

DOI:10.3969/j.issn.2096-8248.2020.01.005

蓝点马鲛鱼酶解物在桃酥制作中的应用^{*}

潘守昊¹, 王灵昭¹, 颜冬梅², 于维霞²

(1. 江苏海洋大学 海洋生命与水产学院, 江苏 连云港 222005;

2. 连云港市百鲜屋食品有限公司, 江苏 连云港 222119)

摘 要: 为了了解马鲛鱼酶解产物在桃酥制作生产中的应用情况, 以感官评价法、物理指标法(包括桃酥断裂强度和比重)和过氧化值指标法相结合的综合评价方法对马鲛鱼桃酥品质进行分析。结果表明: 各处理样感官评价总分与空白样无显著性差异, 当酶解物添加量为 5% 时, 处理样在风味方面显著优于空白样, 在外观和质地方面接近空白样, 色泽接受度上则不如空白样; 物理特性方面, 各处理样与空白样无显著性差异; 另外, 室温储存 5 个月后, 马鲛鱼酶解物添加量超过 3% 时, 处理样过氧化值显著低于空白样。因此, 马鲛鱼酶解物作为天然抗氧化剂用于焙烤食品方面具有很大的发展潜力。

关键词: 马鲛鱼; 酶解; 桃酥

中图分类号: TS213.23

文献标志码: A

文章编号: 2096-8248(2020)01-0022-05

Application of Spanish Mackerel (*Scomberomorus niphonius*) Enzymatic Hydrolysate in Walnut Cake

PAN Shouhao¹, WANG Lingzhao¹, YAN Dongmei², YU Weixia²

(1. School of Marine Life and Fisheries, Jiangsu Ocean University, Lianyungang 222005, China;

2. Lianyungang Baixianwu Food Co., Ltd., Lianyungang 222119, China)

Abstract: In order to understand the application of enzymatic hydrolysates of mackerel in the production of walnut cake, the quality of mackerel walnut cake was analyzed by sensory evaluation method, physical index method (including breaking strength and specific volume of walnut cake) and peroxide index method. The results showed that there was no significant difference between the total sensory evaluation score of each treatment sample and the blank sample. When the amount of enzymatic hydrolysate was 5%, the flavor of the treatment sample was significantly better than the blank sample, and the appearance and texture of the treatment sample were close to the blank sample, while the color acceptance of the treatment sample was not as good as the blank sample. There was no significant difference between each treatment sample and the blank sample in terms of physical characteristics. In addition, the peroxide value of the treated samples was significantly lower than that of the blank samples when the amount of enzymatic hydrolysate was more than 3% after 5 months storage at room temperature. Therefore, the enzymatic hydrolysate of mackerel, as a natural antioxidant, has great potential for development in baked food.

Key words: mackerel; enzymolysis; walnut cake

^{*} 收稿日期: 2019-12-11; 修订日期: 2020-01-16

基金项目: 淮海工学院江苏省海洋生物技术重点实验室资助项目(2012HS008); 江苏省科技计划项目(苏北科技专项项目)(SZ-LYG2017017); 江苏省产学研合作项目(BY2018212); 江苏省研究生科研与实践创新计划项目(SJCX19_1007); 江苏省“双创计划”科技副总项目(FZ20180532); 连云港市“海燕计划”项目(201910)

作者简介: 潘守昊(1995—), 男, 江苏连云港人, 硕士研究生, 研究方向为食品加工与功能性食品, (E-mail) 704443505@qq.com。

通信作者: 王灵昭(1976—), 男, 河南新乡人, 副教授, 博士, 硕士研究生导师, 研究方向为食品加工与功能性食品, (E-mail) wanglz@jou.edu.cn。

