doi:10.3969/j.issn.2095-6002.2016.06.005 文章编号:2095-6002(2016)06-0024-07
引用格式:陈卫明,尹美丽,钟机,等. 酶解制备贻贝抗氧化肽与功能性鱼糕的研制[J]. 食品科学技术学报,2016,34(6):24-30.
CHEN Weiming, YIN Meili, ZHONG Ji, et al. Development of mussel antioxidant peptides and functional kamaboko gels [J]. Journal of Food Science and Technology, 2016,34(6):24-30.

酶解制备贻贝抗氧化肽与功能性鱼糕的研制

陈卫明, 尹美丽, 钟 机, 赵卉双, 陈丽娇*
(福建农林大学 食品科学学院, 福建 福州 350002)

摘 要: 开发具有抗氧化活性的功能性鱼糜制品。采用酶解法并筛选中性蛋白酶为最适蛋白酶制备贻贝抗氧化肽。利用正交设计优化酶解工艺条件,确定酶解温度45 ℃、酶解时间1 h、酶添加量1 500 U/g、料液比(g/mL)1∶5为较优酶解工艺条件,在此条件下酶解产物多肽得率达到(73.62 ± 0.86) mg/g。添加质量分数大于2%的经冷冻干燥的贻贝酶解产物到鱼糕中,检测其在鱼糕中对猪油的抗氧化作用,经方差分析得知其有显著的抗氧化作用。以此说明鱼糕是具有抗氧化性的功能性食品。

关键词: 贻贝; 抗氧化肽; 功能性食品
中图分类号: TS254.4; Q814.9 **文献标志码:** A

贻贝是一种双壳类的贝类海洋软体动物,属于高蛋白、低脂肪海产品,具有“海中鸡蛋”的美誉[1]。贻贝不仅营养丰富,还有重要的医药价值,其蛋白质多肽具有良好的抗氧化作用。抗氧化肽是生物活性肽的一种,通过减少氧自由基、羟自由基达到抗衰老的功能,安全性高,同时还能防止油脂氧化[2]。

活性多肽在食品中的应用主要包括生产功能性食品、保健食品以及用于保障食品质量和延长食品货架期三方面[3],现有研究利用分离蛋白经酶解、离心、浓缩等工艺开发出功能性多肽保健食品和功能性多肽饮料[4-6],而抗氧化肽被利用于食品中,并研制具有抗氧化功能食品的研究报道较少。

将贻贝抗氧化肽添加到鱼糜制品开发含有抗氧化肽的功能性鱼糕,采用酶解法制备贻贝抗氧化肽,并采用食品模型抗氧化肽活性检测方法评价鱼糕中抗氧化肽的活性,以证明含抗氧化肽的鱼糕具有抗氧化功能。

1 材料与设备

1.1 实验材料

碱性蛋白酶和中性蛋白酶购于北京 Solarbio 公司;胰蛋白酶购于上海国药集团化学试剂有限公司;木瓜蛋白酶购于上海源叶生物科技有限公司;复合风味蛋白酶购于诺维信(中国)生物技术有限公司。Gly-Gly-Tyr-Arg 标准四肽、DPPH 均购于 Sigma 公司; 氢氧化钠、三氯乙酸、硫酸铜、沸点30~60℃石油醚、冰乙酸、三氯甲烷、乙醚、无水乙醇、碘化钾、硫代硫酸钠购于上海国药集团化学试剂有限公司。新鲜的贻贝购于福州市永辉超市;鱼糜购于福建坤兴海洋生物有限公司;新鲜的猪油购于福州大润发超市。

1.2 实验设备

T6 型新世纪紫外可见分光光度计,北京普析通

收稿日期: 2016-01-11
作者简介: 陈卫明,男,硕士研究生,研究方向为食品加工理论与应用;
*陈丽娇,女,研究员,主要从事水产品精深加工与贮藏、食品功能性成分研究与开发方面的研究。通信作者。

