

短须裂腹鱼营养成分分析与品质评价

王 崇¹, 梁银铨¹, 张 宇², 沈再军², 姜志武²

(1. 水利部中国科学院水工程生态研究所, 水利部水工程生态效应与生态修复重点实验室, 武汉 430079;

2. 云南华电鲁地拉有限公司, 昆明 650228)

摘要:采用生化方法对短须裂腹鱼(*Schizothorax wangchiachii*)的常规营养成分、氨基酸和脂肪酸组成进行了分析, 并对其营养品质进行了评价, 为其养殖生产及饲料配制提供理论依据。2015年5月采集当年人工繁殖的短须裂腹鱼幼鱼200尾作为实验材料, 体长为5~8 cm, 体重为3.12~4.51 g, 分成4个混合样本进行检测分析。结果表明, 短须裂腹鱼鲜样中水分、粗蛋白、粗脂肪和粗灰分分别为 $(70.66 \pm 1.50)\%$ 、 $(14.24 \pm 0.40)\%$ 、 $(12.83 \pm 1.44)\%$ 和 $(2.05 \pm 0.11)\%$ 。共检测出17种氨基酸, 总量为 $(10.88 \pm 0.21)\%$, 必需氨基酸总量 $(5.05 \pm 0.11)\%$, 非必需氨基酸总量为 $(5.83 \pm 0.10)\%$; 依据氨基酸评分(AAS), 短须裂腹鱼的第一限制性氨基酸为缬氨酸(Val), 第二限制性氨基酸为异亮氨酸(Ile); 依据化学评分, 第一限制性氨基酸为蛋氨酸+胱氨酸(Met + Cys), 第二限制性氨基酸为苯丙氨酸+酪氨酸(Phe + Tyr)。共检测出17种脂肪酸, 总量为 (84.39 ± 7.20) mg/100 g, 饱和脂肪酸、单不饱和脂肪酸以及多不饱和脂肪酸分别为 (24.95 ± 2.22) mg/100 g、 (38.69 ± 3.29) mg/100 g、 (20.22 ± 1.60) mg/100 g。综合分析认为短须裂腹鱼是具有食用价值和资源开发潜力。

关键词:短须裂腹鱼; 生化组成; 氨基酸; 脂肪酸

中图分类号:Q493 **文献标志码:**A **文章编号:**1674-3075(2017)04-0096-05

短须裂腹鱼(*Schizothorax wangchiachii*)隶属于鲤形目、鲤科、裂腹鱼亚科、裂腹鱼属, 主要分布于金沙江、乌江和雅砻江; 因过度捕捞、环境污染、水电开发等原因, 其野生资源量越来越少。目前, 已有的文献资料集中在短须裂腹鱼人工驯养和早期胚胎发育方面(刘跃天等, 2007; 左鹏翔等, 2015); 而有关其鱼体营养成分方面尚未报道。本文通过分析短须裂腹鱼全鱼的生化组成、氨基酸组成、脂肪酸组成, 旨在为其营养学研究提供基础数据。

1 材料与方法

1.1 材料来源与处理

2015年5月在云南鲁地拉鱼类增殖放流站采集当年人工繁殖的短须裂腹鱼幼鱼200尾作为实验材料, 体长为5~8 cm, 体重为3.12~4.51 g, 分成4个混合样本进行检测分析。将新鲜的鱼样低温冷冻干燥后磨碎, 混合均匀, 用于测定鱼体的各种生化指标。

1.2 营养成分测定方法

鱼体的粗蛋白质采用凯氏定氮法(GB/T 5009.5-2010)测定; 粗脂肪采用索氏抽提法(GB/T 5009.6-2003)测定; 灰分采用马福炉高温灼烧法(GB/T 5009.4-2010)测定; 水分采用恒温烘干法。氨基酸测定采用氨基酸分析仪测定(GB/T 5009.124-2003), 由于色氨酸被水解, 未测定; 脂肪酸采用气相色谱仪(GB/T 5009.6-2003)测定。

