

李志敏, 李婷, 黄春红, 等. 一种复方中草药饲喂湘云鲫3号的应用效果[J]. 江苏农业学报, 2025, 41(9): 1803-1810.
doi: 10.3969/j.issn.1000-4440.2025.09.015

一种复方中草药饲喂湘云鲫3号的应用效果

李志敏¹, 李婷¹, 黄春红¹, 杨福忠², 肖丕清², 陈正军²

(1.湖南文理学院生命与环境科学学院/省部共建淡水鱼类发育生物学国家重点实验室鱼类健康养殖分中心/环洞庭湖水产健康养殖及加工湖南省重点实验室, 湖南 常德 415000; 2.湖南湘云生物科技有限公司, 湖南 常德 415000)

摘要: 为了明确蕺菜、车前草、马齿苋复方中草药饲喂鱼的应用效果,以湘云鲫3号为试验对象,将3种中草药的风干物按重量比3:1:1配制成为复方中草药后对湘云鲫3号进行饲喂试验。将360尾湘云鲫3号幼鱼随机分成4组,分别投喂基础饲料(对照)和添加了2%复方中草药、4%复方中草药、6%复方中草药的饲料,进行85 d的养殖试验。结果表明,与饲喂基础饲料的湘云鲫3号幼鱼相比,饲喂6%复方中草药的湘云鲫3号幼鱼的相对生长率和特定生长率均显著降低($P<0.05$),饵料系数则显著提高($P<0.05$);与饲喂基础饲料的湘云鲫3号幼鱼相比,饲喂4%复方中草药、6%复方中草药的湘云鲫3号幼鱼的去内脏鱼体粗脂肪含量显著降低($P<0.05$);与饲喂基础饲料的湘云鲫3号幼鱼相比,饲喂2%复方中草药、4%复方中草药、6%复方中草药的湘云鲫3号幼鱼的肝脏总三酰甘油含量和总胆固醇含量均显著降低($P<0.05$),肝脏抗氧化能力显著提高($P<0.05$);与饲喂基础饲料的湘云鲫3号幼鱼相比,饲喂2%复方中草药、4%复方中草药、6%复方中草药改善了湘云鲫3号肝脏的组织学状况,饲喂2%复方中草药、4%复方中草药改善了鱼肠组织学状况,而饲喂6%复方中草药处理组的鱼肠绒毛高度则显著降低($P<0.05$)。由研究结果可以看出,在湘云鲫3号饲料中添加2%复方中草药、4%复方中草药可以改善鱼体生长状况,而添加6%复方中草药则不利于鱼体生长和健康。

关键词: 蕺菜; 车前草; 马齿苋; 湘云鲫3号

中图分类号: S963.32⁺9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4440(2025)09-1803-08

Effects of a compound Chinese herbal medicine on Xiangyun crucian carp No.3

LI Zhimin¹, LI Ting¹, HUANG Chunhong¹, YANG Fuzhong², XIAO Piqing², CHEN Zhengjun²

(1. College of Life and Environmental Sciences, Hunan University of Arts and Science/State Key Laboratory of Development Biology of Freshwater Fish Sub-Center for Health Aquaculture/Key Laboratory of Health Aquaculture and Product Processing in Dongting Lake Area of Hunan Province, Changde 415000, China; 2. Hunan Xiangyun Biotechnology Co., Ltd., Changde 415000, China)

Abstract: To clarify the effects of a compound Chinese herbal medicine (formulated by *Houttuynia cordata* Thunb., *Plantago asiatica* L., and *Portulaca oleracea* L. with a weight ratio of 3:1:1) on fish, 360 juvenile triploid crucian carp (Xiangyun crucian carp No.3) were randomly divided into four groups and fed with basic feed and experimental feeds containing

2%, 4%, and 6% of the compound Chinese herbal medicine, respectively. The fish were cultured for 85 days. Results showed that compared with the triploid crucian carp fed with basic feed, the relative growth rate and specific growth rate of the fish fed with 6% compound Chinese herbal medicine were significantly reduced ($P<0.05$), while the feed coefficient was significantly increased ($P<0.05$). The 4% and 6% compound Chinese herbal medicine significantly reduced the crude fat content of the eviscerated fish ($P<0.05$). Compared with the juvenile triploid crucian carp fed with basic feed,

收稿日期: 2025-01-03

基金项目: 湖南省自然科学基金面上项目(2021JJ30468); 湖南省教育厅重点项目(20A339); 国家级大学生创新创业项目(202210549008); 湖南文理学院微生物技术创新团队项目

作者简介: 李志敏(2000-), 男, 湖南长沙人, 本科生, 主要从事水产动物营养与饲料方面的研究。(E-mail) 1396209197@qq.com

通讯作者: 黄春红, (E-mail) 346132404@qq.com

those fed with 2%, 4%, and 6% compound Chinese herbal medicine showed significantly lower hepatic total triglyceride and total cholesterol contents ($P < 0.05$), along with a significantly enhanced hepatic antioxidant capacity ($P < 0.05$). The addition of 2%, 4% and 6% compound Chinese herbal medicine in feed improved liver histology. Furthermore, the intestinal histology was improved in the 2% and 4% groups. However, a significant reduction ($P < 0.05$) in intestinal villus height was observed in the 6% group. From the research findings, it can be concluded that the addition of 2% and 4% compound Chinese herbal medicine in feed can improve the growth performance of triploid crucian carp. However, the addition of 6% compound Chinese herbal medicine is detrimental to the growth and health of the fish.

