

鱼味脆粒的真空微波干燥及保藏

池金颖, 张 愨*, 陈凤杰

(江南大学 食品学院, 江苏 无锡 214122)

摘要:以海产小杂鱼为主要原料,通过真空微波干燥制作鱼味脆粒。产品配方研究以色泽、膨化率和感官评定为指标,找出了鱼肉与淀粉的最佳配比,同时研究了食盐、白糖、调味料等辅料添加量对产品品质的影响。在单因素的基础上进行正交实验,确定了最佳的淀粉、食盐和白糖的比例。产品保藏研究采用厚铝箔袋和薄PE袋分别作真空和不抽真空处理,在37℃培养箱进行产品保温试验,以色差、水分活度、水分含量、脆度及脂肪氧化值为指标,确定最佳保藏方法。实验结果表明,最佳的鱼味脆粒配方为:鱼肉(经过预处理)100g,马铃薯淀粉13g,食盐1.75g,白砂糖2g,葱姜蒜粉0.8g。在此配方下,产品的色泽金黄、味道鲜美、口感酥脆以及膨化效果佳;最佳保藏方法为厚铝箔袋抽真空包装。以上述配方和保藏方法生产出的产品,具有表面均匀光滑及可长期保藏的特点。

关键词: 鱼味脆粒;真空微波干燥;配方;保藏

中图分类号:TS 254.4 文献标志码:A 文章编号:1673—1689(2013)02—0174—08

Study on Vacuum Microwave Drying and Preservation of Fish Taste Crisp

CHI Jin-ying, ZHANG Min*, CHEN Feng-jie

(School of Food Science and Technology, Jiangnan University, Wuxi 214122, China)

Abstract: The vacuum microwave puffing technology was used to manufacture fish taste crisp, taking the low-value marine fish as main raw material. The best formulation is determined by several single factor experiments with different proportion of fish, starch, salt, sugar, and other flavorings, and the orthogonal experiment which shows the best volume of salt, sugar and starch. The indicators include color, puffed rate and sensory index. Products were packaged with thick aluminum bag and thin PE bag, by vacuum processing and not respectively and then placed in 37 °C for quality testing. According to the color, water activity, moisture content and fat oxidation value determines the best preservation method. The best formula of fish taste crisp is 100 g sea fish, 14g potato starch, 1.75 g salt, 2 g sugar and 0.8 g chives, ginger and garlic seasoning. The best preservation method is using thick aluminum bag and taking vacuum processing. The products obtained can show a smooth surface, crunch taste, uniform expansion rate and excellent long-term preservation.

收稿日期: 2012-03-28

基金项目: 国家 863 计划重点项目(2011AA100802)。

* 通信作者: 张 愨(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。

E-mail: min@jiangnan.edu.cn

Keywords: fish taste crisp, vacuum microwave puffing, formula, preservation

近30年来,我国渔业产业得到了迅速的发展,但是我国海水鱼加工工业与世界发达国家存在较大的差距。发达国家水产品加工率在75%,我国加工率仅为30%^[1]。

海产低值小杂鱼营养丰富,富含不饱和脂肪酸,尤其是 Ω 系列脂肪酸如EPA和DHA^[2]。如能充分利用这些成分,不仅可提高鱼类加工的附加值,同时可减少环境污染,获得良好的经济效益与社会效益。

在我国,海产小杂鱼的利用途径只限于加工成饲料鱼粉、鱼骨糊、鱼骨粉等^[3]。但是随着食品科技的发展,尤其是水产加工业的发展,人们对鱼类加工的附加值提出了更高的要求。而且随着人们生活水平的提高,诸如鱼骨糊等低附加值的产品已不能满足人们对“完美”饮食的追求。另外随着人口的增长,食物资源的日益短缺要求我们必须综合利用现有资源,提高鱼体的利用价值。最近农业部确定了水产品加工发展方向,明确指出今后我国水产品生产和加工要以大宗产品、低值产品和废弃物的精深加工和综合利用为重点。“十二五”期间我国水产品加工业发展重点之一就是鱼类制成即食食品和休闲食品。作者以海产低值小杂鱼为主要原料,研究了通过真空微波干燥制作鱼味脆粒的配方、工艺和贮藏条件。

