

海带粗多糖对斜带石斑鱼血清指标的影响

李文武¹, 殷光文¹, 林 希¹, 黄志坚¹, 林建斌², 江和基¹, 朱庆国²

(1. 福建农林大学 动物科学学院 福建省动物药物工程实验室, 福建 福州 350002; 2. 福建省淡水水产研究所, 福建 福州 350002)

摘要: 为了探讨日粮中添加不同剂量的海带粗多糖对斜带石斑鱼(*Epinephelus coioides*)血清指标的影响, 作者选取规格一致的健康斜带石斑鱼 120 尾(平均体质量为 90 g±2.6 g, 平均体长为 15 cm±2.25 cm), 均匀分为 4 组, 每组设两个重复, 每个重复 15 尾。对照组日粮中不添加海带粗多糖, 试验 0.5%组、1.0%组、1.5%组日粮中分别添加 0.5%、1.0%、1.5% 的海带粗多糖。经过 48 d 的喂养后, 测定各组斜带石斑鱼血清中白介素 2(Interleukin-2, IL-2)、白介素 6(Interleukin-6, IL-6)、干扰素 α (Interferon- α , IFN- α)、总蛋白(Total Protein, TP)、尿素(UREA)、肌酐(CREA)、碱性磷酸酶(Alkaline phosphatase, ALP)、谷草转氨酶(Aspartate aminotransferase, AST)、谷丙转氨酶(Alanine aminotransferase, ALT)、溶菌酶(Lysozyme, LZM)、过氧化酶(Catalase, CAT)、超氧化物歧化酶(Superoxide dismutase, SOD)、补体 3(Complement 3, C3)、补体 4(Complement 4, C4)等水平。结果表明, 海带粗多糖能够不同程度地提高血清中 IL-2、IL-6、IFN- α 、TP 水平, 及 LZM、CAT 和 SOD 酶活性; 降低 C3、C4 含量, 及 UREA、CREA 水平和 ALP 酶活性; 对 AST 和 ALT 酶活性影响不大。在 3 种添加比中, 以 0.5% 的海带粗多糖添加剂量效果最明显。

关键词: 海带粗多糖; 斜带石斑鱼(*Epinephelus coioides*); 细胞因子; 血清生化; 非特异性免疫

中图分类号: S963.73+9 文献标识码: A 文章编号: 1000-3096(2015)06-0059-06

doi: 10.11759/hyxx20140428002

鱼类血清指标分析能反映鱼类品种的特性及生理状态, 是研究鱼类血清非特异性免疫和血清生化特性的重要内容^[1]。鱼机体出现病变时, 其血清指标会发生变化, 通过检测血清相关指标的变化, 可以对鱼的病理情况做出诊断^[2]。已有研究表明, 鱼类血清指标的变化范围较大, 与品种、年龄及生长环境等因素有关^[3]。

海带粗多糖是从海带中提纯的多糖成分, 包括褐藻胶、褐藻糖胶和海带淀粉^[4-5], 具有广泛的生物活性。目前国内外研究已表明海带粗多糖具有抗肿瘤、抗氧化、抗病毒、抗辐射、抗凝血、抗动脉粥样硬化、消炎和免疫调节等作用。近年来, 也有研究表明海带粗多糖对肥胖和糖尿病有缓解和治疗作用^[6]。对于多糖对鱼类血清指标影响的研究, 国内外已有相关研究和报道^[7-11], 但对斜带石斑鱼血清研究较少, 仅张海发等^[12]对斜带石斑鱼血清性状及生化指标的研究较为全面, 对海带粗多糖对斜带石斑鱼血清指标影响的研究也尚未见报道。本试验通过在基础鱼饲料中添加不同比例的海带粗多糖, 研究海带粗多糖对斜带石斑鱼血清生化和非特异性免疫指标的影响, 旨在摸索出海带粗多糖作为鱼饲料添加剂的最