Key words: *Houttuynia cordata* Thunb.; *Plantago asiatica* L.; *Portulaca oleracea* L.; Xiangyun crucian carp No.3

在密度养殖模式下,鱼病的发生风险较高。目前,中草药及其提取物在畜禽饲料中的应用研究逐渐增多,已有研究结果证实,在动物饲料中添加中草药及其提取物能极显著改善猪的肠道健康、提高猪的生长速度与猪的饲料转化率^[1-2],并能显著提高蛋鸡的生产性能和蛋品质^[3]。此外,在饲料中添加中草药还能改善牛肉嫩度、肉色及风味物质含量^[4],提高羊的抗氧化能力和免疫性能^[5]。近年来,与水产饲料有关的中草药研究在增多。例如,有研究发现,在黄河鲤饲料中适当添加大蒜粉、陈皮粉具有良好的诱食作用^[6];在鲟鱼配合饲料中仅添加 0.04 g/kg 大蒜素便可提高鱼肉中的粗蛋白质含量,并降低粗脂肪含量^[7]。此外,中草药对水产动物生长、免疫机能的促进作用,已经在牙鲆^[8]、黄颡鱼^[9]、鲤鱼^[10]、草鱼^[11]、锦鲤^[12]等动物的研究中得以证实。

蕺菜(*Houttuynia cordata* Thunb.)、车前草(*Plantago asiatica* L.)、马齿苋(*Portulaca oleracea* L.)均属于中国常见的药用植物,其中蕺菜不仅富含蛋白质、油脂、维生素等多种营养成分,还含有多种挥发油、生物碱、酚酸及黄酮类物质^[13-14]。将车前草进行干燥处理后,其全草仍含有多种活性成分,具有抗菌、消炎等作用^[15];马齿苋富含多种成分,如多糖、黄酮、萜类、生物碱、挥发油及香豆素等,全草或部分提取物具有很好的抑菌、抗病毒、调血脂、降血糖等作用^[16]。从整体上看,目前有关蕺菜、车前草、马齿苋等植物活性成分提取及提取物功能分析的报道较多^[17-18],但是有关 3 种中草药的复方成分在水产动物饲料中的应用研究却鲜见报道。湘云鲫 3 号是由湖南湘云生物科技有限公司以鲫鱼为母本、鲤鱼为父本,通过远缘杂交而培育的新品种。经过多代选育,湘云鲫 3 号遗传稳定,繁殖力高,容易获得大量试验个体,并且其生长迅速、适应性强,能在包括室内养殖系统在内的多种环境中生存。本研究拟分析蕺菜、车前草、马齿苋复方中草药饲喂湘云鲫 3 号的作用和效果,从而为该复

方中草药在水产饲料中的应用提供理论依据。

1 材料与方 法

1.1 试验饲料

野生开花期的蕺菜、车前草和马齿苋均采自湖南省常德市,均取地上部分。先将 3 种中草药样品于 55 °C 干燥,再粉碎过 60 目筛。为了突出具有特殊风味的蕺菜对湘云鲫 3 号鱼体的作用,将过筛的蕺菜、车前草和马齿苋按重量比 3 : 1 : 1 配成复方中草药。复方中草药中粗蛋白质、粗脂肪、粗灰分、粗纤维、无氮浸出物、总多糖、总黄酮的含量分别为 15.24%±0.32%、4.31%±0.08%、16.87%±0.11%、26.73%±0.32%、36.85%、5.48%±0.21%、3.63%±0.18%。参考中华人民共和国水产行业标准《鲫鱼配合饲料》(SC/T 1076-2004),采用配方软件设计基础饲料(A)。参照非常规饲料原料和其他中草药的添加量,在基础饲料中分别添加 2% 复方中草药(B)、4% 复方中草药(C)、6% 复方中草药(D),逐级混匀后制成粒径为 2.0 mm 的沉性颗粒,在 55 °C 干燥后于 -20 °C 保存。本试验所用饲料组成、饲料营养状况分别见表 1、表 2。

1.2 试验用鱼及饲养管理

先将试验用湘云鲫 3 号于循环水养殖系统中暂养 14 d,再选出大小较一致的 360 尾,平均体重为 (5.17±0.02) g,随机分成 4 组,每组设 3 个重复,每个重复设 30 尾鱼。分别投喂基础饲料(A 组)和添加 2% 复方中草药(B 组)、4% 复方中草药(C 组)、6% 复方中草药(D 组)试验饲料。试验用湘云鲫 3 号于湖南文理学院校内循环水养殖系统中养殖 85 d。每天 8:30、16:30 投喂饲料,每次投喂至试验鱼为饱食状态,喂食 30 min 后收集各养殖桶中的残饵,烘干并称重,用于计算鱼的摄食量。通过虹吸管清理养殖桶中的粪便,2 d 换水 1 次,换水量为总量的 1/3,试验期间的水温为 25~30 °C,溶解氧含量大于 6.0 mg/L,pH 值为 7.0~7.6,氨态氮含量低于 0.2 mg/L。

表1 基础饲料组成(干物质基础)

Table 1 Composition of the basal diet (dry matter basis)