1.3 营养学评价

根据世界粮农组织1973年建议的每克氨基酸评分标准模式(Pellett & Yong, 1980)和全鸡蛋蛋白质的氨基酸模式进行营养价值评定(桥本芳郎, 1980)。短须裂腹鱼样品中氨基酸评分(AAS)、化学评分(CS)和必需氨基酸指数(EAAI)计算方法参照邓君明等(2013)的方法进行。

1.4 数据处理

实验数据采用Excel 2007 进行处理。

2 结果

2.1 生化组成

短须裂腹鱼和其他几种裂腹鱼的生化组成见表1。水分含量为 $(70.66 \pm 1.50)\%$, 蛋白含量为 $(14.24 \pm 0.40)\%$, 脂肪含量为 $(12.83 \pm 1.44)\%$, 灰分含量 $(2.05 \pm 0.11)\%$ 。

收稿日期:2015-12-07 修回日期:2017-05-10

作者简介:王崇, 1981年生, 女, 副研究员, 主要从事鱼类生态学
研究。E-mail: Wangchong@mail.ihe.ac.cn

通信作者:梁银铨, 1963年生, 男, 研究员。E-mail: liangyq@mail.ihe.ac.cn

表 1 短须裂腹鱼和其他几种裂腹鱼的生化组成(湿重)

种 类	生化组成/%				样本数/ 个	参考 文献
	水分	蛋白	脂肪	灰分		
短须裂腹鱼 <i>S. wangchiachii</i>	70.66 ± 1.50	14.24 ± 0.40	12.83 ± 1.44	2.05 ± 0.11	4	本研究
云南裂腹鱼 <i>S. yunnanensis</i>	74.07 ± 0.16	20.79 ± 0.20	1.85 ± 0.03	1.62 ± 0.01	5	邓君明等,2013
澜沧裂腹鱼 <i>S. antsangensis</i>	79.16 ± 0.21	16.98 ± 0.02	1.21 ± 0.01	0.84 ± 0.01	5	邓君明等,2013
光唇裂腹鱼 <i>S. lissolabiatius</i>	78.81 ± 0.18	16.80 ± 0.04	2.77 ± 0.05	0.97 ± 0.03	5	邓君明等,2013
塔里木裂腹鱼 <i>S. biddulphi</i>	72.67 ± 0.74	18.49 ± 0.84	7.68 ± 1.33	1.16 ± 0.13	30	魏杰等,2013
齐口裂腹鱼 <i>S. prenanti</i>	80.82 ± 0.14	16.35 ± 0.04	1.56 ± 0.02	1.15 ± 0.01	10	温安详等,2003
四川裂腹鱼 <i>S. kolzovi</i>	81.03 ± 2.03	15.49 ± 0.35	1.03 ± 0.15	1.06 ± 0.04	25	范家佑等,2010
昆明裂腹鱼 <i>S. grahami</i>	80.47 ± 2.01	15.78 ± 0.06	2.29 ± 0.11	1.11 ± 0.05	26	陈永祥等,2009
重口裂腹鱼 <i>S. davidi</i>	80.52 ± 0.65	16.67 ± 1.24	1.58 ± 0.37	1.17 ± 0.19	6	周兴华,2006

2.2 氨基酸组成

短须裂腹鱼的氨基酸含量(湿重)见表 2。

表 2 短须裂腹鱼的氨基酸构成及含量(湿重)

