

文章编号: 1674-5566(2009)02-0187-06

## 西藏色林错裸鲤肌肉营养品质分析

尤 洋<sup>1</sup>, 周彦锋<sup>1</sup>, 何文辉<sup>2</sup>, 胡庚东<sup>1</sup>,  
邴旭文<sup>1</sup>, 闵宽洪<sup>1</sup>, 徐 跑<sup>1</sup>

(1. 中国水产科学院淡水渔业研究中心内陆渔业生态环境与资源重点开放实验室, 江苏 无锡 214081;  
2. 青海农林厅裸鲤救护中心, 青海 西宁 810016)

**摘 要:** 为了对色林错裸鲤 (*Gymnocypris selincuoensis*) 的肌肉营养价值做出综合评判, 对该种鱼的营养需要量的制定和计算提供依据, 利用常规肌肉营养测试方法测定分析色林错裸鲤的肌肉营养成分。结果表明, 色林错裸鲤肌肉 (鲜样) 中粗蛋白质量分数 19.87%, 粗脂肪质量分数 7.71%, 水分质量分数 70.35%, 灰分质量分数 1.65%, 碳水化合物质量分数 0.09%。肌肉中含有 17 种氨基酸, 总量为 44.46%, 其中 7 种人体必需氨基酸 (不包括色氨酸) 总量是 13.24%, 占氨基酸总量的 29.80%; 4 种鲜味氨基酸总质量分数为 15.09%。肌肉中含有 20 种脂肪酸, 其中 EPA 与 DHA 质量分数分别为 11.31% 和 4.04% 比其他经济鱼类均高, 表明色林错裸鲤具有较高的食用价值与保健作用。

**关键词:** 色林错裸鲤; 肌肉; 营养成分; 营养评价

**中图分类号:** S 963 **文献标识码:** A

## An analysis of the nutritive compositions in the muscle of *Gymnocypris selincuoensis*

YOU Yang<sup>1</sup>, ZHOU Yan-feng<sup>1</sup>, HE Wen-hui<sup>2</sup>, HU Geng-dong<sup>1</sup>,  
BING Xu-wen<sup>1</sup>, MIN Kuan-hong<sup>1</sup>, XU Pao<sup>1</sup>

(1. Key Open Laboratory of Inland Fishery Eco-environment and Resource Freshwater Fisheries  
Research Center Chinese Academy of Fishery Sciences Wuxi 214081, China;

2. Qinghai Department of Agriculture and Forestry Gymnocypris Rescue Center Xining 810016, China)

**Abstract:** Nutritional components in the muscle of *Gymnocypris selincuoensis* were tested and analyzed with routine methods. Samples of 10 wild-cultured individuals were collected from Tibet Selincuo Lake in January of 2007. The results showed that contents of crude protein, crude fat, moisture, ash and carbohydrates of fresh muscles were 19.87%, 7.71%, 70.35%, 1.65% and 0.09% respectively. The composition of amino acids of muscle was 17 common amino acids and 7 essential amino acids for human needs. In dry sample the total content of amino acids was 44.46%; the content of essential amino acids was 13.24%. the percentage of essential amino acids in total amino acids were 29.80%. In dry sample the content of four kinds of delicious amino acids was 15.09%. The composition of fatty acids of muscle was 20 fatty acids. The contents of EPA and DHA in fatty acids were 11.31% and 4.04%, which were higher than those of some other economic

收稿日期: 2008-09-24

基金项目: 国家科技支撑计划 (2006BAD03B09); 中央级基本科研业务费专项 (面上) (2007JBF18)

作者简介: 尤 洋 (1967-), 男, 江苏无锡人, 副研究员, 主要从事水生生物学的研究, E-mail: youj@ffrc.cn

通讯作者: 徐 跑, E-mail: xup@ffrc.cn

fishes. It was indicated that *Gymnocypris selincuoensis* is one of freshwater fishes with better nutritive value and breeding value, deserving exploitation and utilization.

