

物料组成对鱼蛋白肽混合钙咀嚼片品质的影响

于锦河¹, 谢雯雯^{2,3}, 叶蕾蕾^{2,3}, 刘茹^{2,3}, 熊善柏^{2,3*}

(1. 中央农业广播电视学校, 北京 100125; 2. 华中农业大学食品科技学院, 武汉 430070;
3. 国家大宗淡水鱼加工技术研发分中心(武汉), 武汉 430070)

摘要: **目的** 研制一种鱼蛋白肽混合钙咀嚼片, 探究物料组成对咀嚼片品质的影响, 并确定制备鱼蛋白肽混合钙咀嚼片的最佳配方。 **方法** 通过单因素实验确定糊精、甜奶粉、甘露醇和 CMC 的适宜添加量, 并通过正交试验确定物料的最适配料比。 **结果** 综合考虑颗粒收率、休止角、白度、硬度和感官评价结果, 确定鱼蛋白肽混合钙咀嚼片的最佳配方为: 鱼骨粉 18.9%, 鱼蛋白肽 1.89%, 糊精 23.7%, 甜奶粉 18.9%, 甘露醇 33.2%, CMC 2.4%, 硬脂酸镁 1%。 **结论** 通过配方优化实验制得的鱼蛋白肽混合钙咀嚼片口感细腻、清凉甜爽。
关键词: 鱼蛋白肽; 鱼骨粉; 咀嚼片

Effects of material composition on quality of fish protein peptide and fish bone powder mixed chewable tablets

YU Jin-He¹, XIE Wen-Wen^{2,3}, YE Lei-Lei^{2,3}, LIU Ru^{2,3}, XIONG Shan-Bai^{2,3*}

(1. Central Agricultural Broadcasting and Television School, Beijing 100125, China; 2. College of Food Science and Technology, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China; 3. National Research and Development Branch Center for Conventional Freshwater Fish Processing (Wuhan), Wuhan 430070, China)

ABSTRACT: Objective To develop a kind of chewable tablets of fish protein peptide and fish bone powder mixed. The effects of material composition on the quality of chewable tablets and optimum ingredient were studied. **Methods** The suitable addition amount of dextrin, sweet milk powder, CMC and mannitol were determined by single factor test, and the optimum ingredients proportion of the chewable tablets was obtained by orthogonal test. **Results** The optimum ingredient proportion of the chewable tablets was 18.9% fish bone powder, 1.89% fish protein peptide, 23.7% dextrin, 18.9% sweet milk powder, 33.2% mannitol, 2.4% CMC, and 1% magnesium stearate with the consideration of grain yield, the angle of repose, whiteness, hardness and sensory evaluation. **Conclusion** The chewable tablets with cool, sweet and delicate taste were made by formula optimization experiment.

KEY WORDS: fish protein peptide; fish bone powder; chewable tablets

1 引言

我国是淡水鱼生产大国, 淡水产品产量较大,

2013 年达到 3033.18 万吨^[1], 其中鱼糜制品是重要的淡水产品。白鲢是鱼糜制品主要的原料之一, 其采肉率一般只有 25%~30%, 除内脏和鳃外, 还有 50%~

基金项目: 现代农业产业技术体系专项基金(CARS-46-23)

Fund: Supported by China Agriculture Research System (CARS-46-23)

*通讯作者: 熊善柏, 教授, 博士生导师, 主要研究方向为水产品加工及贮藏工程。E-mail: xionsgb@mail.hzau.edu.cn

*Corresponding author: XIONG Shan-Bai, Professor, College of Food Science and Technology, Huazhong Agricultural University, No. 1, Shizishan Street, Hongshan District, Wuhan 430070, China. E-mail: xionsgb@mail.hzau.edu.cn

