

体重和摄食水平对鱲和乌鳢身体的生化组成和能值的影响

刘家寿 崔奕波 杨云霞 刘建康

(中国科学院水生生物研究所, 武汉 430072)

摘要: 本实验结果表明, 野生鱲和乌鳢的干物质含量、蛋白质含量、脂肪含量和能值均随体重的增加而显著增加($P < 0.05$), 野生鱲灰分含量亦随体重的增加而显著增加($P < 0.05$), 但野生乌鳢灰分含量与体重关系的回归方程则不显著($P > 0.05$); 实验鱲和乌鳢干物质含量、脂肪含量和能值均随摄食水平的增加而显著增加($P > 0.05$), 实验鱲蛋白质含量和灰分含量与摄食水平关系的回归方程不显著($P < 0.05$), 实验乌鳢蛋白质含量随摄食水平的增加而显著增加($P > 0.05$), 灰分含量随摄食水平的增加而显著减小($P > 0.05$)。尽管不同体重的野生鱲和乌鳢及实验条件下不同摄食水平的鱲和乌鳢蛋白质含量、脂肪含量和能值均与干物质含量呈显著的回归关系($P < 0.05$), 但两组数据间的回归方程并不完全吻合。

关键词: 鱲, 乌鳢, 体重, 摄食水平, 生化组成, 能值

中图分类号: Q959.483 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3207(2000)01-03

分析鱼类的生化组成和能值是鱼类营养学和能量学研究的重要组成部分。鱼体的主要生化成分包括水、蛋白质、脂肪和灰分。许多因子影响鱼体的生化组成, 其中体重和摄食水平是主要的影响因子^[1]。而鱼体生化组成又影响鱼体的能值^[2]。在鱼类能量学研究中, 测定鱼体的生化组成和能值是一项复杂的工作, 因而有些研究者提出以鱼体生化组成和能值与某一易于测定的组分(如水分或干物质含量)的回归关系来间接估算鱼体的生化组成和能值^[3,4]。但是, 这种回归关系在不同环境条件下的有效性尚未达到验证。作者研究了不同体重的野生鱲和乌鳢及实验条件下以不同摄食水平饲养的鱲和乌鳢身体的生化组成和能值, 并重点探讨这两组数据间的吻合程度。

1 材料和方法

野生鱲 [*Siniperca chuatsi* (Basilewsky)] 和乌鳢 [*Channa argus* (Cantor)] 样本来源于

收稿日期: 1998-06-23; 修订日期: 1998-11-30

基金项目: 本项目得到国家自然科学基金(39625006 及 39670575)、国家“九五”科技攻关(96-008-02-02)、中国科学院资源与环境局(KZ951-A1-102)和淡水生态与生物技术国家重点实验室基金资助。

作者简介: 刘家寿(1963-), 男, 湖北省鄂州人, 副研究员, 博士, 主要从事鱼类生态学和鱼类养殖学研究。现在水利部、中国科学院水库渔业研究所工作。

武汉市大东门市场, 购回的实验鱼在室内饥饿 2d 后称重、冰冻保存, 共测定了体重 45.50~661.10g 的鱖和体重 47.25~576.66g 的乌鳢各 13 尾。

不同摄食水平实验所用的鱖来源于湖北麻城市浮桥河水库网箱养殖场, 乌鳢来源于武汉市大东门市场。实验鱼先在室内水族箱中驯化 1 月以上, 然后在水温 28°C (± 0.5°C) 下驯化 1 周后, 再在此温度下按鱼体初始体重的 0%、1%、2%、4% 和最大摄食水平用活泥鳅 [*Misgurnus anguillicaudatus* (Cantor)] 喂养 21d, 每个摄食水平测定鱖和乌鳢各 4 尾。实验用鱖的初始体重为 197.96 (± 12.20) g, 乌鳢的初始体重为 188.54 (± 13.80) g。实验结束后将实验鱼饥饿 2d 后称重、冰冻保存。

