

鳕鱼皮胶原蛋白肽即食凝胶的研制*

The Development of Cod Skin Collagen Peptide Ready-to-eat Gel

米顺利¹, 易湘茜², 李俊豪¹, 黄庶识^{1**}

MI Shunli¹, YI Xiangxi², LI Junhao¹, HUANG Shushi¹

(1. 广西科学院广西海洋天然产物与组合生物合成化学重点实验室培育基地, 广西南宁 530007; 2. 广西中医药大学药学院, 广西南宁 530200)

(1. Guangxi Key Laboratory of Marine Natural Products and Combinatorial Biosynthesis Chemistry, Guangxi Academy of Sciences, Nanning, Guangxi, 530007, China; 2. College of Pharmacy, Guangxi University of Chinese Medicine, Nanning, Guangxi, 530200, China)

摘要:【目的】探讨以鳕鱼皮胶原蛋白肽粉、果冻粉、环糊精、木糖醇为原料制作即食凝胶的工艺并获得最佳产品配方。【方法】以感官评定为评判指标,通过乳酸菌发酵法对鳕鱼皮胶原蛋白肽溶液进行脱腥处理,利用单因素试验和正交试验确定果冻粉、环糊精、木糖醇最佳添加量。【结果】将鳕鱼皮胶原蛋白肽粉均匀溶解于其20倍质量的蒸馏水中,按12 mg/100 g溶液的比例添加乳酸菌 YF-L922 冻干粉,37℃保温脱腥 1.0 h,然后加入溶液质量分数为9%的果冻粉、3%的木糖醇粉、0.3%的环糊精,混合均匀后加热到100℃使其完全溶解,真空包装后,在(85±1)℃热水烫煮 20 min 灭菌,冷却后制得。【结论】产品开封后具有本身应有的色泽、香味,无异味,无腐败,无肉眼可见的其它外来异物,产品整体口感适宜;经检验,其微生物指标均符合食品安全国家标准《果冻》(GB 19299—2015)的微生物限量要求。

关键词: 鱼皮 胶原蛋白肽 凝胶

中图分类号: TS201.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1005-9164(2018)01-0094-06

Abstract:【Objective】The purpose of this study was to investigate the process of preparing peptide ready-to-eat gel by using cod skin collagen peptide powder, jelly powder, cyclodextrin and xylitol as raw materials and to obtain the best product formula.【Methods】Sensory evaluation was used as the evaluation index, and the cod skin collagen peptide solution was subjected to deodorization treatment by lactic acid bacteria fermentation. The optimum dosage of jelly powder, cyclodextrin and xylitol was determined by single factor test and orthogonal test.【Results】The cod skin collagen peptide powder was homogeneously dissolved in 20 times quality of its distilled water. The lactic acid bacterium YF-L922 freeze-dried powder was added at 37℃ for

1.0 h according to the ratio of 12 mg/100 g solution. Then adding the solution mass fraction of 9% jelly powder, 3% xylitol powder, 0.3% cyclodextrin mixed uniformly heated to 100℃ to completely dissolve, vacuum-packed, heated at (85±1)℃ hot water 20 min sterilization, obtained after cooling.【Conclusion】The test results showed that after opening the product had its own color, flavor, odor, non-corrosive, non-visual

收稿日期: 2017-11-27

修回日期: 2018-01-03

作者简介: 米顺利(1983—), 男, 工程师, 硕士, 主要从事海洋资源开发与利用研究。

* 广西科技计划项目(AD17129019, AB16380071)和青年科学基金项目(2016GXNSFBA380095)资助。

** 通信作者: 黄庶识(1964—), 男, 研究员, 主要从事生物化学方面研究, E-mail: 1342733275@qq.com。

foreign bodies, the overall taste of the product was appropriate. After testing, the microbial indicators were in line with the national food safety standard “jelly” (GB 19299—2015) microbiological limit requirements.

