柱体, 放在 TMS-PRO 质构仪上, 质构仪的各项参数设置如下, 感应量程: 60N, 上升高度: 15mm, 形变量: 30%, 起始力: 0.6N, 速度: 60mm/s, 每个样品平行测定 3 次。

1.2.8 鱼肉肠中脂肪含量的测定 根据 GB/T 14772-2008 食品中粗脂肪的测定进行。

1.2.9 鱼肉肠的感官评定 按照 GB/T 20712-2006 火腿肠中的感官评定规范对鱼肉肠进行感官评定, 见表 2。试验人员由 13 位受过感官评定培训的硕士和博士研究生组成, 评分是按 10 分制进行, 1—2 分为非常不喜欢, 3—4 分为不喜欢, 5—6 分为一般, 7—8 分为好, 9—10 分为非常好, 评定指标按照感官评定规范进行。其中外观占 20%, 色泽占 20%, 组织状态占 25%, 风味占 35%。

表 2 感官要求
Tab.2 Sensory requirements

| 评定项目 | 评定指标 |
|------|-----------------------------------|
| 外观 | 肠体无损伤, 均匀饱满, 表面干净完好, 结扎牢固, 无内容物渗出 |
| 色泽 | 淡黄色或浅红色偏粉色 |
| 组织状态 | 组织致密, 有弹性, 切片良好, 无软骨及其它杂物, 无密集气孔 |
| 风味 | 咸淡适中, 鲜香可口, 具有鱼肉风味, 无异味 |

1.2.10 数据处理 用 Design Expert 8.0.5b 对结果进行响应面分析和显著性水平分析。

2 结果与讨论

2.1 脂肪添加量对鱼肉肠的影响

淀粉含量为 3%, 猪肉鱼肉质量比为 1:5, 脂肪含量对鱼肉肠的质构和感官评定的影响如图 1、图 2、图 3 所示, 从图中可以看出, 硬度、咀嚼性和弹性随着脂肪含量的增加而降低, 而内聚性却相反。这与 Bloukas 等(1997)研究的结果很相似, 脂肪的润滑作用使得鱼肉肠的硬度降低, 改善了鱼肉肠的口感。

