

饲料中添加虾青素对血鹦鹉体色的影响

李小慧, 汪学杰, 牟希东, 胡隐昌, 王广军, 刘超, 罗建仁^{*} (中国水产科学研究院珠江水产研究所, 广东广州 510380)

摘要 [目的] 探讨血鹦鹉鱼增色饲料中虾青素的最适添加量及着色规律。[方法] 在基础饲料中分别添加 3%、5%、8% 的虾青素和 5% 虾青素 + 20 μg/kg 的甲基睾酮, 投喂 7 cm 左右的鹦鹉鱼进行增色试验。应用 SalmoFanTM (帝斯曼有限公司) 比色板测定色度, 观察增色过程中血鹦鹉的体色变化。[结果] 5% 和 8% 虾青素组增色效果好于 3% 虾青素组, 但 5% 和 8% 组间差异不显著。5% 虾青素 + 20 μg/kg 的甲基睾酮组在试验开始后 1 周内色度增加速度高于 5% 虾青素组, 但长期增色效果两组差异不显著。各试验组血鹦鹉色度增加随时间变化趋势基本一致, 试验开始后 10 d 内, 色度增加速度较快, 而后色度增加的速度趋于平缓, 进入平台期。[结论] 鱼体解剖结果显示, 虾青素主要沉积在血鹦鹉鱼的皮肤上。

关键词 虾青素; 血鹦鹉鱼; 着色

中图分类号 S816.7 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2008)20-08606-02

Effects of Astaxanthin on the Color of Blood Parrot

LI Xiao-hui et al (Pearl River Fisheries Research Institute Chinese Academy of Fisher Science, Guangzhou, Guangdong 510380)

Abstract [Objective] The optimum level of astaxanthin in feed and the body coloring of blood parrot fish were discussed. [Method] Fundamental feed enriched with 3%, 5% and 8% astaxanthin, 5% astaxanthin + 20 μg/kg methyltestosterone (MT) were fed to 7 cm long blood parrot. The changes of body color were valued and recorded by SalmoFanTM. [Result] The groups with 5% and 8% astaxanthin were better than 3% group. There were no significant differences between 5% and 8% groups. When combined with 20 μg/kg MT, color scores increased more quickly than 5% group. However, the effects of both groups had no significant differences at the end of coloring. All groups had consistent directions of color scores increase, which color scores increased quickly within 10 d, and presented a plateau phase with lower increase rate on color scores. [Conclusion] Astaxanthin was found to be deposited on the skin of the fishes according to the fish anatomy result.

Key words Astaxanthin; Blood parrot; Coloring

血鹦鹉 (Blood Parrot) 是观赏鱼市场上的主流品种之一, 由台湾观赏鱼繁育者利用紫红火口 (*Cichlasoma citrinellum*) 和红魔鬼鱼 (*Cichlasoma synspilus*) 杂交而成。刚孵化出的血鹦鹉仔鱼为黑色, 与成年血鹦鹉的体型和体色完全不同, 孵化 3 周后部分仔鱼的外型开始发生变化, 包括头部隆起, 身体变圆, 鱼体上黑色逐渐褪去, 另有相当一部分仔鱼因为体色未褪或体型不符合血鹦鹉的品种标准而遭淘汰。黑色完全褪去的血鹦鹉在饲喂天然饵料的情况下可以逐渐增红, 但需要几个月甚至更长的时间, 并且自然增色的效果达不到观赏鱼爱好者的审美需求。在实际生产和家庭饲养中, 必须饲喂添加着色剂的专用饲料才能达到快速增色和保持体色的目的。在观赏鱼增色饲料中使用的着色剂种类主要是虾青素及其富含虾青素的天然物质^[1-3]。很多宠物食品企业都开发出了添加螺旋藻或化学合成的虾青素的血鹦鹉专用鱼粮, 但上述来源的虾青素价格非常昂贵, 致使血鹦鹉专用鱼粮价格一直居高不下。这严重影响观赏鱼爱好者的养殖热情, 更制约着血鹦鹉养殖的经济效益, 因此, 必须研究血鹦鹉饲料中虾青素最适添加量及其着色规律, 以提高虾青素的利用效率、降低经济成本, 同时给观赏鱼的从业者和养殖爱好者以理论指导。

1 材料与方法

1.1 材料 试验鱼为珠江水产研究所观赏鱼基地自行繁殖。挑选褪色面积达 95% 以上的鱼用作增色试验, 体长

(7.18 ± 0.40) cm。基础日粮的营养水平: 粗蛋白 30%; 粗纤维 25.4%; 粗灰分 11.6%; 总磷 0.6%; 钙 0.5% ~ 1.2%; 水分 13.2%。由广州澳洋饲料公司生产。虾青素为德国巴斯夫的产品, 甲基睾酮为广州侨光制药厂生产。