佳添加比例, 丰富藻类多糖促进水产病害绿色防治的基础研究^[13]。

1 材料与方法

1.1 试验鱼饲养管理

试验鱼为福建厦门小嶝水产养殖场人工培育的斜带石斑鱼幼鱼, 平均体质量为 90 g±2.6 g, 平均体长为 15 cm±2.25 cm。石斑鱼鱼苗运到福建省淡水水产研究所养殖试验场地, 放入暂养水桶中驯养两周, 用 10 mg/L 的土霉素溶液消毒, 选取体格健壮、大小规格基本一致的个体, 随机放入 8 个 150 L 的水族箱中, 每组 2 缸, 每缸 15 尾, 每缸配备一台小型循环过滤器来净化水体, 称量初始体质量后开始试验。每天 8:00~8:30 和 17:00~17:30 定时投喂, 每次达到表观

收稿日期: 2014-04-28; 修回日期: 2015-03-16

基金项目: 福建省海洋高新产业发展专项(闽海渔高科合同[2012]科 28 号)

作者简介: 李文武(1989-), 男, 湖南岳阳人, 硕士研究生, 主要从事动物疾病与保健研究, 电话: 15750820479, E-mail: xiaowen-521@qq.com; 黄志坚, 通信作者, 电话: 13960721800, E-mail: huangzj1999@sina.com

饱食后停止投喂(投喂量约为体质量的 3%)。每天检测水质情况,每天清洗循环过滤器,每周清洗水缸,并用土霉素消毒。试验用水为一级过滤海水,避光饲养,用增氧机昼夜持续增氧,每次投喂 1 h 后吸出粪便,每天傍晚换水约 1/3~1/2,以保持水质清新。试验期间,水温 24~30℃,pH 值为 8.0±0.3,溶氧质量浓度 >7.0 mg/L,氨氮质量浓度 <0.2 mg/L。试验期为 48 d。

1.2 试验期日粮的配制

海带粗多糖购自爱迪森(北京)生物科技有限公司,主要成分为褐藻胶、褐藻糖胶和海带淀粉,总糖含量 38.9%。在粉状饲料(购自福建天马科技集团股份有限公司)中分别添加 0%、0.5%、1.0%、1.5% 饲料营养成分(表 1),对应分别为对照组、0.5%组、1.0%组、1.5%组。各组饲料原料混合后制成 4 mm 粒径的软颗粒料,之后分装入自封袋,置于 4℃ 冰箱冷藏备用,软颗粒料每 3 d 制作 1 批,弃去 3 d 剩下的饲料,用新料投喂。

表 1 基础日粮营养成分表

Tab. 1 Nutrition of the basal diet

成分(%)	对照组	0.5%组	1.0%组	1.5%组
水分	6.58	6.58	6.58	6.58
粗蛋白	49.26	49.26	49.26	49.26
粗脂肪	7.63	7.63	7.63	7.63
粗灰分	15.93	15.93	15.93	15.93
钙	1.50	1.50	1.50	1.50
磷	1.79	1.79	1.79	1.79
海带粗多糖	0	0.5	1.0	1.5
鱼油	3	3	3	3

注:添加鱼油可增加软颗粒料的适口性

1.3 样品采集

试验结束后,禁食 24 h,每缸鱼整体称质量后,随机取 10 尾鱼,用毛巾包裹并蒙住眼睛,2.5 mL 采血针心脏采集血清,4℃ 冰箱静置过夜,吸取上清液,-40℃ 保存待检。

1.4 测定指标和方法

1.4.1 血清细胞因子测定

细胞因子 IL-2、IL-6 和 IFN- α 的测定均采用 ELISA 法测定。试剂盒由南京建成生物工程研究所提供,操作按说明书进行。

1.4.2 血清生化测定

血清生化测定采用 IDEXX VetTest® 兽医全自动

干式生化分析仪(购自北京安普生化科技有限公司),按显示屏指示下的简单操作步骤,自动滴注血清样品,快速给出并打印检测报告。

1.4.3 血清免疫指标测定

SOD 活性测定采用黄嘌呤氧化酶法;C3、C4 和 LZM 活性测定采用比浊法;AKLP 活性测定采用对硝基苯磷酸盐法。所用试剂盒均购自南京建成生物技术研究所,操作按各说明书进行。