从图 3 可以看出, 当脂肪含量从 0 增加到 9% 时, 感官评分逐渐升高, 然而并不是脂肪含量越高, 感官

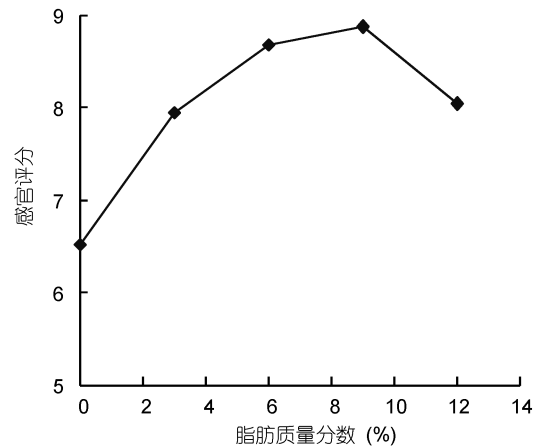


图 3 不同脂肪含量下的感官评分
Fig.3 Sensory scores under different fat content

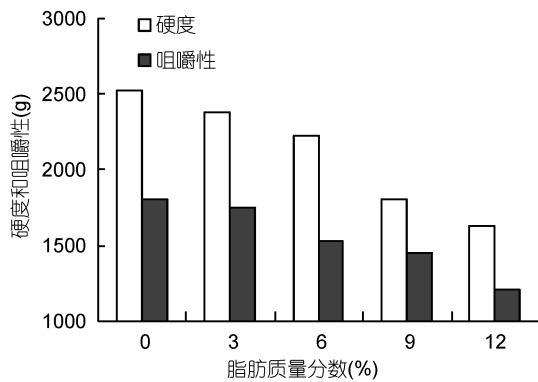


图 1 硬度和咀嚼性随脂肪含量的变化
Fig.1 Hardness and chewiness change with fat content

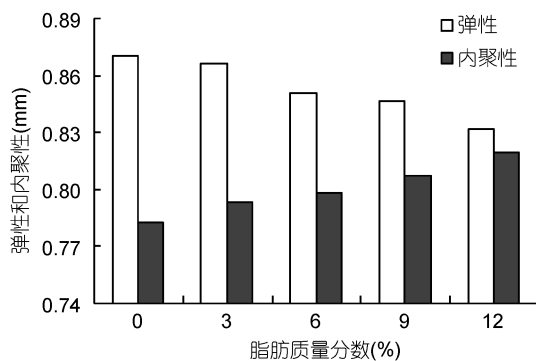


图 2 弹性和内聚性随脂肪含量的变化
Fig.2 Elasticity and cohesiveness change with the fat content

评分就越好, 当脂肪质量分数高于 9% 时, 感官评分反而下降, 因此, 将脂肪的含量定在 9% 以下。

2.2 淀粉添加量对鱼肉肠的影响

脂肪添加量为 3%, 猪肉鱼肉质量比为 1:5, 淀粉添加量对带鱼鱼肉肠的影响如下图, 从图 4 可知, 硬度和咀嚼性随着淀粉含量的增加而增大, 可能是淀粉加到鱼肉肠中以后, 与鱼肉相互融合, 在蒸煮过程中淀粉发生糊化, 并与变性后的蛋白质相互渗透, 鱼肉肠中的水分被固定住, 从而增加了产品的硬度和咀嚼性。由图 5 可知, 弹性和内聚性随着淀粉含量的增加而降低。

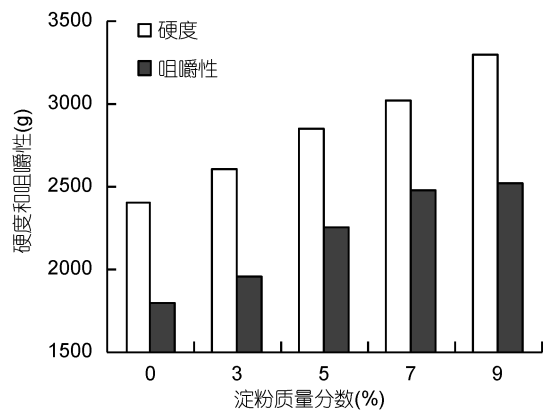


图 4 硬度和咀嚼性随淀粉含量的变化
Fig.4 Hardness and chewiness change with starch content

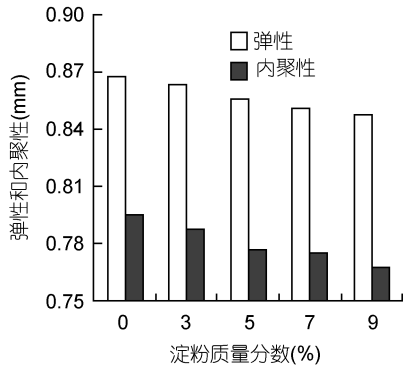


图 5 弹性和内聚性随淀粉含量的变化

Fig.5 Elasticity and cohesiveness change with starch content

从图 6 可知：随着淀粉含量的增加，感官评分呈现先增加后减小的趋势，所以并不是淀粉添加的越多越好，达到 7%以后，感官评分分值下降，原因可能是淀粉含量添加得不多时，不会对鱼肉肠的口感和外观产生多大影响，反而会使其形成良好的组织结构，增加鱼肉肠的硬度和弹性；而如果淀粉超过一定范围，鱼肉肠会吸收很多水分，使其硬度增加，弹性减少，口感变差。因此淀粉的添加量应该在 7%以下。

