

## 6个地区青海湖裸鲤肌肉营养成分分析

魏振邦 史建全 孙新 孙效文\* 鲁翠云

(中国水产科学院黑龙江水产研究所 哈尔滨 150070; 大连水产学院生命科学与技术学院 大连 116023;  
青海湖裸鲤救护中心 西宁 810016)

**摘要:** 采用常规生化分析方法,测定青海湖6个不同地区的青海湖裸鲤(*Gymnocypris przewalskii*)肌肉主要营养成分,对其营养价值进行评价。结果表明,淡水青海湖裸鲤肌肉中脂肪含量显著大于( $P < 0.05$ )其他5个地区,蛋白含量显著大于( $P < 0.05$ )黑马河青海湖裸鲤肌肉的蛋白含量,6个地区青海湖裸鲤肌肉营养成分存在一定的地区差异。总体上,青海湖裸鲤肌肉(鲜样)中粗蛋白含量为17.26%~18.87%;粗脂肪含量为1.51%~3.37%;灰分含量为1.42%~1.61%;18种氨基酸总量15.48%~17.16%,其中除色氨酸外7种人体必需氨基酸总量6.38%~7.05%,4种鲜味氨基酸总量5.82%~6.49%。青海湖裸鲤肌肉中蛋白质含量较高,氨基酸种类齐全,必需氨基酸与鲜味氨基酸含量较高,尤其是淡水青海湖裸鲤品质更佳,淡水的生态环境可能更适合青海湖裸鲤的生长。

**关键词:** 青海湖裸鲤;肌肉;营养成分

**中图分类号:** Q955, Q501 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263(2008)01-96-06

## Analysis of Muscle Nutritional Components of *Gymnocypris przewalskii* in Six Regions

WEI Zhen-Bang SHI Jian-Quan SUN Xin SUN Xiao-Wen\* LU Cui-Yun

(Heilongjiang River Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Science, Harbin 150070;  
The College of Bioscience and Biotechnology, Dalian Fisheries University, Dalian 116023;  
Naked Carp Saving and Protecting Center, Xining 810016, China)

**Abstract:** The muscle nutritional composition of *Gymnocypris przewalskii* was measured by conventional biochemistry methods. The result indicated that the content of fat in the muscle of *G. przewalskii* was significant ( $P < 0.05$ ) higher in Dar-shui area than in the other five ones; the protein content was also much higher in Dar-shui area than in Hei-ma area ( $P < 0.05$ ). So it was concluded that there were some differences in nutritional components of *G. przewalskii* in different regions. As a whole, the contents of protein, fat and ash were 17.26% - 18.87%, 1.51% - 3.37% and 1.42% - 1.61% respectively. And the content of total amino acids was from 15.48% to 17.16%. The ratios of essential amino acids were 6.38% - 7.05%, and delicious amino acids were 5.82% - 6.49%. The contents of protein, essential amino acids and delicious amino acids were obviously high in *G. przewalskii* muscle. The quality of *G. przewalskii* in Dar-shui was the best among the five areas, which may be attributed to its growth environment.

**Key words:** *Gymnocypris przewalskii*; Muscle; Nutritional components

基金项目 国家科技基础条件平台建设项目(No. 2006DKA30470-005);

\*通讯作者, E-mail: sunxw2002@163.com;

第一作者介绍 魏振邦,男,硕士研究生;研究方向:水产动物遗传育种;E-mail: weizhenbang@yahoo.com.cn.

