

5种中草药对美国红鱼生长和免疫机能的影响

马爱敏^{1,2}, 闫茂仓², 常维山¹, 谢起浪², 陈少波², 单乐州²

(1. 山东农业大学 动物科技学院, 山东 泰安 271018; 浙江省海洋水产养殖研究所, 浙江 温州 325005)

摘要:用分别含连翘(*Forsythia suspensa*)、猪苓(*Polyporus umbellatus*)、黄芩(*Radix scutellariae*)、茯苓(*Poria cocos*)和黄连(*Coptis chinensis*)水提取物的配合饵料饲喂美国红鱼(*Sciaenops ocellatus*),研究其对美国红鱼(*Sciaenops ocellatus*)生长和免疫机能的影响。结果表明,投喂含有黄芩和茯苓的药饵可使美国红鱼的体长增长率和相对增质量率显著高于对照组($P < 0.05$);投喂5种含中草药的药饵后,美国红鱼血液白细胞的吞噬活性有明显提高,投药后3 d,除茯苓组外,其余各组吞噬百分比(PP)与对照组之间均差异极显著($P < 0.01$);在投药后3 d或投药后7 d,连翘、黄芩和黄连组的吞噬指数(PI)与对照组相比有显著($P < 0.05$)或极显著($P < 0.01$)差异。在停投药饵后7 d,除茯苓组外,其余各组PP、PI与对照组相比仍有显著差异($P < 0.05$)。同时,美国红鱼血清溶菌酶活性也有显著提高,投药后7 d,溶菌酶活性与对照组之间差异极显著($P < 0.01$),但在停投药饵后7 d,溶菌酶活性与对照组之间无显著差异($P > 0.05$);投药28 d后,利用哈维氏弧菌(*Vibrio harveyi*)人工感染美国红鱼,黄芩组的相对免疫保护率最高,达88.9%,连翘组次之,茯苓组最低。

关键词:中草药;美国红鱼(*Sciaenops ocellatus*);生长;免疫机能

中图分类号:S942

文献标识码:A

文章编号:1000-3096(2009)12-0096-07

美国红鱼(*Sciaenops ocellatus*)又名眼斑拟石首鱼、红拟石首鱼,属鲈形目(Perciformes)、石首鱼科(Scuaebudae)、拟石首鱼属(*Sciaenops*)。因其生长速度快,对环境适应性强,易于养殖,成为浙江、福建等省主要养殖鱼类之一^[1]。近年来,美国红鱼疾病频发,造成了严重的经济损失,有关其疾病的诊治与防治方法的研究已引起了业界研究者的高度重视^[2~4]。国内外学者对鱼类非特异性免疫和特异性免疫机制及其病害防治方法已进行了大量研究,从一般血清学方法深入到机体免疫器官、组织细胞水平、亚细胞水平以及分子水平的研究^[5,6],而关于美国红鱼免疫防治的研究报道很少,Evans等^[7]研究了美国红鱼对自然环境中细菌的免疫应答,Thomas等^[8]报道了氢化可的松对美国红鱼免疫活性的影响,国内美国红鱼免疫防治的研究基本处于空白。

中草药具有天然、高效、毒副作用小、抗性不显著、资源丰富以及性能多样等优点,能提高水产动物生产性能和饲料利用率,又能防治水产动物病害,是其他禁用抗菌素和化学药物的替代产品,在水产养殖中的应用越来越受人们关注^[9,10]。目前许多学者先后报道了不同中草药对鱼类生长和免疫影响,刘红柏等^[11]、陈孝焯等^[12]分别报道了饲料中添加中草药能显著提高鲤鱼(*Cyprinus carpio*)和异育银鲫(*Carassius auratus gibelio*)的免疫机能,而

关于中草药对美国红鱼的应用效果尚无报道。本研究在美国红鱼饵料中添加5种中草药,研究其对美国红鱼免疫机能的影响,为美国红鱼病害防治提供依据。

1 材料与方法

1.1 药饵的制备

连翘(*Forsythia suspensa*)、猪苓(*Polyporus umbellatus*)、黄芩(*Radix scutellariae*)、茯苓(*Poria cocos*)和黄连(*Coptis chinensis*)均购自浙江省温州市中医院。称取干燥中药10 g,置于沙锅中加入200 mL蒸馏水。煎煮3次,每次30 min,合并3次煎液浓缩至50 mL,添加到粉碎鱼加肉配合饲料(福建海马饲料有限公司)中,制成湿性配合饵料,混匀后用小型颗粒饲料机制成相当于2.0%生药药饵,对照组加入等体积的0.65%生理盐水,冰箱保存备用。