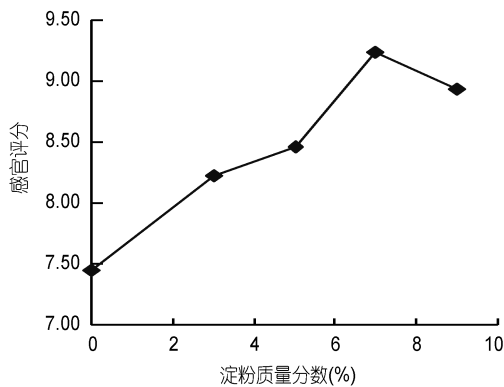


图 6 不同淀粉含量下的感官评分

Fig.6 Sensory scores under different starch content

2.3 猪肉鱼肉质量比对鱼肉肠的影响

淀粉含量 3%，脂肪含量 5%，猪肉和鱼肉质量比分别为 1：2、1：3、1：4、1：5、1：6 的情况下，鱼肉质构和感官评定的变化如下图所示，由图 7 可知，随着鱼肉含量不断增加，鱼肉肠的硬度在减小，原因可能是鱼肉比较细腻柔软，比猪肉硬度低，所以鱼肉含量越高，整个鱼肉肠的硬度就降低了，从图 7 中也可以看出咀嚼性也有小幅度的减少，这可能与猪肉的脂肪含量高有关，猪肉越少，则咀嚼性就会有所降低。图 8 为弹性和内聚性随猪肉和鱼肉质量比的变化

关系，从图 8 可以看出，伴随鱼肉质量的增加，鱼肉肠的弹性和内聚性都呈现上升趋势。图 9 是不同猪肉鱼肉比下的感官评分变化情况，由图 9 可知，当猪肉鱼肉质量比为 1：4 时，感官评分分值最高，再根据质构的变化情况，最后决定将最适猪肉鱼肉比确定为 1：5。