将每尾冰冻鱼切成块后放入带盖的铝制饭盒内, 置于灭菌锅中在 15 磅的压力下蒸 1h, 然后用捣碎机将蒸后的实验鱼捣碎, 置于烘箱中在 70°C 下烘至恒重, 将干燥样品磨成细粉, 用于分析鱼体生化组成和能值。

实验鱼的测定指标包括干物质含量、蛋白质含量、脂肪含量、灰分含量和能值。干物质的测定是通过直接测定烘干后的样品重量得出。蛋白质的测定是用凯氏定氮法 (Gerhardt 定氮仪) 测定样品的氮含量, 由氮含量 × 6.25 得到蛋白质含量。脂肪含量是用索氏抽提法 (Soxtec System HT 1043 Extraction Unit) 测定。灰分含量是用马福炉在 550°C 下灰化后测定。能量含量用 Philipson 弹式热量计 (Calorimeter) 直接测定燃烧能。蛋白质、脂肪、灰分和能量含量至少是两个样品的平均值。

2 结果

2.1 体重对野生鱖和乌鳢身体的生化组成和能值的影响

野生鱖和乌鳢的干物质含量、蛋白质含量、脂肪含量、灰分含量和能值与体重的关系列于表 1。二者的干物质含量、蛋白质含量、脂肪含量和能值均随体重的增加而显著增加 ($P < 0.05$)。鱖灰分含量也随体重的增加而显著增加 ($P < 0.05$), 但乌鳢灰分含量与体重的回归关系则不显著 ($P > 0.05$), 其平均灰分含量为体重的 5.93%。

表 1 鱖和乌鳢身体干物质(% B.W.)、蛋白质(% B.W.)、脂肪(% B.W.)、灰分(% B.W.)和能值(kJ/g B.W.)与体重(W, g)回归关系($\ln Y = a + b \ln W$)的系数*

Tab. 1 Coefficients of the regression equation ($\ln Y = a + b \ln W$) relating contents of dry matter (% B.W.), protein (% B.W.), lipid (% B.W.), ash (% B.W.) and energy (kJ/g B.W.) to body weight (W, g) in *S. chuatsi* and *C. argus*

鱼名 Species	Y	a	b	N	R^2	P
<i>S. chuatsi</i>	干物质 Dry matter	2.786	0.098	13	0.47	<0.01
	蛋白质 Protein	2.373	0.103	13	0.67	<0.01
	脂肪 Lipid	-0.845	0.405	13	0.78	<0.01
	灰分 Ash	1.338	0.066	13	0.44	<0.05
	能值 Energy	0.879	0.158	13	0.76	<0.01
<i>C. argus</i>	干物质 Dry matter	2.580	0.125	13	0.57	<0.01
	蛋白质 Protein	2.402	0.090	13	0.69	<0.01
	脂肪 Lipid	-3.249	0.701	13	0.37	<0.05
	灰分 Ash	1.256	0.096	13	0.22	=0.11
	能值 Energy	0.247	0.255	13	0.58	<0.01

* B.W.=体重 (body weight)

2.2 摄食水平对鳜和乌鳢身体的生化组成和能值的影响

实验鳜和乌鳢的干物质含量、蛋白质含量、脂肪含量、灰分含量和能值与摄食水平的关系列于表2。实验鳜和乌鳢干物质含量、脂肪含量和能值均随摄食水平的增加而显著增加($P < 0.05$)，实验鳜蛋白质含量和灰分含量与摄食水平的关系不明显($P > 0.05$)，实验乌鳢蛋白质含量随摄食水平的增加而显著增加($P < 0.05$)，灰分含量随摄食水平的增加而显著减小($P < 0.05$)。

表2 28℃时鳜和乌鳢身体干物质(% B.W.)、蛋白质(% B.W.)、脂肪(% B.W.)、灰分(% B.W.)和能值(kJ/g B.W.)与摄食水平(RL, % B.W./d)回归关系($Y = a + bRL$)的系数*

Tab.2 Coefficients of the regression equation($Y = a + bRL$) relating contents of dry matter(%B.W.), protein(%B.W.), lipid(%B.W.), ash(%B.W.) and energy(kJ/gB.W.) to ration level($RL, \% B.W./d$) in *S. chuatsi* and the *C. argus* at 28℃