56%的鱼皮、鱼骨及碎鱼肉等副产物,而这些采肉剩余的鱼体还含有大量的蛋白质以及丰富的钙、磷等矿物质,具有较高的生物利用价值^[2-5]。目前,已有学者利用蛋白酶解的方法制得复合氨基酸肽及鱼骨粉等产品,并证明其具有较好的吸收利用率。胡振珠等^[6]通过酶解罗非鱼的鱼排和鱼头得到鱼骨粉和复合氨基酸液,并通过螯合反应制备氨基酸螯合钙,其对清除自由基、抑制超氧阴离子自由基具有较好的效果;吴燕燕等^[7]研究了制备CMC钙的工艺,发现CMC钙比碳酸钙吸收利用率更高;霍健聪等^[8]也证明鳕鱼骨钙片可以促进受试大鼠的骨骼生长、提高骨密度、有效防止骨质疏松。在前期研究中我们也通过动物实验证明了小粒径($<74\ \mu\text{m}$)鱼骨粉-鱼蛋白酶解混合物具有较高的钙利用率^[9]。

咀嚼片是在口腔中咀嚼或吮服后直接吞服的片剂,其药物溶出迅速,吸收快,生物利用率高,且可根据需要制成不同的形状,适用于儿童、老人以及吞咽困难的患者,是近年来发展起来的一种速效制剂^[10,11]。本文以采肉剩余的鲢鱼中骨为原料,采用酶解法制成鱼蛋白肽和鱼骨粉,再用冲片成型制备鱼蛋白肽混合钙咀嚼片,研究物料组成对咀嚼片品质的影响,确定咀嚼片的最佳配方及工艺,对开发新型适宜儿童、老年人食用的咀嚼钙片,提高淡水鱼副产物利用率具有重要意义。

2 材料与方法

2.1 实验材料

鲢鱼,购于华中农业大学集贸市场;木瓜蛋白酶(Sigma试剂公司);糊精、甜奶粉、甘露醇、羧甲基纤维素钠(CMC)、硬脂酸镁、奶油香精均为市售食品级;其他化学试剂均为分析纯(国药集团化学试剂有限公司)。

2.2 实验仪器

DJ550-A型绞肉机(沈阳市厨房设备厂);SHA-B型恒温振荡水浴锅(国华电器有限公司);RE3000型旋转蒸发仪(上海亚荣生化仪器厂有限公司);YP-6型单冲压片机(广州康诺医药机械有限公司);TA-XT Plus质构仪(美国Surrey公司);WSC2型色度仪(上海物理光学仪器厂);FD-1A-50型冷冻干燥机(北京博医康实验仪器有限公司)。

2.3 实验方法

2.3.1 鱼蛋白肽混合钙咀嚼片的制备工艺

鱼蛋白肽混合钙咀嚼片的制备工艺如图1所示。

2.3.2 鱼骨预处理

将采肉后剩下的白鲢中骨洗净,切成3 cm左右的长段,选用5 mm孔径的筛板,经绞肉机绞碎,分装,于 $-18\ ^\circ\text{C}$ 冰箱冻结备用。

2.3.3 鱼蛋白肽粉和鱼骨粉的制备

将经2.3.2预处理后的鱼骨解冻,按范露^[12]的方法酶解后,于3870 r/min离心10 min,去除表面油脂,收集上层水解液,经浓缩、冷冻干燥、粉碎、过筛($d \leq 74\ \mu\text{m}$),得鱼蛋白肽粉(水分 $<5\%$),将下层的沉淀经热水漂洗后烘干、粉碎,得骨渣(水分 $<5\%$)。

2.3.4 辅料的确

试验选取备用填充剂(糊精、预胶化淀粉、微晶纤维素)、矫味剂(奶粉、乳糖、葡萄糖、甘露糖)、黏合剂(水、60%乙醇、羧甲基纤维素钠(CMC))进行预实验,以颗粒收率、颗粒流动性、制片工艺以及咀嚼片的硬度和口感为评价指标,选出综合指标较优的,糊精作为填充剂,奶粉、甘露糖作为矫味剂,CMC作为黏合剂。

