

黑鲷幼鱼鱼体的比能值及生化组成的研究^{*}

李 军

(中国科学院海洋研究所)

生物体的含能量及比能值(Q , 指单位体重的含能量)是能量学研究的重要参数, 蛋白质、脂肪和碳水化合物是生物体含能量的主要物质载体。在鱼体中, 碳水化合物的含量约占 0.5%, 在鱼类能量学研究中一般忽略不计, 生化组分决定鱼体的能量含量。在自然界中, 鱼体的生化组成是变化的(Craig, 1977), 精确估计鱼体的含能量及生化组成是建立鱼类能量收支方程的必要条件, 但同时也是深入开展能量学研究的主要困难之一。研究者发现, 在各种条件下, 鱼体各组分之间都有比较恒定的比例关系(Elliott, 1976; Weatherly et al, 1983), 因此提出, 如果以鱼体某个易于测定的指标(如含水量、体重等)作为自变量, 建立起与含能量及化学组成较显著的相关关系, 则可较方便地对有关指标进行间接估计。

1994年8—11月, 作者在对黑鲷(*Sparus macrocephalus* B.)进行能量学研究的同时, 对其比能值及化学组成亦进行了测定, 探讨了日粮水平(RL)对鱼体比能值及生化组成的影响, 建立了干物质含量和比能值的预测模式以及含水量与比能值、蛋白质含量、脂肪含量的回归关系, 以便对实验鱼类的比能值及化学组成进行间接估计。

一、材料和方法

在常温下以黑鲷幼鱼(初始体重为 4.17—69.05g)为实验材料进行摄食生长实验 4 次, 每次分 4 个不同的摄食水平, 实验进行 20 天, 以玉筋鱼(*Ammodytes persanutas*)为饵料, 喂养结束后饥饿 1 天, 称得鱼体重, 然后将鱼切成碎块, 于 65℃ 恒温箱中烘干至恒重, 求得含水量, 干样保存于低温冰箱中以备测定。

鱼体比能值测定采用 Phillipson 氧弹测热仪, 利用 Pekin-Elmen 240 型元素分析仪测定样品中的含氮量, 然后乘以 6.25, 得蛋白质含量; 采用索氏提取法, 以乙醚为抽提液, 测定脂肪含量。

二、结 果

测定结果见表 1, 从表中可以看出, 随着日粮水平的增加, 蛋白质和脂肪的百分含量

^{*} 中国科学院海洋研究所调查报告第 2889 号。
本课题为国家自然科学基金资助项目, 37370542 号。
收稿日期: 1996 年 3 月 6 日。

呈增长趋势,比能值也随之增加,而水分含量则不断下降。在饱食状态下,随温度下降,黑鲷幼鱼的水分含量减少,而能量含量和脂肪含量则呈增加趋势,蛋白质含量变化不规律。

表 1 不同实验条件下黑鲷的比能值及化学组成

水温 (℃)	实验鱼数 (尾)	平均日粮水平 (%,体重)	含水量 (%)	比能值 (KJ/g,干重)	蛋白质 (%)	脂肪 (%)
26.8	16	7.90	69.90	19.72	17.56	3.89
	17	6.77	73.46	19.63	17.80	2.18
	11	3.39	74.97	17.11	17.09	1.17
	6	0	75.75	15.26	15.33	0.91
24.4	12	7.58	66.5	22.30	19.21	8.22
	11	4.07	70.5	19.72	19.39	3.03
	8	2.78	72.50	18.53	19.30	2.42
	11	0	75.53	17.38	17.39	2.22
20.1	6	5.64	66.37	23.01	17.14	9.97
	6	4.32	70.17	22.67	16.19	5.93
	6	2.48	72.95	20.93	16.02	5.90
	6	0	75.74	18.35	14.80	3.34
14.8	9	3.18	66.08	23.39	15.43	9.74
	9	2.60	68.82	23.09	16.41	7.25
	9	1.57	71.91	22.62	15.15	5.97
	9	0	74.25	19.10	15.19	4.48