收稿日期:2008-07-10;修回日期:2009-04-29

基金项目:浙江省科技厅科研院所青年人才计划项目(2006R20001);浙江省科技厅科研院所专项公益技术攻关项目(2007F10009);温州市科技兴海项目(S20070051)

作者:马爱敏(1983-),女,河南郑州人,硕士研究生,主要从事微生物与免疫学研究工作,电话:13282482980, E-mail: ammaamin@163.com;常维山,通信作者, E-mail: wschang@sdau.edu.cn

1.2 供试鱼及日常管理

实验用美国红鱼来自浙江海洋水产养殖研究所清江基地,于室内水泥池暂养,每天按鱼体质量的2.0%投喂制备的湿性配合饵料1次,吸污换水1次,24 h充气,2周后开始试验。养鱼用水为二级沙过厂海水,试验期间水温为20℃左右,盐度为26,pH为8.2。

1.3 试验分组与设计

试验在2 m×1 m×1 m方形玻璃缸中进行,5个实验组和1个对照组,各组均设1个平行组,每组30尾,实验组每天按鱼体质量的2.0%投喂,对照组投喂无药物的湿性配合饵料。分别在试验正式开始后的第0,3,7,14,21,28天和停药后第7天进行等脉采血,每平行组每次采样6个,血液分为两份,一份以常法收集后,制备血清,供测定溶菌酶活性,另一份用肝素处理离心分散,制备抗凝血,供测定吞噬细胞活性。

1.4 金黄色葡萄球菌液的制备

将金黄色葡萄球菌(*Staphylococcus aureus*)接种于普通肉汤琼脂斜面培养24 h,0.5%甲醛灭活24 h,无菌生理盐水洗涤3次,调整细菌浓度至 1.0×10^8 CFU/mL,保存于4℃冰箱中作为检测白细胞吞噬细菌的吞噬菌液(吞噬原菌)。

1.5 美国红鱼生长的测定

试验开始时,随机抽取美国红鱼50尾,测量体长,称取体质量。试验结束后,对各组美国红鱼分别测量体长和称取体质量,计算体长增长率、相对增质量率。计算公式如下:

体长增长率(%)=(试验末体长-试验初体长)/试验初体长×100%

相对增质量率(%)=(试验末体质量-试验初体质量)/试验初体质量×100%

1.6 白细胞吞噬活性的测定

白细胞吞噬活性测定参照罗琳等^[13]的方法。取100 μL抗凝血,加入100 μL的金黄色葡萄球菌液,摇匀,25℃水浴60 min,水浴期间每隔10 min摇动1次。用吸管吸取混合液涂片(每个血样涂5片),用甲醇固定10 min,Giemsa染色1~1.5 h,水

洗风干后油镜观察。按下式计算吞噬百分比(Phagocytic Percentage,简称PP)和吞噬指数(Phagocytic Index,简称PI):

$$PP = \frac{100 \text{ 个吞噬细胞中参与吞噬的细胞数}}{100} \times 100\%$$

$$PI = \frac{\text{吞噬细胞内细菌总数}}{\text{被记录的吞噬细胞数}}$$

1.7 血清溶菌酶活性的测定

血清溶菌酶活性测定参照文献[14]中的有关方法进行,以溶菌酶(Amresco公司产品,活性为20 000 U/mg)为标准品,以溶壁微球菌(*Micrococcus lysodeikticus*)冻干粉(Sigma公司产品)为敏感菌株,采用冰浴终止法,于640 nm处测其吸光度,按公式计算溶菌酶活力: $U = (A_0 - A) / A$ 。