成分	含量(%)
玉米	7.00
小麦	26.00
大豆粕	39.70
菜籽饼	18.30
鱼粉	6.00
磷酸二氢钙	2.00
预混料	1.00

预混料为1 kg 配合饲料提供:1 100 000 IU 维生素A,2 400 000 IU 维生素D₃,8.0 g 维生素E,0.3 g 维生素K₃,0.6 g 维生素B₁,0.7 g 维生素B₂,4 mg 维生素B₁₂,15.0 g 维生素C,4 g 烟酰胺,4 g D-泛酸钙,200 mg 叶酸,100 g 氯化胆碱,15 g Fe,400 mg Cu,6 g Zn,2 g Mn,60 mg I,20 mg Se。

表2 各试验组饲料营养水平(干物质基础)

Table 2 Nutrient levels of all diets (dry matter basis)

类别	A组	B组	C组	D组
总能量(MJ/kg)	19.43		19.31	19.26
粗蛋白质含量(%)	32.85	32.50	32.17	31.85
粗脂肪含量(%)	5.59	5.56	5.54	5.52
粗纤维含量(%)	4.89	5.32	5.73	6.13
粗灰分含量(%)	7.55	7.73	7.91	8.08
无氮浸出物含量(%)	49.12	48.88	48.65	48.43

除总能量、无氮浸出物含量为计算值外,其余均为测定值。A组:基础饲料;B组、C组、D组:在基础饲料中分别添加2%、4%、6%复方中草药。

1.3 样品的采集与制备

养殖试验结束后,用丁香酚(100 mg/L)麻醉试验鱼,再称取各重复鱼体的总体质量。各个重复随机取10尾鱼,解剖后分离肝脏、肠道。随机取3尾鱼,截取1 cm左右中肠和3份肝脏组织,置于福尔马林中固定。再从剩余的鱼肝脏中采集少量组织,先用液氮速冻,再于-80℃冻存^[19]。去除内脏的鱼体则于65℃干燥箱中去除水分、粉碎后过40目筛备用。

1.4 待检指标与检测方法

1.4.1 鱼体生长指标与饵料系数 试验鱼存活率、相对生长率、特定生长率及饵料系数均参照文献[19]中的公式进行计算。

1.4.2 鱼体及复方中草药中的营养成分分析 鱼体及复方中草药中粗蛋白质、粗脂肪、粗灰分、粗纤维含量分别参照《饲料中粗蛋白测定方法》(GB/T 6432-1994)、《饲料中粗脂肪的测定》(GB/T 6433-1994)、《饲料中粗灰分的测定》(GB/T 6438-

1992)、《谷物籽粒粗纤维测定法》(GB 6193-1986)进行测定。无氮浸出物含量为100%减去粗蛋白质含量、粗脂肪含量、粗灰分含量、粗纤维含量的总和。复方中草药中总多糖、总黄酮含量参照文献[19]的方法进行测定。

1.4.3 肝脏生化指标的测定 肝脏总三酰甘油(TG)含量、总胆固醇(TC)含量、丙二醛(MDA)含量及天门冬氨酸氨基转移酶(AST)活性、丙氨酸氨基转移酶(ALT)活性、超氧化物歧化酶(SOD)活性、谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-Px)活性均采用南京建成生物工程研究所的试剂盒测定。

1.4.4 肝脏及中肠组织石蜡切片的制作与组织学观察 采用苏木精-伊红染色法制作肝脏、中肠组织石蜡切片,在连续变倍摄影显微镜下观察肝细胞、中肠绒毛,中肠绒毛的形态学指标采用摄影显微镜配套软件测量。

1.5 数据处理与分析

用SPSS 19.0软件对数据进行统计,结果以平均值±标准差($X \pm SD$)表示。采用单因素方差分析(One-way ANOVA)、最小显著差异法(LSD)和Duncan氏多重比较法对数据进行分析, $P < 0.05$ 表示差异显著。

2 结果与分析

2.1 复方中草药对湘云鲫3号生长性能与饵料系数的影响

由表3可以看出,各组湘云鲫3号的存活率均为100.00%。与对照相比,添加6%复方中草药处理(D组)湘云鲫3号鱼体的相对生长率、特定生长率显著下降($P < 0.05$),饵料系数显著升高($P < 0.05$)。

2.2 复方中草药对去内脏湘云鲫3号营养成分含量的影响

由表4可以看出,B组、C组、D组湘云鲫3号去内脏鱼体的粗蛋白质含量与对照相比无显著变化;D组湘云鲫3号去内脏鱼体的粗灰分含量较对照显著增加($P < 0.05$),而B组、C组湘云鲫3号去内脏鱼体的粗灰分含量与对照相比无显著变化;C组、D组湘云鲫3号去内脏鱼体的粗脂肪含量较对照显著减少($P < 0.05$),而B组湘云鲫3号去内脏鱼体的粗脂肪含量与对照相比无显著变化。各处理组间无氮浸出物含量差异均不显著。

表 3 复方中草药对湘云鲫 3 号生长性能与饵料系数的影响

Table 3 Effects of the compound Chinese herbal medicine on the growth performance and the feed coefficient of Xiangyun crucian carp No.3