2.3.5 钙含量的测定

采用原子吸收法测定样品中的钙含量,参考GBT 9695.13-2009《肉与肉制品钙含量测定》^[13]的方法。

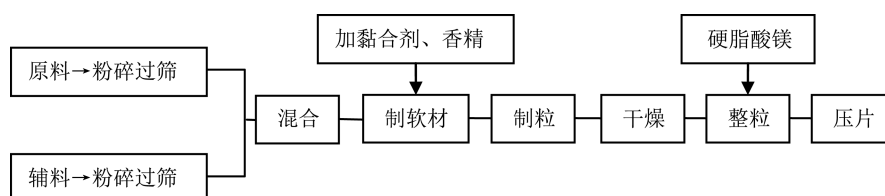


图1 鱼蛋白肽混合钙咀嚼片的制备工艺

Fig. 1 Preparing process of fish protein peptide and fish bone powder mixed chewable tablets

2.3.6 颗粒检查方法

颗粒收率: 按王晓娟的方法测定^[14]。

休止角: 按胡杰的方法测定^[15]。

2.3.7 白度的测定

将咀嚼片用保鲜膜包裹好, 用 WSC2S 测色色差仪测定样品的 L^* , a^* 和 b^* 值, 每个样品重复 10 次, 取平均值, 按下式计算咀嚼片的白度^[17]。

$$\text{白度} W = 100 - \sqrt{(100 - L^*)^2 + a^{*2} + b^{*2}}$$

L^* : 明度指数, $L^*=0$ 表示黑色, $L^*=100$ 表示白色;

a^* : 红绿度, $+a^*$ 表示样品偏红, $-a^*$ 表示样品偏绿;

b^* : 黄蓝度, $+b^*$ 表示样品偏黄, $-b^*$ 表示样品偏蓝。

2.3.8 鱼蛋白肽混合钙咀嚼片的感官评价

请 8 名自愿品尝人员组成评定小组, 分别对鱼蛋白肽混合钙咀嚼片的组织形态、色泽、风味、口感进行评分, 并利用加权法计算总分, 其中组织状态加权系数为 0.2, 色泽加权系数为 0.2, 风味加权系数为 0.2、口感加权系数为 0.4, 然后计算平均值, 其评分标准见表 1。

2.4 鱼蛋白肽混合钙咀嚼片的综合评价

对正交试验中各组颗粒收率、休止角、白度、硬度、感官评价的结果取平均值, 然后进行标准化处理,

再加权计算得到鱼蛋白肽混合钙咀嚼片的综合评价总分, 颗粒收率的加权系数为 0.15, 休止角的加权系数为 0.1, 白度的加权系数为 0.1, 硬度的加权系数为 0.25, 感官评价的加权系数为 0.40。

2.5 试验数据处理

所有试验均重复 3 次, 取其平均值, 采用 Microsoft Excel、SAS 软件进行数据处理。

3 结果与分析

3.1 物料添加量对咀嚼片品质的影响

以鱼骨粉 20 g, 鱼蛋白肽 2 g, 硬脂酸镁 1 g(三者质量和为 23 g)为基础配方。在基础配方中, 分别添加不同质量的填充剂(糊精)、矫味剂(奶粉、甘露糖)和黏合剂(CMC), 研究糊精、奶粉、CMC 和甘露醇添加量(占基础配方的百分比)对鱼蛋白肽混合钙咀嚼片品质的影响。

3.1.1 糊精添加量对咀嚼片品质的影响

糊精添加量对咀嚼片品质的影响见表 2。由表 2 可以看出, 糊精添加量对咀嚼片流动性和硬度有较大的影响。随着糊精添加量的增加, 咀嚼片硬度增大, 添加量增加至 109%时, 硬度达到最大, 继续增大添