1.8 相对免疫保护率的测定

试验第28天,从实验组和对照组各取10尾美国红鱼,每尾鱼胸鳍基部注射0.2 mL浓度为 1.0×10^8 CFU/mL哈维氏弧菌(*Vibrio harveyi*)活菌液,置于二级沙海水饲养,连续观察14 d,记录死亡状况,并进行解剖和病原再分离以确定是否死于攻毒活菌引起的感染。实验结束后计算相对免疫保护率(Relative Percentage of Survival,简称RPS):

$$RPS(\%) = (1 - \frac{\text{免疫组死亡率}}{\text{对照组死亡率}}) \times 100\%$$

1.9 数据处理

采用STATISTICA 6.0软件作单因素方差分析处理,组间差异采用Duncan's多重比较,显著水平为0.05,极显著水平为0.01。

2 结果

2.1 5种中草药对美国红鱼生长的影响

投喂含有黄芩和茯苓药饵后,美国红鱼体长增长率和相对增质量率均有明显提高。试验结束后对照组的增长率为6.13%~6.37%,相对增质量率为18.1%~19.1%;茯苓组的增长率达10.48%,相对增质量率达32.3%,与对照组相比差异显著($P < 0.05$);黄芩组也有类似茯苓组的变化,与对照组之间差异显著($P < 0.05$);连翘组、猪苓组和黄连组与对照组之间没有显著差异($P > 0.05$)。

表 1 中草药对美国红鱼体长和体质量的影响(平均值±标准差)

Tab. 1 Effects of Chinese herbs on the stem length and weight gained in *Sciaenops ocellatus* (Mean±SD)

组别	初始体长(cm)	终末体长(cm)	体长增长率(%)	初始体质量(g)	终末体质量(g)	相对增质量率(%)
连翘组 ^a	18.64±0.32	19.96±0.38	7.09±0.24	63.7±0.4	77.2±0.3	21.2±0.3
猪苓组	18.60±0.41	19.81±0.47	6.47±0.18	63.4±0.4	75.6±0.3	19.3±0.5
黄芩组	18.64±0.37	20.53±0.26	10.15±0.31*	63.7±0.4	83.5±0.2	31.2±0.1*
茯苓组	18.51±0.28	20.45±0.36	10.48±0.11*	63.5±0.5	82.6±0.4	32.3±0.5*
黄连组	18.52±0.38	19.74±0.41	6.59±0.18	63.6±0.3	76.3±0.4	20.0±0.3
对照组	18.62±0.35	19.79±0.52	6.25±0.12	63.5±0.5	75.3±0.5	18.6±0.5

注: *表示差异显著($P<0.05$), **表示差异极显著($P<0.01$),下同

2.2 5种中草药对美国红鱼血液白细胞吞噬活性的影响

投喂含有连翘、猪苓、黄芩、茯苓和黄连的药剂后,美国红鱼血液白细胞吞噬百分比较明显提高(表2)。在35 d的试验期内,对照组吞噬百分比较(PP)为13.1%~13.8%,均无显著差异($P>0.05$)。

投喂这5种药剂后3 d,除茯苓组外,PP与对照组之间均差异极显著($P<0.01$),茯苓组在投药后7 d,与对照组之间显著差异($P<0.05$)。在停药后7 d,除茯苓组外,其余各实验组与对照组之间均差异显著($P<0.05$)。

表 2 中草药对美国红鱼血液白细胞吞噬百分比的影响(平均值±标准差)

Tab. 2 Effects of Chinese herbs on PP of the blood leucocytes in *Sciaenops ocellatus* (Mean±SD)

组别	投喂中草药后时间(d)						停药后7 d
	0	3	7	14	21	28	
	吞噬百分比较(%)						
连翘组 ^a	13.2±1.02	18.1±0.39**	23.4±0.57**	28.9±0.32**	29.4±0.95**	30.4±0.64**	24.4±0.55*
猪苓组	13.4±0.91	17.3±0.44**	19.4±0.63**	22.0±0.34**	21.6±1.09**	20.7±0.84**	18.8±0.37*
黄芩组	13.1±0.87	18.4±0.24**	24.2±0.88**	31.4±0.49**	31.2±0.74**	30.4±0.91**	26.5±0.35*
茯苓组	13.3±0.38	14.8±0.14	16.6±0.52*	17.5±0.41*	17.9±0.14**	16.8±0.36*	14.1±0.79
黄连组	13.2±0.43	27.7±0.27**	31.1±0.96**	31.3±0.88**	31.2±0.49**	29.6±0.52**	26.2±0.45*
对照组	13.1±0.42	13.3±0.87	13.6±0.36	13.5±0.73	13.6±0.72	13.7±0.86	13.8±0.59

