

文章编号: 1004 - 7271(2007)04 - 0329 - 05

## 杜仲对草鱼鱼种生长和血清非特异性 免疫指标的影响

孟晓林, 冷向军, 李小勤, 伦峰, 刘贤敏, 李宝山, 李家乐

(上海水产大学省部共建水产种质资源发掘与利用教育部重点实验室, 上海 200090)

**摘要:**在基础饲料中分别添加2%、4%杜仲叶粉,0.1%、0.15%杜仲纯粉,饲喂规格为 $37 \pm 3$  g的草鱼鱼种(*Ctenopharyngodon idellus*),考察杜仲对其生长、非特异免疫功能的影响。经过60 d的饲养,结果表明:(1)对照组、2%杜仲叶粉组、4%杜仲叶粉组、0.1%杜仲纯粉组、0.15%杜仲纯粉组的鱼体增重率分别为315%、308%、322%、310%、342%,饲料系数分别为1.10、1.17、1.09、1.11、0.97,其中添加0.15%杜仲纯粉显著提高了草鱼增重率( $P < 0.05$ ),降低了饲料系数( $P < 0.05$ );(2)对照组、2%杜仲叶粉组、4%杜仲叶粉组、0.1%杜仲纯粉组、0.15%杜仲纯粉组的血清SOD活性分别为63.03 u/mL、88.13 u/mL、112.2 u/mL、97.59 u/mL、112.0 u/mL;溶菌酶活性分别为9.07 ug/mL、7.83 ug/mL、23.55 ug/mL、19.27 ug/mL、30.44 ug/mL。其中4%杜仲叶粉组、0.15%杜仲纯粉组显著提高了草鱼的SOD、溶菌酶活性( $P < 0.05$ )。上述结果表明,杜仲具有促进草鱼鱼种生长和提高其非特异性免疫功能的作用。

**关键词:**杜仲;草鱼;生长;免疫

中图分类号:S 963.1 文献标识码:A

## Effect of *Eucommia ulmoides* on growth and serum non-specific immune index of grass carp (*Ctenopharyngodon idellus*) fingerling

MENG Xiao-lin, LENG Xiang-jun, LI Xiao-qin, LUN Feng, LIU Xian-min, LI Bao-shan, LI Jia-le

(Key laboratory of Exploration and Utilization of Aquatic Genetic Resources, Ministry of Education,

Shanghai Fisheries University, Shanghai 200090, China)

**Abstract:** An experiment was conducted to investigate the effect of adding *Eucommia ulmoides* on growing performance and non-specific immune function of grass carp. Grass carps with body weight of  $(37 \pm 3)$  g were fed with basal diet without (control group) or with adding 2%, 4% leaves powder, 0.1%, 0.15% Concentration powder for 60 days. Results showed that (1) The growth rate of the basal diet group, 2%, 4% leaves powder group, 0.1%, 0.15% Concentration powder group were 315%, 308%, 322%, 310%, 342%, and the FCR were 1.10, 1.17, 1.09, 1.11, 0.97. The growth rate was significantly improved by adding 0.15% Concentration powder. (2) The superoxide dismutase activities(SOD) and lysozyme activities of

收稿日期:2006-09-14

基金项目:上海市重点学科建设项目(Y1101);上海市科委基础重大专项(06DJ14003);上海市高校优秀青年教师后备人选基金(04151);上海水产大学校长基金(0321)

作者简介:孟晓林(1981-),男,山西榆社人,硕士研究生,专业方向为水产动物营养学。

通讯作者:冷向军, Tel:021-65710025, E-mail:xjleng@shfu.edu.cn

the five groups were 63.03 u/mL, 88.13 u/mL, 112.2 u/mL, 97.59 u/mL, 112.0 u/mL, and 9.07 ug/mL, 7.83 ug/mL, 23.55 ug/mL, 19.27 ug/mL, 30.44 ug/mL, respectively. SOD and lysozyme activities were significantly increased by adding 4% leaves powder or 0.1%, 0.15% concentration powder. Results above showed that the growth rate and non-specific immunity of grass carp could be improved by adding *Eucommia ulmoides* in diets.

