

饵料系列对军曹鱼仔鱼生长、消化酶活力和体成分的影响

汤保贵^{1,2} 陈刚¹ 张健东¹ 施钢¹ 吴灶和¹

(1. 广东海洋大学水产学院, 湛江 524025; 2. 中国科学院南海海洋研究所, 广州 510301)

摘要: 饵料是鱼类早期发育最重要的条件之一, 并且随着个体发育, 饵料类别不断变化。为了评定各种饵料的效果并筛选得到军曹鱼仔鱼早期发育阶段适宜的饵料组合, 进行了本实验。军曹鱼仔鱼在 750L 桶中孵出并暂养 2d, 然后在水泥池中培育 4d (3—6 日龄), 并投喂轮虫; 在第 7 日龄, 将 240 尾仔鱼随机平均分配至 12 个 70L 桶中, 共分 4 组, 每组 3 桶; 7—15 日龄, 4 组仔鱼分别投喂轮虫、卤虫无节幼体、桡足类和桡足类投; 16—42 日龄, 分别投喂轮虫、卤虫无节幼体、桡足类和鱼糜。第 42 日龄, 将全部仔鱼取样、称重并于 -80℃ 保存备用。鱼体匀浆、离心后的上清液作为粗酶液用以测定蛋白酶、淀粉酶和脂肪酶等消化酶活力, 还测定了粗蛋白、粗脂肪等主要体成分, 并统计了生长指标。结果表明: (1) 组 IV 的生长表现最佳; (2) 组 III 的成活率最高; (3) 饵料对三种酶的活力和体成分都有极显著的影响; (4) 组 III 的蛋白酶活力、组 I 的淀粉酶活力和脂肪酶活力最高, 尤其是组 I 的淀粉酶活力比其他各组高出 6.8—11.9 倍; (5) 各组鱼体的粗蛋白含量均较相应饵料的低, 而粗脂肪含量则比饵料的高。因此, 可以认为: 仔鱼长期饥饿时, 消化酶可能存在补偿性分泌, 并优先利用糖类和脂肪作为能源; 军曹鱼仔鱼对脂肪的沉积效率较蛋白高。

关键词: 饵料; 军曹鱼仔鱼; 生长; 消化酶; 体成分

中图分类号: S963.16 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3207(2007)04-0479-06

军曹鱼 (*Rachycentron canadum* Linnaeus), 隶属鲈形目 (Perciformes)、鲈亚目 (Percoidae)、军曹鱼科 (Rachycentridae)、军曹鱼属 (*Rachycentron* Kaup), 俗称海鲷或海龙。分布于大西洋、印度洋、太平洋西南部热带、亚热带海域, 为暖水性底层鱼类。军曹鱼生长速度极快, 肉质细嫩、鲜美, 经济价值高, 现已成为华南沿海重要的海水网箱养殖对象^[1,2]。我校从 2000 年就开始进行军曹鱼的全人工繁育研究, 并获得成功, 但成活率低一直是仔鱼培育阶段的一大难题。经初步推测, 与其早期饵料及营养有关^[3]。因此, 开展仔鱼阶段的消化生理和营养需求研究, 成为无法回避的课题之一。

饵料是海水鱼种苗培育的关键之一。迄今, 在海水鱼早期发育的特定阶段, 生物饵料不仅不能为配合饲料所完全替代, 而且其中的消化酶还能弥补鱼体的分泌不足^[4,5]。消化酶活力是反映动物消化生理状况和对营养物质利用能力的重要指标, 研究鱼类消化酶的特性也是进行鱼类营养研究的基础。

陈刚等对军曹鱼幼鱼的淀粉酶进行了研究^[6], 陈浩如、孙丽华等在仔鱼阶段的摄食生长与发育方面进行了研究^[2,7,8], 但对军曹鱼营养需求的研究仅限于成鱼和稚幼鱼阶段^[9-12]。由于仔鱼阶段无法完全摄食配合饲料, 只能依靠体成分估计其营养需求。笔者用 4 种饵料系列对军曹鱼仔鱼进行了投喂, 再测定其消化酶活力和体成分, 探讨消化酶活力的变化规律和饵料对体成分的影响, 以期为其营养需求奠定基础。