1.2 方法

1.2.1 试验设计。 试验鱼随机分为 4 组, 150 尾/组。各试验饲料组分别添加 3%、5% 和 8% 的“露康定”商品虾青素, D4 组为 5% “露康定”配合 20 μg/kg 的甲基睾酮 (表 1)。养殖试验从 2006 年 12 月 11 日开始, 持续到 2007 年 1 月 12 日结束。

1.2.2 饲养管理。 试验鱼在室内流水饲养系统水族箱中饲养, 持续充氧。每组试验鱼分别饲养在大小为 100 cm × 45 cm × 40 cm 的水族缸内, 所有鱼缸内水体处于同一个循环系统中, 水温保持 20 ~ 26 °C, 每周换水 2 次。光照为自然光源, 每天光照时间为 12 h。每天饲喂 2 次, 投喂时间约 5 ~ 10 min, 每次投喂以试验鱼不再摄食饲料为结束。

1.2.3 色度测定。 投喂增色饲料前, 应用罗氏比色板对鱼体进行比色, 作为参照。在试验开始后, 每次每组随机挑取 20 尾试验鱼, 在第 3、5、8、11、20、32 天对试验鱼体表色度进行比色, 整个试验中评估人员保持一致。试验中所用比色板为三文鱼肌肉 (SalmoFanTM Lineal) 比色板, 由帝斯曼 (中国) 有限公司提供。各组试验鱼的基本情况见表 1。

1.2.4 数据处理与分析。 试验结果采用平均数 ± 标准误 ($M \pm SE$) 表示, 经方差分析之后有显著差异再作 Duncan' S 法多重比较进行组间差异显著性比较, 统计软件为 SPSS11.5。

2 结果与分析

2.1 虾青素不同添加剂量效果比较 方差分析结果显示, 各处理组初始体色色度组间没有显著差异。在整个增色过程中, 除了 12 月 21 日, 其他时期 D2 组和 D3 组的增色效果显著好于 D1 组 ($P < 0.05$ 或 $P < 0.01$), 但 D2 组与 D3 组的

基金项目 广州市科技计划项目 (2007C12E0041) 和广州市荔湾区科技计划项目 (20074407031-8)

作者简介 李小慧 (1980 -), 女, 黑龙江铁力人, 博士, 助理研究员, 从事鱼类育种与养殖研究。*通讯作者。

致谢 感谢帝斯曼 (中国) 公司的葛鹏彪先生提供的比色板以及对试验提供的有益建议; 德国巴斯夫公司的黄献林先生和江乙平女士的技术交流; 以及杨叶欣女士在试验过程中给予的帮助。

收稿日期 2008-05-09

表 1 试验鱼初始体色度

Table 1 Preliminary SalmoFan score of the blood parrot

组别 Group	添加物 Additives	试验初始色度 Preliminary SalmoFan score
D1	虾青素 3‰ Astaxanthin 3‰	21.4 ± 1.71
D2	虾青素 5‰ Astaxanthin 5‰	21.2 ± 0.79
D3	虾青素 8‰ Astaxanthin 8‰	21.8 ± 1.40
D4	虾青素 0.5% + 20 μg/kg 甲基睾酮 Astaxanthin 0.5% + 20 μg/kg methyltestosterone	22.6 ± 2.10

表 2 各试验组鱼体色度测量平均值

Table 2 Average measured SalmoFan score of fish body in each group

组别 Group	12-13	12-15	12-18	12-21	12-30	01-12
D1	24.25 ± 1.37 aA	25.55 ± 1.50 aA	27.40 ± 1.23 aA	27.95 ± 1.43 a	28.50 ± 1.47 aA	30.25 ± 1.02 aA
D2	25.15 ± 1.42 bB	27.55 ± 1.05 bB	29.35 ± 1.27 bA	29.75 ± 1.48 ab	30.50 ± 1.43 bcB	32.65 ± 0.93 bB
D3	25.60 ± 1.14 bB	27.25 ± 1.16 bB	29.05 ± 1.15 bB	30.00 ± 1.49 ab	30.90 ± 1.25 bB	33.10 ± 1.02 bB
D4	26.15 ± 1.27 cB	28.00 ± 0.97 bB	30.40 ± 0.94 cC	30.30 ± 2.72 b	31.20 ± 1.15 cB	32.25 ± 1.52 cB

注: 同列数据后不同大写字母表示在 0.01 水平有差异, 不同小写字母表示在 0.05 水平有差异。

Note: Different capital letters in a row mean differences at 0.01 level; different lowercases mean differences at 0.05 level.