1 材料与方法

1.1 试验材料与试剂

海产小杂鱼:由温州乐乐食品有限公司提供;淀粉、食盐、白糖、味精、葱姜蒜粉、芝麻、胡萝卜:均为食品级,购于无锡欧尚超市。

碳酸氢钠,氯化钠,硫代巴比妥酸,醋酸,液体石蜡:分析纯,中国医药集团上海化学试剂公司。

1.2 试验仪器

真空泵:南京真空泵厂有限公司;MVD-1型真空干燥器:江南大学研制;电热恒温鼓风干燥箱:上海跃进医疗器械厂;C20S05电磁炉:浙江绍兴苏泊尔生活电器有限公司;PL203型电子天平:梅特勒—托利多仪器(上海)有限公司;SQ2010多功能食品加工机:上海帅佳电子科技有限公司;海尔冰箱;水分

活度仪:Ms-1,Novasina公司;色彩色差计:CR-400,ONICA MINOLTA公司;质构仪:TA-XT2i,STABLE MICROSYSTEMS公司;电热恒温培养箱:XK24-1060007,上海跃进医疗器械厂。

1.3 微波试验指标与测定方法

1.3.1 试样体积和膨化率的测定 体积的测定,采用置换法测定,置换介质是小米,如式(1)所示。膨化率计算如式(2)所示。

$$\text{物料的体积}(\text{cm}^3)=\text{小米与物料的总}(\text{cm}^3)-\text{小米的体积}(\text{cm}^3) \quad (1)$$

$$\text{产品膨化率}=\text{膨化后体积}/\text{膨化前体积} \quad (2)$$

1.3.2 含水率的测定 采用常压烘箱干燥法(GB5009.3-2003)。

1.3.3 色差的测定 将鱼粒磨碎,采用CR-400型色差计测定其 L 、 a 、 b 值。其中 L 值(Lightness,亮度),其值从0到100变化,0表示黑色,100表示白色; a 值(Redness,红色度),表示从红到绿的值,正代表红色程度,负代表绿色程度; b 值(Yellowness,黄色度),表示黄蓝程度,正表示黄色程度,负表示蓝色程度。产品 L 值越大,色泽越鲜亮, a 值和 b 值越大产品越向红黄色度靠近。

1.3.4 质构测定

1)鱼糜凝胶强度的测定:采用TA-XT2i型质构仪,进行压缩试验,以测定鱼糜的凝胶强度。测试条件:探头夹具型号为P/5s,测前速度为1 mm/s,测试速度为1 mm/s,测后速度为10 mm/s,形变量为70%,感应力为5 g^[4]。每种样品重复5次,取其平均值。

2)产品脆度的测定:采用TA-XT2i型质构仪,进行压缩破坏试验,以测定产品的脆度。测试条件:探头夹具型号为P0.25s,测前速度为1 mm/s,测试速度为1 mm/s,测后速度为10 mm/s,形变量为50%,感应力为5 g。每种样品重复5次,取其平均值。

1.3.5 感官评定 采用10分法评定,即由训练有素的感官评定人员10人组成评价小组进行品尝,将外观、色泽、质地和风味用分数表示,由得分进行综合评定。评定标准如下^[5]:

1)外观、色泽:满分3分。外形边角整齐,膨化

均匀,色泽诱人,2~3分;边角较整齐,膨化较均匀,色泽苍白,1~2分;边角不整齐,膨化不均,色泽很差,0~1分。

2)质地:满分3分。质地酥脆、均匀,无粉质感,2~3分;质地较酥脆、较均匀,粉质感不重,1~2分;质地柔软不酥脆、不均匀,粉质感重0~1分。

3)风味:满分4分。有浓郁的鱼鲜味,且协调3~4分;香脆适口,有较好的鱼鲜味,较协调,2~3分;风味一般,可以接受,1~2分;风味差,稍有异味,0~1分。

1.3.6 水分活度的测定 采用ms-1型全智能水分活度测定仪进行测定。

1.3.7 产品吸湿性的测定 室温下(25℃),分别精确称取0.5g样品加入到称量皿中,将称量皿放置在干燥器中,干燥器内分别放有碳酸钙饱和溶液(相对湿度,RH81%)和硫酸铵饱和溶液(RH43%),放置时间为0.5、1、1.5、2、2.5、3、4、5、7d,分别称量样品,计算吸湿率^[6]如式(3)。

$$\text{吸湿率}(\%) = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \times 100 \quad (3)$$

式中, m_1 为样品放置前质量(g); m_2 为样品放置后质量(g)。

1.3.8 硫代巴比妥酸值(TBA)的测定

1)硫代巴比妥酸检验法^[7]:取10g样品于100mL凯氏烧瓶中,加水20mL,加1:2盐酸2mL调节pH值1.5,加液体石蜡2mL,连接水蒸汽蒸馏装置约蒸馏10min,收集蒸馏液约100mL,加水至100mL,混匀。取出5mL,置于25mL比色管中,加0.02mol/L TBA的90%醋酸溶液5mL,混匀,置于沸水浴中35min,取出,置于冷水中冷却10min左右,于分光光度计535nm波长处比色测定^[7]。