1 材料与方法

1.1 材料

仔鱼 由广东海洋大学“军曹鱼大规模种苗培育”课题组提供军曹鱼初孵仔鱼, 养至 42 日龄。实验期间水温 27.8—31.6℃, 海水比重 1.018—1.021, pH 值 7.8—8.0。

饵料 褶皱臂尾轮虫、桡足类 (主要为哲水蚤) 分别在室外水泥池中 (6 m³ × 2.5 m³ × 1.5 m³) 用黄豆

收稿日期: 2006-09-06; 修订日期: 2007-01-18

基金项目: 国家海洋 863 计划“海水养殖种子工程”重大专项 (2002AA603012); 广东省科技厅重大攻关项目 (2003A2010502) 资助

作者简介: 汤保贵 (1975—), 男, 湖北襄樊人; 讲师, 在职博士; 主要从事鱼类营养生理及养殖研究。E-mail: tangbg@gdou.edu.cn

通讯作者: 吴灶和, E-mail: wuzh@gdou.edu.cn

浆培育;英伟牌卤虫卵孵化 20—22h 后得到卤虫无节幼体;鱼糜为杂鱼去骨肉剁碎后制成。

1.2 分组及投喂 初孵仔鱼开口后(48h)移入室内水泥池培育,至 7 日龄分为 4 个组(分别为 I、II、III、IV),每组为 3 只 70L 桶,每桶放 20 尾鱼。分别投喂不同的饵料系列,设计(见表 1)。

表 1 分组及饵料系列

Tab. 1 The grouping and diet series				
日龄 Days after hatching (DAH)	组 I Group I	组 II Group II	组 III Group III	组 IV Group IV
1	Larvae hatched out in a 750L tank (750L 孵化桶中孵出)			
3	Transferred to a concrete pool and fed with rotifers (移入水泥池,投喂轮虫)			
7	Grouped and cultured in 70L tanks (分组移入 70L 桶中)			
7	Rotifer (轮虫)	Artemia nauplii (卤虫无节幼体)	Copepod (桡足类)	Copepod (桡足类)
16	Rotifer (轮虫)	Artemia nauplii (卤虫无节幼体)	Copepod (桡足类)	Fish meal (鱼糜)
42	Sampled, weighed and stored in - 80 (收集全部样本,称量后置于 - 80 冰柜保存)			

注:每天分别在 7:00、11:30 和 17:00 进行饱食投喂(投喂前先吸污,组 IV 在投喂鱼糜后即吸污、换水)

1.3 方法

粗酶液的制备及酶活力测定 由于仔鱼样本个体太小,很难分离消化道和消化器官,只能以整条鱼为样本,提取粗酶液^[13,14]。擦干仔鱼样本体表水分,测体长、称体重后,置于研钵中剪碎、冰浴匀浆(根据重量按比例加入冰水)、离心(4,000 r/min × 10min,4℃),取上清液即为粗酶液,置于 4℃冰箱中保存,并于 24h 内测定酶活力^[15]。蛋白酶活力测定用福林-酚试剂法^[16],以 0.5%酪素为底物,37℃、pH2.5 条件下消化 15min,酶活力单位定义为每克鱼体粗酶液在 37℃下每分钟水解酪素产生酪氨酸的微克数(μg/g·min);淀粉酶活力测定用比色法^[17],以 0.04%可溶性淀粉为底物,37℃、pH7.0 条件下消

化 15min,酶活力单位定义为每克鱼体粗酶液在 37℃下每分钟水解淀粉的毫克数(mg/g·min);脂肪酶活力测定用滴定法^[16],以聚乙烯醇橄榄油乳化液(25%橄榄油)为底物,37℃、pH7.0 条件下消化 15min,酶活力单位定义为每克鱼体粗酶液在 37℃下每分钟催化产生脂肪酸的微摩尔数(μmol/g·min)。