以日粮水平为自变量,分别以比能值、蛋白质含量、脂肪含量及水分含量作为因变量,进行回归运算,结果见表 2。除 14.8℃时蛋白质含量外,其他均达显著水平,比能值、蛋白质含量、脂肪含量与日粮水平呈正相关,而水分含量与日粮水平呈负相关(图 1)。

以水分含量为自变量,分别对比能值、蛋白质含量和脂肪含量进行直线回归运算(表 3),结果表明,除蛋白质含量外,均达极显著水平,且均呈负相关(图 2)。

干物质和能量含量的经验预测模式为

$$\begin{aligned} \ln Y = & a + b_1 \ln(RL + 1) + b_2 \ln W + b_3 \ln T + b_4 \ln(RL + 1) \\ & \ln W + b_5 \ln(RL + 1) \ln T + b_6 \ln W \ln T + b_7 \ln(RL + 1) \\ & \ln W \ln T \quad (\text{Cui and Wootton, 1988}) \end{aligned} \quad (1)$$

式中, Y 为干物质含量或比能值, RL 为日粮水平, W 为体重, T 为平均水温,进行逐步回归求 Y ,得两个经验模式为

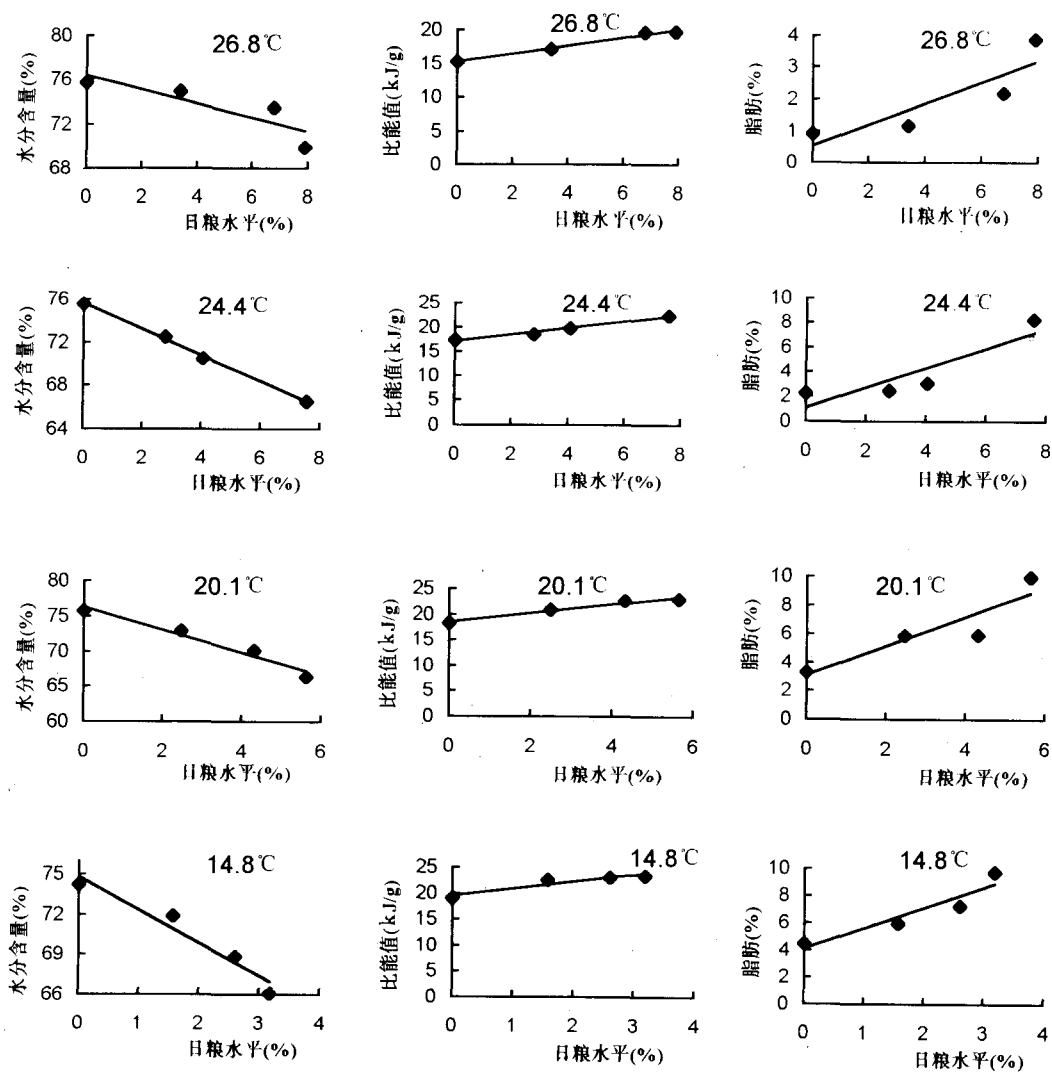


图1 黑鲷幼鱼的水分含量、比能值、脂肪与日粮水平的关系

$$\ln D = 3.174786 - 0.27288 \ln W + 0.091064 \ln W \ln T + 0.0190 \ln T \ln W \ln(RL + 1) \quad (2)$$

$$R^2 = 0.8595, F = 190.649, P < 0.001$$

$$\ln E = 2.6615 + 0.2919 \ln(RL + 1) - 0.0627 \ln(RL + 1) \ln T + 0.0353 \ln W \ln T \quad (3)$$

$$R^2 = 0.8518 \quad F = 179.110 \quad P < 0.001$$

表 2 黑鲷的比能值、蛋白质、脂肪和水分含量与日粮水平的回归方程

水温 (℃)	<i>y</i>	$y=a+b(RL)$		
		<i>a</i>	<i>b</i>	<i>r</i>
26.8	<i>Q</i>	15.2266	0.5978	0.9928
	<i>PRO</i>	15.6284	0.2916	0.9321