5种中草药对美国红鱼白细胞吞噬指数影响见表3,在35 d的试验期内,对照组吞噬指数为1.96~2.05,黄芩组PI最高达5.89(21 d);其中连翘组、黄芩组和黄连组在用药后3 d后与对照组之间显著差异($P<0.05$),7 d后与对照组之间差异

极显著($P<0.01$);猪苓组和茯苓组在用药14 d后与对照组相比有显著差异($P<0.05$)。在停药药剂后7 d,除茯苓组外,其余各组与对照组均有显著差异($P<0.05$)。

表 3 中草药对美国红鱼血液白细胞吞噬指数的影响(平均值±标准差)

Tab. 3 Effects of Chinese herbs on PI of the blood leucocytes in *Sciaenops ocellatus* (Mean±SD)

组别	投喂中草药后时间(d)						停药后7 d
	0	3	7	14	21	28	
	吞噬指数						
连翘组 ^a	1.94±0.14	3.04±0.25*	4.45±0.42**	5.72±0.19**	5.64±0.16**	5.66±0.61**	4.27±0.44*
猪苓组	1.95±0.14	2.31±0.11	2.63±0.37	3.54±0.19*	3.45±0.56*	3.43±0.31*	3.13±0.45*
黄芩组	1.96±0.14	2.98±0.40*	4.21±0.38**	5.87±0.77**	5.89±0.37**	5.76±0.53**	5.01±0.29*
茯苓组	1.97±0.09	2.24±0.21	2.58±0.10	3.15±0.13*	3.11±0.02*	3.09±0.02*	2.67±0.02
黄连组	1.98±0.04	2.87±0.04*	3.79±0.07**	4.37±0.11**	4.57±0.17**	4.38±0.04**	3.68±0.07*
对照组	1.96±0.14	1.97±0.27	1.98±0.16	2.03±0.37	2.05±0.22	1.98±0.09	1.96±0.33

2.3 5种中草药对美国红鱼血清溶菌酶活性的影响

5种中草药对美国红鱼血清溶菌酶活性影响见图1。投喂5种含中草药药饵后,美国红鱼血清溶菌酶活性有明显提高,对照组血清溶菌酶活性为70.98~77.58 U/mL,在35 d试验期间无显著差异($P>0.05$);投喂5种药饵后,溶菌酶活性最高分别达到128.81、117.90、126.10、96.19和138.78 U/mL;

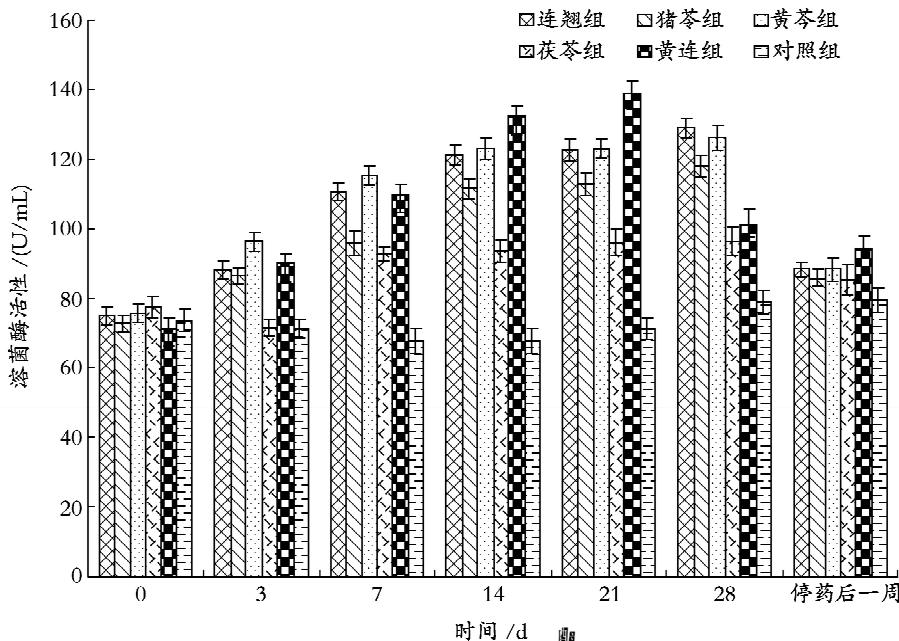


图1 中草药对美国红鱼血清溶菌酶活性影响

Fig. 1 Effects of Chinese herbs on serum lysozyme activity in *Sciaenops ocellatus*