体成分测定 粗蛋白的测定用半微量凯氏定氮法^[18];粗脂肪的测定用索氏提取法^[18]。

2 结果

2.1 仔鱼的生长与成活率

将各组仔鱼养至 42 日龄,测体长、称体重,并统计成活率,结果如表 2。

表 2 不同饵料系列下军曹鱼仔鱼的生长指标

Tab. 2 Growth indices of larval cobia fed on different diets				
指标 Indices	组 I Group I	组 II Group II	组 III Group III	组 IV Group IV
体长 Body length (cm)	4.70 ±0.9173	6.29 ±0.8195	7.31 ±0.4441	10.85 ±1.5815
体重 Body weight (g)	0.26 ±0.0680	0.59 ±0.2233	0.92 ±0.1631	4.68 ±1.0296
成活率 Survival (%)	10.0	36.6	60.0	27.5

经 6 周培育,组 IV 仔鱼的体长和体重增长都极明显优于其他三组($p < 0.01$),体重方面表现得尤为突出。但从成活率来讲,组 III 的达到 60%,而一直投喂轮虫的组 I 仅为 10%。

对 4 组仔鱼的体长和体重进行回归拟合,得到体重-体长关系方程,结果见表 3。

在 4 个关系方程中,可以看出,组 IV 的幂指数明显较其他各组大,组 II 和组 III 的较为接近,而组 I 的最小,接近 1。

表 3 不同饵料系列下军曹鱼仔鱼的体重-体长关系

Tab. 3 The relationship between body weight and body length of larval cobia fed on different diets		
组别 Groups	体重-体长关系 Relationship between body weight and body length	相关系数(R^2) Correlation coefficient
I	$W = 0.0397L^{1.2159}$	0.9139 *
II	$W = 0.0043L^{2.6530}$	0.9036 *
III	$W = 0.0085L^{2.3515}$	0.5816 *
IV	$W = 0.0015L^{3.3609}$	0.9495 *

*表示相关系数检验为极显著 Note: * refers to correlation coefficient tested as extreme significant

2.2 消化酶活力

测定 4 组样本的蛋白酶、淀粉酶和脂肪酶活力，结果分别见图 1—3。

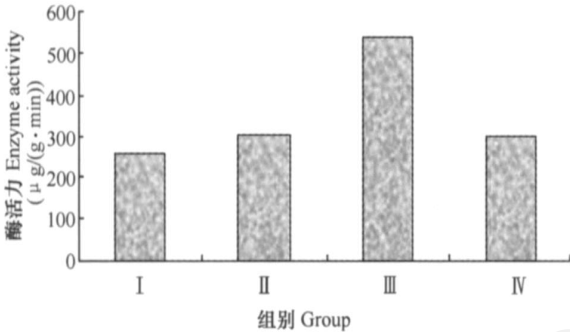


图 1 军曹鱼仔鱼的蛋白酶活力
Fig. 1 The activity of protease of larval cobia

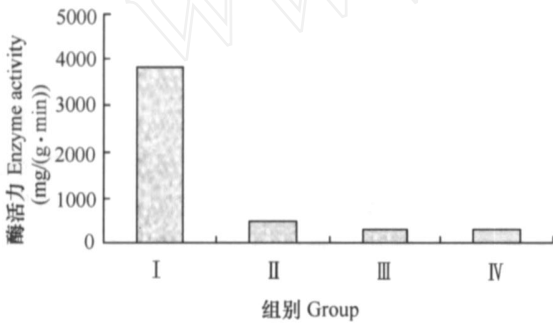


图 2 军曹鱼仔鱼的淀粉酶活力
Fig. 2 The activity of amylase of larval cobia

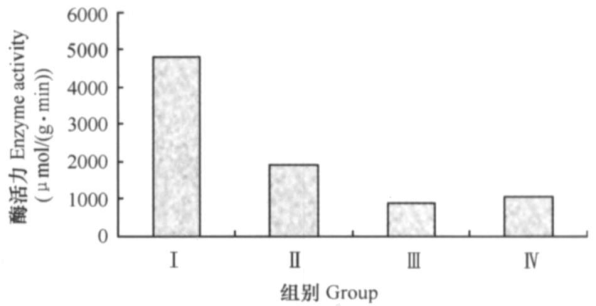


图 3 军曹鱼仔鱼的脂肪酶活力
Fig. 3 The activity of lipase of larval cobia

从 3 个图中可见，军曹鱼摄取四种不同的饵料系列后，组间三种酶活力都有极显著的差异 ($p < 0.01$)；组 III 的蛋白酶活力、组 I 的淀粉酶活力和脂肪酶活力最高，其中组 I 的淀粉酶活力比其他各组高出 6.8—11.9 倍。

