

[文章编号] 1007-7405(2016)02-0087-07

大黄鱼体重和内脏指标的相关性分析

陈俊蔚¹, 刘洋¹, 谢仰杰^{1,2}, 肖世俊^{1,2}, 王秋荣^{1,2}, 叶坤^{1,2}, 王志勇^{1,2}

(1. 集美大学水产学院, 福建 厦门 361021; 2. 农业部东海海水健康养殖重点实验室, 福建 厦门 361021)

[摘要] 为研究大黄鱼主要内脏指标差异及其与体重的相关性, 随机取 500 尾养殖大黄鱼(雌鱼 262 尾, 雄鱼 238 尾), 分别测定体重、肠长和 5 个主要 m (脏器), 计算脏器指数 (I)。结果显示: 除 I (心脏) 外, 大黄鱼各 m (脏器) 和 I (脏器) 在雌雄间均有显著性差异 ($P < 0.05$); 大黄鱼部分 m (脏器) 之间和 I (脏器) 之间达到显著性相关; 除 I (性腺) 和 I (肠长) 外, 余 m (脏器) 和 I (脏器) 均与体重和 m (胴体) 呈极显著相关 ($P < 0.01$); 大黄鱼的 m (心脏)、 m (肝脏)、 m (鳔)、 m (胃肠) 及肠长随鱼体增大而增加。多元回归分析显示 m (脏器) 与体重有显著相关性, 其中 m (鳔) 与体重的相关性最强。

[关键词] 大黄鱼; 内脏指标; 体重

[中图分类号] Q 174; S 965.322

Correlation of Visceral Index and Body Weight in the Large Yellow Croaker (*Larimichthys crocea*)

CHEN Jun-wei¹, LIU Yang¹, XIE Yang-jie^{1,2}, XIAO Shi-jun^{1,2}, WANG Qiu-rong^{1,2},
YE Kun^{1,2}, WANG Zhi-yong^{1,2}

(1. Fisheries College, Jimei University, Xiamen 361021, China; 2. Key Laboratory of Healthy Mariculture for the East China Sea, Ministry of Agriculture, Xiamen 361021, China)

Abstract: In order to study the main visceral difference of large yellow croaker and its correlation with body weight, 500 individuals of large yellow croaker (262 females and 238 males) were sampled for measuring the metric traits, including the body weight, intestine length and 5 organs' weight. The results indicated that, all the organs' weight and organ indexes, except the heart index, had significant difference between male and female ($P < 0.05$); Correlation analysis showed that some of the organs' weight and organ indexes were significantly correlated, and except the gonad index and intestine length index, the organs' weight and organ indexes were significantly correlated with body weight and carcass weight ($P < 0.01$). The weight of heart, liver, swim bladder, and gastrointestinal tract and intestine length increased with the increase of body weight. Multiple regression analysis indicated that there was a significant correlation between each organ weight and body weight, and the correlation between swim bladder weight and body weight was the strongest.

Keywords: large yellow croaker (*Larimichthys crocea*); visceral index; body weight

[收稿日期] 2015-09-06

[修回日期] 2015-12-20

[基金项目] 国家自然科学基金重点支持项目(U1205122); 厦门南方海洋研究中心项目(14GZY70NF34)

[作者简介] 陈俊蔚(1989—), 硕士生, 研究方向为水产动物遗传育种. 通信作者: 王志勇(1963—), 教授, 博导, 研究方向为水产动物遗传育种学. E-mail:zywang@jmu.edu.cn.

