

# 不同生长阶段匙吻鲟肌肉成分的研究

陈静<sup>1,2</sup>, 梁银铨<sup>1</sup>, 黄道明<sup>1</sup>, 胡小建<sup>1</sup>, 杨汉运<sup>1</sup>, 俞伏虎<sup>1</sup>, 方艳红<sup>1</sup>, 朱邦科<sup>2</sup>

(1. 水利部中国科学院水工程生态研究所, 湖北 武汉 430079; 2. 华中农业大学水产学院, 湖北 武汉 430070)

**摘要:** 对体重分别为 50、150、300 和 600 g 匙吻鲟的肌肉成分分析表明, 随着体重的增加, 水分含量依次降低, 蛋白质和脂肪的含量依次升高。体重 300 和 600 g 的匙吻鲟蛋白质含量差异不显著 ( $P > 0.05$ ); 脂肪含量在 4 个生长阶段差异都显著 ( $P < 0.05$ )。氨基酸总量与鱼体内蛋白质含量趋势相同, 都是随着体重的增加而增加。匙吻鲟肌肉中谷氨酸、赖氨酸、亮氨酸、天冬氨酸、甘氨酸和丙氨酸的含量都较高。体重 300 g 和 600 g 的匙吻鲟氨基酸含量无显著性差异 ( $P > 0.05$ )。

**关键词:** 匙吻鲟; 水分; 粗蛋白质; 粗脂肪; 粗灰分; 微量元素; 氨基酸

**中图分类号:** S917      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1674-3075(2008)01-0065-04

匙吻鲟 (*Polyodon spathula*) 是目前世界上匙吻白鲟科仅存的 2 种之一 (另一种是分布于我国长江中的白鲟), 在《濒危野生动植物种国际贸易公约》(CITES) 附录 II 所列保护物种中处于易危状况。我国于 1990 年开始从美国引进匙吻鲟, 当年在湖北省仙桃市水产研究所进行了人工孵化和苗种培育。近几年来, 匙吻鲟养殖已推广到北京、天津、重庆、安徽、河南、江苏、福建、广东、湖南和江西等 10 多个省、市 (谢忠明等, 2002)。

关于匙吻鲟仅有零星的养殖技术资料而未见其营养生理方面的报道。本研究以不同生长阶段匙吻鲟的肌肉为材料, 分析其常规营养成分、微量元素及氨基酸的变化情况, 为丰富该物种的营养背景资料, 制定饲养标准和合理配制饲料提供理论依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 样品来源与处理

匙吻鲟为人工饲养, 健康, 大致在体重为 50、150、300、600 g 的生长阶段进行实验。活鱼测量体长和体重后, 将其致死, 解剖后取肌肉, 称取适量, 在 60℃ 烘干至恒重, 然后保存在干燥器中用于水分、灰分、粗脂肪、粗蛋白、氨基酸的测定。

### 1.2 主要成分测定

水分 (Moisture content): 采用 105℃ 恒温烘干失

重法 (GB/T6435-1986) 测定。

粗蛋白质 (Crude protein): 采用凯氏定氮法 (GB/T6432-1994) 测定。

粗脂肪 (Crude fat): 采用索氏乙醚抽提法 (GB/T6433-1994) 测定。

粗灰分 (Crude ash): 采用马福炉灼烧法 (GB/T6438-1994) 测定。

### 1.3 微量元素测定

样品用干法消化。称取 2.00 ~ 5.00 g 干样于瓷坩埚中, 先小火在可调电热板上炭化至无烟, 移入马福炉 550℃ 灰化 6 h, 冷却, 至无黑色炭质物质, 待温度降至约 200℃ 时, 移入干燥器, 冷却至室温, 称重; 再灰化 1 h, 冷却, 称重, 至前后重量相差不超过 0.001 g 为止; 亦可把测得灰分后所得的灰化物, 用稀释液将灰分溶解, 多次洗涤瓷坩埚, 定容待测, 同时作试剂空白。然后, 对消化液用原子火焰吸收光谱仪测定。