2.3 体成分含量

测定 4 组鱼体样本和各自取样时摄食饵料(分别为轮虫、卤虫、桡足类和鱼糜)的粗蛋白及粗脂肪的百分含量(占干重)，结果分别见图 4、图 5。

由图中可以看出，组 IV 鱼体的粗蛋白和粗脂肪含量都要高于其他各组；各组鱼体的粗蛋白含量均较相应饵料的低，而粗脂肪却恰好相反。

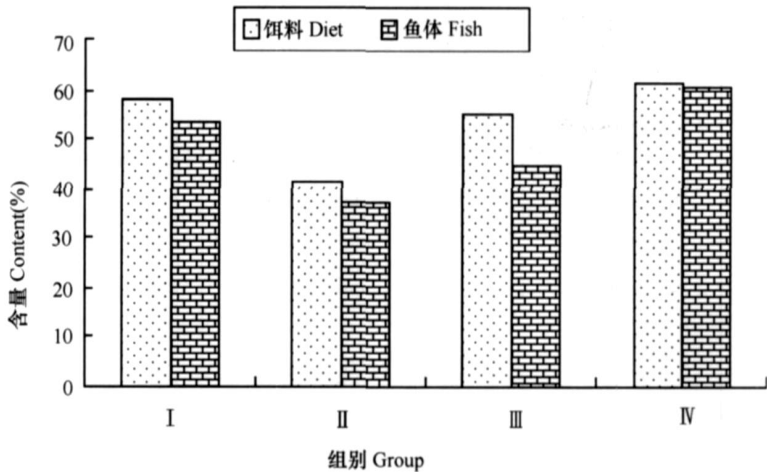


图 4 饵料和仔鱼的粗蛋白含量
Fig. 4 Crude protein content of diets and larvae

3 讨 论

3.1 饵料系列对军曹鱼仔鱼生长的影响

仔鱼的生长状况直接决定于摄食饵料。一直

投喂轮虫的组 I，无论是体长、体重还是成活率，表现都是最差的。轮虫虽是军曹鱼仔鱼的适宜开口饵料，但随着鱼体增长，其个体明显偏小，虽然水体中一直保持较高的饵料密度，但鱼体肠道空瘪，

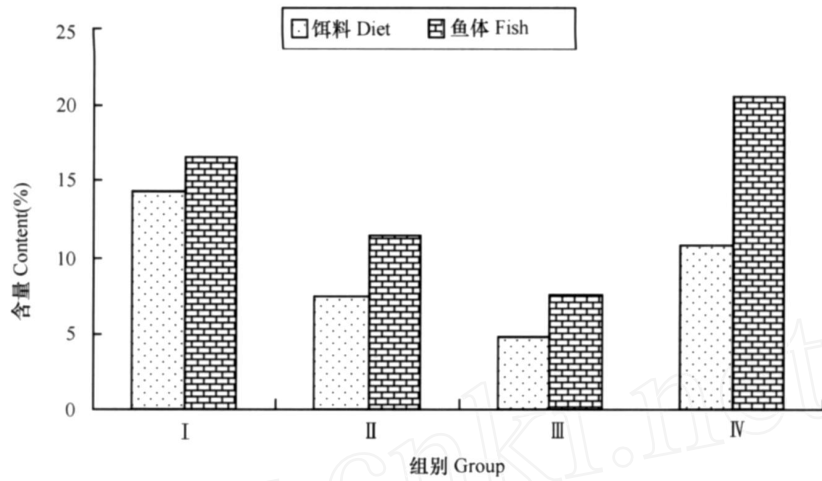


图5 饵料和仔鱼的粗脂肪含量

Fig. 5 Crude fat content of diets and larvae

选择指数由正变负,导致被迫型不完全拒食;育苗池中,7DAH后的仔鱼消化道中再也没有出现过轮虫,而倾向于摄食桡足类成体及虾蟹幼体等大型浮游动物,也表明其被选择性非常低^[3]。但是反观4种饵料的营养组成,轮虫的并不低,仅粗蛋白含量稍低于鱼糜。这表明仔鱼的摄食选择并不取决于饵料的营养组成,饵料大小也是个重要的因子^[19],也许与其摄食能耗过高有关,但需要进一步研究证实。长期单一投喂轮虫,仔鱼处于持续饥饿状态,从而导致生长和成活率低下。

