

多鳞鱮和锯塘鳢的生化组成及比能值研究

阎希柱, 乔 琨

(集美大学 水产学院, 福建 厦门, 361021)

摘要: 对厦门海区的多鳞鱮(*Sillago sihama*)和锯塘鳢(*Prionobutis koilomatodon*)的生化组成及比能值进行了研究。结果表明, 除锯塘鳢粗脂肪含量与水分含量为显著相关外($P < 0.05$), 两种鱼的粗蛋白含量、粗脂肪含量、粗灰分含量和比能值均与水分含量之间存在极显著负相关关系($P < 0.01$); 除锯塘鳢粗脂肪与比能值为显著相关外($P < 0.05$), 两种鱼的水分含量、粗蛋白质含量、粗脂肪含量、粗灰分含量和干物质含量与比能值之间均存在极显著的相关关系($P < 0.01$)。因此, 在对误差要求不严格的条件下, 水分含量可以用来间接估算多鳞鱮和锯塘鳢鱼体的生化组成和比能值, 进而用于野外鱼类能量学和生态系统能流分析的研究。

关键词: 多鳞鱮(*Sillago sihama*); 锯塘鳢(*Prionobutis koilomatodon*); 生化组成; 比能值

中图分类号: Q959.483

文献标识码: A

文章编号: 1000-3096(2010)02-0001-03

鱼体的比能值和鱼体生化组成研究是鱼类生物能量学研究中的一个重要方面。在天然条件下, 鱼体组成及鱼体比能值是鱼类自身发育状况以及对各种环境因子的适应性反应的直接表现, 是衡量鱼类身体能量储备水平、鱼类营养及生长状况的重要指标。

许多学者对鱼类的生化组成及比能值进行了研究^[1-19]。甚至对某些特定水域的鱼类开展了系列的比能值研究^[1-5,15,20]。一些研究发现鱼体水分含量与比能值、蛋白质和脂肪含量间存在相关关系, 从而提出以水分含量为自变量来间接估计比能值、蛋白质和脂肪含量的简易方法, 而有的研究则对该方法应用的普遍性提出了质疑^[12]。

多鳞鱮(*Sillago sihama*)隶属鲈形目(Perciformes), 鱮科(Sillaginidae), 鱮属(*Sillago*), 为暖水性的洄游性小型鱼类, 在中国近海广为分布。底栖杂食性, 以摄食多毛类、端脚类、长尾类、糠虾类等为主。锯塘鳢(*Prionobutis koilomatodon*)属鲈形目, 塘鳢鱼科(Eleotridae), 锯塘鳢鱼属(*Prionobutis*), 分布于沿海及各大江河的中下游, 为近岸底层小型鱼类, 主要摄食虾类、小鱼和底栖动物。两种鱼类在厦门海域均有分布, 肉质鲜美, 具有较高经济价值, 且均尚未养殖, 其生化组成及比能值的研究尚未见报道。

本研究拟探讨多鳞鱮和锯塘鳢的鱼体各生化组成与比能值的关系, 对以含水量作为估测其他生化组成和比能值指标的可靠性进行评估。其结果不仅

丰富鱼类生物能量学基础研究, 也可为确定鱼类养殖容量、水域生态能流分析等方面提供参数。

1 材料和方法

1.1 实验用鱼

实验用鱼捕自厦门近海, 健康, 规格相近, 取多鳞鱮与锯塘鳢各 10 尾用作实验。拭干体表水分, 测定鱼体长、全长、体高和湿质量。

多鳞鱮的湿质量、全长、体长和体高分别为 $18.10 \text{ g} \pm 2.34 \text{ g}$ 、 $14.06 \text{ cm} \pm 0.70 \text{ cm}$ 、 $12.46 \text{ cm} \pm 0.59 \text{ cm}$ 和 $2.08 \text{ cm} \pm 0.06 \text{ cm}$; 锯塘鳢的湿质量、全长、体长和体高分别为 $23.04 \text{ g} \pm 3.21 \text{ g}$ 、 $12.56 \text{ cm} \pm 0.66 \text{ cm}$ 、 $10.63 \text{ cm} \pm 0.54 \text{ cm}$ 和 $2.36 \text{ cm} \pm 0.22 \text{ cm}$ 。65 °C 下烘干至恒质量, 取出, 得其干质量, 再将全鱼以 JFSD-100 型精细样品粉碎机粉碎后, 再充分混匀后于 -18 °C 保存待测。