收稿日期:2007-07-05,修回日期:2007-11-07

青海湖裸鲤 (*Gymnocypris przewalskii*) 属鲤形目 (Cypriniformes) 鲤科 (Cyprinidae) 裂腹鱼亚科 (Schizothoracinae) 裸鲤属, 主要分布于青海湖及其支流中, 是青海湖唯一的经济鱼类, 在青海湖生态环境中占有非常重要的地位。近年来, 一些学者对其生长特征<sup>[1]</sup>、繁殖生物学<sup>[2]</sup>、遗传结构<sup>[3]</sup>、遗传多样性<sup>[4]</sup>和种质资源<sup>[5]</sup> 等方面进行了研究报道, 为青海湖裸鲤的人工繁殖、遗传多样性的保护提供了理论依据, 但关于青海湖裸鲤肌肉营养成分的研究却未见报道。本文以青海湖裸鲤为研究对象, 对其肌肉营养成分进行测定, 着重比较了青海湖 6 个不同地区的青海湖裸鲤的肌肉营养指标, 目的在于为青海湖裸鲤的养殖或其他基础研究提供参照依据。

## 1 材料与方 法

**1.1 样品的采集与处理** 实验所用青海湖裸鲤是 2006 年 7 月采自青海湖支流的淡水、沙柳河、哈尔盖、黑马河、布哈河和泉吉河 6 个不同

地区。每个地区各取 10 尾(每尾鱼作为一个样品进行检测), 体重 69.4 ~ 259.0 g, 取背部肌肉去皮后切成小块、捣碎, 将捣碎的肌肉样品放在 -20 °C 冰箱中保存。

**1.2 常规营养成分测定** 水分测定采用 105 °C 烘干法 (国家标准 GB5009.3-85); 粗灰分的测定采用高温灰化法 (国家标准 GB5009.4-85); 粗脂肪的测定采用索氏抽提法 (国家标准 GB5009.6-85); 凯氏定氮法测定粗蛋白 (国家标准 GB5009.5-85)<sup>[6]</sup>。

**1.3 氨基酸测定** 样品经盐酸处理后, 氨基酸自动分析仪 (日立 835250 型) 测定 17 种氨基酸, 色氨酸由于样品量不足没有测定。

**1.4 评价方法** 根据 1973 年 FAO/WHO 建议的氨基酸评分标准模式 (% , dry)<sup>[7]</sup> 和全鸡蛋蛋白质的氨基酸模式 (% , dry)<sup>[8]</sup> 进行评定, 氨基酸评分 (AAS)、化学评分 (CS) 和必需氨基酸指数 (EAAI) 按文献<sup>[9-11]</sup> 计算如下:

$$AAS = \frac{\text{待评蛋白氨基酸含量 (mg/g N)}}{\text{FAO 评分模式氨基酸含量 (mg/g N)}}$$

$$CS = \frac{\text{待评蛋白质氨基酸含量 (mg/g N)}}{\text{鸡蛋蛋白质中同种氨基酸含量 (mg/g N)}}$$

$$EAAI = \sqrt[n]{\frac{\text{I 的赖氨酸}}{\text{N}_6 \text{ 的赖氨酸}} \times 100 \times \frac{\text{I 的亮氨酸}}{\text{S 的亮氨酸}} \times 100 \times \dots \times \frac{\text{I 的缬氨酸}}{\text{S 的缬氨酸}} \times 100}$$

式中,  $n$  为比较的氨基酸数;  $I$  为待评蛋白质;  $S$  为鸡蛋蛋白质。

**1.5 数据分析** 用 SPSS 13.0 软件  $t$  检验对实验数据进行差异显著性检验。用 Excel 软件计算变异系数 (coefficient of variance, CV, %), 计算公式为:

$$CV = \frac{\sigma}{\mu} \times 100\%$$

为样本标准差;  $\mu$  为样本平均值。

## 2 结果与分析

**2.1 主要营养成分比较** 淡水青海湖裸鲤肌肉中粗蛋白的含量为 18.87%, 高于其他 5 个地区 (表 1), 与黑马河的差异显著 ( $P < 0.05$ ), 与沙柳河、哈尔盖、泉吉河和布哈河的差异不显著 ( $P > 0.05$ )。淡水青海湖裸鲤粗脂肪含量明显高于其他 5 个地区, 为 3.37%, 与沙柳河的差异

显著 ( $P < 0.05$ ), 与其他 4 个地区的差异极显著 ( $P < 0.01$ )。6 个地区青海湖裸鲤肌肉中水分和灰分含量的差异均不显著。变异系数的分析表明, 不同地区青海湖裸鲤肌肉中水分、粗蛋白、灰分的含量比较稳定, 粗脂肪含量存在地区间差异。