与组IV相比,投喂卤虫和桡足类的组II、组III的仔鱼生长速度也较慢,但并不是因为饥饿(由于是过量投喂,每次投喂时消化道都比较饱满),可以认为是由于饵料存在营养缺陷,导致长期营养不良。桡足类个体虽然比卤虫小,但其营养品质较后者佳。

转喂鱼糜后,仔鱼虽然生长加快,成活率却比组III低,这也许与残饵和粪便较多有关,即使加大换水量,水质仍难以控制。

体重-体长关系方程中幂指数在一定程度上体现了体重和体长增长的优先程度。从这方面讲,一直摄食轮虫的仔鱼鱼体最为消瘦;而转食卤虫和桡足类后,体型显著变肥;投喂鱼糜后,体重优势更加明显。因此,从生长角度看,组IV的饵料系列是最佳的,但其成活率仍有提高的空间。

3.2 饵料与消化酶活力

根据生长表现和体重-体长关系方程,我们可以认为饵料系列的优劣顺序为IV>III>II>I,但是消化酶的活力大小并不与之一致,甚至是相反的:组I的淀粉酶和脂肪酶活力最高,而组IV的三种消化酶

活力都排第3。

一般来讲,饵料的营养成分构成鱼体消化酶的底物,因而会影响到消化酶的分泌和活力,但在本实验中,并看不出鱼体的蛋白酶和脂肪酶活力与饵料中粗蛋白和粗脂肪含量间存在简单的正相关关系。Nagase^[20]也证明莫桑比克罗非鱼(*Tilapia mossambica*)的胃蛋白酶活性不受饵料影响。

值得注意的是,组I的淀粉酶活力比其他各组的高出6.8—11.9倍,出现这种异常情况的原因可能是由于组I处于长期饥饿状态,为了生存,需要大量利用淀粉,从而导致淀粉酶活力增加,以转化淀粉,补充供能物质的不足。这点与肉食性的虎鲨(*Panaceas polyuranodon*)^[21]和杂食性的鲤鱼(*Cyprinus carpio*)^[22]相似,即所谓的补偿现象(Compensatory phenomena)。

与生长正常的第IV组比较,组I的淀粉酶和脂肪酶活力分别为前者的1218.6%和462.0%。可以看出,在饥饿状态下,军曹鱼可能会优先利用淀粉和脂肪作为能源,这也与草鱼(*Ctenopharyngodon idellus*)^[23]、眼斑拟石首鱼(*Sciaenops ocellatus*)和大西洋鲭(*Gadus morhua*)^[24]等相似。因为多数水产动物的主要储能物质为脂肪和糖原,在饥饿或食物不足时,主要消耗这两类物质^[25,26]。

3.3 饵料与鱼体成分

比较饵料与鱼体成分发现,鱼体的粗蛋白含量都较饵料的低,而粗脂肪含量却是相反—饵料的比鱼体的低。以正常生长的组IV来看,经连续投喂粗蛋白和粗脂肪含量分别为61%和10.77%的鱼糜26d后,鱼体中的蛋白和脂肪含量分别为60.2%和20.51%,

二者沉积效率比为 0.5182。这表明, 军曹鱼对蛋白和脂肪两种营养的吸收利用存在差异, 脂肪的沉积效率较蛋白高, 与对宝石鲈 (*Scortum barcoo*)^[27] 的研究结果相一致。这和军曹鱼的生活习性有关, 军曹鱼属于大洋洄游性鱼类, 巡游能力强, 能量需求高。

