

文章编号: 1674-5566(2014)05-0663-06

软、硬鳞瓯江彩鲤鳞片生化成分比较

龚小玲, 岳丽佳, 王米雪, 汪德海, 王成辉

(上海海洋大学 省部共建水产种质资源发掘与利用教育部重点实验室, 上海 201306)

摘要: 瓯江彩鲤 (*Cyprinus carpio* var. *color*) 鳞片存在软鳞和硬鳞两种形式。采用生化方法测定了这两种类型鳞片的生化成分。结果表明, 软鳞鳞片水分含量 (54.94%) 显著高于硬鳞鳞片 (46.67%), $P < 0.05$ 。在干物质中, 软、硬鳞鳞片粗蛋白含量分别为 79.84% 和 82.57%、灰分含量分别为 17.18% 和 14.84%, 均存在显著性差异 ($P < 0.05$); 粗脂肪含量分别为 2.09% 和 2.06%, 差异不显著 ($P > 0.05$)。瓯江彩鲤鳞片中共检测到 16 种氨基酸, 除赖氨酸 (Lys) 外, 软鳞鳞片其余单个氨基酸含量均低于硬鳞鳞片氨基酸含量, 硬鳞鳞片中必需氨基酸总量显著高于软鳞鳞片 ($P < 0.05$)。瓯江彩鲤鳞片水分含量的多少对鳞片的软硬程度可能有较大影响, 而鳞片干物质中蛋白质、灰分所占的比例可能也是影响瓯江彩鲤鳞片软硬程度的重要因素。

研究亮点: 首次对瓯江彩鲤软、硬两种类型鳞片的生化成分进行了测定和比较, 发现软鳞水分含量显著高于硬鳞, 二者干重中蛋白和灰分含量也存在显著差异, 说明鳞片水分、蛋白质及灰分的含量对鳞片的软硬程度有重要影响, 为鱼类鳞片形成与发育及鳞片利用等相关研究提供了参考。

关键词: 瓯江彩鲤; 软鳞; 硬鳞; 生化成分

中图分类号: Q 959.4

文献标志码: A

鳞片是鱼类皮肤的衍生物, 分盾鳞、硬鳞和骨鳞 3 种, 除软骨鱼类和硬骨硬鳞鱼类外, 其余有鳞片的鱼类都被骨鳞。骨鳞不仅可用来鉴定鱼类的年龄, 还可以根据鳞片矿物元素含量监测鱼类生存环境的变化^[1]。鳞片 (下文所指的鳞片均为骨鳞) 约占鱼体重量的 3% ~ 5%, 其主要成分为蛋白质 (如胶原蛋白) 和灰分, 脂质含量较少。此外, 海水鱼鳞片中还含有较为丰富的磷脂和不饱和脂肪酸^[2]。鳞片中提取的胶原蛋白兼具安全性与生理活性, 在食品、医药、化妆品等领域均有广泛应用^[3], 含有的羟基磷灰石具有很好的吸附性能, 在工业废水的处理中有一定的应用价值^[4]。目前, 对鱼类鳞片进行了较多研究, 但主要集中在超微结构和鳞片资源利用方面^[5-8]。

瓯江彩鲤 (*Cyprinus carpio* var. *color*) 属于鲤形目 (Cypriniformes)、鲤科 (Cyprinidae)、鲤亚科 (Cyprinus), 自然分布于浙江省瓯江流域的龙泉、

青田等地, 常放养于稻田, 在当地俗称“田鱼”^[9-10]。瓯江彩鲤体色丰富、肉质细嫩、营养丰富, 其所被骨鳞鳞片亦可食用^[11]。在养殖过程中发现瓯江彩鲤的鳞片存在软、硬之分, 肉眼易于分辨。硬鳞瓯江彩鲤全身鳞片触感较硬, 而软鳞瓯江彩鲤鳞片极为柔软, 且具有褶皱感和较强闪光性, 色彩鲜艳度高于硬鳞。这种同一养殖鱼类存在鳞片的软、硬之分, 较为少见。瓯江彩鲤的鳞片为什么存在软、硬之分, 这是否与鳞片的生化成分差异有关? 尚不得而知。国内虽有研究者测定了瓯江彩鲤鳞片的生化成分^[12], 但未分软、硬鳞不同类型。本文比较了瓯江彩鲤软、硬鳞鳞片生化的组成差异, 以期探明影响瓯江彩鲤鳞片软硬程度的生化因素, 并为鱼类鳞片形成与发育等相关研究和瓯江彩鲤鳞片的利用提供参考。