2.4 相对免疫保护率的测定

试验鱼经活菌攻毒后,各组死亡情况如表4所示,黄芩、连翘、黄连对美国红鱼相对免疫保护效果较好,以黄芩组相对免疫保护率最高,达到88.9%;而茯苓组最低,仅为22.2%。

表4 5种中草药对美国红鱼的相对免疫保护率

Tab. 4 Relative percentage of survival in *Sciaenops ocellatus*

组别	攻毒鱼 数量(条)	死亡鱼 数量(条)	死亡率 (%)	相对免疫 保护率(%)
连翘组	10	2	20	77.8
猪苓组	10	6	60	33.3
黄芩组	10	1	10	88.9
茯苓组	10	7	70	22.2
黄连组	10	3	30	66.7
对照组	10	9	90	—

注:相对免疫保护率 $RPS(\%) = (1 - \frac{\text{免疫组死亡率}}{\text{对照组死亡率}}) \times 100\%$,故

对照组无法计算其RPS

投药后3 d,连翘、猪苓、黄芩和黄连组,血清溶菌酶活性显著高于对照组水平($P<0.05$),茯苓组血清溶菌酶无显著变化($P>0.05$),投药后7 d,各组溶菌酶活力显著高于对照组水平,直到第28天,一直保持高活力值,经统计学分析,与对照组间差异极显著($P<0.01$)。在停药药饵后7 d,各组血清溶菌酶活性较对照组活力高,但差异不显著($P>0.05$)。

3 讨论

3.1 5种中草药对美国红鱼生长的影响

中草药连翘、黄芩、茯苓和黄连分别含有木脂素及其苷类、黄芩苷、茯苓多糖和黄连素等活性成分,已被证实有促生长作用。郭文婷等^[15]用含有黄芩的复方中草药饲料投喂凡纳滨对虾(*Litopenaeus vannamei*),生长明显增加。阮国良等^[16]报道用添加有茯苓的饲料饲喂黄鳝(*Monopterus albus*),对黄鳝增质量有显著促进作用。朴香兰等^[17]研究了连翘提取物(FSE)对热应激(32 ± 1)°C环境下鸡生长性能影响,试验后期FSE组与空白对照组(NC)相比日增质量显著提高,并且饲料转化率提高;孙荣华等^[18]指出黄连止痢散按2.0%药料比拌入食物内让鸡自食,可提高鸡的月增质量。本研究结果表明,中草药黄芩和茯苓均能不同程度地促进美国红鱼生长,与郭文婷等^[15]和阮国良等^[16]研究结果相似;而连翘、黄连和猪苓对促进美国红鱼生长不显著,这

与朴香兰等^[17]研究连翘提取物(FSE)能显著提高肉鸡日增质量和孙荣华等^[18]研究黄连止痢散可提高鸡的月增质量等结果不一致,这可能与机体本身的生理特点和生长特性有关。

3.2 5种中草药对美国红鱼白细胞吞噬功能的影响

鱼类血细胞吞噬功能是最重要非特异性细胞免疫。黄连的主要成分黄连素能增强白细胞和肝脏网状内皮系统吞噬功能,并使脾脏收缩,放出更多吞噬细胞^[19]。黄芩除具有清热泻火、解毒、止血、安胎等功效,还能增强机体的免疫力,如显著增强网状内皮系统吞噬功能,促进细胞转化,其主要成分黄芩苷低剂量可明显促进巨噬细胞吞噬功能^[20]。