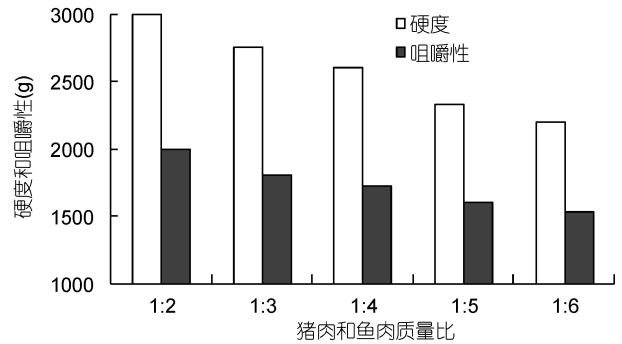


图 7 硬度和咀嚼性随猪肉和鱼肉质量比的变化

Fig.7 Hardness and chewiness change with pork and fish mass ratio

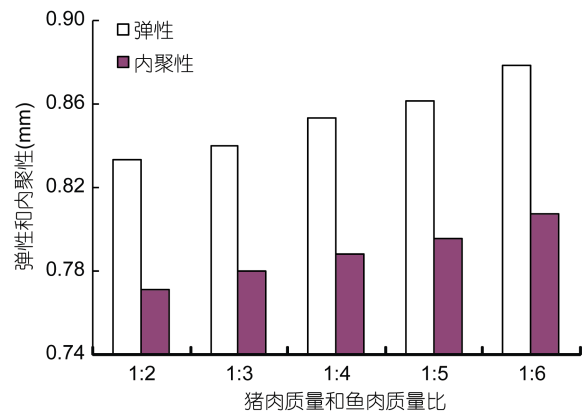


图 8 弹性和内聚性随猪肉和鱼肉质量比的变化

Fig.8 Elasticity and cohesiveness change with pork and fish mass ratio

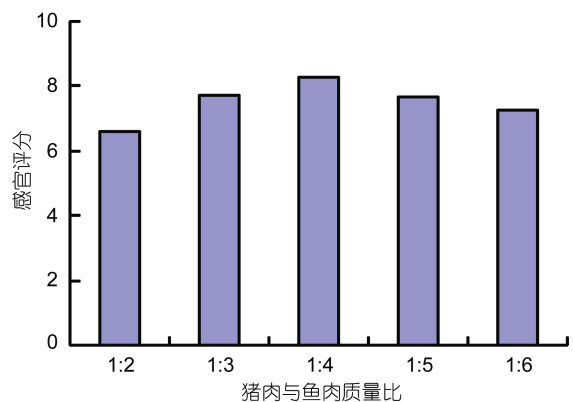


图 9 不同猪肉与鱼肉质量比下的感官评分

Fig.9 Sensory score under different pork and meat ratio

2.4 响应面优化各配料

2.4.1 响应面试验及方差分析 响应面的设计、试验结果和分析分别如表 3 和表 4 所示。

通过 Design Expert 8.0.5b 软件对表 3 进行响应面回归分析, 得到如下多元二次响应面回归模型: 通过 Design Expert 8.0.5b 软件对表 3 进行响应面回归

分析, 得到如下多元二次响应面回归模型:

$$\text{硬度} = 3223.005 - 33.61375A - 213.82375B + 697.04C - 56.29125AB - 31.535AC - 58.4075BC + 29.39188A^2 + 45.21688B^2 + 97.9175C^2$$

$$\text{感官评分} = 8.53 - 0.19A + 0.08B - 0.27C - 0.29AB - 0.83AC - 0.24BC - 0.79A^2 - 0.43B^2 - 0.36C^2$$

表 3 响应面试验设计与结果
Tab.3 Response surface experiment design and results

| 编号 | 因素 | | | 硬度(g) | 咀嚼性(g) | 弹性 | 内聚性 | 感官评定 |
|----|----|----|----|---------|---------|-------|-------|------|
| | A | B | C | | | | | |
| 1 | -1 | -1 | 0 | 2604.02 | 1734.32 | 0.837 | 0.793 | 7.25 |
| 2 | 1 | -1 | 0 | 2523.25 | 1655.68 | 0.881 | 0.756 | 7.43 |
| 3 | -1 | 1 | 0 | 3600.75 | 2937.45 | 0.854 | 0.789 | 7.75 |
| 4 | 1 | 1 | 0 | 2619.34 | 1771.05 | 0.848 | 0.738 | 6.79 |
| 5 | -1 | 0 | -1 | 2831.05 | 1984.67 | 0.827 | 0.768 | 6.85 |
| 6 | 1 | 0 | -1 | 2418.35 | 1589.96 | 0.845 | 0.748 | 8.15 |
| 7 | -1 | 0 | 1 | 3215.56 | 2156.16 | 0.879 | 0.757 | 8.26 |
| 8 | 1 | 0 | 1 | 2550.63 | 1747.35 | 0.825 | 0.773 | 6.25 |
| 9 | 0 | -1 | -1 | 2290.74 | 1558.27 | 0.879 | 0.749 | 7.72 |
| 10 | 0 | -1 | 1 | 3080.01 | 1947.53 | 0.868 | 0.767 | 8.59 |
| 11 | 0 | 1 | 1 | 2788.10 | 1865.68 | 0.851 | 0.769 | 7.36 |
| 12 | 0 | 1 | 1 | 3110.14 | 2085.78 | 0.858 | 0.777 | 7.27 |
| 13 | 0 | 0 | 0 | 2535.03 | 1786.36 | 0.845 | 0.758 | 8.45 |
| 14 | 0 | 0 | 0 | 2540.12 | 1740.28 | 0.867 | 0.774 | 8.49 |
| 15 | 0 | 0 | 0 | 2537.09 | 1786.32 | 0.863 | 0.783 | 8.47 |