0 引言

蓝点马鲛鱼(*Scomberomorus niphonius*)为近海中上层鱼类,主要分布于北太平洋西部,在我国主要分布在东海、黄海和渤海,尤其是舟山、连云港外海及山东南部沿海,渔业资源非常丰富。马鲛鱼是我国重要的海洋经济鱼类之一,也是出口创汇的主要品种之一^[1-3]。虽然马鲛鱼肉质较粗,但刺少味美,且价格相对低廉,为沿海地区消费者所喜爱。家庭食用多采用鱼丸制作或鲜烹形式,市场售卖仍以冻品及鲜销为主,精深加工品如鱼糜^[4-5]、胶原蛋白^[6]、调味产品^[7]等偏少且仍未进行市场化生产。马鲛鱼产业总体开发程度不够,尤其是横向延伸不足,鲜有周边产品的研发报道。这一定程度上制约着马鲛鱼产业的发展。因此,应进一步综合利用马鲛鱼,多方位研发马鲛鱼制品。

本课题组在前期的研究中发现,当采用不同类型蛋白酶对马鲛鱼进行酶解时,均能获得具有一定抗氧化活性的酶解物,尤其是碱性蛋白酶,其酶解产物抗氧化活性最高。而且,实验中还发现碱性蛋白酶兼有脱腥及生香作用,马鲛鱼经碱性蛋白酶水解后的酶解液海鲜味浓郁,腥味显著减弱。

桃酥是以小麦粉为主,辅以食用油脂、白砂糖及其他材料,经混合、成型、烘烤加工而成的酥类糕点。桃酥辅料用料讲究,多有变化,因而形成了多品种特色桃酥,如桂花桃酥、葱油桃酥、蛋黄桃酥、椒盐桃酥等^[8]。桃酥具有酥松甜香的口感,且价格低廉,因而被普通消费者喜爱,是中国传统经典小吃,但由于含有一定量油脂,易于哈败,不易长时间存储。另外,近年来,由于西式点心的普及,中国传统点心市场受到很大冲击,桃酥市场也不例外。因此,当前形势下,应增加桃酥品种花色,提高桃酥食用品质,这样既可以丰富桃酥生产市场,满足消费者日益增长的多元化需求,提高产品的竞争力,同时也有助于焙烤制品向着营养、健康方向发展。本研究将马鲛鱼酶解产物应用于桃酥制作中,考察该酶解物对桃酥感官品质、物理特性及储存期氧化稳定性的影响情况。

1 材料、仪器与方法

1.1 材料

马鲛鱼,购于连云港农贸市场,去头、尾、皮、骨及内脏,冲洗干净,装袋后于-18℃冰箱中冻藏,备

用。低筋小麦粉、植物油、碳酸氢铵、白砂糖、小苏打、鸡蛋、香油、奶粉等均为市售食品级原料。

碱性蛋白酶,无锡雪花酶制剂有限公司提供,20万U/g;邻苯二甲酸,基准试剂;石油醚、异丙醇、无水乙醚、三氯甲烷、硫代硫酸钠等均为分析纯。

1.2 仪器与设备

GL224-1SCN 电子天平(深圳市盛美仪器有限公司);pHS-25 数显 pH 计(上海精密科学仪器有限公司);TMS-Pro 质构仪(美国 FTC 公司);RE-2000 型旋转蒸发仪(上海亚荣生化仪器厂);KCD 旋转烤箱(河北科朝达食品机械有限公司);RRHP-500A 多功能粉碎机(临沂市兰山区六特食品机械厂);FK150-2 压面皮机(永康市晋腾贸易有限公司);HWT50 和面机(山东银鹰炊事机械有限公司);FS-400 小型塑封机(浙江皮克机械设备有限公司);DW-86L100J 低温冰箱(海尔有限公司);DHG924A 电热鼓风干燥箱(上海一恒科学仪器有限公司);DS-1 型高速组织捣碎机(上海标本模型厂)。

1.3 方法

1.3.1 马鲛鱼酶解物制备 马鲛鱼→解冻→匀浆(固液质量比为1:3)→预热→调pH(10.5)→酶解(碱性蛋白酶添加量为3000 U/g 原料,水解时间5 h)→灭酶(100℃,10 min)→真空旋转蒸发浓缩→冷冻干燥→低温冷藏备用。