0 引言

大黄鱼 (*Larimichthys crocea*) 是我国名贵海产经济鱼类之一, 深受消费者的青睐。自 1985 年大黄鱼人工育苗技术取得成功以来, 我国水产科技工作者对大黄鱼进行了大量研究, 如大黄鱼苗种培育与人工养殖^[1-2]、种群结构与遗传多样性研究^[3]、分子标记开发^[4]、雌核发育研究^[5]、遗传图谱构建^[6-7]、功能基因研究^[8]等。

鱼类内脏器官的生长发育情况不仅代表其生长健康状况, 也直接影响着生长性能及各生长指标的变化情况。 m (脏器) 和脏器指数 (I) 是动物生理状态及生长情况的重要指标, 对于动物的饲养管理具有重要的参考价值。此外, 依据 m (脏器)、 I (脏器) 可大体确定内脏器官病变的性质和程度, 在药物毒理研究中常作为一项常规检测项目, 可为药物评价提供参考^[9]。目前, 有关 m (脏器)、 I (脏器) 的研究主要针对哺乳动物, 对鱼类研究较少, 且多集中在不同群体或家系及雌雄之间的形态差异比较^[10-11]。大黄鱼个体间 m (脏器) 和 I (脏器) 的差异研究及其与体重的相关性研究尚未见报道。本研究旨在通过对大黄鱼的 m (脏器) 和 I (脏器) 的初步分析, 探讨大黄鱼各内脏器官与性别、鱼体大小的关系, 为更好地利用大黄鱼遗传资源、开展大黄鱼的遗传育种及相关研究提供参考。

1 材料与方法

1.1 实验材料

实验用的大黄鱼是 2012 年春季从闽优 1 号 (F6) 中挑选 30 对优质亲本进行混合繁育而形成的养殖群体, 在霞浦海区网箱养殖 1 年后, 于 2012 年 12 月随机取 1000 尾移入室内水泥池中进行养殖, 养殖密度为 25 ~ 40 尾/ m^3 , 饲养管理参照常规的大黄鱼成鱼养殖方式进行, 期间成活率为 70.80%。2013 年 10 月随机取出 500 尾进行测定, 其中雌鱼 262 尾, 雄鱼 238 尾。

1.2 数据测定

采用电子天平测定样品的体重 (body weight, BW) 及心脏 (heart, H)、肝脏 (liver, L)、性腺 (gonad, G)、鳔 (swim bladder, SB)、胃肠 (gastrointestinal, GA) 等内脏 (visceral, V) 和胴体 (carcass, C) 的质量 (m), 用游标卡尺测量肠长 (intestines length, IL) (自然伸直) 及体长。脏器指数计算公式: I (脏器) = m (脏器) / m (胴体) $\times 100\%$, I (肠长) = L (肠) / L (体), L 表示长度。

1.3 统计分析

测得的数据采用 Microsoft Excel 和 SPSS17 软件进行统计分析, 数据用均数 \pm 标准差表示, $P \leq 0.05$ 为差异显著, $P \leq 0.01$ 为差异极显著。

2 结果

2.1 雌雄大黄鱼的 m (脏器) 和 I (脏器)

262 尾雌鱼和 238 尾雄鱼的体重、 m (胴体)、 m (脏器) 的测定结果如表 1 所示。对雌雄鱼的 m (脏器) 和 I (脏器) 进行两两比较的结果显示, 大黄鱼的 m (心脏)、 m (肝脏)、 m (性腺)、 m (鳔)、 m (胃肠) 和 L (肠), 以及 I (肝脏)、 I (性腺)、 I (鳔)、 I (胃肠) 和 I (肠长) 在雌雄之间差异极显著 ($P < 0.01$), 仅 I (心脏) 未达到显著性水平 ($P > 0.05$)。雌雄大黄鱼各脏器指标之间差异程度最大的均为 m (性腺), 变异系数分别是 0.84 和 0.99, 差异程度最小的均为 I (鳔), 变异系数分别为 0.14 和 0.13 (见表 1)。

2.2 不同规格大黄鱼的 m (脏器) 和 I (脏器)

为分析不同规格大黄鱼的 m (脏器) 和 I (脏器) 的差异, 将大黄鱼体重分为 5 个等级 (见表 2) 进行统计分析, 分别为 100 g 以下 (I)、100 ~ 200 g (II)、200 ~ 300 g (III)、300 ~ 400 g (IV)、400 g 以上 (V)。结果表明: 大黄鱼 m (脏器) 和 L (肠) 随体重增加而增加, I (脏器) 除 I (肝脏) 和 I (性腺) 外, I (心脏)、 I (鳔)、 I (胃肠) 随体重增加而趋于减小; m (脏器) 和 I (脏