用仪器有限责任公司；LGJ－12S 型冷冻干燥机，北京松源华兴科技发展有限公司；TGL－16C 型离心机，上海安亭科学仪器厂；AB204/A 型电子天平，梅特勒–托利多仪器(上海)有限公司；食品料理机，德国博朗电器公司。

2　实验方法

2.1　贻贝的酶解工艺流程

新鲜贻贝清水清洗→去壳取肉→贻贝肉打浆→冷冻备用→解冻→加水匀浆→加入蛋白酶→酶解处理→酶解产物灭酶处理(95℃，15 min)→离心(5 000 r/min，15 min)→得到酶解液。

2.2　酶解贻贝最适酶的筛选

实验选择中性蛋白酶、碱性蛋白酶、胰蛋白酶、木瓜蛋白酶、复合风味蛋白酶 5 种酶分别在各自最适 pH 值和温度下酶解贻贝肉浆(见表 1)。酶解工艺按照 **2.1** 的流程操作，用质量浓度 100 g/L 的柠檬酸和碳酸氢钠水溶液调 pH 值，得到酶解上清液。取得的上清液经冷冻干燥后，配成 15 mg/mL 的水溶液，测定其 DPPH·清除率，并分析抗氧化活性。

表 1　5 种蛋白酶酶解优选条件

Tab. 1　Optimized enzymolysis conditions of five kinds of protease

酶名称	底物特异性	酶解条件
碱性蛋白酶	疏水性氨基酸[7]	50 ℃，pH 9.0
中性蛋白酶	Tyr-，Phe-，Ala-，Leu-，Val-，Trp-[7]	40 ℃，pH 7.0
胰蛋白酶	Lys-，Arg-，Phe-，Tyr-[7]	40 ℃，pH 8.0
木瓜蛋白酶	Arg-，Lys-，Phe-[7]	50 ℃，pH 7.0
复合风味蛋白酶	内切[7]	45 ℃，pH 7.0

2.3　最适蛋白酶单因素实验

通过实验筛选得到优选蛋白酶，再经单因素实验确定酶添加量、酶解时间、酶解温度和料液比 4 个因素对蛋白酶酶解贻贝肉浆多肽得率的影响。在酶添加量分别为 300，600，900，1 200，1 500 U/g，酶解时间为 1，2，3，4，5 h，酶解温度为 40，45，50，55，60 ℃，料液比(g/mL)为 1∶1，1∶2，1∶3，1∶4，1∶5的条件下进行实验。

2.4　贻贝酶解液多肽得率的测定方法

2.4.1　标准曲线的绘制

取若干个 10 mL 的容量瓶，用质量分数为 5% 的三氯乙酸水溶液依次配制 0.0，0.2，0.4，0.6，0.8，1.0，1.2，1.4，1.6，1.8 mg/mL 的 Gly-Gly-Tyr-Arg 四肽标准溶液，然后按样液：双缩脲试剂为3∶2 的比例于漩涡混合仪上混合均匀，静置 10 min，2 000 r/min离心 10 min，取上清液于 540 nm 下测定吸光度值。以肽的质量浓度(mg/mL)为横坐标，吸光度值为纵坐标，制作标准曲线，结果如图 1。

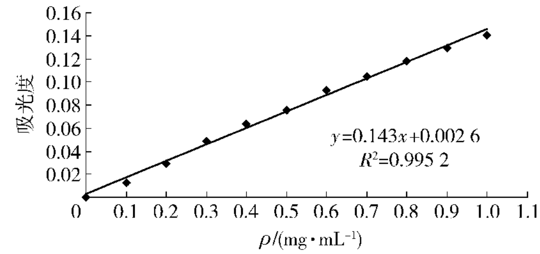

图 1　多肽质量浓度的标准曲线

Fig. 1　Standard curve of polypeptide contents

2.4.2　多肽得率的测定方法

称取质量 m(g)的贻贝肉浆，经 **2.1** 酶解工艺流程得到酶解上清液，量取其总体积 V(mL)。参照文献[8]，采用双缩脲法，并对照标准曲线测得样品溶液中的多肽质量浓度 ρ(mg/mL)，再根据式(1)计算多肽得率 X。