表 1 鱼蛋白肽混合钙咀嚼片感官质量评分标准
Table 1 Sensory evaluation standards of fish protein peptide mixed calcium chewable tablets

指标	评分标准	分值设计
组织形态	完整、表面光滑、断面组织细腻紧密	8~10
	完整、表面较光滑、断面组织基本密实	6~7
	不完整、有碎裂、表面粗糙、断面较松软	4~5
	不完整、碎裂严重、表面粗糙、断面松软呈粉状	2~3
色泽	颜色深度适中、色泽均匀、无色斑	8~10
	颜色深度适中、色泽较均匀、有少量色斑	6~7
	颜色偏深、色泽不均匀、有较多色斑	4~5
	颜色过深、色泽不均匀、有大量色斑	2~3
风味	清爽、苦味淡、腥味淡、甜味适中	8~10
	口味正常、稍苦或稍腥、偏甜或甜味淡	6~7
	较苦或较腥、腻	4~5
	苦、腥	2~3
口感	细腻、硬度适中	8~10
	不粘牙、无粉粒感、稍显粗糙	6~7
	较粘牙、稍有粉粒感、感觉粗糙	4~5
	粘牙、较重粉粒感、感觉粗糙	2~3

加量, 休止角无显著变化, 而硬度显著下降, 这可能是由于糊精添加量过多使咀嚼片紧实度下降所致。综合考虑颗粒收率、物料流动性和咀嚼片口感, 糊精添加量以 109%为宜。

3.1.2 奶粉添加量对咀嚼片品质的影响

奶粉添加量对咀嚼片品质的影响见表 3。表 3 可以看出, 奶粉添加量对咀嚼片的颗粒收率和硬度有显著影响。随着奶粉添加量增加, 咀嚼片硬度先增大后减小($P < 0.05$), 当添加量为 109%时, 硬度达到最大值, 料流动性最好, 故奶粉的添加量以 109%为宜。

3.1.3 CMC 添加量对咀嚼片品质的影响

CMC 添加量对咀嚼片的影响见表 4。由表 4 可知, CMC 对咀嚼片颗粒收率没有显著影响, 但会使休止角值显著增大, 降低物料的流动性。CMC 对咀嚼片的硬度也有较大的影响, 随着 CMC 添加量增加, 咀嚼片硬度先增大后减小, 当添加量为 6.5%时, 硬度达到最大, 且此时物料休止角值较小, 流动性好, 故 CMC 添加量以 6.5%为宜。

3.1.4 甘露醇添加量对咀嚼片品质的影响

甘露醇是一种常用的片剂辅料, 入口即溶, 溶解过程为吸热反应, 在口腔中会产生清凉感, 且甘露醇也有黏合作用, 也常作为填充剂。甘露醇添加量对咀嚼片品质的影响见表 5。

由表 5 可以看出, 甘露醇能够显著提高咀嚼片颗粒收率, 降低其休止角值, 提高物料的流动性。当添加量增加至 152%时, 咀嚼片颗粒收率显著提高($P < 0.05$), 硬度和物料流动性保持稳定, 故甘露醇添加量以 152%为宜。

3.2 鱼蛋白肽混合钙咀嚼片最佳配方的确定

综合 3.1 的结果, 在基础配方(鱼骨粉 20 g、鱼蛋白肽 2 g 和硬脂酸镁 1 g)基础上, 以不同比例的填充

剂(糊精)、矫味剂(奶粉)、甘露醇和黏合剂(CMC)用量(占基础配方的百分比)为试验因素, 以颗粒收率、休止角、硬度、白度及感官评分为指标设计了 $L_9(3^4)$ 正交试验(表 6), 试验结果及方差分析见表 7 和表 8。