器)在不同规格大黄鱼之间均达到一定程度的差异,其中 m (心脏)、 m (肝脏)、 m (鳔)和 m (胃肠)在5个规格等级中两两之间均达到差异极显著水平 ($P < 0.01$); 体重大于100g的大黄鱼 I (胃肠)各等级之间无显著差异,200 g以上的大黄鱼 I (心脏)各等级之间也无显著差异, I (肝脏)和 I (性腺)在5个等级之间的差异相同,相邻等级规格的大黄鱼 I (鳔)之间均无显著性差异。

表1 雌雄大黄鱼的 m (脏器)和 I (脏器)的比较

Tab.1 Comparison of organ weight and organ index between male and female of large yellow croaker

指标 Index	雌 Female($N=262$)		雄 Male($N=238$)		t	P
	均值 ± 标准差	变异系数	均值 ± 标准差	变异系数		
	Mean ± SD	CV	Mean ± SD	CV		
体重 BW/g	246.79 ± 99.44	0.40	202.36 ± 77.02	0.38	5.613	0.000**
胴体 C	214.18 ± 85.22	0.39	189.09 ± 72.09	0.38	3.563	0.000**
内脏 V	31.29 ± 18.47	0.59	13.10 ± 5.70	0.44	15.165	0.000**
心脏 H	0.49 ± 0.2	0.41	0.43 ± 0.18	0.42	3.386	0.001**
m/g 肝脏 L	3.91 ± 2.36	0.60	2.62 ± 1.51	0.58	7.336	0.000**
性腺 G	17.70 ± 14.85	0.84	2.73 ± 2.7	0.99	16.207	0.000**
鳔 SB	5.15 ± 1.97	0.38	4.16 ± 1.52	0.37	6.362	0.000**
胃肠 GA	3.41 ± 1.33	0.39	2.6 ± 0.97	0.37	7.746	0.000**
肠长 IL/mm	153.66 ± 37.47	0.24	138.06 ± 34.94	0.25	4.801	0.000**
心脏 H	0.24 ± 0.06	0.25	0.23 ± 0.06	0.26	-2.517	0.819
肝脏 L	1.75 ± 0.61	0.35	1.35 ± 0.44	0.33	6.420	0.000**
$I/%$ 性腺 G	7.92 ± 5.54	0.70	1.44 ± 1.12	0.78	19.252	0.000**
鳔 SB	2.44 ± 0.35	0.14	2.23 ± 0.29	0.13	1.947	0.000**
胃肠 GA	1.62 ± 0.25	0.15	1.41 ± 0.24	0.17	4.726	0.000**
I (肠长) I (IL)	0.65 ± 0.14	0.22	0.61 ± 0.14	0.23	3.871	0.000**

说明: * 表示差异显著 ($P < 0.05$), ** 表示差异极显著 ($P < 0.01$)。

Notes: * means significant difference ($P < 0.05$), ** means extremely significant difference ($P < 0.01$).

表2 不同规格大黄鱼 m (脏器)和 I (脏器)及多重比较

Tab.2 Multiple comparison of organ weight and index of large yellow croaker with different size

