

不同水平苜蓿草粉对团头鲂 生长性能及肉品质的影响

胡喜峰¹, 王成章¹, 张春梅¹, 何云¹, 刘圈炜¹, 王宇锋²

(1 河南农业大学 牧医工程学院, 河南 郑州 450002;

2 河南省水产引种育种中心, 河南 郑州 450002)

[摘要] 选取来源一致、规格整齐、体质健康、游动活泼的团头鲂 750 尾, 随机分为 5 个处理, 每处理 3 个重复, 每重复 50 尾, 分置于 15 个网箱中。各处理全价配合饲料中苜蓿草粉的添加量依次为: 0(对照组), 100(试验 I 组), 200(试验 II 组), 300(试验 III 组) 和 400 g/kg(试验 IV 组), 正试期 40 d。测定团头鲂的生长、体型指标、肌肉营养成分及经济效益, 研究不同水平苜蓿草粉对团头鲂生长性能及肉品质的影响。结果表明: (1) 与对照组相比, 试验 I 组团头鲂尾均日增重提高, 饵料系数降低, 其中尾均日增重在试验后期, 饵料系数无论是试验前期、后期还是整个试验期均呈现出显著性差异 ($P < 0.05$); 试验 I 组和试验 II 组团头鲂生长速度较对照组有一定提高, 但差异不显著 ($P > 0.05$)。 (2) 试验 I 组和试验 II 组的团头鲂肥满度、体型均优于对照组, 但差异不显著 ($P > 0.05$)。 (3) 试验 I 组肌肉粗蛋白质含量高于对照组 ($P > 0.05$), 各试验组粗脂肪含量有逐渐低于对照组的趋势, 其中试验 III、IV 组显著低于对照 ($P < 0.05$), 说明适量添加苜蓿草粉有助于提高鱼肉品质。 (4) 苜蓿草粉添加量为 100 g/kg 的经济效益较对照组显著提高 ($P < 0.05$)。

[关键词] 苜蓿草粉; 团头鲂; 生长性能; 饵料系数; 肉品质

[中图分类号] S965.14

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2005)11-0049-08

团头鲂俗称武昌鱼, 是我国主要的淡水养殖鱼类之一。因其具有肉质细嫩、味道鲜美、营养价值高等优点而倍受消费者青睐。团头鲂属植食性鲤科鱼类^[1,2], 能有效利用苜蓿等饲草原料^[3~5]。紫花苜蓿草质优良、适口性好、营养丰富、易于消化, 素有“牧草之王”之称^[4,6]。苜蓿草粉富含蛋白质、优质纤维、矿物质、维生素和色素, 且含有多糖、皂甙、异黄酮类及一些目前尚未被认识的生长和繁殖因子等生物活性物质^[4,6~8]。研究表明, 妊娠母猪^[7]和产蛋鸡^[8]饲料中添加一定量苜蓿草粉对其生产性能均有良好作用, 但有关苜蓿草粉在团头鲂饲料中适宜的添加量及其对团头鲂生长性能和肉质影响的研究, 目前尚未见报道。本试验旨在研究团头鲂饲料中添加不同水平苜蓿草粉后对其生长性能及肉品质的影响, 以为苜蓿草粉在鱼饲料生产中的应用提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 饲料原料 试验用苜蓿草粉来源于河南省

新密市苜蓿生产基地, 初花期刈割, 经自然干燥加工而成。经分析该草粉所含营养成分为: 干物质 875.6 g/kg, 粗蛋白质 195.5 g/kg, 粗脂肪 23.6 g/kg, 粗纤维 228.2 g/kg, 粗灰分 78.0 g/kg, 无氮浸出物 348.3 g/kg, 钙 18.7 g/kg, 磷 4.8 g/kg。

各试验组饲料在河南省科德水产饲料厂加工, 除苜蓿草粉外, 其他饲料原料由该厂提供。

1.1.2 试验鱼种 试验鱼种由河南省水产引种育种中心提供。选取来源一致、规格整齐、体质健康、游动活泼、尾均重约 (11.94 ± 0.33) g 的团头鲂 750 尾, 用 50 g/kg NaCl 溶液浸泡 5 min 后入箱。

1.1.3 网箱 网箱材料为单层聚乙烯结节网, 规格 1.7 m × 1.3 m × 1.5 m, 网目 1.5 cm, 带盖。相邻网箱间隔 2 m, 并排于距南岸 2 m 处, 并固定在竹竿扎制的框架上, 四只底角各系一沉子。

1.2 试验地点及其水质条件

试验于 2003-07-01~2003-09-20 在河南省水产引种育种中心进行, 预试期 10 d, 正试期 40 d。

[收稿日期] 2005-03-15

[基金项目] 河南省重点科技攻关项目(0223013600)

[作者简介] 胡喜峰(1980—), 男, 河南濮阳人, 在读硕士, 主要从事动物营养与饲料学研究。

[通讯作者] 王成章(1955—), 男, 河南镇平人, 教授, 主要从事动物营养与牧草学研究。

每 15 d 测试 1 次水质。水温(25.95 ± 2.54)℃, pH 值为(7.53 ± 0.4),总硬度为(1.51 ± 0.16) g/L,每升水中含:溶解氧(9.35 ± 0.76) mg,氨氮(1.09 ± 0.28) mg,钙(25.8 ± 0.2) mg,亚硝酸盐(0.101 ± 0.070) mg,硝酸盐(0.110 ± 0.014) mg。符合国家淡水渔业水质标准。

