

饲料蛋白水平对宝石鲈生长和体组成影响研究

邵庆均 苏小凤 许梓荣 舒妙安
(浙江大学动物科学学院, 杭州 310029)

摘要: 选择体重一致、健康无病、初始体重 104.13 ± 0.46 g 宝石鲈 105 尾, 随机分为 5 组, 每组 3 重复, 分别喂以蛋白水平为 23.64%、28.45%、33.50%、37.04% 和 41.62% 的等能颗粒饲料(以白鱼粉为蛋白源), 在 15 口水泥池中控温养殖 8 周, 研究饲料蛋白水平对宝石鲈生长和体组成的影响。饲养试验结果表明: 饲料蛋白水平为 33.50% 时, 宝石鲈的增重率最大, 与饲料蛋白水平 23.64% 组相比差异极显著 ($P < 0.01$), 与 28.45% 组相比差异显著 ($P < 0.05$), 但与 37.04% 和 41.62% 组间没有显著性差异 ($P > 0.05$)。试验不同组间鱼体肥满度、肝体指数、蛋白质净利用率和饵料系数没有显著差异 ($P > 0.05$)。通过增重率的折线法分析结果表明, 宝石鲈获得最佳增重率的饲料蛋白需要量为 33.94%。饲料蛋白水平对鱼体组成和肌肉成分研究表明, 饲料蛋白水平为 33.50% 时鱼体蛋白含量最高, 与蛋白水平 23.64% 组相比, 差异极显著 ($P < 0.01$); 体脂肪含量随着饲料蛋白水平的增加而不断下降, 饲料蛋白 23.64% 组与 41.62% 组之间差异显著 ($P < 0.05$); 鱼体灰分含量随着饲料蛋白水平的增加而不断上升, 41.62% 组与 23.64%、28.45% 和 33.50% 组间差异均达显著水平 ($P < 0.05$)。饲料蛋白水平 33.50% 时, 肌肉中蛋白质含量最高, 分别与 23.64% 和 28.45% 组间差异显著 ($P < 0.05$); 而试验各组间肌肉中水分、脂肪、灰分含量差异均不显著 ($P > 0.05$)。

关键词: 宝石鲈; 饲料; 蛋白水平; 增重; 体组成; 肌肉成分
中图分类号: S965.2 文献标识码: A 文章编号: 1009-3207(2004)04-0367-07

宝石鲈学名高体革 (*Saotum barcoo*), 是近年来我国从澳大利亚引进的新品种, 其分类上属于鲈形目、科、革属, 仅分布于澳大利亚的淡水水域。宝石鲈杂食性, 具有生长快、抗病性强、运输成活率高等优点, 并可通过投喂人工颗粒饲料进行养殖。此外, 宝石鲈肉质细嫩, 肌肉蛋白质含量高, 肌间刺少, 近年来被澳大利亚及周边国家和地区的人们所喜爱, 是极具养殖发展前景的水产养殖新品种。然而, 国内外对该鱼营养与饲料方面的研究较为缺乏。基于饵料蛋白质含量对水生动物的重要作用, 本研究开展了饲料

蛋白水平对宝石鲈生长和体组成影响研究。

1 材料与方法

1.1 试验饲料 试验中采用的宝石鲈配方按照食性相类似的杂食性鱼类鳊鱼 (*Zacco barbata*) 的饲料配方成分进行配制^[1]。试验五组饲料粗蛋白实测值分别为 23.64%、28.45%、33.50%、37.04% 和 41.62%。配制成的硬颗粒饲料空调 23℃ 干燥后置于 -20℃ 冰柜中保存、备用。饲料配方及常规营养成分见表 1。

表 1 试验饲料配方及常规营养成分
Tab. 1 Formulation and chemical composition of experimental diets (%)

饲料 Diet	1	2	3	4	5
白鱼粉 White fishmeal(USA)	32	41	50	57	68
玉米淀粉 Corn starch	39	31	22	16	5
α 淀粉 α starch	20	20	20	20	20

收稿日期: 2003-08-15; 修订日期: 2003-11-20
基金项目: 浙江省重点项目(021102181-1)资助
作者简介: 邵庆均(1962—), 男, 浙江兰溪市人; 副教授; 目前主要从事水产动物营养与饲料科学领域的研究
E-mail: qjshao@zju.edu.cn