$$X = \frac{\rho \times V}{m} 。\quad (1)$$

2.5　DPPH·清除率测定方法

按照 **2.1** 酶解工艺流程得到酶解上清液，冷冻干燥后，配成 15 mg/mL 的水溶液，参照文献[9]的方法。用质量分数为 95% 乙醇配制浓度为 0.2 mmol/L 的 DPPH 溶液，样品溶液加 DPPH 溶液为实验组，在 517 nm 测其吸光值，记为 A_i；对照组为 95% 乙醇加 DPPH 溶液，吸光值记为 A_c；样液加 95% 乙醇为空白组，吸光值记为 A_j，并按照式(2)计算样液对 DPPH·清除率 R。

$$R = \left(1 - \frac{A_i - A_j}{A_c}\right) \times 100\% 。\quad (2)$$

2.6　含抗氧化肽的贻贝酶解产物粉末制备

依据中性蛋白酶酶解贻贝优选酶解工艺条件，并按照 **2.1** 的酶解工艺流程操作得到含抗氧化肽的贻贝酶解液(未离心取得上清液)，然后经真空冷冻干燥 24 h 得到含抗氧化肽的贻贝酶解产物粉末。

2.7　鱼糕制作工艺

鱼糜未完全解冻前切成小块→按比例称量各辅料(食盐、淀粉、蛋清)和贻贝肉浆→擂溃→成型→

冷冻凝胶化→熟制→冷却→包装并置于 4 ℃左右保鲜备用。

2.8 检测鱼糕中贻贝抗氧化肽活性实验方法

按照 **2.6** 制备含抗氧化肽的贻贝酶解产物，同时按照 **2.7** 的工艺，在鱼糜擂溃过程添加质量分数 2%，4% 和 6% 的含抗氧化肽的贻贝酶解产物粉末制作贻贝鱼糕，并且加工过程中加入质量分数 12% 的猪油。参照严群芳等[10] 和贾薇[11] 的实验方法设计实验方案，以含贻贝抗氧化肽的鱼糕中萃取的油脂为实验组，不含有抗氧化肽的鱼糕中萃取的油脂为对照组，新鲜猪油为空白组进行分析。实验操作流程：2 种鱼糕切成相同大小的块状→热油中油炸（4 min）→冷却→去除鱼糕表面的油（石油醚浸提）→包装→冷鲜保藏（4 ℃，24 h）→绞碎成泥→萃取猪油（石油醚浸泡 24 h）→猪油水浴加热挥发石油醚→测定油脂过氧化值和酸价。

2.9 油脂指标测定方法

根据 GB/T 5009.37—2003 的方法测定猪油的酸价和过氧化值。

2.10 数据分析

所有数据都取 3 次重复实验的平均值，采用 DPS 数据处理软件进行方差分析和正交优化分析，$p<0.05$ 的差异显著水平的结果被采用。

3 结果与分析

3.1 最适酶的筛选

酶的选择是一个关键因素，它决定了水解肽键的作用位点和肽链长度。不同的酶因作用基团的特异性，水解蛋白质长肽链上不同的部位，生成不同的酶解产物，因此酶的选择决定了产物的性质和功能。

DPPH·清除率随着5种酶添加量的增加先增加后减少（见图 2），其中胰蛋白酶的变化很小，DPPH·清除率为80% ~81%；复合风味蛋白酶和木瓜蛋白酶在酶添加量 900 U/g 和 1 200 U/g 都达到最高值 90% 左右；中性蛋白酶的变化较大，最大值可以达到 83.84%；碱性蛋白酶作用下的酶解产物DPPH·清除率最低，最高时只达到 40.79%。由此可知，碱性蛋白酶酶解动物蛋白制备抗氧化肽效果较差，这是因为碱性蛋白酶是疏水性蛋白酶，酶解植物蛋白较合适[12]。