2)TEP标准曲线的绘制:配制0.019mL/L的TEP标准使用液,取TEP标准使用液0、0.1、0.3、0.5、1.0、1.5、2.5mL,置于25mL具塞比色管中,各管中加水补足至5mL。各管加TBA试剂5mL,盖塞混匀,同时置于沸水浴中35min,取出,置冷水中冷却10min后比色测定,并绘制标准曲线。

1.4 工艺流程

原料鱼→前处理→水洗→精滤→漂洗→擂溃(加冰和辅料、防冻剂)→冷藏→解冻→混合→放入模具中顿平→蒸煮→切成粒状(1cm³)→真空微波干燥→冷却、包装

1.5 操作要点

1.5.1 原料验收 采用新鲜鱼,鲜度要符合一级鲜度。

1.5.2 原料处理 用清水冲洗鱼体,除去内脏、腹腔内黑膜、污血等物,鱼头适当处理即可。再用10℃以下清水冲洗鱼体,以保证鱼肉鲜度,防止蛋白质变性。

1.5.3 精滤 对鱼皮适当处理刮去黑色脏物后保留,鱼骨刺保留,切成2cm³左右的小块。

1.5.4 漂洗 以稀碱盐水(质量分数为1%NaHCO₃+0.4g/dL NaCl)漂洗鱼肉,按照鱼肉:稀碱盐水=1:5的比例(质量比)使鱼肉和水混合,慢速搅拌5min,静置1h后再同向搅拌5min,然后静置1h,倾去表面漂洗液,然后用自来水进行冲洗8min。整个过程温度控制在10℃。

1.5.5 擂溃或斩拌 操作过程可分为空擂、盐擂和调味擂溃三个阶段。第一阶段:脱水后的鱼肉放入擂溃机内擂溃,进一步破坏鱼肉的肌肉纤维组织,擂溃时间为2min,加适量冰;第二阶段:加入鱼肉质量的2%食盐擂溃。时间为4~6min,加适量冰。使做出的产品具有柔软感、弹性爽口;第三阶段:边搅拌边加入适量冰和防冻剂,时间3~8min,擂溃温度控制在10℃以下。防冻剂为4g/dL蔗糖、4g/dL山梨醇、0.15g/dL多聚磷酸盐。

1.5.6 冷藏 放入-64℃的超低温冰箱冷冻。

1.5.7 解冻 取出冻藏的鱼糜,隔着包装在流水中解冻约20min。

1.5.8 混合 在搅拌机里与调料混合均匀。

1.5.9 放入模具中顿平 仔细抹平,不能留有气泡,装完压实。

1.5.10 蒸煮 将饭盒中的鱼肉放在温度95℃左右的锅中蒸熟30min。

1.5.11 真空微波干燥 调整真空微波干燥机的微波功率为180W,真空度为-0.095MPa,干燥时间为24min。

1.5.12 冷却、包装 成品冷却后用铝箔袋真空包装,室温保藏。

2 结果与讨论

2.1 淀粉的选择

2.1.1 淀粉种类的确定 100g鱼肉中加入不同种类的淀粉,再加入2%食盐、6%白砂糖、0.8%葱姜

蒜粉,在 -0.095 MPa 真空度和 180 W 微波功率下干燥 24 min ,以色差、凝胶强度和感官评定为指标,来确定合适的淀粉。所选用的淀粉有木薯淀粉、小麦淀粉、马铃薯淀粉和玉米淀粉,并设一个空白组。

由表 1 可知,加淀粉的凝胶白度明显高于不加淀粉的凝胶,而淀粉的种类对鱼糜凝胶的白度没有太多的影响。持水力和凝胶强度是判断鱼糜凝胶品质的重要指标,可影响膨化后产品的口感和质构特性。添加马铃薯淀粉和木薯淀粉的鱼糜凝胶强度较大。不加淀粉的鱼糜持水性最弱,这是因为鱼糜

蒸煮成凝胶时淀粉糊化有助于形成三维网状结构,增加凝胶强度,又利于保持水分。折叠试验可以直观地反应鱼糜凝胶的凝胶特性,添加小麦淀粉的鱼糜凝胶容易产生龟裂,凝胶质量最差,故小麦淀粉不适用。在成品感官方面,不添加淀粉的产品外形不均匀、有部分裂缝,口感较不脆较硬,色泽苍白不诱人;添加小麦淀粉和玉米淀粉的产品有较重的颗粒感;添加木薯淀粉和马铃薯淀粉的产品口感脆、外形也较均匀,不过色泽略显苍白。综合以上各因素,最理想的淀粉种类为马铃薯淀粉。