	续表				
饲料 Diet	1	2	3	4	5
鱼油 Fish oil (Norway)	7	6	6	5	5
维生素预混料 Vitamin premix ¹	1	1	1	1	1
矿物质预混料 Mineral premix ²	1	1	1	1	1
水分 Moisture(%)	7.5	7.0	6.5	7.3	6.9
化学组成(干物质) Chemical composition(DM)					
粗蛋白 Crude protein(%)	23.64	28.45	33.50	37.04	41.62
粗脂肪 Crude lipid(%)	10.42	9.82	9.91	7.73	7.97
粗纤维 Crude fiber(%)	1.13	0.88	0.70	0.70	1.00
灰分 Ash(%)	7.7	9.5	10.5	12.2	13.9
NFE ³ (%)	52.3	46.4	42.2	34.8	28.3
代谢能 ME(MJ/ kg)	15.97	16.05	15.88	15.88	15.88
能蛋比 ME/ crude protein(KJ/g)	67.6	56.4	47.4	42.9	38.2
钙 Calcium(%)	2.30	2.85	3.21	3.75	4.30
磷 Phosphorus(%)	1.28	1.53	1.83	2.06	2.26

Notes: 1. Vitamin premix(kg⁻¹ diet): vit. A(retinyl acetate), 21, 000IU; vit. D₃, 2700IU; vit. E(DL- α -tocopheryl acetate), 225mg; vit. K₃, 12.6mg; thiamin HCl, 14mg; riboflavin, 20mg; folic acid, 1mg; nicotinic acid, 120mg; calcium pantothenate, 20mg; biotin, 10mg; vit. B₁₂, 0.02mg; L-ascorbyl-2 polyphosphate, 200mg; choline chloride, 1120mg; inositol, 180mg, BHT 150mg.

2. Mineral premix(kg⁻¹ diet): sodium(sodium chloride), 1200mg; iron(ferrous sulfate), 13mg; manganese(manganese sulfate), 32mg; zinc(zinc sulfate), 60mg; copper(copper sulfate), 7mg; iodine(potassium iodine), 1mg.

3. NFE(Nitrogen free extract) = 100- (protein+ lipid+ fiber+ ash).

表中除 NFE、ME 和能蛋比为计算值外,其余均为实测值。All the data in table were analyzed except NFE, ME and ME/ Crude protein.

1.2 试验动物与饲养管理 试验鱼由杭州市景芳水产养殖公司提供, 选用相同种质来源, 大小均匀, 健康无病, 平均体重 104.13 ± 0.46g 的宝石鲈 105 尾, 随机分为 5 组, 分别饲喂第 1、2、3、4、5 组人工饲料, 每组 3 个重复, 15 只 2.0m × 1.0m × 0.5m 网箱分别设置于由锅炉加热控温的、大小均为 6m × 2.5m × 0.5m 的 15 口水泥池中进行 8 周正式养殖试验, 用罗次鼓风机配合散气石每天进行 24h 充气增氧。正式试验前宝石鲈养殖在网箱中进行 3 周的驯养, 期间投喂粗蛋白 30% 左右的商品饲料。驯养期前用生石灰消毒池体, 用二溴海因消毒水体。养殖过程水体温 24 ± 1℃, 气温 26 ± 1℃, 按水质条件定期换水并保持水体 pH6.5—7.5, DO ≥ 4.5mg/L, 氨态氮 ≤ 0.2mg/L, 盐度 ≤ 0.5‰。每天按体重 3% 于上午 9:00 (总量的 30%) 和下午 16:00 (总量的 70%) 各投饵一次。试验期间每日记录耗料, 每两周定期测定水质和实验鱼称重各一次, 并相应地调节投饵量。

1.3 样品处理 饲养试验结束并停饲 24h 后, 从每一网箱随机抽取鱼 3 尾, 每组 9 尾, 共 45 尾鱼, 其中的 30 尾鱼进行称重、采血后, 取两侧侧线上背肌, 放入已称重的干洁瓷盘中, 采用 105℃ 烘箱干燥法测