指标 Index	平均值 ± 标准差 (Mean ± SD)				
	I ($N=29$)	II ($N=189$)	III ($N=181$)	IV ($N=79$)	V ($N=22$)
心脏 H	0.23 ± 0.70E	0.34 ± 0.11D	0.48 ± 0.12C	0.65 ± 0.12B	0.91 ± 0.21A
肝脏 L	0.98 ± 0.38E	1.96 ± 0.76D	3.48 ± 1.21C	5.64 ± 1.93B	7.92 ± 2.57A
m/g 性腺 G	1.32 ± 1.09D	4.75 ± 5.48D	10.82 ± 10.83C	21.75 ± 16.71B	30.62 ± 22.94A
鳔 SB	1.89 ± 0.41E	3.33 ± 0.76D	5.11 ± 0.91C	6.84 ± 0.99B	8.55 ± 1.44A
胃肠 GA	1.30 ± 0.27E	2.15 ± 0.49D	3.27 ± 0.69C	4.38 ± 0.71B	5.89 ± 1.04A
肠长 IL/mm	116.67 ± 30.24D	128.74 ± 27.71D	153.74 ± 32.96C	166.87 ± 33.91A	199.60 ± 44.28A
心脏 H	0.30 ± 0.08A	0.24 ± 0.07B	0.22 ± 0.05C	0.22 ± 0.04C	0.23 ± 0.05BC
肝脏 L	1.27 ± 0.42C	1.38 ± 0.48C	1.60 ± 0.57B	1.88 ± 0.57A	2.01 ± 0.63A
$I/%$ 性腺 GS	1.70 ± 1.33C	3.49 ± 4.11C	5.17 ± 5.32B	7.54 ± 6.10A	8.04 ± 6.41A
鳔 SB	2.49 ± 0.38a	2.36 ± 0.35ab	2.33 ± 0.34b	2.30 ± 0.32BC	2.16 ± 0.23C
胃肠 GA	1.72 ± 0.29A	1.53 ± 0.28B	1.49 ± 0.27B	1.47 ± 0.21B	1.49 ± 0.21B
I (肠长) I (IL)	0.65 ± 0.18ab	0.61 ± 0.13b	0.64 ± 0.14a	0.64 ± 0.13ab	0.69 ± 0.16A

说明: 同一行数字后跟不同字母表示差异显著,大、小写字母分别表示显著性水平为0.01和0.05, N 表示个体数。

Notes: Different letters following the date within a same line indicates significant differences, and the uppercase and lowercase letters indicate the different levels of 0.01 and 0.05; N means the individual numbers.

2.3 大黄鱼 m (脏器) 和 I (脏器) 的相关分析

大黄鱼各 m (脏器) 之间的相关性分析结果 (见表3) 表明: 大黄鱼 m (心脏) 与 m (肝脏)

之间无显著相关 ($P > 0.05$), 与 L (肠) 及其他 m (脏器) 显著相关 ($P < 0.05$); 而 m (肝脏) 与 m (性腺) 相关极为显著 ($P < 0.01$), 与其他 m (脏器) 无明显相关 ($P > 0.05$); m (性腺) 与其他 m (脏器) (除 m (胃肠)) 呈现显著相关 ($P < 0.05$); m (鳔)、 m (胃肠) 和 L (肠) 之间相关极为显著。

大黄鱼各脏器指数之间的相关性分析结果 (见表 4) 表明: I (鳔)、 I (胃肠) 和 I (肠长) 之间极显著相关 ($P < 0.01$); I (心脏) 与 I (鳔)、 I (胃肠) 呈现极显著相关 ($P < 0.01$); 与 I (肝脏)、 I (性腺) 无明显相关 ($P > 0.05$); 而 I (性腺) 与 I (肝脏)、 I (鳔) 相关极为显著 ($P < 0.01$)。

表 3 大黄鱼 m (脏器) 之间的相关分析

Tab. 3 Correlation analysis between organ weights in large yellow croaker

指标 Index	m					肠长 IL	
	心脏 H	肝脏 L	性腺 G	鳔 SB	胃肠 GA		
心脏 H	相关性 Correlation	1					
	显著性 Sig. (2-tailed)						
肝脏 L	相关性 Correlation	0.087	1				
	显著性 Sig. (2-tailed)	0.053					
m 性腺 G	相关性 Correlation	-0.108	0.122	1			
	显著性 Sig. (2-tailed)	0.016 *	0.006 **				
鳔 SB	相关性 Correlation	0.115	0.066	-0.208	1		
	显著性 Sig. (2-tailed)	0.010 **	0.143	0.000 **			
胃肠 GA	相关性 Correlation	0.094	0.072	-0.076	0.308	1	
	显著性 Sig. (2-tailed)	0.036 *	0.109	0.092	0.000 **		
肠长 IL	相关性 Correlation	0.088	0.041	-0.035	0.169	0.319	1
	显著性 Sig. (2-tailed)	0.049 *	0.362	0.435	0.000 **	0.000 **	