1.4.4 统计学处理

试验数据用 EXCEL 和 SPSS 19.0 数据处理软件中方差分析(ANOVA)进行单因素数理统计,并对均数做 LSD 多重比较,结果均以平均数±标准差表示。

2 结果

2.1 海带粗多糖对斜带石斑鱼血清细胞因子水平的影响

如表 2 所示,与对照组相比,各实验组血清中 IL-2、IL-6 与 IFN- α 水平均有一定程度的提高。其中 0.5%组各因子水平均极显著高于对照组($P < 0.01$);1.0%组 IL-2 与 IL-6 水平均极显著高于对照组($P < 0.01$),IFN- α 水平显著高于对照组($P < 0.05$);1.5%组 IL-2、IL-6 与 IFN- α 水平均高于对照组,但未达到显著水平($P > 0.05$)。

2.2 海带粗多糖对斜带石斑鱼血清非特异性免疫的影响

由表 3 可见,与对照组相比,各实验组 LZM、CAT、SOD 的活力均有所提高,C3、C4 含量均有一定程度的降低。其中,随添加量的增加,CAT 和 SOD 活性逐渐下降,LZM 先降后升,C3、C4 含量逐渐升高,但均低于对照组;0.5%组 LZM 活性显著高于对照组($P < 0.05$),CAT 和 SOD 活性极显著高于对照组($P < 0.01$),C3 含量显著低于对照组($P < 0.05$),C4 含量极显著低于对照组($P < 0.01$);1.0%组 CAT 活力显著高于对照组($P < 0.05$),C4 含量显著低于对照组($P < 0.05$)。

2.3 海带粗多糖对斜带石斑鱼血清生化指标的影响

由表 4 可见,经过 48 d 的喂养试验,与对照组相比,各试验组均能显著提高血清 TP 含量,其中 0.5%组和 1.0%组与对照组差异极显著($P < 0.01$),1.5%组与对照组差异显著($P < 0.05$);降低血清中 UREA 水平,0.5%组与对照组相比差异显著($P < 0.05$),但 1.0%组

表 2 海带粗多糖对斜带石斑鱼血清中细胞因子水平的影响

Tab. 2 Effect of laminarin on serum cytokines in *Epinephelus coioides*

组别	对照组	0.5%组	1.0%组	1.5%组
IL-2(ng/mL)	2.5672±1.2571	9.7052±4.9142 ^A	6.3456±3.9604 ^A	4.4108±1.6744
IL-6(ng/mL)	99.4647±7.3075	145.1184±36.5544 ^A	138.3521±42.8017 ^A	121.4316±14.4479
IFN-α(ng/mL)	152.4544±63.3184	269.5432±81.3602 ^A	214.8572±79.1872 ^a	177.4504±49.2697

注: 同行不标任何字母表示差异不显著($P>0.05$), 同行肩标小写字母者表示差异显著($P<0.05$), 同行肩标大写字母者表示差异极显著($P<0.01$), 表 3 同

表 3 海带粗多糖对斜带石斑鱼血清非特异性免疫指标的影响

Tab. 3 Effect of laminarin on non-specific immune response in *Epinephelus coioides*

组别	对照组	0.5%组	1.0%组	1.5%组
LZM(U/mL)	46.32±9.82	59.49±19.28a	51.85±23.62	52.04±13.35
CAT(U/mL)	1.12±0.68	2.45±1.27A	1.57±1.40a	1.25±0.62
SOD(mg/mL)	45.68±6.56	72.97±19.49A	53.25±24.36	48.84±14.66
C3(g/L)	0.162±0.011	0.149±0.026a	0.157±0.022	0.161±0.031
C4(mg/L)	9.376±0.476	5.153±0.992A	6.454±0.810a	8.349±1.451

