

文章编号: 1000- 0615(2003)01- 0038- 05

饲料中添加叶黄素对胡子鲶体色的影响

冷向军¹, 李小勤¹, 韦友传², 吴世林³, 陆 地², 麻艳群², 苏小英²

(1. 上海水产大学渔业学院, 上海 200090;

2. 广西大学动物科技学院, 广西 南宁 530005;

3. 广州智特奇饲料科技有限公司, 广东 广州 510507)

摘要:进行了 3 个试验以考察饲料添加叶黄素对本地胡子鲶体色的影响。试验 A 比较了野生、半人工养殖、全人工养殖胡子鲶体色的差异,其皮肤叶黄素含量分别为 8.01、4.64 和 1.61 mg·kg⁻¹鲜组织,肌肉叶黄素分别为 2.06、1.83、0.96 mg·kg⁻¹鲜组织;试验 B 采用平均体重为 52g 的本地胡子鲶成鱼,在基础饲料中分别添加 0、100、150、200mg·kg⁻¹叶黄素,饲养 6 周后,成鱼皮肤叶黄素含量分别为 1.07、5.88、7.02、7.81 mg·kg⁻¹鲜组织,肌肉叶黄素含量分别为 0.64、1.35、1.81、1.86 mg·kg⁻¹鲜组织;试验 C 采用平均体重为 3.2g 的本地胡子鲶鱼种,在基础饲料中分别添加 0、50、100、150mg·kg⁻¹叶黄素,饲养 6 周后,鱼种皮肤叶黄素含量分别为 3.2、8.73、11.49、12.51 mg·kg⁻¹鲜组织,肌肉叶黄素含量分别为 0.87、1.71、1.97、2.03 mg·kg⁻¹鲜组织。上述结果表明,养殖与野生胡子鲶体色的差异主要来源于食物中叶黄素含量的不同,在饲料中添加叶黄素类产品可有效改善养殖胡子鲶体色,叶黄素适宜添加量建议为 100mg·kg⁻¹饲料(成鱼)或 50 mg·kg⁻¹饲料(鱼种)。

关键词:胡子鲶; 饲料; 叶黄素; 体色

中图分类号: S963.73 文献标识码: A

Effect of xanthophyll addition on body color of *Clarias fuscus*

LENG Xiang-jun¹, LI Xiao-qin¹, WEI You-chuan², WU Shi-lin³, LU Di², MA Yan-qun², SU Xiao-ying²

(1. Fisheries College, Shanghai Fisheries University, Shanghai 200090, China;

2. College of Animal Science and Technology, Guangxi University, Nanning 530005, China;

3. Guangzhou Wisdom Feed Technology Co., Ltd., Guangzhou 510507, China)

Abstract: Three experiments were conducted to study the effect of adding xanthophyll on body color of *Clarias fuscus*. In experiment A, walking catfish were collected from natural river, common pond and concrete pond, representing wild, semi cultured and cultured walking catfish. The xanthophyll content in skin and muscle of each group was 8.01, 4.64, 1.61 and 2.06, 1.83, 0.96 mg·kg⁻¹ respectively. In experiment B, adult walking catfish, with an average weight of 52g, were divided into 4 groups and fed with artificial diet without (control) or with 100, 150, 200mg·kg⁻¹ xanthophyll for 6 weeks. The xanthophyll content in skin and muscle of each group was 1.07, 5.88, 7.02, 7.81 and 0.64, 1.35, 1.81, 1.86 mg·kg⁻¹ respectively. In experiment C, fingerling walking catfish, with an average weight of 3.2g, were divided into 4 groups and fed with artificial diet without (control) or with 50, 100, 150mg·kg⁻¹ xanthophyll for 6 weeks. The xanthophyll content in skin and

收稿日期: 2002-03-28

资助项目: 广州智特奇饲料科技有限公司资助项目(2001-01-02)

作者简介: 冷向军(1972-),男,四川眉山人,博士,主要从事水产动物营养与饲料的研究。Tel: 021-65710025, E-mail: xjleng@shfu.

muscle of each group was 3. 2, 8. 73, 11. 49, 12. 51 and 0. 87, 1. 71, 1. 97, 2. 03 mg•kg⁻¹ respectively. The results showed that the differences of body color between wild and cultured fishes come from the different xanthophyll content in diets, the addition of xanthophyll could improve body color of walking catfish and the feeding strategy for pigment was adding xanthophyll 100 mg•kg⁻¹ in diet for adult walking catfish or xanthophyll 50 mg•kg⁻¹ for fingerling.