**2.2 氨基酸分析结果** 除色氨酸由于样品量不足的原因没有测定外, 6 个地区青海湖裸鲤 17 种氨基酸种类齐全 (表 2)。淡水青海湖裸鲤氨基酸总量最高 (17.16%, 鲜样), 与泉吉河的差异显著 ( $P < 0.05$ ), 与其他 4 个地区差异不显著。必需氨基酸和鲜味氨基酸的平均含量为淡水 > 哈尔盖 > 布哈河 > 沙柳河 > 泉吉河 > 黑马河, 这与粗蛋白含量顺序相同, 但 6 个地区必需氨基酸和鲜味氨基酸含量差异不显著 ( $P > 0.05$ )。总体上, 谷氨酸的含量最高 (2.5% ~

表 1 不同地区青海湖裸鲤主要营养成分 ( $n = 10$ , Mean  $\pm$ SD, %鲜样)Table 1 Nutritional components of *Gymnocypris przewalskii* in different water area ( % Fresh)

地区 Area	水分 Mixture	粗蛋白 Crude protein	粗脂肪 Crude fat	灰分 Ash
淡水 Danshui River	76.51 $\pm$ 1.35	18.87 $\pm$ 0.71	3.37 $\pm$ 0.79	1.42 $\pm$ 0.11
沙柳河 Shaliu River	78.74 $\pm$ 0.56	17.88 $\pm$ 0.54	2.26 $\pm$ 0.35	1.47 $\pm$ 0.10
哈尔盖 Haergai River	78.80 $\pm$ 0.87	18.32 $\pm$ 0.38	1.59 $\pm$ 0.01	1.44 $\pm$ 0.06
黑马河 Heima River	79.66 $\pm$ 0.31	17.26 $\pm$ 0.11	1.51 $\pm$ 0.53	1.52 $\pm$ 0.03
布哈河 Buha River	78.37 $\pm$ 0.33	18.22 $\pm$ 0.27	1.85 $\pm$ 0.07	1.61 $\pm$ 0.13
泉吉河 Quanji River	80.00 $\pm$ 1.10	17.55 $\pm$ 0.54	1.30 $\pm$ 0.17	1.42 $\pm$ 0.09
变异系数( %) Coefficient of variance	1.55	3.28	35.22	5.09

表 2 不同地区青海湖裸鲤肌肉氨基酸组成及含量 ( $n = 10$ , Mean  $\pm$ SD, %鲜样)Table 2 Amino acid composition and contents of *Gymnocypris przewalskii* in different water area ( % Fresh)