组别	初始体重 (g)	终末体重 (g)	存活率 (%)	相对生长率 (%)	特定生长率 (%/d)	饵料系数
A	5.26±0.03a	14.47±0.21b	100.00±0a	174.87±5.51b	1.19±0.02b	1.73±0.02a
B	5.11±0.05a	14.24±0.53b	100.00±0a	178.43±7.86b	1.20±0.03b	1.66±0.04a
C	5.21±0.03a	14.68±0.52b	100.00±0a	181.97±8.52b	1.22±0.18b	1.71±0.04a
D	5.11±0.04a	12.91±0.20a	100.00±0a	152.82±6.16a	1.09±0.03a	2.14±0.05b

A 组:投喂基础饲料;B 组:投喂添加 2% 复方中草药的基础饲料;C 组:投喂添加 4% 复方中草药的基础饲料;D 组:投喂添加 6% 复方中草药的基础饲料。同列数据后标有不同小写字母表示差异显著 ($P < 0.05$)。

2.3 复方中草药对湘云鲫 3 号肝脏功能的影响

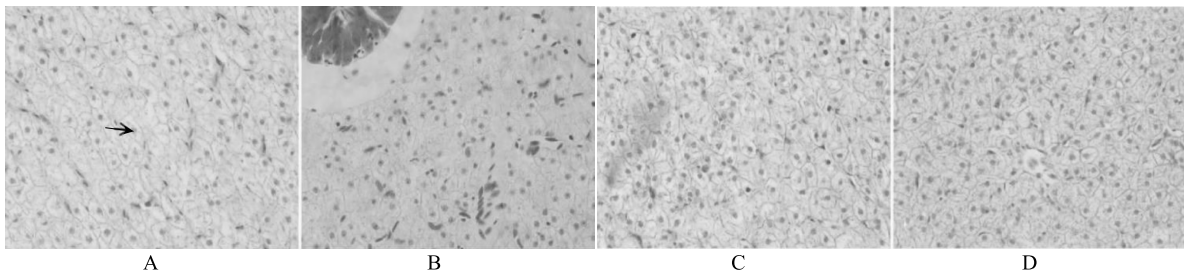
由表 5 可以看出,B 组、C 组、D 组湘云鲫 3 号的肝脏天门冬氨酸氨基转移酶活性较对照显著降低 ($P < 0.05$);B 组、C 组、D 组湘云鲫 3 号肝脏的丙氨酸氨基转移酶活性较对照显著降低 ($P < 0.05$);添加不同比例复方中草药处理组均可使湘云鲫 3 号肝脏总三酰甘油含量、总胆固醇含量与丙二醛含量显著下降 ($P < 0.05$),而使超氧化物歧化酶活性、谷胱甘肽过氧化物酶活性显著上升 ($P < 0.05$)。肝脏组织学分析结果显示,B 组、C 组、D 组湘云鲫 3 号肝细胞界限明显,细胞轮廓分明,细胞大小相对均匀,细胞核位置基本正常;对照的部分肝细胞核消失或移向细胞一侧(图 1)。

表 5 复方中草药对湘云鲫 3 号肝脏生化指标的影响

Table 5 Effects of the compound Chinese herbal medicine on hepatic biochemical parameters of Xiangyun crucian carp No.3

组别	天门冬氨酸氨基转移酶活性 (U/L)	丙氨酸氨基转移酶活性 (U/L)	总三酰甘油含量 (nmol/g)	总胆固醇含量 (mmol/g)	丙二醛含量 (nmol/mg)	超氧化物歧化酶活性 (U/mg)	谷胱甘肽过氧化物酶活性 ($\mu\text{mol/g}$)
A	6.87±0.08c	8.58±1.36b	1.13±0.06d	1.23±0.03d	2.34±0.05c	51.36±2.09a	98.62±13.45a
B	4.54±0.04a	5.21±0.08a	0.89±0.05c	1.06±0.04c	1.08±0.02b	70.41±5.27b	125.32±12.06b
C	4.35±0.09a	5.48±0.42a	0.75±0.29b	0.92±0.05b	1.13±0.18b	72.16±4.36b	132.87±10.56b
D	5.74±0.03b	5.58±0.31a	0.61±0.15a	0.66±0.05a	0.95±0.05a	72.38±5.47b	130.87±9.83b

A 组:投喂基础饲料;B 组:投喂添加 2% 复方中草药的基础饲料;C 组:投喂添加 4% 复方中草药的基础饲料;D 组:投喂添加 6% 复方中草药的基础饲料。同列数据后标有不同小写字母表示差异显著 ($P < 0.05$)。



A 组:投喂基础饲料;B 组:投喂添加 2% 复方中草药的基础饲料;C 组:投喂添加 4% 复方中草药的基础饲料;D 组:投喂添加 6% 复方中草药的基础饲料。→所指为肝细胞的细胞核。

图 1 复方中草药对湘云鲫 3 号肝脏组织学的影响 ($\times 40$)Fig.1 Effects of the compound Chinese herbal medicine on liver histology of Xiangyun crucian carp No.3 ($\times 40$)

表 4 复方中草药对去内脏湘云鲫 3 号营养成分含量的影响(干物质基础)

