

蒋迪,吕富,王爱民,等. 蚕蛹替代鱼粉对中华鳖幼鳖表观消化率、消化酶及血液生化指标的影响[J]. 江苏农业科学,2018,46(12):132-135.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.12.032

蚕蛹替代鱼粉对中华鳖幼鳖表观消化率、消化酶及血液生化指标的影响

蒋迪^{1,2}, 吕富¹, 王爱民¹, 胡毅², 张明明¹, 乔帆¹, 黄金田¹, 陈涛^{1,2}, 王晓清²

(1. 盐城工学院海洋与生物工程学院/江苏省沿海池塘养殖生态重点实验室, 江苏盐城 224000;

2. 湖南农业大学动物科学技术学院, 湖南长沙 410128)

摘要:为研究蚕蛹替代不同水平白鱼粉对中华鳖幼鳖表观消化率、消化酶及血液生化指标的影响。设计 54% 白鱼粉含量为对照组饲料,以 5%、10% 蚕蛹分别替代对照饲料组中 2.7%、5.4% 的白鱼粉,配制成 3 种等氮饲料,投喂平均体重 3.93 g 的中华鳖幼鳖 56 d。试验共设 3 个处理组,每组 3 个重复,每个重复 20 只中华鳖幼鳖。结果表明,用 5% 蚕蛹替代鱼粉对中华鳖幼鳖营养成分表观消化率无显著影响($P>0.05$),而用 10% 蚕蛹替代白鱼粉时,干物质和粗脂肪的表观消化率显著降低;各替代组的消化酶活性无显著性差异($P>0.05$)。同时,5.0% 蚕蛹替代组对中华鳖的血液生化指标无显著影响,但是 10% 蚕蛹替代组的谷丙转氨酶、谷草转氨酶活性有上升的趋势($P>0.05$)。说明 5.0% 蚕蛹替代 2.7% 白鱼粉没有降低中华鳖幼鳖对饲料的消化、内源酶的分泌及血液代谢。

关键词:蚕蛹;鱼粉;中华鳖;表观消化率;消化酶;血液生化指标

中图分类号: S966.5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2018)12-0132-04

蚕蛹是一种优质的蛋白源,其中不饱和脂肪酸和蛋白质的含量十分丰富。已有研究表明,蚕蛹具备推动脂肪代谢、肝细胞生长、维持机体肝脏、增强智力、保持视力、延缓人体机能衰退、提升免疫性能、强壮、降低血糖水平和对抗癌症等多种功效^[1]。蚕蛹作为饲料蛋白源已经在吉富罗非鱼、黄颡鱼、框鳞镜鲤、黄鳝、建鲤等水产动物上有一定的研究^[2-6],可部分或少量替代鱼粉是可行的,但是因为蚕蛹的油脂偏高,容易氧化,会影响饲料的应用效果。

中华鳖别称中国鳖,脊索动物门鳖亚科爬行纲中华鳖属,民间也称团鱼、水鱼等,是比较常见的养殖品种,对饲料蛋白水平要求高^[7]。我国养殖业在淡水方面研究的深入,使得养殖业发展飞速,中华鳖养殖向集约化、高密度、高产量的方向逐步发展,在这种养殖条件下,人工配合饲料成为中华鳖的主要营养来源^[8-11]。另外,环境的恶化、鱼粉的价格越来越贵,影响了养殖户的进一步发展,寻找一种适合能够替代鱼粉的新型动植物蛋白源,是减少养殖饲料成本的关键。本试验将不同水平蚕蛹替代白鱼粉制成饲料,降低鱼粉需求,增加蚕蛹替代量,探讨不同水平替代蚕蛹对中华鳖幼鳖表观消化率、消化酶及血液生化指标的影响,确定最佳蚕蛹替代鱼粉水平的饲料效果,旨在开发为蚕蛹在中华鳖饲料中的应用提供参考。

1 材料与方法

收稿日期:2017-01-12

基金项目:公益性行业(农业)科研专项(编号:201303053);国家自然科学基金面上项目(编号:31372530)。

作者简介:蒋迪(1990—),男,湖南邵阳人,硕士研究生,从事水产动物饲料与营养研究。E-mail:229076509@qq.com。

通信作者:吕富,副教授,从事水产经济动物增养殖技术及饲料营养研究。E-mail:lvfu@163.com。

1.1 蚕蛹与试验饲料

蚕蛹和其他试验原料由盐城天邦饲料科技有限公司提供。蚕蛹的化学成分及氨基酸组成见表 1。原料经过粉碎后过 80 目筛,称质量。成品生产出来后还要室温风干至恒质量重,在进行密封放入冰箱中冷藏。试验饲料配方及各主要营养实测值见表 2。

