

# 大黄萹醌提取物对饲养建鲤生长的影响

刘波<sup>①</sup> 葛鹏彪<sup>②</sup> 周群兰<sup>①</sup> 苏永腾<sup>①</sup> 何义进<sup>①</sup>  
殷国俊<sup>①</sup> 谢骏<sup>①\*</sup> 徐跑<sup>①</sup>

(<sup>①</sup> 中国水产科学研究院淡水渔业研究中心 农业部水生动物遗传育种和养殖生物学重点开放实验室 无锡 214081;

<sup>②</sup> 上海水产大学生命科学与技术学院 上海 200090)

**摘要:** 将 750 尾建鲤 (*Cyprinus carpio* var. *jian*) 随机分成 5 组。一组为对照组, 投喂基础日粮。另外 4 组为实验组, 投喂的基础日粮中分别添加 0.5%、1.0%、2.0%、4.0% 大黄萹醌提取物。连续投喂 70 d 后, 测定鱼的生长、免疫相关因子、肠道菌数量及肉质等。结果表明, 与对照组相比, 添加大黄萹醌提取物提高了鱼体增重率、饲料转化效率、溶菌酶活性、一氧化氮浓度、超氧化物歧化酶活性, 促进了肠道有益菌增加, 抑制有害菌生长, 降低了丙二醛含量及鱼体死亡率, 但是与大黄萹醌提取物的添加水平不成线性关系; 其中 1.0% 实验组肝胰脏溶菌酶与超氧化物歧化酶活性最高, 血清丙二醛含量最低; 2.0% 实验组增重率、血清一氧化氮浓度与超氧化物歧化酶活性、肝胰脏一氧化氮浓度、肠道乳酸杆菌数量最高; 添加 1.0% ~ 2.0% 大黄萹醌提取物显著提高了肌肉粗脂肪含量。因此, 添加 1.0% ~ 2.0% 大黄萹醌提取物能改善肠道的微生态平衡, 提高机体免疫机能, 改善肉质, 促进鱼体生长。

**关键词:** 大黄萹醌提取物; 肠道菌群; 免疫; 肉质; 生长; 建鲤

**中图分类号:** Q942 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263(2007)05-141-08

## Effects of Anthraquinones Extracted from *Rheum officinale* on the Growth of Jian Carp

LIU Bo<sup>①</sup> GE Peng-Biao<sup>②</sup> ZHOU Qun-Lan<sup>①</sup> SU Yong-Teng<sup>①</sup>  
HE Yi-Jin<sup>①</sup> YIN Guo-Jun<sup>①</sup> XIE Jun<sup>①\*</sup> XU Pao<sup>①</sup>

(<sup>①</sup> Key Open Laboratory for Genetic Breeding of Aquatic Animals and Aquaculture Biology, Ministry of Agriculture, Freshwater Fisheries Research Center, Chinese Academy of Fishery Sciences, Wuxi 214081;

<sup>②</sup> College of Aqua-life Science and Technology, Shanghai Fisheries University, Shanghai 200090, China)

**Abstract:** A total of 750 Jian Carp (*Cyprinus carpio* var. *jian*) were randomly divided into five groups. The control group was fed with basal diet, and the other treated groups were fed with basal diet supplemented with 0.5%, 1.0%, 2.0%, and 4.0% anthraquinones extracts, respectively. After 70 days of feeding, the growth, change of immunological indices, quantities of intestinal bacteria and fresh quality were investigated. The results showed that the weight gain, feed conversion efficiency, lysozyme activity, nitric oxide content, superoxide dismutase activity, available bacteria quantity of intestinal chyme were improved, and mortal fish rate, vibrios quantity of intestinal chyme were reduced in the fish treated with different doses of anthraquinones extracts. It was shown that lysozyme and superoxide dismutase

**基金项目** “十五”国家科技攻关项目 (No. 2004BA526B0505), 中央级公益性科研院所基本科研专项资金项目 (115023);

\* 通讯作者, E-mail: xiej@ffrc.cn;

**第一作者介绍** 刘波, 男, 硕士, 研究实习员; 主要从事水产动物营养与免疫研究; E-mail: liub@ffrc.cn.

收稿日期: 2007-02-08, 修回日期: 2007-07-05

activities in hepatopancreas were the highest, while malondialdehyde content in serum was the lowest in the 1.0% anthraquinones extract group; and the weight gain, nitric oxide content and superoxide dismutase activity in serum, and the intestinal *Lactobacillus* quantity were the highest in the 2.0% anthraquinones extract group. Supplementation of 1.0% - 2.0% anthraquinones extracts also significantly increased the ether extract contents in fish muscle. So Supplementation of 1.0% - 2.0% anthraquinones extracts can significantly improve the intestinal balance of microecology, promote immune ability, and enhance fish flesh quality and growth.