说明: * 说明相关性在 $P < 0.05$ 水平; ** 说明相关性在 $P \leq 0.01$ 水平; $N = 500$ 。

Notes: * Means the correlation is at $P < 0.05$ level; ** Means the correlation is at $P < 0.01$ level; $N = 500$ 。

表 4 大黄鱼主要脏器指数之间的相关分析

Tab. 4 Correlation analysis between organ indexes in large yellow croaker

指标 Index	指数 I						
	心脏 H	肝脏 L	性腺 C	鳔指 SB	胃肠 G	肠长 IL	
心脏 H	相关性 Correlation	1					
	显著性 Sig. (2-tailed)	.					
肝脏 L	相关性 Correlation	0.078	1				
	显著性 Sig. (2-tailed)	0.083	.				
性腺 G	相关性 Correlation	-0.076	0.160	1			
	显著性 Sig. (2-tailed)	0.090	0.000 **	.			
鳔 SB	相关性 Correlation	0.136	0.081	-0.140	1		
	显著性 Sig. (2-tailed)	0.002 **	0.070	0.002 **	.		
胃肠 GA	相关性 Correlation	0.132	0.063	-0.070	0.255	1	
	显著性 Sig. (2-tailed)	0.003 **	0.163	0.119	0.000 **	.	
肠长 IL	相关性 Correlation	0.095	0.093	0.055	0.128	0.313	1
	显著性 Sig. (2-tailed)	0.033 *	0.037 *	0.220	0.004	0.000 **	.

说明: * 说明相关性在 $P < 0.05$ 水平; ** 说明相关性在 $P < 0.01$ 水平; $N = 500$ 。

Notes: * Means the correlation is at $P < 0.05$ level; ** Means the correlation is at $P < 0.01$ level; $N = 500$ 。

2.4 大黄鱼 m (脏器) 和 I (脏器) 与体重及 m (胴体) 的相关分析

分析结果显示, 除 I (性腺) 外, 雌雄大黄鱼 m (脏器) 和 I (脏器) 与体重的相关性变化规律

一致 (见表 5)。其中, I (性腺) 与体重在雌性大黄鱼中相关性极显著 ($P < 0.01$), 而在雄性大黄鱼中相关性不显著 ($P > 0.05$); 雌雄大黄鱼 m (心脏)、 m (肝脏)、 m (性腺)、 m (鳔)、 m (胃肠)、 I (肠长) 及 I (肝脏) 与体重呈极显著正相关 ($P < 0.01$); I (心脏)、 I (鳔) 和 I (胃肠) 与体重呈现极显著负相关 ($P < 0.01$); I (肠长) 与体重未达到显著相关水平 ($P > 0.05$)。

m (胴体) 与 m (脏器) 和 I (脏器) 的相关性分析显示, 大黄鱼 m (脏器) 与 m (胴体) 的相关关系与大黄鱼 m (脏器) 与体重的相关关系基本一致 (见表 5、表 6)。

表 5 m (脏器) 与体重的相关关系

Tab.5 The correlation of major organs' weight and body weight

指标 Index	雌 ♀		雄 ♂		
	相关系数 r	P	相关系数 r	P	
m	心脏 H	0.826	0.000	0.798	0.000
	肝脏 L	0.832	0.000	0.808	0.000
	性腺 G	0.629	0.000	0.394	0.000
	鳔 SB	0.910	0.000	0.942	0.000
	胃肠 GA	0.910	0.000	0.907	0.000
肠长 IL	0.554	0.000	0.507	0.000	
I	心脏 H	-0.333	0.000	-0.222	0.001
	肝脏 L	0.318	0.000	0.246	0.000
	性腺 G	0.269	0.000	0.039	0.551
	鳔 SB	-0.330	0.000	-0.254	0.000
	胃肠 GA	-0.323	0.000	-0.306	0.000
肠长 IL	0.083	0.183	0.089	0.170	