蚕蛹饲料替代鱼粉分为 2 组,替代水平分别为 5% 和 10%,作为对照试验的有 1 组,蚕蛹的替代率 0。每组有 3 个重复,每个重复饲养 20 只中华鳖幼鳖。

为测定中华鳖幼鳖对以上 3 种饲料原料中干物质、粗蛋白、粗脂肪和氨基酸的表观消化率,同时添加 Cr_2O_3 作为外源指示剂,使各组充分混匀后放入冰箱冷藏。

1.2 试验动物

试验选用刚孵化的中华鳖幼鳖[体质量:(3.93 ± 0.20) g],个体康健、体型一致、反应快速的幼鳖,购自江苏省盐城市某郊区甲鱼养殖场。

1.3 饲养管理

养殖试验在盐城工学院海洋与生物工程学院的重点实验室进行。养殖箱为长方体型,箱体的规格是 160 L。饲养过程中,日粮按体质量的 3%~5% 投喂 3 次(06:30、12:30 和 17:30),每组中华鳖饲料中除白鱼粉、蚕蛹、发酵豆粕、鱼油的含量不同,其他营养成分保持一致,确保每个配合饲料中粗蛋白来源及含量一致。试验用水是实验室储水池经过完全充分曝气后的自来水,水体中的溶解氧 $>5.0 \text{ mg/L}$,水的 pH 值范围为 7~8。每天换水,且每次换水量约 1/3,每天不间断充气增氧并排污,排污在投喂饲料前进行。试验期间水温维持在 28~32 ℃。

1.4 测定指标及方法

1.4.1 表观消化率 水分含量采用 105 ℃常压干燥法(GB/T

表 1 蚕蛹的常规化学组成及氨基酸组成(干物质基础)

组成	含量 (%)	组成	含量 (%)
干物质(DM)	93.12	丙氨酸(Ala)	2.62
粗蛋白质(CP)	54.8	半胱氨酸(Cys)	0.24
粗脂肪(EE)	25.38	缬氨酸(Val)	2.44
灰分(ASH)	5.25	蛋氨酸(Met)	2.13
天冬酰胺(Asp)	4.82	异亮氨酸(Ile)	2.04
苏氨酸(Thr)	2.15	亮氨酸(Leu)	3.10
丝氨酸(Ser)	2.14	酪氨酸(Tyr)	2.81
谷氨酰胺(Glu)	5.61	苯丙氨酸(Phe)	2.69
甘氨酸(Gly)	2.61	赖氨酸(Lys)	2.77
组氨酸(His)	1.64	精氨酸(Arg)	2.36

表 2 中华鳖幼鳖试验饲料配方及各营养成分含量(干质量)

饲料配方	含量(%)		
	对照组	5% 蚕蛹替代组	10% 蚕蛹替代组
白鱼粉	54.0	51.3	48.6
膨化血粉	1.5	1.5	1.5
肉骨粉	4.7	4.7	4.7
玉米酒糟	4.0	4.0	4.0
豆粕	4.0	4.0	4.0
蚕蛹	0.0	3.3	6.6
大豆浓缩蛋白	7.0	7.0	7.0
鱼油	1.2	1.0	0.8
α -淀粉	18.1	17.7	17.3
乌贼膏	2.0	2.0	2.0
磷酸二氢钙	1.4	1.4	1.4
多矿	1.0	1.0	1.0
多维	0.3	0.3	0.3
食盐	0.3	0.3	0.3
营养成分			
粗蛋白	47.54	47.48	47.49
粗脂肪	6.67	7.08	7.50
粗灰分	11.41	11.09	10.78