测定钙的稀释液为 2% 的氧化镧溶液。

测定镁、锰、铁、锌、铜用的稀释液为 0.5 mol/L 的硝酸溶液。

### 1.4 氨基酸测定

氨基酸的测定采用盐酸水解法, 用日立 L-8800 氨基酸自动分析仪测定。

### 1.5 数据统计

采用 SPSS 13.0 统计软件。

## 2 结果

### 2.1 肌肉主要成分含量

不同生长阶段匙吻鲟肌肉的主要成分含量见表 1。肌肉水分含量随着体重的增长呈下降趋势。体

收稿日期: 2008-09-15

基金项目: 湖北省“十一五”攻关项目 [2006AA203A03] 资助和科技部农业科技成果转化资金项目 [2008GB23320437]。

通讯作者: 梁银铨, liangyq@mail.ihe.ac.cn

作者简介: 陈静, 女, 1983 年生。E-mail: xueyao414315@tom.com

重 300 g 与体重 150 g 肌肉水分含量差异不显著 ( $P > 0.05$ ), 和体重 50、600 g 肌肉水分含量差异显著 ( $P < 0.05$ )。

肌肉蛋白质含量随着体重增加而增加, 但是体

重 600 g 和 300 g 时差异不显著 ( $P > 0.05$ )。

肌肉的脂肪含量随着体重的增加亦呈现逐渐增长的趋势, 4 个生长阶段匙吻鲟肌肉的脂肪含量差异显著 ( $P < 0.05$ )。

表 1 不同生长阶段匙吻鲟肌肉成分分析

%

Tab. 1 The muscle composition of *Polyodon spathula* in different growth periods

体重 Weight	50 g	150 g	300 g	600 g
水分 Moisture	82.89 ± 1.10 <sup>c</sup>	80.56 ± 0.37 <sup>b</sup>	79.70 ± 0.17 <sup>b</sup>	78.67 ± 0.16 <sup>a</sup>
粗蛋白 Protein	13.17 ± 0.54 <sup>a</sup>	15.71 ± 0.23 <sup>b</sup>	16.77 ± 0.39 <sup>c</sup>	17.09 ± 0.28 <sup>c</sup>
粗脂肪 Fat	1.75 ± 0.14 <sup>a</sup>	2.21 ± 0.30 <sup>b</sup>	2.72 ± 0.24 <sup>c</sup>	3.10 ± 0.13 <sup>d</sup>
粗灰分 Ash	0.96 ± 0.01 <sup>a</sup>	1.09 ± 0.00 <sup>b</sup>	1.09 ± 0.09 <sup>b</sup>	1.02 ± 0.03 <sup>ab</sup>

Values are given in means (± S. D).

## 2.2 肌肉微量元素含量

匙吻鲟肌肉中微量元素的含量以镁最高, 依次为铁、锌、铜、锰。在不同体重匙吻鲟的肌肉中, 除锌含量有差别外, 镁、铁、铜、锰含量差异均不显著 ( $P > 0.05$ )。见表 2。

## 2.3 肌肉氨基酸含量

不同生长阶段匙吻鲟肌肉中氨基酸总量见表 3。肌肉中氨基酸含量与蛋白质含量趋势相同, 都是随着体重的增加而增高。匙吻鲟体重 600 g 和体重 300 g 肌肉中氨基酸总量差异不显著 ( $P > 0.05$ ), 与体重 150 g 和 50 g 的差异显著 ( $P < 0.05$ ); 体重 150 g 和 50 g 差异显著 ( $P < 0.05$ )。必需氨基酸和呈味

氨基酸含量的变化趋势同氨基酸总量。E/T (必需氨基酸量/氨基酸总量) 在不同生长阶段匙吻鲟肌肉中差异不显著 ( $P > 0.05$ )。

表 2 不同生长阶段匙吻鲟肌肉微量元素分析

%

Tab. 2 The microelement content of *Polyodon spathula* in different growth periods

体重 Weight	50 g	150 g	300 g	600 g
Mg	13.45 ± 0.73	12.60 ± 0.89	12.27 ± 1.40	12.51 ± 0.96
Mn	0.16 ± 0.14	0.44 ± 0.44	0.14 ± 0.00	0.12 ± 0.44
Zn	3.41 ± 0.67 <sup>c</sup>	2.48 ± 0.28 <sup>b</sup>	2.16 ± 0.26 <sup>b</sup>	1.62 ± 0.04 <sup>a</sup>
Fe	4.28 ± 0.00	3.08 ± 1.34	1.98 ± 1.34	1.84 ± 0.93
Cu	0.49 ± 0.12	0.37 ± 0.21	0.37 ± 0.22	0.25 ± 0.13

Values are given in means (± S. D).