	淡水 Danshui River	沙柳河 Shaliu River	哈尔盖 Haergai River	黑马河 Heima River	布哈河 Buha River	泉吉河 Quanji River	变异系数( %) Coefficient of variance
天冬氨酸 Asp <sup>®</sup>	1.83 $\pm$ 0.08	1.68 $\pm$ 0.09	1.74 $\pm$ 0.24	1.63 $\pm$ 0.10	1.72 $\pm$ 0.04	1.64 $\pm$ 0.67	4.35
苏氨酸 Thr <sup>*</sup>	0.78 $\pm$ 0.03	0.74 $\pm$ 0.05	0.76 $\pm$ 0.03	0.72 $\pm$ 0.04	0.76 $\pm$ 0.03	0.72 $\pm$ 0.03	3.24
丝氨酸 Ser	0.71 $\pm$ 0.67	0.67 $\pm$ 0.04	0.70 $\pm$ 0.03	0.64 $\pm$ 0.04	0.68 $\pm$ 0.19	0.65 $\pm$ 0.09	4.06
谷氨酸 Glu <sup>®</sup>	2.77 $\pm$ 0.11	2.57 $\pm$ 0.19	2.66 $\pm$ 0.26	2.50 $\pm$ 0.14	2.64 $\pm$ 0.05	2.52 $\pm$ 0.19	3.86
甘氨酸 Gly <sup>®</sup>	0.85 $\pm$ 0.03	0.81 $\pm$ 0.06	0.81 $\pm$ 0.05	0.77 $\pm$ 0.04	0.79 $\pm$ 0.04	0.78 $\pm$ 0.05	3.56
丙氨酸 Ala <sup>®</sup>	1.04 $\pm$ 0.05	0.96 $\pm$ 0.09	0.98 $\pm$ 0.09	0.92 $\pm$ 0.05	0.96 $\pm$ 0.03	0.93 $\pm$ 0.05	4.43
胱氨酸 Cys	0.17 $\pm$ 0.06	0.15 $\pm$ 0.04	0.16 $\pm$ 0.01	0.14 $\pm$ 0.01	0.16 $\pm$ 0.13	0.15 $\pm$ 0.03	6.77
缬氨酸 Val <sup>*</sup>	0.92 $\pm$ 0.04	0.86 $\pm$ 0.12	0.88 $\pm$ 0.12	0.83 $\pm$ 0.09	0.87 $\pm$ 0.05	0.84 $\pm$ 0.04	3.70
蛋氨酸 Met <sup>*</sup>	0.54 $\pm$ 0.02	0.50 $\pm$ 0.13	0.52 $\pm$ 0.03	0.48 $\pm$ 0.04	0.51 $\pm$ 0.09	0.48 $\pm$ 0.09	4.64
异亮氨酸 Ile <sup>*</sup>	0.86 $\pm$ 0.03	0.82 $\pm$ 0.04	0.83 $\pm$ 0.05	0.79 $\pm$ 0.06	0.83 $\pm$ 0.06	0.79 $\pm$ 0.03	3.27
亮氨酸 Leu <sup>*</sup>	1.49 $\pm$ 0.06	1.40 $\pm$ 0.09	1.44 $\pm$ 0.07	1.34 $\pm$ 0.05	1.43 $\pm$ 0.18	1.36 $\pm$ 0.07	3.91
酪氨酸 Tyr	0.61 $\pm$ 0.04	0.57 $\pm$ 0.04	0.59 $\pm$ 0.03	0.52 $\pm$ 0.09	0.52 $\pm$ 0.04	0.53 $\pm$ 0.09	6.97
苯丙氨酸 Phe <sup>*</sup>	0.76 $\pm$ 0.04	0.70 $\pm$ 0.05	0.72 $\pm$ 0.05	0.67 $\pm$ 0.06	0.72 $\pm$ 0.04	0.68 $\pm$ 0.04	4.59
赖氨酸 Lys <sup>*</sup>	1.70 $\pm$ 0.06	1.61 $\pm$ 0.08	1.66 $\pm$ 0.18	1.55 $\pm$ 0.09	1.63 $\pm$ 0.09	1.57 $\pm$ 0.03	3.45
组氨酸 His	0.46 $\pm$ 0.03	0.40 $\pm$ 0.07	0.43 $\pm$ 0.02	0.41 $\pm$ 0.03	0.43 $\pm$ 0.04	0.41 $\pm$ 0.06	5.10
精氨酸 Arg	1.08 $\pm$ 0.04	1.02 $\pm$ 0.15	1.05 $\pm$ 0.01	1.00 $\pm$ 0.06	1.05 $\pm$ 0.26	0.99 $\pm$ 0.67	3.32
脯氨酸 Pro	0.63 $\pm$ 0.02	0.61 $\pm$ 0.06	0.62 $\pm$ 0.13	0.57 $\pm$ 0.06	0.61 $\pm$ 0.01	0.59 $\pm$ 0.09	3.58
氨基酸总量 Total amino acids	17.16	16.00	16.50	15.48	16.25	15.6	3.83
必需氨基酸 EAA	7.05	6.63	6.81	6.38	6.75	6.44	3.72
必需氨基酸/氨基酸总量 EAA/T ( %)	41.08	41.44	41.27	41.21	41.53	41.28	
鲜味氨基酸 DAA	6.49	6.02	6.19	5.82	6.11	5.87	4.00
鲜味氨基酸/氨基酸总量 DAA/T ( %)	37.82	37.63	37.52	37.60	37.60	37.63	

\*必需氨基酸; ® 鲜味氨基酸。 \* EAA, essential amino acids; ® DAA, delicate amino acids.