出其水分。然后用万能粉碎机将其粉碎, 用 40 目的分析筛过筛, 制成的样品保存于密封的塑料袋中, 于 -20℃ 冰柜中保存, 以供分析用。

1.4 体成分分析方法 体成分分析采用半微量凯氏定氮法(Foss 2300 瑞士全自动凯氏定氮仪) 测定蛋白质; 采用索氏抽提法(2050 全自动索氏浸提机) 测定脂肪; 采用 105℃ 烘箱干燥法测定水分; 采用 550℃ 灰化法测定灰分含量。

1.5 测定项目 测定指标为增重率、饵料系数、饱满度、肝体指数、蛋白质净利用率。

1.6 数据处理 用 Spss8.0 统计分析软件进行数据分析; 用 Duncan 氏多重比较法进行组间差异显著性分析; 根据增重率与饲料中蛋白水平关系, 采用折线法确定宝石鲈最佳生长时所需饲料蛋白水平。

2 结果

2.1 饲料蛋白水平对生长性能和饲料利用率的影响 饲料粗蛋白水平不同对宝石鲈生长效果和饲料利用率的影响见表 2。从表 2 可知, 宝石鲈的增重率第 3 组达到最大, 为 93.54%, 比第 1 组增加了 55.61%, 差异极显著 (P < 0.01); 比第 2 组增加了

表 2 饲料不同蛋白水平对宝石鲈生长效果的影响 (n = 3)
Tab.2 Effects of dietary protein levels on growth performance of jade perch. (means ± SD)

试验饲料 Diets	1	2	3	4	5
初始重 Initial body weight(g)	104.30 ± 3.63	103.63 ± 4.35	104.37 ± 2.10	103.67 ± 2.25	104.67 ± 2.44
终重 Final body weight(g)	167.00 ± 13.08 ^a	169.00 ± 25.53 ^a	202.00 ± 4.58 ^b	187.33 ± 7.51 ^{ab}	186.00 ± 7.94 ^{ab}
摄食量 Feed intake(kg)	2.89 ± 0.22	3.17 ± 0.18	3.72 ± 0.25	3.17 ± 0.20	2.99 ± 0.22
成活率 Survival rate (%)	100	100	100	100	100
增重率 Increase weight rate(%)	60.11 ± 14.7 ^a	63.08 ± 18.62 ^a	93.54 ± 4.58 ^{ab}	80.70 ± 8.55 ^{ab}	77.70 ± 11.32 ^{ab}
饵料系数 Feed conversion ratio(FCR)	2.20 ± 0.59	2.31 ± 0.99	1.82 ± 0.08	1.82 ± 0.18	1.75 ± 2.34
肥满度 Condition factor(CF)	3.13 ± 0.04	3.07 ± 0.27	3.45 ± 0.16	3.42 ± 0.05	3.11 ± 0.17
肝体指数 Hepatosomatic index(HSI)	0.73 ± 0.09	0.72 ± 0.06	0.70 ± 0.10	0.84 ± 0.11	0.79 ± 0.08
蛋白质净利用率 NPU(%)	24.60 ± 3.29 ^a	21.19 ± 3.69 ^{ab}	21.11 ± 0.48 ^{ab}	20.46 ± 0.99 ^{ab}	19.81 ± 1.22 ^b

注:同行中标注大写字母不同者表示差异极显著 ($P < 0.01$),小写字母不同者表示差异显著 ($P < 0.05$)。下同。
增重率(%) = 实验增重 × 实验初重⁻¹ × 100%; 饵料系数(FCR) = 饲料总消耗量 × 总增重⁻¹; 肥满度 = 体重(g) × 体长(cm)⁻³ × 100%; 肝体指数(HSI) = 肝脏重量(g) × 体重(g)⁻¹ × 100%; 蛋白质净利用率(NPU) = 体蛋白增加量 × (摄食量 × 饲料蛋白质含量)⁻¹。
Notes: With the same row, values with different superscripts in big character are very significantly different ($P < 0.01$), values with different superscripts in little character are significantly different ($P < 0.05$). It is same below.
Increase weight rate(%) = (final wt-initial wt) × 100 × initial body weight⁻¹; FCR = feed intake × (final wt-initial wt)⁻¹; Condition factor = body weight(g) × body length(cm)⁻³ × 100%; Hepatosomatic index = liver weight(g) × body weight(g)⁻¹ × 100%; Net protein utilization = total protein gain × (feed intake × feed protein content)⁻¹.