表 3 不同生长阶段匙吻鲟肌肉氨基酸含量 (鲜样)

%

Tab. 3 The amino acid content of *Polyodon spathula* in different growth periods

生长阶段	50g	150g	300g	600g
* 天冬氨酸 Asp	1.04 ± 0.00 <sup>a</sup>	1.29 ± 0.04 <sup>b</sup>	1.42 ± 0.02 <sup>c</sup>	1.04 ± 0.01 <sup>c</sup>
▲ 苏氨酸 Thr	0.48 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.60 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.66 ± 0.01 <sup>c</sup>	0.68 ± 0.00 <sup>c</sup>
丝氨酸 Ser	0.67 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.83 ± 0.03 <sup>b</sup>	0.89 ± 0.01 <sup>c</sup>	0.93 ± 0.01 <sup>c</sup>
* 谷氨酸 Glu	1.98 ± 0.01 <sup>a</sup>	2.39 ± 0.57 <sup>b</sup>	2.62 ± 0.42 <sup>c</sup>	2.69 ± 0.01 <sup>c</sup>
脯氨酸 Pro	0.44 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.50 ± 0.04 <sup>a</sup>	0.49 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.55 ± 0.01 <sup>b</sup>
* 甘氨酸 Gly	0.68 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.80 ± 0.04 <sup>bc</sup>	0.78 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.86 ± 0.00 <sup>c</sup>
* 丙氨酸 Ala	0.71 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.84 ± 0.19 <sup>b</sup>	0.90 ± 0.15 <sup>c</sup>	0.95 ± 0.00 <sup>d</sup>
胱氨酸 Cys	0.12 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.12 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.14 ± 0.00 <sup>b</sup>	0.14 ± 0.01 <sup>b</sup>
▲ 缬氨酸 Val	0.60 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.71 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.78 ± 0.14 <sup>c</sup>	0.80 ± 0.00 <sup>d</sup>
▲ 蛋氨酸 Met	0.36 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.44 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.49 ± 0.01 <sup>c</sup>	0.48 ± 0.01 <sup>c</sup>
▲ 异亮氨酸 Ile	0.52 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.65 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.70 ± 0.14 <sup>c</sup>	0.72 ± 0.00 <sup>c</sup>
▲ 亮氨酸 Leu	0.96 ± 0.00 <sup>a</sup>	1.17 ± 0.01 <sup>b</sup>	1.30 ± 0.02 <sup>c</sup>	1.32 ± 0.01 <sup>c</sup>
酪氨酸 Tyr	0.38 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.45 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.52 ± 0.01 <sup>c</sup>	0.52 ± 0.00 <sup>c</sup>
▲ 苯丙氨酸 Phe	0.60 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.72 ± 0.01 <sup>c</sup>	0.70 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.72 ± 0.00 <sup>bc</sup>
▲ 赖氨酸 Lys	1.09 ± 0.01 <sup>a</sup>	1.34 ± 0.01 <sup>b</sup>	1.51 ± 0.02 <sup>c</sup>	1.50 ± 0.00 <sup>c</sup>
组氨酸 His	0.36 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.42 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.50 ± 0.01 <sup>c</sup>	0.49 ± 0.00 <sup>c</sup>
精氨酸 Arg	0.71 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.93 ± 0.03 <sup>b</sup>	0.98 ± 0.02 <sup>c</sup>	0.94 ± 0.01 <sup>bc</sup>
EAA	4.61 ± 0.00 <sup>a</sup>	5.62 ± 0.09 <sup>b</sup>	6.13 ± 0.10 <sup>c</sup>	6.21 ± 0.01 <sup>c</sup>
DAA	4.40 ± 0.01 <sup>a</sup>	5.32 ± 0.16 <sup>b</sup>	5.72 ± 0.08 <sup>c</sup>	5.97 ± 0.02 <sup>c</sup>
氨基酸总量 TAA	11.70 ± 0.03 <sup>a</sup>	14.19 ± 0.34 <sup>b</sup>	15.38 ± 0.22 <sup>c</sup>	15.76 ± 0.03 <sup>c</sup>
E/T/%	39.42 ± 0.08 <sup>a</sup>	39.61 ± 0.33 <sup>a</sup>	39.84 ± 0.07 <sup>a</sup>	39.38 ± 0.01 <sup>a</sup>
D/T/%	37.67 ± 0.02 <sup>b</sup>	37.48 ± 0.21 <sup>a</sup>	37.22 ± 0.01 <sup>a</sup>	37.90 ± 0.45 <sup>c</sup>

Values are given in means (± S. D).