2.77%,鲜样),谷氨酸不仅是鲜味氨基酸,它还是脑组织生化代谢中的重要氨基酸,参与多种生理活性物质的合成;半胱氨酸的含量最低(0.14%~0.17%,鲜样)。变异系数分析表明地区间氨基酸含量差异不显著。

**2.3 营养评价** 食品营养价值的评价可以用多项指标来衡量,其中最重要的是蛋白质和氨

基酸的含量,特别是人体必需的8种氨基酸的含量和组成比例更为重要。淡水青海湖裸鲤肌肉中必需氨基酸含量(mg/g N)为2 593,沙柳河为2 570,哈尔盖为2 578,黑马河为2 549,布哈河为2 548,泉集河为2 534。都低于鸡蛋蛋白标准2 990,但均高于FAO/WHO标准2 190,见表3。

表3 不同地区青海湖裸鲤肌肉中必需氨基酸含量及与鸡蛋蛋白和FAO/WHO标准比较( $n=10$ ,mg/g N)

Table 3 Composition of essential amino acids content of *Gymnocypris przewalskii* in different water area with that of egg protein and FAO/WHO standard

	淡水 Danshui River	沙柳河 Shaliu River	哈尔盖 Haergai River	黑马河 Heima River	布哈河 Buha River	泉吉河 Quanji River	鸡蛋蛋白标准 Egg protein standard	FAO/WHO标准 FAO/WHO standard
异亮氨酸 Ile	285	287	283	286	285	281	331	250
亮氨酸 Leu	494	489	491	485	491	484	534	440
苏氨酸 Thr	258	259	259	261	261	256	292	250
缬氨酸 Val	304	301	300	301	298	299	441	310
蛋氨酸+胱氨酸 Met + Cys	235	227	232	225	230	224	386	220
苯丙氨酸+酪氨酸 Phe + Tyr	454	444	447	430	424	431	565	380
赖氨酸 Lys	563	563	566	561	559	559	441	340
合计 Sum	2 593	2 570	2 578	2 549	2 548	2 534	2 990	2 190

根据1973年WHO/FAO提出的必需氨基酸评分标准和鸡蛋蛋白质氨基酸评分标准,计算出氨基酸评分(AAS)、化学评分(CS)和必需氨基酸指数(EAAI),见表4。由表4可知,青海湖裸鲤必需氨基酸的AAS均大于或接近1,CS均大于0.5,这表明青海湖裸鲤肌肉必需氨基酸组成相对比较平衡,且含量非常丰富。由表4中的AAS可见,不同地区青海湖裸鲤的第一限

制性氨基酸都是缬氨酸,第二限制性氨基酸是苏氨酸或蛋氨酸+半胱氨酸,二者相差不大;根据CS,第一限制性氨基酸是蛋氨酸+胱氨酸,第二限制性氨基酸是缬氨酸。不同地区间AAS和CS的变异系数均为0.80,说明地区间AAS和CS的差异不显著。

必需氨基酸指数(EAAI)是评价食物营养价值的常用指标之一,它是以鸡蛋蛋白质必需

表4 不同地区青海湖裸鲤AAS、CS和EAAI比较

Table 4 The composition of AAS,CS and EAAI of *Gymnocypris przewalskii* in different area