**Key words:** Anthraquinones; Intestinal microflora; Immunity; Flesh quality; Growth; *Cyprinus carpio* var. *jian*

在水产养殖中为防治病原菌, 抗生素及抗菌药物大量使用, 造成药物残留、耐药性增强, 引起动物免疫力下降、微生态失调, 以及致畸、致癌、环境污染等一系列不良后果<sup>[1]</sup>。因此研究无毒害、无副作用、无抗药性、能防治疾病, 促进动物生长的微生态制剂、酶制剂、中草药制剂等成为研究热点。中草药具有天然、高效、毒副作用少、资源丰富等优点, 含有与动物的免疫功能密切相关的生物碱、多糖、皂甙、萜类、挥发油和有机酸等<sup>[2]</sup>, 是我国传统的防病治病药物。在水产方面, 研究表明中草药能提高鱼类的特异与非特异免疫功能, 促进鱼体的生长<sup>[3-8]</sup>, 但是这些研究报道的中草药都是大黄、黄连、黄芩、黄芪、当归、杜仲等一种或几种混合在一起制成的中草药, 具体是哪一种成分在起作用, 还不是很清楚。同时, 中草药对鱼体抗氧化、肠道菌群及肉质的影响研究相对较少<sup>[9-11]</sup>, 因此对其机理的探讨一直是研究的热点。

大黄是常用中药, 作用广泛, 长期以来倍受国内外学者的重视。全世界共有 60 余种大黄, 我国有 40 余种。2003 年我国大黄总产量为 10 000 t, 用量仅为 5 000 t, 如何充分利用大黄是当前急需解决的问题<sup>[12]</sup>。我们最近发现黄芩与黄芪单一提取物能提高鲤鱼 (*Cyprinus carpio*)、罗非鱼 (*Oreochromis niloticus*) 的非特异免疫功能<sup>[7,8]</sup>; 也有研究表明大黄素对大鼠 (*Rattus norvegicus*) 具有抑菌抗炎<sup>[13]</sup>、抗氧化及清除氧自由基<sup>[14]</sup>、保护肝<sup>[15]</sup>及增加动物免疫功能等作用<sup>[16]</sup>。建鲤 (*Cyprinus carpio* var. *jian*) 是鲤亚科鲤属的一种, 是以特定的荷包红鲤 (*C.*

*c.* var. *wuyuanensis*) 和沉江鲤 (*C. c.* *rubrofuscus*) 为亲本, 采用家鱼选育、系间杂交等手段人工育成的我国第一个遗传性状比较稳定、高产优良的淡水养殖品种, 已在全国大面积推广<sup>[17]</sup>。有关大黄萜醌提取物对建鲤影响的报道还很少<sup>[18]</sup>, 鉴于此, 本实验在建鲤日粮中添加了不同浓度的大黄萜醌提取物, 探讨其对建鲤免疫相关因子、肠道菌群、肉质等的影响, 为大黄萜醌提取物在水产养殖中防治鱼体病害提供理论依据。

## 1 材料与方法

**1.1 实验鱼种及中草药** 建鲤由中国水产科学研究院淡水渔业研究中心渔场提供。实验选择健康、规格基本一致的建鲤 750 尾, 个体初重 ( $5.39 \pm 0.72$ )g。随机分为 5 组, 其中 I 组为对照组, II、III、IV、V 组为实验组, 每组设 3 个平行实验, 每个平行 50 尾实验鱼, 分别饲养于 15 个水泥池 (规格为 2.5 m × 1.50 m × 0.8 m)。大黄萜醌提取物由南京知新医药研发有限公司提供, 主要成分以大黄素计, 每毫升提取液中含大黄素 0.28 mg。

**1.2 实验日粮** 实验日粮为基础日粮分别添加 0、0.5%、1%、2% 和 4% 大黄萜醌提取物 (表 1)。各种原料分别粉碎后过 60 目筛, 把磷酸二氢钙、棒土、沸石粉、添加剂等混匀, 再加常规原料, 逐级充分混匀, 最后将大黄萜醌提取物液体喷洒在饲料上, 混匀后用小型绞肉机制成粒径 2.0 mm 的湿颗粒饲料, 自然晾干备用。

表 1 建鲤基础日粮与营养水平

Table 1 The basic diets and nutrition levels of *Cyprinus carpio* var. *jian*

日粮组成 Ingredients	%	营养水平 Nutrition levels	%
鱼粉 Fish meal	13	干物质 Dry matter	89.25
豆粕 Soybean meal	24	总能 Gross energy (kJ/g) <sup>1</sup>	17.34
菜籽粕 Rapeseed meal	25	粗蛋白 Crude protein	34.32
棉粕 Cotton meal	10	粗脂肪 Ether extract	7.78
次粉 Wheat middings	18	无氮浸出物 Nitrogen free extract	18.50
鱼油 Fish oil	3.0	灰分 Ash	13.04
维生素添加剂 Vitamin additive <sup>2</sup>	1.0	总磷 Total phosphorous	1.22
矿物质添加剂 Mineral additive <sup>2</sup>	1.0	钙 Calcium	0.97
沸石粉 Zeolite power	2.5	蛋氨酸 + 胱氨酸 Methionine + cystine	1.17
棒土 Attapulgite	1	赖氨酸 Lysine	1.87
磷酸二氢钙 Calcium dihydrogen phosphate	1		
食盐 Salt	0.5		
合计 Total	100		

1. 营养水平含量中总能: 蛋白质 23.64 kJ/g, 脂肪 39.54 kJ/g, 糖 17.15 kJ/g; 其他为实测值。

2. 维生素与矿物质添加剂由南京华牧动物研究所提供。

1. Gross energy: protein 23.64 kJ/g, fat 39.54 kJ/g, carbohydrate 17.15 kJ/g; and the others are measured in the nutrition levels.