Key words: fish skin, collagen peptide, gel

0 引言

【研究意义】我国是渔业大国,近年来水产品加工行业迅猛发展,水产品的综合化和高值化利用越来越受到科研人员的关注。在经济鱼类加工时,产生占鱼体总重约 40%~55% 的下脚料,其中鱼皮、鱼鳞占 7.5%~10%^[1],鱼皮中胶原蛋白的含量可达蛋白质总量的 80% 以上,如果能够将其充分开发为胶原蛋白肽食品,不仅可以提高鱼类加工的附加值,而且可以减少海洋资源的浪费、降低环境污染^[2-3]。**【前人研究进展】**近几年从鳕鱼皮中提取胶原蛋白常见的方法有热水法、碱法、盐法和酶法^[4]。顾斌洲等^[5]研究了鳕鱼皮制备胶原蛋白肽的工艺优化;杨婷婷等^[6]对水产胶原蛋白及其生物活性肽的研究和应用进行分析后指出:水产胶原蛋白和胶原蛋白肽有着广阔的利用前景;淑英等^[7]利用响应面法优化鳕鱼皮酸性胶原蛋白的提取工艺;刘春娥等^[8]进一步研究了鳕鱼皮胶原活性多肽的制备工艺;郭玉华等^[9]开展鳕鱼皮胶原蛋白肽酶解液脱色脱腥工艺的研究。现阶段对鳕鱼皮胶原蛋白肽的研究还主要集中在提取工艺优化方面,而对其在即食食品中的应用研究较少。**【本研究切入点】**胶原蛋白肽是胶原经降解处理后制成的,具有较高的消化吸收性,胶原蛋白肽可促进骨的形成,增强低钙水平下的骨胶原结构,从而提高骨强度。将鳕鱼皮胶原蛋白肽与其他辅料调配制成即食型凝胶,不仅提高了产品的适口性,而且大大提高了胶原蛋白的食用方便性。**【拟解决的关键问题】**提高鳕鱼皮的综合利用率,优化鳕鱼皮胶原蛋白肽即食产品生产工艺,为胶原蛋白肽的综合利用提供新的思路。

1 材料与方法

1.1 材料

深海鳕鱼皮胶原蛋白粉(购自湖南千圣生物科技有限公司),水晶原味果冻粉(购自鲜尚食品上海有限公司),木糖醇(购自山东龙力生物科技股份有限公司),环糊精(购自淄博千汇生物科技有限公司),乳酸菌冻干粉 YF-L922、YO-FLex、TCC-3、YF-L822(购自科汉森公司)。

1.2 方法

1.2.1 工艺流程

鳕鱼皮胶原蛋白肽即食凝胶具体制作工艺流程如图 1 所示。

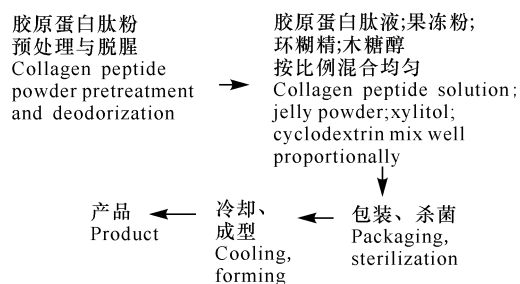


图 1 鳕鱼皮胶原蛋白肽即食凝胶生产工艺流程

Fig. 1 The production process of cod skin collagen peptide ready-to-eat gel

1.2.2 原辅料前处理方法

称取一定量的胶原蛋白肽粉溶于其 20 倍质量 50℃ 的蒸馏水中,混合均匀备用。

1.2.3 鳕鱼皮胶原蛋白肽溶液脱腥工艺研究

1.2.3.1 最适脱腥菌种的选取

称取 4 份 100 g 胶原蛋白肽溶液,结合产品建议使用量分别添加 12.0 mg 乳酸菌冻干粉 YF-L922、YO-FLex、TCC-3 和 YF-L822,37℃ 脱腥 1 h 后进行感官评分,选取 13 名经过专业培训并熟练掌握感官评定方法的评定员,参照表 1 以 5 分制评分标准,对不同乳酸菌脱腥后的胶原蛋白肽液开展评分并记录数据,选出脱腥效果最好的菌种。

表 1 鳕鱼皮胶原蛋白肽溶液腥味感官评定标准

Table 1 The sensory evaluation criteria of fishy smell of cod skin collagen peptide solution