仔鱼一直摄食轮虫后虽然生长和成活率最差, 但是其鱼体的粗蛋白和粗脂肪含量并非最低。这可能是因为该组仔鱼在长期饥饿中, 消耗了大量的糖类作为能源^[25, 26], 导致粗蛋白和粗脂肪的含量相对抬高, 其体中的淀粉酶活力异常活跃也说明了这一点。

李刘东等^[28] 的研究显示, 军曹鱼成鱼 (4850g) 各部位肌肉的粗蛋白为 55.0%—77.9%, 脂肪含量为 20.2%—41.5%。与之比较, 仔鱼的粗蛋白含量与成鱼差异不显著 ($p > 0.05$), 而粗脂肪含量要比成鱼的小 ($p < 0.05$)。这种差异, 可能除了与生长发育阶段不同有关以外, 也跟取样方法的差异有关。在本实验中, 由于仔鱼个体很小, 无法分部位进行成分测定, 只能以整条鱼为样本 (包含了骨骼等), 自然会比单测肌肉的数值要低。另外, 由图 4 可以看出, 组 IV 仔鱼的粗蛋白含量较饵料鱼的稍低, 这也和取样差异有关 (饵料鱼取样为肌肉)。

参考文献:

- [1] Briggs I C. A list of florid fishes and their distribution [J]. *Bull. Flo. St. Mus. Biol. Sci.*, 1958, 2: 221—318
- [2] Chen H R, Sun L H, Hu J X, et al. Biological characteristics and artificial breeding technique in a large scale of cobia, *Rachycentron canadum* [J]. *Marine Sciences*, 2006, 30(2): 5—9, 90 [陈浩如, 孙丽华, 胡建兴, 等. 军曹鱼生物学特性及苗种规模化繁育技术. 海洋科学, 2006, 30(2): 5—9, 90]
- [3] Tang B G, Chen G, Shi G, et al. Alimentary canal contents of cobia (*Rachycentron canadum*) larvae cultured in ponds [J]. *Journal of Zhanjiang Ocean University*, 2006, 26(1): 12—16 [汤保贵, 陈刚, 施钢, 等. 池养条件下军曹鱼仔鱼的消化道内容物. 湛江海洋大学学报, 2006, 26(1): 12—16]
- [4] Munilla M R, Stark J R, Barbour A. The role of exogenous enzymes on the digestion of the cultured turbot larvae, *Scophthalmus maximus* L [J]. *Aquaculture*, 1990, 88: 337—350
- [5] Walford J, Lam T J. Development of digestive tract and proteolytic enzyme activity in sea bass (*Lates calcarifer*) larvae and juveniles [J]. *Aquaculture*, 1993, 109: 187—205
- [6] Chen G, Tang B G, Zhang J D, et al. The effects of pH, amylum concentration and salinity on the activity of amylases from *Rachycentron canadum* [J]. *Marine sciences*, 2005, 29(11): 28—30 [陈刚, 汤保贵, 张健东, 等. pH、底物体积分数和盐度对军曹鱼消化组织淀粉酶活力的影响. 海洋科学, 2005, 29(11): 28—30]
- [7] Sun L H, Chen H R, Huang L M, et al. A primary study on feeding technique of cobia (*Rachycentron canadum*) during artificial breeding [J]. *Journal of Tropical Oceanography*, 2006, 25(2): 24—30 [孙丽华, 陈浩如, 黄良民, 等. 军曹鱼人工育苗饵料投喂技术的初步研究. 热带海洋学报, 2006, 25(2): 24—30]
- [8] Sun L H, Chen H R, Wang Z D. Effect of salinity on embryonic and larval development of cobia (*Rachycentron canadum*) [J]. *Ecologic Science*, 2006, 25(1): 48—51 [孙丽华, 陈浩如, 王肇鼎. 盐度对军曹鱼胚胎和仔鱼发育的影响. 生态科学, 2006, 25(1): 48—51]
- [9] Chou R L, Su M S, Chen H Y. Optimal dietary protein and lipid levels for juvenile cobia (*Rachycentron canadum*) [J]. *Aquaculture*, 2001, 193: 81—89