2. Vitamin additive and mineral additive were provided by Nanjing Huamu Animal Institute.

**1.3 饲养管理** 建鲤在中国水产科学研究院淡水渔业研究中心实验基地水泥池驯化 30 d 后投喂实验日粮, 以鱼体重的 2% ~ 4% 投喂。每天 8:00 ~ 9:00 及 16:00 ~ 17:00 时各投喂一次。饲养过程中每天 8:00 及 16:00 时各测温一次, 每天吸污一次, 每周测一次水质, 整个实验期间饲养过程中平均水温 ( $24.50 \pm 4.32$ ) °C, 溶氧  $> 5$  mg/L, 氨氮  $< 0.01$  mg/L, 硫化氢  $< 0.05$  mg/L, pH 为 6.5 ~ 7.5。每隔一周, 增加饲料量。70 d 后水泥池实验结束, 称重、采血、取样等。

**1.4 样品采集与分析** 实验结束时, 每个平行实验采样 3 尾鱼, 取样后立即进行微生物分析。先用 75% 酒精消毒鱼体表, 打开腹腔消毒肠管外壁, 用无菌水冲洗后剔除周围脂肪组织, 并用无菌水淋洗肠壁, 最后用无菌水漂洗。无菌取中肠食糜, 用 0.85% 无菌生理盐水制成  $10^{-1}$  ~  $10^{-6}$  倍稀释样品, 选取 3 个稀释度, 取 100  $\mu$ l 以平板涂布法接种于培养基 (表 2)。乳酸杆菌 (*Lactobacillus*) 培养基 (LBS) 自配; 大肠杆菌 (*Escherichia coli*) 用麦康凯琼脂培养基 (杭州天和微生物试剂有限公司提供); 细菌总数用淡水鱼类培养基 (FAW), 自配; 弧菌 (*Vibrio*) 用 TCBS

琼脂培养基 (杭州天和微生物试剂有限公司提供)。每克肠道食糜菌落数 CFU/g (colony forming unit) = 平均菌落数  $\times$  稀释倍数  $\times 10$ 。所测肠道菌群数量用  $\log_{10}$  CFU/g 肠道食糜表示。

表 2 培养基的选择

Table 2 The selection of the substrates

培养基 Substrate	简称 Abbreviation	培养对象 Cultivation object	培养方法 Cultivation method	培养时间 (h) Cultivation time
淡水琼脂	FAW	总细菌	需氧	24 (37°C)
麦康凯琼脂	MAC	大肠杆菌	需氧	24 (37°C)
硫代硫酸钠 - 柠檬酸钠 - 胆盐 - 蔗糖琼脂	TCBS	弧菌	需氧	24 (37°C)
乳酸杆菌培养基	LBS	乳酸杆菌	需氧	48 (37°C)

另外, 每个实验组水泥池取 3 尾鱼, 尾静脉采血, 血样在 4°C 冰箱静置 1 ~ 2 h 后, 4°C 3 000 g 离心 5 min, 制备血清, 上清液于 -20°C 保存。采血后分别称重, 并取鱼体背部肌肉, -20°C 保存, 备测。肌肉的水分、蛋白质、脂肪和灰分含量分别用恒温干燥法 (105°C)、凯氏定氮法、索

氏抽提法和灼烧法(550℃)测定;蛋白浓度用福林酚法<sup>[19]</sup>测定,标准蛋白为牛血清白蛋白,购于南京建成生物有限公司。溶菌酶活性参照 Yin 等<sup>[7]</sup>的方法测定;丙二醛参照向荣等<sup>[20]</sup>的过氧化脂质硫代巴比妥酸分光光度法测定;超歧化物酶活性参照丁立博等<sup>[21]</sup>的嘌呤氧化酶法测定;一氧化氮参照朱宏友等<sup>[22]</sup>的方法测定,试剂盒购自南京建成生物工程研究所。

### 1.5 相关指标计算公式

增重率(%) =  $100 \times (\text{实验末鱼体均重} - \text{实验初鱼体均重}) / \text{实验初鱼体均重}$ ;

饲料效率(%) =  $100 \times \text{鱼体增重量} / \text{饲料消耗量}$ ;

死亡率(%) =  $100 \times (\text{实验初鱼体尾数} - \text{实验末鱼体尾数}) / \text{实验初鱼体尾数}$ 。

### 1.6 数据统计与分析 数据用 SPSS 11.5 软件

的 Duncan 多重比较检验各组间的差异。 $P < 0.05$  表示差异显著。所有的结果均以平均值  $\pm$  标准误( $\bar{X} \pm SE$ )来表示。

## 2 结果与分析

### 2.1 大黄蒽醌提取物对建鲤增重率的影响

由表 3 可知,随着大黄蒽醌提取物添加量的增加,鱼体增重率与饲料转化效率呈现先上升后下降趋势。与对照组相比,添加 2% 大黄蒽醌提取物组的增重率显著( $P < 0.05$ )提高了 22.73%;与对照组相比,添加大黄蒽醌提取物组的饲料转化效率分别显著( $P < 0.05$ )增加了 15.47%、22.85%、22.03%、14.327%。各实验组之间增重率与饲料转化效率差异不显著。对照组的死亡率最高。从生产上来说,添加 1% ~ 2% 大黄蒽醌提取物能提高建鲤的生长。