除碱性蛋白酶外，其余 4 种蛋白酶酶解得到的贻贝酶解产物 DPHH·清除率都很高，而其中中性蛋白酶是属于微生物蛋白，相对于其他酶成本更低。所以选择中性蛋白酶为酶解贻贝制备抗氧化肽的最适酶。

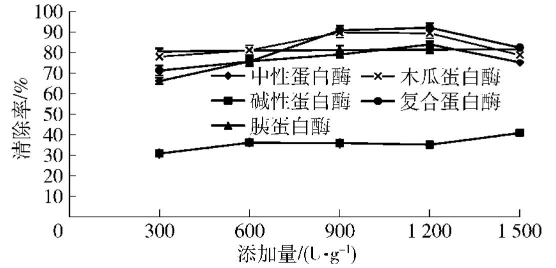

图 2 5 种蛋白酶对 DPPH·清除率的影响

Fig. 2 Effects of five kinds of proteases on DPPH radical scavenging activities

3.2 中性蛋白酶酶解条件单因素实验研究

3.2.1 酶解温度的影响

抗氧化得率的趋势是随着温度的升高先升高后降低，并在 50 ℃取得了最大值（见图 3）。通过多重比较可得到，50 ℃组的实验结果与其他组之间有显著性差别，而 45，55，60 ℃ 3 组的 2 个指标的数据结果无显著性差别。这可以表明 45 ~60 ℃是中性蛋白酶酶解贻贝最适的温度范围。所以选择 45，50，55 ℃ 3 组做进一步优化。

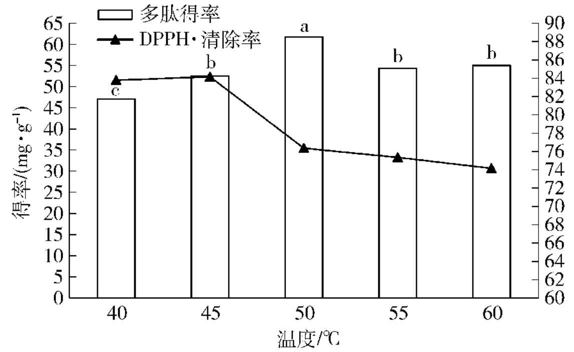

图 3 酶解温度对多肽得率的影响

Fig. 3 Effects of temperature on yield of peptides

3.2.2 酶添加量的影响

酶添加量在 300 ~1 200 U/g 多肽得率随酶添加量增加而增加，而在 1 500 U/g 反而下降（见图 4）。这可以表明酶添加量的增加可以提高酶解效率，但不是越多越好，当酶添加量大于最适浓度时，其作用效果不会明显提高，甚至会出现酶自溶现象[7,13]，降低酶的作用效果。所以取 900，1 200，1 500 U/g 3 组酶添加量做进一步优化实验。

3.2.3 酶解时间的影响

多肽得率在 3 h 前是随着时间的延长而增加

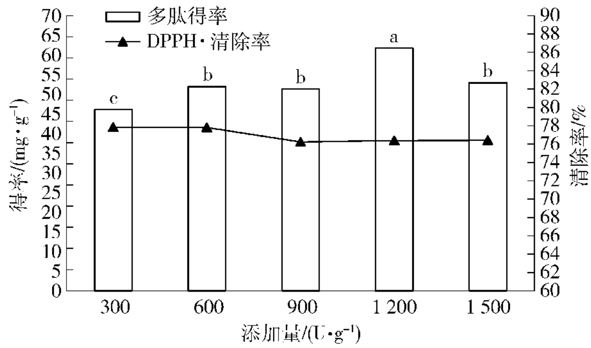

图 4　酶添加量对多肽得率的影响

Fig. 4　Effects of enzyme additions on yield of peptides

的,之后随时间的延长反而减少(见图 5)。这可能是因为时间的延长使蛋白多肽由于温度作用或体系 pH 值的改变而疏水性增加,活性下降,最终导致多肽得率降低。综上所述可知 3 h 之内是最佳酶解时间范围,选择 1,2,3 h 做进一步优化实验。