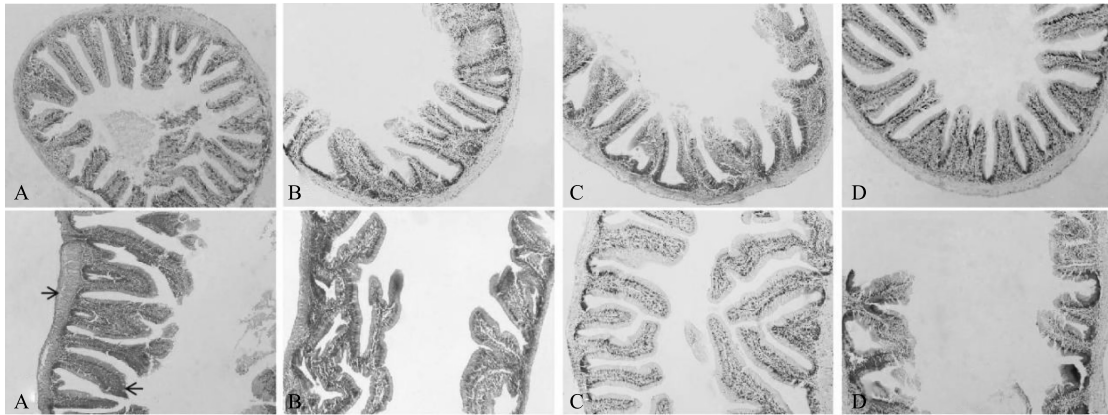
Table 4 Effects of the compound Chinese herbal medicine on the nutrient content of eviscerated Xiangyun crucian carp No.3 (dry matter basis)

组别	粗蛋白质含量 (%)	粗灰分含量 (%)	粗脂肪含量 (%)	无氮浸出物含量 (%)
A	63.95±0.27ab	13.71±0.02a	21.81±0.09b	0.53±0.02a
B	64.54±0.24ab	13.58±0.15a	21.37±0.92ab	0.51±0.03a
C	64.93±0.13b	13.99±0.33a	20.50±0.40a	0.58±0.05a
D	62.87±0.24a	16.58±0.15b	20.03±0.92a	0.52±0.01a

A 组:投喂基础饲料;B 组:投喂添加 2% 复方中草药的基础饲料;C 组:投喂添加 4% 复方中草药的基础饲料;D 组:投喂添加 6% 复方中草药的基础饲料。同列数据后标有不同小写字母表示差异显著 ($P < 0.05$)。

2.4 复方中草药对湘云鲫3号肠道组织学的影响

由表6可以看出,B组、C组湘云鲫3号中肠绒毛高度与对照间无显著差异,D组的湘云鲫3号中肠绒毛高度则显著低于对照($P<0.05$);与对照相比,在饲料中添加不同水平复方中草药对湘云鲫3号中肠绒毛宽度、肌层厚度均无显著影响。复方中草药对湘云鲫3号中肠组织学的影响见图2。



A组:投喂基础饲料;B组:投喂添加2%复方中草药的基础饲料;C组:投喂添加4%复方中草药的基础饲料;D组:投喂添加6%复方中草药的基础饲料。上排为横切,下排为纵切。→所指为肠道肌层,←所指为肠绒毛。

图2 复方中草药对湘云鲫3号中肠组织学的影响($\times 10$)

Fig.2 Effects of the compound Chinese herbal medicine on midgut histology of Xiangyun crucian carp No.3 ($\times 10$)

3 讨论

3.1 中草药对湘云鲫3号生长性能和饵料系数的影响

在鱼类饲料中添加特定中草药均可促进鱼类生长,并改善饲料转化效率(FCR)。例如,在草鱼饲料中添加0.16%、0.20%玉屏风多糖^[20],在罗非鱼配合饲料中添加10 g/kg 茺蒿籽粉^[21],在团头鲂饲料中添加20 g/kg、40 g/kg以黄芪粉或以杜仲粉为主的复方中草药制剂^[22],均显著提高了鱼体生长速度,改善了 FCR 。相关研究发现,在罗非鱼饲料中添加10 g/kg 蕺菜对罗非鱼鱼体生长性能、存活率没有显著影响^[23]。有研究发现,在杂交鲢饲料中按照50 mL/kg、70 mL/kg、100 mL/kg的量分别添加蕺菜叶提取物浓缩液,养殖15 d时,70 mL/kg试验组鱼的平均日增重率、特定增长率(SGR)、饲料转化效率(FCR)均显著增加;养殖30 d时,50 mL/kg试验组鱼的生长速度最高,而存活率也随养殖时间的延

表6 复方中草药对湘云鲫3号中肠绒毛形态的影响

Table 6 Effects of the compound Chinese herbal medicine on the morphology of midgut villi of Xiangyun crucian carp No.3

组别	绒毛高度(μm)	绒毛宽度(μm)	肌层厚度(μm)
A	459.35 \pm 53.58b	64.25 \pm 15.85a	51.74 \pm 9.67a
B	464.62 \pm 40.28b	65.53 \pm 12.31a	52.88 \pm 8.17a
C	465.25 \pm 45.28b	62.53 \pm 12.31a	53.38 \pm 8.17a
D	382.19 \pm 29.10a	65.44 \pm 12.31a	53.29 \pm 8.17a

A组:投喂基础饲料;B组:投喂添加2%复方中草药的基础饲料;C组:投喂添加4%复方中草药的基础饲料;D组:投喂添加6%复方中草药的基础饲料。同列数据后标有不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)。