48.29%, 差异显著 ($P < 0.05$); 比第4和第5组分别增加了15.91%和20.39%, 但差异不显著 ($P > 0.05$)。根据折线法分析结果, 可得 $y = 339.72x - 24.754 (R^2 = 0.8127)$ 和 $y = -187.12x + 154.04 (R^2 = 0.8315)$, 两直线相交点值为0.3394, 即33.94%。因此, 从增重率折线法分析可知(图1), 在水温24 ±

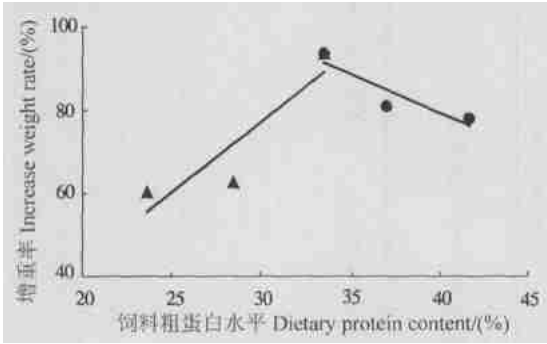


图1 增重率与饲料中蛋白水平的关系

Fig. 1 Relationship between increase weight rate of jade perch and dietary protein content

1℃的条件下, 网箱养殖宝石鲈获得最佳生长效果时饲料中粗蛋白需要量为33.94%。

饵料系数具有随着饲料中粗蛋白水平的提高而不断下降趋势, 第5组达到最低值, 比第1、2、3和4组分别降低了20.45%、24.24%、3.85%和3.85%, 但组间差异均不显著 ($P > 0.05$)。鱼体的肥满度第3和第4组较高, 但试验各组间差异不显著。肝体指数第4和第5组相对较大, 尽管试验各组间差异不显著 ($P > 0.05$), 但有随着饲料蛋白水平的提高而增加的趋势。蛋白质净利用率随着粗蛋白水平的提高呈不断下降趋势, 第2、3、4和5组分别比第1组下降了13.86%、14.19%、16.83%和19.47%, 第1组与第5组之间差异显著 ($P < 0.05$)。

2.2 饲料蛋白水平对鱼体成分的影响

饲料蛋白质水平对鱼体成分的影响见表3。由表3可知, 粗蛋白水平的不同对宝石鲈鱼体水分含量没有显著影响, 但影响鱼体中粗蛋白、粗脂肪和粗灰分的含量。

表3 饲料不同粗蛋白水平对宝石鲈体组成的影响(n= 3)

Tah. 3 Effect of dietary protein levels on body compositions of jade perch. (means ± S. D.)

试验饲料 Diets	1	2	3	4	5
水分 Moisture (%)	62.30 ± 1.74	63.97 ± 1.04	64.10 ± 1.15	64.09 ± 2.48	63.45 ± 2.25
粗蛋白 Crude protein (% DM)	34.99 ± 2.16 ^{Aa}	37.57 ± 2.04 ^{Aab}	41.23 ± 0.18 ^B	39.81 ± 0.14 ^b	38.21 ± 1.15 ^{Aab}
粗脂肪 Crude lipid (% DM)	52.92 ± 1.13 ^b	50.83 ± 0.14 ^{ab}	47.79 ± 0.28 ^{ab}	47.72 ± 0.14 ^{ab}	43.01 ± 7.78 ^a
粗灰分 Ash (% DM)	8.29 ± 0.85 ^a	8.62 ± 0.42 ^a	8.68 ± 0.07 ^a	8.98 ± 0.28 ^{ab}	9.92 ± 0.14 ^b

试验第3组粗蛋白含量最高, 达41.23%, 比第1组提高17.83%, 差异极显著 ($P < 0.01$); 比第2、4和5组分别提高9.74%、3.57%和7.90%, 但差异均不显著 ($P > 0.05$); 而第4组比第1组提高13.78%, 差异显著 ($P < 0.05$)。随着饲料中粗蛋白水平的提高, 鱼体中粗脂肪的含量逐渐下降。其中, 第5组比第1组下降18.73%, 差异显著 ($P < 0.05$)。鱼体灰分含量随着饲料蛋白水平的提高而不断升高, 呈现出与粗蛋白和粗脂肪不同的变化趋势。第5组灰分含量为最高值9.92%, 与第1、2和3组间都存在显著差异 ($P < 0.05$), 而与第4组间差异不显著 ($P > 0.05$)。