收稿日期: 2014-05-06

修回日期: 2014-05-20

基金项目: 国家自然科学基金 (31372521); 国家公益性行业 [农业] 科研专项 (200903045)

作者简介: 龚小玲 (1972—), 女, 副教授, 研究方向为鱼类发育与进化。E-mail: xlgong@shou.edu.cn

通信作者: 王成辉, E-mail: wangch@shou.edu.cn

1 材料与amp;方法

1.1 材料

实验鱼于2012年3月取自浙江龙泉省级瓯江彩鲤良种场,随机抽取同一生长环境下的1龄软鳞、硬鳞鱼各10尾,软鳞鱼体重(156.59 ± 6.49) g、体长(15.93 ± 0.23) cm,硬鳞鱼体重(157.86 ± 4.94) g、体长(15.82 ± 0.50) cm。每尾鱼取体侧线上、下方各两排鳞片,编号并置于 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 冰箱保存。

1.2 方法

1.2.1 样本预处理

所取鳞片一部分于 $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ 烘干至恒重测定水分,再用粉碎机粉碎样品,用于测定粗蛋白、粗脂肪、灰分及钙磷含量;剩余鳞片用冷冻干燥机冻干,粉碎后用于氨基酸的测定。

1.2.2 测定项目及方法

除粗脂肪采用甲醇-氯仿法^[13]测定外,其余成分的测定均采用国家标准:水分采用 $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ 烘干恒重法(GB/T 5009.3—2003);粗蛋白采用凯氏定氮法(GB/T 5009.5—2003);灰分采用马弗炉 $550\text{ }^{\circ}\text{C}$ 恒温灼烧法(GB/T 5009.4—2003);钙采用国家标准(GB/T 6436—92);磷采用国家标准(GB/T 6437—92)。

氨基酸含量测定采用酸水解法^[14]:称取25.0 mg(精确到0.1 mg)冻干样品置于玻璃水解管中,加入10 mL 6 mol/L 盐酸,将水解管置于碎冰中冷冻1 h,取出,用抽气泵抽真空,再充入氮气,重复2次,密封水解管。将水解管置于消化

炉上 $110\text{ }^{\circ}\text{C}$ 水解24 h。水解完成后,冷却,震荡,混匀,过滤,将滤液定容至25 mL。取0.5 mL滤液于小烧杯中,置于真空干燥箱中, $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 蒸发至干,加0.5 mL蒸馏水,重新蒸干,重复蒸干2次。加入3 mL样品稀释液溶解,震荡混匀,用 $0.22\text{ }\mu\text{m}$ 水系滤膜过滤后,取1 mL加入样品瓶中,用JSYKO-S-433D型全自动氨基酸分析仪测定氨基酸含量。

1.3 数据分析

采用Excel 2007和SPSS 17.0统计软件对实验数据进行分析,结果以平均值 \pm 标准差(Mean \pm S. D.)表示,显著性差异为 $P < 0.05$ 。

2 结果

2.1 软、硬鳞的主要生化成分与含量

瓯江彩鲤软鳞与硬鳞主要生化成分见表1。两种类型鳞片中均含有大量水分,但软鳞的水分含量($54.94\% \pm 0.95\%$)显著高于硬鳞($46.67\% \pm 0.98\%$), $P < 0.05$,而其鲜重中粗蛋白、粗脂肪含量均显著低于硬鳞($P < 0.05$);钙、磷差异不显著。

在鳞片干物质中,含量最高的是蛋白质,其次是灰分,而脂肪含量较少,均为2%左右;硬鳞的粗蛋白含量($82.57\% \pm 0.24\%$)显著高于软鳞($79.84\% \pm 0.63\%$), $P < 0.05$,但其灰分含量($14.84\% \pm 0.20\%$)却显著低于软鳞($17.18\% \pm 0.20\%$), $P < 0.05$;硬鳞中钙和磷含量也显著低于软鳞($P < 0.05$),见图1,软、硬鳞的钙、磷比分别为1.95:1和1.78:1。