1.3.2 混合粉制备 将马鲛鱼酶解物按照占混合粉总质量分数分别为0%,1%,3%,5%(实验中发现酶解物7%添加量味道过于浓重,因而舍弃)的量加入到低筋面粉中,混匀后密封备用。

1.3.3 桃酥制作 (1) 桃酥基本配方。桃酥基本配方参照工艺实验室自拟配方并稍加改动,具体如下:混合粉200.0 g,玉米胚芽油100.0 g,香油2.0 g,白砂糖80.0 g,全蛋液10.0 g,小苏打1.0 g,碳酸氢铵2.5 g。

(2) 桃酥制作工艺。原辅料预处理→辅料预混→拌面→醒面→制坯→烘烤→冷却→整理→成品。

1.3.4 桃酥烘焙品质测定 (1) 桃酥感官评价。桃酥感官评价标准参照推荐国标 GB/T 20977—2007^[9]并稍加修改。评分小组由10名经过培训的专业人员组成,其中男女各半。评分人员按照感官鉴评方法、准则^[10-14]及表1对产品各个指标进行评定打分。

(2) 桃酥质构测定。桃酥质构测定以桃酥断裂力为依据,实验参照 Laguna 等^[15]的方法并稍加修改。实验通过3点力弯曲装置检测桃酥的断裂强

度。实验条件如下:支撑间距为 50 mm,测试前、中、后速度均为 2 mm/s,探针行程为 10 mm,触发力为 5 g。使用设备自带软件记录力与线性距离之间的关系,图谱中峰值力即为桃酥断裂时所需的力。每个处理样重复 6 次,取平均值;平行试样变异系数小于 10.0%。

(3) 桃酥比容测定。按照国标 GB/T 20977—2007^[9]中的测量方法进行测定。

表 1 桃酥感官评分表

Table 1 Sensory evaluation standard of walnut cake

评价指标	分值	评价标准
形态	15	外形整齐均匀,厚薄一致,无塌陷;底面平整或有较均匀的气孔;表面摊裂,有均匀的花纹
色泽	15	整体色泽均匀;黄棕色至枣红色,裂纹凹处色略浅
组织	15	断面粉质均匀,无不规则大空洞,无糖粒,无粉块
风味	20	甜度适中,具有一定的香味,无异味
质感	25	酥松稍脆,不发良
杂质	10	外表及内部均无肉眼可见的杂质

1.3.5 桃酥贮存期脂质稳定性测定 按“1.3.3”方法制备桃酥,室温贮藏,并于 0,1,2,3,4 个月随机抽取桃酥样品,按照 GB/T 5009.3—2003 中规定的滴定方法进行过氧化值的测定。

1.4 数据统计分析

采用 SPSS 13.0 及 Excel 2010 软件进行数据分析与统计,并进行单因素方差分析;实验数据以平均数 $\pm$ SE 表示,显著性 $P<0.05$ 。

2 结果与分析

2.1 马鲛鱼酶解物对桃酥感官品质的影响

马鲛鱼酶解物对成品桃酥感官品质的影响见表 2。从表 2 中可以看出,5%以内的添加量下,马鲛鱼酶解物的添加对桃酥感官评价总分无显著性影响,但对分项指标的影响不同。马鲛鱼酶解物的添加对桃酥外在形态的影响甚微,虽然随着酶解物添加量的增加,桃酥的形态分值略微降低,但即使添加量达到 5%时,差异仍然存在。这是由于酥性面团焙烤制品对面粉中面筋含量的要求比较低。相比之下马鲛鱼酶解物的添加导致色泽变化则比较明显,当酶解物添加量达到 3%时,即表现出显著性差异。究其原因,酶解物的添加会使成品桃酥色泽趋向于暗淡而非空白样(0%的添加量)所呈现的金黄色或褐红色,从而会降低桃酥色泽带来的愉悦性。组织结