注:1 kg 饲料含有维生素 E 70.0 mg、维生素 K 6.0 mg、维生素 A 14 000 IU、维生素 D₃ 3 200 IU、维生素 B₁ 5.0 mg、维生素 B₂ 25.0 mg、维生素 B₆ 20.0 mg、维生素 B₁₂ 0.5 mg、烟酸 180.0 mg、叶酸 5 mg、肌 1 000 mg、生物素 2.5 mg、泛酸钙 50.0 mg、铁 25.0 mg、铜 3.0 mg、锰 15.0 mg、碘 0.6 mg、镁 0.7 mg。

9695.15—2008《肉与肉制品 水分含量测定》)测定;粗蛋白质含量采用微量凯氏定氮法(GB/T 6432—1994《饲料中粗蛋白测定方法》)测定;粗脂肪含量采用索氏抽提法(GB/T 22424.3—2008《淀粉总脂肪测定》)测定;粗灰分含量采用 550 ℃灼烧法(GB/T 6438—2007《饲料中粗灰分的测定》)测定;Gr₂O₃ 含量利用高频电感耦合等离子体发射光谱仪(美国 PerkinElmer Optima 2100 DV ICP-OES)测定;氨基酸含量利用全自动氨基酸分析仪(日立 L-8900)测定。

饲料干物质的表观消化率 = $(1 - S_{er}/F_{er}) \times 100\%$;

饲料中某营养成分的表观消化率 = $[1 - (F_i/S_i) \times (S_{er}/F_{er})] \times 100\%$ 。

式中: S_{er} 为饲料中 Cr₂O₃ 含量,%; F_{er} 为粪便中 Cr₂O₃ 含量,%; S_i 为饲料中某营养成分含量,%; F_i 为粪便中某营养成分含量,%。

待测饲料原料中干物质、粗蛋白、粗脂肪及总氨基酸的表观消化率计算公式:

$$Z_i = (Z_r - rZ_R)/(1 - r);$$

$$R = (W_R X_R)/(W_T X_T)。$$

式中: Z_i 为须测原料中的营养成分表观消化率,%; Z_r 为试验饲料中某营养成分的表观消化率,%; Z_R 为基础饲料中某营养成分的表观消化率,%; W_R 为摄取试验饲料中基础饲料的质量,g; W_T 为摄取试验饲料的质量,g; X_T 为试验饲料中某营养成分的含量,%。

1.4.2 消化酶 主要测量中华鳖幼鳖肠道、胃和肝胰脏的蛋白酶、淀粉酶(AMS)和脂肪酶(LPS)活性,采用试剂盒(南京建成生物工程研究所)进行测定,采用下列公式计算:

胃蛋白酶活性(U/mL) = (测定 D 值 - 对照 D 值) ÷ (标准 D 值 - 空白 D 值) × 标准品浓度(50 μg/mL) ÷ 反应时间(10 min) × [反应液总体积(0.64 mL)/取样量(0.04 mL)] × 样本测试前稀释倍数;

淀粉酶活性(U/DI) = (空白 D 值 - 测定 D 值)/空白 D 值 × 80 × 样本测试前稀释倍数;

脂肪酶活性(U/L) = $(D_1 - D_2)/D_s \times$ 标准品浓度(454 μmol/L) × 反应也总体积(2.05 mL)/取样量(0.05 mL)/反应时间(10 min)。

式中: D_1 为反应液在 30 s 时的吸光度; D_2 为反应液在 10 min 30 s 时的吸光度; D_s 为标准管浓度的吸光值。

1.4.3 血液生化指标 先用戊巴比妥钠麻醉甲鱼,采用断颈采血,抽取的血液注入用肝素钠润洗过的 2 mL 离心管中,制备成抗凝血样品,送至江苏省盐城市疾病预防控制中心检测血液中的总蛋白(双缩脲法)、白蛋白(溴甲酚绿法)、血糖(葡萄糖氧化酶法)、甘油三酯(甘油磷酸氧化酶-过氧化物酶法)、胆固醇(胆固醇氧化酶-过氧化物酶法)的含量,以及谷丙转氨酶(赖氏法)、谷草转氨酶(赖氏法)和碱性磷酸酶的活性(AMP 法),以上指标测定均采用半自动生化分析仪分析。

1.4.4 免疫相关指标 已抽取的血清样品送至江苏省盐城市疾病预防控制中心进行血液测定。总蛋白含量的测定采用考马斯亮蓝法;谷丙转氨酶和谷草转氨酶活性的测定采用 IFCC(国际临床化学和实验室医学联盟)法;碱性磷酸酶活性的测定采用 AMP 缓冲液法。其他免疫相关指标如超氧化物歧化酶(SOD)活性、总抗氧化能力(T-AOC)均使用购自南京建成生物技术研究所的试剂盒进行测定。

