

文章编号: 1000- 0615(2003)04- 0371- 06

# 大 鳍 的 消 化 能 力 与 营 养 价 值

向 泉<sup>1</sup>, 叶元土<sup>2</sup>, 周兴华<sup>1</sup>, 林仕梅<sup>3</sup>, 罗 莉<sup>3</sup>, 王友慧<sup>3</sup>  
(1. 西南农业大学水产学院, 重庆 荣昌 402460; 2. 苏州大学生命科学学院, 江苏 苏州 215006;  
3. 西南农业大学水产学院, 重庆 北碚 400715)

摘要: 采用常规方法测定了大鳍 (*Mystus macropterus*) 的消化道指数, 其比肠长、比胃重、比肠重、比肝胰脏重和比内脏重分别为  $0.531 \pm 0.006$ 、 $0.014 \pm 0.006$ 、 $0.017 \pm 0.003$ 、 $0.0084 \pm 0.0029$  和  $0.070 \pm 0.011$ 。体重与体长的回归方程  $Y = 0.1238X^{2.8388}$  ( $r = 0.9949$ ,  $P < 0.01$ ); 大鳍 的胃、前肠、中肠和后肠中消化液的 pH 值分别为: 3.0~3.8、6.6~7.4、7.2~8.2、7.2~7.9, 且消化道各部分具有较高的蛋白酶和淀粉酶活性, 蛋白酶的活性为中肠 > 前肠 > 肝胰脏 > 后肠 > 胃; 而淀粉酶的活性则为前肠 > 后肠 > 中肠 > 肝胰脏 > 胃; 全鱼和肌肉中粗蛋白的含量分别为  $62.09 \pm 3.8\%$  和  $68.28 \pm 4.6$ , 粗脂肪含量分别为  $15.33 \pm 1.7$  和  $21.87 \pm 2.9$ ; 肌肉中必需氨基酸的含量占氨基酸总量的 40.76%, 鲜味氨基酸的含量为总氨基酸量的 29.70%。综合肌肉的常规营养成分和氨基酸分析的结果, 表明大鳍 是一种营养价值较高的优质鱼类。

关键词: 大鳍 ; 消化能力; 营养价值; 消化道指数  
中图分类号: S963 文献标识码: A

## Digestive ability and nutritive value of *Mystus macropterus*

XIANG Xiao<sup>1</sup>, YE Yuan-tu<sup>2</sup>, ZHOU Xing-hua<sup>1</sup>, LIN Shi-mei<sup>3</sup>, LUO Li<sup>3</sup>, WANG You-hui<sup>3</sup>  
(1. College of Fisheries, Southwest Agricultural University, Rongchang 402460, China;  
2. College of Life Sciences, Suzhou University, Suzhou 215006, China;  
3. College of Fisheries, Southwest Agricultural University, Beibei 400716, China)

**Abstract** With normal regulations method, the digestive tube indices of *Mystus macropterus* such as ratio of intestine gut length to body length was  $0.531 \pm 0.006$  while the ratio of stomach, intestine gut, hepatopancreas or viscera weight to body weight were  $0.014 \pm 0.006$ ,  $0.017 \pm 0.003$ ,  $0.0084 \pm 0.0029$  and  $0.070 \pm 0.011$ , respectively. The regression of body weight with body length was  $Y = 0.1238X^{2.8388}$  ( $r = 0.9949$ ,  $P < 0.01$ ). The pH value of stomach, anterior intestine, middle instestine, posterior intestine and hepatopancreas were 3.0- 3.8, 6.6- 7.4, 7.2- 8.2 and 7.2- 7.9, respectively. At the same time, the activities of protease were middle instestine > anterior intestine > hepatopancreas > posterior intestine > stomach; the activities of amylase were anterior intestine > posterior intestine > middle instestine > hepatopancreas > stomach. The crude protein of muscle and whole body were  $62.09 \pm 3.8\%$  and  $68.28 \pm 4.6$ , respectively; the crude fat were  $15.33 \pm 1.7$  and  $21.87 \pm 2.9$ , respectively. The essential amino acids accounted for 40.76% of total amino acids and the delicious amino acid accounted for 29.70% of total amino acids. It was indicated that the nutritive value of *Mystus macropterus* is higher than that of the common carp and grass carp.