**Key words:** *Gymnocypris selincuoensis*; muscle; nutritional components; nutrition evaluation

色林错位于西藏北部羌塘高原的东南部,在行政区划上属那曲地区的班戈、申扎和尼玛三县所辖,色林错(88°33′~89°21′E, 31°34′~31°51′N,海拔 4 530 m)湖泊面积 1 640 km<sup>2</sup>,是西藏第二大湖,流域面积 45 530 km<sup>2</sup>,是西藏最大的内陆湖水系,也是世界上湖体海拔最高的大湖之一<sup>[1]</sup>。色林错湖泊中唯一的经济鱼类色林错裸鲤(*Gymnocypris selincuoensis*)属于著名的珍稀鱼种,已被国家列为重要的水生资源加以保护。色林错裸鲤属于鲤形目(Cyprinomorpha),鲤科(Cyprinidae),裂腹鱼亚科(Schizothoracinae),裸鲤属(*Gymnocypris*)<sup>[2]</sup>,体形长而稍侧扁,头锥形,吻圆钝,上下唇细狭,鱼体表无鳞,仅在肛门和臀鳍两侧以及肩带部位有少量的鳞片,体表布有形状不一的花纹。目前国内对于色林错裸鲤的研究甚少,且多局限在年龄和生长方面<sup>[3-4]</sup>,而对西藏高原鱼类肌肉营养的研究缺乏,本文比较分析了色林错裸鲤的肌肉营养成分与品质,以丰富鱼类营养学的内容,并对色林错裸鲤营养成分、经济利用价值和人工饵料配方基础数据提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

2007年1月从西藏北部羌塘高原东南部色林错湖及其入湖支流采集野生色林错裸鲤10尾,色林错裸鲤平均体重为(660.24±18.35)g,平均体长为(32.3±1.2)cm。

### 1.2 分析方法

#### 1.2.1 样品制备

取10尾色林错裸鲤的无骨肌肉,粉碎后分别制备样本。样本一部分低温烘干,粉碎,105℃继续烘干,密封保存,用于常规营养成分、氨基酸的测定;另一部分冷冻干燥,用于脂肪酸的测定。

#### 1.2.2 常规营养成分测定

按GB5009-85提供的方法分别测定水分、灰分、蛋白质、粗脂肪和碳水化合物。

#### 1.2.3 氨基酸

样品使用安捷伦1100型液相色谱仪,按JY/T019-1996提供的方法测定氨基酸组成,因酸处理,未分析色氨酸。

#### 1.2.4 脂肪酸

使用美国Finnigan公司的Trace MS气相色谱仪,按JY/T003-1996提供的方法测定,并按峰面积归一化法计算脂肪酸组成。

#### 1.2.5 常量元素

按GB/T5009-2003的方法使用5120型原子吸收分光光度计测定Ca和Mg元素,使用721型分光光度计测定P元素。

### 1.3 数据处理

用EXCEL中统计软件对数据进行处理。

## 2 结果与分析

### 2.1 色林错裸鲤常规营养成分含量

从表1中我们可以看出色林错裸鲤成鱼肌肉中粗蛋白含量为19.87%,粗脂肪含量为7.71%(鲜重百分率)。常量元素Ca、P含量为0.47%、0.22%,Ca:P为2.136,高于青海湖裸鲤肌肉中

Ca(0.36%)、P(0.12%)的含量<sup>[5]</sup>,原因可能是青海湖水质中Ca、P的含量<sup>[6]</sup>低于色林错水质中Ca、P的含量。

表 1 色林错裸鲤成鱼肌肉常规营养成分含量

Tab. 1 Nutritional components in muscle of *Gymnocypris selincuoensis*

%,干样

|       | 水分         | 粗蛋白        | 脂肪        | 灰分        | 粗纤维        | 碳水化合物      | Ca        | P         | Mg        |
|-------|------------|------------|-----------|-----------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|
| 色林错裸鲤 | 70.35±1.03 | 19.87±0.86 | 7.71±0.72 | 1.65±0.11 | 0.08±0.008 | 0.09±0.006 | 0.14±0.05 | 0.07±0.02 | 0.03±0.01 |