表 4 海带粗多糖对斜带石斑鱼血清生化指标的影响

Tab. 4 Effect of laminarin on plasma biochemical parameters in *Epinephelus coioides*

组别	对照组	0.5%组	1.0%组	1.5%组
TP(g/L)	41.13±6.07 ^{Aa}	44.38±8.1 ^{Aa}	46.37±11.72 ^{Aa}	42.75±9.36 ^{Aa}
UREA(mmol/L)	2.95±0.99 ^{Aa}	2.39±0.07 ^{Ab}	2.51±0.30 ^{Aa}	2.56±0.35 ^{Aa}
CREA(mmol/L)	441.63±187.66 ^{Aa}	426.25±141.52 ^{Aa}	404.00±173.51 ^{Aa}	335.25±146.35 ^{Ab}
ALP(U/L)	233.12±74.58 ^{Aa}	171.13±39.20 ^{Aa}	269.37±141.86 ^{Aa}	168.37±44.83 ^{Aa}
AST(U/L)	247.88±79.71 ^{Aa}	250.75±65.78 ^{Aa}	223.87±86.01 ^{Aa}	265.25±84.10 ^{Aa}
ALT(U/L)	13752.62±8097 ^{Aa}	14125.25±9383.02 ^{Aa}	13169.25±7819.34 ^{Aa}	11632.50±4731.72 ^{Aa}

注: 表中同行肩标大写字母不同的表示差异极显著($P<0.01$), 同行肩标小写字母不同的表示差异显著($P<0.05$), 同行肩标字母相同的表示差异不显著($P>0.05$)

和 1.5%组差异不显著($P>0.05$); 降低 CREA 水平, 且随添加量增加, CREA 水平依次降低, 1.5%组与对照组相比差异显著($P<0.05$), 0.5%组和 1.0%组差异不显著($P>0.05$); 虽 0.5%组和 1.5%组 ALP 值比对照组低, 1.0%组比对照组高, 但差异均不显著($P>0.05$); 添加量为 0.5%时能显著提高 AST 酶活力($P<0.05$), 添加量为 1.0%与 1.5%时其 AST 活力先降后升, 但差异均不显著($P>0.05$); 对于 ALT, 各试验组与对照组相比, 其 ALT 的酶活力变化不大, 差异不显著($P>0.05$)。

3 讨论

3.1 海带粗多糖对斜带石斑鱼血清细胞因子水平的影响

细胞因子是由活化的免疫细胞和非免疫细胞合成分泌的一类生物活性小分子多肽, 具有调节细胞生理、参与组织修复、介导炎症反应等作用。细胞因子 IL-2、IL-6 与 IFN-α, 按来源分属淋巴因子, 即

由活化的淋巴细胞产生, 是机体免疫系统中重要的信息物质。脾脏是粒细胞发生的初始场所, Ryu 等^[14]研究发现海带粗多糖能诱发小鼠脾细胞增生, 明显增强细胞毒性 T 细胞 (CTLs)和自然杀伤细胞(LAKs)的活性, 提高 IL-2 的表达量。Smith 等^[15]发现日粮添加 300 mg/L LJPS 能显著提高 LPS 应激的断奶仔猪回肠和结肠 IL-6($P=0.0289$)和 IL-8($P=0.0245$)的表达量, 结果都佐证了海带粗多糖具有免疫调节活性。本试验组中, 细胞因子 IL-2、IL-6 与 IFN-α 的水平均高于对照组, 表明海带粗多糖能促进斜带石斑鱼机体对 3 种细胞因子的分泌, 提高机体的免疫水平。其随海带粗多糖添加量的增加各因子的分泌水平呈现负相关性, 这可能与海带粗多糖浓度有关。结果表明, 海带粗多糖具有促进斜带石斑鱼血清 IL-2、IL-6 与 IFN-α 的分泌和提高机体免疫调节能力, 对促进石斑鱼健康生长具有重要意义^[16-17], 但在实际使用海带粗多糖时要控制好所添加的含量。