**Key words** *Mystus macropterus*; digestive ability; nutritive values; digestive tube index

收稿日期: 2002-08-20

作者简介: 向 泉 (1973-), 男, 四川通江人, 讲师, 硕士, 主要从事水产动物营养与饲料的研究工作。E-mail: xiangxiao@163.com

通讯作者: 叶元土 (1964-), 男, 教授, 主要从事水产动物营养与饲料的研究工作。Tel: 0512- 67480923, E-mail: yeyuant@pub.sz.

大鳍 (*Mystus macropterus*) 又叫石扁头、江鼠等, 为鲇形目, 鲇科, 属鱼类, 广泛分布于长江干流及其支流, 嘉陵江、金沙江等。其肉质鲜美, 具有较高的食用价值<sup>[1]</sup>。近年来, 由于人为的过度捕捞, 江河中的资源量逐渐减少, 为了保护江河鱼类资源和不断满足人们生活的需要, 进行大鳍的人工繁殖和养殖已经势在必行。本文旨在对大鳍的消化能力和营养价值进行初步研究, 以探讨对大鳍进行人工养殖的经济价值和生产潜力。

## 1 材料和方法

### 1.1 材料

大鳍 为从嘉陵江北碛江段捕鱼船上收购的鲜活鱼, 共计 150 尾。体长  $25.2 \pm 5.4$  cm, 体重  $131.8 \pm 78.0$  g。

### 1.2 试验处理

所收购的大鳍 经暂养后, 按照常规的方法进行解剖, 测定其体长、体重、肠长、肠重、胃重、肝胰脏重及酮体重, 计算大鳍 的消化系统指数<sup>[2]</sup>。

### 1.3 试验方法

采用精密 pH 试纸测定大鳍 的消化液 pH 值, 参照尾崎久雄等的方法测定大鳍 的比肠长(肠长与体长之比)、比胃重、比肠重、比肝胰脏重、比内脏重(分别以胃重、肠重、肝胰脏重、内脏重与体重之比)等消化道指数<sup>[2]</sup>; 采用 Folin- 酚法和次碘酸法测定大鳍 胃、肠、肝胰脏的蛋白酶和淀粉酶的活性<sup>[3, 4]</sup>。

### 1.4 营养成分的测定

按常规方法测定大鳍 全鱼及肌肉中粗蛋白、粗脂肪、粗灰份、水分及 Ca、P 的含量<sup>[5]</sup>; 用 835- 50 型氨基酸自动分析仪测定肌肉中氨基酸含量。

## 2 结果与讨论

### 2.1 消化道指数

大鳍 消化道指数的测定结果见表 1, 相应回归方程见表 2 和图 1。

表 1 大鳍 消化道指数

Tab. 1 The digestive tube index of *Mystus macropterus*

	体重(g) body weight	体长(cm) body length	比肠长 ratio of intestine gut length to body length	比胃重 ratio of stomach to body weight	比肠重 ratio of intestine gut to body weight	比肝胰脏重 ratio of hepatopancreas to body weight	比内脏重 ratio of viscera weight to body weight
范围 extent	45.0~ 282.0	17.8~ 34.0	0.408~ 0.611	0.006~ 0.025	0.012~ 0.022	0.0029~ 0.0117	0.057~ 0.088
平均值 mean	131.8	25.2	0.531	0.014	0.017	0.0084	0.070
标准差 SD	78.0	5.4	0.061	0.006	0.003	0.0029	0.011