由表 2 可知,色林错裸鲤肌肉中粗蛋白干物质的比重稍高于青海湖裸鲤;粗蛋白+粗脂肪占干物质的比重高于中华倒刺鲃、草、鳊、鲫、太湖银鱼等鱼类,色林错裸鲤粗脂肪的含量均高于其他鱼类的含量,这说明色林错裸鲤是一种提供高能的鱼类,裸鲤体内的高脂肪对抵御恶劣的生存环境还能起到重要的保障作用。

表 2 色林错裸鲤、青海湖裸鲤及几种常见鱼类的肌肉营养成分含量比较

Tab. 2 Nutritional components in muscle of *Gymnocypris selincuoensis*

*Gymnocypris przewalskii* compared with some other economic fishes

%,干样

| 品种                   | 水分         | 粗蛋白        | 粗脂肪       | 灰分        | 粗蛋白+粗脂肪    |
|----------------------|------------|------------|-----------|-----------|------------|
| 色林错裸鲤                | 70.35±1.03 | 19.87±0.86 | 7.71±0.72 | 1.65±0.11 | 27.58±1.58 |
| 中华倒刺鲃 <sup>[7]</sup> | 77.00±1.21 | 19.22±0.31 | 1.96±0.09 | 1.62±0.14 | 0.18±0.01  |
| 青海湖裸鲤 <sup>[5]</sup> | 71.85      | 18.30      | 7.04      | 1.28      | 25.34      |
| 鳊 <sup>[8]</sup>     | 79.03      | 16.75      | 1.50      | 2.67      | 18.72      |
| 鲮 <sup>[9]</sup>     | 80.18      | 16.95      | 0.74      | 2.08      | 17.69      |
| 草鱼 <sup>[10]</sup>   | 82.71      | 15.10      | 1.50      | 1.71      | 16.60      |
| 鲫 <sup>[10]</sup>    | 78         | 14.00      | 1.30      | 0.90      | 15.30      |
| 太湖银鱼 <sup>[10]</sup> | 84.03      | 21.83      | 1.69      | 1.68      | 23.52      |

## 2.2 色林错裸鲤成鱼肌肉中氨基酸含量分析

对色林错裸鲤肌肉进行氨基酸分析,结果显示(表 3)色林错裸鲤肌肉中氨基酸(占干样)总量(44.46%)与青海湖裸鲤肌肉中氨基酸(占干样)总量(44.14%)基本相同,但是低于普通鲤肌肉中氨基酸(占干样)总量(77.03%)<sup>[11]</sup>。从氨基酸的组成看,西藏色林错裸鲤肌肉中含有常见的 17 种氨基酸,其中包括人体必需氨基酸 7 种及非必需氨基酸 10 种,其高含量氨基酸为精氨酸(Arg)和谷氨酸(Glc),分别占 8.23%和 6.72%,其次为天门冬氨酸(Asp)、赖氨酸(Lys),低含量氨基酸为胱氨酸(Cys)、脯氨酸(Pro)、苯丙氨酸(Phe)、甘氨酸(Gly)。根据氨基酸评分(AAS)、化学评分(CS)的公式<sup>[12]</sup>,计算 AAS 发现色林错裸鲤肌肉的第一限制性氨基酸为异亮氨酸,第二限制性氨基酸为苏氨酸;而根据 CS 第一限制性氨基酸为异亮氨酸,第二限制性氨基酸为苯丙+酪氨酸。由此可见,色林错裸鲤的限制性氨基酸主要是异亮氨酸、苏氨酸和苯丙+酪氨酸。

从表 3 中还可以得知,色林错裸鲤和普通鲤的必需氨基酸占总氨基酸的比值(EAA/TAA)分别为 31.22 和 45.33%,必需氨基酸与非必需氨基酸的比值(EAA/NEAA)分别为 29.80%和 69.93%。根据 FAO/WHO 的理想模式,质量较好的蛋白质其组成氨基酸的 EAA/TAA 为 40%左右,EAA/NEAA 在 60%以上<sup>[13]</sup>。从分析结果可见,色林错裸鲤成鱼肌肉中氨基酸含量为 44.14%,其肌肉氨基酸组成并不符合上述指标要求,即色林错裸鲤的氨基酸平衡效果不好,因此在制作配合饵料时不能参照普通鲤科鱼类饲料中氨基酸的含量,可以将本文数据作为基础数据。