在咀嚼片的各项评价指标中, 原料的颗粒收率、休止角分别反映的是目标粒径颗粒的得率及其流动性, 颗粒收率越高, 原料的利用率越好, 休止角越小, 颗粒流动性越好, 压片过程越连贯。硬度反映的是咀嚼片入口咀嚼的舒适度, 硬度太小, 咀嚼片入口即散, 没有咀嚼的效果, 硬度太大, 咀嚼片难以嚼碎, 不适合儿童咀嚼。

由表 7 和表 8 可知, 物料组成对鱼蛋白肽混合钙咀嚼片的品质有较大的影响。糊精、甜奶粉、甘露醇、CMC 对咀嚼片白度、硬度和颗粒收率均有显著影响, 而休止角值主要受糊精、甜奶粉和 CMC 影响较大。其中, 糊精和模型会显著影响咀嚼片的感官品质, 而甜奶粉和甘露糖对其感官品质没有显著影响。综合考虑颗粒收率、休止角、白度、硬度、感官结果, 以综合评价结果为标准, 选择 $A_2B_1C_2D_3$, 即在基础配方(鱼骨粉 20 g、鱼蛋白肽 2 g 和硬脂酸镁 1 g)中, 添加基础配方质量的 109%的糊精、87%的甜奶粉、152%的甘露醇和 10.9%的 CMC, 制成的成品咀嚼片综合品质最佳。换算成各配料质量占总物料质量比例, 最佳物料组成则为鱼骨粉 18.9%、鱼蛋白肽 1.89%、糊精 23.7%、甜奶粉 18.9%、甘露醇 33.2%、CMC2.4%、硬脂酸镁 1%。以该物料组成制备的鱼蛋白肽混合钙咀嚼片的颗粒收率、休止角、白度、硬度及感官评分分别为 76.81%、 37.95° 、71.09、43669.25 g、7.43。咀嚼片形态完整, 色泽白, 口感细腻、清凉甜爽, 硬度适中, 蛋白质含量为 8.66%, 钙含量为 3.65%。

表 2 糊精添加量对咀嚼片颗粒收率、休止角、硬度的影响($n=3$)
Table 2 Effects of dextrin amount on grain yield, the angle of repose and hardness of chewable tablets ($n=3$)

糊精添加量 (%)	颗粒收率(%)	休止角($^\circ$)	硬度(g)
65	78.13 $\pm$ 5.68 ^{ab}	32.64 $\pm$ 0.87 ^b	4430.20 $\pm$ 182.25 ^d
87	71.43 $\pm$ 5.35 ^b	32.41 $\pm$ 1.73 ^b	5142.21 $\pm$ 118.00 ^b
109	82.35 $\pm$ 5.65 ^a	35.55 $\pm$ 2.13 ^a	6622.55 $\pm$ 232.84 ^a
130	76.72 $\pm$ 3.61 ^{ab}	36.51 $\pm$ 1.59 ^a	4853.19 $\pm$ 106.06 ^c
152	74.43 $\pm$ 2.35 ^{ab}	35.37 $\pm$ 0.41 ^a	2660.18 $\pm$ 106.84 ^c

注: 同列数据上标字母不同表示彼此差异显著, $P < 0.05$ 。

表 3 奶粉添加量对咀嚼片颗粒收率、休止角、硬度的影响($n=3$)

Table 3 Effects of sweet milk powder amount on grain yield, the angle of repose and hardness of chewable tablets ($n=3$)

奶粉添加量 (%)	颗粒收率(%)	休止角(°)	硬度(g)
65	75.48±2.33 ^b	36.37±0.97 ^{ab}	8977.73±38.60 ^c
87	75.38±4.78 ^b	36.12±0.79 ^{ab}	10495.53±241.00 ^d
109	82.75±5.89 ^{ab}	34.42±1.04 ^b	23061.54±72.68 ^a
130	80.58±0.56 ^{ab}	34.92±0.93 ^{ab}	17481.53±256.11 ^b
152	87.61±2.87 ^a	36.78±1.54 ^a	15296.82±164.36 ^c