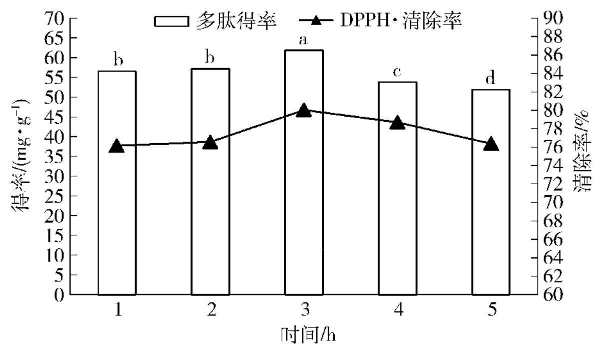

图 5　酶解时间对多肽得率影响

Fig. 5　Effects of enzymatic time on yield of peptides

3.2.4　料液比的影响

多肽得率随水量增加呈先增加后减少的趋势(见图 6)。这是因为水在酶解过程中起到反应介质和运输载体的作用,使底物和蛋白酶均匀分布,以便两者充分接触,增加碰撞机率和酶解效率。但是水量进一步增加会降低酶浓度,进而降低酶的作用效果。多肽得率在料液比(g/mL)1∶3 和 1∶4时都可取得最大值(方差分析可得 2 组没有显著性差别)。所以选择料液比(g/mL)1∶3,1∶4,1∶5做进一步优化实验。

3.3　中性蛋白酶酶解工艺条件优化

3.3.1　正交设计优化贻贝酶解工艺条件和水平

根据单因素实验确定酶添加量、酶解时间、酶解温度和料液比 4 个因素的影响水平,因素水平见表 2。设计 $L_9(3^4)$ 的正交试验,以多肽得率为评价指标,确定最适蛋白酶最佳酶解工艺条件。

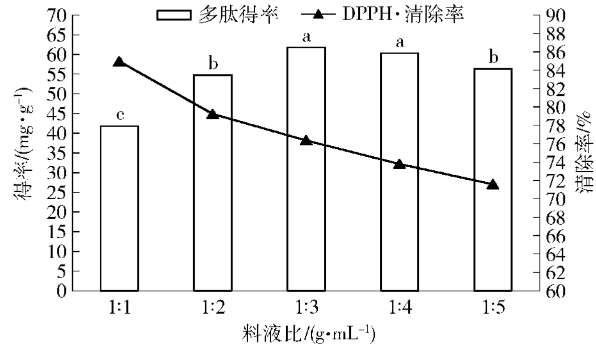

图 6　料液比对多肽得率的影响

Fig. 6　Effects of ratio of material to liquid on yield of peptides

表 2　正交设计优化酶解工艺各因素和水平

Tab. 2　Factors and levels of orthogonal design

水平	因素			
	酶解温度 A/℃	酶解时间 B/h	料液比 C/(g·mL^{-1})	酶添加量 D/(U·g^{-1})
1	45	1	1∶3	900
2	50	2	1∶4	1 200
3	55	3	1∶5	1 500

3.3.2　正交试验优化结果与分析

酶解温度、酶解时间、料液比和酶添加量 4 个因素对多肽得率指标的影响程度是 $C > B > D > A$,而且 4 个因素对多肽得率的影响都是极显著的(见表 3 ~ 表 5)。正交设计试验优化中性蛋白酶酶解贻贝制备抗氧化肽优选工艺条件是 $A_1B_1C_3D_3$,即酶解温度 45 ℃、酶解时间 1 h、酶添加量 1 500 U/g、料液比(g/mL)1∶5。

3.4　优选酶解工艺条件验证

中性蛋白酶在酶解温度 45 ℃、酶解时间 1 h、酶添加量 1 500 U/g、料液比(g/mL)1∶5的酶解条件下酶解贻贝肉得到的酶解产物,测其多肽得率是(73.62 ± 0.86) mg/g,并与正交试验组多肽得率数据比较(见表 5),可以看出在正交试验优化酶解工艺条件下多肽得率是最高的,所以可以确定优化酶解工艺条件的结果是可信的。