色林错裸鲤成鱼鱼体所含各类氨基酸较为完全,并以精氨酸、谷氨酸、天门冬氨酸、赖氨酸含量最高,每克色林错裸鲤干物质可提供 141.8 mg 的人体必须氨基酸。从氨基酸组成看,色林错裸鲤氨基酸的组成和普通鲤没有区别;但是在总含量和个别氨基酸含量上差异较大,色林错裸鲤氨基酸含量偏低可能是与高原鱼类生长环境有关,外界环境是否可以增加个别氨基酸的表达量,其遗传机制还不清楚,也

说明外界环境对鱼体内的精细调控机制还有待进一步研究。

表 3 色林错裸鲤肌肉中氨基酸含量测定

Tab. 3 Amino acids composition of *Gymnocypris selincuoensis*

%, 干样

| 氨基酸名称                     | 色林错裸鲤     | 青海湖裸鲤 <sup>[5]</sup> | 普通鲤 <sup>[11]</sup> |
|---------------------------|-----------|----------------------|---------------------|
| 精氨酸 Arg                   | 8.23±0.56 | 8.4                  | 4.64±0.47           |
| 谷氨酸 Glu                   | 6.72±0.41 | 6.7                  | 12.22±0.83          |
| 天门冬氨酸 Asp                 | 4.42±0.34 | 4.35                 | 8.08±0.55           |
| 赖氨酸 Lys                   | 3.67±0.36 | 3.96                 | 7.08±0.48           |
| 丙氨酸 Ala                   | 3.54±0.86 | 3.16                 | 4.53±0.71           |
| 组氨酸 His                   | 2.64±0.22 | 2.97                 | 3.29±0.24           |
| 亮氨酸 Leu                   | 2.55±0.47 | 2.62                 | 6.36±0.53           |
| 丝氨酸 Ser                   | 2.48±0.46 | 2.29                 | 3.10±0.19           |
| 缬氨酸 Val                   | 1.79±0.16 | 1.87                 | 4.27±0.29           |
| 蛋氨酸 Met                   | 1.83±0.33 | 1.63                 | 2.43±0.31           |
| 异亮氨酸 Ile                  | 1.20±0.26 | 1.29                 | 4.01±0.27           |
| 酪氨酸 Tyr                   | 1.53±0.66 | 1.22                 | 3.17±0.24           |
| 苏氨酸 Thr                   | 1.27±0.45 | 1.17                 | 3.54±0.24           |
| 甘氨酸 Gly                   | 0.82±0.06 | 0.88                 | 3.82±0.06           |
| 苯丙氨酸 Phe                  | 0.93±0.03 | 0.84                 | 4.01±0.30           |
| 脯氨酸 Pro                   | 0.60±0.04 | 0.53                 | 1.46±0.13           |
| 胱氨酸 Cys                   | 0.24±0.02 | 0.26                 | 1.02±0.09           |
| 色氨酸 Trp                   | —         | —                    | —                   |
| 氨基酸总量 TAA                 | 44.46     | 44.14                | 77.03               |
| 必需氨基酸 EAA                 | 13.24     | 13.38                | 31.7                |
| 非必需氨基酸 NEAA               | 31.22     | 30.76                | 45.33               |
| 必需氨基酸/氨基酸总量 EAA/TAA (%)   | 29.80     | 30.31                | 41.15               |
| 必需氨基酸/非必需氨基酸 EAA/NEAA (%) | 42.45     | 43.50                | 69.93               |