3.2 海带粗多糖对斜带石斑鱼血清免疫指标的影响

LZM, 又称细胞壁溶解酶, 广泛存在于动物黏液、血清等中, 能专一地溶解微生物细胞壁, 已有研究表明, 淡水鱼和海水鱼的血清都有溶菌酶的存在, 是鱼体体液中重要的非特异性免疫物质。CAT 又称为触酶, 是一种酶类清除剂, 以铁卟啉为辅基, 它可促使 H_2O_2 分解为分子 O_2 和 H_2O , 清除体内的 H_2O_2 , 从而使细胞免于遭受 H_2O_2 的毒害, 是生物防御体系的关键酶之一。SOD 是机体内天然存在的超氧自由基清除因子, 可对抗因氧自由基对机体细胞造成的损伤, 并及时修复受损细胞, SOD 的水平是机体健康与否的直观指标。Kang 等^[18]通过临床试验证实, 海带能提高 SOD 和 CAT 的水平。Moroney 等^[19]研究新鲜猪肉的保质期时也发现, 海带粗多糖能延长新鲜猪肉的保质期, 提高机体内总抗氧化水平。C3、C4 是补体系统的重要组成部分, 参与机体的特异性和非特异性免疫机制, 当机体补体系统过度激活, 会导致机体抗感染能力下降, 促使机体内产生剧烈的炎症反应或造成组织损伤, 引起病理变化。

本试验结果表明, 海带粗多糖能提高斜带石斑鱼体内 LZM、CAT 与 SOD 酶活力; 降低 C3、C4 水平, 且随添加量增加呈现负相关性, 这可能与海带粗多糖浓度有关。结果说明, 海带粗多糖能提高石斑鱼机体的抗氧化能力和非特异性免疫, 与枸杞多糖和灵芝多糖相似, 都能提高机体的非特异性免疫^[20]。刘会娟^[21]的研究表明, 100 mg/kg 的海带粗多糖能明显提高大骨鸡血清效价, 对免疫功能有明显的促进作用, 与本试验结果一致。董学兴等^[22]的研究表明, 海带对 SOD、CAT 无显著影响, 与本试验结果不同, 这可能与鱼品种和海带粗多糖效价等因素有关; Zhu 等^[23]发现三七中鼠李半乳糖醛酸聚糖具有固化补体的作用, Olafsdottir 等^[24]从地衣中分离的 β -葡聚糖也具有抗补体活性。这说明, 从天然多糖中寻找抗补体活性成分已成为可能。试验也证明海带粗多糖中具有抗补体活性成分。

3.3 海带粗多糖对斜带石斑鱼血清生化水平的影响

尿素氮和肌酐在一定程度上可反映肾小球滤过功能的损害程度。本试验饲喂不同含量的海带粗多糖后可见, 斜带石斑鱼机体内的 UREA 和 CREA 含量均有不同程度的降低, 这说明海带粗多糖不会对

鱼体肾脏造成损伤, 反而会提高肾脏机能; ALT 与 AST 主要分布在肝脏的肝细胞内。肝细胞坏死时 ALT 和 AST 就会升高。其升高的程度与肝细胞受损的程度相一致, 与 ALP 一起, 都是目前最常用的肝功能指标。本研究可见, 海带粗多糖能降低 ALP 活性, 对 AST 和 ALT 活性影响不大, 这说明海带粗多糖不会对肝脏造成损伤。张海发等^[12]研究斜带石斑鱼血清性状及血清生化时发现, 成熟亲鱼的 ALT、AST 活性都较低($4 < ALT < 22$, $13 < AST < 31$), 而 1 龄幼鱼的两种酶活性都较高, 其中 AST 酶活性均值为 300.3 U/L, 远大于成熟亲鱼, ALT 值更因超出测定极限而未做进一步的分析; 本试验在血清稀释 20 倍的基础上测出 ALT 活性, 远大于成熟斜带石斑鱼 ALT 正常值, 而 AST 均值均在张海发等^[12]所测定的范围 (51~524 U/L) 内, 这说明本试验的测定结果无误。幼鱼与成鱼在这两指标的显著差异, 也正好佐证了幼鱼与成鱼在激素和代谢水平方面的差异, 与张海发等人的研究结果一致。本试验测定的石斑鱼血清总蛋白量也均在张海发测定的 1 龄幼鱼范围内, 海带粗多糖组均大于对照组, 这说明海带粗多糖具有提高机体总蛋白的功能。