Tab.2 Composition and content of amino acids in <i>S. wangchiachii</i> (wet weight)	
氨基酸	占比/%
天门冬氨酸 Asp	1.20 ± 0.02
苏氨酸 Thr	0.54 ± 0.01
丝氨酸 Ser	0.57 ± 0.01
谷氨酸 Glu	1.71 ± 0.04
甘氨酸 Gly	0.71 ± 0.01
丙氨酸 Ala	0.71 ± 0.01
胱氨酸 Cys	0.12 ± 0.00
缬氨酸 Val	0.54 ± 0.01
蛋氨酸 Met	0.31 ± 0.00
异亮氨酸 Ile	0.44 ± 0.01
亮氨酸 Leu	0.84 ± 0.02
酪氨酸 Tyr	0.34 ± 0.00
苯丙氨酸 Phe	0.39 ± 0.00
赖氨酸 Lys	0.94 ± 0.02
组氨酸 His	0.35 ± 0.01
精氨酸 Arg	0.69 ± 0.01
脯氨酸 Pro	0.44 ± 0.01
氨基酸总和 TAA	10.88 ± 0.21
必需氨基酸总量 EAA	5.05 ± 0.11
非必需氨基酸总量 NEAA	5.83 ± 0.10
鲜味氨基酸总量 DAA	4.35 ± 0.08
必需氨基酸/氨基酸总量 (ΣEAA/ΣTAA)	46.40 ± 0.21
必需氨基酸/非必需氨基酸 (ΣEAA/ΣNEAA)	86.57 ± 0.72
鲜味氨基酸/氨基酸总量 (ΣDAA/ΣTAA)	39.97 ± 0.00

注: ΣEAA 表示鱼样必需氨基酸总和; ΣTAA 表示鱼样氨基酸总和; ΣNEAA 表示非必需氨基酸总和; ΣDAA 表示鲜味氨基酸总量; n=4。

Notes: ΣEAA means the summation of the total essential amino acids in fish samples; ΣTAA means the summation of total amino acids in fish samples; ΣNEAA means the summation of the total nonessential amino acids (NEAA) in fish samples; ΣDAA means the summation of the delicious amino acids; n=4.

短须裂腹鱼含有 17 种氨基酸,包括 9 种必需氨基酸和 8 种非必需氨基酸,氨基酸总量为 10.88%

(湿重)。必需氨基酸总量为 5.05%,占氨基酸总量的 46.40%;非必需氨基酸总量为 5.83%,鲜味氨基酸总量为 4.35%。短须裂腹鱼的氨基酸组成及含量分析表明,谷氨酸含量最高,为 1.71%;其次是天门冬氨酸(1.20%)、赖氨酸(0.94%)、亮氨酸(0.84%);胱氨酸含量最低,为 0.12%。

2.3 营养品质的评价

根据世界粮农组织(FAO)氨基酸评分标准模式和全鸡蛋蛋白质的氨基酸模式进行计算和比较,得出短须裂腹鱼的氨基酸评分(AAS)、化学评分(CS)和必需氨基酸指数(表 3)。依据氨基酸评分(AAS),短须裂腹鱼的第一限制性氨基酸为缬氨酸(Val),第二限制性氨基酸为异亮氨酸(Ile);依据化学评分,第一限制性氨基酸为蛋氨酸+胱氨酸(Met+Cys),第二限制性氨基酸为苯丙氨酸+酪氨酸(Phe+Tyr)。

表 3 短须裂腹鱼鱼体必需氨基酸评分和化学评分
Tab.3 Amino acid score (AAS) and chemical score (CS) of the essential amino acids in *S. wangchiachii*

必需氨基酸	鸡蛋蛋白	FAO	AAS	CS
赖氨酸(Lys)	4.41	3.40	0.94	0.73
亮氨酸(Leu)	5.34	4.40	0.65	0.54
异亮氨酸(Ile)	3.31	2.50	0.61	0.46
蛋氨酸+胱氨酸(Met+Cys)	3.86	2.20	0.69	0.39
缬氨酸(Val)	4.10	3.10	0.60	0.45
苏氨酸(Thr)	2.92	2.50	0.74	0.63
苯丙氨酸+酪氨酸(Phe+Tyr)	5.65	3.80	0.66	0.44

注:必需氨基酸指数为 51.49。
Note: The essential amino acids index (EAAI) is 51.49.