由表 1、表 2 可知, 大鳍 的体重与体长的回归方程  $Y = 0.1238X^{2.8388}$  ( $r = 0.9949$ ,  $P < 0.01$ ) 与鱼类生长的一般模式:  $W = aL^b$  相一致, 其中 b 值为 2.8388。比肠长  $0.531 \pm 0.061$  与鳊  $0.966$  和  $0.708 \sim 0.816$  接近<sup>[2]</sup>; 比胃重  $0.014 \pm 0.006$  与虹鳟的  $0.0163 \sim 0.0245$  接近<sup>[2]</sup>; 比肝胰脏重  $0.0084 \pm 0.0029$ , 略低于虹鳟的  $0.0149$ <sup>[2]</sup>; 比肠重为  $0.017 \pm 0.003$ , 低于杂食性的鲤  $2.64$ 、草食性的草鱼  $2.55$ 、滤食性的鲢  $3.0 \sim 7.8$ <sup>[2]</sup>。大鳍 的比胃重、比肠重、比肝胰脏重、比内脏重均随着其体重的增加而呈现出下降的趋

势,且具有相似的变化趋势;说明小幼鱼的比胃重、比肠重、比肝胰脏重和比内脏相对较大,此时主要是通过摄取大量的食物来满足其生长发育的需要。随着鱼体的增长,其比胃重、比肠重、比肝胰脏重和比内脏重则相对降低,此时鱼体则通过提高对饲料的消化能力,提高饲料利用率来满足自身发育所需的能量,而比肠长则出现随着其体长的增加而相应增加的线性关系(表2和图1)。同时结合大鳍 消化道内的食物组成,可以看出大鳍 与尾崎久雄等<sup>[2]</sup>所描述的一般肉食性鱼类的基本特征相一致。

表2 大鳍 消化道指数与体长、体重的回归方程

Tab.2 The regression equation of *Mystus macropterus* digestive tube index with body length and body weight

项目 parameter	回归方程 regression	相关系数(r) related coefficient	离差(S) standard errors	显著性 significance
体重与体长 body weight with body length	$Y = 0.1238X^{2.8388}$	0.9949	0.61657	极显著
比肠长与体长 ratio of intestine gut length to body length with body length	$Y = 0.2662 + 0.0105X$	0.9353	0.06019	极显著
比胃重与体重 ratio of stomach to body weight with body weight	$Y = 0.6774X^{-0.8597}$	0.9856	0.53779	极显著
比肠重与体重 ratio of intestine gut to body weight with body weight	$Y = 0.0666X^{-0.2986}$	0.9826	0.18424	极显著
比肝胰脏重与体重 ratio of hepatopancreas to body weight with body weight	$Y = 0.0133 - 0.000037X$	0.9920	0.00292	极显著
比内脏重与体重 ratio of viscera weight to body weight with body weight	$Y = 0.2075X^{-0.2339}$	0.9846	0.14651	极显著