构的评分显示,马鲛鱼酶解物对桃酥具有一定的负面作用,但添加量达到 5%时尚不显著。与前面几项完全不同的是,马鲛鱼酶解物对桃酥风味的影响情况。表 2 显示,随着酶解物的添加,桃酥的风味值评分随之增加,当添加量达到 3%时,差异显著。这是由于马鲛鱼鱼肉经两步酶解后形成独特海鲜风味的酶解物,其色泽为暗褐色,但鲜香味道独特,能赋予传统桃酥海鲜风味。酶解物添加对桃酥齿牙酥脆质感仅有轻微减弱作用,各处理样与空白样桃酥差异均不显著。杂质方面,桃酥表面散布的暗褐色酶解物,肉眼观看时有杂质感,因此,随酶解物添加量的增加,桃酥杂质感增加,得分逐渐降低,但总体无显著性差异。

表 2 马鲛鱼酶解物对桃酥感官品质的影响

Table 2 Effect of enzymatic hydrolysate of mackerel on sensory quality of walnut cake

评价指标	马鲛鱼酶解物添加量/%			
	0	1.0	3.0	5.0
形态	14.8 $\pm$ 0.1 ^a	14.7 $\pm$ 0.2 ^a	14.7 $\pm$ 0.2 ^a	14.2 $\pm$ 0.4 ^a
色泽	13.4 $\pm$ 0.5 ^a	12.3 $\pm$ 0.5 ^{ab}	11.5 $\pm$ 0.5 ^b	10.8 $\pm$ 0.7 ^b
组织	14.7 $\pm$ 0.2 ^a	14.4 $\pm$ 0.3 ^a	14.1 $\pm$ 0.5 ^a	13.5 $\pm$ 0.6 ^a
风味	16.2 $\pm$ 0.9 ^b	17.2 $\pm$ 0.6 ^b	18.1 $\pm$ 0.5 ^{ab}	19.3 $\pm$ 0.5 ^a
质感	23.0 $\pm$ 0.4 ^a	22.9 $\pm$ 0.4 ^a	22.9 $\pm$ 0.4 ^a	21.5 $\pm$ 0.5 ^a
杂质	9.3 $\pm$ 0.3 ^a	9.0 $\pm$ 0.2 ^a	8.7 $\pm$ 0.2 ^a	8.1 $\pm$ 0.5 ^a
总分	91.4 $\pm$ 0.9 ^a	90.5 $\pm$ 0.5 ^a	90.0 $\pm$ 1.1 ^a	87.4 $\pm$ 1.8 ^a

注:表中数值为平均值 $\pm$ SE;同列上标不同小写字母表示有显著性差异($P<0.05$)。

2.2 马鲛鱼酶解物对桃酥质构特性的影响

图 1 为马鲛鱼酶解物对桃酥最大剪切硬度值的影响。一般认为,非小麦基粉质或膳食纤维成分如麦麸等将对面粉筋蛋白构建网络结构产生影响,进而影响成品的质构特性。酥性面团制备时要求面筋的润胀受到适当的限制,这样才能形成具有良好可塑性和有限黏弹性的面团,而适量的非小麦面粉有助于阻止面筋网络的过度形成,因而有助于形成良好的桃酥面团。但当非小麦基粉质添加量超过一定范围时,其中的亲水成分如亲水蛋白、多糖等,会与面筋蛋白争夺有限的水分,从而导致面筋润胀过度受限,另外,非小麦粉质也会破坏酥性的桃酥面团中薄弱的面筋网络结构,致使焙烤过程中无法形成适宜的持气膜,使得焙烤中气体过早外溢,成品硬度有所增加^[16]。Laguna 等^[15]、Noorfarahzilah 等^[17]、Adebiyi 等^[18]、Chakraborty 等^[19]也发现添加或使用无麸质面粉增加了所得饼干样品的硬度。图 1 显示,添加

量在5%范围内时,马鲛鱼酶解物增加了桃酥的剪切硬度,但差异不显著($P>0.05$)。

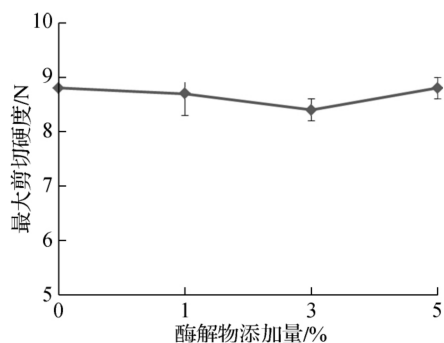


图1 马鲛鱼酶解物对桃酥最大剪切硬度值的影响

Fig. 1 Effect of mackerel hydrolysate on the maximum shear hardness of walnut cake