注: 同列数据上标字母不同表示彼此差异显著, $P<0.05$ 。

表 4 CMC 添加量对咀嚼片颗粒收率、休止角、硬度的影响($n=3$)

Table 4 Effects of CMC amount on grain yield, the angle of repose and hardness of chewable tablets ($n=3$)

CMC 添加量 (%)	颗粒收率(%)	休止角(°)	硬度(g)
4.3	75.00±3.02 ^a	32.46±0.50 ^c	23205.41±728.72 ^d
6.5	74.49±1.86 ^a	32.30±0.91 ^c	27623.63±205.61 ^a
8.7	74.59±2.24 ^a	32.88±0.22 ^{bc}	26809.98±623.22 ^b
10.9	77.44±0.89 ^a	33.83±0.65 ^{ab}	24577.33±42.95 ^c
13.0	77.73±2.09 ^a	34.11±0.29 ^a	22556.47±60.34 ^d

注: 同列数据上标字母不同表示彼此差异显著, $P<0.05$ 。

表 5 甘露醇添加量对咀嚼片颗粒收率、休止角、硬度的影响($n=3$)

Table 5 Effects of mannitos amount on grain yield, the angle of repose and hardness of chewable tablets ($n=3$)

甘露醇添加量 (%)	颗粒收率(%)	休止角(°)	硬度(g)
87	73.79±1.45 ^b	34.64±1.13 ^a	12909.39±90.49 ^d
109	79.79±2.84 ^a	34.29±0.78 ^b	14975.99±189.47 ^c
130	75.30±3.55 ^b	32.37±0.73 ^c	19913.69±1313.98 ^b
152	79.13±2.36 ^a	32.86±0.75 ^{bc}	23265.90±282.89 ^a
174	76.69±1.38 ^{ab}	32.56±0.81 ^c	23424.33±393.13 ^a

注: 同列数据上标字母不同表示彼此差异显著, $P<0.05$ 。

表 6 鱼蛋白肽混合钙咀嚼片配料组成的正交试验表 $L_9(3^4)$

Table 6 Orthogonal table of fish protein peptide mixed calcium chewable tablets' ingredient composition $L_9(3^4)$

	A 糊精剂量 (%)	B 甜奶粉用量 (%)	C 甘露醇用量 (%)	D CMC 用量 (%)
1	1(87)	1(87)	1(130)	1(6.5)
2	1	2(109)	2(152)	2(8.7)
3	1	3(130)	3(174)	3(10.9)
4	2(109)	1	2	3
5	2	2	3	1
6	2	3	1	2
7	3(130)	1	3	2
8	3	2	1	3
9	3	3	2	1

表 7 鱼蛋白肽混合钙咀嚼片配方优选结果

Table 7 Formulation optimization results of fish protein peptide mixed calcium chewable tablets

试验编号	颗粒收率(%)	休止角(°)	白度	硬度(g)	感官评分	综合评价
1	82.72±3.18 ^{ab}	37.36±0.75 ^{ab}	79.38±0.38 ^b	24453.67±412.50 ^g	6.89±0.64 ^{bc}	0.84
2	79.61±0.64 ^{ab}	38.20±0.34 ^a	79.44±0.25 ^b	26625.97±239.44 ^e	6.96±0.53 ^{bc}	0.85
3	81.81±7.83 ^{ab}	37.85±0.40 ^a	80.43±0.35 ^a	25594.61±267.73 ^f	6.71±0.98 ^c	0.83
4	76.81±2.04 ^a	37.95±0.46 ^a	71.09±0.42 ^d	43669.25±738.48 ^a	7.43±0.80 ^{abc}	0.95
5	81.64±0.84 ^{ab}	36.68±0.16 ^b	70.77±0.23 ^c	37793.19±765.70 ^b	7.85±0.66 ^a	0.95
6	83.41±2.05 ^a	36.53±0.70 ^b	70.00±0.31 ^f	32344.08±293.76 ^d	7.59±0.79 ^{ab}	0.90
7	65.07±2.58 ^c	34.86±0.39 ^c	72.45±0.21 ^c	26708.72±38.66 ^e	7.85±0.56 ^a	0.85
8	76.58±2.14 ^b	35.06±0.45 ^c	71.14±0.38 ^d	25640.05±269.04 ^f	7.36±0.54 ^{abc}	0.82
9	70.00±1.31 ^c	33.42±0.43 ^d	70.02±0.24 ^f	35168.34±322.79 ^c	7.76±0.44 ^a	0.89