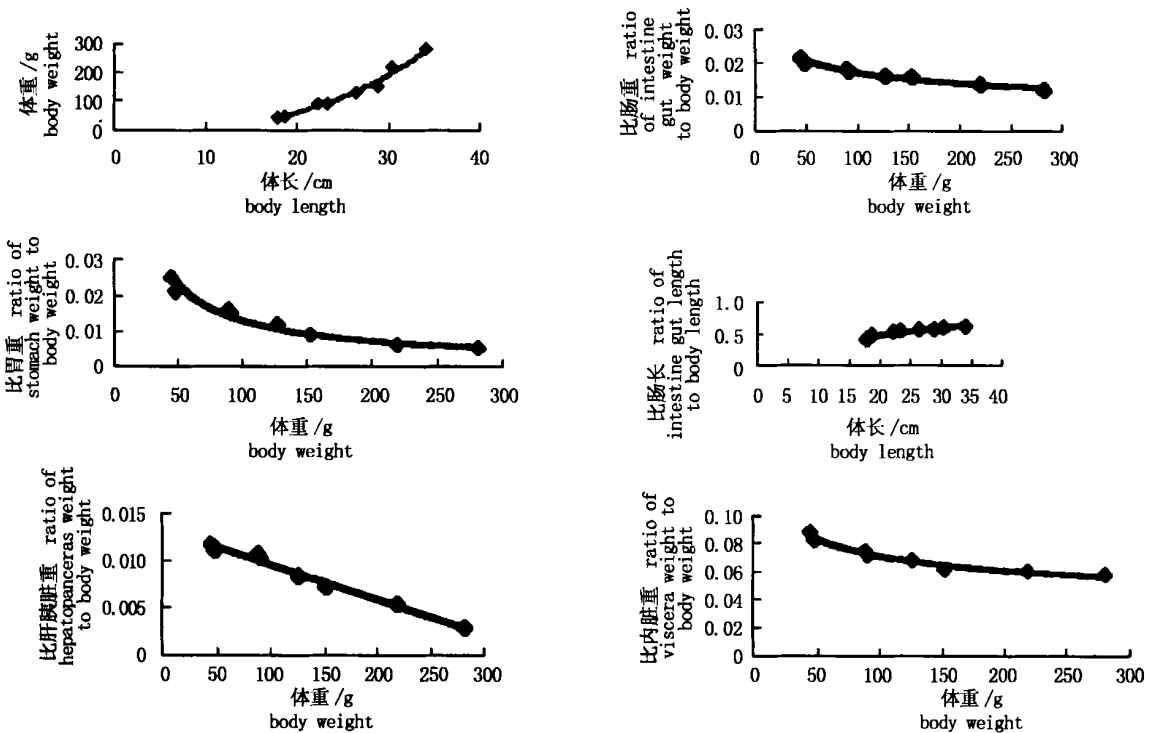


图1 大鳍 的消化道指数与体长、体重的回归曲线

Fig.1 The regression curve estimation of *Mystus macropterus* digestive tube index, body length and body weight

## 2.2 消化道内的食物组成、消化液 pH 值及消化系统酶活力

将所捕获的大鳍 解剖后,用解剖镜对其胃、前、中、后肠中的食物成分进行观察和分析,结果发现嘉陵江北碛江段中的大鳍 的消化道内的主要食物组成有枝角类、轮虫、虾类、摇蚊幼虫、小杂鱼、螺类、蚌类及一些水生昆虫等。其食物种类均为一些动物性的食物;同时,用精密 pH 试纸测定大鳍 的胃、前、中、后肠中消化液的 pH 值,其结果为:胃、前肠、中肠和后肠中消化液的 pH 值分别为:3.0~3.8、6.6~7.4、7.2~8.2、7.2~7.9。大鳍 胃液的 pH 值呈酸性,而肠道消化液的 pH 值则在 7.0 左右。说明其胃液 pH 值与肠道的差异较大,而肠道从前到后的 pH 值则变化较小。

大鳍 胃、前肠、中肠、后肠和肝胰脏中蛋白酶和淀粉酶的活力,结果见表 3。由表 3 可知,大鳍 消化道具有较高的蛋白酶和淀粉酶活性。从酶活性的大小来看,蛋白酶的活性为前肠>肝胰脏>后肠>胃;而淀粉酶的活性则为前肠>后肠>中肠>肝胰脏>胃。大鳍 的胃蛋白酶和胃淀粉酶的活性均为最低。由于大鳍 消化道中从胃到后肠,其消化液的 pH 值的变化较大,从胃液中的 3.2~3.8 到后肠中的 7.2~7.9,有助于消化道各部分中酶的作用的发挥。说明大鳍 对饲料蛋白质和淀粉有较强的消化能力。