刘红柏等^[11]研究了黄芪、板蓝根、茯苓和鱼腥草对鲤白细胞吞噬功能的影响,结果表明:饲料中分别添加1.0%黄芪、茯苓、鱼腥草和板蓝根均可使鲤鱼白细胞吞噬率提高;喻运珍等^[21]报道用含质量分数1.0%黄芩饲料连续饲喂患有肝病草鱼,草鱼的红细胞、白细胞和血红蛋白含量均有较为显著的增加;陈孝焯等^[19]报道,用1.0%的大黄和黄连拌饵投喂克氏原螯虾(*Procambarus clarkii*)和红螯螯虾(*Cherax quadricarinatus*),克氏原螯虾和红螯螯虾血细胞吞噬功能均能增强。本研究表明,投喂5种含中草药药饵后,可使美国红鱼血液白细胞吞噬功能有明显提高,除个别情况,投药后3 d,吞噬指数(PP)、吞噬指数与对照组之间显著差异,7 d后与对照组之间差异极显著,停药后7 d,与对照组之间仍有显著差异。这与刘红柏等^[11]、喻运珍等^[21]和陈孝焯等^[19]的研究结果相似。本研究中,中草药添加剂量为饵料质量的2.0%,药物投喂时间为连续28 d,实验过程中显示出了一定的免疫促进作用,而其他添加剂量和使用时间是否也能显示出一定的免疫促进作用,还有待于进一步研究。

3.3 中草药对美国红鱼溶菌酶活性的影响

溶菌酶是吞噬细胞杀菌的物质基础,能破坏细菌细胞壁,形成一个水解体系,破坏和消除侵入体内的异物,担负机体防御功能。许多研究证实,中草药能提高机体的溶菌酶活性。茯苓多糖可增强机体免疫功能,它有抗胸腺萎缩、抗脾脏增大和抑癌生长作用,还可增强细胞免疫,又可增强体液

免疫^[22]。覃川杰等^[23]在基础饲料中添加20.0 mg/kg的茯苓多糖投喂中华鳖(*Trionyx sinensis*),结果发现中华鳖血清中溶菌酶活性显著高于对照组。黄芩具有抗氧化、抗病毒、抗肿瘤等作用,能增强网状内皮系统吞噬功能,提高机体的免疫力;连翘具有清热解毒,消肿散结,疏散风热功能,消除氧负离子(O₂⁻);猪苓具有利尿,抗肿瘤,抗辐射,增强血清溶菌酶和SOD活性。

刘华忠等^[24]用添加了复方中草药配合饲料投喂彭泽鲫(*Pengze crucian*),结果发现添加1.0%和1.5%的饲料均能显著提高鱼体溶菌酶活性;王吉桥等^[25]报道投喂含金银花、人参和山楂等中草药饲料,28、56和83 d后,大、中、小规格牙鲈(*Paralichthys olivaceus*)血清溶菌酶提高12.43%、15.38%~17.31%、14.43%~17.56%;顾雪飞等^[26]研究发现,投喂刺五加15 d和30 d后,鲤(*Cyprinus carpio*)头肾、中肾、脾和血清中溶菌酶活性显著高于对照组。本研究表明,投喂5种中草药后,溶菌酶的活性最高分别达到128.81、117.90、126.10、96.19和138.78 U/mL,而投喂5种药饵后3 d,连翘、猪苓,黄芩和黄连组,血清溶菌酶活性显著高于对照组水平,而茯苓组血清溶菌酶无显著变化;投药后7 d,茯苓组溶菌酶活力才显著高于对照组水平,在停止投药后7 d,各组血清溶菌酶活性仍较对照组活力高,但差异不显著。这与覃川杰等^[23]、刘华忠等^[24]、王吉桥等^[25]和顾雪飞等^[26]的研究结果相一致。同时,本研究中,溶菌酶活性在停投药饵后很快下降,停药7 d后即与对照组无显著差异,与陈孝焯等^[12]报道用含1.0%(质量分数)的大黄、穿心莲、板蓝根和金银花水提取物饲料连续28 d饲喂异育银鲫(*Carassius auratus gibelio*),结果发现投喂这4种中草药后,异育银鲫血清和体表粘液溶菌酶活性也有明显提高,投喂药饵7 d后,溶菌酶的活性与对照组之间有极显著差异;但在停投药饵后10 d,溶菌酶的活性与对照组之间无显著差异的研究结果相似。而孟晓林等^[27]报道添加1.0%杜仲叶、1.0%杜仲汁对溶菌酶活性无显著影响;顾雪飞等^[26]研究发现,投喂枸杞子15 d和30 d后,鲤血清和头肾溶菌酶活性与对照组无显著差异;与本研究结果不同。这可能是物种间的差异造成的,也可能与中草药种类和使用剂量有关。