▲ 必需氨基酸; \* 呈味氨基酸; EAA: 必需氨基酸; DAA: 呈味氨基酸; E/T: 必需氨基酸总量/氨基酸总量; D/T: 呈味氨基酸总量/氨基酸总量。

体重 600 g 和 300 g 的匙吻鲟肌肉中除甘氨酸、丙氨酸、缬氨酸含量差异显著 ( $P < 0.05$ ) 外,其它氨基酸含量差异不显著 ( $P > 0.05$ )。

在匙吻鲟肌肉的氨基酸组成中,以谷氨酸的含量最高,赖氨酸、亮氨酸、天冬氨酸及甘氨酸、丙氨酸的含量较高。

### 3 讨论

#### 3.1 肌肉主要成分

研究表明,总体上匙吻鲟肌肉水分的含量最高,蛋白质、脂肪含量次之,灰分含量最少。水分含量随体重增加出现下降趋势;蛋白质和脂肪含量随体重增加呈上升趋势,蛋白质含量增加差异不显著 ( $P > 0.05$ ),脂肪含量增加差异显著 ( $P < 0.05$ );灰分的含量有微小变化,但不呈规律性变化。可见,随着鱼体的增长,匙吻鲟肌肉中水分的含量呈下降趋势,当鱼体长到一定的阶段后,其蛋白质增长减慢,代之的是脂肪的快速增加。本研究结果与周兴华(2005)、孟繁伊(2006)研究结果一致。

匙吻鲟与其他鲟鳇鱼类肌肉主要成分比较见表 4。结果表明,体重 600 g 匙吻鲟体内营养物质基本与其他鲟鳇鱼类差别不大,蛋白质含量 (17.09%) 低于小体鲟 (21.72%)、史氏鲟 (19.60%)、达氏鳇 (18.25%),而高于俄罗斯鲟 (15.15%) 和中华鲟 (16.68%)。

表 4 匙吻鲟常规营养成分和鲟形目鱼类比较 %

Tab.4 Comparison of muscle composition of *Polyodon spathula* and some other belong *Acipenseriformes* species

种 类	水 分	粗 蛋 白	粗 脂 肪	粗 灰 分	参 考 文 献
俄罗斯鲟 <i>A. guldenstadti</i>	81.09	15.15	2.13	1.17	杨太有等,2005
小体鲟 <i>A. ruthenus</i>	71.60	21.72	4.40	1.12	尹洪滨等,2004
中华鲟 <i>A. dinensis</i>	80.60	16.68	1.00	1.10	尹洪滨等,2004
史氏鲟 <i>A. schrencki</i>	74.36	19.60	4.57	1.53	户业丽等,2006
达氏鳇 <i>H. dauricus</i>	78.40	18.25	1.40	1.08	尹洪滨等,2004
匙吻鲟 <i>P. spathula</i>	78.67	17.09	3.10	1.02	本文

#### 3.2 肌肉微量元素

匙吻鲟肌肉中微量元素的含量以镁最高。不同体重匙吻鲟肌肉中微量元素镁、铁、铜、锰的含量差异不显著 ( $P > 0.05$ ),说明匙吻鲟在不同生长阶段肌肉中微量元素的含量呈稳定状态。

#### 3.3 肌肉氨基酸

匙吻鲟肌肉中氨基酸含量同蛋白质含量的变化趋势相同,随体重的增加呈增加趋势。体重 600 g 的匙吻鲟虽较体重 300 g 的匙吻鲟氨基酸总含量有

所增加,但差异不显著 ( $P > 0.05$ ),同体重 50 g 和 150 g 的肌肉氨基酸含量差异显著。判断其原因可能因为 50 g 和 150 g 匙吻鲟尚处于幼体阶段,水分的含量较高;300g 和 600 g 的匙吻鲟体内成分含量已趋于稳定。

由于 E/T(必需氨基酸含量/氨基酸总量)在不同体重匙吻鲟差异不显著 ( $P > 0.05$ ),说明必需氨基酸所占的比例在不同生长阶段的匙吻鲟具有保持不变的特性。

匙吻鲟肌肉中氨基酸含量高的为谷氨酸、赖氨酸、亮氨酸、天冬氨酸、甘氨酸、丙氨酸,含量低的为胱氨酸、组氨酸、酪氨酸、蛋氨酸,其分布规律与所报道的鳊鲌(谢刚等,1989)、中华鳖(汤峥嵘等,1998)、异育银鲫(严安生等,1998)、黄鳍(舒妙安等,2000)、光倒刺鲃(陈意明等,2001)、中华倒刺鲃(邴旭文等,2005)、鳊(严安生等,1995)、月鳢和乌鳢(陈芳等,1999)、花羔红点鲑(孟繁伊,2006)、半滑舌鳎(庄志猛,2006)等基本一致,表明硬骨鱼类肌肉氨基酸中各氨基酸的含量分布在进化过程中具有较大的保守性,与林信伟(1992)的研究结果一致。