表 3 大鳍 消化道蛋白酶和淀粉酶的活力

Tab. 3 The activities of the protease and diastase of *Mystus macropterus*

	体重(g) body weight	蛋白酶( $\mu\text{g}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ ) protease					淀粉酶( $\text{mg}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ ) diastase				
		胃 stomach	前肠 anterior intestine	中肠 middle intestine	后肠 posterior intestine	肝胰脏 hepto- pancreas	胃 stomach	前肠 anterior intestine	中肠 middle intestine	后肠 posterior intestine	肝胰脏 hepto- pancreas
范围 extent	45.0~ 282.0	496~ 703	1 061~ 1 149	1 208~ 1 537	527~ 664	636~ 792	283~ 317	1 015~ 1 332	492~ 607	955~ 1 143	386~ 503
平均值 mean	131.8	379	1 127	1 379	566	715	299	1 163	558	1 054	442
标准差 standard error	78.0	32.4	15.3	82.7	55.1	49.4	18.0	87.2	63.8	45.1	74.9

## 2.3 大鳍 的营养成分分析

大鳍 全鱼及肌肉中的常规营养成分(水分、粗蛋白、粗脂肪、粗灰分、Ca、P)的测定结果见表 4。从表 4 可知,大鳍 肌肉中所含水分、粗蛋白、粗脂肪和粗灰分均高于全鱼;而肌肉中的粗灰分和 Ca 则分别低于全鱼。且全鱼和肌肉中粗蛋白的含量均在 20% 以上,其粗脂肪含量也较高。说明大鳍 为营养价值较高的优质鱼类。

表 4 大鳍 全鱼和肌肉的常规营养成分

Tab. 4 Nutrient contents of muscle and whole-body of *Mystus macropterus*

		体重(g) body weight	水分 moisture	粗蛋白 crude protein	粗脂肪 crude lipid	粗灰分 crude ash	钙 Ca	磷 P
全鱼 whole-body	范围 extent	45.0~ 282.0	72.32~ 78.67	59.84~ 66.42	11.85~ 18.39	10.77~ 21.03	0.31~ 0.72	0.31~ 0.44
	平均值 mean	131.8	75.62	62.09	15.33	14.15	0.45	0.34
	标准差 standard error	78.0	10.5	3.8	1.7	3.1	0.08	0.04
	范围 extent	41~ 253.5	75.61~ 80.55	64.17~ 81.91	15.01~ 22.76	7.42~ 8.93	0.33~ 0.39	0.64~ 0.75
肌肉 muscle	平均值 mean	138.6	76.03	68.28	21.87	7.67	0.37	0.71
	标准差 standard error	52.1	12.5	4.6	2.9	2.7	0.02	0.06

注:营养价值的分析值除水份为鲜样外,其余的均为风干样品的百分含量

Notes: The value of analysis are the percentage of the dried weight except that the moisture is in fresh sample

## 2.4 大鳍 肌肉中的氨基酸分析

大鳍 肌肉氨基酸的含量为见表5。大鳍 肌肉中氨基酸组成特征与其它鱼类的比较见表6。

由表5、6可知,大鳍 肌肉中所含氨基酸中,含有人和动物的必需氨基酸的量较多。其中所含的人体的必需氨基酸( $\Sigma AA_1/\Sigma AA$ )、动物的必需氨基酸( $\Sigma AA_2/\Sigma AA$ )及人和动物体最容易缺乏的赖氨酸和甲硫氨酸( $\Sigma Lys+Met/\Sigma AA$ )的比例分别为40.75%、50.24%、13.10%。其含人体的必需氨基酸比例高于草鱼39.89%<sup>[6]</sup>、团头鲂39.86%<sup>[6]</sup>、鲤39.21%<sup>[7]</sup>,也高于大口鲶39.19%<sup>[8]</sup>。而与青鱼41.41%<sup>[6]</sup>、长吻 42.38%<sup>[3]</sup>接近。评价一种蛋白质的营养价值的高低,不仅要看其所含氨基酸种类是否齐全,而且要看其必需氨基酸之间的比例是否适当<sup>[9]</sup>。大鳍 肌肉中所含的人和动物必需氨基酸的比例及赖氨酸和甲硫氨酸的比例均较高。说明大鳍 肌肉蛋白质营养价值较高。