1.5 数据统计与分析

原始数据经 Excel 2016 进行初步整理后,采用 SPSS 17.0 中的单因子方差分析(One-Way ANOVA)对整理后的数据进行统计分析,并进行 Fisher's LSD 多重比较。 $P < 0.05$ 为差异显著,采用 Excel 作图表。

2 结果与分析

2.1 不同水平蚕蛹替代鱼粉对中华鳖幼鳖表观消化率的影响

由表 3 可知各饲料原料的干物质、粗蛋白、粗脂肪和氨基酸的表观消化率,各饲料干物质的表观消化率在 69% ~ 74%,其中对照组最高。随着蚕蛹替代水平的增加,干物质和粗脂肪的表观消化率降低,除了粗蛋白的表观消化率有 1 个

上升的趋势,其他组和对照组差异不显著。精氨酸、组氨酸、赖氨酸、半胱氨酸的表现消化率变化显著,总体来说,在本试验中 13 种必需氨基酸的表现消化率差异不显著。

表 3 不同水平蚕蛹替代鱼粉对中华鳖幼鳖表观消化率的影响			
营养成分	表观消化率(%)		
	对照组	5% 蚕蛹替代组	10% 蚕蛹替代组
干物质	73.50 ± 0.74a	72.48 ± 0.62ab	69.23 ± 1.64b
粗蛋白	82.12 ± 2.08	84.86 ± 0.76	85.61 ± 0.12
粗脂肪	95.97 ± 0.54a	93.59 ± 0.79ab	92.47 ± 0.80b
氨基酸			10.00 ± 0.00
天冬氨酸	67.49 ± 2.40	68.58 ± 0.60	68.25 ± 2.47
苏氨酸	74.44 ± 1.92	73.24 ± 1.05	73.61 ± 2.14
丝氨酸	74.79 ± 2.13	73.82 ± 0.93	74.03 ± 1.94
谷氨酸	75.85 ± 1.90	76.45 ± 1.51	73.93 ± 1.72
甘氨酸	88.69 ± 1.15	85.03 ± 1.64	85.21 ± 0.80
丙氨酸	75.64 ± 1.67	75.81 ± 2.67	73.75 ± 0.08
半胱氨酸	84.21 ± 1.01a	87.61 ± 1.60a	67.89 ± 1.83b
缬氨酸	88.05 ± 0.76	87.77 ± 0.81	86.98 ± 0.58
蛋氨酸	61.82 ± 1.61	63.94 ± 0.95	68.45 ± 3.15
异亮氨酸	66.90 ± 2.37	66.69 ± 1.93	65.68 ± 2.68
亮氨酸	72.22 ± 2.08	72.30 ± 1.38	70.63 ± 1.75
苯丙氨酸	80.13 ± 1.49	75.04 ± 0.52	78.24 ± 1.47
赖氨酸	79.97 ± 2.02a	68.69 ± 1.31b	78.05 ± 2.88ab
组氨酸	78.09 ± 1.71a	68.12 ± 0.95b	74.72 ± 1.86ab
精氨酸	66.36 ± 2.04a	49.40 ± 2.52b	50.65 ± 4.36b
脯氨酸	76.72 ± 2.40	74.69 ± 1.98	76.92 ± 0.01

注:同行数据后不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$);相同字母或者无字母表示差异不显著($P < 0.05$)。下表同。

2.2 不同水平蚕蛹替代鱼粉对中华鳖幼鳖消化酶活性的影响

由表 4 至表 6 可知,本试验中不同水平蚕蛹替代鱼粉对中华鳖幼鳖肝、肠道和胃的蛋白酶、淀粉酶和脂肪酶活性与对照组相比均没有显著差异。其中,蚕蛹替代白鱼粉 5% 替代水平时,幼鳖的消化酶活性最高,肝脏蛋白酶、淀粉酶和脂肪酶与对照组相比分别提高 29%、35%、29%,但差异不显著。其中,肝脏淀粉酶活性上升 35.3%,胃蛋白酶活性上升 13.2%。而在 10% 替代水平时,肝脏蛋白酶、淀粉酶和脂肪酶又有降低趋势,各组之间的肠蛋白酶和胃蛋白酶也呈现相同变化,但差异不显著。