1.3 试验设计

试验采用单因子完全随机设计,设 5 个处理,每处理 3 个重复,每重复 50 尾鱼。各处理基础饲料中苜蓿草粉添加量依次为 0,100,200,300,400 g/kg。

选用 3 个标准鱼塘(每个鱼塘 0.2 hm² 水面,水深 1.5~2 m),每个鱼塘放置 5 个网箱,为 1 个重复。

1.4 饲料配方及营养水平

试验饲料参照我国草鱼营养需要国家标准配制,各组饲料配方及其营养成分见表 1 和表 2。每千克预混料中含维生素 A 5 500 IU,维生素 D₃ 1 050 IU,维生素 E 20 IU,维生素 K₃ 3.0 mg,维生素 B₂ 6.0 mg,维生素 B₆ 8.0 mg,泛酸钙 20.0 mg,烟酸 16.0 mg,Fe 35.0 mg,Cu 2.8 mg,Mn 15.0 mg,Zn 35.0 mg。

表 1 各试验组饲料配方

Table 1 Dietary composition of different treatments

组别 Group	豆粕 Soybean meal	菜籽粕 Rapeseed meal	菜籽饼 Rapeseed cake	鱼粉 Fish meal	次粉 Wheat middling and reddog	米糠 Rice bran	DDG Distiller's dried grains	玉米蛋白粉 Corn gluten meal	苜蓿草粉 Alfalfa meal
CK	192.8	120.5	120.5	28.9	77.0	96.4	86.7	38.6	0.0
I	170.0	100.0	119.6	30.0	97.0	105.0	100.0	40.0	100.0
II	199.0	42.0	53.0	52.0	100.0	60.0	115.0	70.0	200.0
III	202.0	48.0	32.3	60.0	72.0	34.0	22.0	100.0	300.0
IV	160.0	3.0	12.0	90.0	64.0	2.0	5.0	149.4	400.0

组别 Group	芝麻饼 Sesame meal	麸皮 Wheat bran	豆油 Soybean oil	磷酸二氢钙 CaH ₂ PO ₄	L-赖氨酸 盐酸盐 L-Lys	蛋氨酸 Met	食盐 Salt	预混料 Compound premix	合计 Summation
CK	77.1	125.2	0.0	19.3	1.0	0.0	2.0	14.0	1 000.0
I	100.0	0.0	3.2	18.0	1.2	0.0	2.0	14.0	1 000.0
II	65.0	0.0	12.9	14.5	0.0	0.6	2.0	14.0	1 000.0
III	60.0	0.0	39.5	13.5	0.2	0.5	2.0	14.0	1 000.0
IV	34.0	0.0	55.0	8.8	0.1	0.7	2.0	14.0	1 000.0

表 2 各试验组饲料营养成分

Table 2 Nutrient ingredient of different treatments

组别 Gropu	消化能/ (MJ· kg ⁻¹) DE	粗蛋白质/ (g· kg ⁻¹) CP	粗纤维/ (g· kg ⁻¹) CF	粗脂肪/ (g· kg ⁻¹) EE	钙/ (g· kg ⁻¹) Ca	有效磷/ (g· kg ⁻¹) AP	赖氨酸/ (g· kg ⁻¹) Lys	蛋氨酸/ (g· kg ⁻¹) Met	蛋氨酸+ 胱氨酸/ (g· kg ⁻¹) Met+Cys	苏氨酸/ (g· kg ⁻¹) Thr	色氨酸/ (g· kg ⁻¹) Trp
CK	121.8	310.9	66.1	58.6	8.6	7.6	14.5	5.1	10.5	11.8	3.9
I	121.8	310.9	80.5	63.9	10.0	7.6	14.5	5.2	10.5	11.9	4.1
II	121.8	310.9	86.8	70.0	10.3	7.6	14.5	5.8	10.5	12.0	4.2
III	121.8	310.9	99.7	77.4	11.4	7.6	14.5	5.8	10.5	12.0	4.3
IV	121.8	310.9	108.6	87.3	12.1	7.6	14.5	6.3	10.5	11.9	4.3

1.5 饲养管理

鱼进箱后 2 d 开始投喂,先进行驯化,连续驯化 10 d,待大部分鱼上浮抢食时进行正常投喂。每日 7:00,11:00,14:00,17:00 各投喂 1 次,日投喂量为鱼体总体重的 3%~5%(每次的投喂量要根据水温变化、天气变化、鱼类摄食和活动情况等合理加以调整)。每次投喂约 1 h,以 90%鱼吃饱为度。在阴雨、闷热、雷阵雨等恶劣天气时要减少投饵或停止投饵。定期检查鱼类生长情况,合理投喂,认真观察、分析