3.5　鱼糕中的贻贝抗氧化肽的抗氧化活性测定

通过检测抗氧化肽抑制油脂酸败和氧化作用来评价贻贝抗氧化肽在鱼糕中的抗氧化活性。实验以酸价和过氧化值为评价指标,评价鱼糕中的贻贝抗氧化肽的抗氧化活性,如表 6。酸价是国标中评价油脂酸败的卫生指标,过氧化值是油脂氧化的主要初级产物,适合本实验设计要求[14]。

表 3　正交试验设计和结果

Tab. 3　Design and results of orthogonal design

序号	酶解温度 A/℃	酶解时间 B/h	料液比 C/($g \cdot mL^{-1}$)	酶添加量 D/($U \cdot g^{-1}$)	多肽得率 X_{ij}/($mg \cdot g^{-1}$)			
					Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	T_i
1	45	1	1∶3	900	62.94	62.41	61.87	62.406
2	45	2	1∶4	1 200	65.22	63.00	67.47	65.23
3	45	3	1∶5	1 500	70.52	65.26	71.40	69.06
4	50	1	1∶4	1 500	72.75	70.18	68.58	70.503
5	50	2	1∶5	900	64.99	67.62	65.87	66.16
6	50	3	1∶3	1 200	57.61	59.40	58.80	58.603
7	55	1	1∶5	1 200	68.42	66.10	69.97	68.163
8	55	2	1∶3	1 500	61.24	62.34	61.24	61.607
9	55	3	1∶4	900	59.80	57.18	56.53	57.837
K_1	590.09	603.22	574.85	559.21				
K_2	585.8	578.99	580.71	575.99				
K_3	562.82	556.5	610.15	603.51				
$\overline{K}_1$	65.57	67.02	60.87	62.13				
$\overline{K}_2$	65.09	64.33	64.52	63.99				
$\overline{K}_3$	62.54	61.83	67.79	67.06				
R	3.03	5.19	6.92	4.93				
主次顺序	$C>B>D>A$							
优水平	A_1	B_1	C_3	D_3				
优组合	$A_1B_1C_3D_3$							

表 4　多肽得率方差分析表

Tab. 4　Variance analysis of peptide yield

变异系数	SS	df	MS	F	F_α
A	47.782 9	2	23.891 4	6.980 7 **	
B	121.320 4	2	60.660 2	17.723 9 **	$F_{0.05(2,18)}=3.55$
C	215.843 8	2	107.921 9	31.532 9 **	
D	111.163 3	2	55.581 6	16.240 0 **	$F_{0.01(2,18)}=6.01$
误差	61.093 4	18	3.422 5		
总变异	557.203 8	26			$F_{0.01(2,18)}=6.01$

表 5　正交试验组与验证组多肽得率对比表

Tab. 5　Comparison of peptide yield in orthogonal experimental group and validation group

处理组	多肽得率/($mg \cdot g^{-1}$)
1	62.41 ± 0.44
2	65.23 ± 1.82
3	69.06 ± 2.71
4	70.50 ± 1.72
5	66.16 ± 1.09
6	58.60 ± 0.74
7	68.16 ± 1.59
8	61.61 ± 0.52
9	57.84 ± 1.41
验证组	73.62 ± 0.86

从表 6 可看出,新鲜猪油的酸价和过氧化值都较低,分别只达 0.189 KOH mg/g,过氧化值 0.030 2 g/100 g,都低于国标要求(过氧化值≤0.2 g/100 g)[15],是达标的油脂。经过实验处理的油脂酸价和过氧化值都有上升,其中酸价增加幅度大。经实验组和对照组对比可推出,贻贝抗氧化肽有抑制油脂氧化和酸败的作用($p<0.05$),且抑制油脂氧化酸败的作用效果随贻贝抗氧化肽添加量的增加而提升。再通过过氧化值对比可发现添加量4% 组与6% 组的抑制作用效果等同($p>0.05$),即在鱼糕中贻贝抗氧化肽抑制油脂氧化添加量的极值为 4% 。抗氧化肽活性的测定方法包括化学模型、食品模型和动物细胞模型三大类。食品模型方法是设定一种食品模型,抗氧