### 2.3 肌肉中鲜味氨基酸组成的比较分析

动物蛋白质的鲜美在一定程度上取决于其鲜味氨基酸的组成与含量。鲜味氨基酸中的谷氨酸(Glu)、天门冬氨酸(Asp)为呈鲜味的特征性氨基酸<sup>[14]</sup>,其中谷氨酸的鲜味最强。从表5中可以看出,色林错裸鲤的谷氨酸含量略低于光倒刺鲃,但两种鱼的谷氨酸含量均不及其它经济鱼类;而从鲜味氨基酸总量来看,色林错裸鲤和青海湖裸鲤比较接近,但是低于其他鱼类,因而从鲜味氨基酸的组成与含量分析,色林错和青海湖裸鲤的肌肉鲜味较差。

表 4 色林错裸鲤肌肉中鲜味氨基酸与其它经济鱼类的比较

Tab. 4 Delicious amino acids contents in muscle of *Gymnocypris selincuoensis* compared with some other economic fishes

%, 干样

| 鲜味氨基酸     | 色林错裸鲤     | 光倒刺鲃 <sup>[7]</sup> | 青海湖裸鲤 <sup>[5]</sup> | 草鱼 <sup>[14]</sup> | 鳊 <sup>[14]</sup> | 鲤 <sup>[11]</sup> |
|-----------|-----------|---------------------|----------------------|--------------------|-------------------|-------------------|
| 天门冬氨酸 Asp | 4.35±0.13 | 5.91±0.19           | 9.30                 | 6.90               | 6.86              | 8.08±0.55         |
| 谷氨酸 Glu   | 6.7±0.25  | 8.72±0.18           | 4.35                 | 10.61              | 10.35             | 12.22±0.83        |
| 甘氨酸 Gly   | 0.88±0.09 | 3.62±0.07           | 0.88                 | 3.87               | 3.58              | 3.82±0.06         |
| 丙氨酸 Ala   | 3.16±0.11 | 4.34±0.11           | 3.16                 | 4.09               | 3.86              | 4.53±0.71         |
| 总量        | 15.09     | 22.59               | 17.69                | 25.47              | 24.65             | 28.65             |

### 2.4 色林错裸鲤脂肪酸分析

经检测发现色林错裸鲤肌肉中含有20种脂肪酸(表5),其中饱和脂肪酸有C12:0、C14:0、C15:0、C16:0、C17:0和C18:06种,总量占脂肪酸含量的27.41%,其中C16:0最多为15.18%,C14:0次之;单

不饱和脂肪酸同样有 6 种,总量占脂肪酸含量的 46.57%,其中 C18:1 最多为 22.14%,C16:1 次之为 21.12%;多不饱和脂肪酸有 8 种,总量占脂肪酸含量的 23.51%,其中 C20:5 最多为 11.12%,C18:3 次之为 5.39%。与普通鲤相比,色林错裸鲤脂肪酸的种类增加,并且单不饱和脂肪酸的含量(46.57%)明显高于普通鲤单不饱和脂肪酸的含量(20%)。

色林错裸鲤肌肉中不饱和脂肪酸占脂肪酸最高含量达到 70.08%,不饱和脂肪酸的高含量使色林错裸鲤具有高食用与药用价值,同时色林错裸鲤肌肉中与人体的生理功能密切相关的 EPA 和 DHA 含量明显高于其他淡水鱼类,由于 EPA 和 DHA 具有高不饱和度,是鱼类在低温条件下保持膜的流动性和渗透性必不可少的物质<sup>[15]</sup>,而色林错湖泊地处海拔高,气温低,色林错裸鲤常年生活在低温环境下,这可能是造成色林错裸鲤肌肉中 PUFA 含量高的主要原因。