表1 瓯江彩鲤软、硬两种类型鳞片的主要生化成分

Tab.1 The main biochemical compositions in soft and hard scales of *Cyprinus carpio* var. *color* %

成分	含量(湿重)		含量(干重)	
	软鳞鱼鳞片	硬鳞鱼鳞片	软鳞鱼鳞片	硬鳞鱼鳞片
水分	54.94 ± 0.95^a	46.67 ± 0.98^b	—	—
粗蛋白	35.98 ± 0.70^a	44.04 ± 0.88^b	79.84 ± 0.63^a	82.57 ± 0.24^b
粗脂肪	0.94 ± 0.06^a	1.10 ± 0.05^b	2.09 ± 0.12	2.06 ± 0.07
灰分	7.74 ± 0.09	7.92 ± 0.11	7.18 ± 0.20^a	14.84 ± 0.20^b

注:同行数据上标字母表示差异显著性($P < 0.05$)。

2.2 氨基酸的组成与含量

表2显示了瓯江彩鲤软、硬鳞鳞片中16种氨基酸的组成(色氨酸在酸水解中被破坏而未检测出),包括苏氨酸、缬氨酸、甲硫氨酸、异亮氨酸、亮氨酸、苯丙氨酸、赖氨酸7种必需氨基酸;天冬

氨酸、丝氨酸、谷氨酸、甘氨酸、丙氨酸、脯氨酸、组氨酸、精氨酸、酪氨酸9种非必需氨基酸。在软、硬鳞的氨基酸组成中,均是甘氨酸含量最高,然后依次为脯氨酸、谷氨酸、精氨酸、丙氨酸和天冬氨酸,甲硫氨酸含量最低。硬鳞中必需氨基酸

总量显著高于软鳞($P < 0.05$),其氨基酸总量、非必需氨基酸总量、鲜味氨基酸总量虽高于软鳞,

但差异不显著($P > 0.05$)。

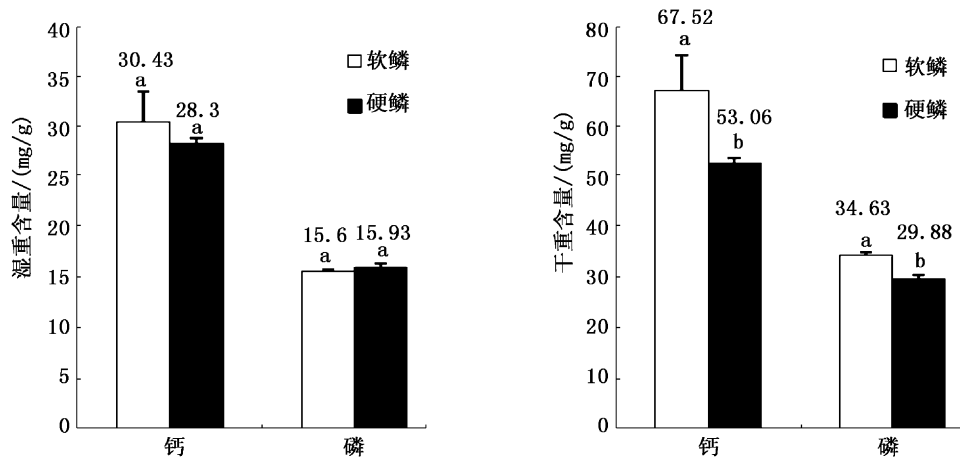


图1 瓯江彩鲤软、硬两种类型鳞片中钙磷含量比较

Fig. 1 The comparison of calcium and phosphorus content in soft and hard scales of Oujiang color common carp

图中数据表示平均值,同一成分不同字母表示差异显著($P < 0.05$)。

表2 瓯江彩鲤软、硬两种类型鳞片干重中的氨基酸组成及含量

Tab. 2 Amino acids composition of dry weight in soft and hard scales of *Cyprinus carpio* var. *color* %