2.4 脂肪酸组成

短须裂腹鱼含有 17 种脂肪酸,其中饱和脂肪酸 5 种,含量为(24.95 ± 2.22) mg/100 g, C₁₆:0 含量最高;不饱和脂肪酸 12 种,含量为(58.91 ± 4.89) mg/100 g;单不饱和脂肪酸 4 种,含量为(38.69 ± 3.29) mg/100 g,其中 C₁₈:1 的含量最高,

为(28.58 ± 2.04) mg/100 g, C₁₆: 1 次之, 含量为(8.51 ± 1.12) mg/100 g; 多不饱和脂肪酸 8 种, 含量为(20.22 ± 1.60) mg/100 g。C₁₈: 2 含量最高为(13.54 ± 1.17) mg/100 g。

表 4 短须裂腹鱼鱼体脂肪酸种类及含量
Tab.4 Composition and content of fatty acids
in *S. wangchiachii*

脂肪酸种类	脂肪酸含量/mg · 100 g ⁻¹	
	湿重	干重
C ₁₄ : 0	2.76 ± 0.24	9.38 ± 0.14
C ₁₅ : 0	0.20 ± 0.01	0.68 ± 0.03
C ₁₆ : 0	18.13 ± 1.78	61.41 ± 1.63
C ₁₆ : 1	8.51 ± 1.12	28.77 ± 1.74
C ₁₇ : 0	0.30 ± 0.01	1.02 ± 0.01
C ₁₇ : 1	0.34 ± 0.03	1.14 ± 0.01
C ₁₈ : 0	3.55 ± 0.17	12.05 ± 0.28
C ₁₈ : 1	28.58 ± 2.04	96.87 ± 0.04
C ₁₈ : 2	13.54 ± 1.17	45.87 ± 0.67
C ₁₈ : 3n-6	0.37 ± 0.01	1.27 ± 0.06
C ₁₈ : 3n-3	1.45 ± 0.17	4.91 ± 0.21
C ₂₀ : 1	1.27 ± 0.10	4.33 ± 0.02
C ₂₀ : 2	0.41 ± 0.02	1.38 ± 0.18
C ₂₀ : 3	0.42 ± 0.01	1.42 ± 0.06
C ₂₀ : 4	0.72 ± 0.05	2.44 ± 0.00
C ₂₀ : 5	1.18 ± 0.21	3.99 ± 0.42
C ₂₂ : 6	2.13 ± 0.01	7.24 ± 0.50
ΣSFA	24.95 ± 2.22	84.54 ± 1.45
ΣUFA	58.91 ± 4.89	199.62 ± 2.23
ΣMUFA	38.69 ± 3.29	131.11 ± 1.73
ΣPUFA	20.22 ± 1.60	68.52 ± 0.50
ΣFA	84.39 ± 7.20	285.95 ± 3.85

注: ΣSFA 表示饱和脂肪酸总和; ΣUFA 表示不饱和脂肪酸总和; ΣMUFA 代表单不饱和脂肪酸总和; ΣPUFA 代表多不饱和脂肪酸总和; ΣFA 表示鱼体脂肪酸总和。

Notes: ΣSFA means the summation of saturated fatty acids; ΣUFA means the summation of unsaturated fatty; ΣMUFA means the summation of mono-unsaturated fatty acids; ΣPUFA means the summation of poly-unsaturated fatty acids; ΣFA means the summation of fatty acids in fish body.