4 结论

本试验结果表明, 海带粗多糖能提高斜带石斑鱼血清非特异性免疫能力, 提高血清总蛋白含量, 降低对肾脏的损伤, 能明显提高斜带石斑鱼机体的免疫功能, 且作用与海带粗多糖浓度直接相关, 因而使用海带粗多糖时要控制好浓度, 本实验中, 以 0.5% 添加量时效果最佳。

参考文献:

- [1] 周玉, 郭文场, 杨振国, 等. 欧洲鳗鲡血清指标的研究[J]. 水产科学, 2001, 20(2): 7-9.
- [2] 周玉, 郭文场, 杨振国, 等. 欧洲鳗鲡“狂游病”的血清学判别[J]. 中国水产科学, 2001, 8(2): 67-71.
- [3] 赵海涛, 张其中, 赵海鹏, 等. 南方鲇幼鱼和成鱼血清指标的比较[J]. 动物学杂志, 2006, 41(1): 94-99.
- [4] 钱风云, 傅德贤. 海带多糖生物功能研究进展[J]. 中国海洋药物, 2003, 22(1): 55-59.
- [5] 赖晓芳, 沈善瑞. 海带多糖生物活性的研究进展[J]. 生物技术通讯, 2004, 14(5): 436-438.
- [6] Shirotsaki M, Koyama T. *Laminaria japonica* as a food for the prevention of obesity and diabetes[J]. Advances