Key words: *Clarias fuscus*; diet; xanthophyll; body color

胡子鲶(*Clarias fuscus*)具有适应力强、肉味鲜美等优点,是我国南方地区,特别是两广地区广泛养殖的一种鱼类。在天然水域,野生胡子鲶体色多呈黄色、黄褐色不等,但在人工养殖条件下,其黄色逐渐褪去而变灰变黑,严重影响其商品价值。本次研究通过在饲料中添加叶黄素以改善养殖胡子鲶体色,提高其商品价值。

1 材料与方法

本次研究共分 3 个试验进行。试验 A 为养殖胡子鲶与野生胡子鲶的皮肤肌肉叶黄素含量比较; 试验 B、C 考察在饲料中添加不同水平叶黄素对养殖胡子鲶成鱼、鱼种体色的影响。

1.1 试验用鱼

试验 A: 试验用鱼分别取自天然河流,人工土池和水泥培育池(6m×1m×1m),因其食物来源不同,分别作为野生胡子鲶(完全摄食天然饵料),半人工养殖胡子鲶(摄食人工饲料和天然饲料),全人工养殖胡子鲶(完全摄食人工饲料),各组胡子鲶均为成鱼,平均体重为 90±15g。

试验 B: 试验用鱼为水泥池培育的胡子鲶成鱼,体色为灰色-灰褐色,平均体重为 52g,共 180 尾,分成 4 个处理组,分别投喂添加叶黄素 0、100、150、200mg•kg⁻¹ 4 种饲料。每处理组 3 个重复,每重复 15 尾鱼,饲养于 1.5m×1.2m×1.0m 的水泥池中。

试验 C: 试验用鱼为池塘培育的胡子鲶鱼种,平均体重为 3.5g,共 480 尾,分成 4 个处理组,分别投喂添加叶黄素 0、50、100、150mg•kg⁻¹ 4 种饲料。每处理组 3 个重复,每重复 40 尾鱼,饲养于 1.5m×1.2m×1.0m 的水泥池中。

1.2 试验设计与试验饲料

试验 B: 在基础饲料中分别添加金黄素 Y (广州智特奇饲料科技有限公司出产,叶黄素含量为 15g•kg⁻¹) 0.66%、1.0%、1.32%,折算成叶黄素添加量分别为 100、150、200 mg•kg⁻¹ 饲料。基础饲料组成见表 1。基础饲料含粗蛋白 36.2%。

试验 C: 在基础饲料中分别添加金黄素 Y 0.33%、0.66%、1.0%,折算成叶黄素添加量为 50、100、150 mg•kg⁻¹ 饲料。基础饲料组成见表 1。基础饲料含粗蛋白 42.1%。

表 1 基础饲料组成

Tab. 1 Composition of basal diet

成分 ingredients	比例(%)		成分 ingredients	比例(%)	
	试验 B experiment B	试验 C experiment C		试验 B experiment B	试验 C experiment C
鱼粉 fish meal	25.7	37.3	磷酸氢钙 CaHPO ₄	1.5	1.5
血粉 blood meal	2.3	2.3	混合油脂 mixed oil	2	3.0
花生粕 peanut meal	16.9	17.1	微量矿添 micromineral premix	0.5	0.5
豆粕 soybean meal	17.5	17.7	氯化胆碱 choline Cl	0.1	0.1
玉米 com	12.5	5.6	抗氧化剂 antioxidant	0.02	0.02
麦麸 wheat bran	5.6	2.0	土霉素钙 terramycin Ca	0.04	0.05
次粉 wheat middling	15.24	12.73	复合多维 vitamin premix	0.1	0.1