	<i>FAT</i>	0.5492	0.3302	0.8739
	<i>WAT</i>	76.3670	0.6305	-0.8675
24.4	<i>Q</i>	17.0914	0.6622	0.9892
	<i>PRO</i>	18.0231	0.2214	0.7275
	<i>FAT</i>	1.0509	0.8092	0.8929
	<i>WAT</i>	75.5952	1.2014	-0.9988
20.2	<i>Q</i>	18.5096	0.8740	0.9790
	<i>PRO</i>	14.7971	0.3971	0.9863
	<i>FAT</i>	2.9489	1.0679	0.9303
	<i>WAT</i>	76.4053	1.6318	-0.9737
14.8	<i>Q</i>	19.5785	1.3469	0.9423
	<i>PRO</i>	15.1473	0.2165	0.5118
	<i>FAT</i>	4.0955	1.5050	0.9415
	<i>WAT</i>	74.8273	2.4838	-0.9707

注: *Q* 为比能值; *PRO* 为蛋白质含量; *FAT* 为脂肪含量; *WAT* 为水分含量。

表 3 黑鲷的比能值、蛋白质、脂肪含量与含水量回归方程

水温 (℃)	<i>y</i>	$y=a+b(WAT)$		
		<i>a</i>	<i>b</i>	<i>r</i>
26.8	<i>Q</i>	60.5505	-0.5777	-0.7071
	<i>PRO</i>	34.0068	-0.2313	-0.5457
	<i>FAT</i>	38.6337	-0.4961	-0.9691
24.4	<i>Q</i>	58.0356	-0.5523	-0.9922
	<i>PRO</i>	31.7474	-0.1814	-0.7169
	<i>FAT</i>	51.8745	-0.6722	-0.8923
20.2	<i>Q</i>	56.4130	-0.4933	-0.9259
	<i>PRO</i>	32.5674	-0.2318	-0.9651
	<i>FAT</i>	53.0291	-0.6555	-0.9571
14.8	<i>Q</i>	55.0381	-0.4695	-0.8409
	<i>PRO</i>	20.7578	-0.0742	-0.4409
	<i>FAT</i>	50.2179	-0.6171	-0.9878

