

4种复方中草药对鲤生长性能及其体成分的影响

马国红, 宋理平, 张延华, 王秉利

(山东省淡水渔业研究院, 山东 济南 250013)

摘要: 为了解4种复方中草药对鲤 *Cyprinus carpio* 生长性能及其体成分的影响, 将用不同组成和配比制备的4种复方中草药, 以质量分数为3%的量分别添加到鲤基础饲料中, 试验分为对照组和4个中草药组, 复方1由板蓝根、大黄组成, 复方2由黄芪、黄柏等组成, 复方3由辣蓼、青蒿等组成, 复方4由甘草、大黄、五倍子组成, 每组3个重复, 每个重复放体质量为 (15.26 ± 3.95) g的鲤30尾, 养殖试验共进行30 d。结果表明: 2号和4号复合中草药的使用对鲤生长有一定的促进作用, 而1号复合中草药组促生长效果不理想; 各组复合中草药的使用不同程度地降低了鲤饲料系数; 各复方中草药组鲤粗蛋白质含量略高于对照组, 但无显著性差异 ($P > 0.05$); 各复方中草药组鲤氨基酸含量均高于对照组, 仅2号复方中草药组显著高于对照组 ($P < 0.05$), 其他各组间无显著性差异 ($P > 0.05$), 2、3、4号复方中草药组鲜味氨基酸含量均高于对照组, 但无显著性差异 ($P > 0.05$); 各复方中草药组鲤脂肪酸含量与对照组无显著性差异 ($P > 0.05$)。研究表明, 饲料中添加适宜的复方中草药不仅可以促进鱼类生长, 降低饲料系数, 而且可以提高鱼肉蛋白质和氨基酸含量, 改进氨基酸组成配比, 提高鲜味氨基酸含量, 改善鱼体的肌肉品质和口感。

关键词: 鲤; 复方中草药; 营养成分; 氨基酸; 脂肪酸

中图分类号: S965.116

文献标志码: A

中草药中的绝大部分均具有天然、高效、毒副作用小、不易产生抗药性等特点, 且较多药材本身含有生物碱、苷类、糖类、有机酸、挥发油、糖肽、氨基酸及多种常量与微量元素^[1], 这些成分既能单独作用, 又能协同作用, 既能补充动物营养, 促进动物的生长, 又具有抗菌、免疫和抗氧化性等^[2]功效, 进而增强机体的免疫和抗病能力, 因此, 中草药在水产养殖中得到了越来越广泛地应用。单一或复方中草药对水产动物的生长及免疫能力具有一定的促进作用, 在美国红鱼、花鲈、牙鲆、大菱鲆、哲罗鱼、凡纳滨对虾、罗非鱼、杂交鳢等养殖试验中已得到验证^[3-13]。近年来, 关于中草药对鱼体肌肉营养成分组成影响的研究较多^[11-14], 并筛选出了相对比较成熟的浓度配比。本试验中, 在前人研究基础上, 将4种比较成熟的配方中草药, 以相同质量分数加入鲤 *Cyprinus carpio* 基础饲料中, 以比较4种复方中草药对鲤的饲喂效果及对肌肉营养成分组成的影响, 以期今后中草药在水产养殖中的科学应用提供数据支持。

1 材料与方法

1.1 材料

试验鱼为市场购买的健康无病鲤, 初体长为 (8.35 ± 0.76) cm, 初体质量为 (15.26 ± 3.95) g。

试验用中草药饮片皆购自山东省药材公司, 根据前人的配方经验及试验需要, 按不同的复方配比制备了4种复方中草药: 复方1由板蓝根、大黄组成; 复方2由黄芪、黄柏、大黄、大青叶组成; 复方3由辣蓼、青蒿、苍耳草、赤小豆、苦杏仁、麦麸、面粉组成; 复方4由甘草、大黄、五倍子组成。将各复方中草药经超微粉碎后, 以质量分数为3%的量加入到鲤基础饲料中。

试验用基础饲料由优质鱼粉、豆粕、棉粕、酵母粉、多维、多矿等组成, 试验组饲料在此基础上添加3%的复合中草药制剂。饲料主要营养水平为粗蛋白质 33.40%、粗灰分 6.89%、粗脂肪 5.08%、水分 8.44%。