3.4 中草药对美国红鱼的免疫保护作用

本研究中攻毒实验结果表明,投喂5种中草药

后,免疫保护率差别较大,以黄芩组相对免疫保护率最高,达到 88.9%;而茯苓组最低,仅为 22.2%,但仍高于对照组。美国红鱼抗病能力提高究竟是中草药哪种有效成分起了重要作用,本研究没有做进一步研究。另外,目前人们在鱼类免疫学领域认识还很肤浅,还有相当多的问题需要进行更为深入细致研究,如各种免疫因子的理化性质、产生机理、在免疫防御中的地位作用及其相互关系,如何利用免疫物质更好地提高这些因子在体内的活性,增强抗病力等,这些问题解决将会促进鱼类养殖业迅速发展。

参考文献:

- [1] 陆丹霞. 美国红鱼生物学特性、人工育苗及病害防治技术 [J]. 海洋渔业, 2003, 25(1): 34-36.
- [2] 纪荣兴, 胡石柳, 邹文政, 等. 美国红鱼“腐皮病”病原的初步研究 [J]. 海洋科学, 2003, 27(8): 1-4.
- [3] 沈智华, 钱冬, 许文军, 等. 红拟石首鱼海豚链球菌分离、鉴定及致病性研究 [J]. 水生生物学报, 2005, 29(6): 678-683.
- [4] 潘家彬, 李辉, 李凯彬, 等. 美国红鱼虹彩病毒 ATP 基因 ORF 核心序列克隆与分析 [J]. 广西水产科技, 2003, 1: 1-9.
- [5] 聂品. 鱼类非特异性免疫研究进展 [J]. 水产学报, 1997, 21(1): 69-73.
- [6] William R S, Johnston S A, Riedy M, et al. Introduction of foreign genes into tissues of living mice by DNA-coated microprojectiles [J]. Proc Natl Acad Sci USA, 1991, 88(7): 2 726-2 730.
- [7] Evans M R, Larsen S J, Riekerk G H M, et al. Patterns of immune response to environmental bacteria in natural populations of the red drum, *Sciaenops ocellatus* [J]. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 1997, 208(1-2): 87-105.
- [8] Thomas P, Lewis D H. Effects of cortisol on immunity in red drum, *Sciaenops ocellatus* [J]. Journal of Fish Biology, 2006, 31(2): 123-127.
- [9] 候金全. 十八种动植物及其制剂 SOD 含量探讨 [J]. 生化药物杂志, 1991, 2(2): 25-26.
- [10] 武瑞, 康世良. 中草药饲料添加剂的免疫功能与应用前景 [J]. 畜禽业, 2001, 9: 10-12.
- [11] 刘红柏, 张颖, 卢彤岩, 等. 饲料中添加中草药对鲤鱼免疫功能的影响 [J]. 集美大学学报(自然科学版), 2004, 9(4): 317-321.
- [12] 陈孝煊, 吴志翔, 殷居易, 等. 大黄、穿心莲、板蓝根和金银花对异育银鲫非特异性免疫功能的影响 [J]. 中国水产科学, 2003, 10(1): 36-40.
- [13] 罗琳, 陈孝煊, 曹雪峰, 等. 穿心莲草鱼血液吞噬细胞吞噬能力的影响 [J]. 西南农业大学学报, 2001, 23(1): 33-34, 38.
- [14] 林清华. 免疫学实验 [M]. 武汉: 武汉大学出版社, 1999. 64-66.
- [15] 郭文婷, 李健. 中草药制剂对凡纳滨对虾生长及血淋巴中免疫因子影响 [J]. 饲料工业, 2005, 26(6): 6-10.
- [16] 阮国良, 杨代勤, 王金龙, 等. 几种中草药饲料添加剂对黄鳝免疫功能和生长性能的影响 [J]. 2005, 26(24): 34-36.
- [17] 朴香兰, 王雷, 朴香, 等. 葱蒜提取物对肉仔鸡热应激下生长性能和抗氧化活性影响 [J]. 中国畜牧杂志, 2008, 44(3): 23-26.
- [18] 孙荣华. 黄连止痛散防治鸡白痢病的研究 [J]. 甘肃畜牧兽医, 1997, 27(1): 14-15.
- [19] 陈孝煊, 吴志翔, 张厚梅, 等. 大黄与黄连对二种淡水虾血细胞吞噬能力的影响 [J]. 水生生物学报, 2002, 26(2): 201-204.
- [20] 邸秀梅, 肖秀玲, 严缓平, 等. 黄芩药理学作用研究进展 [J]. 内蒙古中医药, 2007, 26(4): 57-59.
- [21] 喻运珍, 王小玲. 黄芩对草鱼肝功能及免疫机能的影响 [J]. 水利渔业, 2006, 26(3): 97-98.
- [22] 张敏, 高晓红, 孙晓萌, 等. 茯苓的药理作用及研究进展 [J]. 北华大学学报(自然科学版), 2008, 9(1): 63-68.
- [23] 覃川杰, 汪成竹, 陈昌福, 等. 茯苓多糖对中华鳖非特异性免疫功能免疫调节作用 [J]. 淡水渔业, 2006, 36(6): 40-43.
- [24] 刘华忠, 刘定忠, 赵学明, 等. 复方中草药对彭泽鲫非特异性免疫功能的影响 [J]. 淡水渔业, 2004, 34(3): 31-32.
- [25] 王吉桥, 孙永, 张剑诚, 等. 金银花等复方草药对草鱼生长、消化和免疫能力的影响 [J]. 水产学报, 2006, 30(1): 90-96.
- [26] 顾雪飞, 陶玉春, 刘敏, 等. 中草药对鲤血清和免疫器官溶菌酶活性影响 [J]. 淡水渔业, 2007, 37(2): 30-33.
- [27] 孟晓林, 冷向军, 田雷, 等. 杜仲对异育银鲫肌肉品质和血清 SOD、溶菌酶活性影响 [J]. 山西农业大学学报, 2007, 27(2): 178-182.