表 6 m (脏器) 与 m (胴体) 的相关关系

Tab.6 The correlation of major organs' weight and carcass weight

指数 Index	雌 ♀		雄 ♂		
	相关系数 r	P	相关系数 r	P	
m	心脏 H	0.828	0.000	0.796	0.000
	肝脏 L	0.824	0.000	0.795	0.000
	性腺 G	0.531	0.000	0.363	0.000
	鳔 SB	0.926	0.000	0.937	0.000
	胃肠 GA	0.927	0.000	0.902	0.000
肠长 IL	0.565	0.000	0.509	0.000	
I	心脏 H	-0.289	0.000	-0.222	0.001
	肝脏 H	0.314	0.000	0.229	0.000
	性腺 G	0.162	0.008	0.009	0.895
	鳔 SB	-0.269	0.000	-0.255	0.000
	胃肠 GA	-0.262	0.000	-0.309	0.000
肠长 IL	0.091	0.141	0.091	0.161	

2.5 m (脏器) 与体重的多元线性回归分析

以 m (脏器) (X) 为自变量, 体重 (Y) 为因变量, 采用逐步法进行多元线性回归分析, 建立多元回归方程。各自变量分别设定为: m (鳔) (X_1)、 m (胃肠) (X_2)、 m (肝脏) (X_3)、 m (性腺) (X_4)、 m (心脏) (X_5), 通过 SPSS 软件处理后, 得到多元回归的参数估计值 (见表 7)。由表 7 可知, m (脏器) 与体重有显著的直接相关性, 通过标准化偏回归系数比较可得出, m (鳔) 与体重

相关性最强, m (性腺) 与体重相关性最弱。

表 7 m (脏器) 与体重多元线性回归参数估计值

Tab. 7 The parameter estimates of multiple linear regression of organ weights and body weight

变量 Variables	参数估计值 Parameter estimates	标准误 S. E.	标准化值 Standardized value	t	P
常数项 Constant term	8. 543	3. 390	0. 000	2. 520	0. 012
X_1	20. 448	1. 507	0. 408	13. 572	0. 000
X_2	20. 753	2. 172	0. 279	9. 554	0. 000
X_3	6. 044	0. 955	0. 138	6. 328	0. 000
X_4	0. 779	0. 103	0. 112	7. 591	0. 000
X_5	66. 386	9. 856	0. 140	6. 735	0. 000

3 讨论

m (脏器) 和 I (脏器) 是动物重要的生物学指标, 也是鉴定动物遗传品质的重要依据^[12]。本研究对 500 尾大黄鱼的体重和 m (心脏)、 m (肝脏)、 m (性腺)、 m (鳔)、 m (肠长)、 m (胃肠) 进行测量分析, 结果显示体重、 m (胴体)、 m (总内脏) 及 m (主要脏器) 在雌雄之间均有极显著差异; 脏器指数方面, 除了 I (心脏) 在雌雄之间无显著差异, 其他脏器指数均在雌雄之间差异显著, 雌性普遍大于雄性; 说明性别对 m (脏器) 及 I (脏器) 有一定的影响, 这与大黄鱼雌鱼生长快于雄鱼有关。胃肠与肝脏是动物重要的消化器官, 是各种营养物质消化吸收与代谢的场所, 摄食消化能力直接影响生长速度, 消化系统越发达, 摄食消化能力越强, 其生长速度越快^[13]。雌性大黄鱼的 m (肝脏)、 m (胃肠) 及 L (肠) 极显著高于雄性, 这导致了雌、雄鱼对饵料收容量的差异, 进一步引起雌、雄鱼摄食率的差异, 最终导致雌雄生长出现差异。