表5 大鳍 肌肉氨基酸的含量

Tab. 5 Contents of amino acids in muscle of *Mystus macropterus*

氨基酸 amino acid	含量 contents	氨基酸 amino acid	含量 contents	氨基酸 amino acid	含量 contents
天冬氨酸(Asp)	9.72	谷氨酸(Glu)	12.17	甘氨酸(Gly)	4.17
苏氨酸(Thr)	3.06	丝氨酸(Ser)	3.18	丙氨酸(Ala)	3.64
甲硫氨酸(Met)	3.38	异亮氨酸(Ile)	3.29	苯丙氨酸(Phe)	3.55
亮氨酸(Leu)	7.51	酪氨酸(Tyr)	1.88	精氨酸(Arg)	4.91
脯氨酸(Pro)	2.14	赖氨酸(Lys)	6.54	组氨酸(His)	2.25
缬氨酸(Val)	3.53	胱氨酸(Cys)	0.81	$\Sigma AA$	75.73

表6 大鳍 肌肉中氨基酸组成特征与其它鱼类的比较

Tab. 6 Comparison of composition character of amino acid among *Mystus macropterus* muscle and other fishes

鱼类 fishes	含量为前五位的氨基酸 amino acid of the first five					$\Sigma AA_1/\Sigma AA$	$\Sigma AA_2/\Sigma AA$	$\Sigma Lys+Met/\Sigma AA$
	1	2	3	4	5			
大鳍 <i>Mystus macropterus</i>	Glu	Asp	Leu	Lys	Arg	40.75	50.24	13.10
草鱼 <sup>[6]</sup> <i>Ctenopharyngodon idellus</i>	Glu	Asp	Lys	Arg	Ala	39.89	49.94	10.36
青鱼 <sup>[6]</sup> <i>Mylpharyngodon piceus</i>	Glu	Asp	Lys	Leu	Arg	41.41	51.54	12.26
团头鲂 <sup>[6]</sup> <i>Megalobrama amblycephala</i>	Glu	Lys	Asp	Gly	Leu	39.86	46.69	11.81
大口鲶 <sup>[8]</sup> <i>Silurus meridionalis</i>	Glu	Lys	Asp	Leu	Arg	39.19	48.09	13.83
胡子鲶 <sup>[8]</sup> <i>Silurus asotus</i>	Glu	Lys	Asp	Leu	Arg	38.31	47.95	14.79
岩原鲤 <sup>[3]</sup> <i>Rocypris rabaudi</i> Tchang	Glu	Leu	Lys	Asp	Phe	46.74	55.55	15.25
长吻 鲶 <sup>[3]</sup> <i>Leiocassis longirostris</i>	Glu	Leu	Lys	Pro	Asp	42.38	52.31	13.38
黄颡鱼 <sup>[3]</sup> <i>Pelteobagrus fulvidraco</i>	Glu	Asp	Leu	Lys	Arg	44.41	53.17	13.33
鲤 <sup>[7]</sup> <i>Cyprinus carpio</i>	Glu	Asp	Lys	Leu	Ala	39.21	48.39	11.85
异育银鲫 <sup>[7]</sup> <i>allogynogenetic crucian carp</i>	Glu	Asp	Lys	Leu	Ala	39.73	47.20	10.19

注:  $\Sigma AA_1$  为人体所必需的7种氨基酸(Trp除外),  $\Sigma AA_2$  为动物所必需的9种氨基酸(Trp除外),  $\Sigma AA$  为大鳍 肌肉中的氨基酸总量

Notes:  $\Sigma AA_1$  are seven essential amino acids in human body(except Trp);  $\Sigma AA_2$  are nine essential amino acids in animal(except Trp);  $\Sigma AA$  are the total amino acid in *Mystus macropterus*' muscle