注: 混合油脂中豆油、鱼油按 1:1 组成

Notes: in mixed oil, the ratio of soybean oil to fish oil is 1:1

1.3 饲养管理

试验用鱼以 2.5% 食盐水消毒, 驯化 1 周以适应环境和试验饲料。每日投喂两次, 试验 B 投饲率 3% 左右, 试验 C 投饲率 8% 左右; 每日于下午吸污 1 次, 并更换约 1/5 水量。试验期内水温为 26~29 °C, 池水深 0.5m。试养试验进行 6 周。

1.4 试验方法

1.4.1 鱼体色肉眼观察

分别以金黄、土黄、褐黄、褐、灰褐、灰和黑色等描述其体色。

1.4.2 皮肤、肌肉总叶黄素测定

试验 A、B 中各组胡子鲶分别取 9 尾, 试验 C 中各组胡子鲶分别取 20 尾, 分别剥取背部皮肤 2~4g, 切取背部肌肉 6~10g, 进行总叶黄素含量测定。测定方法参考 AOAC 分析法^[1] (其中试验 C 将 4 尾胡子鲶鱼种的皮肤、肌肉分别合并制成混合样本, 则每组 5 个样本)。将皮肤、肌肉样品剪碎, 盛于 100mL 容量瓶中, 加入 30mL 提取液(己烷:丙酮:无水乙醇:甲苯=10:7:6:7), 塞上塞子旋转振摇 1min, 加入 2mL 40% KOH-甲醇溶液, 旋转振摇 1min, 于 56 °C 水浴加热 20 min (注意冷却烧瓶颈部以防溶剂损失), 冷却, 于暗处置 1h, 加入 30mL 己烷, 旋转振摇 1min, 以 10% 硫酸钠液定容至 100mL, 猛烈振摇 1min, 于暗处置 1h, 取上清液于 474nm 波长下测定其吸光值, 计算其总叶黄素含量。

所得数据以平均数±SD 表示, 并以 SPSS 分析软件进行方差分析和多重比较。

2 结果

2.1 体色

试验 A: 野生胡子鲶体色为金黄、土黄和褐黄色不等, 半人工养殖胡子鲶为黄褐、褐和灰褐色不等, 而全人工养殖胡子鲶为灰褐、灰和灰黑色不等。

试验 B: 试验开始时, 各处理组胡子鲶(成鱼)体色均为灰色或灰褐色, 经过 6 周饲养, 对照组体色为灰色或灰褐色, 添加叶黄素 100mg·kg⁻¹组体色为土黄、褐黄色不等, 而添加 150 和 200mg·kg⁻¹组胡子鲶体色比较接近, 为金黄、土黄和褐黄色不等, 与野生胡子鲶体色基本一致。此外, 饲喂添加 100~200mg·kg⁻¹叶黄素饲料的胡子鲶体内沉积脂肪呈黄色, 而对照组为白色。

试验 C: 试验开始时, 各处理组胡子鲶(鱼种)体色为浅赭红色, 微透明, 经过 6 周饲养, 对照组体色为灰赭色, 添加 50~150 mg·kg⁻¹叶黄素后, 鱼种体色在不同程度上呈现出黄色。

2.2 皮肤、肌肉中的总叶黄素含量

试验 A: 野生胡子鲶皮肤中的总叶黄素含量极显著高于半人工养殖胡子鲶($P < 0.01$), 而半人工养殖胡子鲶又极显著高于全人工养殖胡子鲶($P < 0.01$); 在肌肉的总叶黄素含量方面, 野生与半人工养殖者没有显著差异($P > 0.10$), 但均极显著高于全人工养殖胡子鲶($P < 0.01$) (表 2)。

表 2 野生和养殖胡子鲶皮肤、肌肉中的总叶黄素含量比较 (试验 A)

Tab. 2 Comparison of xanthophyll content in skin and muscle of wild and cultured *Clarias fuscus* (Exp. A)