表 3 大黄蒽醌提取物对建鲤增重率的影响( $n = 3$ )

Table 3 Effects of anthraquinones extracted from *Rheum officinale* on weight gains of *Cyprinus carpio* var. *jian*

添加量(%) Levels of anthraquinones extracts	尾数 Number	初均重(g) Initial average weight	末均重(g) Final average weight	增重率(%) Weight gain rate	饲料转化效率(%) Feed conversion efficiency	死亡率(%) Mortality rate
0	150	5.06 ± 0.09	30.45 ± 1.27 <sup>b</sup>	502.22 ± 25.23 <sup>b</sup>	47.79 ± 2.41 <sup>a</sup>	6.67 ± 1.15
0.5	150	5.91 ± 0.33	35.80 ± 1.19 <sup>a</sup>	508.59 ± 14.68 <sup>ab</sup>	55.18 ± 1.01 <sup>b</sup>	2.00 ± 1.00
1.0	150	5.89 ± 0.32	37.08 ± 0.43 <sup>a</sup>	533.16 ± 28.78 <sup>ab</sup>	58.71 ± 0.23 <sup>b</sup>	5.33 ± 3.06
2.0	150	5.10 ± 0.40	36.06 ± 0.65 <sup>a</sup>	616.39 ± 60.33 <sup>a</sup>	58.31 ± 1.39 <sup>b</sup>	2.33 ± 1.53
4.0	150	4.99 ± 0.64	33.84 ± 2.59 <sup>ab</sup>	585.97 ± 32.59 <sup>ab</sup>	54.63 ± 3.75 <sup>b</sup>	2.33 ± 1.53

同一列数据中有不同小写字母表示差异显著( $P < 0.05$ ),下同。

Within the same column different little letters indicate significantly different ( $P < 0.05$ ). The same is applied in the following tables.

2.2 大黄蒽醌提取物对建鲤免疫相关因子的影响 由表 4 可知,随着日粮中添加大黄蒽醌提取物的增加,血清与肝胰脏的溶菌酶活性、一氧化氮、超氧化物歧化酶活性等有先增加后降低的趋势,丙二醛浓度有降低趋势。与对照组相比,添加 0.5%、1.0% 实验组血清溶菌酶活性分别显著( $P < 0.05$ )增加了 80.58%、48.41%;添加 1.0%、2.0%、4.0% 实验组血清一氧化氮浓度分别显著( $P < 0.05$ )增加了 96.60%、107.05%、82.96%;添加 1.0%、2.0% 实验组血清超氧化物歧化酶活性分别显著( $P < 0.05$ )增

加了 17.95%、20.51%;添加大黄蒽醌提取物组血清丙二醛含量显著( $P < 0.05$ )降低了 18.72%、46.59%、42.56%、44.64%。与添加 0.5% 组相比,添加 1.0%、2.0%、4.0% 实验组血清一氧化氮浓度别显著( $P < 0.05$ )增加,血清丙二醛含量显著降低( $P < 0.05$ )。

与对照组相比,添加 1.0% 实验组肝胰脏超氧化物歧化酶活性显著( $P < 0.05$ )增加 38.94%;添加 4.0% 实验组肝胰脏丙二醛含量显著( $P < 0.05$ )降低 32.44%。其他各实验组之间没有显著性差异。

表 4 大黄蒽醌提取物对建鲤免疫相关因子的影响 ( $n = 9$ )Table 4 Effects of anthraquinones extracted from *Rheum officinale* on factors associated with immunity of *Cyprinus carpio* var. *jian*

提取物添加量 (%)	溶菌酶活性	一氧化氮	超氧化物歧化酶活性	丙二醛
Levels of anthraquinones extracts	Lysozyme activity	Nitric oxide content	Superoxide dismutase activity	Malondialdehyde content
血清 Serum	( $\mu\text{g/ml}$ )	( $\mu\text{mol/L}$ )	(U/ml)	(nmol/ml)
0	17.87 $\pm$ 1.96 <sup>c</sup>	268.60 $\pm$ 12.09 <sup>b</sup>	122.92 $\pm$ 8.07 <sup>b</sup>	101.74 $\pm$ 4.36 <sup>a</sup>
0.5	32.27 $\pm$ 1.14 <sup>ab</sup>	286.48 $\pm$ 19.57 <sup>b</sup>	131.34 $\pm$ 3.80 <sup>ab</sup>	82.70 $\pm$ 4.49 <sup>b</sup>
1.0	26.52 $\pm$ 2.19 <sup>a</sup>	528.07 $\pm$ 36.25 <sup>a</sup>	145.00 $\pm$ 3.29 <sup>a</sup>	54.33 $\pm$ 2.14 <sup>c</sup>
2.0	21.62 $\pm$ 3.22 <sup>bc</sup>	556.14 $\pm$ 16.74 <sup>a</sup>	148.15 $\pm$ 1.86 <sup>a</sup>	58.44 $\pm$ 2.38 <sup>c</sup>
4.0	21.45 $\pm$ 0.86 <sup>bc</sup>	491.44 $\pm$ 29.36 <sup>a</sup>	136.95 $\pm$ 5.71 <sup>ab</sup>	56.32 $\pm$ 0.27 <sup>c</sup>
肝胰脏 Hepatopancreas	( $\mu\text{g/mg protein}$ )	(nmol/mg protein)	(U/mg protein)	(nmol/mg protein)
0	3.91 $\pm$ 0.48	5.67 $\pm$ 0.42	2.26 $\pm$ 0.25 <sup>b</sup>	2.62 $\pm$ 0.14 <sup>a</sup>
0.5	4.15 $\pm$ 0.36	5.79 $\pm$ 0.55	2.59 $\pm$ 0.12 <sup>ab</sup>	2.26 $\pm$ 0.35 <sup>ab</sup>
1.0	4.60 $\pm$ 0.12	6.20 $\pm$ 0.39	3.14 $\pm$ 0.18 <sup>a</sup>	2.34 $\pm$ 0.29 <sup>ab</sup>
2.0	4.58 $\pm$ 0.18	6.63 $\pm$ 0.29	2.60 $\pm$ 0.26 <sup>ab</sup>	1.87 $\pm$ 0.21 <sup>ab</sup>
4.0	4.30 $\pm$ 0.14	5.99 $\pm$ 0.52	2.57 $\pm$ 0.27 <sup>ab</sup>	1.77 $\pm$ 0.17 <sup>b</sup>