表 4 质构和感官评定的回归模型方差分析
Tab.4 Regression model variance analysis of texture and sensory evaluation

| 来源 | 硬度 | | 弹性 | | 内聚性 | | 咀嚼性 | | 感官评分 | |
|----------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|
| | F 值 | P 值 | F 值 | P 值 | F 值 | P 值 | F 值 | P 值 | F 值 | P 值 |
| A | 43.68 | 0.002 * | 22.75 | 0.0020 * | 18.30 | 0.0022 * | 42.40 | 0.0003 * | 19.98 | 0.0033 * |
| B | 7.63 | 0.002 * | 1.23 | 0.3123 | 4.35 | 0.0831 | 36.72 | 0.0004 * | 7.08 | 0.0374 * |
| C | 23.27 | 0.0015 * | 8.21 | 0.0254 * | 4.56 | 0.0733 | 16.71 | 0.0044 * | 17.23 | 0.0053 * |
| AB | 8.98 | 0.0158 * | 1.45 | 0.2563 | 5.78 | 0.0587 | 5.77 | 0.0443 * | 1.83 | 0.2176 |
| AC | 0.043 | 0.8258 | 0.28 | 0.5574 | 0.46 | 0.3868 | 0.4321 | 0.9394 | 19.05 | 0.0033 * |
| BC | 1.43 | 0.2779 | 0.021 | 1.0046 | 3.45 | 0.1075 | 2.42 | 0.1635 | 1.45 | 0.2677 |
| A ² | 4.58 | 0.0684 | 0.32 | 0.5878 | 0.62 | 0.4676 | 4.43 | 0.0706 | 32.65 | 0.0005 * |
| B ² | 6.35 | 0.0441 * | 2.30 | 0.1742 | 5.34 | 0.0567 | 3.08 | 0.1229 | 13.74 | 0.0068 * |
| C ² | 9.82 | 0.0142 * | 12.52 | 0.0093 * | 7.67 | 0.0324 * | 16.42 | 0.0049 * | 21.46 | 0.0034 * |
| 模型 | 17.67 | 0.005 * | 5.40 | 0.0183 * | 5.42 | 0.0185 * | 14.71 | 0.0008 * | 15.79 | 0.0006 * |
| 残差 | 15.83 | 0.0121 * | 2.98 | 0.1583 | 1.32 | 0.4134 | 17.59 | 0.0091 * | 2.89 | 0.1613 |
| R ² | 0.9556 | | 0.8643 | | 0.8767 | | 0.9564 | | 0.9643 | |

图 10 是脂肪含量为 5%时, 淀粉和猪肉鱼肉比对硬度的影响。从图 10 中可以看出, 淀粉和猪肉鱼肉比与硬度均呈正相关, 这与 Hughes 等(1998)的研究结果相一致, 淀粉可以增加鱼肉肠的硬度。从图 11

中可以发现, 高淀粉含量中添加高含量的脂肪, 其硬度值要比低脂肪的要高。从图 12 可以看出, 猪肉和鱼肉质量比对产品的弹性具有显著性的影响, 总体的趋势是随着猪肉比重的增加其弹性呈现减小的趋

势, 但当淀粉含量增加的时候, 产品的弹性比低含量淀粉的要高。从图 13 也可看出, 在火腿肠中添加淀粉也可增加鱼肉肠的咀嚼性。

图 14 是淀粉含量为 7% 时, 脂肪和猪肉鱼肉比对感官评分的影响, 随着二者的增加, 感官评分均呈现

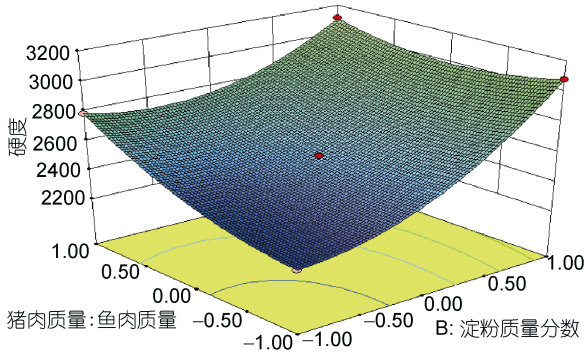


图 10 脂肪质量分数为 5% 时, 淀粉、猪肉和鱼肉质量比对硬度的影响
Fig.10 Fat mass fraction of 5%, the effect of starch, pork and fish quality ratio on hardness