有研究^[14-15]报道, 陆上动物的 m (脏器) 随体重增加而增加, I (脏器) 随体重增加而减小。本研究的结果显示, 大黄鱼的 m (心脏)、 m (肝脏)、 m (性腺)、 m (鳔)、 m (胃肠) 及 L (肠) 也随体重的增加而增加, I (心脏)、 I (鳔)、 I (胃肠) 随体重增加而趋于减小, 这与陆上动物研究的结果相一致。但雌雄大黄鱼 I (肝脏) 均与体重呈现显著正相关, 雌鱼 I (性腺) 与体重也呈显著正相关, 这可能是由于所研究的大黄鱼处于性腺发育成熟阶段, 此阶段性腺、特别是雌鱼的卵巢增重率明显高于体重生长率, 而肝脏是体内物质代谢的主要场所, 在相关性分析中 I (性腺) 与 I (肝脏) 又极显著相关, 所以 I (肝脏) 和 I (性腺) 随体重增加而增加。与雌鱼不同, 雄鱼性腺指数与体重相关不显著, 说明雄鱼性腺发育程度与体重相关性较小。这一方面与精巢对体重的贡献度较小有关, 另一方面是因为养殖大黄鱼普遍存在性早熟现象^[16], 达到 2 龄的雄性大黄鱼即使体重较小 (< 100g), 也可能具有比较发达的成熟的精巢。

另外, 本研究发现, 随着大黄鱼的生长, 其体重大于 100g 时 I (胃肠) 无显著差异, 体重大于 200g 时其 I (心脏) 也无显著差异, 由此可见大黄鱼生长到一定体重规格时 I (胃肠) 和 I (心脏) 处于稳定水平。当然, 不同体重等级的划分可能会出现不同的结果, 需要进一步分析研究。由于同样规格 (同样体重范围) 的雌雄大黄鱼个体数相差较大, 本文未作进一步探讨同体重范围雌雄间 m (脏器) 和 I (脏器) 的关系。

表 3、表 4 显示 m (部分脏器) 和 I (脏器) 存在一定的相关性, 且相关性的程度因脏器不同而有所差异。大黄鱼的 m (心脏) 与 m (肝脏) 之间相关不显著, 主要是因为心脏一般与运动量有关, 而肝脏是以代谢功能为主的器官, 是消化系统中最大的消化腺, 一般与动物的肥育程度有关。 m (肝脏) 与 m (性腺) 相关性极为显著, m (性腺) 与其他 m (脏器 (除胃肠)) 呈现显著相关, 说明大黄鱼消化系统和生殖系统存在密切联系, 并且性腺发育受其他脏器的影响。此外, 本研究中可以看出肝脏的生长与性腺的发育存在密切的关系, 与陈慧等^[17]报道的结果一致。张燕萍等^[18]在对鄱阳湖区

雌鳊性成熟系数及肝脏指数的研究中认为,性腺发育前期,雌鳊的性腺指数与肝脏指数成一定的正相关,当性腺发育到后期,性腺指数越来越大,肝脏指数越来越小,性腺成熟及产卵的能量主要来源于肝脏。相关性分析显示 m (鳔) 和 m (胃肠)、 L (肠) 之间相关性极为显著,且 I (鳔) 与 I (胃肠)、 I (肠长) 也显著相关,说明大黄鱼的鳔与消化器官存在较大的关系。

大黄鱼 m (主要脏器) 与体重及与 m (胴体) 的相关关系基本一致, m (心脏)、 m (肝脏)、 m (性腺)、 m (鳔)、 m (胃肠) 及 L (肠) 与体重呈显著的正相关关系, I (心脏)、 I (鳔)、 m (胃肠) 与体重呈显著的负相关关系,验证了前面 m (脏器) 随体重增加而增加, I (脏器) 随体重增加而减小这一结论。 m (脏器) 与体重的相关系数中, m (鳔) 与体重的相关系数最大,说明 m (鳔) 与体重的相关性高。多元线性回归分析显示 m (脏器) 与体重有显著的直接相关性,其中 m (鳔) 与体重的相关性最强,也说明了这一点。随着大黄鱼相关研究的不断拓展,有关大黄鱼基础数据的研究也将不断深入。