### 2.3 大黄蒽醌提取物对建鲤肠道菌群的影响

从表 5 可知,与对照组相比,添加大黄蒽醌提取物 0.5%、1%、2% 实验组肠道内容物总细菌数量显著 ( $P < 0.05$ ) 提高了 16.49%、10.99%、13.09%; 添加大黄蒽醌提取物 1%、2%、4.0% 组肠道内容物乳酸杆菌数量显著 ( $P < 0.05$ ) 提高了 14.01%、15.30%、10.78%, 弧菌数量显著

( $P < 0.05$ ) 降低了 4.92%、5.05%、8.38%; 添加大黄蒽醌提取物对大肠杆菌数量没有显著影响,但是与对照组相比有增加趋势。与添加大黄蒽醌提取物 0.5% 组相比,4% 实验组显著降低了肠道食糜总细菌数量 ( $P < 0.05$ ), 与其他实验组之间差异不显著。表中菌群数量用  $\log_{10}$  CFU/g 肠道食糜表示。

表 5 大黄蒽醌提取物对建鲤肠道食糜细菌数量的影响 ( $n = 9$ )Table 5 Effects of anthraquinones extracted from *Rheum officinale* on the bacteria quantities of intestinal chyme of *Cyprinus carpio* var. *jian*

大黄蒽醌提取物添加量 (%)	总细菌	乳酸杆菌	弧菌	大肠杆菌
Levels of anthraquinones extracts	Total bacteria	<i>Lactobacillus</i>	<i>Vibrios</i>	<i>E. coli</i>
0	7.64 $\pm$ 0.56 <sup>c</sup>	4.64 $\pm$ 0.28 <sup>b</sup>	7.52 $\pm$ 0.28 <sup>a</sup>	7.56 $\pm$ 0.63
0.5	8.90 $\pm$ 0.51 <sup>a</sup>	5.05 $\pm$ 0.31 <sup>ab</sup>	7.21 $\pm$ 0.22 <sup>ab</sup>	7.90 $\pm$ 0.19
1.0	8.48 $\pm$ 0.39 <sup>ab</sup>	5.29 $\pm$ 0.54 <sup>a</sup>	7.15 $\pm$ 0.19 <sup>b</sup>	7.83 $\pm$ 0.17
2.0	8.64 $\pm$ 0.45 <sup>a</sup>	5.35 $\pm$ 0.47 <sup>a</sup>	7.14 $\pm$ 0.12 <sup>b</sup>	7.87 $\pm$ 0.15
4.0	8.00 $\pm$ 0.25 <sup>bc</sup>	5.14 $\pm$ 0.35 <sup>a</sup>	6.89 $\pm$ 0.19 <sup>b</sup>	7.82 $\pm$ 0.28

### 2.4 大黄蒽醌提取物对建鲤营养成分的影响

由表 6 可知,与对照组相比,添加大黄蒽醌提取物对建鲤肌肉水分及粗蛋白没有显著的影响,但是粗蛋白含量有增加趋势。添加大黄蒽

醌提取物 1%、2% 组,肌肉粗脂肪显著 ( $P < 0.05$ ) 提高了 26.87%、24.38%; 添加大黄蒽醌提取物 1% 组肌肉灰份显著 ( $P < 0.05$ ) 降低了 8.39%; 其他实验组之间差异不显著。

表 6 大黄蒽醌提取物对建鲤营养成分的影响 ( $n = 9$ )  
 Table 6 Effect of anthraquinones extracted from *Rheum officinale* Bail  
 on the nutrition composition of *Cyprinus carpio* var. *jian* (%)

提取物添加量 (%) Levels of anthraquinones extracts	水分 Moisture	粗蛋白 Crude protein	粗脂肪 Ether extract	灰份 Ash
0	78.04 ± 0.26	16.70 ± 0.10	2.01 ± 0.04 <sup>b</sup>	1.55 ± 0.02 <sup>a</sup>
0.5	77.97 ± 0.21	16.77 ± 0.25	2.23 ± 0.22 <sup>ab</sup>	1.51 ± 0.03 <sup>ab</sup>
1.0	78.07 ± 0.08	17.09 ± 0.33	2.55 ± 0.07 <sup>a</sup>	1.42 ± 0.01 <sup>b</sup>
2.0	77.92 ± 0.16	16.77 ± 0.34	2.50 ± 0.09 <sup>a</sup>	1.47 ± 0.04 <sup>ab</sup>
4.0	78.59 ± 0.11	16.88 ± 0.44	2.30 ± 0.12 <sup>ab</sup>	1.50 ± 0.06 <sup>ab</sup>