鱼名 Species		Y	a	b	N	R ²	P
<i>S. chuatsi</i>	鳜	干物质 Dry matter	25.22	0.52	20	0.48	<0.01
		蛋白质 Protein	17.13	0.14	20	0.08	=0.22
		脂肪 Lipid	2.01	0.43	20	0.81	<0.01
		灰分 Ash	5.67	-0.06	20	0.07	=0.25
<i>C. argus</i>	乌鳢	能值 Energy	4.58	0.20	20	0.74	<0.01
		干物质 Dry matter	23.98	0.65	20	0.41	<0.01
		蛋白质 Protein	16.84	0.60	20	0.43	<0.01
		脂肪 Lipid	0.96	0.22	20	0.63	<0.01
		灰分 Ash	6.41	-0.20	20	0.34	<0.01
		能值 Energy	4.12	0.28	20	0.45	<0.01

* B.W.=体重 (body weight)

2.3 鳜和乌鳢生化组成和能值与干物质含量之间的关系

回归分析表明, 不同体重的野生鳜和乌鳢及不同摄食水平的实验鳜和乌鳢身体的蛋白质含量、脂肪含量和能值均与干物质含量呈显著的线性关系(表3)。

协方差分析表明, 鳜不同体重和不同摄食水平间蛋白质含量与干物质含量回归方程的斜率没有显著差异($F = 0.37$; $d.f. = 1, 29$; $P = 0.55$), 截距间也没有显著差异($F = 2.13$, $d.f. = 1, 30$, $P = 0.10$), 说明不同体重和不同摄食水平间蛋白质含量与干物质含量回归关系的回归方程是可以通用的。不同体重和不同摄食水平间脂肪含量与干物质含量回归方程的斜率没有显著差异($F = 0.26$; $d.f. = 1, 29$; $P = 0.62$), 截距也没有显著差异($F = 0.26$; $d.f. = 1, 30$; $P = 0.11$), 表明不同体重和不同摄食水平间脂肪含量与干物质含量间的回归方程也是可以通用的; 不同体重和不同摄食水平之间能值与干物质含量回归方程的斜率没有显著差异($F = 0.07$; $d.f. = 1, 29$; $P = 0.80$), 但其截距间有显著差异($F = 4.92$; $d.f. = 1, 30$; $P = 0.03$), 表明二者之间的回归方程是不能通用的。

协方差分析表明, 乌鳢不同体重和不同摄食水平间蛋白质含量与干物质含量回归方程的斜率有显著差异($F = 23.95$; $d.f. = 1, 29$; $P = 0.00$), 说明不同体重和不同摄食水平间蛋白质含量与干物质含量回归关系的回归方程是不能通用的。不同体重和不同摄食水平间脂肪含量与干物质含量回归关系的斜率没有显著差异($F = 2.07$; $d.f. = 1, 29$; $P =$

表 3 不同体重的野生鳅和乌鳢及不同摄食水平的实验鳅和乌鳢身体的蛋白质(% B. W.)、脂肪(% B. W.)和能值(kJ/g)与干物质含量(DM, % B. W.)回归关系($Y = a + bDM$)的系统*

Tab. 3 Coefficients of the regression equation ($Y = a + bDM$) relating contents of protein(% B. W.), lipid (% B. W.) and energy (kJ/g) to dry matter (% B. W.) in the wild *S. chuatsi* and *C. argus* of different sizes and in *S. chuatsi* and *C. argus* fed different rations