氨基酸	软鳞鱼鳞片	硬鳞鱼鳞片	氨基酸	软鳞鱼鳞片	硬鳞鱼鳞片
天冬氨酸 ASP	4.34 ± 0.13 ^a	4.55 ± 0.06 ^b	酪氨酸 TYR	0.84 ± 0.02 ^a	1.14 ± 0.02 ^b
苏氨酸 THR	1.92 ± 0.13	2.01 ± 0.02	苯丙氨酸 PHE	1.56 ± 0.14 ^a	2.16 ± 0.01 ^b
丝氨酸 SER	2.22 ± 0.29	2.36 ± 0.05	组氨酸 HIS	1.92 ± 0.19 ^a	2.22 ± 0.03 ^b
谷氨酸 GLU	6.59 ± 0.21 ^a	6.95 ± 0.21 ^b	赖氨酸 LYS	2.41 ± 0.09	2.36 ± 0.07
甘氨酸 GLY	14.81 ± 0.42	14.89 ± 0.18	精氨酸 ARG	5.06 ± 0.18	5.08 ± 0.06
丙氨酸 ALA	4.84 ± 0.15	4.87 ± 0.08	脯氨酸 PRO	7.65 ± 0.25	7.67 ± 0.11
缬氨酸 VAL	1.89 ± 0.05 ^a	1.98 ± 0.02 ^b	必需氨基酸总量	12.01 ± 0.45 ^a	13.37 ± 0.70 ^b
异亮氨酸 ILE	1.48 ± 0.04 ^a	1.56 ± 0.01 ^b	非必需氨基酸总量	41.29 ± 1.36	42.42 ± 0.59
亮氨酸 LEU	2.35 ± 0.08 ^a	2.49 ± 0.02 ^b	鲜味氨基酸总量	30.58 ± 0.90	31.26 ± 0.50
甲硫氨酸 MET	0.41 ± 0.08	0.81 ± 0.59	氨基酸总量	60.27 ± 2.14 ^a	63.09 ± 1.21 ^b

注:同行数据上标字母表示差异显著性($P < 0.05$)。

根据氨基酸在鳞片干重中的含量以及鳞片中的总蛋白含量计算软、硬两种类型鳞片中单个氨基酸占其总蛋白的比例,并进行显著性分析,结果表明,在所测定的16种氨基酸中,酪氨酸和苯丙氨酸占总蛋白的比例在软鳞和硬鳞中存在显著差异(表3, $P < 0.05$)。软鳞中酪氨酸、苯丙氨酸占总蛋白的比例均显著低于硬鳞($P < 0.05$),而软鳞中甘氨酸、脯氨酸、精氨酸、丙氨酸、赖氨酸占总蛋白比例均高于硬鳞,但差异不显著($P > 0.05$),软鳞中其他9种氨基酸占总蛋白比重均低于硬鳞,差异不显著($P > 0.05$)。

3 讨论

3.1 软、硬鳞瓯江彩鲤鳞片生化成分的比较

比较瓯江彩鲤软、硬鳞鳞片生化成分可以发

现,二者各成分所占比例存在一定差异。软鳞水分、灰分含量显著高于硬鳞,而蛋白含量显著低于硬鳞。在食品工艺中,水分含量对食品软硬程度有很明显的影响,黄天柱^[15]研究发现米饭硬度与水分含量呈负相关,与蛋白质含量呈正相关。我们测得的软、硬鳞片软硬度与之相符,说明瓯江彩鲤鳞片水分与蛋白含量的多少对鳞片的软硬程度可能有较大的影响。鳞片干物质中蛋白质、灰分所占的比例可能也是影响瓯江彩鲤鳞片软硬度的重要因素。实验用瓯江彩鲤生长环境相同,可以排除环境对鳞片硬度的影响,鳞片硬度可能与鳞片形成的分子机制有关。