收稿日期: 2018-05-03

基金项目: 国家大宗淡水鱼产业技术体系项目 (CARS-45-43); 山东省2017年农业重大应用技术创新项目-淡水名优品种养殖关键技术创新集成与示范

作者简介: 马国红 (1974—), 女, 高级工程师。E-mail: jnmagh@163.com

通信作者: 宋理平 (1974—), 男, 研究员。E-mail: lpsyang1974@126.com

1.2 方法

1.2.1 试验设计及样品采集 试验分为对照组和4个中草药组,每组3个重复,每个重复放30尾鲤,分别放置在(55 cm×55 cm×110 cm)的小型网箱中,网箱放置于温室的圆形池中,依次延池壁摆放固定。每天投饵量为总鱼体质量的3%~5%,分2次(9:30、15:00)投喂,全程充氧,一周换水1次,每次换水约1/2,水源为从水深700 m的深井中抽出的矿泉水,水温保持在25~29℃。试验开始时,随机抽取30尾鱼测其体长、体质量,同时记录每个网箱中鲤的体质量,作为试验鱼的初始体长和体质量。试验过程中,认真观察、记录鲤的活动、吃食情况,统计其成活率和饲料系数。试验结束后,先禁食24 h,然后对每个网箱中的鲤进行称重,计算其增重率;同时从每箱随机取8尾鱼,测其体长、体质量,称量其内脏质量、肝脏质量;每箱随机取5尾鱼解剖后取其背肌、5尾全鱼冷冻,以备常规检测。

1.2.2 生长指标计算 存活率(%),相对增重率(%),饲料系数,肥满度(%),脏体比(%),肝体比(%)计算公式分别为

$$\text{存活率} = 100\% \times N_0 / N_t,$$

$$\text{增重率} = 100\% \times (W_t - W_0) / W_0,$$

$$\text{饲料系数} = F / (W_t - W_0),$$

$$\text{肥满度} = 100\% \times W_t / L^3,$$

$$\text{脏体比} = 100\% \times W_n / W_t,$$

$$\text{肝体比} = 100\% \times W_c / W_t.$$

其中: N_0 、 N_t 分别为试验开始和试验结束时鱼数量(ind.); W_0 、 W_t 分别为试验开始和试验结束时鱼体质量(g); W_c 为肝脏质量(g); W_n 为内脏

团质量(g); L 为鱼体长(cm); F 为饲料摄食量(g); t 为试验时间(d)。

1.2.3 营养成分的检测 采用恒温干燥法测定水分含量(GB/T6435—2006),采用全自动凯氏定氮仪(意大利VELP)测定粗蛋白质含量(GB/T6432—1994),采用脂肪提取器(美国热电)测定粗脂肪含量(GB/T6433—2006),采用高温灼烧法(550℃)测定粗灰分含量(GB/T6438—2007),采用氨基酸分析仪(日立公司)测定氨基酸含量(GB/T5009.124—2003),采用气相色谱分析仪(山东金普公司)测定脂肪酸含量(GB/T21514—2008)^[17]。

1.3 数据处理

试验数据采用平均值±标准差表示,采用SPSS 17.0软件对数据进行单因素方差分析,采用Duncan法进行多重比较,显著性水平设为0.05。

2 结果与分析

2.1 鲤生长性能

从表1可见:各复合中草药对鲤生长、成活率、饲料系数等的影响不同,从终末体质量和相对增重率来看,4号组增重最为明显,其次是2号和3号组;各组成活率依次为1号组>3号组>其他组;各组饲料系数依次为3号组<2号组<1、4号组<对照组;各组成活率、相对增重率、肥满度均无显著性差异($P>0.05$);2号组脏体比最小,仅与4号组有显著性差异($P<0.05$),其他各组间无显著性差异($P>0.05$);2号组、4号组肝体比较大,且均与对照组有显著性差异($P<0.05$),2号

表1 复方中草药对鲤生长性能及饲料利用的影响

Tab.1 Effects of Chinese herbal medicine compounds on growth performance and feed utilization of common carp *Cyprinus carpio*

组别 group	终末体质量/g final body weight	成活率/% survival rate	相对增重率/% relative weight gain rate	肥满度/% condition factor	脏体比/% visceral-somatic ratio	肝体比/% hepatopancreas somatic ratio	饲料系数 food conversion ratio
对照组	23.33±0.05	97.78±1.11	46.15±0.32	2.52±0.02	10.05±0.27 ^{ab}	1.14±0.16 ^a	1.71±0.03
1组	23.27±0.17	100.00±0.00	45.06±0.83	2.53±0.07	10.05±0.49 ^{ab}	1.30±0.08 ^{ac}	1.70±0.03
2组	23.60±0.29	97.78±1.11	47.16±2.00	2.50±0.05	9.57±4.87 ^a	1.70±0.19 ^b	1.67±0.19
3组	23.39±0.21	98.89±1.11	46.17±0.88	2.48±0.10	10.44±0.88 ^{ab}	1.23±0.19 ^a	1.49±0.14
4组	23.79±0.28	97.78±1.11	47.43±0.20	2.49±0.06	12.12±0.92 ^b	1.65±0.28 ^{bc}	1.70±0.05