长、蕺菜叶提取物添加量的增加而升高^[24]。在本研究中,添加量为2%、4%的复方中草药对湘云鲫3号鱼体生长性能的影响与在罗非鱼饲料中添加10 mg/kg蕺菜的结果相近。有不少研究发现,部分中草药(如黄连、黄芩、连翘和苦参)对鱼类具有较好的诱食作用^[25],但是,肉桂、白芷、山楂和大茴香则会降低鲈鱼的摄食量^[26]。在本研究的复方中草药中,蕺菜重量占了60%,而蕺菜中产生的独特臭气、鱼腥气的物质(如月桂醛、癸酰乙醛)含量较高^[27],这些物质在饲料中的含量随着复方中草药添加量的增加而增多。过量的月桂醛、癸酰乙醛可能会直接降低饲料的适口性和鱼类的摄食量,进而降低鱼类的生长速度,这可能是本研究中复方中草药添加量达到6%时,鱼的生长速度较对照显著下降的根本原因。因此,有研究者建议,露斯塔野鲮饲料中蕺菜叶粉、蕺菜叶醇提物的添加量不宜超过1%^[28],草鱼饲料中蕺菜细粉的适宜添加量约为2%^[29]。其他鱼类对蕺菜独特的臭气、鱼腥气的可接受范围有待进

一步研究。

3.2 中草药对湘云鲫 3 号肝脏功能的影响

在锦鲤的配合饲料中仅添加 0.024 g/kg 蕞菜素或 0.6 g/kg 蕞菜粉,便能够显著提高其肝脏的抗氧化能力^[12]。在草鱼饲料中添加 10 g/kg、20 g/kg、30 g/kg 蕞菜粉,可使鱼肝脏的超氧化物歧化酶(SOD)活性显著高于对照,而天门冬氨酸氨基转移酶(AST)活性、丙氨酸氨基转移酶(ALT)活性低于对照^[29],这与本研究中添加不同水平复方中草药均可显著提高湘云鲫 3 号肝脏抗氧化能力的结果类似。但也有研究发现,在露斯塔野鲮饲料中补充 0.25%~1.00% 蕞菜叶醇提取物,会导致其血清乳酸脱氢酶(LDH)、苹果酸脱氢酶(MDH)、超氧化物歧化酶(SOD)和过氧化氢酶(CAT)活性显著降低^[30]。造成上述研究结果相反的主要原因可能是蕞菜中主要功能成分的纯度或含量不同。另有研究发现,无论是对于蕞菜地上部分还是根茎部分,当其乙醇浸出物含量达到一定值时,都对斑马鱼有毒性甚至是致死作用^[31]。此外,蕞菜地上部分与根茎部分对斑马鱼胚胎也均表现出胚胎发育毒性^[31]。由此可见,中草药及其提取物在水产饲料中的添加效果与养殖动物种类及添加量等密切相关。

3.3 中草药对湘云鲫 3 号脂质沉积的影响

一些中草药提取物已被证实可以减少水产动物肝脏中的脂肪蓄积量^[32]。例如,在草鱼饲料中添加 1 g/kg 黄连素或含量低于 0.3 g/kg 的水飞蓟素,既能降低草鱼的腹脂沉积量,又可减少其肝脏的脂肪含量,这与黄连素可以调节肠道菌群、水飞蓟素能促进脂质分解代谢基因的表达有关^[33-34]。体外试验发现,水飞蓟素可抑制脂肪细胞脂质沉积^[35]。在鲟鱼配合饲料中适量添加大蒜素,可以减少鱼体的脂肪沉积^[7]。本研究结果也显示,湘云鲫 3 号幼鱼的去内脏鱼体和肝脏中的脂质含量均随复方中草药添加量的增加而降低。马齿苋含有香豆素和其他酚类化合物,具有很强的抗氧化活性^[36]。已有研究发现,马齿苋、车前草均对脂类代谢具有良好的调控作用,其中马齿苋能够降低血清三酰甘油含量和胆固醇含量、改善脂质代谢、预防脂质过量沉积,这些作用与其富含多不饱和脂肪酸(如 α -亚麻酸)等有关,马齿苋中的 α -亚麻酸含量占脂肪酸总量的 10% 以上^[37]。此外有研究发现,马齿苋多糖可以通过调节肝脏中蛋白激酶、miR-33/34a 的表达量来改善胆固

醇代谢^[38],车前草的乙醇提取物也对脂质代谢具有调节作用^[39],车前草籽种皮中的黏液主要由多糖组成^[40],而车前草种子提取物虽然不会改变肥胖小鼠的摄食量和体重,但却能降低其腹部白色脂肪组织的比例和血清中多种脂质浓度,并使脂肪细胞变小,这可能与其种子提取物能够促进小鼠肝组织、脂肪组织中增强脂肪酸代谢、能量消耗的过氧化物酶体增殖物激活受体和靶基因 mRNA 的表达有关^[17,41-42]。有关蕞菜及其提取物对动物体脂肪代谢和脂质沉积的影响则有待进一步研究。

3.4 中草药对湘云鲫 3 号肠道的影响

有关中草药对水产动物肠道影响的研究目前主要集中在对肠道消化酶活性的研究方面,对肠道组织学、肠道菌群等的研究较少。已有研究证实,在水产动物饲料中添加中草药对水产动物肠道消化酶、肠道菌群和组织学均可能产生影响,但影响程度和趋势因动物种类、中草药、添加量、养殖时间等不同而异^[43]。例如,在鲤饲料中添加 1% 或 2% 怀山药均可以增加鲤中肠黏膜褶皱数量、肠绒毛高度、微绒毛密度和完整性,对鲤肠道组织结构和吸收面积具有改善作用^[44]。在小龙虾配合饲料中少量添加黄芪多糖、板蓝根、甘草等,可不同程度地改善肠道肌层厚度、结缔组织致密性和肠道上皮褶皱数量^[45]。但是本研究发现,在饲料中添加过量复方中草药后,反而会降低中肠绒毛高度,不利于增加中肠的吸收面积。