### 3 讨论

我国中草药资源非常丰富,可用中草药饲料添加剂有 5 000 多种,目前已应用于生产中的有 200 多种。大黄蒽醌化合物,包括游离和结合状态的大黄素、大黄酚、大黄酸等,对多数革兰阳性菌及某些革兰阴性菌有抑制作用。体外实验表明,大黄及其提取物对金黄色葡萄球菌 (*Staphylococcus aureus*)、黑曲霉 (*Aspergillus niger*)、嗜水气单胞菌 (*Aeromonas hydrophila*)、非 O1 群霍乱弧菌 (Non-O1 *Vibrio cholerae*)、迟钝爱德华氏菌 (*Edwardsiella tarda*) 等有抑制作用<sup>[23-25]</sup>,对海水病原菌河弧菌 (*V. fluvialis*)、哈氏弧菌 (*V. harveyi*)、鳃弧菌 (*V. angu*) 等也有抑制作用<sup>[26]</sup>。体内实验也表明,饲料中添加大黄及其提取物可明显改变肠道细菌组成及数量,使芽孢杆菌属 (*Bacillus*) 等有益菌增加,抑制气单胞菌属 (*Aeromonas*)、弧菌属 (*Vibrio*) 等致病菌的生长<sup>[9,27,28]</sup>。本实验也表明,饲料中添加 1%、2%、4.0% 大黄蒽醌提取物显著提高了建鲤肠道内容物中有益菌乳酸杆菌的数量,降低了致病菌弧菌的数量,具有改善肠道微生态平衡的作用。

本实验表明,对照组肠道细菌总数为  $4.4 \times 10^7$  CFU/g,添加大黄蒽醌提取物组肠道细菌总数为  $1.00 \times 10^8 \sim 7.94 \times 10^8$  CFU/g,与李莉等<sup>[27]</sup>、Sugita 等<sup>[29]</sup>及陈孝煊<sup>[30]</sup>等报道淡水鱼类肠内细菌总数  $10^5 \sim 10^8$  CFU/g 的结果一致;也与陈勇等<sup>[31]</sup>、谭远德等<sup>[32]</sup>及袁春营等<sup>[33]</sup>报道

正常鲤鱼的肠道细菌总数为  $10^6 \sim 10^9$  CFU/g 的结果一致。本实验也发现,投喂大黄蒽醌提取物后增加了建鲤肠道细菌总数,这与刘红柏等<sup>[9]</sup>用 5 种中草药投喂,使鲤肠道菌群的数量增加是一致的。但是李莉等<sup>[27]</sup>报道草鱼 (*Ctenopharyngodon idellus*) 日粮中添加板兰根、大黄等中草药会明显减少后肠细菌,罗琳等<sup>[28]</sup>认为草鱼日粮添加穿心莲对肠内细菌总数没有影响,这些报道又与本实验结果不一致,这可能与实验鱼的种类、添加中草药的剂量、饲喂时间以及水温等环境因素有关<sup>[34]</sup>,有待进一步研究。

丙二醛是脂质过氧化物的主要分解产物,丙二醛含量升高会造成过氧化损伤,而超氧化物歧化酶的作用是清除自由基,减少过氧化损伤<sup>[35-37]</sup>。日粮中添加中草药黄芪、维生素 C、维生素 E 等能增强抗氧化能力,减少抗氧化损伤<sup>[38-41]</sup>。本实验也表明,饲料中添加 1.0% ~ 2.0% 大黄蒽醌提取物提高了鱼体超氧化物歧化酶活性,降低了丙二醛浓度,提高鱼体抗氧化能力。溶菌酶与一氧化氮在动物血压调节、抗肿瘤、免疫等方面发挥着重要的作用<sup>[42,43]</sup>。日粮添加中草药可以提高机体溶菌酶活性、一氧化氮浓度等,增强了免疫与抗氧化功能<sup>[3-8]</sup>,本实验在投喂饲料中添加 1.0% ~ 2.0% 大黄蒽醌提取物提高了鱼体的溶菌酶活性和一氧化氮浓度,能增强机体免疫能力。

日粮添加中草药能改善肠道的微生态平衡,形成的正常菌群能在肠内壁表面形成非特

异性的保护菌膜,刺激机体产生自然抗体,合成一些食物中不含有的酶类、维生素等<sup>[4]</sup>,且肠内细菌产生的酶种类可能较肝还多<sup>[45]</sup>。同时,中草药本身含有多糖、蛋白质、氨基酸、维生素及微量元素等,能促进鱼体的生长。本实验饲料中添加大黄蒽醌提取物还提高了鱼体增重率、饲料转化效率,降低了鱼体死亡率,这与刘红柏等<sup>[9]</sup>、邱小琮等<sup>[10]</sup>、胡先勤等<sup>[11]</sup>、Wu等<sup>[46]</sup>报道一些中草药促进鱼体生长是一致的。但是添加过量反而不利于鱼体的生长,这可能是由于过量中草药可能引起肠道菌群失调<sup>[9]</sup>,或者影响饲料适口性,从而对鱼体生长不利,有关这方面的研究尚待进一步探讨。