1.2 鱼体生化组成及比能值测定

将 65 °C 烘干的样品放在室内自然冷却 4~6 h, 测得风干质量, 测定初水分含量(S_0 , %), S_0 (%) = [鲜质量(g) - 风干质量(g)] / 鲜质量(g) × 100%; 采用 MB35

收稿日期: 2008-09-26; 修回日期: 2009-11-21

基金项目: 福建省海洋与渔业局重点资助项目(2007-2-12); 集美大学科研项目(4411-F06193)

作者简介: 阎希柱(1965-), 男, 河南漯河人, 博士, 教授, 主要从事水产养殖生态学研究, E-mail: yanxizhu@tom.com

卤素水分测定仪测定吸附水含量(S_1 , %), 总水分含量(S , %)= $[S_0+(1-S_0)S_1] \times 100\%$, 采用凯氏定氮法测定粗蛋白含量, 氮换算成蛋白质的系数为 6.25^[6]。采用索氏抽提法测定粗脂肪含量, 采用 550 灼烧法测定粗灰分, 根据相差计算法测定碳水化合物含量, 按如下公式计算: 碳水化合物含量(%)=100%-水分含量-粗蛋白含量-粗脂肪含量-粗灰分含量。

采用 Parr1672 型微量氧弹仪测定样品的比能值(Q)。每份样品重复测定 2 次, 当相对偏差超过 2% 时, 增加重复次数, 取偏差在 2% 以下的两个测定值的平均数为记录结果。 Q 以单位湿质量(g)含能量(kJ)表述。

通过鱼体的主要含能物质(蛋白质、脂肪)含量的

计算得出理论比能值, 因为碳水化合物含量极低(0.5%), 未计算其能量^[19]。蛋白质和脂肪的换算系数分别为 23.62 kJ/g 和 39.50 kJ/g^[6]。 Q' (kJ/g) = $P \times 23.6 + L \times 39.5$, Q' 为鱼体的理论比能值; P 为鱼体的蛋白质含量; L 为鱼体的脂肪含量。 Q' 以单位湿质量(g)含能量(kJ)表述。

2 结果与分析

2.1 多鳞鳢和锯塘鳢的生化组成、实测比能值和理论比能值

鱼体鲜样中各生化组成、实测比能值及根据生化组成计算出的鲜样理论比能值见表 1。

表 1 多鳞鳢和锯塘鳢的生化组成及实测比能值和理论比能值

Tab. 1 The biochemical composition, calorific value and theoretical calculated calorific value of *Sillago sihama*, *Prionobutis koilomatodon*

鱼种	生化组成(%)					比能值(kJ/g)	
	水分	粗蛋白	粗脂肪	粗灰分	碳水化合物	实测	理论
多鳞鳢	76.54 ± 3.56	17.76 ± 2.95	1.36 ± 0.23	2.89 ± 0.71	1.44 ± 0.66	4.37 ± 0.67	4.72 ± 0.72
锯塘鳢	75.31 ± 2.58	18.75 ± 1.86	2.69 ± 0.33	2.85 ± 0.52	0.40 ± 0.48	4.98 ± 0.43	5.49 ± 0.53

由表 1 可见,理论比能值比实测比能值高, 两者呈现正相关关系, 其中多鳞鳢的理论比能值比实测比能值高 7.79%, $Q_{\text{多鳞鳢}} = 0.9228Q'_{\text{多鳞鳢}} + 0.0234$ ($R^2 = 0.9967$); 锯塘鳢的理论比能值比实测比能值高 10.13%, $Q_{\text{锯塘鳢}} = 0.7583Q'_{\text{锯塘鳢}} + 0.8217$ ($R^2 = 0.9011$)。

实测比能值较理论比能值小的原因可能是计算所用的脂肪的比能值偏高。有关的文献所报道的脂肪的比能值在不同的鱼类和同种鱼类也会随鱼的生长而发生变化。所以, 多鳞鳢和锯塘鳢幼鱼脂肪的比能值可能小于普遍认为的 39.5 kJ/g, 因而用 39.5 kJ/g 作为鱼类脂肪的比能值有时是不合适的。