Effects of Chinese herbs on the growth and immune function in *Sciaenops ocellatus*

MA Ai-min^{1,2}, YAN Mao-cang², CHANG Wei-shan¹, XIE Qi-lang², CHEN Shao-bo², SHAN Le-zhou²

(1. Department of Animal Sciences and Technology, Shandong Agricultural University, Tai'an 271018, China; 2. Zhejiang Mariculture Research Institute, Wenzhou 325005, China)

Received: Jul. , 10, 2008

Key words: Chinese herbs; *Sciaenops ocellatus*; growth; immune function

Abstract: Five species of Chinese herbs (dry)—*Forsythia suspensa*, *Polyporus umbellatus*, *Radix scutellariae*, *Poria cocos* and *Coptis chinensis* were employed. Each species, with the weight ratio of 2% diet, was decocted three times (every time for 30 min). The solution of three times was concentrated and mixed with the diets (mixed diets). The *Sciaenops ocellatus* had been fed with the mixed diets respectively for 28 d and then stopped to eat normal diet. The immune indexes, such as leucocyte phagocytic percent(PP), phagocytic index(PI), and activities of lysozyme(LZM) were respectively measured on the 0, 3rd, 7th, 14th, 21st, 28th d and 7th d after the fish was stopped to eat the normal diet. The results showed that the stem length growth rate and relative growth rate of the *Radix scutellariae* group and *Poria* group were significantly higher than those of the control (normal diet) group. The phagocytic activities of white blood cell in *Sciaenops ocellatus* of the five groups increased notably, except for individual conditions, the phagocytosis percentage (PP) and phagocytic index (PI) were significantly higher than those of the control group after the fish was fed with the mixed diets ($P < 0.05$) for 3 days, and the difference was extremely significant compared with the control group on the 7th d after the treatment. On the 7th d after the fish was stopped feeding with the mixed diets, the PP and PI were both significantly higher than those of the control group ($P < 0.05$). Also, the serum lysozyme activities increased obviously after being fed with the mixed diets for 7 d, the fish all had an extremely significant difference in lysozyme activity compared with the control group, but this significant difference disappeared on the 7th d after the fish was stopped feeding mixed diets ($P > 0.05$). The relative percentage of survival of *Radix scutellariae* group was highest, reached 88.9% after being fed with the mixed diets for 28 d, whereas that of *Poria* group was lowest.

(本文编辑:谭雪静)