瓯江彩鲤软、硬鳞鳞片的氨基酸种类相同,但各种氨基酸的含量存在一定差异(表2)。氨基酸是蛋白质的基本组成单位,蛋白质所含氨基酸

的种类、数量影响着蛋白质的空间结构、物理性能和生物活性^[16]。因此,对鳞片干重中氨基酸含量的分析应当结合鳞片蛋白含量的差异来进行。根据表 3,软鳞中酪氨酸和苯丙氨酸占总蛋白的比例均显著低于硬鳞,表明两种鳞片的蛋白组成具有差异性,这种蛋白质组成差异可能是影响鳞片硬度的原因之一。鱼类鳞片中含有丰富的胶原蛋白,胶原蛋白由 18 种氨基酸构成,在其氨基酸组成中,甘氨酸残基约占氨基酸残基总数的三分之一左右,同时还含有其他蛋白中少见的特异性氨基酸:羟脯氨酸和羟赖氨酸^[17],而羟脯氨酸和羟赖氨酸分别由脯氨酸和赖氨酸羟化产生。根据本研究的结果,软鳞中甘氨酸、脯氨酸、赖氨酸占总蛋白比例均高于硬鳞,可以推测,瓯江彩鲤软鳞鳞片胶原蛋白含量可能高于硬鳞鳞片。瓯江彩鲤软鳞鳞片极为柔软的特性,可能是其水分含量高、总蛋白含量低、胶原蛋白比例高三者共同作用的结果。

表 3 瓯江彩鲤软、硬两种类型鳞片中
单个氨基酸占总蛋白的比例

Tab.3 Percentage of single amino acids to total protein
in soft and hard scales of *Cyprinus carpio* var. *color*

种类 (氨基酸/总蛋白)	软鳞/%	硬鳞/%	P
酪氨酸 TYR	1.05 ± 0.03 ^a	1.38 ± 0.02 ^b	< 0.001
苯丙氨酸 PHE	1.95 ± 0.18 ^a	2.62 ± 0.02 ^b	0.005
甘氨酸 GLY	18.55 ± 0.53	18.03 ± 0.22	0.115
脯氨酸 PRO	9.58 ± 0.31	9.29 ± 0.14	0.141
精氨酸 ARG	6.33 ± 0.22	6.15 ± 0.07	0.210
丙氨酸 ALA	6.06 ± 0.19	5.90 ± 0.09	0.193
赖氨酸 LYS	3.02 ± 0.12	2.86 ± 0.08	0.068
谷氨酸 GLU	8.26 ± 0.26	8.42 ± 0.25	0.408
天冬氨酸 ASP	5.43 ± 0.16	5.51 ± 0.07	0.401
亮氨酸 LEU	2.94 ± 0.09	3.01 ± 0.03	0.246
丝氨酸 SER	2.78 ± 0.36	2.85 ± 0.06	0.688
组氨酸 HIS	2.40 ± 0.24	2.69 ± 0.04	0.058
苏氨酸 THR	2.40 ± 0.16	2.43 ± 0.02	0.725
缬氨酸 VAL	2.36 ± 0.07	2.40 ± 0.03	0.350
异亮氨酸 ILE	1.86 ± 0.06	1.89 ± 0.02	0.266
甲硫氨酸 MET	0.51 ± 0.10	0.98 ± 0.71	0.284

注:同行数据上标字母表示差异显著性($P < 0.05$)。

3.2 瓯江彩鲤鳞片与其他鱼类鳞片生化成分的比较

瓯江彩鲤鳞片成分含量与普通鲤鳞片极为相似,且其粗蛋白含量远高于其他鱼类鳞片(鲛鱼鳞片除外),可作为提取蛋白质尤其是胶原蛋

白的良好原料(表 4)。本研究测定的瓯江彩鲤鳞片粗蛋白含量稍高于李川等^[12]测定的结果,可能是由于所选鱼样个体大小不同而引起。瓯江彩鲤鳞片灰分含量为 14.84% ~ 17.18%,远低于其他鱼类鳞片(表 4,干重),其中罗非鱼鳞片^[19]灰分含量高达 44.12%,3 种海水鱼鳞片灰分含量也相对较高^[2]。羟基磷灰石是灰分中的主要成分,从鱼鳞中制备的羟基磷灰石具有良好的生物相容性,可用作生物硬组织的修复和替换材料^[20]。鱼类鳞片中脂质含量均较低,有研究发现瓯江彩鲤鳞片具有较丰富的不饱和脂肪酸^[12],可以提供很好的脂类营养。刘庆慧和刘丛力研究发现,鱼鳞可有效防止大鼠实验性高胆固醇血症,具有降胆固醇及降血脂作用^[18]。