化肽添加到食品模型中,检测抗氧化肽对食品中油脂氧化的抑制效果,即可说明抗氧化肽具有抗氧化活性。本研究采用食品模型的方法检测贻贝抗氧化肽添加到鱼糕中的抗氧化活性,以此说明鱼糕是具有抗氧化活性的功能性食品。

表 6　油脂指标数据对照表

Tab. 6　Quality of lard in different groups

	酸价(KOH)/(mg·g^{-1})	过氧化值/(g·100 g^{-1})
空白组	0. 19 ± 0. 006	0. 030 2 ± 0. 000 16
对照组	18. 22^{a} ± 0. 470	0. 056 5^{a} ± 0. 000 87
实验组 2%	16. 22^{b} ± 0. 372	0. 049 1^{b} ± 0. 000 36
实验组 4%	13. 36^{c} ± 0. 254	0. 045 6^{c} ± 0. 000 48
实验组 6%	10. 50^{d} ± 0. 234	0. 045 8^{c} ± 0. 000 54

经实验可得,贻贝抗氧化肽在油炸高温条件下可抑制油脂氧化和酸败,由此可推断贻贝抗氧化肽在鱼糕中有抗氧化活性。说明贻贝抗氧肽添加到鱼糜制品中研制的鱼糕是具有抗氧化功能的食品。

4　结　论

采用酶解法和正交设计试验优化中性蛋白酶酶解制备贻贝抗氧化肽,优选酶解工艺条件为酶解温度 45 ℃、酶解时间 1 h、酶添加量 1 500 U/g、料液比(g/mL)1∶5,在此条件下酶解产物中的抗氧肽含量最高。在鱼糕制作中加入含抗氧化肽的贻贝酶解产物,评价贻贝抗氧化肽在鱼糕中对油脂的抗氧化效果,结果显示添加量大于 2% 时有显著效果,同时验证添加贻贝抗氧肽的鱼糕是具有抗氧化活性的功能性食品。

参考文献:

[1]　郭玉华,李钰金,吴新颖. 贻贝食品的研究进展[J]. 肉类研究,2009(5):84 – 87.
GUO Y H, LI Y J, WU X Y. Advances on the research of food originated from mussel[J]. Meat Research, 2009 (5):84 – 87.

[2]　陈晓刚,胡辉彬,刘爱文,等. 贻贝酶解液和蒸煮液体外抗氧化性和还原性研究[J]. 广东农业科学,2011,38(21):113 – 117.
CHEN X G, HU H B, LIU A W, et al. Study on the oxidation resistance and reducibility of enzymatic hydrolysis and cooking liquor of *Mytilus edulis in vitro*[J]. Guangdong Agricultural Sciences,2011,38(21):113 – 117.

[3]　SARMADI B H, ISMAIL A. Antioxidative peptides from food proteins: a review[J]. Peptides,2010(31): 1949 – 1956.

[4]　梁敏,彭凯. 大豆多肽的功能性与功能食品开发[J]. 农产品加工(学刊),2006,82(11):24 – 26,30.
LIANG M, PENG K. Functional of soybean polypeptide and its function food developing[J]. Academic Periodical of Farm Products Processing,2006,82(11):24 – 26, 30.

[5]　隋晓楠,江连洲,李扬. 大豆多肽的功能特性及在食品工业中的应用[J]. 中国食品与营养,2010(3):36 – 39.
SUI X N, JIANG L Z, LI Y. The nutritional properties and the physiological function of soybeans peptide and its application[J]. Food and Nutrition in China,2010 (3): 36 – 39.