**Key words:** *Eucommia ulmoides*; grass carp; growth; non-specific immunity

杜仲(*Eucommia ulmoides* Oliver)又名丝连皮、扯丝皮、丝棉皮、玉丝皮、思仲等,是我国特有树种,具有很高的经济价值和药用价值。在传统中医药学中,杜仲具有以下功效:防治高血压;提精神、抗疲劳;增强免疫功能;抗肌肉骨骼老化;清除体内垃圾;防癌、抗癌;防治白发<sup>[1]</sup>。随着杜仲产品的开发,杜仲作为中草药饲料添加剂在畜禽的饲养中已有一定应用,用杜仲叶喂育肥牛、猪、鸡、等动物,均可显著提高其生产性能<sup>[2-6]</sup>。但其作为水产动物饲料添加剂的研究还很少。本文以草鱼鱼种为研究对象,考察不同杜仲产品对其生长和免疫的影响,为杜仲在水产养殖业中的合理使用提供依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 实验设计与实验饲料

试验所用杜仲叶、杜仲纯粉均购自湖南恒兴生物有限公司,将杜仲叶于粉碎机中粉碎,过40目网筛制成粉备用。在基础饲料(对照组)中分别添加2%杜仲叶粉、4%杜仲叶粉、0.1%杜仲纯粉和0.15%杜仲纯粉,等量减少麦麸用量,共五个处理组,各组饲料以颗粒机加工成直径2.5 mm的颗粒,晾干备用。基础饲料配方组成及基本营养成分见表1:

表1 基础饲料配方组成  
Tab.1 Composition of basal diet (% 干物质)

原料	比例	原料	比例	营养成分	含量
鱼粉	6.0	微量矿物元素预混料	0.3	粗蛋白	30.24
豆粕	20.0	多维预混料	0.2	粗脂肪	3.97
菜籽粕	20.0	氯化胆碱	0.5	蛋氨酸	0.48
棉籽粕	8.0	豆油	1	赖氨酸	1.48
次粉	20.0	鱼油	0.75		
麦麸	16.2	磷酸二氢钙	2		

### 1.2 试验用鱼与饲养管理

挑选体质健康,规格(37±3)g的草鱼鱼种饲养于15个水泥池(3 m×2 m×1.5 m),每池放养20尾鱼,共300尾。在正式饲养期开始前,驯化一周,2005年7月29日-2005年9月29日进行正式饲养试验,饲养期间每天投喂3次,分别为8:00、12:00、16:00,投喂量为体重5%左右,并根据鱼体的生长情况和摄食情况加以调整,不间断充氧,水温为26~29℃。

### 1.3 测定指标与方法

#### 1.3.1 生长性能

包括增重率、饵料系数、蛋白质效率、肝体比、脏体比、肥满度等,各指标计算公式如下:

相对增重率 = (末重 - 初重)(g) / 初重(g) × 100% ;

饵料系数 = 总投饲量(g) / (末重 - 初重)(g) ;

蛋白质效率 = (末重 - 初重)(g) / [总投饲量(g) × 蛋白质含量]

肝体比 = 肝脏重量(g) / 体重(g) ;

脏体比 = 内脏总重(g)/体重(g);

肥满度 = 鱼体重(g)/鱼体长(cm)

成活率 = 末尾鱼体数/初始鱼体数 × 100%;

### 1.3.2 血清免疫指标

血清采样:每池随机取鱼4尾,以尾静脉处抽血,3000 r/min 离心 2 min,取上层血清,冷冻,备用。

测定指标包括超氧化物歧化酶活力(SOD)、溶菌酶活力、碱性磷酸酶活力(AKP)<sup>[7-9]</sup>。

超氧化物歧化酶活力测定采用总 SOD 测定法,溶菌酶测定法采用比浊法,碱性磷酸酶活力采用试剂盒法(南京建成生物技术研究所测试盒),各计算指标公式如下:

SOD 活力(U/mL) = [(A<sub>0</sub> - A)/A<sub>0</sub>]/50% × 反应体系稀释倍数 × 样本体积

[注:A<sub>0</sub>表示对照管吸光度,A表示测定管吸光度]

溶菌酶含量(μg/mL) = [(测定管透光度 UT<sub>15</sub> - 空白管透光度 OT<sub>15</sub>)/标准管透光度 ST<sub>15</sub> - 空白管透光度 OT<sub>15</sub>] × 标准管浓度 × 样本稀释倍数

碱性磷酸酶(金氏单位/100 mL) = (测定管吸光度/标准管吸光度) × 标准管含酚的量 × 2000

### 1.4 数据统计

采用 SPSS10.0 统计软件进行单因素方差分析和多重比较。

## 2 结果

### 2.1 杜仲对于草鱼鱼种生长的影响

杜仲对草鱼鱼种生长的影响见表2,从表中可见,0.15%的杜仲纯粉组可提高草鱼增重率8.57%( $P < 0.05$ )、肥满度2.137( $P < 0.01$ ),饵料系数降低0.13( $P < 0.05$ ),其余各组与对照组不存在显著差异,但4%杜仲叶粉组的增重率、肥满度有增高趋势。