表 1 不同种类淀粉对凝胶质量和产品品质的影响

Table 1 Effect of starch type on the quality of the gel and the product

| 淀粉种类 | 凝胶白度 | 凝胶强度 | 失水率/% | 折叠性 | 感官描述 |
|-------|-------|-------|-------|-----|--------------------|
| 对照 | 80.11 | 29.68 | 17.46 | AA | 外形不均匀、苍白、不脆、硬 |
| 木薯淀粉 | 84.12 | 69.44 | 2.61 | AA | 外形较均匀、白中带黄、脆 |
| 小麦淀粉 | 83.78 | 60.18 | 3.39 | A | 外形不均匀、白中带黄、较脆、口感较粗 |
| 马铃薯淀粉 | 84.27 | 77.64 | 4.20 | AA | 外形均匀、白中带淡黄、脆 |
| 玉米淀粉 | 82.34 | 65.24 | 4.55 | AA | 外形不均匀、淡黄、较脆、颗粒感重 |

2.1.2 淀粉添加量的确定 在 8 组样品中添加不同量的淀粉,淀粉添加质量分数分别为:0、2%、4%、6%、8%、10%、12%和 14%,其他原辅料添加量和工艺相同。以色差、凝胶强度、膨化率和感官评定为指标来确定最佳淀粉添加质量分数。

由表 2 可知,添加淀粉后,产品的色泽、口感和风味能得到明显的改善。在淀粉添加质量分数在 8%~14% 范围内,产品的色泽由暗淡变为明亮,松脆

度有所提高,口感由偏硬变为酥脆,质地均匀。这是因为淀粉糊化过程中形成淀粉网状结构,有利于膨化,但是添加量增加到一定程度,由于一定量的鱼肉中水分含量一定,导致淀粉因水分不足而糊化不完全,形成的网络结构不好,从而使产品膨化率降低。综合考虑感官评定、膨化率、凝胶品质,淀粉的最佳添加质量分数为 12%。

表 2 淀粉不同加入量对产品品质的影响

Table 2 Effect of different amount of starch on the quality of the product

| 淀粉添加质量分数/% | 凝胶白度 | 凝胶强度 | 膨化率 | 感官分值 | 感官描述 |
|------------|-------|-------|------|------|-----------------------|
| 0 | 83.59 | 29.37 | 1.2 | 4.7 | 颜色暗淡,口感偏硬,风味不足 |
| 2 | 83.10 | 44.55 | 1.4 | 5.8 | 颜色暗淡,轻微粉质感,风味一般 |
| 4 | 83.36 | 44.02 | 1.55 | 6.4 | 暗中带淡黄色,轻微粉质感,风味较好 |
| 6 | 83.73 | 38.53 | 1.67 | 7.3 | 白中带黄色,质地均匀,口感较酥脆,风味较好 |
| 8 | 84.22 | 54.21 | 2.04 | 8.9 | 淡黄色,质地均匀,口感最酥脆,风味突出 |
| 10 | 84.17 | 62.29 | 3.47 | 7.5 | 淡黄色,质地较均匀,口感较酥脆,风味突出 |
| 12 | 84.68 | 66.26 | 4.06 | 9.1 | 金黄色,质地均匀,口感酥脆,风味最突出 |
| 14 | 84.63 | 81.84 | 2.18 | 7.2 | 淡黄色,质地不均匀,风味突出 |

2.2 食盐添加质量分数的确定

食盐主要影响产品的感官质量,而对产品色泽、膨化率和质构只有微小的影响。由表 3 可知,最

佳的食盐添加质量分数为 1.5%,此时产品咸味适中,又不失鱼肉鲜味。

表 3 食盐不同加入量对产品品质的影响

Table 3 Effect of different amount of salt on the quality of the product

| 食盐添加质量分数/% | 成品亮度 | 凝胶强度 | 膨化率 | 感官分值 | 感官描述 |
|------------|-------|--------|-------|------|------|
| 1.0 | 58.3 | 70.65 | 2.05 | 7.70 | 咸味较淡 |
| 1.5 | 60.39 | 122.42 | 2.088 | 8.17 | 咸味适中 |
| 2.0 | 58.59 | 108 | 2.034 | 7.20 | 咸味较重 |
| 2.5 | 57.94 | 119.19 | 2.056 | 7.37 | 咸味重 |

2.3 白糖添加质量分数的确定

由表 4 可知,加入适量的糖能够有效地改善成品的感官品质,但是加量过多会使膨化率大幅降低。这可能是因为白糖分子中含有多个羟基,结合水的能力很强,向淀粉生料中加入含糖溶液后,糖分子与淀粉中的含水区域作用,会影响淀粉分子的吸水、膨润及伸展,抑制糊化过程中淀粉结合和吸