- [10] Wang G J, Xie J, Wu R Q, et al. Optimal supplementations of vitamin E, vitamin C, choline and inositol in feed of *Rachycentron canadum* [J]. *Journal of Zhejiang Ocean University (Natural Science)*, 2006, 25(1): 10—14 [王广军, 谢骏, 吴锐全, 等. 军曹鱼饲料中 VE、VC、胆碱、肌醇适宜添加量的研究. 浙江海洋学院学报, 2006, 25(1): 10—14]
- [11] Tan B P, Yang H J, Liang H O. Effect of different dietary protein and energy levels on juvenile cobia, *Rachycentron canadum* [J]. *Acta Hydrobiol. Sin.*, 2002, 26(2): 215—220 [谭北平, 阳会军, 梁海鸥. 饲料中不同蛋白和能量水平对军曹鱼幼鱼的影响. 水生生物学报, 2002, 26(2): 215—220]
- [12] Zhou Q C, Tan B P, Mai K S, et al. Apparent digestibility of selected feed ingredients for juvenile cobia *Rachycentron canadum* [J]. *Aquaculture*, 2004, 241: 441—451
- [13] Wang C F, Xie S Q, Zhu X M, et al. Effects of age and dietary protein level on digestive enzyme activity and gene expression of *Pelteobagrus fulvidraco* larvae [J]. *Aquaculture*, 2006, 254: 554—562
- [14] Wan Z Z, Gao T X, Zhang X M, et al. Development study on some digestive enzymes of *Takifugu rubripes* larvae and juvenile [J]. *Journal of Ocean University of China*, 2004, 3(2): 175—178
- [15] Long L Q, Xiong B X, Bai D Q, et al. Preliminary studies on digestive enzymes of eel (*Anguilla japonica*) [J]. *Journal of Huazhong Agriculture University*, 1996, 15(3): 275—278 [龙良启, 熊邦喜, 白东清, 等. 池养鳗鲡胃肠组织消化酶的初步研究. 华中农业大学学报, 1996, 15(3): 275—278]
- [16] Microbiological Staff Room of Zhongshan University. Instruction to biochemical technology [M]. Beijing: People's Education Press. 1978, 53—59 [中山大学生物系生化微生物学教研室编. 生化技术导论. 北京: 人民教育出版社. 1978, 53—59]
- [17] Shanghai Institute of Medical Laboratory science. Clinical biochemical examination [M]. Shanghai: Shanghai Scientific & Technical Publishers. 1979, 366—368 [上海市医学检验所. 临床生化检验. 上海: 上海科学技术出版社. 1979, 366—368]
- [18] Zhang L Y. Feed analysis and quality examination technology (the second edition) [M]. Beijing: China Agricultural University Press. 2003, 49—59 [张丽英. 饲料分析及饲料质量检测技术 (第 2 版). 北京: 中国农业大学出版社. 2003: 49—59]
- [19] Yin M C. Feeding and growth of the larva stage of fish [J]. *J. Fish China*, 1995, 19(4): 335—342 [殷名称. 鱼类仔鱼期的摄食和生长. 水产学报, 1995, 19(4): 335—342]
- [20] Nagase G. Contribution to the physiology of digestion in *Tilapia*