数据类别 Data source	鱼名 Species	Y	a	b	N	R^2	P
不同体重 Different Sizes	鳅 <i>S. chuatsi</i>	蛋白质 Protein	7.575	0.399	13	0.49	<0.01
		脂肪 Lipid	-5.500	0.343	13	0.64	<0.01
		能值 Energy	-0.062	0.207	13	0.64	<0.01
	乌鳢 <i>C. argus</i>	蛋白质 Protein	0.293	0.371	13	0.72	<0.01
		脂肪 Lipid	-6.231	0.322	13	0.70	<0.01
		能值 Energy	-4.300	0.364	13	0.87	<0.01
不同摄食水平 Different Rations	鳅 <i>S. chuatsi</i>	蛋白质 Protein	4.053	0.507	20	0.59	<0.01
		脂肪 Lipid	-7.922	0.415	20	0.42	<0.01
		能值 Energy	-0.908	0.225	20	0.54	<0.01
	乌鳢 <i>C. argus</i>	蛋白质 Protein	3.622	0.857	20	0.91	<0.01
		脂肪 Lipid	-3.806	0.206	20	0.58	<0.01
		能值 Energy	-4.005	0.344	20	0.69	<0.01

* B. W.=体重(body weight)

0.16), 但截距间有显著差异($F = 9.66$; $d. f = 1, 30$; $P = 0.00$), 表明不同体重和不同摄食水平间脂肪含量与干物质含量间的回归方程也是不能通用的; 不同体重和不同摄食水平间能值与干物质含量间回归方程的斜率没有显著差异($F = 0.08$; $d. f = 1, 29$; $P = 0.77$), 其截距间也没有显著差异($F = 2.34$; $d. f = 1, 30$; $P = 0.14$), 表明二者之间的回归方程是可以通用的。

3 讨论

一般来说, 鱼体的干物质含量、脂肪含量和能值随体重的增加而增加^[1]。而蛋白质和灰分含量的变化在不同的鱼类则有所不同。有些鱼类蛋白质和 / 或灰分含量随体重的增加而增加^[5, 6]。有些鱼类蛋白质和 / 或灰分含量则不随体重变化而变化^[2]。也有研究发现蛋白质含量随体重的增加而减少^[7]。在本研究中, 鳅和乌鳢的干物质、脂肪和能值均随体重的增加而增加。鳅的灰分也随体重的增加而增加, 但乌鳢的灰分不随体重的变化而变化。这些结果与一般鱼类的研究结果相似。

一般来说, 干物质含量、脂肪含量和能值随摄食水平的增加而增加, 灰分含量随摄食水平的增加而减少, 蛋白质含量与摄食水平的关系不很明显^[1]。在本研究中, 鳅和乌鳢干物质含量、脂肪含量和能值随摄食水平的增加而增加。鳅蛋白质和灰分含量不随摄食水平的变化而变化。乌鳢蛋白质含量随摄食水平的增加而增加, 灰分含量随摄食水平的增加而减少。这些结果也与一般鱼类的研究结果大体相同。

鱼体生化组成和能值的测定技术比较复杂, 工作量大, 给鱼类能量学研究带来很大困难。一些研究者发现, 鱼体各组分之间具有比较恒定的比例关系^[3, 6, 8-10]。因此

Weatherley & Gill^[3]建议,如果能以鱼体某个易于测定的指标作为自变量,建立起与鱼体其它生化组成及能值的回归关系,则可较方便地对有关指标进行间接估计。鱼体的干物质或含水量是最易于测定的指标。一些研究者发现,鱼体的含水量(或干物质)与蛋白质含量、脂肪含量和能值之间存在显著的线性关系^[4,6,11,12]。因此建议用鱼体的含水量来间接估计鱼体的蛋白质含量、脂肪含量和能值^[3,4]。本研究发现,尽管不同体重的野生鳜和乌鳢及实验条件下不同摄食水平的鳜和乌鳢蛋白质含量、脂肪含量和能值均与干物质含量呈显著的回归关系,但两组数据间的回归方程并不完全吻合。因此以鱼体干物质或含水量作自变量建立起来的与鱼体其它生化组成及能值的回归关系可能只代表一定条件下(如不同摄食水平或不同体重等)的结果,而不一定具有普遍性,以这种方法建立起来的回归关系来预测鱼体的生化组成和能值的可靠性需要进一步研究。