动物蛋白质的鲜美与可口程度取决于其所含呈味氨基酸的组成和含量。匙吻鲟肌肉中谷氨酸、天冬氨酸、甘氨酸、丙氨酸含量都很高,这 4 种氨基酸都是呈味氨基酸。体重 600 g 和 300 g 的匙吻鲟呈味氨基酸的含量显著高于体重 50 g 和 150 g 的匙吻鲟,较适合食用。呈味氨基酸中,天冬氨酸和谷氨酸为呈鲜味特征性氨基酸。匙吻鲟呈味氨基酸中谷氨酸的鲜味最强,含量最高,这是匙吻鲟肉质鲜美的原因。

#### 参考文献:

- 邴旭文,蔡宝玉,王利平. 2005. 中华倒刺鲃肌肉营养成分与品质的评价[J]. 中国水产科学,12(2):211-215.
- 陈芳,杨代勤,方长琰,罗静波. 1999. 月鳢与乌鳢肌肉营养成分的比较研究[J]. 水产科学,18(5):6-8.
- 陈意明,黄钧,蔡子德,等. 2001. 光倒刺鲃的含肉率和肌肉营养成分分析[J]. 水利渔业,21(2):22-24.
- 户业丽,程波,余东良,等. 2006. 施氏鲟鱼肉营养成分的分析[J]. 食品研究与开发,27(4):164-168.
- 林信伟. 1992. 太湖新银鱼和寡齿新银鱼组织内氨基酸的含量[J]. 水产学报,16(1):71-74.
- 孟繁伊. 2006. 不同生长阶段花羔红点鲑肌肉成分、血液指标及免疫机能的比较研究[D]. 长春:吉林农业大学.
- 汤峥嵘,王道尊,谭玉均. 1998. 中华鳖生化组成的分析:Ⅲ. 肌肉氨基酸的组成[J]. 水生生物学报. 22(4):307-

313.

舒妙安, 马有智, 张建成. 2000. 黄鳝肌肉营养成分的分析[J]. 水产学报, 24(4): 339-344.

谢忠明, 孙大江, 王京树, 何裕康. 2002. 鲟鱼养殖技术[M]. 北京: 中国农业出版社.

谢刚, 杨红波, 邢惠铃, 等. 1989. 鳊鲃肌肉生化成分的分析[J]. 淡水渔业, (4): 6-9.

杨太有, 彭仁海, 赵道全. 2005. 俄罗斯鲟肌肉营养成分的分析[J]. 水产科学, 24(4): 15-17.

严安生, 熊传喜, 钱健旺, 等. 1995. 鳊鱼含肉率及鱼肉营养价值研究[J]. 华中农业大学学报, 14(1): 80-84.

严安生, 熊传喜, 周志军, 等. 1998. 异育银鲫的含肉率及营养价值评价[J]. 水利渔业, 18(3): 16-19.

尹洪滨, 孙中武, 孙大江, 邱岭泉. 2004. 6种养殖鲟鳊鱼肌肉营养成分的比较分析[J]. 大连水产学院学报, 19(2): 92-96.

周兴华, 郑曙明, 吴青, 向泉. 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.

庄志猛. 2006. 半滑舌鳎早期发育生物学与种质资源研究[D]. 青岛: 中国海洋大学.

(责任编辑 张俊友)

## Studies on the Body Composition of Different Growth Development of *Polyodon spathula*

CHEN Jing<sup>1,2</sup>, LIANG Yin-quan<sup>1</sup>, HUANG Dao-ming<sup>1</sup>, HU Xiao-jian<sup>1</sup>,  
YANG Han-yun<sup>1</sup>, YU Fu-hu<sup>1</sup>, FANG Yan-hong<sup>1</sup>, ZHU Bang-ke<sup>2</sup>

(1. Institute of Hydroecology, Ministry of Water Resources  
and Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430079;

2. College of Fishery, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070)

**Abstract:** The analysis of body composition of *Polyodon spathula* at different growth stages, i. e. 50 g, 150 g, 300 g and 600 g, showed a graduate decline in water content while the protein and fat content was elevated gradually with the increase in body weight. The difference of fat content was always significant at these four growth stages ( $P < 0.05$ ). The protein content had the same tendency with the amino acid content, they all raised with the increase of body weight. In the muscle of *Polyodon spathula*, the content of Glu, Lys, Leu, Asp, Gly and Ala was relatively higher. The difference of amino acid content was not significant between body weight 300g and 600 g for *Polyodon spathula* ( $P > 0.05$ ).

**Key words:** *Polyodon spathula*; moisture content; crude protein; crude fat; crude ash; microelement content; aminoacid