鱼情,发现问题及时处理,并做好网箱养殖日志,记录每天水温、摄食、投喂、死鱼及病害情况。每隔 20 d 洗刷网箱 1 次,清除残饵、污物及附着藻类,使水体充分交换。每隔 10 d 在晴天时对网箱所在池塘进行消毒,净化水质。

1.6 测试指标

1.6.1 饲料采食量 称量和记录每个网箱供试团头鲂试验期内每天每次的喂料量,计算尾均日摄食量。

1.6.2 生长性能的测定 在试验 23 和 40 d 时,每重复随机抽取团头鲂 10 尾,空腹称重。计算尾均日增重、相对生长率和饵料系数。

尾均日增重/g=(尾均末重-尾均初重)/试验天数,相对生长率(SGR)/%=(ln 重复组终末平均体重-ln 重复组初始平均体重)/投食天数×100%,饵料系数(FCR)=尾均摄食量/尾均增重。

1.6.3 体型指标的测定 在试验 23 和 40 d 时,每重复随机抽取团头鲂 5 尾,记录体长、体高、体重,计算肥满度、体长/体高。

肥满度/(g·cm⁻³)=100×体重/体长³。

1.6.4 肉质成分测定 试验结束时,从每个重复中随机抽取团头鲂 3 尾,于低温条件下(冰盘中)取背部侧肌,用液氮速冻运输,置-80℃冰箱中保存。测量时于室温下自然解冻,除去皮、刺,将净肉剪碎混匀,采用烘干失水法、凯式定氮法和索式脂肪法分别测定肌肉中水分、粗蛋白质和粗脂肪含量。

1.6.5 经济效益 以饲料增重成本为指标分析经济效益。

饲料增重成本 = 摄食量(kg) × 饲料成本

表 3 团头鲂饲料中添加苜蓿草粉对摄食量的影响

Table 3 Effect of adding different amounts of alfalfa meal to *Megalobrama amblycephala* diet on the average daily feed intake

组别 Group	尾均日摄食量/g The average daily feed intake		
	1~23 d	25~39 d	1~39 d
CK	0.438±0.040	0.533±0.060	0.475±0.042 ab
I	0.441±0.040	0.547±0.054	0.483±0.040 ab
Ⅱ	0.470±0.035	0.567±0.069	0.509±0.039 a
Ⅲ	0.418±0.044	0.505±0.051	0.452±0.040 ab
Ⅳ	0.399±0.044	0.460±0.044	0.423±0.040 b

注:同行数据标不同小写字母者表示差异显著($P<0.05$),标不同大写字母者表示差异极显著($P<0.01$)。下表同。

Note: Data with small letters in the same column indicate the difference is significant ($P<0.05$), capital letters indicate extreme significant difference ($P<0.01$). The same as below.

2.2 不同水平苜蓿草粉饲料对团头鲂生长性能的影响

2.2.1 对尾均重的影响 表 4 结果表明,正试期开始时,团头鲂各组间尾均重无显著差异,表明初始体重基本一致。从试验中期或终末尾均重来看,与对照组相比,各苜蓿草粉添加组随着苜蓿草粉添加量的增加,尾均重逐渐降低,对照组低于试验 I、Ⅱ组,高于试验Ⅲ、Ⅳ组。第 24 天时,试验 I 组显著高于试验Ⅲ组($P<0.05$),极显著高于试验Ⅳ组($P<0.01$);试验结束时,试验 I、Ⅱ组显著高于试验Ⅲ组($P<0.05$),极显著高于试验Ⅳ组($P<0.01$),且试验Ⅳ组已显著低于对照组($P<0.05$)。

(元/kg)/总增重(kg)。

1.7 统计方法

试验数据以重复为统计单位,所有数据以“平均值±标准差”表示,均采用 SAS(Ver. 6.12)软件中最小变异二乘法检验各处理平均数间的差异显著性。

2 结果与分析

2.1 不同水平苜蓿草粉饲料对团头鲂摄食量的影响

由表 3 可见,投饲不同水平苜蓿草粉饲料,对试验前、后期团头鲂尾均日摄食量的影响均不显著($P>0.05$)。但在整个试验期,试验Ⅱ组尾均日摄食量显著高于试验Ⅳ组($P<0.05$)。无论是试验前、后期,还是整个试验期,试验 I、Ⅱ组尾均日摄食量均高于对照组,尤以试验Ⅱ组尾均日摄食量最高,而试验Ⅲ、Ⅳ组均低于对照,且试验Ⅳ组摄食量最低。表明添加低水平苜蓿草粉可提高团头鲂的摄食量,而过多添加苜蓿草粉可降低该生长阶段团头鲂摄食量。

2.2.2 对尾均日增重的影响 由表 4 可知,就尾均日增重而言,试验前、后期及试验全期,苜蓿草粉添加组变化趋势与尾均日摄食量相同,即试验 I、Ⅱ组高于对照组,且在试验后期试验 I 组显著高于对照组($P<0.05$)。而试验Ⅲ、Ⅳ组尾均日增重低于对照组,且试验Ⅳ组在试验后期极显著低于对照组($P<0.01$),在试验前期和全期显著($P<0.05$)低于对照组;试验Ⅲ组在试验后期显著低于对照组($P<0.05$)。