感官描述 Sensory description	得分 Score
腥味重/异味重 Smell thick	0.0~1.0
腥味较重/异味较重 Smell	1.1~2.0
有一定腥味/有一定异味 A little smell	2.1~3.0
腥味较浅且异味较浅 Smell weak	3.1~4.0
基本无腥味且无异味 No smell	4.1~5.0

1.2.3.2 最适菌种脱腥条件的优化

将 1.2.3.1 节选取的脱腥效果最好的菌种,分别

选取不同添加比例(8 mg/100 g, 10 mg/100 g, 12 mg/100 g, 14 mg/100 g, 16 mg/100 g)、不同发酵时间(0.5 h, 1.0 h, 1.5 h, 2.0 h)开展交叉试验, 确定最优的脱腥参数。

1.2.4 鳕鱼皮胶原蛋白肽即食凝胶制作工艺研究

1.2.4.1 单因素试验

结合各辅料的建议使用量, 在前期实验的基础上, 称取 100 g 脱腥后的鳕鱼皮胶原蛋白肽溶液, 在其他辅料添加量一定的条件下, 进行单因素试验, 即添加木糖醇 4 g、环糊精 0.3 g 时, 分别添加不同的果冻粉量(3.0 g、6.0 g、9.0 g、12.0 g、15.0 g); 添加果冻粉 6 g、环糊精 0.3 g 时, 分别添加不同的木糖醇量

(1 g、2 g、3 g、4 g、5 g); 添加果冻粉 6 g、木糖醇 4 g 时, 分别添加不同的环糊精量(0.15 g、0.30 g、0.45 g、0.60 g、0.75 g), 制成的产品参照表 2 进行感官评定并记录评分结果。

1.2.4.2 正交试验

在单因素试验的基础上, 以果冻粉添加量(A)、木糖醇添加量(B)、环糊精添加量(C) 3 因素为考察对象进行 $L_9(3^3)$ 正交试验, 同时进行感官评定, 以获得最佳的产品配方。正交试验具体因素和水平见表 3。感官评定方法: 选取 13 名经过专业培训的感官评定员, 参照表 2 评分标准, 开展感官评分并记录数据。

表 2 鳕鱼皮胶原蛋白肽即食凝胶感官评定标准

Table 2 The sensory evaluation criteria of cod skin collagen peptidready-to-eat gel

项目 Item	得分 Score	评分标准 Scoring criteria
色泽(20分) Colour (20 points)	14~20	具有本产品应有的色泽, 清亮透明 The product should have clear and transparent color
	8~13	颜色偏黄, 有少许浑浊 The color is yellow or there is a little turbid
	0~7	颜色灰暗, 浑浊 The color is dark or cloudy
气味滋味(30分) Smell and taste (30 points)	20~30	具有蛋白的香味, 无异味, 甜度适中 With protein flavor, no smell, moderate sweetness
	10~19	有少许腥味, 甜度适中; 具有蛋白的香味, 无异味, 偏甜 A little smell, sweetness moderate; with the smell of protein, no smell, sweet
	0~9	有腥味, 整体甜味不适, 影响食用 Smell, bad sweetness, affect consumption
组织形态(20分) Organizational form (20 points)	14~20	形态完整, 不软棉, 不混汤 Form whole, not soft cotton, not mixed soup
	7~13	少许破损/软绵/混汤 A little damage/soft/mixed soup
	0~6	产品不成型 Not forming
口感(30分) Texture (30 points)	20~30	柔软适中, 富有弹性, 入口滑嫩, 细腻均匀 Soft, flexible, smooth entrance, delicate and even
	10~19	柔软适中, 较有弹性, 较细腻均匀 Soft, flexible, delicate uniform
	0~9	较硬, 弹性差, 粗糙不均匀, 无滑嫩感 Hard, poor elasticity, rough uneven, no slippery feeling
总计(100分) Total (100 points)		

表 3 鳕鱼皮胶原蛋白肽即食凝胶配方正交试验因素水平

Table 3 The orthogonal experiment factors and levels of formula of cod skin collagen peptidready-to-eat gel