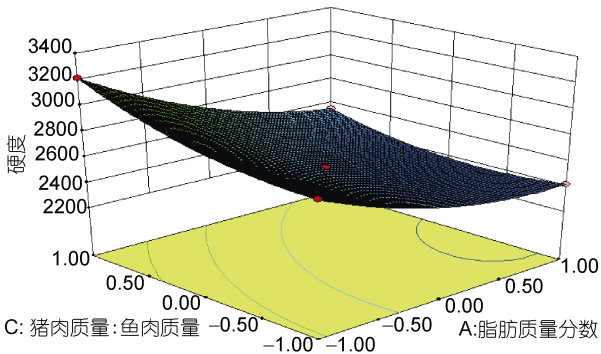


图 11 淀粉质量分数为 7% 时, 脂肪、猪肉和鱼肉质量比对硬度的影响
Fig.11 Starch mass fraction of 7%, the effect of fat, pork and fish quality ratio on hardness

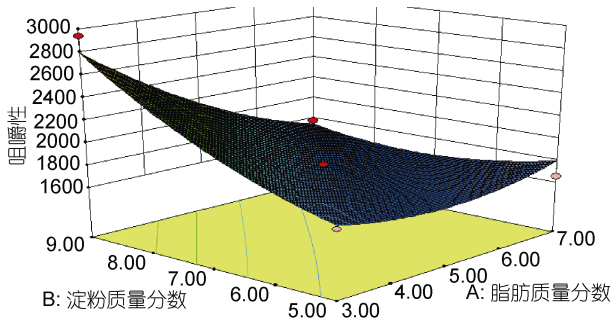


图 12 猪肉和鱼肉质量比为 1: 5 时, 淀粉和脂肪对咀嚼性的影响
Fig.12 Pork and fish mass ratio of 1: 5, the effect of starch and fat to chewiness

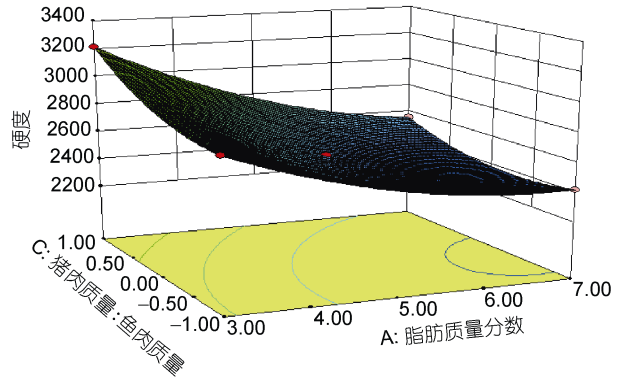


图 13 猪肉质量和鱼肉质量比为 1: 5 时, 淀粉和脂肪对硬度的影响
Fig.13 Pork and fish mass ratio of 1: 5, the influence of starch and fat on hardness

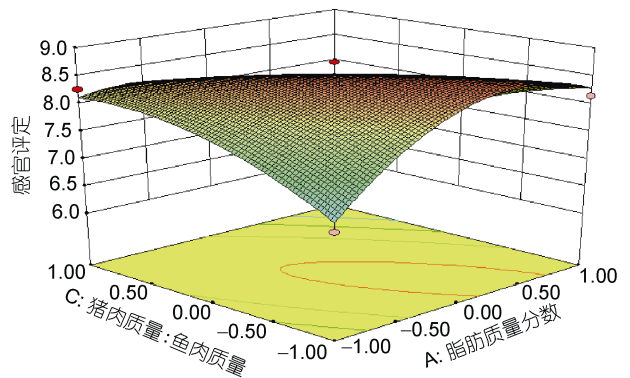


图 14 淀粉质量分数为 7% 时, 脂肪、猪肉和鱼肉质量比对感官评定的影响
Fig.14 Starch content of 7%, the effect of fat, pork and fish mass ratio on the sensory evaluation