2.3 对鱼体肌肉生化指标的影响

由表4可以看出, 不同饲料粗蛋白水平对肌肉水分含量影响不显著 ($P > 0.05$)。肌肉中粗蛋白的含量随着饲料中粗蛋白的增加而不断升高, 第3组达到最高值65.32%, 比第1组和第2组分别提高10.98%和10.86%, 差异均显著 ($P < 0.05$); 当饲料粗蛋白水平继续增加时, 肌肉中的蛋白含量又略有下降。肌肉中粗脂肪的含量随着饲料粗蛋白水平的提高而不断下降, 但试验各组间差异不显著 ($P > 0.05$)。肌肉中粗灰分却随着饲料粗蛋白水平的提高而不断升高, 在蛋白水平最高组时达到了最高值3.58%, 但不同组之间差异不显著 ($P > 0.05$)。

表 4 饲料中粗蛋白水平不同对宝石鲈肌肉组成的影响(n= 3)
Tab. 4 Effect of dietary protein levels on chemical composition of the muscle of jade perch(means±S.D.)

试验饲料 Diets	1	2	3	4	5
水分 Moisture (%)	74. 01±0. 12	73. 21±0. 41	74. 43±0. 13	73. 81±0. 28	74. 06±0. 19
粗蛋白 Crude protein(% DM)	58. 86±0. 99 ^a	58. 92±4. 04 ^a	65. 32±2. 72 ^b	64. 78±4. 63 ^{ab}	63. 32±2. 81 ^{ab}
粗脂肪 Crude lipid(% DM)	31. 77±2. 46	31. 57±0. 65	27. 44±2. 54	27. 35±0. 79	26. 40±6. 32
粗灰分 Ash(% DM)	3. 48±0. 24	3. 55±0. 03	3. 58±0. 29	3. 63±0. 27	3. 76±0. 05

3 讨论

3. 1 饲料不同粗蛋白水平对宝石鲈生长效果的影响

饲养试验结果表明, 饲料不同粗蛋白水平对宝石鲈的摄食量和成活率并无明显影响。随着饲料蛋白水平的不断增加, 增重率显著地升高, 当蛋白水平达到 33. 50% 时, 增重率达到最高点, 这大体可以说明体重为 100g 左右宝石鲈对饲料中蛋白质需要量大约为 33. 50% 左右。随后随着饲料蛋白水平的上升, 体增重缓慢地下降, 这一结果与国内外对许多鱼类研究的结论相一致。通过对增重率的折线法分析可得, 宝石鲈最佳增重时饲料粗蛋白的需要量为 33. 94%, 这一研究结果与鲮鱼^[1]; 草鱼^[2]; 四须^(*Barbodes altus*)^[3] 等杂食性鱼类蛋白质需要量相接近。虽然同是杂食性鱼类, 但对蛋白质的最佳需要量也有很大差异, 这种差异主要是由于鱼体的种类、年龄或大小、水质条件、配制饲料原料的质量等不同而引起的。

随着饲料粗蛋白含量的增加, 饵料系数不断下降, 但组间差异不显著。这一结论与 Aksnes^[4] 等对大西洋大比目鱼(*Hippoglossus hippoglossus* L.) 的研究结论大体相一致。但对四须^[3] 和金头鲷(*Sparus aurata*)^[5] 等的研究报道表明, 饵料系数随着蛋白水平上升而不断下降, 当蛋白水平达到鱼体生长最佳蛋白质需要量后, 饵料系数开始上升。

随着饲料粗蛋白水平的上升, 蛋白质净利用率不断下降, 这与印度鲃(*Cirrhinus mrigala*) 幼鱼^[6]、金头鲷^[7]、四须^[3] 等的研究结果相同。对许多鱼类研究发现, 氮的排泄量随着饲料粗蛋白水平的升高而增多, 并随着饲料中碳水化合物量的升高而下降。同样地, Engin 等^[8] 也在研究中发现, 当提高饲料中可消化非蛋白能的来源时, 鱼体可以通过降低氮的损失而提高氮的储存率。而 Shimeno 等研究鲤科鱼类发现, 饲料中碳水化合物和脂肪含量升高会降低