参 考 文 献

- [1] 崔奕波. 鱼类生物能量学的理论与方法[J]. 水生生物学报, 1989, 13(4): 369—383
- [2] 陈少莲等. 我国淡水优质草食性鱼类的营养和能学研究. I. 草鱼、团头鲂、长春鳊的生化成分和能值[J]. 海洋与湖沼, 1992, 23: 194—205
- [3] Weatherley A H, Gill H S. Protein, lipid, water and caloric contents of immature rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson, growing at different rations[J]. *J. Fish Biol.*, 1983, 23: 653—673
- [4] 谢小军, 孙儒泳. 南方鲇幼鱼鱼体的含能量及化学组成[J]. 北京师范大学学报(自然科学版), 1990, (3): 83—88
- [5] Niimi A J, Beamish F W H. Bioenergetics and growth of largemouth bass (*Micropterus salmoides*) in relation to body weight and temperature[J]. *Can. J. Zool.*, 1974, 52: 447—456
- [6] Elliott J M. Body composition of brown trout (*Salmo trutta* L.) in relation to temperature and ration size[J]. *J. Anim. Ecol.*, 1974, 45: 273—289
- [7] Degani G, Gallagher M L. The relationship of eel *Anguilla anguilla* (L.) body size, lipid, protein, glucose, ash, moisture composition and enzyme activity (aldolase)[J]. *Comp. Biochem. Physiol.*, 1985, 84A: 739—745
- [8] Brett J R, Shelbourn J E, Shoop C T. Growth rate and body composition of fingerling sockeye salmon, *Oncorhynchus nerka*, in relation to temperature and ration size[J]. *J. Fish. Res. Bd Can.*, 1969, 26: 2363—2394
- [9] Staples D J, Nomura M. Influence of body size and food ration on the energy budget of rainbow trout *Salmo gairdneri* Richardson[J]. *J. Fish Biol.*, 1976, 9: 29—43
- [10] Flowerdew M W, Groves D J. An energy budget for juvenile thick-lipped mullet, *Crenimugil labrosus* (Risso) [J]. *J. Fish Biol.*, 1980, 17: 395—410
- [11] Iles T D, Wood R J. The fat/water relationship in North Sea herring (*Clupea harengus*), and its possible significance[J]. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.*, 1965, 45: 353—366
- [12] Craig J F. The body composition of adult perch, *Perca fluviatilis* in Windermere, with references to seasonal changes and reproduction[J]. *J. Anim. Ecol.*, 1977, 46: 617—632

EFFECTS OF BODY WEIGHT AND RATION LEVEL ON THE BODY COMPOSITION AND ENERGY CONTENT OF *SINIPERCA CHUATSI* AND *CHANNA ARGUS*

LIU Jia-shou*, CUI Yi-bo, YANG Yun-xia and LIU Jian-kang

(Institute of Hydrobiology, the Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430072)

Abstract: The body composition and energy content in the wild *Siniperca chuatsi* and *Channa argus* of different sizes and in *S. chuatsi* and *C. argus* fed different rations were determined. For the wild *S. chuatsi* and *C. argus* of different sizes, the contents of dry matter, protein, lipid and energy significantly increased with increasing body weight ($P < 0.05$); ash content of the wild *S. chuatsi* also significantly increased with increasing body weight ($P < 0.05$), but the regression relationship between ash content and body size in the *C. argus* was not significant ($P > 0.05$). For *S. chuatsi* and *C. argus* fed different rations, contents of dry matter, lipid and energy significantly increased with increased ration levels ($P < 0.05$); the regression relationship between content of protein or ash and ration level was not significant in *S. chuatsi* ($P > 0.05$); the protein content significantly increased with increasing ration level, but ash content significantly decreased with increasing ration level in *C. argus* ($P < 0.05$). Though significant regression relationship between dry matter content and contents of protein, lipid and energy both in the wild *S. chuatsi* and *C. argus* of different body sizes and in *S. chuatsi* and *C. argus* fed different rations were found ($P < 0.05$), the regression equations established using the two sets of data did not agree completely.

Key words: *Siniperca chuatsi*, *Channa argus*, Body weight, Ration level, Body composition, Energy content