比能值与鱼类的蛋白质、脂肪和糖类等能源要素密切相关。能量蛋白比(Q'/P)是 3 种营养要素的能量之和与蛋白质含量之比。在各种营养要素能量总和一定的情况下, Q'/P 值较小者, 其鱼体蛋白质含量就相对较高, 鱼肉食用时口感较好, 且多余的蛋白质不易以能量的形式储存于体内, 故这种鱼肉是更为理想的食物, 锯塘鳢的 Q'/P 值为 29.28, 多鳞鳢的 Q'/P 值为 26.58。因此, 多鳞鳢是更为理想的食物。

2.2 多鳞鳢和锯塘鳢的生化组成、实测比能值与水分含量的关系

蛋白质、脂肪和碳水化合物是鱼体含能量的主要

物质载体。在一定自然条件下, 鱼体各组分之间的比例关系比较恒定, 可以以鱼体易测指标来间接估算鱼体的生化组成和比能值^[10-12,14], 所以鱼体生化组成各成分之间的相关关系引起了国内外许多研究者的探讨。

以多鳞鳢和锯塘鳢的水分含量为自变量, 分别与粗蛋白含量、粗脂肪含量、粗灰分含量和实测比能值进行线性回归。结果表明, 多鳞鳢粗蛋白含量、粗脂肪含量、粗灰分含量与含水量的回归方程分别为: $y = -0.8214x + 80.635$ ($R^2=0.98$); $y = -0.051x + 0.0527$ ($R^2=0.65$); $y = -0.1602x + 15.156$ ($R^2=0.65$), $y = -0.1843x + 18.48$ ($R^2 = 0.98$)。且与水分的相关水平平均极显著 ($P < 0.01$)。其相关系数由高到低依次为: 蛋白质与比能值接近, 均高于粗灰分和粗脂肪, 而粗灰分和粗脂肪相近。

锯塘鳢水分含量与粗蛋白含量, 粗脂肪含量、粗灰分含量和比能值的回归方程分别为: $y = -0.7058x + 71.90$ ($R^2=0.96$); $y = -0.0839x + 9.0062$ ($R^2=0.43$); $y = -0.1582x + 14.77$ ($R^2=0.63$); $y = -0.16x + 17.032$ ($R^2=0.94$), 且除粗脂肪含量 ($P < 0.05$) 外, 粗蛋白含量、粗灰分含量和比能值均与水分有极显著相关关系 ($P < 0.01$)。其相关系数由高到低依次为: 蛋白质 > 比能值 > 灰分 > 脂肪。

结果表明,在自然的条件下,对多鳞鳢和锯塘鳢而言,水分含量作为鱼体易测指标可以用来间接估算鱼体的生化组成。

2.3 多鳞鳢和锯塘鳢生化组成与实测比能值的关系

以多鳞鳢和锯塘鳢实测比能值为因变量,分别对粗蛋白、粗脂肪、粗灰分和干物质的含量进行线性回归。

多鳞鳢粗蛋白质含量、粗脂肪含量、粗灰分含量和干物质含量与实测比能值的回归方程分别为: $y = 0.2239x + 0.3984(R^2=0.99)$; $y = 2.5097x + 0.9488(R^2 = 0.7255)$; $y = 0.7732x + 2.1391(R^2=0.68)$ 和 $Q=0.1993x+0.0403(R^2=0.97)$, 且与实测比能值均达到了极显著相关($P<0.01$)。综合 2.2 的结果,其相关系数由高到低依次为:粗蛋白质>水分>干物质>粗脂肪>粗灰分。

对锯塘鳢粗蛋白质含量、粗脂肪含量、粗灰分含量和干物质含量与实测比能值的回归方程分别为: $y = 0.2185x + 0.8889(R^2=0.91)$; $y = 0.8349x + 2.7399(R^2=0.43)$; $y = 0.6294x + 3.1896(R^2=0.58)$ 和 $y = 0.16x+1.0359(R^2=0.94)$, 除粗脂肪($P<0.05$)外,相关水平均达到了极显著($P<0.01$)。综合 2.2 的结果,其相关系数由高到低依次为:水分或干物质(两者相关系数非常接近)>粗蛋白质>粗灰分>粗脂肪。