对饲喂苜蓿草粉各试验组,无论在试验前期、后期还是试验全期,随着苜蓿草粉添加量的增加,尾均日增重都有逐渐下降的趋势。其中试验 I 组极显著

高于试验Ⅲ、Ⅳ组($P<0.01$);试验Ⅱ组极显著高于 0.05),但试验Ⅰ、Ⅱ组之间和试验Ⅲ、Ⅳ组之间差异试验Ⅳ组($P<0.01$),显著高于试验Ⅲ组($P<$ 均不显著($P>0.05$)。

表 4 团头鲂饲料中添加苜蓿草粉对生长性能的影响

Table 4 Effect of adding different amounts of alfalfa meal to bluntnose black bream diet on the growth performance

组别 Group	尾均重/g Average individual weight			尾均日增重/g Average individual daily weight gain		
	0 d	24 d	40 d	1~23 d	25~39 d	1~39 d
CK	11.888±0.336	21.471±0.975 ABabc	29.053±1.572 ABCab	0.417±0.028 ABCab	0.484±0.020 ABb	0.452±0.033 ABCab
I	11.849±0.322	22.693±1.320 ABa	31.313±2.424 Aa	0.471±0.050 Aa	0.544±0.032 Aa	0.512±0.051 Aa
II	11.940±0.427	21.979±0.732 ABab	29.819±1.145 ABa	0.436±0.027 ABa	0.494±0.031 ABab	0.471±0.047 ABa
III	12.025±0.364	20.284±0.993 ABbc	26.694±1.416 BCbc	0.359±0.028 BCbc	0.422±0.035 BCc	0.386±0.039 BCbc
IV	12.013±0.438	19.613±0.947 Bc	25.269±1.305 Cc	0.330±0.025 Cc	0.377±0.065 Cc	0.349±0.035 Cc

组别 Group	饵料系数 Feed conversion ratio			相对生长率/% Relative growth rate		
	1~23 d	25~39 d	1~39 d	1~23 d	25~39 d	1~39 d
CK	1.049±0.034 ABb	1.055±0.031 Bb	1.052±0.030 Bb	2.568±0.080 ABb	2.014±0.134 ABab	2.350±0.073 ABa
I	0.939±0.063 Aa	0.954±0.032 Aa	0.946±0.049 Aa	2.821±0.207 Aa	2.141±0.132 Aa	2.553±0.165 Aa
II	1.078±0.043 Bb	1.084±0.037 Bb	1.081±0.034 Bb	2.653±0.144 Aab	2.033±0.210 ABab	2.408±0.160 ABa
III	1.163±0.033 BCc	1.181±0.028 Cc	1.172±0.016 Cc	2.271±0.087 BCc	1.830±0.108 ABbc	2.097±0.081 BCb
IV	1.203±0.044 Cc	1.220±0.026 Cc	1.211±0.024 Cc	2.129±0.284 Cc	1.689±0.119 Bc	1.956±0.093 Cb

2.2.3 对饵料系数的影响 表 4 结果表明,随着苜蓿草粉添加量的增加,各试验组饵料系数有逐渐上升的趋势;对照组的饵料系数介于试验Ⅰ组和Ⅱ组之间,且与试验Ⅱ组的水平相近($P>0.05$),但显著($P<0.05$)或极显著($P<0.01$)高于试验Ⅰ组。其中试验前期,试验Ⅳ组饵料系数极显著高于对照组和试验Ⅰ、Ⅱ组($P<0.01$),但试验Ⅲ、Ⅳ组之间差异不显著($P>0.05$);试验Ⅲ组显著高于对照组和试验Ⅱ组($P<0.05$),极显著高于试验Ⅰ组($P<0.01$)。试验后期和全期,试验Ⅲ、Ⅳ组饵料系数均极显著高于对照组和试验Ⅰ、Ⅱ组($P<0.01$),但试验Ⅲ组与Ⅳ组、试验Ⅱ组与对照组之间差异均不显著($P>0.05$)。

2.2.4 对相对生长率的影响 由表 4 可见,团头鲂摄食不同水平苜蓿草粉后各期的生长速度表现为,随苜蓿草粉添加量的增加相对生长率有逐渐下降的趋势,其中试验Ⅰ、Ⅱ组相对生长率高于对照组,而

试验Ⅲ、Ⅳ组低于对照组。虽然各处理之间在差异显著性方面与尾均日增重不一致,但生长速度随不同苜蓿草粉水平变化的趋势与尾均日增重基本相似。

2.3 不同水平苜蓿草粉饲料对团头鲂体型的影响

2.3.1 对体长/体高的影响 表 5 结果表明,在团头鲂饲料中添加不同水平的苜蓿草粉,对体长/体高无规律性影响。在第 24 天时,试验Ⅳ组的体长/体高均极显著高于对照组和其余各试验组($P<0.01$)。但在第 40 天时,试验Ⅲ组的体长/体高均高于其他各组,且显著高于试验Ⅱ组($P<0.05$)。