收水分,从而间接影响微波膨化。另外研究表明,蔗糖的添加会使物料的温升速率增大,在很短的时间内就使物料温度达到 95℃以上。在此时,由于蔗糖分子具有类似液体的流动性,且粘度较低,在停止微波加热后,膨化产品仍较软,在瞬间的冷却过程中产品会发生弯曲、卷折或变形,外形回缩严重,使得膨化率较小^[8-9]。

表 4 白糖不同加入量对产品品质的影响

Table 4 Effect of different amount of sugar on the quality of the product

| 白糖添加质量分数/% | 成品亮度 | 黄度 | 凝胶强度 | 膨化率 | 感官分值 | 感官描述 |
|------------|-------|-------|--------|------|------|----------------|
| 0 | 55.21 | 19.30 | 86.67 | 2.36 | 7.00 | 颜色较苍白、质地较粗、无甜味 |
| 2 | 56.50 | 19.02 | 79.83 | 2.78 | 8.25 | 金黄色、质地均匀、甜味适中 |
| 4 | 57.75 | 20.08 | 109.89 | 2.80 | 7.38 | 金黄色、质地均匀、甜味较重 |
| 6 | 61.22 | 20.19 | 108.11 | 2.39 | 7.63 | 深金黄色、粘牙、甜味过重 |

此外,糖在高温下发生焦糖化反应和美拉德反应,使产品随糖质量分数增加色泽加深,经过综合考虑,蔗糖质量分数为 2%时,成品的膨化率和感官品质都较好。

2.4 调味料添加量的确定

2.4.1 葱姜蒜粉添加量的确定 葱姜蒜粉的加入量对膨化效果基本上没有影响,主要影响产品的感官品质,在保留鱼肉鲜味的同时可掩盖鱼腥味。由表 5 可以看出,葱姜蒜粉的最佳添加质量分数为 0.8%。此添加量的葱姜蒜粉在保留鱼肉鲜味的同时可掩盖鱼腥味,调料香味不重不轻,风味良好;产品表面绿色点状物分布比较均匀,色泽诱人,增加了产品的可接受程度。

2.4.2 白芝麻加入量的确定 为了丰富产品口味,迎合更广泛的消费者要求,作者添加了白芝麻。白芝麻与其他辅料一同在擂溃时添加,但是由于芝麻颗粒小,不易被打碎,因此以完整的形态呈现在产品中,使外观更诱人。而且,可使产品同时具有鱼肉的鲜味和白芝麻的香味,风味更加独特。由表 6

可知,白芝麻的最佳添加质量分数为 5%~10%。从外观看,白芝麻粒分布得均匀,会恰到好处地引起人们的食欲,口味也不致太香太腻,5%~10%的添加量恰好可以使鱼肉的鲜味和白芝麻的香味和谐地融合在一起。

表 5 葱姜蒜粉不同加入量对产品品质的影响

Table 5 Effect of different amount of seasoning on the quality of the product

| 葱姜蒜粉添加质量分数/% | 感官分值 | 感官描述 |
|--------------|------|----------------------|
| 0.4 | 6.25 | 色泽较不均匀、调料香味淡、较腥 |
| 0.6 | 6.75 | 色泽协调、调料香味较淡、基本无腥味 |
| 0.8 | 8.25 | 色泽协调、调料香味适中、无腥味 |
| 1.0 | 6.15 | 色泽较协调、调料香味重、鲜味较淡、无腥味 |

表 6 白芝麻不同加入量对产品品质的影响

Table 6 Effect of different amount of white sesame seed on the quality of the product

| 白芝麻添加质量分数/% | 感官分值 | 感官描述 |
|-------------|------|----------------|
| 0 | 8.03 | 较腥 |
| 5 | 8.21 | 芝麻香味适中、鱼肉鲜味突出 |
| 10 | 8.25 | 芝麻香味较重、鱼肉鲜味较突出 |
| 15 | 7.15 | 芝麻香味过重、鱼肉鲜味较淡 |

2.4.3 胡萝卜添加量的确定 胡萝卜含有β-胡萝卜素,可以使产品营养更加丰富,颜色更加诱人。胡萝卜会影响产品的外观和风味,最理想的添加量是既使产品呈现金黄色,又不影响产品风味。由表7可知,胡萝卜的最佳添加质量分数为15%。在此添加量下产品呈金黄色,会使产品更加诱人,并且胡萝卜的特殊味道适中,能够与鱼肉鲜味较好地融合在一起。