注:同列中标有不同字母者表示组间有显著性差异($P<0.05$),标有相同字母者表示组间无显著性差异($P>0.05$)

Note: The means with different letters within the same column are significantly different in the groups at the 0.05 probability level, and the means with the same letters within the same column are not significant differences

组与1号组、3号组间有显著性差异 ($P<0.05$); 对照组饲料系数最高, 3号组最低, 但各组间均无显著性差异 ($P>0.05$)。

2.2 鲤肌肉常规营养成分

经统计分析检验, 各组鲤肌肉常规营养成分无显著性差异 ($P>0.05$)。从图1可见: 鲤肌肉中水分含量依次为4号组>3号组>2号组>1号组>对照组; 粗蛋白质含量以1号组为最高, 其次是2号组、3号组, 4号组最低; 肌肉粗灰分含量依次为4号组>2号组>1号组>对照组>3号组; 粗脂肪含量依次为4号组>3号组>对照组>1号组>2号组。

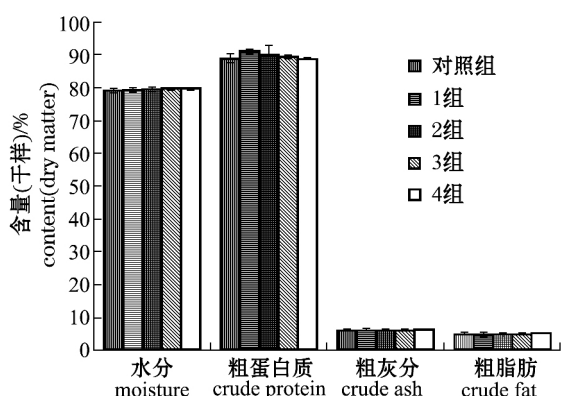


图1 鲤肌肉营养成分组成 (干样)

Fig. 1 Nutritional components in muscles of common carp (dry matter)

2.3 鲤全鱼常规营养成分

从图2可见: 鲤全鱼中水分含量依次为4号组>3号组>1号组>2号组>对照组; 全鱼的粗蛋白质含量依次为1号组>对照组>4号组>2号组>3号组; 全鱼粗灰分含量依次为4号组>3号组>对照组>1号组>2号组; 粗脂肪含量依次为2号组>3号

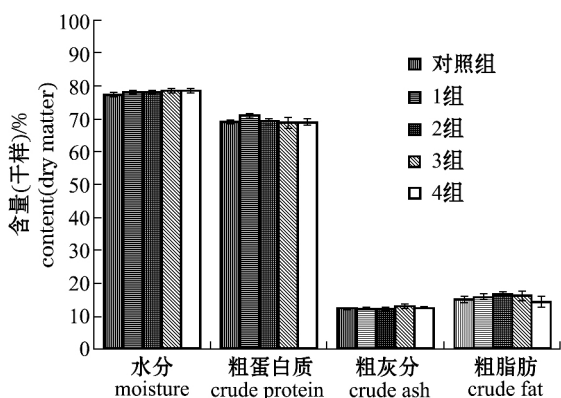


图2 鲤全鱼营养成分组成 (干样)

Fig. 2 Nutritional components in whole fish of common carp (dry matter)

组>1号组>对照组>4号组。各组间鲤全鱼常规营养成分无显著性差异 ($P>0.05$)。

2.4 鲤肌肉氨基酸组成

鲤肌肉中共检测出17种氨基酸 (干物质)。从表2可见: 饲料中添加复方中草药对肌肉中7种必需氨基酸和2种半必需氨基酸有一定程度的影响 ($P<0.05$), 各中草药组必需氨基酸和半必需氨基酸总量均高于对照组, 必需氨基酸含量以2号组为最高且显著高于对照组 ($P<0.05$), 其他各组间无显著性差异 ($P>0.05$), 必需氨基酸含量依次为2号组>3号组>4号组>1号组>对照组, 半必需氨基酸含量依次为2号组>3号组>4号组>1号组>对照组, 仅2号组半必需氨基酸显著高于1号组和对照组 ($P<0.05$), 其他各组间无显著性差异 ($P>0.05$); 非必需氨基酸中, 仅1号组<对照组, 其他中草药组均高于对照组, 但各组间均无显著性差异 ($P>0.05$)。

各组中各种氨基酸的含量也不尽相同, 必需氨基酸中, 各中草药组蛋氨酸、缬氨酸、苯丙氨酸、异亮氨酸、亮氨酸和赖氨酸含量普遍高于对照组, 只有1号组的苏氨酸小于对照组, 且多数有显著性差异 ($P<0.05$); 半必需氨基酸中, 各中草药组的组氨酸与精氨酸也均高于对照组; 非必需氨基酸中的甘氨酸、丙氨酸、谷氨酸、酪氨酸、脯氨酸组均高于对照组, 除2号组谷氨酸与对照组有显著性差异 ($P<0.05$) 外, 其他组间均无显著性差异 ($P>0.05$)。