肝胰腺中氨基酸降解酶的分泌, 从而导致氮排泄量的减少和蛋白质净利用率的增加。

3. 2 不同粗蛋白水平饲料对宝石鲈体组成、肌肉营养成分的影响

随着饲料蛋白水平的上升, 宝石鲈体组织中粗蛋白含量不断增加, 当饲料蛋白质含量为 33. 50% 时达最大值, 随后伴随着饲料蛋白质继续上升而呈缓慢下降趋势。这与美洲鳗鲡幼鱼(*Anguilla rostrata*)^[9]、金鱼(*Carassius auratus*)^[10]、大梭鱼(*Esom masquinongy*)^[11] 等的研究结果相一致。但也有研究者发现, 随着饲料中粗蛋白水平的变化, 体组织中粗蛋白含量并不受到影响, 如四须^[3]、佛罗里达红罗非鱼^[12]、棕鲮(*Salmo trutta*)^[13] 等的研究报道。

随着饲料粗蛋白水平的增加, 全鱼体脂肪却呈不断下降的趋势。这一结果与马来西亚鲶(*Mystus nemurus*)^[14]、石斑鱼(*Epinephelus malabaricus*)^[15]、^[16] 等的研究相一致。但也有研究者发现, 全鱼体粗脂肪不受饲料蛋白水平影响, 如四须^[3] 等。Arzel 等发现^[13], 当鱼体饲喂无蛋白饲料时, 单位体增重中脂肪沉积水平最高, 这时蛋白缺乏限制了鱼体生长。饵料系数和体脂肪沉积呈正相关, 当饲料中蛋白质水平过低时, 鱼体会摄入更多的能量, 满足鱼体需求。

随着饲料中粗蛋白水平的增加, 全鱼灰分呈不断上升趋势, 这与许多对鱼类研究的报道相一致。但四须^[3] 体灰分含量不随饲料中粗蛋白水平变化。而 Shearer 研究认为, 鲑科鱼类个体大小是影响灰分含量的最重要因素^[17]。

饲料粗蛋白浓度对鱼体肌肉组成同样会产生很复杂的影响。随着饲料粗蛋白水平的提高, 肌肉中粗蛋白含量也逐渐增加, 在蛋白水平 33. 50% 时达到最大值, 随后缓慢下降; 肌肉中粗脂肪含量逐渐下降, 而灰分含量逐渐升高。产生该现象的机理, 笔者认为这与饲料蛋白水平对全鱼体组成影响相类似。

参考文献:

[1] Shyong W J, Huang C H, Chen H C. Effects of dietary protein concentration on growth and muscle composition of juvenile *Zacco barbat* [J]. *Aquaculture*, 1998, **167**: 35—42

[2] OleveraNovoa M A, Gasc  r Leyva E, Ray H E. The dietary protein requirements of *Cichlasoma synspolum* Hubbs fry [J]. *Aquacult. Cult. Res*, 1996, **27**: 167—173

[3] Adrian E, Shim K F. Growth response of juvenile *Barbodes altus* fed isocaloric diets with variable protein levels [J]. *Aquaculture*, 1997, **158**: 321—329

[4] Aksnes A, Hjertnes T, Opstvedt J. Effect of dietary protein level on growth and carcass composition in Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.) [J]. *Aquaculture*, 1996, **145**: 225—233

[5] Jose M V, Fernandez Palacios H, Marje H E, *et al.* The effects of varying dietary protein level on the growth, feed efficiency, protein utilization and body composition of gilthead sea bream fry [J]. *Fish. Sci.*, 1996, **62**: 620—623

[6] Das I, Ray A K. Growth response and feed conversion efficiency in *Cirrhinus mrigala* (Ham) fingerlings at varying protein levels [J]. *J. Aqua. Trop.*, 1991, **6**: 179—185

[7] Santinha P J M, Gomes E F S, Sajm Y Y J, *et al.* Effects of protein level of the diet on digestibility and growth of gilthead sea bream *Sparus auratus* [J]. *Aquacult. Nutr.*, 1996, **2**: 81—87

[8] Engin K, Carter C G. Ammonia and urea excretion rates of juvenile red drum (*Sciaenops ocellatus*) [J]. *Aquaculture*, 2001, **53**: 243—252

[9] Tibbetts S M, Lall S P, Anderson D M. Dietary protein requirement of juvenile American eel (*Anguilla rostrata*) fed practical diets [J]. *Aquaculture*, 2000, **186**: 145—155