表 7 胡萝卜不同加入量对产品品质的影响

Table 7 Effect of different amount of carrot on the quality of the product

| 胡萝卜添加质量分数/% | 感官分值 | 感官描述 |
|-------------|------|-------------------|
| 5 | 6.50 | 白中带黄、不均匀、基本无胡萝卜味道 |
| 10 | 7.40 | 淡黄色、较均匀、胡萝卜味道较协调 |
| 15 | 8.15 | 金黄色、均匀、胡萝卜味道协调 |
| 20 | 7.80 | 深黄色、较均匀、胡萝卜味道太重 |

2.5 正交实验

在单因素的基础上,采取3因素3水平的正交实验设计,见表8、表9。

表 8 因数水平表

Table 8 Factor level table

| 因素水平 | A 马铃薯淀粉质量分数/% | B 白糖质量分数/% | C 食盐质量分数/% |
|------|---------------|------------|------------|
| 1 | 11 | 1 | 1.25 |
| 2 | 12 | 2 | 1.50 |
| 3 | 13 | 3 | 1.75 |

表 9 正交试验结果

Table 9 Result of orthogonal test

| 试验号 | A 马铃薯淀粉质量分数/% | B 白糖质量分数/% | C 食盐质量分数/% | 感官分值 |
|-------|---------------|------------|------------|------|
| 1 | 1 | 1 | 1 | 7.43 |
| 2 | 1 | 2 | 2 | 7.86 |
| 3 | 1 | 3 | 3 | 7.93 |
| 4 | 2 | 1 | 2 | 7.86 |
| 5 | 2 | 2 | 3 | 7.93 |
| 6 | 2 | 3 | 1 | 8.19 |
| 7 | 3 | 1 | 3 | 8.38 |
| 8 | 3 | 2 | 1 | 8.90 |
| 9 | 3 | 3 | 2 | 8.20 |
| K_1 | 7.740 | 7.890 | 6.965 | |
| K_2 | 7.993 | 8.230 | 7.973 | |
| K_3 | 8.493 | 8.107 | 8.080 | |
| R | 0.753 | 0.340 | 1.115 | |

以感官评分为指标,结合正交实验结果和直观分析图1可知,各因素的主次顺序为C>A>B,并分别以A₃B₂C₃为最佳,因此得到最佳配方是鱼肉:马铃薯淀粉:白糖:食盐为100:13:2:1.75。

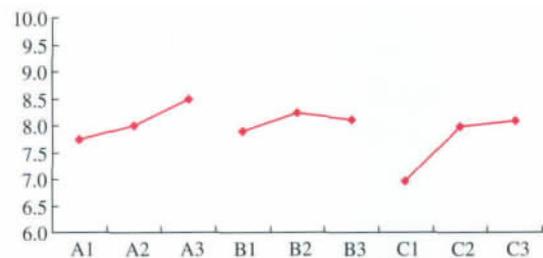


图 1 正交实验直观分析图

Fig. 1 Direct-viewing analysis of orthogonal experiment

2.6 保藏实验

2.6.1 成品主要成分分析 对终产品主要成分进行分析,结果见表10。由表10可知,终产品蛋白质质量分数达32.39%,产品具有较高的食用价值,且总钙含量为397.21 mg/100 g,超过高钙食品的标准240 mg/100 g,因此本产品为高钙产品。

2.6.2 产品的吸湿性测定 脆度是本品的一大重要评价指标,吸湿会使产品水分质量分数升高,从而导致产品脆度降低,品质恶化,本品呈容易吸湿的多孔形状,故需对产品的吸湿性进行考察,以便充分了解本产品的特性,便于对产品的保藏性进行

研究^[10]。将产品分别放置在相对湿度为 43%和 81%的环境中考察吸湿性的变化。由图 2 可知,鱼粒在 81%时的吸湿率的增长速度较快,且在同一时间内吸湿性都比 43%时高。因此,该产品保藏时应注意湿度问题,可以抽真空包装或充氮包装来隔绝空气。

表 10 产品主要成分含量表

Table 10 Main component and ratio of produce of product

| 项目 | 质量分数 |
|------|-----------------|
| 水分 | 2.858% |
| 水分活度 | 0.310 |
| 粗蛋白 | 32.39% |
| 粗脂肪 | 5.17 |
| 总钙 | 397.21 mg/100 g |