中草药添加剂对鱼肉质量有无改善或者产生不良影响,是人们极为关注的问题。一般来讲,鱼肉水分含量高,则蛋白质、脂肪含量将会减少,鱼肉品质就差;反之,鱼肉水分含量低,则蛋白质、脂肪含量就高,鱼肉肥嫩品质就好。邱小琮等<sup>[10]</sup>在异育银鲫,胡先勤等<sup>[11]</sup>在鲫鱼日粮中添加中草药提高鱼体脂肪含量,起到改善鱼肉品质作用。本实验也表明添加1.0%~2.0%大黄蒽醌提取物能显著提高建鲤肌肉粗脂肪含量,增加粗蛋白含量,其中饲料中添加1.0%大黄蒽醌提取物还显著降低了肌肉灰份含量,这与邱小琮等<sup>[8]</sup>报道是一致的,其原因尚需进一步研究。

总的来说,添加1.0%~2.0%大黄蒽醌提取物改善了肠道的微生态平衡,提高机体免疫机能,改善肉质,能促进鱼体生长。

## 参 考 文 献

[1] 耿毅,汪开敏. 抗生素在水产养殖中应用的负面效应及对策. 齐鲁渔业, 2004, 21(4): 35~37.

[2] 程志斌,葛长荣,韩剑众. 中草药有效成分对动物免疫功能的影响及其应用. 动物科学与动物医学, 2002, 19(1): M1~M3.

[3] 罗日祥. 中药制剂对中国对虾免疫活性物的诱导作用. 海洋与湖沼, 1997, 28: 573~577.

[4] Chansue N, Ponpornpisit A, Endo M, et al. Improved immunity of tilapia *Oreochromis niloticus* by C-UP III, a herb medicine. *Fish Pathol*, 2000, 35: 89~90.

[5] 陈孝焯,吴志新,殷居易等. 大黄、穿心莲、板蓝根和金

银花对异育银鲫免疫机能的影响. 中国水产科学, 2003, 10: 36~40.

[6] Jian J, Wu Z. Influences of traditional Chinese medicine on non-specific immunity of Jian carp (*Cyprinus carpio* var. Jian). *Fish Shellfish Immunol*, 2004, 16: 185~191.

[7] Yin G, Wiegertjes G, Li Y, et al. Effect of Astragalus radix on proliferation and nitric oxide production of head kidney macrophages in *Cyprinus carpio*: an *in vitro* study. *J Fish*, 2004, 28(6): 628~632.

[8] Yin G J, Jeney G, Racz T, et al. Effect of two Chinese herbs (*Astragalus radix* and *Scutellaria radix*) on non-specific immune response of tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture*, 2006, 253(1-4): 39~47.

[9] 刘红柏,张颖,杨雨辉等. 5种中草药作为饲料添加剂对鲤肠内细菌及生长的影响. 大连水产学院学报, 2004, 19(1): 16~20.

[10] 邱小琮,周洪琪,横山雅仁等. 中草药添加剂对异育银鲫肌肉生化成分的影响. 上海水产大学学报, 2003, 12(1): 24~28.

[11] 胡先勤,侯永清. 中草药提取物对鲫鱼生长及体成分的影响. 粮食与饲料工业, 2005, 5: 40~41.

[12] 张海晖,裘爱泳,刘军海等. 中药大黄提取物对几种畜禽致病菌的抑菌作用研究. 饲料工业, 2004, 25(11): 24~26.

[13] Chang C H, Lin C C, Yang J J. Anti-inflammatory effects of emodin from *Ventilago leiocarpa*. *Am J Chin Med*, 1996, 24(2): 139~142.

[14] Huang S S, Yeh S F, Hong C Y. Effect of anthraquinone derivatives on lipid peroxidation in rat heart mitochondria: Structure activity relationship. *J Nat Prod*, 1995, 58(9): 1365~1371.

[15] Lin C C, Chang C H, Yang J J, et al. Hepatoprotective effects of emodin from *Ventilago leiocarpa*. *J Ethnopharmacol*, 1996, 52(2): 107~111.

[16] 王文俊,吴咸中,姚智等. 大黄素、丹参素对单核细胞分泌炎症细胞因子的调节. 中国免疫学杂志, 1995, 11(6): 370~372.

[17] 张建森,孙小异,施永红. 建鲤综合育种新技术. 见: 张建森,孙小异编. 建鲤育种研究论文集. 北京: 科学出版社, 1994, 22~39.

[18] 刘波,郑小平,周群兰等. 大黄蒽醌提取物对建鲤抗应激及生长的影响. 动物学报, 2006, 52(5): 899~906.

[19] Lowry O H, Rosebrough N J, Farr A L, et al. Protein measurement with the Folin phenol reagent. *Biol Chem*, 1951, 193: 265~275.

[20] 向荣, F. 鼎年. 过氧化脂质硫代巴比妥酸分光光度法的改进. 生物化学和生物物理进展, 1990, 17(3): 241~242.