2.3.2 对肥满度的影响 从表 5 可以看出,团头鲂的肥满度随苜蓿草粉添加量的增加而逐渐下降,且试验Ⅰ组显著高于试验Ⅳ组($P<0.05$)。对照组的肥满度介于试验Ⅱ组和Ⅲ组之间,但差异不显著。尽管各苜蓿草粉添加组的肥满度与对照组差异不显著,但试验Ⅳ组该项指标比对照组降低了 14.2%。

表 5 团头鲂饲料中添加苜蓿草粉对体型的影响

Table 5 Effect of adding different amounts of alfalfa meal to bluntnose black bream diet on the bodily form

组别 Group	体长/体高 Ratio of body length and height		肥满度/(g·cm ⁻³) Relative fatness
	24 d	40 d	40 d
CK	2.951±0.113 Aa	2.963±0.172 ABab	1.380±0.305 ab
I	2.907±0.109 Aa	2.957±0.091 ABab	1.504±0.567 a
II	2.899±0.083 Aa	2.892±0.155 Aa	1.486±0.408 ab
III	2.926±0.109 Aa	3.028±0.102 Bb	1.371±0.277 ab
IV	3.071±0.170 Bb	2.951±0.064 ABab	1.184±0.192 b

2.4 不同水平苜蓿草粉饲料对团头鲂肉品质的影响

2.4.1 对团头鲂肌肉水分含量的影响 由表 6 可知,试验结束时,各试验组的苜蓿草粉水平均不足以使团头鲂肌肉中水分含量发生显著变化($P>0.05$),但试验 I、II 组相对于对照组和高苜蓿草粉添加水平的试验 III、IV 组有降低趋势。

2.4.2 对团头鲂肌肉粗蛋白质含量的影响 由表 6 可知,饲料中添加苜蓿草粉后,随着苜蓿草粉添加量的增加,鱼肉中粗蛋白质含量逐渐降低,且试验 III、IV 组显著低于试验 I 组($P<0.05$)。比较对照组和各试验组鱼肉粗蛋白质含量可知,试验 I 组高于对照组,试验 II 组与对照组接近,试验 III、IV 组分别较对照组降低了 2.00% 和 4.31%。说明在团头鲂饲

粮中过高使用苜蓿草粉,对其肌肉粗蛋白质含量有负面影响。

2.4.3 对团头鲂肌肉粗脂肪含量的影响 表 6 结果表明,与对照组相比,团头鲂饲料中添加苜蓿草粉后,鱼肉中粗脂肪含量下降,试验 I、II、III、IV 组分别下降 1.23%、5.08%、22.58% 和 29.28%,其中试验 III 组鱼肉中粗脂肪含量显著低于对照组($P<0.05$),试验 IV 组极显著低于对照组($P<0.01$)。各试验组随着苜蓿草粉添加量的增加,鱼肉中粗脂肪含量降低,其中试验 I 组极显著高于试验 IV 组($P<0.01$),显著高于试验 III 组($P<0.05$);试验 II 组显著高于试验 III、IV 组($P<0.05$);试验 III 组与 IV 组间差异不显著($P>0.05$)。对照组鱼肉中粗脂肪含量均高于各试验组。

表 6 团头鲂饲料中添加苜蓿草粉对鱼肉品质及经济效益的影响

Table 6 Effect of adding different amounts of alfalfa meal to bluntnose black bream diet on the quality of fish body and economic profit

组别 Group	肉品质/(g·kg ⁻¹) Quality of fish body			经济效益/(元·kg ⁻¹) Ecomonic profit	
	水分 Moisture	粗蛋白质 Cure protein	粗脂肪 Cure fat	饲料成本 Feed cost	饲料增重成本 Weight gain cost
CK	760.96±8.97	183.07±2.56 ab	29.58±3.42 Aa	1.56	1.641±0.047 Ab
I	751.43±10.18	194.34±5.13 a	29.22±3.77 Aa	1.61	1.523±0.079 Aa
II	751.05±11.52	182.93±4.09 ab	28.15±2.79 ABa	1.80	1.946±0.062 Bc
III	762.01±10.21	179.40±12.98 b	22.92±0.96 ABb	1.98	2.320±0.033 Cd
IV	768.00±11.06	175.37±3.87 b	20.92±2.09 Bb	2.18	2.639±0.052 De

2.5 经济效益分析

评价某项科研成果实用性的重要指标之一是其所能产生的经济效益。由表 7 可知,从饲料成本来分析,随着苜蓿草粉添加量的增加,为了使能量均衡以及蛋白质含量一致,4 个苜蓿草粉处理组相对于对照组的饲料成本逐渐提高。试验 I 组饲料增重成本仍显著低于对照组($P<0.05$);而试验 II、III、IV 组极显著高于对照组($P<0.01$),且三者依次极显著升高($P<0.01$)。

3 讨论

3.1 苜蓿草粉对团头鲂摄食量的影响

初花期刈割的苜蓿,经自然干燥加工而成的苜蓿草粉营养价值高、适口性好、易于消化^[9]。本研究中试验 II 组(200 g/kg 苜蓿草粉添加组)尾均日摄食量最高,提示随着苜蓿草粉添加量的增加,有一个最适的添加量使所配制饲料的适口性最佳^[10]。这是由于苜蓿草粉粗纤维含量较高,随着苜蓿草粉添加量的增加,单位体积内粗纤维含量提高,容积变大,