水平 Level	因素 Factor (%)		
	A	B	C
1	6	2	0.15
2	9	3	0.30
3	12	4	0.45

1.2.5 产品质量分析

依照食品安全国家标准《果冻》(GB 19299—2015)分别对产品的感官、微生物限量进行检测分析, 以验证产品工艺配方的可行性。

1.2.6 数据分析

采用 SPSS16.0 软件进行数据分析, 以 $P < 0.05$ 为差异显著。

2 结果与分析

2.1 菌种脱腥效果比较

在相同条件下,不同种类乳酸菌对鳕鱼皮胶原蛋白肽溶液脱腥效果不同,其中经乳酸菌 YF-L922 脱腥后的鳕鱼皮胶原蛋白肽溶液感官评分最高,脱腥效果明显;经乳酸菌 TCC-3 脱腥后的鳕鱼皮胶原蛋白肽溶液感官评分最低,脱腥效果最差(图 2)。因此,选择乳酸菌 YF-L922 冻干粉对鳕鱼皮胶原蛋白肽即食凝胶生产过程中的胶原蛋白肽溶液进行脱腥。

2.2 最适菌种脱腥条件优化结果

从表 4 可以看出,于 37℃ 每 100 g 鳕鱼皮胶原蛋白肽溶液加入 12~14 mg 的乳酸菌 YF-L922 冻干粉脱腥 1.0 h 后,鳕鱼皮胶原蛋白肽溶液感官评定分数

表 4 鳕鱼皮胶原蛋白肽溶液脱腥感官评价结果

Table 4 The results of sensory evaluation of the experiment of cod skin collagen peptide solution deodorization test

乳酸菌 YF-L922 添加量 Add amount of lactic acid bacteria YF-L922 (mg/100 g)	感官评分 Sensory score			
	0.5 h	1.0 h	1.5 h	2.0 h
8	3.3±0.24	3.8±0.00	4.2±0.09	3.8±0.04
10	4.2±0.00	4.5±0.08	4.3±0.18	3.6±0.08
12	4.2±0.02	4.6±0.04	4.1±0.00	3.7±0.11
14	4.4±0.04	4.6±0.06	3.9±0.05	3.4±0.08
16	4.5±0.04	4.3±0.00	3.6±0.05	3.2±0.00

2.3 即食凝胶产品配方试验结果

2.3.1 果冻粉添加量对产品品质的影响

在鳕鱼皮胶原蛋白肽溶液、木糖醇、环糊精添加量相同的情况下,制作出的即食凝胶产品的感官评定得分随着果冻粉添加量的增加呈先升高后降低的趋势,果冻粉添加量为 6~12 g 时,产品的感官评定得分较高(图 3)。主要原因是果冻粉添加量过低,产品成型性差,弹性差;果冻粉添加量过高,产品口感过硬,入口不细腻。综合分析,选取 6 g、9 g、12 g 这 3 个果冻粉添加量进行正交试验。

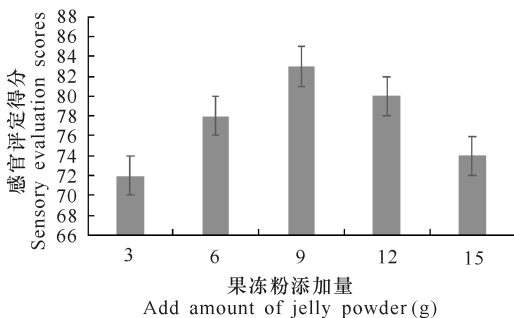


图 3 果冻粉添加量对产品品质的影响

Fig. 3 The effect of jelly powder addition on product quality

最高,腥味小且异味小,酸度适中。最后,结合脱腥成本 and 实际生产效率,选择每 100 g 鳕鱼皮胶原蛋白肽溶液加入 12 mg 的乳酸菌 YF-L922 脱腥 1.0 h 为最优脱腥方案。