3 讨论

3.1 同属鱼类的生化组成比较

研究表明,食物中干物质含量越高(水分含量越低),其营养物质含量也越高(庞卫等,2010)。已有的文献资料中描述了云南裂腹鱼、塔里木裂腹鱼、齐口裂腹鱼、昆明裂腹鱼等几种裂腹鱼肌肉中生化组成。短须裂腹鱼的水分含量和蛋白含量均低于其他几种裂腹鱼,脂肪和灰分含量则高于其他几种裂腹鱼。虽然几种裂腹鱼为同属,在分类上比较接近,但其生化组成仍有所差别。分析其原因,本文检测的样品为当年人工繁殖的幼鱼全鱼样品(材料鱼大

小均一),其他几种裂腹鱼检测野外采集的不同规格材料鱼的混合后的样品(材料鱼大小有所差别)。鱼体生化组成与种类、生活史阶段、养殖条件等有关;即便是同一种鱼,其生化组成因年龄、大小、生理状态、营养条件而有所不同(周兴华,2005)。

3.2 必需氨基酸的营养评价

必需氨基酸指数能反映必需氨基酸含量与标准蛋白质相比的接近程度。短须裂腹鱼的必需氨基酸指数(51.49),低于塔里木裂腹鱼(73.22)(魏杰等,2013);高于月鳢(42.34)(黄钧等,1999)和齐口裂腹鱼(48.60)(温安详等,2003)。蛋白质营养价值评价须依据氨基酸的组成和含量,尤其是必需氨基酸种类、含量和构成比例。优质蛋白源含有的必需氨基酸种类比较丰富,必需氨基酸之间的比例合适。根据世界粮农组织描述的理想氨基酸模式,优质蛋白源的 EAA/TAA 大于 40%,EAA/NEAA 则要大于 60%(邓君明等,2013)。短须裂腹鱼 EAA/TAA 为 46.40%,EAA/NEAA 为 86.57%。因此,其氨基酸组成比较理想,是优质的蛋白源。

3.3 脂肪酸的营养评价

脂肪由脂肪酸构成,脂肪酸的种类和比例决定其营养价值(庞卫等,2010)。短须裂腹鱼含有 17 种脂肪酸,不饱和脂肪酸的含量比较高,为(58.91 ± 4.89) mg/100 g,单不饱和脂肪酸含量为(38.69 ± 3.29) mg/100 g,高于多不饱和脂肪酸的含量(20.22 ± 1.60) mg/100 g。单不饱和脂肪酸在临床研究中具有降低血糖、调节血脂和降低胆固醇的作用(王炜和张伟敏,2005)。多不饱和脂肪酸(如 EPA 和 DHA)参与多种生理代谢活动,是人体生命活动必需的营养物质。研究表明,EPA 和 DHA 对神经系统有重要作用,具有健脑、提高记忆力和视力的功能(王萍等,2008)。综上,短须裂腹鱼具有较高的营养价值,是优良养殖品种,应注重资源保护与合理开发。

参考文献

陈永祥,胡思玉,赵海涛,等,2009. 乌江上游四川裂腹鱼和昆明裂腹鱼肌肉营养成分的分析[J]. 毕节学院学报, 27(8):66-68.
邓君明,张曦,龙晓文,等,2013. 三种裂腹鱼肌肉营养成分分析与评价[J]. 营养学报,35(4):391-393.
范家佑,代应贵,张晓杰,2010. 四川裂腹鱼含肉率及肌肉矿物质元素分析[J]. 广东农业科学,37(8):13-15.
黄钧,程光平,夏中生,1999. 月鳢肌肉营养成分分析及营养价值评定[J]. 广西科学院学报,15(2):69-72.

刘跃天,冷云,徐伟毅,等,2007. 短须裂腹鱼人工繁殖初探[J]. 水生态学杂志,27(5):31-32.

庞卫,潘艳云,覃志彪,等,2010. 野生巴马拟缨鱼肌肉营养成分研究[J]. 水生生物学报,34(4):885-889.

桥本芳郎著,蔡完其译,1980. 养鱼饲料学[M]. 北京:农业出版社.

王萍,张银波,江木兰,2008. 多不饱和脂肪酸的研究进展[J]. 中国油脂,33(12):42-46.