先增加后减小的趋势。对于淀粉和脂肪, 以及淀粉和猪肉鱼肉比的情况, 观察图 15、图 16 可以得出类似的结论。

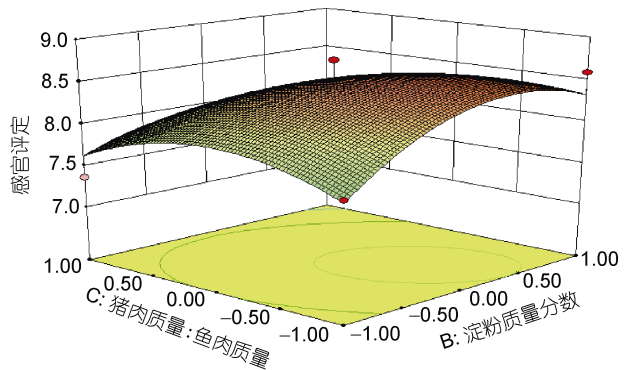


图 15 脂肪质量分数为 5% 时, 淀粉、猪肉和鱼肉质量比对感官评定的影响
Fig.15 Fat content of 5%, the effect of starch, pork and fish mass ratio on the sensory evaluation

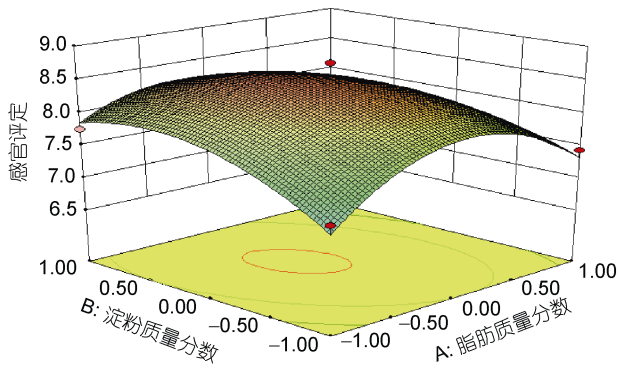


图 16 猪肉和鱼肉质量比为 1:5 时, 脂肪和淀粉对感官评分的影响

Fig.16 Pork and fish mass ratio of 1:5, the effect of fat and starch on sensory evaluation

2.4.2 三种配料的优化 利用响应面分析法, 综合考虑质构和感官评分的影响, 三种配料的添加比例分别为: 脂肪 6.8%, 淀粉 7.4%, 猪肉鱼肉比 1:5 是最佳的配方, 同时, 为了验证结果的准确性, 将所得结果代入拟合方程, 计算所得的质构和感官评分, 发现其误差在 1.6%—4.5% 之间, 说明结果的可靠性。

3 结论

研究结果表明脂肪、淀粉和猪肉添加量均会对带鱼鱼肉肠的质构和感官产生影响。鱼肉肠硬度随着脂肪的增加而减小, 随着猪肉和淀粉的增加而增大, 同时淀粉含量的增加会使鱼肉肠的咀嚼性增加。在带鱼鱼肉肠加工生产过程中脂肪添加量低于 9%, 淀粉含量在 7% 以下, 猪肉鱼肉质量比为 1:5 时, 产品质量较佳。通过响应面分析确定鱼肉肠加工的最佳配料配比为: 脂肪添加量 6.8%, 淀粉添加量为 7.4%, 猪肉鱼肉比 1:5。采用该配料生产的鱼肉肠产品风味独特, 品质稳定, 具有极大的开发价值。