表2 杜仲对草鱼鱼种生长的影响  
Tab.2 Effects of *Eucommia ulmoides* on growth of grass carp fingerling

组别	对照组	2%叶粉组	4%叶粉组	0.1%纯粉组	0.15%纯粉组
初均重(g)	37.7 ± 0.3	38.0 ± 0.5	38.3 ± 0.5	38.7 ± 0.6	39.0 ± 0.5
末均重(g)	156.2 ± 2.2	154.8 ± 4.2	161.5 ± 4.2	158.7 ± 5.9	172.3 ± 2.0
增重率(%)	314.7 ± 3.1 <sup>a</sup>	307.7 ± 11.2 <sup>a</sup>	322.3 ± 14.8 <sup>ab</sup>	310.3 ± 26.7 <sup>a</sup>	342.0 ± 6.2 <sup>b</sup>
饵料系数	1.10 ± 0.03 <sup>b</sup>	1.17 ± 0.02 <sup>b</sup>	1.09 ± 0.05 <sup>b</sup>	1.11 ± 0.09 <sup>b</sup>	0.97 ± 0.02 <sup>a</sup>
成活率(%)	93.3 ± 6.4	98.3 ± 3.1	98.3 ± 3.1	90.0 ± 3.7	95.0 ± 5.2
蛋白质效率	3.02 ± 0.09 <sup>a</sup>	2.85 ± 0.06 <sup>a</sup>	3.03 ± 0.14 <sup>a</sup>	3.01 ± 0.24 <sup>a</sup>	3.39 ± 0.09 <sup>b</sup>
肝体比	0.177 ± 0.001	0.018 ± 0.001	0.017 ± 0.014	0.020 ± 0.002	0.003 ± 0.002
脏体比	0.093 ± 0.002	0.091 ± 0.004	0.096 ± 0.003	0.092 ± 0.005	0.094 ± 0.005
肥满度	8.252 ± 0.718 <sup>a</sup>	8.862 ± 0.241 <sup>a</sup>	8.934 ± 0.566 <sup>a</sup>	9.003 ± 0.138 <sup>a</sup>	10.389 ± 0.392 <sup>b</sup>

注:同一行的平均值具不同上标字母者表示差异显著( $P < 0.05$ )

### 2.2 杜仲对草鱼鱼种血清非特异性免疫指标的影响

与对照组相比,饲料添加4%杜仲叶粉、0.1%、0.15%杜仲纯粉均显著或极显著地使血清SOD溶菌酶活性升高;在AKP方面,4%杜仲叶粉、0.15%杜仲纯粉极显著降低了酶活力;叶粉2%组除显著提高了SOD活力外,对其余酶活力无显著性影响。结果见表3:

表3 杜仲对草鱼鱼种血清SOD、溶菌酶、碱性磷酸酶活力影响  
Tab.3 Effects of *Eucommia ulmoides* on Serum SOD, lysozyme and AKP of grass carp fingerling

组别	对照组	2%叶粉组	4%叶粉组	0.1%纯粉组	0.15%纯粉组
SOD(u/mL)	63.03 ± 11.31 <sup>a</sup>	88.13 ± 18.07 <sup>b</sup>	112.2 ± 1.67 <sup>c</sup>	97.59 ± 12.6 <sup>b</sup>	112.0 ± 5.63 <sup>c</sup>
溶菌酶(ug/mL)	9.07 ± 2.45 <sup>a</sup>	7.83 ± 1.08 <sup>a</sup>	23.55 ± 1.91 <sup>bc</sup>	19.27 ± 6.75 <sup>b</sup>	30.44 ± 4.06 <sup>c</sup>
Akp(金氏单位/100mL)	23.39 ± 5.04 <sup>b</sup>	20.47 ± 2.22 <sup>b</sup>	14.53 ± 2.81 <sup>a</sup>	22.49 ± 3.10 <sup>b</sup>	14.20 ± 2.96 <sup>a</sup>

注:同一行的平均值具不同上标字母者表示差异显著( $P < 0.05$ )