王炜,张伟敏,2005. 单不饱和脂肪酸的功能特性[J]. 中国食物与营养,(4):44-46.

魏杰,王帅,聂竹兰,等,2013. 塔里木裂腹鱼肌肉营养成分分析与品质评价[J]. 营养学报,35(2):203-205.

温安详,曾静康,何涛,2003. 齐口裂腹鱼肌肉的营养成分分析[J]. 水利渔业,23(1):13-15.

周兴华,向泉,陈建,2006. 重口裂腹鱼肌肉营养成分的分析[J]. 营养学报,28(6):536-537.

周兴华,郑曙明,吴青,等,2005. 齐口裂腹鱼肌肉营养成分的分析[J]. 大连水产学院学报,20(1):20-24.

庄平,宋超,章龙珍,2010. 舌虾虎鱼肌肉营养成分与品质的评价[J]. 水产学报,34(4):559-564.

左鹏翔,李光华,冷云,等,2015. 短须裂腹鱼胚胎与仔鱼早期发育特性研究[J]. 水生态学杂志,36(3):77-82.

Pellett P L, Yong V R, 1980. Nutritional evaluation of protein foods[M]. Printed in Tokyo, The United National University.

(责任编辑 万月华)

Nutrient Content and Quality of *Schizothorax wangchiachii*

WANG Chong¹, LIANG Yin-quan¹, ZHANG Yu², SHEN Zai-jun², JIANG Zhi-wu²

(1. Key Laboratory of Ecological Impacts of Hydraulic-projects and Restoration of Aquatic Ecosystem of Ministry of Water Resources, Institute of Hydroecology, Ministry of Water Resources &

Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430079, P. R. China;

2. Jinsha River Ludila Hydropower Company, Kunming 650228, P. R. China)

Abstract: *Schizothorax wangchiachii*, belonging to *Schizothorax*, Cypriniformes, Cyprinidae, is primarily distributed in Jinsha River, Wujiang River and Yalong River. In recent years, wild populations of *S. wangchiachii* have sharply declined because of dam construction, overfishing and environmental pollution. In this study, the nutrient content of *S. wangchiachii* was tested and the nutrient quality was evaluated to provide a theoretical basis for the artificial culture and to generate data for compounding feed. In May 2015, 200 *S. wangchiachii* juveniles, obtained by artificial reproduction, (total length: 5–8 cm, weight: 3.12–4.51 g) were selected for determination of biochemical composition. Content of moisture, crude protein, crude fat and crude ash were $(70.66 \pm 1.50)\%$, $(14.24 \pm 0.40)\%$, $(12.83 \pm 1.44)\%$ and $(2.05 \pm 0.11)\%$, respectively. A total of 17 common amino acids were detected, nine essential and eight nonessential. Amino acids contributed $(10.88 \pm 0.21)\%$ of the body weight, and the content of the essential amino acids and nonessential amino acids were $(5.05 \pm 0.11)\%$ and $(5.83 \pm 0.10)\%$, respectively. Based on the amino acid score (AAS), the first limited amino acid is Val and the second limited amino acid is Ile. Based on the chemical score (CS), the first limited amino acid is Met + Cys, and the second limited amino acid is Phe + Tyr. There were 17 fatty acids detected in the muscle tissue of *S. wangchiachii*, including 5 saturated fatty acids and 12 unsaturated fatty acids. The total content of the fatty acids was (84.39 ± 7.20) mg/100 g, and the content of the saturated fatty acids, mono-unsaturated fatty acids and polyunsaturated fatty acids were (24.95 ± 2.22) mg/100 g, (38.69 ± 3.29) mg/100 g, and (20.22 ± 1.60) mg/100 g, respectively. In conclusion, *S. wangchiachii*, has high nutritional value and good potential in aquaculture.

Key words: *Schizothorax wangchiachii*; biochemical composition; amino acid; fatty acid