由图2可以看出,随着马鲛鱼酶解物添加量的增加,桃酥比容呈先增加后下降趋势。与水调面团的制备不同,酥性面团要求使用弱筋面粉,以便形成较细薄的面筋网络结构,避免焙烤过程中持气过强而形成大的孔洞,或者由于密实的面筋网络导致成品桃酥口感发艮。少量马鲛鱼酶解物可有效松解面筋网络结构。图2显示,当马鲛鱼酶解物添加量为1%时,制成的桃酥比容(2.61 mL/g)要高于空白样;但之后随着酶解物添加量的增加,桃酥比容逐步下降,这可能是由于面筋网络结构被过度破坏引起的。但即使添加量达到5%时,处理样比容(2.31 mL/g)与空白样(2.49 mL/g)相比仍无显著性差异($P>0.05$)。因此,基于马鲛鱼酶解物带来的良好风味,添加量可考虑为3%~5%。

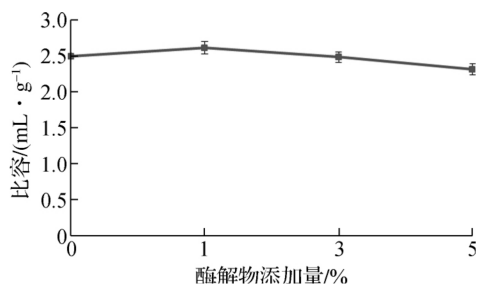


图2 马鲛鱼酶解物对桃酥比容的影响

Fig. 2 Effect of enzymatic hydrolysate of mackerel on specific volume of walnut cake

2.3 马鲛鱼酶解物对桃酥储藏性能的影响

图3为桃酥过氧化值随着贮藏时间的变化图。

从图3中可以看出,所有桃酥样品的过氧化值均随着贮藏时间的延长增长明显;而添加有酶解物的桃酥,其过氧化值增长变得较空白样更缓慢一些,尤其是当添加量达到3%以上时。贮藏至5个月时,空白样过氧化值每100 g为0.29 g,添加量为1%时的桃酥过氧化值每100 g为0.27 g;添加量为3%和5%的桃酥样品的过氧化值每100 g分别为0.16 g和0.14 g,二者显著低于空白样($P<0.05$)。由此可见,马鲛鱼酶解物对桃酥脂质过氧化具有抑制作用。马鲛鱼酶解物可改善桃酥的贮藏特性,延长其货架期,这是由于马鲛鱼酶解物中存在一定量的抗氧化肽^[20],因而能够一定程度上抑制脂质过氧化。

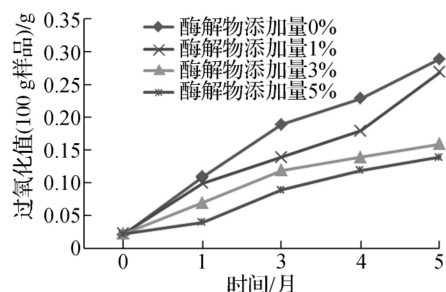


图3 马鲛鱼酶解物对桃酥储存期间过氧化值的影响

Fig. 3 Effect of enzymatic hydrolysate of mackerel on the peroxide value (POV) of walnut cake storage

3 结论

马鲛鱼酶解物对桃酥感官品质的影响是多方面的,其中最为积极的是对成品桃酥风味的影响。当添加量达到5%时,可明显提高桃酥风味值,赋予成品桃酥特殊的海鲜风味。当添加量为3%以上时,也不会对桃酥质感、组织及外形产生显著影响,但会使成品桃酥色泽变得更暗。当添加量达到3%及以上时,5个月的常温存储期间,马鲛鱼酶解物可明显降低桃酥脂质过氧化物的产生。