4 结论

本研究发现,在湘云鲫 3 号幼鱼饲料中添加 2%、4% 由蕞菜、车前草和马齿苋按 3:1:1 重量比构成的复方中草药,可以不同程度地改善鱼体生长性能,降低鱼体脂肪沉积量,提升肝脏抗氧化能力,并改善中肠组织形态,但是添加 6% 复方中草药则会降低鱼体生长性能,不利于湘云鲫 3 号的养殖。

参考文献:

- [1] 胡广英,曹日亮,刘华栋. 酶制剂和中草药对育肥猪生长性能与猪肉品质的影响[J]. 饲料研究,2022,45(21):29-33.
- [2] 杨玄,程林丽. 中草药饲料添加剂对断奶仔猪和生长育肥猪生长性能影响的 Meta 分析[J]. 饲料工业,2022,43(22):36-45.
- [3] 周洁蕊. 复方中草药添加剂对麻鸡生产性能与脂质代谢的影响[D]. 南昌:江西农业大学,2022:1-2.

- [4] 李明博,高青山,李官浩,等. 中草药饲料添加剂对延边黄牛肉质与风味物质的影响[J]. 中国畜牧兽医,2023,50(2):531-542.
- [5] 车小蛟,雷宏东,高建军. 不同水平岩藻多糖对羔羊生长性能、免疫力及抗氧化功能的影响[J]. 饲料研究,2022,45(17):13-16.
- [6] 房婷婷. 复合诱食剂的筛选及对黄河鲤鱼生长、免疫及肠道组织形态的影响[D]. 泰安:山东农业大学,2021:1-2.
- [7] 吴春昊. 大蒜素对鲟鱼生长性能、体成分及肌肉品质的影响[J]. 中国饲料,2021(10):62-65.
- [8] 刁菁,王友红,王淑娟,等. 一种复方中草药免疫增强剂对牙鲈免疫力及抗病力的影响[J]. 广西科学院学报,2020,36(2):137-144.
- [9] 曲木,黄成,张宝龙,等. 复方中草药对黄颡鱼生长、肉质及血清中补体C3、补体C4含量的影响[J]. 中国饲料,2018(19):74-79.
- [10] 马国红,宋理平,张延华,等. 4种复方中草药对鲤生长性能及其体成分的影响[J]. 大连海洋大学学报,2019,34(1):87-93.
- [11] 黄仲圆,何文辉,彭自然,等. 苦草粉对草鱼幼鱼生长性能与生理生化性能的影响[J]. 渔业科学进展,2020,41(1):169-177.
- [12] 吕兆君,仇钧仪,张震,等. 日粮添加鱼腥草及鱼腥草素钠对锦鲤幼鱼肝功能、免疫及抗氧化指标的影响[J]. 经济动物学报,2022,26(4):268-275.
- [13] LI D, LIU J P, HAN X, et al. Chemical constituents of the whole plants of *Houttuynia cordata* [J]. Chemistry of Natural Compounds,2017,53(2):365-367.
- [14] RAFIQ S, HAO H H, IJAZ M, et al. Pharmacological effects of *Houttuynia cordata* Thunb (*H. cordata*): a comprehensive review [J]. Pharmaceuticals,2022,15(9):1079.
- [15] DONG Y Y, HOU Q H, SUN M, et al. Targeted isolation of antioxidant constituents from *Plantago asiatica* L. and *in vitro* activity assay[J]. Molecules,2020,25(8):1825.
- [16] IRANSHAHY M, JAVADI B, IRANSHAHI M, et al. A review of traditional uses, phytochemistry and pharmacology of *Portulaca oleracea* L [J]. Journal of Ethnopharmacology,2017,205:158-172.
- [17] LI F F, HUANG D F, NIE S P, et al. Polysaccharide from the seeds of *Plantago asiatica* L. protect against lipopolysaccharide-induced liver injury [J]. Journal of Medicinal Food,2019,22(10):1058-1066.
- [18] CHEN D, YAO J N, LIU T, et al. Research and application of *Portulaca oleracea* in pharmaceutical area [J]. Chinese Herbal Medicines,2019,11(2):150-159.
- [19] 黄春红,李婷,李志敏,等. 三种药用植物及其复合物对湘云鲫(3号)饲喂效果的评定[J]. 江苏农业学报,2024,40(6):1045-1052.
- [20] 王志敬,刘明珠,于辉,等. 玉屏风多糖对草鱼生长性能、免疫器官指数和肝脏脏非特异性免疫指标的影响[J]. 动物营养学报,2016,28(11):3679-3686.
- [21] AHMAD M H, ABDEL-TAWWAB M. The use of caraway seed meal as a feed additive in fish diets: growth performance, feed utilization, and whole-body composition of Nile *Tilapia*, *Oreochromis niloticus* (L.) fingerlings [J]. Aquaculture,2011,314(1/2/3/4):110-114.
- [22] 谭晓晨,麻艳群,董升辉,等. 中草药复方制剂对团头鲂生长性能及肝脏组织的影响[J]. 饲料研究,2021,44(17):39-43.
- [23] SRICHAHYO N, TONGSIRI S, HOSEINIFAR S H, et al. The effect of fishwort (*Houttuynia cordata*) on skin mucosal, serum immunities, and growth performance of Nile *Tilapia* [J]. Fish & Shellfish Immunology,2020,98:193-200.
- [24] PANASE P, KHUANGBUN L, SUPHASON T, et al. Evaluation of *Houttuynia cordata* Thunb. leaf extract on growth performance, feed utilization, and hematological indices of hybrid catfish (*Clarias macrocephalus* × *Clarias gariepinus*) [J]. Comparative Clinical Pathology,2018,27(4):947-958.
- [25] 季延滨,孙学亮,邢克智,等. 12种中草药对牙鲈幼鱼的诱食效果的研究[J]. 中国水产,2012(5):62-65.
- [26] 张琳琳,曾慧,张佳明,等. 中草药对鲈鱼诱食活性的研究[J]. 海洋水产研究,2008,29(4):101-105.
- [27] 肖娟,向安萍,张年凤. 鱼腥草的化学成分及药理作用研究进展[J]. 现代中西医结合杂志,2022,31(11):1563-1567.
- [28] GARG C K, SAHU N P, SHAMNA N, et al. Effect of dietary *Houttuynia cordata* leaf meal and leaf extract on the growth performance, nutrient utilization and expression of *IGF-I* gene in *Labeo rohita* [J]. Aquaculture Nutrition,2019,25(3):702-711.
- [29] 谭娟,邓雨飞,曹宇舰,等. 鱼腥草单方制剂对草鱼幼鱼生长及生理生化指标的影响[J]. 中国农学通报,2014,30(32):26-31.
- [30] GARG C K, SAHU N P, MAITI M K, et al. Dietary *Houttuynia cordata* leaf extract and meal enhances the immunity and expression of immune genes in *Labeo rohita* (Hamilton, 1822) [J]. Aquaculture Research,2021,52(1):381-394.
- [31] 陈宏峰,刘佳楠,阮洪生,等. 鱼腥草、三白草地上部分和根茎醇提物对斑马鱼成鱼和胚胎的毒性研究[J]. 中成药,2020,42(6):1633-1636.
- [32] 张盈姝,夏陈,曾晓丹,等. 饲料中添加复方中草药对史氏鲟肝脏保护作用的研究[J]. 饲料工业,2011,32(12):12-14.
- [33] 靳雅琦. 饲料中添加黄连素对草鱼幼鱼脂肪蓄积的影响及其机制分析[D]. 天津:天津农学院,2020:1-2.
- [34] 萧培珍. 日粮中添加水飞蓟素对草鱼脂质代谢的影响及其机制研究[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2017:1-2.
- [35] SUH H J, CHO S Y, KIM E Y, et al. Blockade of lipid accumulation by silibinin in adipocytes and zebrafish [J]. Chemico-Biological Interactions,2015,227:53-62.
- [36] 李大峰,贾冬英,杜雪,等. 马齿苋酚类提取物的抗氧化作用研究[J]. 中国油脂,2010,35(12):41-43.
- [37] 王辉敏,李冠文,杨金梅,等. 马齿苋多不饱和脂肪酸对高脂血症大鼠的降脂作用[J]. 中国粮油学报,2023,38(3):144-150.
- [38] JANG S, LEE M S, KANG S N, et al. *Portulaca oleracea* L. extract regulates hepatic cholesterol metabolism via the AMPK/MicroRNA-33/34a pathway in rats fed a high-cholesterol diet [J].