	野生 wild	半人工养殖 semi cultured	全人工养殖 cultured
皮肤(鲜样) skin (fresh tissue)	8.01 ± 1.05 ^a	4.64 ± 1.22 ^b	1.61 ± 0.55 ^c
肌肉(鲜样) muscle (fresh tissue)	2.06 ± 0.27 ^a	1.83 ± 0.31 ^a	0.96 ± 0.25 ^b

注: 同一行中具不同上标字母者差异显著($P < 0.05$), 以下各表同

Notes: values within a row with different superscript letters differ significantly ($P < 0.05$), the same as following tables

试验 B: 饲料中添加 100~200 mg·kg⁻¹叶黄素使胡子鲶皮肤或肌肉中叶黄素含量极显著高于对照组($P < 0.01$), 添加量为 150、200 mg·kg⁻¹的两组, 胡子鲶皮肤和肌肉中叶黄素含量没有差异($P > 0.10$) (表 3)。

试验 C: 饲料中添加 50~150 mg·kg⁻¹ 叶黄素使胡子鲶鱼种皮肤或肌肉中叶黄素含量极显著高于对照组 ($P < 0.01$), 但添加叶黄素 (50~150 mg·kg⁻¹) 各组间肌肉叶黄素含量没有差异 ($P > 0.10$) (表 3)。

表 3 添加叶黄素对胡子鲶成鱼和鱼种皮肤、肌肉叶黄素含量的影响 (试验 B、C)

Tab.3 Effect of adding xanthophyll on xanthophyll content in skin and muscle of adult and fingerling *Clarias fuscus* (Exp. B, C)

叶黄素添加量 xanthophylls addition	0	50	100	150	200
Exp. B 成鱼 (adult)					
皮肤 (鲜样) skin (fresh tissue)	1.07 ± 0.22 ^c	-	5.88 ± 0.74 ^b	7.02 ± 0.42 ^{ab}	7.80 ± 0.61 ^a
肌肉 (鲜样) muscle (fresh tissue)	0.64 ± 0.15 ^c	-	1.35 ± 0.25 ^b	1.81 ± 0.25 ^{ab}	1.86 ± 0.21 ^a
Exp. C 鱼种 (fingerling)					
皮肤 (鲜样) skin (fresh tissue)	3.20 ± 0.29 ^c	8.73 ± 0.51 ^b	11.49 ± 0.63 ^{ab}	12.51 ± 1.23 ^a	-
肌肉 (鲜样) muscle (fresh tissue)	0.87 ± 0.14 ^b	1.71 ± 0.42 ^a	1.97 ± 0.36 ^a	2.03 ± 0.49 ^a	-

注: 同表 2

Notes: the same as Tab. 2

3 讨论

鱼类的体色主要是由一类称之为类胡萝卜素的色素决定(黑色素、嘌呤和光彩细胞等也参与体色形成), 也与鱼的生理状态和环境因素等有关。类胡萝卜素呈现黄色、橙色和红色等, 根据其分子中是否含有氧, 可分为两大类: 一为不含氧的胡萝卜素, 如 α -、 β - 和 γ -胡萝卜素等, 呈色效果较差; 另一类为含氧的叶黄素, 如虾青素、黄体素和玉米黄质等, 这也是鱼虾体内起主要呈色作用的色素。不同种类鱼虾, 其体内起主要呈色作用的叶黄素种类不同, 如虾蟹等甲壳类动物及鲑鳟鱼类为虾青素, 金鱼主要为黄体素、虾青素, 太阳鱼主要为黄体素。不同种类鱼虾对类胡萝卜素的代谢能力也不同, 可分为三类: 第一类为红鲤鱼型, 如金鱼、红鲤和锦鲤等, 可将黄体素、玉米黄质转变形成虾青素; 第二类为大虾型, 包括几乎所有甲壳类, 可将 β -胡萝卜素、黄体素和玉米黄质转变形成虾青素; 第三类为鲷鱼型, 包括鲑鳟鱼和鲷鱼等, 不能将上述物质转化形成虾青素, 但可直接贮存于体内^[2]。所有鱼虾均不具备合成叶黄素的能力, 故必需从食物中摄取叶黄素。因此, 要使养殖鱼虾达到理想的着色效果, 必须根据其野生个体的色素组成及其对色素的代谢能力选择适宜的类胡萝卜素种类(主要为叶黄素类)。