- in Food and Nutrition Research, 2011, 64: 199-212.
- [7] 王庆奎, 赵海运, 吕志敏, 等. 口服当归多糖对点带石斑鱼非特异性免疫力的影响[J]. 安徽农业科学, 2012, 39(22): 13857-13860.
- [8] 吴旋, 白东清, 杨广, 等. 灵芝多糖对黄颡鱼免疫细胞活性的影响[J]. 华北农学报, 2011, 26(3): 195-198.
- [9] 白东清, 吴旋, 郭永军, 等. 长期投喂黄芪多糖对黄颡鱼抗氧化及非特异性免疫指标的影响[J]. 动物营养学报, 2011, 23(9): 1622-1630.
- [10] Alban S, Kraus J, Franz G. Synthesis of laminarin sulfates with anticoagulant activity[J]. *Arzneimittel-Forschung*, 1992, 42(8): 1005-1008.
- [11] 周宸. 云芝多糖和副溶血弧菌灭活苗对斜带石斑鱼免疫功能的影响[J]. 海洋渔业, 2010, 32(3): 297-302.
- [12] 张海发, 王云新, 林鑫, 等. 斜带石斑鱼血清性状及生化指标的研究[J]. 华南师范大学学报(自然科学版), 2004, 1: 102-107.
- [13] 张照红, 林旋, 张伟妮, 等. 复方中草药对奥尼罗非鱼血清非特异性免疫功能的影响[J]. 水产科学, 2011, 30(1): 1-5.
- [14] Ryu D S, Oh S M, Kim K H, et al. Immunomodulating activity of *Laminaria japonica* polysaccharides[J]. *Korean Journal of Food Science and Technology*, 2010, 42(3): 350-354.
- [15] Smith A G, O'Doherty J V, Reilly P, et al. The effects of laminarin derived from *Laminaria digitata* on measurements of gut health: selected bacterial populations, intestinal fermentation, mucin gene expression and cytokine gene expression in the pig[J]. *British Journal of Nutrition*, 2011, 105(5): 669-677.
- [16] 王庭欣, 赵文, 蒋东升. LJPS 对小鼠免疫功能的调节作用[J]. 卫生毒理学杂志, 2000, 14(2): 75.
- [17] 詹林盛, 王颖丽. LJPS 的免疫调节作用[J]. 中国生化药物杂志, 2001, 22(3): 116-118.
- [18] Kang Y M, Lee B J, Kim J I, et al. Antioxidant effects of fermented sea tangle (*Laminaria japonica*) by *Latobacillus brevis* BJ20 in individuals with high level of γ -GT: A randomized, double-blind, and placebo-controlled clinical study [J]. *Food and Chemical Toxicology*, 2012, 50(3): 1166-1169.
- [19] Moroney N C, O'Grady M N, O'Doherty J V, et al. Addition of seaweed (*Laminaria digitata*) extracts containing laminarin and fucoidan to porcine diets: Influence on the quality and shelf-life of fresh pork[J]. *Meat Science*, 2012, 92(4): 423-429.
- [20] 白东清, 吴旋, 李玉华. 枸杞多糖、灵芝多糖对金丝鱼生化指标的影响[J]. 中国饲料, 2011, 1: 30-32.
- [21] 刘会娟. LJPS 对大骨鸡免疫功能和血清指标的影响[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2013, 1: 118-119.
- [22] 董学兴, 吕林兰, 王爱民, 等. 海带对异育银鲫生长性能, 表观消化率, 体成分及非特异性免疫的影响[J]. 水产科学, 2011, 30(9): 543-546.
- [23] Zhu Y, Pettolino F, Mau S, et al. Immunoactive polysaccharide-rich fractions from *Panax notoginseng*[J]. *Planta Medica*, 2006, 72(13): 1193-1199.
- [24] Olafsdottir E S, Omarsdottir S, Paulsen B S, et al. Immunologically active O6-branched (1-3)- β -glucan from the lichen *Thamnolia vermicularis* var. *subuliformis*[J]. *Phytomedicine*, 2003, 10(4): 318-324.

Effects of laminarin on blood parameters of *Epinephelus coioides*

LI Wen-wu¹, YIN Guang-wen¹, LIN Xi¹, HUANG Zhi-jian¹, LIN Jian-bin²,
JIANG He-ji¹, ZHU Qing-guo²

(1. Engineering Laboratory of Animal Pharmaceuticals, College of Animal Science, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, China; 2. Fujian Provincial Institute of Freshwater Fisheries, Fuzhou 350002, China)

Received: Apr., 28, 2014

Key words: laminarin; *Epinephelus coioides*; cytokines; blood biochemistry; non-specific immune

Abstract: This study was conducted to evaluate the effects of laminarin on the immunological and biochemical parameters of *Epinephelus coioides*. 120 fish was randomly divided into four groups. The fish in blank control group was fed with basal diet, while the fish low, medium and high doses of laminarin groups was fed with the basal diet supplemented with 0.5%, 1.0%, and 1.5% laminarin, respectively, for 48 days. Then the cytokines and blood biochemical parameters (IL-2, IL-6, IFN- α , TP, UREA, CREA, ALP, AST, ALT, LZM, CAT and SOD) were investigated. The levels of cytokines (IL-2, IL-6 and IFN- α) were higher than those in the control group, the levels of total protein and the activity of LZM, CAT and SOD were also higher than those in the control group. But the levels of C3, C4, UREA and CREA, and the activity of ALP were lower than those in the control group. There was no marked difference in the levels of ALT and AST in control and treated groups, suggesting that the supplementary feed had no adverse effect on the function of liver or kidney. These results suggest that laminarin can modulate the immune response of *E. coioides*.

(本文编辑: 谭雪静)