参 考 文 献

王 崑, 邵俊花, 仪淑敏等, 2015. 添加聚丙烯酸钠和面筋蛋

- 白对冷藏鲢鱼鱼肉肠品质的影响. 肉类研究, 29(4): 20—25
- 冯 娟, 田建文, 张海红, 2012. 鱼肉肠生产工艺条件优化. 食品科技, 37(2): 165—168
- 朱文慧, 邵仁东, 李钰金等, 2009. 高能营养鱼肉肠的研制. 肉类研究, (11): 22—24
- 刘 闪, 李丁宁, 刘培勇等, 2012. 白鲢鱼肉肠加工工艺的研究. 武汉工业学院学报, 31(4): 21—24
- 杨 莹, 2011. 畜禽肉及 TG 酶对复合鱼肉肠品质影响的研究. 杭州: 浙江工商大学硕士学位论文
- 吴港城, 张 愨, 陈卫星, 2011. 猪肉、脂肪以及淀粉含量对鱼肉肠品质的影响. 食品与生物技术学报, 30(4): 500—505
- 何 芳, 2011. 带鱼鱼肉重组制品工艺优化及其品质研究. 杭州: 浙江工商大学硕士学位论文
- 孟宏昌, 樊军浩, 杨玉娟, 2006. 豆腐鱼肉肠的研制. 食品工业科技, 27(12): 112—113, 116
- 殷露琴, 徐宝才, 杨 明, 2007. 火腿肠质构影响因素. 肉类工业, (6): 13—15
- 董庆利, 罗 欣, 屠 康, 2005. 熏煮香肠中脂肪、食盐、淀粉和水分含量对其质构的影响. 食品发酵与工业, 31(5): 139—142
- 韩 扬, 何聪芬, 董银卯等, 2009. 响应面法优化超声波辅助酶法制备燕麦 ACE 抑制肽的工艺研究. 食品科学, 30(22): 44—49
- 戴志远, 杨 莹, 王宏海等, 2011. 响应面法优化新型鲑鱼肉肠的加工工艺. 中国食品学报, 11(3): 110—117
- Bloukas J G, Paneras E D, Papadima S, 1997. Effect of carrageenan on processing and quality characteristics of low-fat frankfurters. Journal of Muscle Foods, 8(1): 63—83
- Hsu H H, Pan B S, 1996. Effects of protector and hydroxyapatite partial purification on stability of lipoxygenase from gray mullet gill. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 44(3): 741—745
- Hughes E, Mullen A M, Troy D J, 1998. Effects of fat level, tapioca starch and whey protein on frankfurters formulated with 5% and 12% fat. Meat Science, 48(1—2): 169—180
- Olivares A, Navarro J L, Salvador A *et al*, 2010. Sensory acceptability of slow fermented sausages based on fat content and ripening time. Meat Science, 86(2): 251—257
- Triqui R, 2006. Sensory and flavor profiles as a means of assessing freshness of hake (*Merluccius merluccius*) during ice storage. Eur Food Res Technol, 222(1—2): 41—47

EFFECTS OF RESPONSE SURFACE METHODOLOGY FOR OPTIMIZING A VARIETY OF INGREDIENTS TO *TRICHIURUS LEPTURUS* FISH SAUSAGE OF QUALITY

LI Hai-Bo¹, LI Gui-Fen¹, LIANG Jia², WANG Ting², XIE Chao²

(1. Zhejiang International Maritime College, Zhoushan 316021, China; 2. Key Laboratory of Health Risk Factors for Seafood of Zhejiang Province, College of Food and Medicine, Zhejiang Ocean University, Zhoushan 316022, China)

Abstract The traditional surimi fish sausage is high-protein, high-nutrition, low-fat food mainly consists of raw material surimi, adding a variety of accessories from the process. In this paper, low-value small cutlass *Trichiurus lepturus* surimi are studied for effects of the fat, starch and pork amount on the texture characteristics and sensory indicators of cutlass fish sausage, by response surface analysis method for texture (hardness) features index, to determine the optimum process parameters cutlass fish sausage. The results show that: when the fat added in an amount of 6.8%, 7.4% starch dosage, pork and fish mass ratio of 1:5, the texture and sensory index of cutlass fish sausage achieved the best state. In this study, processing technology of low-value small cutlass fish sausage are provided a good theoretical basis.

Key words low small cutlass *Trichiurus lepturus*; fish sausage; ingredients; quality analysis