	淡水 Danshui River		沙柳河 Shaliu River		哈尔盖 Haergai River		黑马河 Heima River		布哈河 Buha River		泉吉河 Quanji River	
	AAS	CS	AAS	CS	AAS	CS	AAS	CS	AAS	CS	AAS	CS
异亮氨酸 Ile	1.14	0.86	1.15	0.87	1.13	0.85	1.14	0.86	1.14	0.86	1.12	0.85
亮氨酸 Leu	1.12	0.93	1.11	0.92	1.12	0.92	1.10	0.91	1.12	0.92	1.10	0.91
苏氨酸 Thr	1.03	0.88	1.04	0.89	1.04	0.87	1.04	0.89	1.04	0.89	1.02	0.88
缬氨酸 Val	0.98	0.69	0.97	0.68	0.97	0.68	0.97	0.68	0.96	0.68	0.96	0.68
蛋氨酸+胱氨酸 Met + Cys	1.07	0.61	1.03	0.59	1.05	0.60	1.02	0.58	1.05	0.60	1.02	0.58
苯丙氨酸+酪氨酸 Phe + Tyr	1.19	0.80	1.17	0.79	1.18	0.79	1.13	0.76	1.12	0.75	1.13	0.72
赖氨酸 Lys	1.65	1.28	1.65	1.28	1.66	1.28	1.65	1.27	1.64	1.27	1.64	1.27
合计 Sum	8.19	6.05	8.12	6.00	8.15	6.02	8.07	5.96	8.07	5.96	8.01	5.92
必需氨基酸指数 EAAI	84.33		83.75		83.40		82.73		83.10		81.82	

氨基酸为参评标准。经过计算,不同地区青海湖裸鲤的必需氨基酸指数以淡水最高,为 84.33%,泉吉河最低,为 81.82%。赖氨酸的含量超过 FAO/WHO 和鸡蛋蛋白质,这对于以谷物食品为主要膳食者来说,它可以弥补谷物食品中赖氨酸的不足,从而提高人体对蛋白质的利用率<sup>[12]</sup>。不同地区必需氨基酸指数变异系数为 1.04,说明地区间必需氨基酸指数差异不显著。

### 3 讨 论

淡水和沙柳河青海湖裸鲤肌肉脂肪含量达到 3.37% 和 2.26% (鲜样),明显高于其他 4 个地区 (1.30% ~ 1.85%),有研究显示鱼类肉质的遗传变异很低<sup>[13]</sup>,所以遗传变异的可能性不大。在对淡水和沙柳河青海湖裸鲤样品的解剖中未发现其性腺发育处于生长期,而其他 4 个地区青海湖裸鲤不仅处于生长期,而且性腺已发育,需要消耗大量的能量满足性腺发育的需求。尹洪滨等<sup>[14]</sup>报道过山女鲢 (*Oncorhynchus masou*) 不同发育阶段蛋白含量和脂肪含量不同,与性腺的发育有关。所以,笔者认为淡水和沙柳河样品脂肪含量较高的原因,可能与其性腺尚未发育有关系。

很多文献报道鱼类肌肉营养成分的不同<sup>[15-17]</sup>,与其生存环境、饵料配比、生长时期都有密切关系。笔者认为生长在自然状态下的野生鱼类,其营养物质的组成除了与遗传本质有较大关系外,还与其生长时期尤其是其生活的生态环境关系密切。对变异系数的分析发现,青海湖裸鲤肌肉中脂肪含量存在地区间的差异。青海湖是我国最大的内陆咸水湖泊,海拔 3 192 m,水温最低 - 0.9℃,最高 22.3℃,年平均水温 5℃,并且全年有大约 150 d 的冰封期。恶劣的自然环境也许是造成青海湖裸鲤肌肉中脂肪含量地区间差异的另一个原因。

从本文数据看,淡水青海湖裸鲤肌肉脂肪含量大于其他 5 个地区,为 3.37%,与沙柳河的差异显著 ( $P < 0.05$ ),与其他 4 个地区的差异极显著 ( $P < 0.01$ );淡水青海湖裸鲤肌肉中粗