### 3 讨论

#### 3.1 杜仲对草鱼鱼种生长性能的影响

研究表明,饲料中添加杜仲可使蛋鸡、蛋鸭产蛋率提高,产蛋期提早<sup>[3]</sup>;使牛羊的增重率和饲料利用率提高<sup>[10]</sup>。而杜仲促进鱼类生长的研究报道很少。罗庆华报道,在饲料中添加6%杜仲叶粉可提高鲤鱼增重率21%<sup>[11]</sup>。添加0.15%杜仲提取物,可提高罗非鱼增重率10.84%,降低饵料系数0.44<sup>[12]</sup>。本次试验的研究结果表明,饲料中添加0.15%杜仲纯粉可显著提高草鱼增重率8.57% ( $P < 0.05$ ),降低饵料系数0.13 ( $P < 0.05$ ),增加鱼体的肥满度。这些研究表明:杜仲对于鱼类同样具有显著的促生长作用。其原因可能与杜仲促进蛋白合成,增强鱼体免疫功能有关,但尚需进一步的实验验证。

#### 3.2 杜仲对草鱼鱼种免疫功能的影响

罗庆华报道,以4%、6%杜仲叶粉添加于饲料中,投喂鲤鱼30d,白细胞吞噬活性和攻毒后存活率分别提高21.0%、20.5%、45%、45%<sup>[13]</sup>。添加0.1%杜仲纯粉可以显著提高罗非鱼血清球蛋白含量,降低血清尿素氮含量<sup>[12]</sup>。在小鼠的研究表明,以杜仲叶提取物灌喂或腹腔注射,可提高其非特异性免疫、体液免疫和细胞免疫功能<sup>[14]</sup>,增强脾细胞对刀豆蛋白A的增殖反应和腹腔巨噬细胞吞噬功能<sup>[15]</sup>。本实验测定了草鱼血清SOD、溶菌酶、AKP,可在一定程度上反映草鱼的非特异性免疫功能。

溶菌酶是一种碱性蛋白,能水解革兰氏阳性细胞壁中粘肽的乙酰氨基多糖并使之裂解后被释放出来,形成一个水解酶体系,破坏和消除侵入体内的异物,从而担负起机体的防御功能<sup>[14]</sup>,它是反映动物非特异性免疫功能的重要生理指标之一。SOD超氧化物歧化酶是重要的抗氧化酶之一。在消除自由基,防生物分子损伤方面有十分重要的作用,是一切需氧有机体清除 $O_2^-$ 保护机体免受伤害的一种关键酶,其活性与生物的免疫水平密切相关。碱性磷酸酶(AKP)是一种膜结合蛋白,在体内直接参与磷酸基团的转移和代谢生理过程,与维持体内适宜的钙磷比例有关,并在免疫反应中发挥作用。血清中AKP主要来源于肝和骨,其测定主要用于肝胆系统和骨骼系统疾病的诊断,在胆道梗阻、肝细胞损害、肝细胞和胆管上皮细胞再生或癌变的情况下,血清AKP升高。本次试验结果显示,4%杜仲叶粉、0.1%、0.15%杜仲纯粉均可显著提高草鱼血清SOD、溶菌酶活性,表明杜仲对草鱼非特异性免疫功能具有改善作用。但4%杜仲叶粉,0.15%杜仲纯粉对AKP具有显著降低作用,其原因尚不清楚,有待进一步研究。

中医学认为杜仲对于提高机体免疫力的主要表现有以下三个方面:(1)免疫系统激活。体外抑菌实验表明,杜仲对大肠杆菌、金色葡萄球菌、福氏痢疾杆菌、肺炎球菌、肺炎杆菌、炭疽杆菌、白喉杆菌等均具有明显的抑制作用。(2)抗菌抗病毒。杜仲皮、叶中含有的大量多羟基酚类化合物,包括槲皮素、杜仲醇及其甙、桃叶珊瑚甙和山奈酚等可通过抑制 $\alpha$ -麦芽糖酶活性而抑制有害病原微生物细胞表面多糖蛋白的形成;同时,杜仲中含有的绿原酸也具有较强的抗病原微生物的作用。(3)清除自由基,抗癌变<sup>[16-17]</sup>。

### 4 结论

本试验表明,以0.15%杜仲纯粉添加于饲料中,可以显著促进草鱼鱼种生长,提高鱼体的非特异性免疫功能。

#### 参考文献:

- [1] 杜香莉,郭军战,王立宏.我国杜仲叶有效成分及加工利用的研究与发展方向[J].西南林学院学报,2000,9(3):180-185.
- [2] 王介庆,顾其根.杜仲提取液作饲料添加剂在畜牧业中的应用[J].中国饲料,2001,23:32.
- [3] 王介庆.杜仲活性颗粒的研制和应用初探[J].兽药与饲料添加剂,1998,16(4):35-36.
- [4] 张光玉,许梓荣.杜仲对肉鸡生长、免疫和肉质的影响及其机理探讨[D].浙江大学硕士论文,2000:26-27.