氨基酸总量依次为2号组>3号组>4号组>1号组>对照组, 仅2号组与对照组有显著性差异 ($P<0.05$)。鲜味氨基酸含量是指谷氨酸、天门冬氨酸、丙氨酸、甘氨酸4种氨基酸之和, 由表2可见, 2号组鲤鲜味氨基酸含量最高, 3号组次之, 其次为4号、对照组、1号组, 但各组间均无显著性差异 ($P>0.05$)。

2.5 鲤肌肉脂肪酸组成

本试验中, 从鲤肌肉中共检测出20种脂肪酸 (表3), 包括6种饱和脂肪酸 (SFA)、5种单不饱和脂肪酸 (MUFA) 和9种多不饱和脂肪酸 (PUFA)。从表3可见: 各中草药组饱和脂肪酸总量与对照组均无显著性差异 ($P>0.05$), 各中草药组间有显著性差异 ($P<0.05$) (除3号与4号组外); 2号组单不饱和脂肪酸显著高于对照组及其他中草药组 ($P<0.05$); 3号组多不饱和脂肪酸略高于对照

表 2 鲤肌肉氨基酸组成 (干样)

Tab. 2 Amino acid composition and contents in muscles of common carp (dry matter)

g/100 g

氨基酸 amino acid	对照组 control group	1 组 group 1	2 组 group 2	3 组 group 3	4 组 group 4
必需氨基酸(EAA)	38.17±0.80 ^b	40.12±4.70 ^{ab}	42.86±1.19 ^a	40.94±2.17 ^{ab}	40.87±1.72 ^{ab}
苏氨酸 Glu	14.29±0.20	14.26±1.64	15.27±0.49	14.84±0.89	14.73±0.71
蛋氨酸 Met	1.82±0.22 ^b	2.29±0.34 ^a	2.28±0.29 ^a	2.06±0.23 ^{ab}	2.04±0.18 ^{ab}
缬氨酸 Val	2.82±0.09 ^c	3.28±0.37 ^{ab}	3.50±0.08 ^a	3.27±0.15 ^b	3.29±0.12 ^{ab}
苯丙氨酸 Phe	3.31±0.06 ^b	3.44±0.39 ^b	3.70±0.08 ^a	3.53±0.18 ^{ab}	3.52±0.15 ^{ab}
异亮氨酸 Ile	2.41±0.12 ^c	3.05±0.39 ^b	3.32±0.10 ^a	3.03±0.19 ^b	3.05±0.13 ^b
亮氨酸 Leu	6.13±0.09 ^b	6.32±0.76 ^{ab}	6.79±0.19 ^a	6.52±0.36 ^{ab}	6.52±0.28 ^{ab}
赖氨酸 Lys	7.40±0.14 ^b	7.48±0.90 ^{ab}	7.99±0.27 ^a	7.70±0.42 ^{ab}	7.71±0.34 ^{ab}
半必需氨基酸(SEAA)	7.95±0.13 ^b	8.20±1.00 ^b	8.91±0.29 ^a	8.52±0.45 ^{ab}	8.48±0.43 ^{ab}
组氨酸 His	3.19±0.09 ^b	3.30±0.42 ^b	3.67±0.15 ^a	3.50±0.18 ^{ab}	3.46±0.19 ^{ab}
精氨酸 Arg	4.76±0.08 ^b	4.90±0.60 ^{ab}	5.24±0.15 ^a	5.02±0.27 ^{ab}	5.01±0.25 ^{ab}
非必需氨基酸(NEAA)	31.75±0.35	31.55±3.63	33.44±0.94	32.53±1.87	32.46±1.53
甘氨酸 Gly	3.88±0.12	3.90±0.47	4.11±0.14	4.00±0.19	4.01±0.24
丙氨酸 Ala	5.18±0.05	5.18±0.63	5.57±0.17	5.37±0.31	5.36±0.25
胱氨酸 Cys	1.08±0.04	1.06±0.06	1.04±0.09	1.10±0.04	1.07±0.04
天门冬氨酸 Asp	9.07±0.11	8.79±1.04	9.35±0.27	9.08±0.56	9.06±0.43
谷氨酸 Thr	3.73±0.07 ^b	3.84±0.45 ^{ab}	4.08±0.11 ^a	3.94±0.22 ^{ab}	3.94±0.17 ^{ab}
丝氨酸 Ser	3.71±0.03	3.61±0.41	3.85±0.12	3.75±0.23	3.74±0.17
酪氨酸 Tyr	2.53±0.06	2.60±0.30	2.69±0.18	2.65±0.21	2.65±0.14
脯氨酸 Pro	2.57±0.06	2.58±0.31	2.75±0.08	2.65±0.15	2.63±0.15
鲜味氨基酸(DAA)	21.86±0.25	21.71±2.58	23.11±0.64	22.39±1.27	22.37±1.06
氨基酸总量(TAA)	77.88±1.15 ^b	79.87±9.32 ^{ab}	85.21±2.32 ^a	82.00±4.47 ^{ab}	81.81±3.65 ^{ab}