[10] Lochmann R T, Phillips. H. Dietary protein requirement of juvenile golden shiners (*Notemigonus crysoleucas*) and goldfish (*Carassius auratus*) in aquaria [J]. *Aquaculture*, 1994, **128**: 277—285

[11] Brecha B J, Kohler C C, Swanson P. Effects of dietary protein concentration on growth, survival and body concentration of muskellunge *Esox masquinongy* and tiger muskellunge *E. masquinongy* $\times$ *E. lucisfurc* gerlings [J]. *J. World Aquaculture*, 1995, **119**: 265—271

[12] Clark A E, Watanabe W O, Ahmed H, *et al.* Growth, feed conversion and protein utilization of Florida red tilapia fed isocaloric diets with different protein levels in seawater pools [J]. *Aquaculture*, 1990, **88**: 75—85

[13] Azzel J, Metailler R, Kerleguer C, *et al.* The protein requirement of brown trout (*Salmo trutta*) fry [J]. *Aquaculture*, 1995, **130**: 67—68

[14] Khan M S, Ang K J, Kohl H G, *et al.* Optimum dietary protein requirement of a Malaysian freshwater catfish, *Mystus nemurus* [J]. *Aquaculture*, 1993, **112**: 227) 235

[15] Chen H Y, Tsai J C, Su M S, *et al.* Optimal dietary protein level for the growth of juvenile grouper, *Epinephelus malabaricus*, fed semi purified diets [J]. *Aquaculture*, 1994, **119**: 265) 271

[16] Shiau S Y, Lan C W. Optimal dietary protein level and protein to energy ratio for growth of grouper (*Epinephelus malabaricus*) [J]. *Aquaculture*, 1996, **145**: 259) 266

[17] Shearer K D. Factors affecting the proximate composition of cultured fishes with emphasis on salmonids [J]. *Aquaculture*, 1994, **119**: 63) 88

EFFECT OF DIETARY PROTEIN LEVELS ON GROWTH PERFORMANCE AND BODY COMPOSITION OF JADE PERCH SCORTUM BARCOO

SHAO QingJun, SU XiaoFeng, XU ZiRong and SHU MiaoAn
(College of Animal Science, Zhejiang University, Hangzhou 310029)

Abstract: The effects of dietary protein levels on growth performance and body composition of jade perch were investigated by using white fishmeal as a protein source in pellet feeds. 105 jade perch with initial body weight 104.13 ± 0.46 g was used in 82week growth trial. All the test fish were divided into 5 groups with triplicates, which were cultured in 15 concrete tanks at 24 ± 1 °C and fed 5 isoenergetic diets containing different protein levels (23.64%, 28.45%, 33.50%, 37.04%, 41.62%). The results showed that increase weight rate at 33.50% dietary protein was the highest, which were very significantly ($P < 0.01$) higher than that at 23.64% dietary protein, and significantly ($P < 0.05$) higher than that at 28.45% dietary protein, and there were no significant difference with those at 37.04% and 41.62% dietary proteins. There were respectively no significant differences in fish condition factors, hepatosomatic indices, net protein utilizations and feed conversion ratios (FCR) between fish fed different diets. The dietary protein requirement for jade perch, to get optimal growth was 33.94%, based on broken-line model analysis of the increase weight rates.

The results of body composition analysis showed that 33.50% dietary protein group achieved very significantly difference ($P < 0.01$) to 23.64% dietary protein group and significantly difference ($P < 0.05$) to 28.45% dietary protein group in body protein content. Fat content in whole body decreased with the increase in dietary protein level. 41.62% dietary protein group exhibited significantly ($P < 0.05$) higher body fat content than that of 23.64% dietary protein group ($P < 0.05$). 41.62% dietary protein group exhibited significantly higher body ash content than that of 23.64%, 28.45% and 33.50% dietary protein groups, respectively. ($P < 0.05$). The protein content in muscle was the highest in 33.50% dietary protein group, which exhibited significantly higher than that of 23.64% and 28.45% dietary protein groups, respectively ($P < 0.05$). Whereas, there were no significant differences among groups in moisture, crude lipid and ash contents in muscles ($P > 0.05$).

Key words: Jade perch; Dietary crude protein; Growth performance; Body composition