[参 考 文 献]

- [1] 陈慧. 大黄鱼苗种批量生产技术. 水产科技情报, 2001, 28(5): 212-214.
- [2] 肖友红. 大黄鱼人工养殖技术概述. 中国水产, 1998(7): 30-31.
- [3] 丁诗华, 黄丽英, 张海琪, 等. 大黄鱼岱衢洋选育群体和官井洋养殖群体的遗传差异分析. 海洋与湖沼, 2006, 37(1): 41-46.
- [4] GUO W, WANG Z Y, WANG Y L, et al. Isolation and characterization of six microsatellite markers in the large yellow croaker (*Pseudosciaena crocea* Richardson). Molecular Ecology Notes, 2005, 5(2): 369-371. DOI:10.1111/j.1471-8286.2005.00930.X.
- [5] 叶小军, 王志勇, 刘贤德, 等. 大黄鱼连续两代雌核发育群体的微卫星标记分析. 水生生物学报, 2010, 34(1): 144-151.
- [6] NING Y, LIU X D, WANG Z Y, et al. A genetic map of large yellow croaker (*Pseudosciaena crocea*). Aquaculture, 2007, 264: 16-26. DOI:10.1016/j.aquaculture.2006.12.042.
- [7] YE H, LIU Y, LIU X D, et al. Genetic mapping and QTL analysis of growth-related traits in the large yellow croaker. Marine Biotechnology, 2014, 16(6): 729-738. DOI:10.1007/S10126-014-9590-Z-Epub 2014 Ju/29.
- [8] YAO C L, KONG P, HUANG X N, et al. Molecular Cloning and expression of IRF1 in large yellow croaker, *Pseudosciaena crocea*. Fish & Shellfish Immunology, 2010, 28: 654-660. DOI:10.1016/j.fsj.2009.12.026. Epub 2010 Jan 15.
- [9] 王荫槐. 实验动物与动物实验. 北京: 中国建材工业出版社, 1999: 43-59.
- [10] 韦信键, 刘贤德, 王志勇. 32 个大黄鱼家系早期阶段生长性状比较及遗传参数估计. 集美大学学报 (自然科学版), 2013, 18(5): 321-328.
- [11] 谌微, 王盼盼, 肖世俊, 等. 大黄鱼形态指标体系及雌雄差异分析. 集美大学学报 (自然科学版), 2014, 19(6): 401-408.
- [12] 角建林, 李进涛, 何保丽, 等. 封闭群滇南小耳猪体重和脏器重的测定及其相关性分析. 昆明医科大学学报, 2013, 34(1): 32-35.
- [13] 马细兰, 张勇, 周立斌, 等. 脊椎动物雌雄生长差异的研究进展. 动物学杂志, 2009, 44(2): 141-146.
- [14] 陈长勋, 金若敏, 李仪奎, 等. 正常 SD 大鼠的部分生物数据测定. 动物学杂志, 1996, 31(4): 19.
- [15] 施新猷. 医用实验动物学. 西安: 陕西科学技术出版社, 1989: 522.
- [16] 林丹军, 张健, 骆嘉, 等. 人工养殖的大黄鱼性腺发育及性周期研究. 福建师范大学学报 (自然科学版), 1992, 8(3): 81-87.
- [17] 陈慧, 林国文, 刘招坤, 等. 网箱养殖大黄鱼生长特性的研究. 海洋科学, 2010, 34(11): 1-5.
- [18] 张燕萍, 谢宪兵. 鄱阳湖区雌鳊性成熟系数及肝指数的研究. 内陆水产, 2007, 32(7): 17-20.

(责任编辑 朱雪莲 英文审校 马 英)