注：同行中标有不同字母者表示组间有显著性差异 ($P<0.05$)，标有相同字母者表示组间无显著性差异 ($P>0.05$)，下同

Note: The means with different letters within the same line are significantly different in the groups at the 0.05 probability level, and the means with the same letters within the same line are not significant differences, et sequentia

组,但各组间均无显著性差异 ($P>0.05$)。各中草药组亚油酸高于对照组 (2 号组除外),仅 4 号组与 2 号组有显著性差异 ($P<0.05$);花生四烯酸含量 2、3、4 号组高于对照组,2 号组、3 号组与对照组有显著性差异 ($P<0.05$);脂肪酸总量对照组略高,但各组间均无显著性差异 ($P>0.05$)。

3 讨论

3.1 复方中草药对鲤生长性能的影响

通过本次试验可知,2 号和 4 号复合中草药的使用对鲤的生长有一定的促进作用,1 号复合中草药组促生长效果不理想,但各组复合中草药的使用不同程度地降低了鲤饲料系数。赵倩等^[8]研究发现,在鲤日粮中添加 0.2% 的产朊假丝酵母和枯草芽孢杆菌中草药发酵物可显著提高鲤各项生长指

标,但中草药复方组与鼠李糖乳杆菌发酵组则无显著效果。汤菊芬等^[11]通过 4 周的试验发现,在吉富罗非鱼 *Oreochromis niloticus* 饲料中按 1.5% 添加复方中草药对鱼成活率、增重率、饲料系数虽无显著性影响 ($P>0.05$),但试验组吉富罗非鱼的增重率提高 10.82%,饲料系数降低 4.71%。试验结果不尽相同,这可能与中草药的品种、中草药添加量及养殖时间,以及特定动物品种对某种药物的驱避效应等有关^[14]。

肌肉的理化特性、营养价值、风味等是决定肌肉品质的因素^[14]。本试验表明,中草药对鲤肌肉蛋白质的生成略有促进作用,但作用不明显。黄文等^[14]在饲料中添加 0.5%、1.0%、1.5%、2.0% 复方中草药并经过 8 周的试验表明,试验组肌肉蛋白质含量与对照组有显著性差异,但与复方中草药含量的变化无显著性差异。马玲巧等^[14]通过向施氏鲃