目前, 在鲑鳟鱼类的养殖中已较多地使用了叶黄素类着色剂(主要含虾青素)^[3-5]。胡子鲶为我国南方地区广泛养殖的一种重要经济鱼类, 目前尚未见改善其体色的有关研究报道。野生胡子鲶以腐败动物尸体、鱼虾、水生昆虫和水生植物等为食, 可从这些天然饵料中获取充分的叶黄素存于皮肤, 而使体色呈现出黄色; 但在人工养殖条件下, 由于饲料自身所含叶黄素很少, 且一般未额外添加叶黄素类色素, 摄入叶黄素不足而使体表黄色逐渐消褪。本次试验中, 无论肉眼观察体色, 或皮肤肌肉中的叶黄素含量, 均表明了野生胡子鲶和养殖胡子鲶的差异。即便同为养殖胡子鲶, 因养殖模式、环境不同, 对天然饵料生物和人工饲料的依赖程度不同, 也会使胡子鲶体色和皮肤、肌肉叶黄素含量出现差异。

本次试验所用金黄素 Y 为万寿菊中提取加工而成, 其叶黄素种类主要为黄体素和玉米黄质。本次试验在胡子鲶成鱼饲料中添加 150、200mg·kg⁻¹ 叶黄素使其体色与野生个体基本相当, 而添加 100 mg·kg⁻¹ 叶黄素则使其体色接近野生个体; 在鱼种饲料中添加 50mg·kg⁻¹ 叶黄素即可显著提高肌肉、皮肤中的叶黄素含量; 表明叶黄素类产品能有效使养殖胡子鲶着色。胡子鲶对类胡萝卜素的代谢能力据推测可能属于红鲤鱼型, 但尚需对其野生个体肌肉皮肤中的叶黄素种类及其对 β -胡萝卜素、黄体素转化成虾青素的能力进行检测。

本次试验在室内水泥池中进行, 池中无可摄食的天然饵料生物。考虑到生产上均采用大水面土池养殖, 胡子鲶可在一定程度上摄食天然饵料生物, 其体色应优于室内水泥池养殖者, 其皮肤、肌肉叶黄素含量也应高于全人工饲料饲养的胡子鲶; 同时也考虑到获取最大经济效益的问题, 建议胡子鲶成鱼饲料

中叶黄素的添加量为 $100\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 饲料, 鱼种饲料中叶黄素的添加量为 $50\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 饲料。

参考文献:

- [1] Quackenbush F W, Miller S L. Composition and analysis of the carotenoids in marigold petals[J]. J AOAC, 1972, 55(3): 75- 81.
- [2] Bauemfeind J C. Carotenoids as colorants and vitamin a precursors[M]. New York: Academic Press, 1981. 463- 538.
- [3] Cheng J L, Li J, Li D M. An experiment of adding astaxanthin in high energy diet to improve the quality of rainbow trout[J]. Shandong Fisheries, 2000, 17(4): 31- 32. [程继鲁, 李君, 李德梅. 高能饲料中添加虾红素提高虹鳟品质的试验[J]. 齐鲁渔业, 2000, 17(4): 31- 32.]
- [4] Bjame H, Grete H A. Pigmentation of 1, 2 and 3 years old Arctic charr fed two different dietary astaxanthin concentration[J]. Aquac, 1995, 138: 303- 312.
- [5] Georges C, Olive H. Carotenoid pigments of the green alga *Haematooccus pluvialis*: assay on rainbow trout, pigmentation in comparison with synthetic astaxanthin and canthaxanthin[J]. Aquac, 1993, 112: 217- 226.