除锯塘鳢粗脂肪含量与比能值为显著相关外($P<0.05$),多鳞鳢和锯塘鳢的水分含量、蛋白质含量、粗脂肪含量、粗灰分含量、干物质含量和比能值均存在极显著相关关系($P<0.01$),因此,可以通过水分来间接估计比能值。

3 结论

在比能值及各个生化组成成分中,水分含量的测定技术简单,工作量相对较小,因此可以考虑用鱼体的含水量来间接估计鱼体的蛋白质含量、脂肪含量和比能值。对于生化组成和比能值与水分含量之间的关系而言,虽然不同种的鱼类存在不同的回归关系(同种鱼随生长和环境的变化也会有差异),但如果对这种误差要求不是很严格,就可以用水分含量估算鱼体生化组成及比能值。本研究表明,水分含量可以用来间接估算多鳞鳢和锯塘鳢鱼体的生化组成和比能值,且完全可以把这种简便的推算结果应用于野外鱼类生物能量研究和生态系统能流分析。

参考文献:

[1] 苏纪兰,唐启升.中国海洋生态系统动力学研究 II.

渤海生态系统动力学过程[M].北京:科学出版社,2002.243-296.

- [2] Meakins R H. Variations in the energy content of freshwater fish [J]. *Journal of Fish Biology*, 1976, 8(3): 221-224.
- [3] Perez M A. Calorimetry measurements of energy value of some Alaskan fishes and squids[R]. Seattle(Washington): National Oceanic and Atmospheric Administration. 1994.
- [4] Soriguier F, Serna S, Valverde E, *et al.* Lipid, protein, and calorie content of different Atlantic and Mediterranean fish, shellfish, and molluscs commonly eaten in the south of Spain[J]. *European Journal of Epidemiology*, 1997, 13(4): 451-463.
- [5] Tierney M, Hindell M A, Goldsworthy S. Energy content of mesopelagic fish from Macquarie Island[J]. *Antarctic Science*, 2002, 14(3): 225-230 .
- [6] 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.
- [7] 杨严鸥,姚峰,余文斌,等. 不同性别沙塘鳢体重与生化组成和能值的关系[J]. 淡水渔业. 2006, 36(4): 26-28.
- [8] 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.
- [9] 雷思佳,叶世洲,李德尚,等. 台湾红罗非鱼幼鱼水分含量与脂肪、蛋白质含量及比能值之间关系的研究[J]. 华中农业大学学报, 1999, 18(4): 367-370.
- [10] 李军. 黑鲟幼鱼鱼体的比能值及生化组成的研究[J]. 海洋科学集刊, 1997, 38: 155-161.
- [11] 曹振东,谢小军. 南方鲇的鱼体能量密度及其预测模型[J]. 海洋与湖沼, 2002, 33(1): 68-74.
- [12] 刘家寿,崔奕波. 体重和摄食水平对鳊和乌鳢身体的生化组成和能值的影响[J]. 水生生物学报, 2000, 24(1): 19-24.
- [13] 崔奕波,解绶启,朱晓鸣,等. 鱼类生长与生物能量学研究进展[J]. 浙江海洋学院学报(自然科学版), 2001, 20: 11-15.
- [14] 王瑁,丘书院,杨圣云,等. 花尾胡椒鲷幼鱼的生化组成和比能值[J]. 中国水产科学, 2001, 8 (3): 5-9.
- [15] 吴志强,丘书院,杨圣云,等. 闽南-台湾浅滩渔场六种主要中上层鱼类的生化组成检测分析[J]. 水产学报, 2000, 24(5): 428-431.
- [16] 王军,苏永全. 三种弹涂鱼的生化组成及能值分析[J]. 厦门大学学报(自然科学版), 1994, 33(1): 96-99.
- [17] 马徐发,王卫民,熊邦喜,等. 细鳞鲷(*Xenocypris microlepis* Bleeker)的生化组成和能值[J]. 华中农业大学学报, 2006, 25(1): 76-80.
- [18] 陈少莲,刘肖芳,胡传林,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(2): 193-205.
- [19] 王波,刘世禄,左言明,等. 眼斑拟石首鱼的生化组成及预测模式[J]. 海洋科学进展, 2002, 20(4): 56-61.
- [20] 唐启升,孙耀,张波,等. 七种海洋鱼类的生物能量学模式[J]. 水产学报, 2003, 27(5): 443-449.

(下转第 39 页)