蛋白的含量高于其他 5 个地区,为 18.87%,与黑马河的差异显著 ( $P < 0.05$ ),与沙柳河、哈尔盖、泉吉河和布哈河的差异不显著 ( $P > 0.05$ );变异系数的分析表明粗脂肪含量存在地区间差异。淡水青海湖裸鲤肌肉中必需氨基酸含量最高 (7.05%,鲜样),而 6 个采样地,必需氨基酸和非必需氨基酸的比值都在 0.7 左右,必需氨基酸占氨基酸总量百分比都大于 41%。这超过了 FAO/WHO 提出的必需氨基酸和非必需氨基酸比值 0.6 以上,必需氨基酸占氨基酸总量百分比 40% 左右的标准。说明 6 个地区青海湖裸鲤的必需氨基酸含量都很丰富。其中,淡水的青海湖裸鲤更突出,其 EAAI 达到 6 个地区中最高值 84.33,说明其必需氨基酸构成比例更接近鸡蛋蛋白质,特别是其鲜味氨基酸高达 6.49% (鲜样),高于其他 5 个地区 (5.82% ~ 6.11%,鲜样)。淡水青海湖裸鲤的肌肉品质高于其他 5 个地区,这说明淡水地区的生态环境可能更适合青海湖裸鲤的生长。

综上,青海湖裸鲤营养价值较高,肉味鲜美,为人们提供了容易吸收的蛋白质,特别是淡水青海湖裸鲤品质更佳,是值得开发的经济鱼类,必将有极为广阔的市场前景。

### 参 考 文 献

- [1] 陈大庆,张信,熊飞等. 青海湖裸鲤生长特征的研究. 水生生物学报, 2006, 30(2): 173 ~ 178.
- [2] 史健全,祁洪芳,杨建新等. 青海湖裸鲤繁殖生物学的研究. 青海科技, 2000, 7(2): 12 ~ 15.
- [3] 赵凯,李军祥,张亚平等. 青海湖裸鲤 mtDNA 遗传多样性的初步研究. 遗传, 2001, 23(5): 445 ~ 448.
- [4] 张春霖,陈大庆,史健全等. 青海湖裸鲤繁殖群体遗传多样性的 RAPD 分析. 水产学报, 2005, 29(3): 307 ~ 312.
- [5] 陶元清. 青海湖裸鲤种质资源及其实验动物化前景. 中国比较医学杂志, 2005, 15(4): 229 ~ 230.
- [6] 国家技术监督局发布. 食品中水分、灰分、蛋白质、脂肪测定方法. GB/T5009-1985.
- [7] Pellett P.L., Yong V.R. Nutritional Evaluation of Protein Foods. Tokyo: The United National University Publishing Company, 1980, 26 ~ 29.
- [8] 中国预防医学科学院营养与食品卫生研究所编著. 食物成分表. 北京:人民卫生出版社, 1991.
- [9] 赵法箴,陈洪章,沈漪萍等. 酶解猪血纤维蛋白的营养

- 评价. 营养学报, 1984, 6(1) :27 ~ 33.
- [10] 尹洪滨, 姚道霞, 孙中武等. 黑龙江鲢形目鱼类的肌肉营养组成分析. 营养学报, 2006, 28(5) :438 ~ 441.
- [11] 陈琴, 黄钧, 唐章生等. 南美鲱鱼的含肉率及肌肉营养评价. 动物学杂志, 2002, 37(1) :53 ~ 57.
- [12] 严安生, 熊传喜, 钱健旺等. 鳊鱼含肉率及鱼肉营养价值的研究. 华中农业大学学报, 1995, 14(1) :80 ~ 84.
- [13] Gedrem T. Genetic variation in quantitative traits and selective breeding in fish and shellfish. *Aquaculture*, 1983, 33(1 - 4) :51 ~ 72.
- [14] 尹洪滨, 孙中武, 沈希顺等. 山女鲮营养成分分析. 水生生物学报, 2004, 28(5) :578 ~ 580.
- [15] 孙中武, 尹洪滨. 六种冷水鱼肌肉营养成分分析与评价. 营养学报, 2004, 26(5) :386 ~ 388, 392.
- [16] 尹洪滨, 尹家胜, 徐伟等. 兴凯湖翘嘴红鲌肌肉营养成分分析. 中国水产科学, 2003, 10(1) :82 ~ 84.
- [17] 林利民, 王秋荣, 王志勇等. 不同家系大黄鱼肌肉营养成分的比较. 中国水产科学, 2006, 13(2) :286 ~ 291.