表 7 不同水平蚕蛹替代鱼粉对中华鳖幼鳖血液生化指标的影响			
组别	对照组	5% 蚕蛹替代组	10% 蚕蛹替代组
总蛋白含量(g/L)	28.23 ± 1.12a	28.70 ± 1.76a	29.63 ± 1.50a
白蛋白含量(g/L)	11.33 ± 0.44a	13.50 ± 0.76a	12.97 ± 0.59a
球蛋白含量(g/L)	16.90 ± 1.46a	15.20 ± 2.34a	16.67 ± 0.99a
白球比	0.70 ± 0.10a	0.93 ± 0.09a	0.77 ± 0.33a
谷丙转氨酶活性(U/L)	25.00 ± 13.11a	35.67 ± 8.14a	35.00 ± 7.94a
谷草转氨酶活性(U/L)	160.00 ± 21.38a	203.33 ± 88.06a	206.00 ± 23.52a
碱性磷酸酶活性(U/L)	998.67 ± 104.77a	1 140.33 ± 147.69a	1 015.00 ± 48.45a
肌酐含量(μmol/L)	20.67 ± 1.04a	23.90 ± 3.79a	21.80 ± 0.80a
尿酸含量(μmol/L)	120.00 ± 16.77a	100.00 ± 11.27a	117.00 ± 10.44a
尿素氮含量(mmol/L)	0.43 ± 0.89a	0.37 ± 0.17a	0.33 ± 0.67a
葡萄糖含量(mmol/L)	6.70 ± 0.45a	6.86 ± 0.94a	6.54 ± 0.11a
总胆固醇含量(mmol/L)	12.93 ± 0.99a	13.08 ± 0.65a	12.37 ± 0.36a
甘油三酯含量(mmol/L)	2.64 ± 0.78a	2.11 ± 0.55a	2.17 ± 0.28a
肌酸激酶活性(U/L)	4 106.60 ± 608.60a	4 555.20 ± 519.90a	4 329.40 ± 242.50a

表 4 不同水平蚕蛹替代鱼粉对中华鳖幼鳖蛋白酶酶活的影响			
组别	蛋白酶活性(U/mg)		
	肝脏	肠	胃
对照组	50.22 ± 6.50a	23.45 ± 14.55a	56.79 ± 9.53a
5% 蚕蛹替代组	64.80 ± 8.25a	25.52 ± 5.41a	61.58 ± 5.62a
10% 蚕蛹替代组	55.23 ± 4.32a	18.48 ± 8.21a	57.34 ± 4.21a

注:同列数据后不同小写字母表示差异显著($P > 0.05$)。

表 5 不同水平蚕蛹替代鱼粉对中华鳖幼鳖淀粉酶酶活的影响			
组别	淀粉酶活性(U/mg)		
	肝脏	肠	胃
对照组	24.22 ± 1.90a	1.63 ± 1.63a	1.44 ± 1.56a
5% 蚕蛹替代组	32.78 ± 0.58a	1.74 ± 1.46a	1.63 ± 0.38a
10% 蚕蛹替代组	25.89 ± 1.28a	1.55 ± 0.30a	1.37 ± 0.05a

表 6 不同水平蚕蛹替代鱼粉对中华鳖幼鳖脂肪酶酶活的影响			
组别	脂肪酶活性(U/mg)		
	肝脏脂肪酶	肠脂肪酶	胃脂肪酶
对照组	111.31 ± 8.84a	41.95 ± 2.90a	61.29 ± 1.60a
5% 蚕蛹替代组	143.23 ± 9.40a	33.98 ± 4.80a	76.20 ± 6.49a
10% 蚕蛹替代组	114.30 ± 1.75a	33.83 ± 4.91a	58.50 ± 2.25a