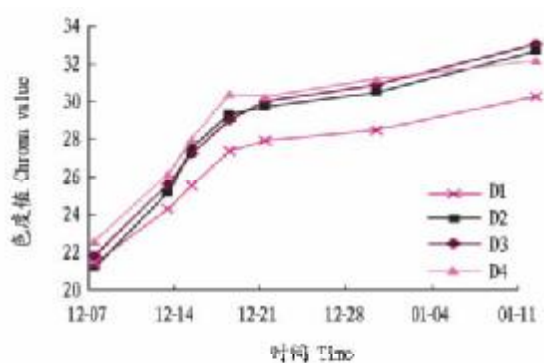


图 1 4 个试验组鱼体色度随时间的变化

Fig. 1 Changes of SalmoFan score of fish body in four groups with time

内, 色度上扬的速度比未加甲基睾酮组快。然而在第 8 天以后, 其色度增加速度明显要低于其他未加组。最后一次测定的色度值小于 D2 组, 但差异不显著。

2.3 虾青素在鱼体内的沉积情况 解剖鱼体, 虾青素在血鹦鹉体内的沉积情况观察结果表明, 肠道内容物为红色, 比较未增色鱼, 肠、肌肉和其他内脏器官都没有肉眼可见的变化。色素主要沉积在鳞片基部的皮肤、鳍条和鳃盖等部位。

3 结论与讨论

3.1 虾青素添加量和着色时间 试验中, 在体长约为 7 cm 的鹦鹉鱼饲料中添加虾青素 5‰ 最为合适, 8‰ 的效果虽然略好于 5‰, 但却大幅度地增加了成本。增色试验开始后 8 d 内, 各虾青素剂量组色度增加幅度差异明显。第 8 天以后, 所有组的增色速度都明显下降, 但色度增加的差异不明显。可能因为当虾青素作用在鱼体代谢一段时间并积累到一定程度时, 鱼体对虾青素的吸收和沉积效率下降。生产中, 应该尽可能地利用这段色素沉积效率最高的关键时期提高虾青素的利用效率。在增色前期, 可以使用含较高浓度虾青素的饲料, 根据试验结果, 推荐量 5‰, 增色 1 周后, 可以适当降

增色效果没有显著差异。总体来看, 高剂量虾青素添加组效果较好, 尽管 D3 组比 D2 组多添加 60% 的虾青素, 但没有明显的剂量优势效应 (表 2)。各试验组对鹦鹉鱼色度增加随时间变化趋势基本一致 (图 1)。增色试验开始后的最初几天, 色度增加速度较快, 随着试验时间的推移, 色度增加的速度趋于平缓, 进入平台期。根据试验结果, 色度增加速度最快的时间为饲喂开始后 10 d 左右。

2.2 添加甲基睾酮的效果 甲基睾酮添加组与 D2 组虾青素添加水平相同, 增色趋势有一定的差异, 在增色开始后 1 周

低虾青素的添加浓度, 减少虾青素的使用量, 节省增色和养殖成本。在该试验中, 虾青素添加量为 5‰ 以上 20 d 即可达到该标准。但着色时间可能随使用饲料营养水平、养殖环境以及增色对象的变化有所差异, 实际生产中应灵活调整。

3.2 添加甲基睾酮的可行性 对于许多鱼类来说, 雄鱼的体色更艳丽, 主要为了吸引雌鱼进行交配。许多增色饲料中都加入一定量的雄激素, 以增强增色效果, 但增色后雌鱼将发生性逆转, 出现全雄化现象^[4-5], 对鱼体健康也有一定影响。在食用鱼的养殖中, 雄激素类药物已经禁止使用。该试验中, 向饲料中添加 20 μg/kg 的甲基睾酮组, 在较短期的时间内, 对增色效果有一定的促进作用, 但长期增色的促进效果并不明显。由于鹦鹉鱼为种间杂交后代, 目前还未见到有应用鹦鹉鱼作亲本进行繁殖的报道, 可以不考虑雄激素产生的全雄化现象, 在快速增色中适量添加。然而, 对于以维持体色为目的的增色饲料, 可以不予添加。