表 4 不同鱼类鳞片基本成分的比较

Tab.4 The comparison of basic components of
scales in different fishes %

种类	粗蛋白	灰分	脂质
瓯江彩鲤软鳞	79.84	17.18	2.09
瓯江彩鲤硬鳞	82.57	14.84	2.06
瓯江彩鲤鳞片 ^[12]	75.72	20.23	2.00
鲤鳞片 ^[18]	78.60	17.43	<1
鲫鳞片 ^[18]	44.90	27.43	<1
草鱼鳞片 ^[18]	61.20	24.27	<1
草鱼鳞片 ^[19]	66.86	30.71	微量
脆肉鲩鱼鳞片 ^[19]	63.05	34.60	微量
罗非鱼鳞片 ^[19]	53.50	44.12	微量
鲮鱼鳞片 ^[19]	75.39	24.17	微量
美国红鱼鳞片 ^[2]	65.02	30.02	微量
大黄鱼鳞片 ^[2]	58.64	35.03	微量
白姑鱼鳞片 ^[2]	60.34	28.26	微量

3.3 瓯江彩鲤鳞片的营养价值

通过生化成分分析,瓯江彩鲤鳞片营养丰富,含有大量的蛋白质。从鳞片中提取的鱼鳞胶在食品领域中可用作胶凝剂、乳化剂^[20]。氨基酸的含量和组成,特别是必需氨基酸含量的高低和构成比例,是决定蛋白质营养价值的重要因素^[23]。瓯江彩鲤鳞片中氨基酸种类丰富,其氨基酸种类及主要成分与鲤鳞片^[18]、金线鱼鳞片^[21]、泉水鱼鳞片^[22]、美国红鱼鳞片^[2]、大黄鱼鳞片^[2]、白姑鱼鳞片^[2]相似,但也存在差异,瓯江彩鲤鳞片中含有多多种必需氨基酸,营养价值较高,可作为饲料的来源^[17]。瓯江彩鲤鳞片中 4 种鲜味氨基酸含量为 30.58% ~ 31.26%,占氨基酸总量的 56.41% ~ 58.10%,使得鳞片味道鲜美。瓯

江彩鲤鳞片甘氨酸含量最高,约占氨基酸总量的 27% 左右,甘氨酸不仅是蛋氨酸、胆碱、脱氧核糖核酸的基本结构物质,而且可作为一种兴奋性或抑制性神经递质^[24],在某些病理情况下还可表现出抗损伤、抗炎、免疫调节等作用^[25]。瓯江彩鲤鳞片干重中钙磷比约为 1.78:1~1.95:1,可作为很好的钙磷补充来源。

参考文献:

- [1] TANG S M, ORLIC I, YU K N, et al. Nuclear microscopy study of fish scales[J]. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms, 1997, 130(1): 396-401.
- [2] 罗红宇. 海鱼鱼鳞营养成分的分析[J]. 食品研究与开发, 2003, 24(3): 63-66.
- [3] 张俊杰, 曾庆孝. 鱼鳞的开发利用前景[J]. 中国水产, 2004 (5): 74-75.
- [4] AOKI K, NAKATA H, MATSUMOTO K, et al. Removal of Pd²⁺ and Cd²⁺ ions by hydroxyapatite separated from scales of fish [J]. Journal of the Society of Materials Science, 1997, 46(9): 1009-1010.
- [5] ZYLBERBERG D L, NICOLAS G. Ultrastructure of scales in a teleost (*Carassius auratus* L.) after use of rapid freeze-fixation and freeze-substitution [J]. Cell and Tissue Research, 1982, 223(2): 349-367.
- [6] IKOMA T, KOBAYASHI H, TANAKA J, et al. Microstructure, mechanical, and biomimetic properties of fish scales from *Pagrus major* [J]. Journal of Structural Biology, 2003, 142(3): 327-333.
- [7] IKOMA T, KOBAYASHI H, TANAKA J, et al. Physical properties of type I collagen extracted from fish scales of *Pagrus major* and *Oreochromis niloticus* [J]. International Journal of Biological Macromolecules, 2003, 32(3): 199-204.
- [8] KONGSRI S, JANPRADIT K, BUAPA K, et al. Nanocrystalline hydroxyapatite from fish scale waste: Preparation, characterization and application for selenium adsorption in aqueous solution[J]. Chemical Engineering Journal, 2013, 215: 522-532.
- [9] 程起群, 李思发, 王成辉, 等. 不同密度瓯江彩鲤生长速度与养殖效果[J]. 安徽农业科学, 2002, 30(6): 858-860.
- [10] 胡建尊, 李康乐, 项松平, 等. 瓯江彩鲤体色调控相关因子 MC1R 的克隆与表达分析[J]. 上海海洋大学学报, 2013, 22(4): 518-523.
- [11] 陈剑兵, 程绍南, 邢建荣, 等. 带鳞田鱼丸的研制[J]. 食品科技, 2011, 36(1): 112-115.
- [12] 李川, 姚俊杰, 姜海波. 瓯江彩鲤鱼鳞的生化成分分析[J]. 西南农业学报, 2010, 23(4): 1303-1307.
- [13] 王少梅, 陈少莲, 崔奕波. 用氯仿-甲醇抽提法测定鱼体脂肪含量的研究[J]. 水生生物学报, 1993, 17(2): 193-196.
- [14] 何其敏. 供氨基酸分析仪检测用的试样予处理方法[J]. 氨基酸通讯, 1979(1): 54-65.
- [15] 黄天柱. 大米食味品质与大米理化特性的相关性研究[D]. 长沙: 湖南农业大学, 2012: 1-56.
- [16] 王镜岩, 朱圣庚, 徐长法. 生物化学[M]. 3版. 北京: 高等教育出版社, 2002: 160.
- [17] 王彩理, 刘丛力, 任红. 鱼鳞的加工及利用[J]. 北京水产, 2005 (1): 44-45.
- [18] 刘庆慧, 刘从力. 鱼鳞营养成分的分析及对高脂饲料大鼠血脂水平的影响[J]. 中国水产科学, 2000, 7(4): 56-59.
- [19] 高建华, 宁正祥. 禽畜皮和鱼鳞的基本成分及氨基酸组成分析[J]. 现代食品科技, 2007, 23(12): 77-79.
- [20] 刘文涛, 李国英, 缪煜清, 等. 鱼鳞的研究现状及应用前景[J]. 水利渔业, 2006, 26(1): 20-23.
- [21] 黄甫, 宋文东, 覃亮, 等. 金线鱼鱼鳞营养成分的分析研究[J]. 食品科技, 2006, 31(2): 132-134.
- [22] 陈江峰, 朱成科, 黄辉, 等. 泉水鱼鱼鳞氨基酸含量的测定与分析[J]. 安徽农业科学, 2012, 40(28): 13815-13817.
- [23] PELLETT P L, YOUNG V R. Nutritional evaluation of protein foods[M]. Tokyo: United Nations University Press, Food and Nutrition Bulletin, 1980.
- [24] 袁小娟, 吴希茜. 甘氨酸的生理作用与应用[J]. 饮料工业, 2011, 14(7): 5-7.
- [25] YE J H. Regulation of excitation by glycine receptors[M]. Springer Berlin Heidelberg: Inhibitory Regulation of Excitatory Neurotransmission, 2008: 123-143.

Comparison of biochemical compositions in the soft scale and the hard scale of the Oujiang color common carp (*Cyprinus carpio* var. *color*)

GONG Xiao-ling, YUE Li-jia, WANG Mi-xue, WANG De-hai, WANG Cheng-hui

(The Key Laboratory of Exploration of Aquatic Genetic Resources, Ministry of Education, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China)

Abstract: Oujiang color common carp (*Cyprinus carpio* var. *color*) has two kinds of scales, the soft scale and the hard scale. Nutritive components of these two types of scales were compared in this study. The results indicated that the moisture content of the soft scale (54.94%) was higher than that of the hard scale (46.67%), $P < 0.05$. The dry weight of crude protein, crude ash and crude fat in the soft scales were 79.84%, 17.18% and 2.09%, respectively, whereas these measurements in the hard scales were 82.57%, 14.84% and 2.06%, respectively. There were significant differences ($P < 0.05$) between the soft and hard scales except for the crude fat. In total, sixteen different kinds of amino acids were determined in the scales. The dry weight concentration of all amino acids in the soft scales was lower than that in the hard scales except for lysine. In addition, the content of essential amino acids in the hard scales was higher than that in the soft scales ($P < 0.05$). Based on the results of the comparison, we concluded that the degree of hardness and softness of fish scales of the Oujiang color common carp could be influenced by the content of moisture, the proportion of crude protein and crude ash in the scales.

Key words: *Cyprinus carpio* var. *color*; soft scale; hard scale; biochemical compositions