2.3 不同水平蚕蛹替代鱼粉对中华鳖幼鳖血液生化指标的影响

由表 7 可知,蚕蛹替代鱼粉对中华鳖幼鳖血清中的总蛋白含量相比对照组增加不显著;随着蚕蛹替代比例的增加,白蛋白含量和白球比先上升后下降,尿酸、葡萄糖和总胆固醇含量差异不显著;谷丙转氨酶、谷草转氨酶、碱性磷酸酶活性和肌酐含量随着蚕蛹替代水平的增加呈现上升的趋势,其中 5% 蚕蛹替代组谷丙转氨酶、谷草转氨酶碱性磷酸酶活性和肌酐含量较对照组分别上升 42.6%、27.1%、14.2% 和 15.6%;各替代水平尿素氮含量明显低于对照组;肌酸激酶的活性变化不显著随着蚕蛹替代水平增加明显呈现先增加后减少的趋势($P > 0.05$)。

3 讨论

3.1 不同水平蚕蛹替代鱼粉对中华鳖幼鳖表观消化率的影响

蚕蛹是一种蚕蛾的蛹,蛋白质丰富、氨基酸多元化,具有很高的营养价值。王淑雯等认为,蚕蛹替代 50% 鱼粉可提高

吉富罗非鱼的生长性能,促进鱼体蛋白质沉积,提高血清溶菌酶活性,但当蚕蛹替代鱼粉超过 75% 时,血清溶菌酶活性显著下降,血清谷草转氨酶和谷丙转氨酶活性均显著上升^[9]。吉红等发现,蚕蛹替代框鳞镜鲤日粮中 50% 鱼粉蛋白对机体氨基酸和脂肪酸组成有一定的影响,但不影响框鳞镜鲤的健康状况^[10]。本试验研究蚕蛹替代白鱼粉对中华鳖营养物质消化的影响,结果显示,随着蚕蛹替代水平增加,干物质和粗脂肪的表现消化率有 1 个递减的趋势,10% 蚕蛹替代组的干物质和粗脂肪表现消化率明显低于对照组,10% 蚕蛹替代水平减少了中华鳖干物质和粗脂肪的消化吸收,可能的原因是蚕蛹的高脂肪会导致饲料的适口性降低,会影响中华鳖的摄食率、干物质和脂质的消化吸收。除此之外,随着蚕蛹替代水平增加,粗蛋白和氨基酸的表现消化率没有显著影响。10% 蚕蛹替代水平对中华鳖的粗蛋白和氨基酸的表现消化率影响不显著。但对干物质和粗脂肪影响明显,这可能是因为蚕蛹饲料的脂肪含量偏高。本试验中,饲料中 5% 蚕蛹替代白鱼粉对中华鳖是合适的。

3.2 不同水平蚕蛹替代鱼粉对中华鳖幼鳖消化酶活性的影响

消化酶的活性是反映动物对摄食饲料消化能力的重要指标,其高低决定了动物对饲料中营养物质消化能力的大小,也反映了动物在不同营养水平下的健康状况,Boscolo 等试验结果表明,蚕蛹粉替代鱼粉除了摄食量差异不显著,其增质量率及饲料转化率比鱼粉组显著降低($P < 0.05$)^[12];Nandeesh 等认为,蚕蛹能完全替代鲤鱼饲料中的鱼粉(全鱼粉组饲料含 30% 鱼粉),完全替代鱼粉(蚕蛹含量 30%)后鲤鱼生长性能高于含 10%、20% 蚕蛹和鱼粉的饲料,且无显著差异^[13]。陈京华等认为,褐牙鲮中蚕蛹替代比例不宜超过 20%^[14]。苏时萍等发现,黄颡鱼幼鱼饲料中蚕蛹 50% 替代鱼粉,对照组幼鱼的肝胰脏、胃、肠道的蛋白酶活性均最高^[15]。

本试验结果表明,蚕蛹替代率升高,将会影响中华鳖幼鳖的消化酶活性,但是并未出现显著性差异,这与国外的某些研究结果不一致。这有可能是因为 5%、10% 蚕蛹替代没有抑制酶的消化,也可能是由蚕蛹替代量不同和蚕蛹的品质导致的。