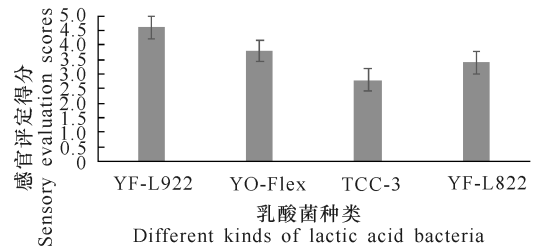


图 2 不同种类乳酸菌脱腥效果

Fig. 2 The deodorization effect of different kinds of lactic acid bacteria

2.3.2 木糖醇添加量对产品品质的影响

在鳕鱼皮胶原蛋白肽溶液、果冻粉、环糊精添加量相同的情况下,制作出的即食凝胶产品的感官评定得分随着木糖醇添加量的增加呈先升高后降低的趋势,木糖醇添加量为 2~4 g 时,产品的感官评定得分较高(图 4)。分析主要原因是,随着木糖醇添加量的增加,产品的甜度逐渐增大,当甜度增大到一定程度时便影响到产品的滋味,甚至超出接受范围。因此,选取 2 g、3 g、4 g 这 3 个人入味时间进行正交试验。

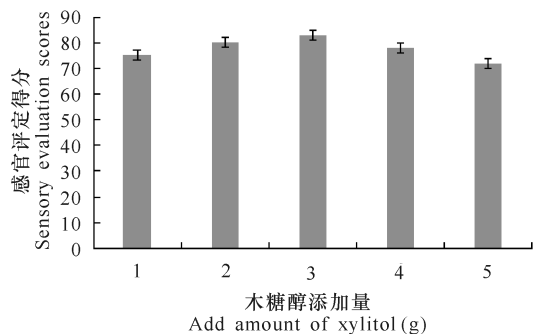


图 4 木糖醇添加量对产品品质的影响

Fig. 4 The effect of xylitol addition on product quality

2.3.3 环糊精添加量对产品品质的影响

在鳕鱼皮胶原蛋白肽溶液、果冻粉、木糖醇添加

量相同的情况下,制作出的即食凝胶产品的感官评定得分随着环糊精添加量的增加呈先升高后降低的趋势,木糖醇添加量为0.15~0.45 g时,产品的感官评定得分较高(图5),分析原因是环糊精对不良气味有包埋作用,当添加量超过一定范围时,反而影响产品的口感。因此,选取0.15 g、0.30 g、0.45 g这3个人味时间进行正交试验。

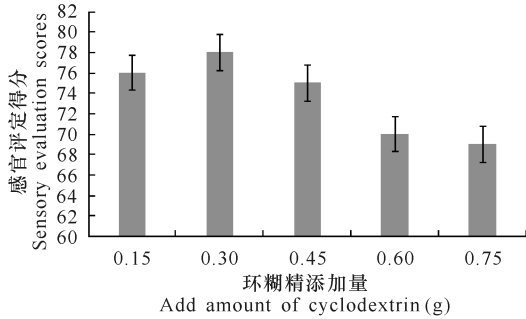


图5 环糊精添加量对产品品质的影响

Fig. 5 The effect of cyclodextrin addition on product quality

2.3.4 正交试验结果

影响鳕鱼皮胶原蛋白肽即食凝胶产品品质的最主要因素是果冻粉添加量,其次是木糖醇的添加量,环糊精添加量对产品品质的影响最小(表5)。果冻粉添加量对产品的品质存在显著性影响(表6)。鳕鱼皮胶原蛋白肽即食凝胶产品配方的最优组合是A₂B₂C₂,即100 g脱腥后的鳕鱼皮胶原蛋白溶液,加入9 g果冻粉,3 g木糖醇,0.3 g环糊精,制作的鳕鱼皮胶原蛋白肽即食凝胶产品品质最好。

表5 鳕鱼皮胶原蛋白肽即食凝胶配方正交试验结果

Table 5 The orthogonal experimental results of formula of cod skin collagen peptide ready-to-eat gel

编号 Number	A	B	C	感官评分 Sensory score
1	1	1	1	73.0±0.64
2	1	2	2	83.0±0.40
3	1	3	3	75.0±0.58
4	2	1	2	85.0±0.35
5	2	2	3	85.0±0.23
6	2	3	1	83.0±1.04
7	3	1	3	73.2±1.04
8	3	2	1	78.0±1.44
9	3	3	2	80.0±1.73
k1	77.0	77.1	78.0	
k2	84.3	82.0	82.7	
k3	77.1	79.3	77.7	
R	7.3	4.9	4.7	
最优水平 Optimal level	A ₂	B ₂	C ₂	