注：同列数据上标字母不同表示彼此差异显著， $P<0.05$ 。

表 8 辅料添加量对咀嚼片品质影响的方差分析(F/α)

Table 8 Effect of accessories amount on chewable tablets quality by ANOVA (F/α)

方差来源	颗粒收率	休止角	白度	硬度	感官品质
糊精	31.56/<0.01	119.06/<0.01	7850.39/<0.01	1935.63/<0.01	10.71/<0.01
甜奶粉	4.71/0.02	7.33/<0.01	52.42/<0.01	31.00/<0.01	0.02/0.98
甘露醇	7.52/<0.01	0.45/0.64	108.42/<0.01	730.00/<0.01	0.48/0.62
CMC	1.45/0.26	12.62/<0.01	53.95/<0.01	202.77/<0.01	1.75/0.18
模型	11.31/<0.01	34.84/<0.01	2016.30/<0.01	724.85/<0.01	3.24/<0.01

注： $\alpha \leq 0.01$ ，极显著影响； $\alpha \leq .05$ ，显著影响； $\alpha \leq 0.1$ ，有影响。

4 结 论

物料组成对鱼蛋白肽混合钙咀嚼片的颗粒收率、休止角、白度、硬度及感官评分有显著影响，经正交试验优化得到的最佳配方为鱼骨粉 18.9%，鱼蛋白肽 1.89%，糊精 23.7%，甜奶粉 18.9%，甘露醇 33.2%，CMC 2.4%，硬脂酸镁 1%，所制备的鱼蛋白肽混合钙咀嚼片组织形态、口感、色泽、风味均较好，适合需要补钙的儿童食用，是一种具有广阔市场和开发价值的产品。

参考文献

- [1] 数据来源：国家数据网[Z]. 2013.
Data from National Data [Z]. 2013.
- [2] 蒋金来，王令充，吴皓，等. 钙制剂研究进展[J]. 食品工业科技, 2012, 33(11): 379-382.
Jiang JL, Wang LC, Wu Hao, *et al.* Research progress in calcium preparation [J]. Sci Techn Food Ind, 2012, 33(11): 379-382.
- [3] 张舵，蔡懋沅，王柏铮，等. 白鲢的养生价值探讨[J]. 安徽农业科学, 2013, 41(12): 5381-5383.
Zhang Duo, Cai MY, Wang BZ, *et al.* Brief discussion on health value of hypophthalmichthys molitrix [J]. J Anhui Agric Sci, 2013, 41(12): 5381-5383.
- [4] 李向红，陈志军，刘永乐，等. 鲢鱼酶解产物分子质量组成与抗氧化性[J]. 食品科学, 2013, 34(17): 28-32.
Li XH, Chen ZJ, Liu YL, *et al.* Molecular weight and antioxidant activity of enzymatic hydrolysates of Silver Carp [J]. Food Sci, 2013, 34(17): 28-32.
- [5] Safari R, Saravi HN, Pourgholam R, *et al.* Use of hydroly-sates from silver carp (*hypophthalmichthys molitrix*) head as peptone for *Vibrio anguillarum* and optimization using response surface method (RSM) [J]. J Aquatic Food Prod Technol, 2011, 20(2): 247-257
- [6] 胡振珠，杨贤庆，马海霞，等. 罗非鱼骨粉制备氨基酸螯合钙及其抗氧化性研究[J]. 食品科学, 2010, 31(20): 141-145.
Hu ZZ, Yang XQ, Ma HX, *et al.* Preparation and antioxidant activity evaluation of amino acid chelated calcium from Tilapia