3.3 影响增色效果的其他因素 影响鱼类着色的因素是多方面的, 包括鱼类遗传特性、鱼类所处的环境、所食饵料以及鱼类自身的生理状态等^[6]。在鹦鹉鱼的增色实践中, 发现褪色程度高的个体着色效果更好, 但有些个体即使完全褪色仍然不能着色或着色效果很差。有的个体甚至是部分着色, 另一部分完全没有变化, 类似情况也发生在虹鳟鱼上^[7], 上述现象说明鱼类的自身遗传特性对增色效果起着关键作用。实际生产中, 应该定向培育易于着色的个体, 以减少饲料和增色剂的浪费。饲料的营养组成也会影响着色效果, 饲料的脂肪水平增加, 虾青素消化率升高, 鱼体可沉积更多的色素。鱼类具有将虾青素转化为维生素 A 的能力, 故饲料中维生素 A 不足将会影响色素沉积。此外饲料中维生素 E 和钙的水平也会影响着色效果。在定制观赏鱼着色饲料配方的时候, 应该充分考虑虾青素与其他营养组分的协同或拮抗关系, 才能高效地利用虾青素的价值。

(下转第 8632 页)

的烟叶;二是一些卷烟企业对烟叶原料研究深度不够,不能向产区提出明确的成熟度要求,不能引导烟叶的生产。这2种现象实际是工业、农业和科研3方在成熟度问题上没有实现接轨造成的。

中式卷烟既是一个抽象概念,又是一个宽泛的范畴,具有独特的香气风格和口味特征。发展我国的中式卷烟,烟叶原料的质量要求也必然不同于国外,所以对成熟度的认识和把握不能照搬国外。因此,从发展中式卷烟烟叶原料的角度出发,研究不同成熟度烤烟对工业可用性的影响,对卷烟工业烟叶基地的生产、原料供应体系的建立有积极的作用。对于成熟度的研究,建议采取由卷烟工业作为主导,烟叶产区和科研单位配合,以烟叶基地作为试验载体,以工业可用性作为评判标准,才是研究烟叶成熟度的正确途径。在明确成熟度的研究途径的前提下,在具体的研究方法上,要综合考虑影响烟叶成熟度的多种因素,如品种、营养和环境条件。对同一品种在特定烟区的正常年份和常规栽培条件下,烟叶适宜成熟度的综合外观特征应当是相对稳定的,认真观察、总结其一系列植物学性状,在试验研究的基础上,把握不同叶位的叶龄,是进行采收的较好参考指标。

参考文献

- [1] 官长荣,杨焕文,王能如,等. 烟草调制学[M]. 北京:中国农业出版社,2003.
- [2] 国家烟草专卖局科技教育司. 跨世纪烟草农业科技展望和可持续发展战略研讨会论文集[C]. 北京:中国商业出版社,1999:356-362.
- [3] 李辉,代杰,李冰凌. 浅谈成熟度与烟叶质量的关系[J]. 黑龙江烟草,2001(11):41-42.
- [4] 许洪庆. 毕节地区烟叶成熟度问题初探[J]. 贵州烟草,2000(3):50-51.
- [5] 聂荣邦,赵松义,陈传孟,等. 烤烟不同成熟度鲜烟叶组织结构研究[J]. 烟草科技,1991(3):37-39.
- [6] 王能如,方传斌,徐增汉,等. 烤烟上部叶采收成熟度试验[J]. 烟草科技,1993(5):32-33.
- [7] 琼斯. 美国烟草专家琼斯教授谈烟叶成熟度[J]. 烟草科技,1987(3):27-28.
- [8] AKEHURST B C. Tobacco[M]. New York: Humanities Press, 1981.
- [9] 刘百战,洗可法. 不同部位、成熟度及颜色的云南烤烟中某些中性香味成分的分析研究[J]. 中国烟草学报,1993(1):46-53.

(上接第8607页)

3.4 评估方法 增色过程中,通过解剖鱼体,发现鸚鵡鱼肌肉中没有可见的颜色变化,色素主要沉积在皮肤上。对于观赏鱼消费者来说,他们更注重对鱼体表着色程度的视觉感受,而不是肌肉和皮肤的色素含量。因此,笔者采用了直接对鱼体进行色度评估的方法来比较着色效果。SalmoFan (Hoffmann-La Roche, Basel, Switzerland)由帝斯曼公司生产,用于评估大西洋鲑的肌肉虾青素着色效果^[8]。试验证实,SalmoFan对肌肉色度与大西洋鲑肌肉中的虾青素含量有高度的线性关系^[9]。试验结果表明,SalmoFan能够较好地评估鸚鵡鱼增色时的体色变化,并且可以在生产中判断是否达到上市标准。但是SalmoFan只能评估体色为红的观赏鱼,观赏鱼种类繁多、色彩斑斓,因此还需要进一步寻找能够评估其他体色的评估标准。