占鱼消化道的空间增加,因此会降低试验动物的摄食量。所以本试验中试验 III、IV 组饲料摄食量依次下降。

3.2 添加苜蓿草粉对团头鲂生长性能的影响

苜蓿草粉粗蛋白质含量在 123~261 g/kg,一般为 175 g/kg 左右,接近蛋白质饲料要求;氨基酸含量平衡,且含各种鱼体所必需的氨基酸,其中赖氨酸含量高达 10.6~13.8 g/kg;所含蛋白质生物学价值高,钙、磷、胡萝卜素、硫胺素、核黄素、维生素 C、维生素 E 等含量均丰富,添加于畜禽鱼饲料中可取得良好的生产性能,且苜蓿草粉中粗纤维多为可消化成分比例较大的优质纤维^[4,6]。而团头鲂作为植食性鱼类消化道长,消化道中微生物丰富,这些微生物分泌的纤维素酶有利于可消化纤维的消化吸收^[4,11]。但饲料中纤维过多,尤其是消化功能不健全的幼龄鱼类饲料中纤维含量过高,将影响其消化,使生产性能下降^[12]。

本试验中,与对照组相比,试验 I 组尾均重、相对生长率和尾均日增重均最高,而饵料系数最低,提

示试验 I 组饲料原料的配比、营养物质构成最优,使各营养物质的吸收、沉积率最高。在尾均重、相对生长率、尾均日增重及饵料系数方面,试验 II、III、IV 组较差,可能有以下 3 个方面因素:(1)营养物质实际摄入量不能满足团头鲂生长的营养需要,沉积不够,饲料转化效率渐减。(2)在摄食、消化、吸收及排泄过程等方面,试验 I 组消耗了更多能量。(3)200,300 和 400 g/kg 苜蓿草粉添加组饲料纤维水平逐渐增高,一方面通过加快食糜在消化道中的流通速度,降低了动物对淀粉、蛋白质、脂肪和矿物质的表观消化率^[12];另一方面,可能与本试验中团头鲂鱼种规格较小,对纤维的消化能力有限有关,由此导致了团头鲂鱼种生长性能的下降,使试验 II、III、IV 组饲料可利用价值低于试验 I 组。因此,饲料中添加适量的苜蓿草粉可以促进团头鲂的生长,但苜蓿草粉含量过高会使饲料粗纤维含量升高,抑制其正面效应,从而影响鱼的生长性能。

另外,由于 2003 年 9、10 月多阴雨,且水温较低,本试验正试期只进行了 40 d。从生长性能上看,一定程度上影响了 200 g/kg 苜蓿草粉饲料与对照组饲料饲养效果的比较。

3.3 苜蓿草粉对体型的影响

肥满度是用体重和体长的关系来表明动物的体型生长状况,结合体长/体高可综合评定各试验组的体型变化。试验 I 组的肥满度显著高于试验 IV 组,提示 100 g/kg 苜蓿草粉组有利于团头鲂优良体型的形成。从饲料方面,这可能是由于试验 I 组饲料营养物质构成最优,使该组团头鲂的生长、发育处在一个健康营养环境中,而试验 IV 组饲料构建了一个亚健康或者相对不利的营养环境^[13]。

3.4 苜蓿草粉对团头鲂肉品质的影响

3.4.1 对鱼肉中水分的影响 水分具有重要的营养生理功能。水分不仅是动物机体细胞的一种主要结构物质,也是体内一些化学反应的介质,而且体内各种营养物质的吸收、转运和代谢废物的排出必须溶于水后才能进行^[12]。

试验 I、II、III、IV 组及对照组在试验结束时肌肉中水分含量差异不显著,提示添加苜蓿草粉对团头鲂肌肉水分含量无影响。试验 I、II 组水分含量相对于对照组有降低趋势,这可能是由于试验 I、II 组,特别是试验 II 组粗蛋白质、粗脂肪含量较高,使水分所占份额稍有降低。