- Scraps [J]. Food Sci, 2010, 31(20): 141-145.
- [7] 吴燕燕, 李来好, 林洪, 等. 罗非鱼骨制备 CMC 活性钙的工艺及生物利用的研究[J]. 食品科学, 2005, 26(2): 114-117.
- Wu YY, Li LH, Lin Hong, *et al.* Studies on preparation technology of CMC activated calcium and its bioavailability from Tilapia bone [J]. Food Sci, 2005, 26(2):114-117.
- [8] 霍健聪, 邓尚贵, 董国忠. 鳊鱼骨钙片的制备及其生物利用[J]. 水产学报, 2010, 34 (3): 382-388.
- Huo JC, Deng SG, Tong GZ. Studies on preparation of haddock calcium tablet and its biological utilization [J]. J Fish China, 2010, 34(3): 382-388.
- [9] 谢雯雯, 尹涛, 张晋, 等. 鱼骨粉粒径对鱼骨粉-鱼蛋白酶解物混合物中钙生物利用率的影响[J]. 食品科学, 2014, 35(7): 211-216.
- Xie WW, Yin T, Zhang J, *et al.* Effects of fish bone powder particle size on calcium bioavailability of fish bone powder-fish protein hydrolysate mixture [J]. Food Sci, 2014, 35(7): 211-216.
- [10] 施昕磊, 黄绳武. 咀嚼片的研究进展[J]. 中国药业, 2008, 17(14): 17-19.
- Shi XL, Huang SW. Research progress in chewing tablets [J]. China Pharmacol, 2008, 17(14): 17-19.
- [11] 杨建宏, 吴莹, 李治芳, 等. 枸杞多维钙咀嚼片的处方筛选及制备工艺的优化[J]. 天津药学, 2009, 21(6): 5-7.
- Yang JH, WU Y, Li ZF, *et al.* Zhang Xia. Formula screening and optimization of processing technology of gouqiduoweigai chewable tablets [J]. Tianjin Pharmacol, 2009, 21(6): 5-7.
- [12] 范露. 鱼蛋白肽螯合钙的制备及特性研究[D]. 武汉: 华中农业大学, 2009.
- Fan L. Study on preparation and characters of calcium fish protein peptide chelate [D]. Wuhan: Huazhong Agricultural University, 2009.
- [13] GBT 9695.13-2009 肉与肉制品钙含量测定[S].
- GBT 9695.13-2009 Method for analysis of calcium in meat [S].
- [14] 王晓娟, 何群. 童乐咀嚼片成型处方及工艺研究[J]. 中医药导报, 2007, 13(10): 76-78.
- Wang XJ, He Q. Study on forming prescription of and its productive technology [J]. Guiding J TCM, 2007, 13(10): 76-78.
- [15] 胡杰, 于华芝, 陈颖, 等. 干湿法制粒技术在片剂生产中的对比应用[J]. 齐鲁药事, 2009, 28(4): 249-251.
- Hu J, Yu HZ, Chen Y, *et al.* The tablet production contrast application of dry and wet granulation [J]. Qilu Pharmacol Affairs, 2009, 28(4): 249-251.
- [16] Lanier TC, Hart K, Martin RE. A manual of standard methods for measuring and specifying the properties of surimi [M]. Washington, DC: National Fisheries Institute, 1991.

(责任编辑: 杨翠娜)

作者简介



于锦河, 本科, 主要研究方向为水产品养殖与加工。
E-mail: yujh424@sina.cn



熊善柏, 教授, 硕士, 主要研究方向为水产品加工及贮藏工程。
E-mail: xiongsb@mail.hzau.edu.cn