表6 正交试验结果的方差分析

Table 6 The analysis of variance of orthogonal experiment

因素 Factor	偏差平方和 Sum of squares	自由度 df	F
A	106.59	2	333.08 *
B	36.59	2	114.33
C	46.19	2	144.33

注: * 表示差异显著

Note: * indicates significant difference

2.4 产品的品质检查结果

2.4.1 感官检验结果

按以上配方制作的鳕鱼皮胶原蛋白肽即食凝胶产品色泽正常透亮,具有该品种应有的滋味和气味、无异味,无正常视力可见的外来异物。

2.4.2 微生物限量

由表7可知,按以上配方制作的鳕鱼皮胶原蛋白肽即食凝胶产品冷却后,开封测定的微生物检验结果均符合食品安全国家标准《果冻》(GB 19299—2015)的要求,产品合格。

表7 鳕鱼皮胶原蛋白肽即食凝胶产品微生物检验结果

Table 7 The microbiological test results of cod skin collagen peptide ready-to-eat gel

项目 Item	微生物数量 Number of microorganisms (CFU/g)			
	菌落总数 Total number of bacterial colonies	大肠菌群 Coliform bacteria	霉菌 Moulds	酵母 Yeast
指标要求 Requirements	10 ²	10	≤20	≤20
测定结果 Determination results	3±0.47	1±0.82	0	0

3 讨论

3.1 鱼皮胶原蛋白肽脱腥

目前鱼皮胶原蛋白肽脱腥方式主要有活性炭吸附法^[9]、酵母菌发酵法、超临界二氧化碳萃取法^[10-11]、包埋法^[12],利用乳酸菌对胶原蛋白肽脱腥的研究较少,乳酸菌对鱼皮胶原蛋白肽的脱腥效果与菌种的种类、添加量和作用时间有关。因此,利用乳酸菌对鳕鱼皮胶原蛋白肽进行脱腥,选择合适的菌种并优化脱腥条件是关键。

3.2 胶原蛋白肽即食凝胶品质

即食凝胶属于果冻制品范畴,产品的品质主要受原辅料配比和加工工艺的影响,凝胶剂直接影响产品的组织形态和口感,呈味剂决定产品风味。因此,开发不同风味产品,还需在本研究的基础上对呈味剂做进一步的筛选。

4 结论

本研究结果表明,按照以下工艺、配方制作的鳕鱼皮胶原蛋白肽即食凝胶产品品质最佳:将鳕鱼皮胶原蛋白肽粉溶于其 20 倍质量 50℃ 的蒸馏水中,完全溶解为鳕鱼皮胶原蛋白肽溶液,按 12 mg/100 g 溶液的比例向其中加入乳酸菌 YF-L922 冻干粉 37℃ 保温脱腥 1.0 h,然后分别加入溶液质量分数为 9% 的果冻粉、3% 的木糖醇粉、0.3% 的环糊精混合均匀加热到 100℃ 使其完全溶解,真空包装后,在 (85±1)℃ 热水烫煮 20 min 灭菌,冷却。检验结果表明,产品开封后具有本身应有的色泽、香味,无异味,无腐败,无肉眼可见的其他外来异物,产品整体口感适宜;且其微生物指标均符合食品安全国家标准《果冻》(GB 19299—2015)的微生物限量要求。

参考文献:

- [1] 刘淇,李慧,赵玲,等. 鳕鱼皮胶原蛋白肽的功能特性及抗氧化活性[J]. 食品工业科技,2012(1):135-137,140. LIU Q, LI H, ZHAO L, et al. Study on functional properties and antioxidation activity of collagen polypeptide from codfish skin[J]. Science and Technology of Food Industry, 2012(1):135-137,140.
- [2] 贾冬英,王文贤,姚开,等. 胶原蛋白多肽功能特性的研究[J]. 食品科学,2001,22(6):21-24. JIA D Y, WANG W X, YAO K, et al. Study on functional properties of collagen peptides [J]. Food Science, 2001,22(6):21-24.
- [3] 曹荣安,李浩,李良玉,等. 胶原蛋白的生理功能特性及其应用[J]. 肉类工业,2010(1):7-9. CAO R A, LI H, LI L Y, et al. Physiological function property and applications of collagen protein[J]. Meat Industry, 2010(1):7-9.
- [4] 张志胜,齐文聪,韩晴,等. 鳕鱼皮胶原蛋白的提取与应用[J]. 食品安全质量检测学报,2016,7(8):3228-3233. ZHANG Z S, QI W C, HAN Q, et al. Extraction and application of cod skin collagen[J]. Journal of Food Safety and Quality, 2016,7(8):3228-3233.
- [5] 顾斌洲,王加斌,滕芳芳,等. 鳕鱼皮制备胶原蛋白肽的工艺优化[J]. 浙江海洋学院学报:自然科学版,2015,34(5):452-456. GU B Z, WANG J B, TENG F F, et al. Process for pre-