3.4.2 对鱼肉中粗蛋白质含量的影响 机体蛋白质是一个动态平衡体系^[12,14],体蛋白沉积是其合成

和降解的结果。处于生长期的动物体蛋白的合成率大于降解率^[12]。结合本试验,影响体蛋白沉积和降解有以下 4 个方面的因素:(1)从理想蛋白质的角度看,本试验对照组和各处理组在各种必需氨基酸的需要量上达到了要求。而试验 I 组粗蛋白质含量最高,这可能是因为随着饲料中纤维水平的升高,内源氨基酸的排泄量明显增加,其中必需氨基酸的排泄量增加幅度最大,并且饲料中较高的纤维素能吸收氨基酸和肽,进而阻止其重吸收^[15]。因此,虽然对照组和处理组在各种必需氨基酸的需要量上达到了要求,但其可利用氨基酸有可能不同,从而造成了蛋白质沉积的不同。(2)纤维物质的营养作用表现为刺激胃肠蠕动,刺激消化酶分泌,提供能量物质^[16]等。而纤维物质对饲料蛋白质的消化和吸收有阻碍作用,随着纤维水平的增加,蛋白质在消化道中的排空速度也增加,这无疑降低了蛋白质被各种消化酶接触的面积、作用时间及被肠道吸收的机率^[12]。本试验中,试验 I 组纤维物质的比例适当,在一定程度上刺激了团头鲂消化道中消化酶的产生,进而促进了各种营养物质的消化和吸收。而 200,300 和 400 g/kg 3 个试验组纤维含量过高,可能加快了肠道中粗蛋白质的排空速度,降低了沉积率,故鱼肉中粗蛋白质含量有所下降。(3)从生理学角度看,蛋白质合成分解受激素调控^[12,17],其中胰岛素通过促进 mRNA 的形成影响蛋白质的合成^[17,18],使氨基酸进入细胞的速度加快,促进了细胞内蛋白质的合成^[19]。胰高血糖素的作用则与胰岛素相反^[19]。试验表明,试验 I 组血清中胰岛素水平显著高于试验 III、IV 组,胰高血糖素显著低于试验 III、IV 组(另文),这一结果有力地支持了试验 I 组肌肉粗蛋白质含量显著高于试验 III、IV 组的结论。(4)从生物化学角度看,对蛋白质的合成速率起控制作用的是肽链的延长和释放 2 个时相^[11]。试验 I 组肌肉中粗蛋白质含量高于对照组,这可能是因为苜蓿中的未知因子促进了翻译延长因子 EF-T 含量的升高,后者可协助氨基酰 tRNA 的进位^[20],使试验 I 组蛋白质等含氮物质合成加快,沉积增多。

3.4.3 对鱼肉中粗脂肪含量的影响 肝脏是脂肪合成的主要场所^[12]。乙酰辅酶 A 羧化成丙二酰辅酶 A 是脂肪合成的第一步反应,是脂肪酸合成的关键点,此反应由别构酶—乙酰辅酶 A 羧化酶催化^[20]。而肝细胞内的脂酰辅酶 A 可别构抑制乙酰辅酶 A 羧化酶,从而阻断脂肪酸的合成^[21]。本试验中,各试验组饲料由于苜蓿草粉水平递增,为调整各试验组

配方使其能量水平一致,各试验组脂肪水平逐渐增加。试验结果显示,对照组和试验 I、II、III、IV 组肌肉中粗脂肪含量呈递减趋势,且试验 III、IV 组团头鲂肉中粗脂肪含量显著低于试验 I 组,这可能是因为试验 III、IV 组饲料中脂肪含量过高,肝细胞内脂酰辅酶 A 增多,别构抑制乙酰辅酶 A 羧化酶,从而抑制体内脂肪的合成,使试验 III、IV 组鱼肉中粗脂肪含量明显下降。提示团头鲂饲料中脂肪水平过高不利于团头鲂体内脂肪的沉积。这与贾丽珠等^[22]的研究结果一致。

尽管鱼肉脂肪中含有许多不饱和脂肪酸,但是人们却越来越偏爱高蛋白和低脂肪的食品^[23]。本试验结果表明,苜蓿草粉的添加提高了团头鲂肌肉粗蛋白质含量,降低了粗脂肪含量,说明苜蓿草粉对团头鲂肌肉营养成分有优化作用,这可能是由苜蓿中的活性成分和粗纤维所致,但其是否具有重新分配

油脂的作用及其具体调节机理还有待于进一步研究。

3.5 经济效益分析

随着苜蓿草粉添加量的递增,各试验组饲料成本也逐渐增加。在这样的前提下,试验 I 组饲料增重成本较对照组低 0.118 元/kg,其余组均高于对照组。因而,100 g/kg 苜蓿草粉添加量可以改善、优化该生长阶段团头鲂饲料组分,提高经济效益。

综上所述,一定范围内,团头鲂饲料中添加苜蓿草粉可以提高团头鲂肌肉中粗蛋白质的沉积,降低粗脂肪的沉积。而且 100 g/kg 苜蓿草粉添加量提高了该生长阶段团头鲂的生长性能,改善了其体型,提高了其商品性能。因此,在植食性鱼类团头鲂饲料中适当添加苜蓿草粉,无论在学术上还是生产上都具有重大的理论和实践意义。

[参考文献]