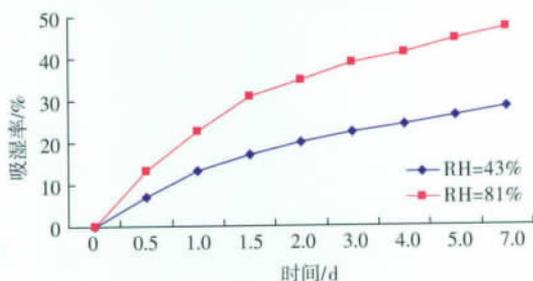


图 2 产品吸湿性曲线 (RH81%和 RH43%)

Fig. 2 Hygroscopic curves of product (RH81% and RH43%)

2.6.3 产品保温试验 4 种包装方式的产品放置在 37°C培养箱进行产品保温试验,每 5 天测产品的色差、水分活度、水分含量、脆度及 TEP 值,结果见图 3~7。

由图 3 可知,随着保藏时间的延长,4 种包装产品的 L 值都有所下降,这是因为在保藏过程中脂肪氧化及梅拉德反应会使产品的色泽加深,产品亮度减小。其中,厚铝箔包装的产品色泽保持效果较佳,且抽真空包装后效果更佳。因为厚铝箔包装袋可以隔绝光线,气密性较好,从而减缓了脂肪氧化。

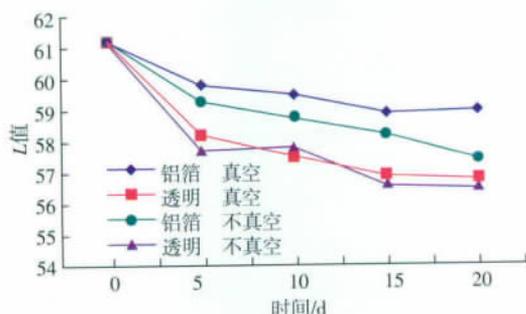


图 3 不同包装方式对产品色泽的影响

Fig. 3 Influence of different packing on the product's color

由图 4 可知,使用透明薄包装袋包装的产品水分活度上升较快。使用厚铝箔袋包装的样品的水分活度上升相对缓慢,并且其真空包装的样品的水分活度最低。原因是透明薄包装袋气密性差,并且在保藏后期发现了其真空包装样品中空气逐渐渗入的现象;而厚的铝箔包装袋气密性较好,使用其真空包装的样品水分活度增加也最为缓慢。

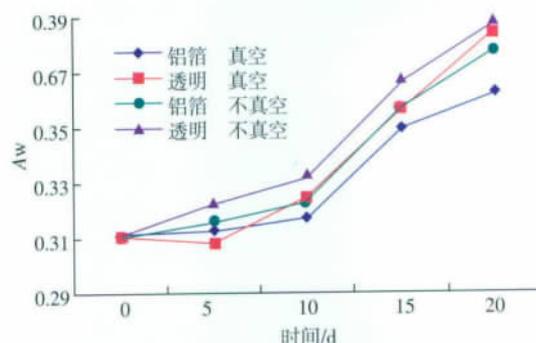


图 4 不同包装方式对产品水分活度的影响

Fig. 4 Influence of different packing on the product's Aw

脆度的保持与产品的含水量有很大的关系,由图 5 可知,在 4 种包装方式下,样品在 15 d 后水分质量分数均低于 5%,此时 4 种样品口感依然酥脆,而从图中比较看来,厚铝箔袋真空包装的样品具有相对较干燥的环境,产品的吸水量最少,水分质量分数在达到一定程度后趋于稳定。

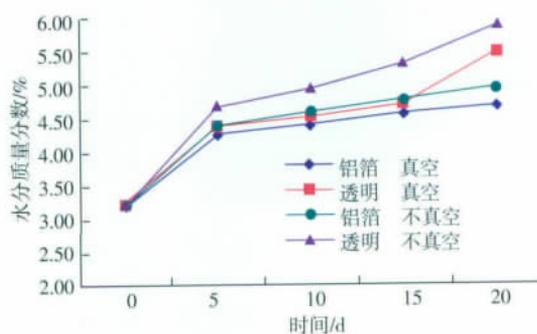


图 5 产品保藏过程中水分变化曲线

Fig. 5 Changing curve of product's moisture content in its conserving

由图 6 可知,用厚的铝箔包装袋进行真空包装,能更好地保持产品的脆度。这是因为,此类包装使产品水分质量分数和水分活度上升最慢,吸湿率最低。

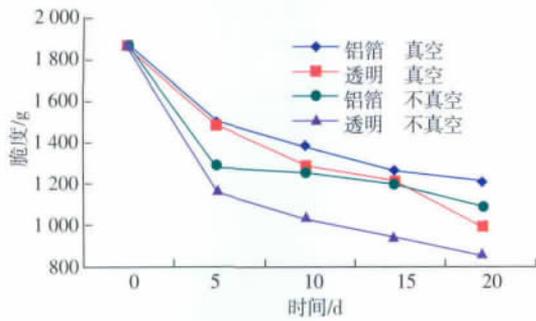


图6 不同包装方式对产品脆度的影响

Fig. 6 Influence of different packing on the product's fracturability

由图7可知,透明薄包装袋不抽真空保藏的脂肪氧化程度很大,这是因为薄袋气密性差,不能很好的阻隔氧气和空气里面的水分,且不避光。使用厚的铝箔包装袋抽真空包装在延缓样品脂肪氧化方面有较好的效果。