表 5 西藏裸鲤脂肪酸含量

Tab. 5 Fatty acids contents in muscle of *Gymnocypris selincuoensis*

%,干重

| 脂肪酸名称     |       | 色林错裸鲤      | 普通鲤 <sup>[16]</sup> |
|-----------|-------|------------|---------------------|
| 月桂酸       | C12:0 | 0.06±0.01  | —                   |
| 肉豆蔻酸      | C14:0 | 4.82±0.35  | 1.2                 |
| 十四碳烯酸     | C14:1 | 0.38±0.03  | —                   |
| 十五碳酸      | C15:0 | 2.26±0.16  | —                   |
| 十五碳烯酸     | C15:1 | 0.17±0.04  | —                   |
| 棕榈酸       | C16:0 | 15.18±0.88 | 14.3                |
| 棕榈油酸      | C16:1 | 21.12±1.06 | 2.5                 |
| 十七碳酸      | C17:0 | 2.79±0.22  | 0.6                 |
| 十七碳烯酸     | C17:1 | 1.40±0.15  | —                   |
| 十七碳二烯酸    | C17:2 | 0.08±0.01  | —                   |
| 硬脂酸       | C18:0 | 2.38±0.21  | 3.2                 |
| 油酸        | C18:1 | 22.14±1.63 | 12.5                |
| 亚油酸       | C18:2 | 2.27±0.31  | 14.4                |
| 亚麻酸       | C18:3 | 5.39±0.53  | 1.3                 |
| 二十碳烯酸     | C20:1 | 0.24±0.01  | 5.0                 |
| 二十碳二烯酸    | C20:2 | 0.11±0.03  | 1.1                 |
| 二十碳三烯酸    | C20:3 | 0.23±0.05  | 0.50                |
| 花生四烯酸     | C20:4 | 1.12±0.08  | 17.0                |
| 二十碳五烯酸    | C20:5 | 11.31±0.89 | 1.9                 |
| 二十二碳六烯酸   | C22:6 | 4.04±0.12  | 10.7                |
| EPA + DHA |       | 15.35      | 12.6                |
| 单不饱和脂肪酸总量 | ΣMUFA | 46.57      | 20                  |
| 多不饱和脂肪酸总量 | ΣPUFA | 23.51      | 50.49               |
| 饱和脂肪酸总量   | ΣSFA  | 27.41      | 27.46               |
| 脂肪酸总量     | total | 97.49      | 87.3                |

## 2.5 色林错裸鲤脂肪酸营养品质分析

近年研究<sup>[15]</sup>认为单不饱和脂肪酸(MUFA)同样具有降血脂和提高血小板聚集作用,色林错裸鲤肌肉中高含量的 MUFA,表明色林错裸鲤具有较高的药用价值。二十二碳六烯酸(DHA)和二十碳五烯酸(EPA),统属于多不饱和脂肪酸(PUFA),主要存在于鱼类脂肪内,是人体难以合成,需由食物提供的必需脂肪酸。鱼类则是通过食物链的富集作用,在体内蓄积 EPA 与 DHA<sup>[17]</sup>。随着 EPA、DHA 药理作用和临床应用的研究发现,EPA 和 DHA 已被称为人和动物生长发育的必需脂肪酸。实验结果显示色林错裸鲤肌肉中 EPA 和 DHA 含量分别为 11.31%±0.89%和 4.04%±0.12%,EPA+DHA 的总量(15.35%)高于普通鲤 EPA+DHA 的总量(12.6%),同样也高于黄鳝(2.07%)和鳙(0.11%)EPA+DHA 的总量<sup>[18]</sup>,表明色林错裸鲤具有较高的食用与药用价值。

近来,国外营养界专家发现:油酸可降低血液总胆固醇和有害胆固醇(低密度脂蛋白胆固醇),却不

降低有益胆固醇(高密度脂蛋白胆固醇),油酸的含量多少,是评定食品品质的重要标志。而我们对于色林错裸鲤脂肪酸含量检测中发现,在裸鲤脂肪酸中油酸的含量高达 22.14%±1.63%,是普通鲤的 1.77倍,可见色林错裸鲤是一种高品质的食物。

关于色林错裸鲤脂肪酸含量与风味品质的报道甚少。Kinata等<sup>[19]</sup>研究发现棕榈油酸(C16:1)含量和风味之间存在着较高的正相关( $r^2=0.963$ );相反,硬脂酸(C18:0)含量和风味之间有较高的负相关( $r^2=0.951$ )。从表5中,色林错裸鲤棕榈油酸含量为21.12%±1.06%,远高于普通鲤的2.5%,而硬脂酸的含量却低于普通鲤肌肉中硬脂酸的含量,如果仅从脂肪酸角度分析,色林错裸鲤味道鲜美。