综上所述,马鲛鱼酶解物在桃酥制作中应用时添加量以3%~5%为宜。这一范围添加量可使桃酥形成独特的海洋风味且延长其保质期,同时不产生显著性负面影响。

参考文献:

[1] 水产业生产结构和发展前景研究组. 中国水产业生产

- 结构和发展前景[M]. 北京:农业出版社,1991:72-74.
- [2] 樊震宇,张龙,袁凯,等. 蓝点马鲛鱼(*Scomberomorus niphonius*)分离蛋白的气味特性[J]. 食品与发酵工业, 2019,45(3):206-214.
- [3] 农业农村部渔业渔政管理局. 渔业经济重要数据月报(2013年7月)[R]. 北京:农业农村部渔业渔政管理局,2013:11-12.
- [4] DONG Xiuping, HUANG Ying, PAN Yuxi, et al. Investigation of sweet potato starch as a structural enhancer for three-dimensional printing of *Scomberomorus niphonius* surimi [J]. Journal of Texture Studies, 2019, 50(4): 316-324.
- [5] 贾慧,夏俪宁,李琦,等. 两种多酚对马鲛鱼鱼糜凝胶特性的改善[J]. 食品与发酵工业,2018,44(10):90-95.
- [6] WU Shengjun. Effect of pullulan on gel properties of *Scomberomorus niphonius* surimi [J]. International Journal of Biological Macromolecules, 2016, 93: 1118-1120.
- [7] 邓立青. 半干态无骨调味马鲛鱼片的加工工艺[J]. 肉类工业,2017(10):23-25.
- [8] 薛效贤,张怀宁. 饼干桃酥加工技术及工艺配方[M]. 北京:科学技术文献出版社,2004:197-208.
- [9] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会. 糕点通则:GB/T 20977—2007[S]. 北京:中国标准出版社,2007.
- [10] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会. 感官分析 食品感官质量控制导则:GB/T 29605—2013[S]. 北京:中国标准出版社,2013.
- [11] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会. 感官分析术语:GB/T 10221—2012[S]. 北京:中国标准出版社,2012.
- [12] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会. 感官分析 方法学总论:GB/T 10220—2012[S]. 北京:中国标准出版社,2012.
- [13] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会. 感官分析 食品颜色评价的总则和检验方法:GB/T 21172—2007[S]. 北京:中国标准出版社,2008.
- [14] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会. 感官分析 方法学量值估计法:GB/T 19547—2004[S]. 北京:中国标准出版社,2004:1-20.
- [15] LAGUNA L, SALVADOR A, SANZ T, et al. Performance of a resistant starch rich ingredient in the baking and eating quality of short-dough biscuits[J]. LWT-Food Science and Technology, 2011, 44(3): 737-746.
- [16] Ktenioudaki A, Gallagher E. Recent advances in the development of high-fibre baked products[J]. Trends in Food Science & Technology, 2012, 28(1): 4-14.
- [17] NOORFARAHZILAH M, LEE J S, SHARIFUDIN M S, et al. Applications of composite flour in development of food products[J]. International Food Research Journal, 2014, 21(6): 2061-2074.
- [18] ADEBIYI J A, OBADINA A O, MULABA-BAFUBIANDI A F, et al. Effect of fermentation and malting on the microstructure and selected physicochemical properties of pearl millet (*Pennisetum glaucum*) flour and biscuit[J]. Journal of Cereal Science, 2016, 70: 132-139.
- [19] CHAKRABORTY S K, KUMBHAR B K, CHAKRABORTY S, et al. Influence of processing parameters on textural characteristics and overall acceptability of millet enriched biscuits using response surface methodology[J]. Journal of Food Science and Technology, 2011, 48(2): 167-174.
- [20] GUO Xuzhao, XIU Rongyang, YU Meiwang, et al. Antioxidant peptides from the protein hydrolysate of Spanish mackerel (*Scomberomorus niphonius*) muscle by in vitro gastrointestinal digestion and their in vitro activities[J]. Marine Drugs, 2019, 17(9): 531-547.

(责任编辑:褚金红)