表 3 鲤肌肉脂肪酸检测结果的比较

Tab. 3 Fatty acid contents detected in muscles of common carp in various groups

脂肪酸 fatty acid	对照组 control group	1 组 group 1	2 组 group 2	3 组 group 3	4 组 group 4
饱和脂肪酸(SFA)	28.58±0.39 ^{abc}	28.76±0.24 ^b	29.18±0.19 ^a	28.13±0.68 ^c	28.10±0.76 ^c
C _{14:0} (肉豆蔻酸)	0.39±0.02 ^a	0.38±0.01 ^{ab}	0.36±0.02 ^b	0.36±0.03 ^b	0.38±0.04 ^{ab}
C _{15:0} 十五碳酸	0.22±0.00 ^a	0.21±0.01 ^{ab}	0.21±0.01 ^{ab}	0.20±0.01 ^b	0.20±0.02 ^b
C _{16:0} (棕榈酸)	18.94±0.35 ^b	18.97±0.20 ^{ab}	19.31±0.17 ^a	18.51±0.38 ^c	18.26±0.32 ^c
C _{18:0} (硬脂酸)	8.44±0.13	8.57±0.08	8.69±0.13	8.46±0.33	8.61±0.48
C _{20:0} (花生酸)	0.34±0.01 ^b	0.37±0.01 ^a	0.34±0.03 ^b	0.34±0.01 ^b	0.35±0.02 ^{ab}
C _{22:0} (山嵛酸)	0.25±0.01 ^b	0.27±0.02 ^b	0.27±0.01 ^{ab}	0.30±0.02 ^a	0.30±0.03 ^a
单不饱和脂肪酸(MUFA)	21.09±0.72 ^a	21.09±0.30 ^a	20.26±0.42 ^b	21.07±0.84 ^a	21.41±0.72 ^a
C _{16:1} (棕榈油酸)	0.69±0.04	0.67±0.01	0.64±0.02	0.67±0.02	0.66±0.07
C _{18:1n-9} (油酸)	16.83±0.72 ^{ab}	16.91±0.29 ^{ab}	16.29±0.38 ^b	17.10±0.80 ^{ab}	17.32±0.69 ^c
C _{18:1n-7} (异油酸)	2.09±0.05 ^a	2.03±0.09 ^{ab}	1.92±0.02 ^c	1.98±0.03 ^{bc}	2.00±0.03 ^b
C _{20:1} (鳕烯酸)	1.30±0.04	1.30±0.02	1.26±0.03	1.33±0.06	1.26±0.12
C _{22:1n-9} (芥酸)	0.18±0.01 ^a	0.17±0.01 ^a	0.16±0.01 ^b	0.16±0.01 ^b	0.18±0.00 ^a
多不饱和脂肪酸(PUFA)	41.70±0.46	41.38±0.65	41.44±0.54	41.93±0.50	41.56±1.22
C _{18:2n-6} (亚油酸)	26.98±0.65 ^{ab}	27.19±0.61 ^{ab}	26.21±0.69 ^b	27.30±1.28 ^{ab}	27.52±1.14 ^a
C _{20:2} (二十碳二烯酸)	1.13±0.05	1.12±0.06	1.11±0.03	1.08±0.04	1.08±0.05
C _{18:3n-3} (α-亚麻酸)	1.12±0.10 ^{ab}	1.06±0.04 ^b	1.06±0.03 ^b	1.15±0.11 ^a	1.15±0.10 ^a
C _{20:3n-3} (二十碳三烯酸)	0.11±0.01 ^a	0.10±0.01 ^{ab}	0.11±0.01 ^a	0.10±0.01 ^{ab}	0.10±0.00 ^b
C _{20:3n-6} (二十碳三烯酸)	2.59±0.10 ^{ab}	2.54±0.10 ^{ab}	2.62±0.06 ^a	2.47±0.20 ^{ab}	2.46±0.16 ^b
C _{22:2} (二十二碳二烯酸)	0.20±0.01 ^a	0.18±0.01 ^b	0.19±0.01 ^{ab}	0.18±0.01 ^{ab}	0.18±0.01 ^b
ARA(花生四烯酸)	4.19±0.28 ^b	4.07±0.19 ^b	4.49±0.27 ^a	4.45±0.33 ^a	4.26±0.15 ^{ab}
EPA(二十碳五烯酸)	0.68±0.09 ^a	0.61±0.02 ^b	0.67±0.06 ^{ab}	0.60±0.07 ^{ab}	0.60±0.03 ^b
DHA(二十二碳六烯酸)	4.69±0.43 ^{ab}	4.49±0.31 ^b	4.98±0.28 ^a	4.47±0.55 ^b	4.22±0.28 ^b
脂肪酸总量(TFA)	91.36±0.47	91.24±0.37	90.88±0.56	91.12±0.38	91.07±0.51

Acipenser schrencki 饲料中添加不同剂量的复方中草药,并经过 8 周的试验表明,0.5% 复方中草药添加组显著高于对照组和其他组,而 1%、2% 复方中草药添加组与对照组无显著性差异,这说明某些中草药具有提高鱼体肌肉蛋白质含量的作用,但其作用的大小可能与中草药的品种与添加量有关系。

3.2 复方中草药对鲤肌肉氨基酸组成的影响

研究表明,营养价值较高的食物蛋白质不仅需所含的必需氨基酸种类齐全,且必需氨基酸间的比例也要适宜,最好能与人体需要相符合,这样必需氨基酸吸收最完全,营养价值最高^[19]。根据 FAO/WHO 的理想模式,普通的蛋白质其组成氨基酸(必需氨基酸/氨基酸总量)为 40%,高于 40% 的氨基酸组成比例平衡好,属于人体所需的优质蛋白质组成结构^[20]。本试验中各复合中草药组必需氨

基酸与氨基酸总量比值分别为:1 号组 50.23%、2 号组 50.30%、3 号组 49.93%、4 号组 49.95%,皆高于对照组的 49.01%,由此可见,鲤饲料中添加中草药提高了鱼体中氨基酸含量,改变了氨基酸的组成配比,其中,尤以 2 号组复合中草药作用最为明显,其次是 3 号组和 4 号组,各复合中草药试验组鱼体中氨基酸含量与氨基酸配比均高于对照组。这充分说明饲料中添加中草药可以影响鲤肌肉中氨基酸的组成,从而达到改善鱼类肌肉品质的目的。

鱼肉味道的鲜美程度是由其肌肉中鲜味氨基酸的组成与含量决定的。莫金凤^[13]研究表明,添加 1.0%、0.5% 剂量的复方中草药制剂有利于增加杂交鳊肌肉总游离氨基酸和风味氨基酸含量,此结果与本试验结果相同。汤菊芬等^[12]也发现,添加复方中草药对凡纳滨对虾总氨基酸含量无显著性影