paring cod skin collagen peptide optimization[J]. Journal of Zhejiang Ocean University: Natural Science, 2015, 34(5):452-456.

- [6] 杨婷婷,胡建恩,杨帆,等. 水产胶原蛋白及其生物活性肽的研究和应用[J]. 精细与专用化学品,2011,19(5):5-10. YANG T T, HU J E, YANG F, et al. Review on the research and application of aquatic collagen and bioactive peptides[J]. Fine and Specialty Chemicals, 2011,19(5):5-10.
- [7] 淑英,敖冉,宋佳,等. 响应面法优化鳕鱼皮酸溶性胶原蛋白的提取工艺[J]. 食品工业科技,2015,36(24):269-272,377. SHU Y, AO R, SONG J, et al. Optimization of extraction condition of acid-soluble collagen from cod skin by response surface methodology[J]. Science and Technology of Food Industry, 2015,36(24):269-272,377.
- [8] 刘春娥,刘峰,刘苏瑶,等. 鳕鱼皮胶原活性多肽的制备研究[J]. 食品研究与开发,2012,33(12):161-163. LIU C E, LIU F, LIU S Y, et al. Study on preparation of active collagen peptides from cod skin [J]. Food Research and Development, 2012,33(12):161-163.
- [9] 郭玉华,李钰金,吴新颖,等. 鳕鱼皮胶原蛋白肽酶解液脱色脱腥工艺的研究[J]. 中国食品添加剂,2010(4). GUO Y H, LI Y J, WU X Y, et al. Study on decolorizing and deodorization of cod skin enzymolysis collagen peptide liquid[J]. China Food Additives, 2010(4).
- [10] 曾少葵,杨萍,邓楚津,等. 罗非鱼皮明胶的脱腥方法及理化性质[J]. 水产学报,2010,34(3):349-356. ZENG S K, YANG P, DENG C J, et al. Study on the removal fishy odour and physicochemical properties of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) skin gelatin [J]. Journal of Fisheries of China, 2010,34(3):349-356.
- [11] 李斌,李长江,杜志欣,等. 罗非鱼皮制胶原蛋白脱腥技术的比较研究[J]. 淡水渔业,2013,43(6):82-85. LI B, LI C J, DU Z X, et al. Comparison on the techniques of deodorization of tilapia skin collagen [J]. Freshwater Fisheries, 2013,43(6):82-85.
- [12] 王浩田,马俪珍,付翠萍. 鲶鱼肉的脱腥工艺研究[J]. 安徽农业科学,2011(10):6063-6066. WANG H T, MA L Z, FU C P. Research on deodorization technology for catfish meat [J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2011(10):6063-6066.

(责任编辑:陆雁)

(上接第 93 页 Continue from page 93)

- [21] TAYLOR M W, SCHUPP P J, DAHLLÖF I, et al. Host specificity in marine sponge-associated bacteria, and potential implications for marine microbial diversity [J]. Environmental Microbiology, 2004, 6(2):121-130.
- [22] 唐金山,高昊,戴毅,等. 环脂肽类成分研究进展[J]. 药学学报,2008,43(9):873-883. TANG J S, GAO H, DAI Y, et al. Progress on the studies of cyclic lipopeptides [J]. Acta Pharmaceutica Sini-

ca, 2008, 43(9):873-883.

- [23] TAKAHASHI Y, OMURA S. Isolation of new actinomycete strains for the screening of new bioactive compounds [J]. The Journal of General and Applied Microbiology, 2003, 49(3):141-154.

(责任编辑:米慧芝)