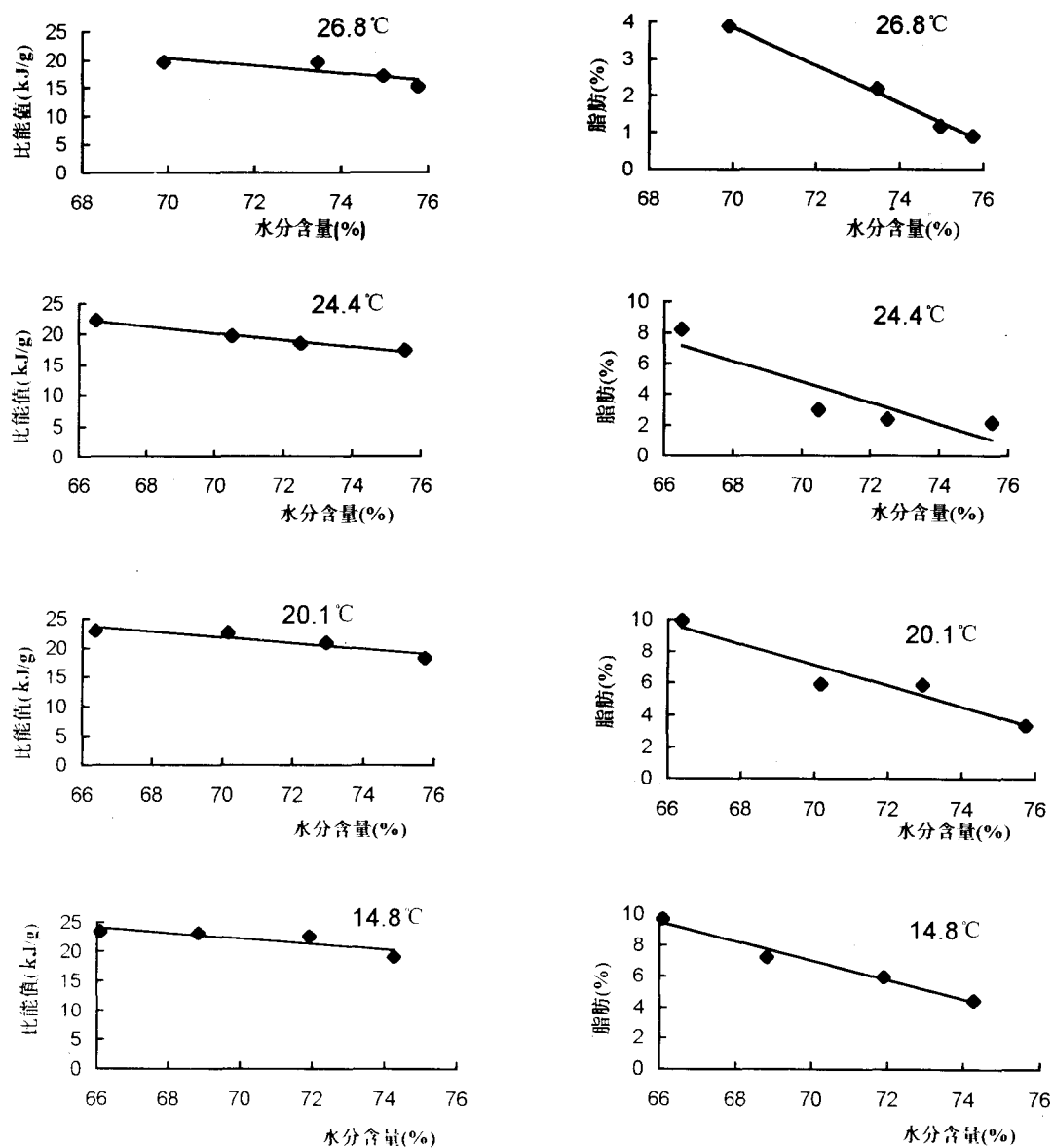


图2 黑鲟幼鱼的比能值、脂肪含量与水分含量的关系

三、讨 论

有关鱼体比能值、生化组成与摄食率的关系的研究报道较多, *Salmo trutta* 随日摄食量的增加, 脂肪、蛋白质及能量含量随之增加, 含水量则下降(Elliott, 1976), *Phoxinus Phoxinus* 在 5—15°C 水温下也表现出同样的趋势(Cui et al., 1988)。在 25°C 水温条件下,