- [1] 李爱杰,王道尊. 水产动物营养与饲料学[M]. 北京:中国农业出版社,1994. 28.
- [2] 荻野珍吉. 鱼类的饲料与营养[M]. 北京:海洋出版社,1983. 190—203.
- [3] 杨富裕. 苜蓿在粮食和饲料工业中的应用[J]. 粮食与饲料工业,2000,(9):28—30.
- [4] 王成章,王 恬. 饲料学[M]. 北京:中国农业出版社,2003. 142—150.
- [5] 罗旭光,刘爱军. 草鱼用饲草品种筛选的研究[J]. 内蒙古草业,1999,(4):9—12.
- [6] 王成章. 饲料生产学[M]. 郑州:河南科技出版社,1998.
- [7] 廉红霞,王成章,杨雨鑫,等. 不同苜蓿草粉添加水平对妊娠母猪及其仔猪生产性能的影响[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版),2004,32(6):35—40.
- [8] 杨雨鑫,王成章,廉红霞,等. 紫花苜蓿草粉对产蛋鸡生产性能、蛋品质及蛋黄颜色的影响[J]. 养殖与饲料,2004,(9):4—9.
- [9] 王常慧,杨建强,王永新,等. 不同收获期及不同干燥方法对苜蓿草粉营养成分的影响[J]. 动物营养学报,2004,16(2):60—64.
- [10] Shearer K D, Silverstein J T, Plisetskaya E M. Role of adiposity in food intake control of juvenile chinook salmon (*Oncorhynchus mykiss*) [J]. Comp Biochem Physiol, 1997, 118A:1209—1215.
- [11] 林浩然. 鱼类生理学[M]. 广州:广东高等教育出版社,1999.
- [12] 杨 凤. 动物营养学[M]. 第 2 版. 北京:中国农业出版社,2000.
- [13] Waagbø R, Glette J, Sandnes K, et al. Influence of dietary carbohydrate on blood chemistry, immunity and disease resistance in Atlantic salmon (*Salmo salar*) [J]. Fish Dis, 1994, (17):245—258.
- [14] 邹志清,宛福熙,陈双喜. 团头鲂饲料中最适蛋白质含量[J]. 淡水渔业,1987,(3):21—24.
- [15] 彭晓龙. 纤维对家禽内源氨基酸排泄量的影响[J]. 中国饲料,1997,(5):21—22.
- [16] Torrisen O J, Christiansen R. Requirements for carotenoids in fish diets [J]. Appl Ichthyol, 1995, 11:225—230.
- [17] Mommsen T P, Moon T W. Fish Physiology [M]. San Diego CA: Academic Press, 2000. 251—308.
- [18] Cowley D J, Sheridan M A. Insulin stimulates hepatic lipogenesis in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* [J]. Fish Physiol Biochem, 1993, 11:421—428.
- [19] 南京农业大学. 家畜生理学[M]. 第 3 版. 北京:中国农业出版社,2000.
- [20] Jantrarotai W, Sitasit P, Viputhanumas T, et al. Protein and energy levels for maximum growth, diet utilization, yield of edible flesh and protein sparing of hybrid *Clarias catfish* (*Clarias macrocephalus* × *Claria gariepinus*) [J]. World Aquacult Soc, 1998, 29:281—289.
- [21] 周爱儒. 生物化学[M]. 第 5 版. 北京:人民卫生出版社,2001. 117—120.
- [22] 贾丽珠,贺锡勤. 三叶草粉代替部分鱼粉和豆饼粉饲养团头鲂鱼种的初步研究[J]. 水生生物学报,1991,15(1):91—93.
- [23] 尹洪滨,马 波. 黑龙江野鲤肌肉营养成分分析[J]. 水产学杂志,1999,12(2):65—68.

Study on effect of alfalfa meal on growth performance and
quality of fish of bluntnose black bream
(*Megalobrama amblycephala*)

HU Xi-feng¹, WANG Cheng-zhang¹, ZHANG Chun-mei¹,

HE Yun¹, LIU Quan-wei¹, WANG Yu-feng²

(1 College of Animal Science, Henan Agricultural University, Zhengzhou, Henan 450002, China;

2 Center of Fishery Introduction and Breeding of Henan, Zhengzhou, Henan 450002, China)

Abstract: An experiment was conducted using 750 *Megalobrama amblycephala* to study the effect of alfalfa meal on production performance and quality of fish. They were randomly divided into five treatments according to a random factorial arrangement, and each treatment represented by three replicates of 50 carps each. Carps were fed diet with 0, 100, 200, 300 and 400 g/kg alfalfa meal during the phrase of 40 days. The results showed that (1) 100 g/kg alfalfa meal in diet were superior in average individual daily weight gain and feed conversion ratio than that of no meal treatment ($P < 0.05$), but average individual daily weight gain, relative growth rate and feed conversion rate of bluntnose black breams fed alfalfa meal at 300 g/kg and 400 g/kg in diet significantly decreased ($P < 0.05$). Relative growth rate also showed that 100 g/kg alfalfa meal had more active effect on production performance than that of no meal treatment, although between the two groups showed no significant differences ($P > 0.05$). Bluntnose black breams added 200 g/kg alfalfa meal were inferior to that of no meal treatment, but the two groups there were no significant differences too ($P > 0.05$). (2) The relative fatness and ratio of body length and height of group I and II were superior to that of no meal treatment, however, among three groups there were no significant differences ($P > 0.05$). (3) According to no meal treatment, crude protein content of muscle was improved in group I than control group, but no significant differences were shown ($P > 0.05$). EE was significantly decreased when the amount of alfalfa meal was increased ($P < 0.05$), especially group III and IV. It showed that alfalfa meal can improve the quality of fish body of carps. (4) Economic profit of carps fed diets with 100 g/kg alfalfa meal was best. So it is recommended that 100 g/kg is suitable additive amount of alfalfa meal in diet of bluntnose black breams.

Key words: alfalfa meal; bluntnose black bream; growth performance; feed conversion rate; quality of fish