总之,使用厚的铝箔包装袋抽真空包装可有效减缓产品水分和水分活度的增长、色泽的劣化、脆度的下降和脂肪的氧化。因此应用厚、防潮性能和气密性较好的铝箔材质包装袋来包装本品,并控制包装袋内的湿度和氧含量,以延长产品的保藏期。

作者采用抽真空的方法,发现一些产品抽真空时被挤压破坏的现象,故可以采用充氮作为替代的方法。

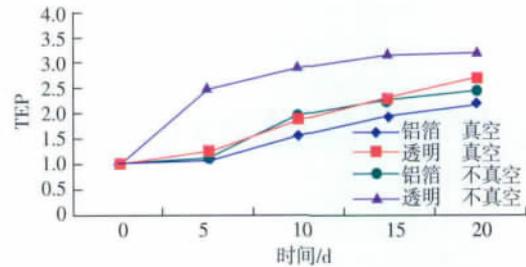


图7 不同包装方式对产品脂肪氧化程度的影响

Fig. 7 Influence of different packing on the product's fat oxidation

3 结论

1) 鱼味脆粒的最佳配方为:鱼肉 100 g,马铃薯淀粉 13 g,食盐 1.75 g,白砂糖 2 g,葱姜蒜粉 0.8 g,白芝麻 10 g,胡萝卜 15g。

2) 该产品最佳保藏方法为用厚的铝箔袋真空包装,货架期可达3个月以上。

参考文献:

- [1] 胡智政. 我国水产品加工业的现状与发展方向[J]. 江西水产科技, 2003(1):13-15.
HU Zhi-zheng. Situation and development trend of China's aquatic products processing industry [J]. **Jiangxi Fishery Sciences and Technology**, 2003(1):13-15. (in Chinese)
- [2] 董军锋,张英. 加强鱿鱼资源的和综合利用技术研究[J]. 东海海洋, 2001, 19(4):46-50.
TONG Jun-feng, ZHANG Ying. Research on techniques of processing and comprehensive utilization of squid resource [J]. **DONGHAI Marine Science**, 2001, 19(4):46-50. (in Chinese)
- [3] 何秋生,李向阳. 淡水鱼的加工及综合利用初探[J]. 中国水产, 1999(7):44-46.
HE Qiu-sheng, LI Xiang-yang. Processing and comprehensive utilization of freshwater fish [J]. **China Fisheries**, 1999(7):44-46. (in Chinese)
- [4] 周蕊,曾庆孝,朱志伟,等. 淀粉对罗非鱼鱼糜凝胶品质的影响[J]. 现代食品科技, 2008, 24(8):759-772.
ZHOU Rui, ZENG Qing-xiao, ZHANG Yin, et al. Effects of various starches on the *Tilapia surimi* gel [J]. **Modern Food Science & Technology**, 2008, 24(8):759-772. (in Chinese)
- [5] ZHANG Jun, ZHANG Min, SHAN Liang, et al. Microwave-vacuum heating parameters for processing savory crisp bighead carp (*Hypophthalmichthys nobilis*) slices [J]. **Journal of Food Engineering**, 2007, 79:885-891.
- [6] 夏玉宇. 食品卫生质量检验与监督[M]. 北京:北京工业大学出版社, 1993.
- [7] 张立彦,芮汉明,李作为,等. 蔗糖对淀粉物料微波膨化的影响研究[J]. 食品工业科技, 2001, 22(3):19-21.
ZHANG Li-yan, RUI Han-ming, LI Zuo-wei, et al. The study of the effects of sugar on expansion of starch heated by microwave [J]. **Science and Technology of Food Industry**, 2001, 22(3):19-21. (in Chinese)
- [8] WANG Rui, ZHANG Min, Arun S. Mujumdar, JIANG Hao. Effect of salt and sucrose content on dielectric properties and microwave freeze drying behavior of re-structured potato slices [J]. **Journal of Food Engineering**, 2011, 106:290-297.
- [9] 房修珍. 青虾风味休闲干制品工艺研究[D]. 无锡:江南大学食品学院, 2008.