### 3 小结

试验表明色林错裸鲤成鱼肌肉中粗蛋白含量为19.87%,粗脂肪含量为7.71%,裸鲤体内的高脂肪对抵御恶劣的生存环境还能起到重要的保障作用。而其肌肉中常量元素Ca·P为2.136,高于青海湖裸鲤肌肉中Ca·P含量。

西藏色林错裸鲤肌肉中含有常见的17种氨基酸,其高含量氨基酸为精氨酸和谷氨酸,分别占8.23%和6.72%;色林错裸鲤的限制性氨基酸主要是异亮氨酸、苏氨酸和苯丙氨酸。

色林错裸鲤肌肉中含有20种脂肪酸,包含碳链为C12—C22,其中饱和脂肪酸有6种,总量占脂肪酸含量的27.41%;不饱和脂肪酸有14种,总量占脂肪酸含量的70.08%。其中EPA与DHA质量分数分别为11.31%和4.04%比其他经济鱼类均高,表明色林错裸鲤具有较高的食用价值与保健作用。

对色林错裸鲤肌肉营养成分的测定,一方面可为该种鱼的营养需要量的制定和计算提供依据,另一方面也为该种鱼的营养价值做出评判。

### 参考文献:

- [1] 陈传友,关志华.羌塘高原水资源及其开发利用[J].自然资源学报,1989,4(4):298—308.
- [2] 史健全,杨建新.青海湖裸鲤形态特征与遗传性状[J].青海科技,20007,(2):6—8.
- [3] 陈毅峰,何德奎.色林错裸鲤的年龄鉴定[J].动物学报,2002,48(4):527—533.
- [4] 陈毅峰,何德奎.色林错裸鲤的生长[J].动物学报,2002,48(3):667—676.
- [5] 史健全,杨建新,祁洪芳,等.青海湖裸鲤营养成分分析[J].青海大学学报,2000,18(3):14—18.
- [6] 杨建新,史健全,祁洪芳,等.青海湖水化学特性及水质分析[J].淡水渔业,2005,35(3):28—33.
- [7] 邴旭文.中华倒刺鲃和光倒刺鲃肌肉营养品质的比较[J].大连水产学院学报,2005,20(3):233—237.
- [8] 梁银铨,崔希群,刘友亮.鳊肌肉生化成分分析和营养品质评价[J].水生生物学报,1998,22(4):386—388.
- [9] 陈少莲,胡传林,华元渝.鲢肌肉生化成分的分析[J].水生生物学集刊,1993,8(1):125—131.
- [10] 中国医学科学院卫生研究所.食物成分表[M].北京:人民出版社,1981.
- [11] 闰学春,梁利群,曹顶臣,等.转基因鲤与普通鲤的肌肉营养成分比较[J].农业生物技术学报,2005,13(4):528—532.
- [12] 桥本芳郎.养鱼饲料学[M].蔡完其译.北京:中国农业出版社,1980:114—115.
- [13] 李正忠.花粉、灵芝与珍珠中必需氨基酸的定量测定与分析比较[J].氨基酸分析,1988(4):41—43.
- [14] 郡司笃孝.食品添加剂手册[M].刘纯洁,张娟婷(编译).北京:中国展望出版社,1988:157—160.
- [15] 些宁.单不饱和脂肪酸的作用[J].国外医学卫生学分册,1990,3:160—162.
- [16] 刘玉芳.中国5种淡水鱼脂脂肪酸组成分析[J].水产学报,1981,15(2):169—171.
- [17] 谢巧雄,刘玉峰,肖斌,等.中华倒刺鲃营养成份的初步分析[J].水利渔业,2004,24(1):17—18.
- [18] 童圣英.四种鲤科鱼类越冬时脂肪酸组成的变化[J].水产学报,1997,21(4):373—378.
- [19] Kinata M, Ishibashi T, Knada T, et al. Studies on relationship between sensory evaluation and chemical composition in various breeds of pork[J]. J Swine Sci 2002, 38(2): 45—51.