3.3 不同水平蚕蛹替代鱼粉对中华鳖幼鳖血液生化指标的影响

本试验结果表明,随着蚕蛹替代鱼粉水平的增加,谷丙转氨酶、谷草转氨酶、碱性磷酸酶活性和肌酐含量呈现上升的趋势。谷丙转氨酶、谷草转氨酶主要是参与动物机体转氨基功能,对机体蛋白质代谢起着重要的作用。一般情况下,在动物的心脏以及肝脏中活性最高,血清中这 2 种酶活性偏低。当生物机器肝脏发生变性、坏死或者感染中毒时,肝细胞中的谷丙转氨酶和谷草转氨酶就会被释放到血液中,使得血液中谷草转氨酶和谷丙转氨酶的活性显著增强,谷丙转氨酶是肝细胞受损程度最准确的评价指标。肌酸激酶一般存在于动物的心、肝、脑和肌肉组织中,它是细胞中能量转换的一种重要激酶,能够加速催化磷酸肌酸转换成肌酸,在生物正常生理状态下,体内绝大多数肌酸激酶存在于肌细胞中,如果血液中肌酸

激酶活性显著增强,就意味着肌细胞已遭到了损害。肌酐大多数只存在于肌肉中,它与体内肌肉总量成正比关系。综上所述,中华鳖血清中谷草转氨酶、谷丙转氨酶和肌酸激酶活性随着蚕蛹替代水平增强而呈现上升趋势,在一定程度上反映一定蚕蛹替代量对中华鳖的心、肝和肌肉都有一定的损伤,增加了无氧代谢水平,不利于无氧代谢正常进行,但少量 5% 蚕蛹替代组结果总体上差异不显著。

4 结论

由此看来,5.0% 蚕蛹替代 2.7% 白鱼粉没有降低中华鳖幼鳖对饲料的消化、内源酶的分泌及血液的代谢。

参考文献:

- [1] 彭强. 蚕蛹在水产动物营养中的应用研究[J]. 河北渔业, 2015(6): 57-59, 69.
- [2] 王彦平, 刘洁, 吴予明, 等. 蚕蛹的营养成分分析[J]. 郑州大学学报(医学版), 2009(3): 638-641.
- [3] 丁为民, 丁锦华, 万善扬, 等. 农业大词典[M]. 北京: 中国农业出版社, 1998: 407.
- [4] 李明. 中华鳖温室无公害养殖技术[J]. 内陆水产, 2008, 33(1): 40-41.
- [5] 周琼, 曾伯平. 常见鳖病及其防治[J]. 湘潭师范学院学报(社会科学版), 2000, 21(6): 79-83.
- [6] 张绍滨. 鳖病的发生原因与预防措施(上)[J]. 渔业致富指南, 2002(18): 43.
- [7] 张建禄, 余平, 黄吉芹, 等. 脱脂蚕蛹替代饲料中鱼粉对建鲤生长性能、体成分及健康状况的影响[J]. 动物营养学报, 2013, 25(7): 1568-1578.
- [8] 林仕梅, 麦康森, 谭北平. 菜粕、棉粕替代豆粕对奥尼罗非鱼生长、体组成和免疫力的影响[J]. 海洋与湖沼, 2007, 38(2): 168-173.
- [9] 王淑雯, 黄先智, 罗莉, 等. 蚕蛹替代鱼粉对吉富罗非鱼生长性能、体成分及血清生化指标的影响[J]. 动物营养学报, 2015, 27(9): 2774-2783.
- [10] 吉红, 程小飞, 李杰, 等. 蚕蛹替代鱼粉对框鳞镜鲤幼鱼生长性能、体成分及健康状况的影响[J]. 水产学报, 2012, 36(10): 1599-1611.
- [11] 殷百瞻, 施吉慧. 不同蛋白源对异育银鲫饲喂效果研究[J]. 中国饲料, 2001(5): 15-16.
- [12] Boscolo W R, Hayashi C, Meurer F, et al. Fish, meat and bone, poultry by-products and silkworm meals as attractive in diets for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings[J]. Brazilian Journal of Animal Science, 2001, 30(5): 1397-1402.
- [13] Nandeesh M C, Srikanth G K, Keshavappa P V, et al. Effect of non-defatted silkworm pupae in diets on the growth of common carp, *Cyprinus carpio*[J]. Biological Wastes, 1990, 33: 17-23.
- [14] 苏时萍, 杨启超, 苏雷, 等. 2 种虫源性蛋白替代鱼粉对黄颡鱼幼鱼生长、体成分和蛋白酶活性的影响[J]. 福建农林大学学报(自然科学版), 2010, 39(6): 608-613.
- [15] 陈京华, 麦康森. 不同添加方式植酸酶处理豆粕对牙鲆生长和饲料利用率的影响[J]. 水生生物学报, 2010, 34(3): 481-488.