## 2.6 大鳍 肌肉中的鲜味氨基酸

动物蛋白味道的鲜美程度与其中所含谷氨酸、天冬氨酸、甘氨酸、丙氨酸等鲜味氨基酸含量有关<sup>[10]</sup>,大鳍 肌肉中鲜味氨基酸的含量与其它一些鱼类的比较见表7。大鳍 的鲜味氨基酸含量为29.70%。大于黄颡鱼(26.32%)。与鲶鱼(29.95%)<sup>[8]</sup>、泥鳅(29.93%)<sup>[11]</sup>和斑点叉尾 (30.04%)<sup>[12]</sup>、乌鳢(32.16%)<sup>[13]</sup>等接近。可知大鳍 是一种味道鲜美的优质鱼类。

## 3 小结

综上所述,大鳍 肌肉中含有丰富全面的营养物质,蛋白质的含量较高。氨基酸种类齐全,其中必

表7 大鳍 肌肉中鲜味氨基酸与其它几种鱼类的比较

Tab.7 Comparison of delicious amino acids among *Mystus macropterus* muscle and other fishes

%

氨基酸 amino acid	大鳍 <i>Mystus macropterus</i>	黄颡鱼 <sup>[3]</sup> <i>Pelteobagrus fulvidraco</i>	乌鳢 <sup>[13]</sup> <i>Ophiocephalus argus</i>	鲶鱼 <sup>[8]</sup> <i>Silurus asotus</i>	黄鳍 <sup>[14]</sup> <i>Monopterus albus</i>	异育银鲫 <sup>[7,15]</sup> <i>allogynogenetic crucian carp</i>	泥鳅 <sup>[11]</sup> <i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	斑点叉尾 <sup>[12]</sup> <i>Ictalurus punctatus</i>	大眼鲈鲂 <sup>[16]</sup> <i>Stizostedion vitreum</i>
Glu	12.17	11.71	13.45	13.25	14.46	14.31	12.57	13.59	16.24
Asp	9.72	7.58	8.58	8.48	8.60	9.84	8.87	8.59	8.84
Gly	4.17	3.04	4.74	3.66	6.38	5.04	3.89	3.30	4.13
Ala	3.64	3.99	5.39	4.56	5.79	5.71	4.60	4.56	5.07
总和	29.70	26.32	32.16	29.95	35.23	34.90	29.93	30.04	34.28