- [5] 欧爱明,薛立群,邓治邦. 杜仲叶粉对鸡肉用性能影响的研究[J]. 动物医学进展,2004,25(5):104-106.
- [6] 王俊丽,张俊秀. 杜仲对改善鸡生长发育及生产性能的研究[J]. 饲料研究,1997,(4):13-14.
- [7] 季高华,刘至治,冷向军. 饲料中添加 $\beta$ -葡聚糖和低聚果糖对中华鳖幼鳖生长和血清 SOD、溶菌酶活力的影响[J]. 上海水产大学学报,2004,13(1):36-40.
- [8] 陈超然,陈 萱,陈昌福,等. 酵母 $\beta$ -葡聚糖对受免疫育银鲫免疫应答的增强作用[J]. 华中农业大学学报,2003,22(4):380-384.
- [9] 叶 丹,连 宾. 溶菌酶及其应用[J]. 贵州科学,2003,21(9):67-70.
- [10] 孙克年. 杜仲开发饲用[J]. 上海饲料,2000,(5):30-35.
- [11] 罗庆华,卢向阳,李文芳. 杜仲叶粉对鲤鱼肌肉品质的影响[J]. 湖南农业大学学报,2002,28(3):224-226.
- [12] 姚红梅,肖克宇,钟 蕾. 饲料中添加杜仲提取物养殖奥尼鱼的实验[J]. 淡水渔业,2005,35(2):35-37.
- [13] 罗庆华. 杜仲叶粉对鲤鱼免疫力的影响[J]. 湖南农业大学学报,2002,28(1):51-53.
- [14] 翟文俊. 杜仲叶提取物制剂对动物体免疫功能影响的研究[J]. 陕西教育学院学报,2006,22(1):108-111.
- [15] 刘 辉. 杜仲叶醇提取物对小鼠免疫功能的影响[J]. 皖南医学院学报,1998,17(3):238-240.
- [16] 陈永强,翟芳等. 杜仲的医疗保健功能及其机理研究[J]. 云南林业科技,2002,100(3):76-79.
- [17] 晏 媛,郭 丹. 杜仲叶的化学成分及药理活性研究进展[J]. 中成药,2003,25(6):491-492.

### 《上海水产大学学报(1992-2006)》光盘征订启事

《上海水产大学学报》是由上海水产大学主办的、以水产科学技术为主的综合性学术刊物。主要反映水产各学科科研成果,促进学术与教学研究的交流与繁荣。主要刊载渔业资源、水产养殖与增殖、水产捕捞、水产品保鲜与综合利用、渔业水域环境保护、渔船、渔业机械与仪器、渔业经济与经营管理以及水产基础研究等方面的论文、调查报告、研究简报、综述与评述、简讯等。

《上海水产大学学报》每年与日本、韩国、菲律宾、英国、加拿大等国的有关机构和图书馆建立期刊交流关系,并通过中国国际图书贸易总公司对国外发行。除书本式发行外,《上海水产大学学报》还加入了《中国科技期刊(光盘版)》的发行和万方数据资源系统数字化期刊群,通过因特网加强了与国内外读者、作者的交流,扩大了刊物学术影响力。

《上海水产大学学报》为全国水产渔业类核心期刊,全国高校优秀自然科学学报,被美国《化学文摘》(CA)、《水科学和渔业文摘》(ASFA)、俄罗斯《文摘杂志》(AJ)等10余种国内外检索刊物、数据库列为收录刊源。据2006年中国科技信息研究所信息分析中心最新提供的期刊检索报告的结果,《上海水产大学学报》的影响因子和被引频次分别在全国水产类期刊中排名第4位和第4位。

为了便于广大作者及读者的保存和查阅,编辑部将《上海水产大学学报》自1992年创刊至2006年底已出版的所有杂志编辑成具有分类、关键词、作者、出版时间等检索途径和打印功能的全文数据库光盘,定价为50元(含邮费),如需要购买,请与编辑部联系。另外,对已购买过旧版光盘的读者,编辑部将提供免费升级服务,请读者主动与编辑部张美琼老师联系。

地址:上海市军工路334号,上海水产大学48信箱

邮编:200090

电话:021-65678640

E-mail:jfc@shfu.edu.cn