响,但可显著提高其鲜味氨基酸的含量。赖氨酸是人乳中第一限制性氨基酸^[21],同时,赖氨酸还可弥补谷物食品中赖氨酸含量的不足,提高人体对蛋白质的利用效率^[22]。本试验中2号复方中草药组赖氨酸含量最高且显著高于对照组,其他组赖氨酸含量也高于对照组。精氨酸对人体有许多生化和治疗作用^[23],通过添加复方中草药,鲤肌肉中精氨酸含量明显增加,其中尤以2号组最为显著。因此,在饲料中添加一定量的适宜中草药可以提高鱼体肌肉的鲜味氨基酸含量和肌肉品质。

3.3 复方中草药对鲤肌肉脂肪酸组成的影响

脂肪酸是脂肪的组成部分,是人体必不可少的营养成分之一。凡是体内不能合成,必须由饲料供给或能通过体内特定先体物质形成,对机体正常机能和健康具有保护作用的脂肪酸称为必需脂肪酸(EFA)。通常认为,亚油酸、 α -亚麻酸和花生四烯酸为必需脂肪酸,但在本试验中,各组3种必需脂肪酸含量分别为:对照组35.34%、1号复方组35.42%、2号组34.95%、3号组36.11%、4号组36.16%,除2号复方组外,其他组均高于对照组。DHA俗称脑黄金,是神经系统细胞生长及维持的主要成分,是大脑和视网膜的重要组成部分。本试验中,2号复方组DHA高于对照组,其他复方组均低于对照组。马玲巧等^[14]研究表明,在施氏鲟饲料中添加0.5%和1.0%的复方中草药可显著增加施氏鲟肌肉中大部分脂肪酸的含量,但2%添加组对脂肪酸含量无显著性影响。这说明某些中草药可提高肌肉中脂肪酸含量,但其适宜的添加量还需进行不断地试验与研究。

综合各种因素,本试验中,2号复方组各项试验结果略优于其他试验组,但效果并不显著。这可能与2号复方组的中草药品种(主要包括黄芪、黄柏、大青叶等)有一定关系,由于中草药本身含有多种物质成分^[13],当其作为饲料添加剂添加到鲤饲料中时,其本身含有的物质成分和水溶物会对鲤的摄食行为产生一定的影响,从而影响了鲤的生长和体成分的组成。

4 结论

本试验中使用的4种复方中草药中,2号和4号复合中草药的使用对鲤的生长有一定的促进作用;各组复合中草药的使用不同程度地降低了鲤的饲料系数;各试验组粗蛋白质含量略高于对照组,但无显著性差异($P>0.05$);各试验组氨基酸含量

均高于对照组,仅2号组氨基酸含量与对照组有显著性差异($P<0.05$);2、3、4号组鲜味氨基酸含量均高于对照组,但无显著性差异($P>0.05$);各试验组脂肪酸含量无显著性差异($P>0.05$)。研究表明,饲料中添加适宜的复方中草药可以促进鱼类生长,降低饲料系数,提高鱼肉蛋白质和氨基酸含量,改进氨基酸组成配比,并提高鲜味氨基酸含量,改善鱼体的肌肉品质和口感。从本试验综合分析,2号复方中草药对鲤生长和体成分改善效果较好,但并无显著性影响($P>0.05$)。这可能与本试验添加的中草药品种、试验时间和中草药添加量有一定关系。总之,中草药对鱼类各方面的影响还需进一步试验和研究。

参考文献:

- [1] 赵现敏,孙红英,崔保安,等.中草药免疫增强剂有效成分及其作用机制的研究概况[J].中国畜牧兽医,2006,33(11):50-52.
- [2] 孙裔雷,王狄,刘红柏.复方中草药对虹鳟抗氧化能力的影响[J].大连海洋大学学报,2015,30(2):170-174.
- [3] 马爱敏,闫茂仓,常维山,等.5种中草药对美国红鱼生长和免疫机能的影响[J].海洋科学,2009,33(12):96-102.
- [4] 刘慧吉,刘刚,李耕,等.复方中草药添加剂对花鲈幼鱼生长和消化酶活性的影响[J].饲料工业,2008,29(6):4-7.
- [5] 王吉桥,孙永新,张剑诚.金银花等复方草药对牙鲆生长、消化和免疫能力的影响[J].水产学报,2006,30(1):90-96.
- [6] 宿斌,刘红柏.饲料中添加复方中草药对哲罗鱼生长、存活及部分生化指标的影响[J].水产学杂志,2013,26(2):35-39.
- [7] 郭萍萍,陈增生,胡凡光,等.复合中草药饲料添加剂对大菱鲆生长的影响[J].渔业现代化,2013,40(5):64-68.
- [8] 赵倩,陈玉春,高绪娜,等.不同益生菌发酵中草药对鲤鱼生长性能及抗感染能力的研究[J].中国饲料,2017(2):35-39.
- [9] 王吉桥,祁彩霞,程爱香,等.黄芪、熟地和山楂等中草药对黄颡鱼生长和消化的影响[J].水产学杂志,2008,21(1):34-41.
- [10] 路晶晶,郭冉,齐国山,等.复方中草药对大菱鲆幼鱼生长性能及非特异性免疫指标的影响[J].大连海洋大学学报,2018,33(6):722-728.
- [11] 汤菊芬,吴灶和,简纪常,等.复方中草药对罗非鱼生长及肌肉成分的影响[J].饲料工业,2009,30(16):19-21.
- [12] 汤菊芬,陆志款,彭卫正,等.复方中草药对凡纳滨对虾生长、肌肉营养成分和抗病力的影响[J].饲料工业,2008,29(20):23-26.
- [13] 莫金凤.复方中草药对杂交鳢生长、肉品质及抗细菌感染能力的影响[J].广州:仲恺农业工程学院,2016.
- [14] 黄文,盛竹梅.复方中草药对鲤鱼生长及肌肉营养成分的影响[J].饲料研究,2013(9):78-80.
- [15] 谭娟,邓雨飞,曹宇舰,等.饲料中添加复方中草药对草鱼幼鱼生长、肌肉成分及免疫相关酶活性的影响[J].广东农业科学,2015,42(10):109-113.

- [16] 马巧玲,彭晓珍,李大鹏. 复方中草药添加剂对施氏鲟肌肉营养成分及品质的影响 [J]. 华中农业大学学报, 2015, 34(3): 111-116.
- [17] 中国标准出版社第一编辑室. 中国农业标准汇编·饲料检测方法卷 [M]. 北京: 中国标准出版社, 2010: 10-699.
- [18] 童圣英,赵艳,李宏,等. 几种常用中草药对皱纹盘鲍摄食行为的影响 [J]. 大连水产学院学报, 1998, 13(4): 71-74.
- [19] 张成锋,李冰,钟立强,等. 建鲤和黑龙江野鲤杂交与自交 F_1 代肌肉营养成分的比较 [J]. 营养学报, 2010, 32(2): 183-186.
- [20] 马爱军,陈四清,雷霖霖,等. 大菱鲆鱼体生化组成及营养价值的初步探讨 [J]. 海洋水产研究, 2003, 24(2): 11-14.
- [21] 缪凌鸿,刘波,何杰,等. 吉富罗非鱼肌肉营养成分分析与品质评价 [J]. 上海海洋大学学报, 2010, 19(5): 635-641.

Effect of 4 kinds of Chinese herbs on growth performance and body composition in common carp *Cyprinus carpio*

MA Guo-hong, SONG Li-ping, ZHANG Yan-hua, WANG Bing-li

(Freshwater Fishery Research Institute of Shandong Province, Jinan 250013, China)

Abstract: Juvenile common carp *Cyprinus carpio* with initial body length of (15.26 ± 3.95) g were reared in a 55 cm×55 cm×110 cm net cage disposed in a tank at a density of 30 ind./net and fed four diets containing 3‰ of Chinese herbal medicine compounds including *Radix isatidis* and Chinese rhubarb (group 1), *Astragalus membranaceus* and golden cypress (group 2), medicated leaven and *Artemisia annua* (group 3), licorice and *Rheum palmatum* (group 4) and without Chinese herbal additive (group 5, as control group) with triplication for 30 days to investigate effects of Chinese herbal medicines on growth performance and body composition of common carp. The results showed that good growth was observed in the fish in group 2 and group 4, and poor growth in the fish in group 1. There was lower food conversion ratio (FCR) in the fish fed the diets containing Chinese herbal medicine compounds compared with that in the control group. The fish fed the diets containing Chinese herbal medicine compounds had higher crude protein levels than the fish fed the control diet did, without significance ($P > 0.05$). Fish fed diet 2 had the significantly higher total amino acid levels ($P < 0.05$) than the fish in the control group did, without significant difference among the other groups ($P > 0.05$). There were higher flavor amino acid levels in the fish fed diets 2, 3 and 4 than that in the fish fed the control diet, without significant difference ($P > 0.05$). No significant difference in crude fat level was found among each group ($P > 0.05$). The findings indicate that appropriate supplemental amount of Chinese herbal additives leads to some extent to improve the growth performance and muscle quality, and to reduce FCR in fish to some extent.

Key words: *Cyprinus carpio*; Chinese herbal medicine compound; nutritional component; amino acid; fatty acid