需氨基酸含量较高,具有较高的营养价值。大鳍 肌肉中鲜味氨基酸的含量也较高,肉质鲜美。因此,大鳍 是一种营养价值较高的鱼类,值得进行人工繁殖和大力推广其人工养殖。

### 参考文献:

- [1] Ding R H. The fishes of Sichuan[M]. Chengdu: Sichuan Scientific and Technical Press, 1984. [丁瑞华(主编).四川鱼类志[M].成都:四川科学技术出版社,1984.]
- [2] Ozaki Hisao. Fish digestive physiology(I, II)[M]. Shanghai: Shanghai Scientific and Technical Press, 1985. [尾崎久雄.鱼类消化生理(上、下)(李爱杰译)[M].上海:上海科技出版社,1985.]
- [3] Ye Y T, Ling S M, Luo L, et al. Study on the digestive ability and nutritive value of *Pelteobagrus fulvidraco* from the Jialing River[J]. J Dalian Fish Univ, 1997, 12(2): 23- 30. [叶元士,林仕梅,罗莉,等.黄颡鱼消化能力与营养价值的研究[J].大连水产学院学报,1997,12(2):23- 30.]
- [4] Ye Y T. A study on diastase activity in the intestine and hepatopancrea of *Cyprinus carpio*[J]. Fisheries Science, 1992, 2:21- 25. [叶元士.鲤鱼肠道、肝脏淀粉酶活力研究[J].水产科学,1992,2:21- 25.]
- [5] Yang S. The technology of feed's analysis and quantity examination[M]. Beijing: Beijing Agricultural University, 1993. [杨胜.饲料分析及饲料质量检测技术[M].北京:北京农业大学出版社,1993.]
- [6] Wang D Z, Liu Y F. The Biochemical analysis of *Mylpharyngodon piceus*, *Ctenpharyngodon idellus*, *Megalobrama amblycephala*'s muscle and its' natural feeding[J]. Fisheries Science & Technology information, 1987, (4): 11- 16. [王道尊,刘玉芳.青鱼、草鱼、团头鲂及其天然饲料生化组成的分析[J].水产科技情报,1987,(4):11- 16.]
- [7] Yan A S, Xiong C X, Zhou Z J, et al. The percentage of meat content in the body of *Grassius auratus gibelio*, and evaluation of its nutrition atatus [J]. Reservoir Fisheries, 1998, 18(3): 16- 19. [严安生,熊传喜,周志军,等.异育银鲫的含肉率及营养评定[J].水利渔业,1998,18(3):16- 19.]
- [8] Chen D F, He X F, Zhou Q G. A study on the rate of flesh content of *Silurus soldatovi* chen and *Silurus asotus* L and the nutritional composition of their flesh[J]. Chinese Journal of Zoology, 1990, 25(1): 7- 9. [陈定福,何学福,周启贵.南方大口鲶和鲶鱼含肉率及鱼肉的营养成分[J].动物学杂志,1990,25(1):7- 9.]
- [9] Jiang W X, Liu Y. Nutritional and food's chemistry[M]. Beijing: Joint Press of Beijing Medical University and China Xiehe Medical University, 1992. 4- 14. [江伟珂,刘毅.营养与食品化学[M].北京:北京医科大学和中国协和医科大学联合出版社,1992.4- 14.]
- [10] Liu C J, Zhang J T. The handbook of food additive[M]. Beijing: China Perspective Press, 1988. 175- 160. [刘纯洁,张娟婷(编译).食品添加剂手册[M].北京:中国展望出版社,1988.157- 160.]
- [11] Zhao Z S, Gao G Q, Yin J, et al. Study on the content of nutritional components in the swamp loach *Misgurnus anguillicaudatus* and *Paramisgurnus dabryanus* [J]. Reservoir Fisheries, 1999, 19(3): 16- 17. [赵振山,高贵琴,印杰,等.泥鳅和大鳞副泥鳅营养成分分析[J].水利渔业,1999,19(3):16- 17.]
- [12] Cai Y Z. The nutritional analysis of channel catfish (*Ictalurus punctatus*) [J]. Fisheries Science & Technology, 1998, (3): 24- 26. [蔡焰值.斑点叉尾 营养成分分析[J].水产科技,1998,(3):24- 26.]
- [13] Nie G X, Fu Y R, Zhang H, et al. Analysis of nutritional ingredient in *Ophiocephalus argus*'s muscle[J]. Freshwater Fisheries, 2002, 32(3): 46- 48. [聂国兴,傅艳茹,张浩,等.乌鳢肌肉营养成分分析[J].淡水渔业,2002,32(3):46- 48.]
- [14] Shu M A, Ma Y Z, Zang J C. An analysis of the nutritive composition in muscle of *Monopterus albus*[J]. J Fish China, 2000, 24(4): 339- 344. [舒妙安,马有智,张建成.黄鳍肌肉营养成分的分析[J].水产学报,2000,24(4):339- 344.]
- [15] Zhang L G. Preliminary study on hydrolytic amino acid and free amino acid in muscle of carp and crucian carp[J]. Acts Hydrobiol Sin, 1988, 12(2): 181- 185. [张奎光.鲤、鲫鱼肌肉水解氨基酸和游离氨基酸的初步研究[J].水生生物学报,1988,12(2):181- 185.]
- [16] Bai L D, Zhou J X, Huang Q, et al. Analysis of nutritional constituent in walleye (*Stizostedion vitreum*) muscle[J]. Freshwater Fisheries, 2000, 30(1): 34- 36. [白利丹,周景祥,黄权,等.大眼鲈鲂肌肉营养成分分析[J].淡水渔业,2000,30(1):34- 36.]