- Nutrients,2022,14(16):3330.
- [39] JEON S Y, PARK J Y, SHIN I, et al. Ethanol extract of *Plantago asiatica* L. controls intracellular fat accumulation and lipid metabolism in 3T3-L1 Adipocytes[J]. The Korea Journal of Herbology, 2014,29(4):77-82.
- [40] YE C L, HU W L, DAI D H. Extraction of polysaccharides and the antioxidant activity from the seeds of *Plantago asiatica* L.[J]. International Journal of Biological Macromolecules,2011,49(4):466-470.
- [41] YANG Q M, QI M, TONG R C, et al. *Plantago asiatica* L. seed extract improves lipid accumulation and hyperglycemia in high-fat diet-induced obese mice[J]. International Journal of Molecular Sciences,2017,18(7):1393.
- [42] LAN J P, TONG R C, SUN X M, et al. Comparison of main chemical composition of *Plantago asiatica* L. and *P. Depressa* Willd.seed extracts and their anti-obesity effects in high-fat diet-induced obese mice[J]. Phytomedicine,2021,81:153362.
- [43] 朱传忠,孙陆宇,解文丽,等. 3 种饲料添加剂对吉富罗非鱼幼鱼生长性能、消化酶活性和肝、肠组织结构的影响[J]. 淡水渔业,2018,48(2):94-99.
- [44] 李 衡,曹 慧,杨国坤,等. 饲料添加怀山药对鲤生长、肠屏障及肠道菌群的影响[J]. 动物营养学报,2022,34(3):1831-1844.
- [45] 孟 楷. 复方中草药对克氏原螯虾生长、免疫功能及肝肠组织的影响[D]. 武汉:华中农业大学,2019:1-2.

(责任编辑:徐 艳)