南方鲇的比能值、蛋白质含量及脂肪含量与日粮水平表现出极显著的正相关,而水分含量则为负相关(谢小军等,1990),在有关 *Micropterus salmoides* (Niimi et al., 1974) 的研究中,蛋白质与日粮水平的关系则不明显,一般认为,干物质含量、脂肪含量和比能值随日粮水平增加而增加,蛋白质含量则在不同研究中表现出不同的变化。本研究中,在 14.8℃ 时,黑鲷的蛋白质含量与日粮水平的相关程度较低,而在其它温度条件下,则呈显著的正相关。

温度通过摄食率对鱼体的比能值和生化组成产生影响(Elliott, 1976),这种影响通常不规律, *Ictalurus punctatus* 随温度升高,其脂肪含量增加(Andrews et al., 1972);而 *M. salmoides* 在最低温度时,其脂肪含量最高,水分含量最低,蛋白质含量则不随温度而产生明显变化(Niimi et al., 1974)。在本实验中,黑鲷饱食日粮水平随温度下降,比能值及脂肪含量均表现出增加趋势。由表 2 可见,比能值及脂肪含量与日粮水平的回归关系中的 a , b 值均随温度上升而减小,这与 Niimi et al (1974) 的结果一致。

生物体的比能值及化学组成的测定是一项复杂、费时的的工作,尤其野外研究困难更大。由于含水量与生物体比能值、脂肪含量等存在着显著的相关关系,且测定简单,因此,是间接估计比能值和生化组成的实用指标。对黑鲷的研究结果表明,含水量与比能值及脂肪含量均达显著相关,作间接估计指标是可行的。

本研究所得出的黑鲷幼鱼干物质含量和能量含量的预测模式的决定系数很高,因此,可用来对上述参数进行间接估计,由模式可看出,日粮水平对黑鲷幼鱼干物质含量和能量含量呈正相关,而体重与温度则为负相关。

参 考 文 献

- 谢小军、孙儒泳,1990,南方鲇幼鱼鱼体的含能量及生化组成,北京师范大学学报(自然科学版),3:83—88。
- Andrews, J. W. & R. R. Stickney, 1972, Interactions of feeding rates and environmental temperature on growth, food conversion, and body composition of channel catfish, *Trans Am. Fish. Soc.*, 101:94—99.
- Craig, J. F., 1977, the body composition of adult perch, *Perca fluviatilis* in Windermere, with references to seasonal changes and reproduction, *J. Anim. Ecol.*, 46:617—632.
- Cui, Y. and R. J. Wootton, 1988, Effect of ration, temperature and body size on the body composition, energy content and condition of the minnow, *Phoxinus phoxinus* (L.). *J. Fish Biol.*, 32:749—764.
- Elliott, J. M. 1976, Body composition of brown trout (*Salmo trutta* L.) in relation to temperature and ration size, *J. Anim. Ecol.*, 45:273—289.
- Niimi, A. J. & F. W. H. Beamish, 1974, Bioenergetics and growth of largemouth bass (*Micropterus salmoides*) in relation to body weight and temperature, *Can. J. Zool.*, 52:447—456.
- Weatherley, A. H. & H. S. Gill, 1983, Protein, lipid, water and caloric contents of immature rainbow trout, *Salmo gairdneri* R., growing at different rates, *J. Fish Biol.*, 23:653—673.

STUDY ON ENERGY CONTENT AND BIOCHEMICAL COMPOSITION OF THE YOUNG BLACK PORGY*

Li Jun

(*Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences*)

ABSTRACT

Feeding-growth experiments on young black porgy (*Sparus macrocephalus* B.), weighing 4.19–70.16g, were carried out in four ration levels. Measurement of the carcasses' water, energy, protein and lipid content showed that the energy content, protein and lipid content were positively correlated with ration levels but that water content was negatively correlated with ration levels. The linear relationship between energy, protein or lipid content and water content was discussed. The coefficients of the regressions relating energy and lipid content to water content were so high that the water content was used as a index to estimate indirectly the energy content and biochemical composition. Models relating dry matter content and energy content to ration level. Body weight and mean water temperature were obtained using stepwise regression.

* Contribution No. 2889 from the Institute of Oceanology Chinese Academy of Sciences.