[6]　赵霞. 羊骨的酶解与多肽饮料的开发[D]. 晋中:山西农业大学,2004.

[7]　赵谋明. 猪血血红蛋白酶解及其酶解产物抗氧化活性研究[D]. 广州:华南理工大学,2007.

[8]　刘文钊. 菲律宾蛤仔抗氧化肽的制备及其活性研究[D]. 福州:福建农林大学,2015.

[9]　白仁奥. 酶法制备文蛤活性多肽的研究[D]. 厦门:集美大学,2013.

[10]　严群芳,张莉莉,王恬. 大豆蛋白酶解物抗油脂氧化性研究[J]. 粮油加工与食品机械,2006(3):45 – 46.
YAN Q F, ZHANG L L, WANG T. Studies on anti-oxidative activity of the hydrolyzates of soybean protein[J]. Machinery for Cereals Oil and Food Processing, 2006 (3):45 – 46.

[11]　贾薇. 大米肽体外抗氧化剂应用研究[D]. 哈尔滨:东北农业大学,2008.

[12]　ADAMSON N J, REYNOLDS E C. Characterization of casein phosphopeptides prepared using alacalase [J]. Enzyme Microbial Technol, 1996, 19:202 – 207.

[13]　MORENO M M C, CUADRADO F V. Enzymic hydrolysis of vegetable proteins: mechanism and kinetics[J]. Process Biochem, 1993,28:481 – 490.

[14]　阚建全. 食品化学[M]. 北京:中国农业大学出版社,2008:132 – 134.

[15]　中华人民共和国卫生部. 食品安全国家标准　食用动物油脂:GB 10146—2015[S]. 北京:中国标准出版社,2015.

Development of Mussel Antioxidant Peptides and Functional Kamaboko Gels

CHEN Weiming, YIN Meili, ZHONG Ji, ZHAO Huishuang, CHEN Lijiao*
(*College of Food Science*, *Fujian Agriculture and Forestry University*, *Fuzhou* 350002, *China*)

Abstract: Functional surimi products with antioxidant activities were developed in this study. The enzymolysis was applied to produce mussel antioxidant peptides and neutral protease was the best protease. The optimized conditions were obtained by the orthogonal design, which were enzymatic temperature 45 ℃, enzymatic time 1 h, the amount of enzyme 1 500 U/g, and the ratio of material to liquid 1∶5 g/mL. Under this optimized conditions, the yield of peptides was (73.62 ± 0.86) mg/g. Frozen dried enzymatic hydrolysates (> 2%) had the antioxidant effects on lard in kamaboko gel and the variance analysis showed that it had the obvious antioxidant effects on lard. The results demonstrated that kamaboko gel including mussel antioxidant peptides is one kind of functional foods.

Key words: mussel; antioxidant peptides; functional food

(责任编辑:檀彩莲)

(上接第 16 页)

Research Progress on Low Amino Acid Bioavailability in Soy Protein Due to Modification

GUO Shuntang[1], LYU Ying[2], CHEN Chen[1], WANG Yahui[1]
(1. *College of Food Science and Nutritional Engineering*, *China Agricultural University*, *Beijing* 100083, *China*;
2. *Food Science and Engineering College*, *Beijing University of Agriculture*, *Beijing* 102206, *China*)

Abstract: Soybean protein is widely used in food processing as raw materials, at the same time is a good source of amino acids that can be ingested by human beings. In order to improve the functional properties of soy protein in industrial production, the modifications are usually made, causing the low amino acid digestion and absorption. This review summarized the functional properties and nutritional value of soybean protein, the main modification and its influence on amino acid availability, and the present researches of soybean protein, put forward some suggestions and research directions in the future, and comprehensively presented the amino acid inefficient problem of soy protein resulted from modifications. This study also explained the relationship between the protein aggregates and the amino acid digestibility, and provided some suggestions about improving the utilization rate of soybean protein and innovation of production.

Key words: soybean protein; modification; low amino acid bioavailability; aggregate

(责任编辑:李　宁)