- [21] 于立博, 龚建福, 黄贤仪. 金属硫蛋白提取液对镉中毒小鼠脂质过氧化损伤的修复作用. *新疆医科大学学报*, 2005, **28**(5): 389 ~ 391.
- [22] 朱宏友, 王广军, 余德光等. 水温骤降后凡纳滨对虾血清中 NO、NOS 水平及对副溶血弧菌的敏感性. *大连水产学院学报*, 2006, **21**(1): 46 ~ 50.
- [23] 高汉娇, 林水秦, 陈昌福等. 21 种中草药对嗜水气单胞菌的试管内抑菌作用. *水利渔业*, 1996, **4**: 16 ~ 17.
- [24] 王玲, 张富宝. 中药大黄提取色素的抑菌作用研究. *食品工业科技*, 2000, **21**(6): 27 ~ 28.
- [25] 钟全福, 樊海平. 中草药对欧洲鳗病原菌的抑制作用研究. *水利渔业*, 2002, **22**(4): 44 ~ 46.
- [26] 金珊, 王国良, 赵青松等. 中草药对海水养殖鲈鱼病原菌的抑菌效果研究. *海洋科学*, 1999, **5**: 8 ~ 10.
- [27] 李莉, 陈孝煊. 投喂板蓝根、大黄对草鱼肠内细菌的影响. *内陆水产*, 2002, **8**: 34 ~ 36.
- [28] 罗琳, 陈孝煊, 蔡雪峰. 穿心莲对草鱼肠内细菌的影响. *水产学报*, 2001, **25**(3): 232 ~ 237.
- [29] Sugita H, Oshimak, Tamura M, *et al.* Bacterial flora in the gastrointestinal of freshwater fishes in the river. *Bull Jap Soc Fish*, 1983, **49**(9): 1 387 ~ 1 395.
- [30] 陈孝煊. 草鱼鱼种饱食和空肠状态下肠道细菌数量变化的研究. *水利渔业*, 1996, **6**: 18 ~ 19.
- [31] 陈勇, 黄权, 李月红. 溢康素对鲤鱼肠道菌群生长的影响. *北华大学学报(自然科学版)*, 2001, **2**(5): 441 ~ 445.
- [32] 谭远德, 赵庆新. 利用肠道菌群的分布和 DNA 序列对鲤科鱼类系统演化关系的研究. *中国水产科学*, 2001, **8**(1): 26 ~ 31.
- [33] 袁春营, 崔青曼, 俞华等. 投喂土霉素和呋喃唑酮后鲤鱼肠道菌群的变化. *齐鲁渔业*, 2000, **17**(2): 36 ~ 38.
- [34] 陈孝煊, 吴志新, 周文豪. 鱼类消化道菌群的作用与影响因素研究进展. *华中农业大学学报*, 2005, **24**(5): 523 ~ 528.
- [35] 冯新为编著. *病理生理学*(第 3 版). 北京: 人民卫生出版社, 1993, 220 ~ 224.
- [36] 顾军, 龚锦涵, 殷岳保等. 高压氧间断暴露及氧惊厥对大鼠抗氧化酶活力及脂质过氧化物含量的影响. *中华航海医学杂志*, 1995, **2**(4): 31 ~ 34.
- [37] 周显青, 梁洪蒙. 拥挤胁迫下小鼠肝脏脂质过氧化物含量和抗氧化酶活性的变化. *动物学研究*, 2003, **24**(3): 238 ~ 240.
- [38] 周显青, 牛翠娟, 孙儒泳. 黄芪和酸应激对中华鳖幼鳖血清补体 C<sub>3</sub> 和 C<sub>4</sub> 含量的影响. *动物学研究*, 2002, **23**(2): 177 ~ 180.
- [39] 周显青, 牛翠娟, 孙儒泳. 黄芪对中华鳖免疫和抗酸应激能力的影响. *水生生物学报*, 2003, **27**(1): 110 ~ 112.
- [40] 周显青, 牛翠娟, 孙儒泳. 维生素 C 和 E 混合饲料对中华鳖幼鳖抗酸应激能力的影响. *动物学研究*, 2004, **25**(1): 37 ~ 42.
- [41] 滕旭, 武文琦, 周显青. 维生素 C 多聚磷酸酯对小鼠肝脏抗氧化酶基因转录的影响. *动物学报*, 2006, **52**(6): 1 107 ~ 1 112.
- [42] Ellis A E. Immunity to bacteria in fish. *Fish and Shellfish Immunology*, 1999, **9**(4): 291 ~ 308.
- [43] Imbrogna I, Iuri De L, Mazza R, *et al.* Nitric oxide modulates cardiac performance in the heart of *Anguilla*. *The Journal of Experimental Biology*, 2001, **204**: 1 719 ~ 1 727.
- [44] 赵庆新. 鲤科鱼肠道菌群分析. *微生物学杂志*, 2001, **21**(2): 18 ~ 21.
- [45] 孙艳, 李雪妮, 殷素兰. 肠道内微生态环境对中草药体内代谢的影响. *中草药*, 2001, **32**(4): 375 ~ 377.
- [46] Wu W, Ye J, Lu Q, *et al.* Studies on *Gynostemma pentaphyllum* used as fish feed additives. *J Shanghai Fish Univ*, 1998, **7**: 367 ~ 370.