- mossambica* digestive enzymes and the effects of diets on their activity [J]. *Z. Vergl. Physiol.*, 1964, **49**: 270—284
- [21] Zheng S M, Wang Y N, Nie Y X, *et al.* Study on the recovery growth after starvation and amylase activity in *Pangasius polyuranodon* [J]. *Journal of Huazhong Agriculture University*, 2003, **22** (5): 483—487 [郑曙明, 王燕妮, 聂迎霞, 等. 虎鲨饥饿后的补偿生长及淀粉酶活性研究. 华中农业大学学报, 2003, **22** (5): 483—487]
- [22] Wang Y N, Zhang Z R, Zheng S M. Compensation growth of the common carp *Cyprinus carpio* [J]. *Reservoir Fisheries*, 2001, **21** (5): 6—7 [王燕妮, 张志蓉, 郑曙明. 鲤鱼的补偿生长及饥饿对淀粉酶的影响. 水利渔业, 2001, **21** (5): 6—7]
- [23] Shen W Y, Lin H R, Zhang W M. Effect of starvation and refeeding on biochemical composition of grass carp (*Ctenopharyngodon idellus*) fingerling [J]. *Acta Zoologica Sinica*, 1999, **45** (4): 404—412 [沈文英, 林浩然, 张为民. 饥饿和再投喂对草鱼鱼种生物化学组成的影响. 动物学报, 1999, **45** (4): 404—412]
- [24] Jobling M, Meloy O H, Santos J D, *et al.* The compensatory growth response of the Atlantic cod: effects of nutritional history [J]. *Aquaculture International*, 1994, **2**: 75—90
- [25] Jobling M. Effects of starvation on proximate chemical composition and energy utilization of plaice, *Pleuronectes platessa* L [J]. *J. Fish Biol*, 1980, **17**: 325—334
- [26] Kim M K, Lovell R T. Effect of restricted feeding regimens on compensatory weight gain and body tissue changes in channel catfish *Ictalurus punctatus* in ponds [J]. *Aquaculture*, 1995, **135**: 285—293
- [27] Shao Q J, Su X F, Xu Z R, *et al.* Effect of dietary protein levels on growth performance and body composition of Jade Perch *Scortum barcoo* [J]. *Acta Hydrobiol. Sin.*, 2004, **28** (4): 367—373 [邵庆均, 苏小凤, 许梓荣, 等. 饲料蛋白水平对宝石鲈生长和体组成影响研究. 水生生物学报, 2004, **28** (4): 367—373]
- [28] Li L D, Chen B S, Feng J, *et al.* Analysis and evaluation in nutritive value of *Rachycentron canadum* (Linnaeus) [J]. *Journal of Tropical Oceanography*, 2002, **21** (1): 76—82 [李刘冬, 陈毕生, 冯娟, 等. 军曹鱼营养成分的分析及评价. 热带海洋学报, 2002, **21** (1): 76—82]

EFFECT OF DIET SERIES ON GROWTH, ACTIVITY OF DIGESTIVE ENZYMES AND BODY COMPOSITION OF LARVAL COBIA, RACHYCENTRON CANADUM

TANG Bao-Gui^{1,2}, CHEN Gang¹, ZHANG Jian-Dong¹, SHI Gang¹ and WU Zao-He¹

(1. Fisheries College of Guangdong Ocean University, Zhanjiang 524025;

2. South China Sea Institute of Oceanology, Guangzhou 510301)

Abstract : Diet is one of the most important conditions during fish early stage especially for marine fishes, and it changes continuously as the fish develops. The experiment was conducted to evaluate the effect of different diets on cobia larvae and acquire the optimal diet combination. The eggs were hatched in a 750L tank in which larvae were stocked for 2 days, then larvae were cultured in a concrete pool on for 4 days (3-6DAH), feeding on rotifers. On 7DAH, 240 larvae were transferred randomly to twelve 70L tanks with 20 larvae per tank labeled group I, group II, group III and group IV (3 tanks per group). During 7-15DAH, the larvae were fed with rotifers, artemia nauplii, copepods and copepods respectively; during 16-42DAH, with rotifers, artemia nauplii, copepods and fish meal respectively. On 42DAH, all larvae were sampled, weighed and store in -80℃. Crude digestive enzymes were produced from the supernatant by centrifuging homogenized solution of the fish bodies, and the activities of protease, amylase and lipase were analyzed. At the same time, body composition, as well as growth indices of larval cobia were determined. The results showed that: (1) the growth performance of group IV was the best; (2) the survival of group III was the highest; (3) the activities of digestive enzymes and body composition were extremely affected by diet; (4) the protease activity of group III, amylase and lipase activity of group I was the highest respectively among the 4 groups, and group I was highlighted for its 6.8-11.9 times higher amylase activity than other groups; (5) the crude protein contents of fish bodies were lower than them of corresponding diets, on the contrary, crude fat contents of fish bodies were higher than them of diets. So, there might be compensatory secretion of digestive enzymes, and glucide & fat were utilized preferentially for chronically hungered larvae with fat being more effectively deposited than protein for larval cobia.

Key words : Diet; Larval cobia; Growth; Digestive enzyme; Body composition