- [10] 金文华,官长荣,王振坤,等. 烤烟成熟度质量效应分析[J]. 烟草科技,1997(3):36-38.
- [11] 韩锦峰,官长荣,黄海裳,等. 烤烟叶片成熟和衰老过程中某些生理变化的研究[J]. 中国烟草科学,1990(1):9-13.
- [12] WALKER E K. Some chemical characteristics of the cured leaves flue-cured tobacco relative to time of harvest, stalk position and chlorophyll content of the green leaves[J]. Tobacco Science, 1968,12:58-65.
- [13] MOSELEY J M. The relationship of maturity of the leaf at harvest and certain properties of the cured leaf of flue-cured tobacco[J]. Tobacco Science, 1963,7:67-75.
- [14] TERRILL T R. Influence of harvesting variables[C]. Recent Advances in Tobacco Science, 1974:50-62.
- [15] ZILKEY B F. Effect of leaf ripeness and genotype on agronomic physical and chemical measurements of flue-cured tobacco and tobacco smoke[C]. Tobacco Chemistry of Research Conference,1980.
- [16] WALKER E K. Some chemical characteristics of the cured leaves of flue-cured tobacco relative to time of harvest, stalk position and chlorophyll content of the green leaves[J]. Tobacco Science, 1968,12:58-65.
- [17] HWANG K J, KIM C W, KIM C H. Studies on the change of chemical components of flue-cured tobacco with maturity[C]. Coresta, 1981.
- [18] 烟草栽培编写组. 烟草栽培[M]. 北京:中国财政经济出版社,2000.
- [19] 史宏志,刘国顺. 烟草香味学[M]. 北京:中国农业出版社,2000.
- [20] PEEDIN G F. Effects of nitrogen rate and ripeness at harvest on some agronomic and chemical characteristics of flue-cured tobacco[C]. Coresta, 1995.
- [21] ROTOIN D C. Effect of maturity on the leaf characteristics of flue-cured varieties K 326 and ITB 31612[C]. Coresta, 1997:74-75.
- [22] 左天觉. 烟草的生产、生理和生物化学[M]. 朱尊权,等. 译. 上海:远东出版社,1991.
- [23] 贾琪光,官长荣. 烟叶生长发育过程中主要化学成分含量与成熟度关系的研究[J]. 烟草科技,1988(6):40-43.
- [24] 孙福山. 我国烟叶烘烤现状与发展趋向[J]. 烟草研究与管理,1999(2):3-6.
- [25] 李章海,王东胜. 不同成熟度烟叶的烤后性状观察[J]. 中国烟草科学,1988(2):28-30.
- [26] 金文华,官长荣,王振坤,等. 烤烟成熟度质量效应分析[J]. 烟草科技,1997(3):36-38.
- [27] 周国柱,王卫康. 烤烟采收成熟度和烘烤方法探讨[J]. 烟草科技,1987(3):25-26.
- [28] 胡物生,张招娟,余成章,等. 烤烟烟叶成熟的外观特征研究,烟叶成熟度与积温的关系[J]. 福建农业科技,1998(2):10-12.
- [29] 李佛琳,赵春江,刘良云,等. 烤烟鲜烟叶成熟度的量化[J]. 烟草科技,2007(1):54-58.
- [30] 朱尊权. 当前制约两烟质量提高的关键因素[J]. 烟草科技,1998(4):3-4.

参考文献

- [1] 何培民,张饮江,何文辉. 螺旋藻对锦鲤生长和体色的影响[J]. 水产学报,1999,23(2):162-168.
- [2] GOUVEIA L, REMA P, PEREIRA O, et al. Colouring ornamental fish (*Cyprinus carpio* and *Carassius auratus*) with microalgal biomass[J]. Aquac Nutr, 2003,9(2):123-130.
- [3] 陈晓明,徐学明,金征宇. 富含虾青素的法夫酵母对金鱼体色的影响[J]. 中国水产科学,2004,11(1):70-73.
- [4] 郑曙明,陈章宝. 甲基睾酮对孔雀鱼、玛丽鱼性逆转的研究[J]. 四川畜牧兽医学院学报,1998,12(2):4-8.
- [5] 李云,李英文,向泉,等. 类胡萝卜素甲基睾酮对观赏鱼体色的影响[J]. 西南农业大学学报,1999,21(3):270-273.
- [6] 刘金海,王安利,王维娜,等. 水产动物体色色素组分及着色剂研究进展[J]. 动物学杂志,2002,37(3):92-96.
- [7] 冷向军,李小勤. 水产动物着色的研究进展[J]. 水产学报,2006,30(1):138-142.
- [8] SKREDE G, RISVIK E, HUBER M, et al. Developing a colour card for raw flesh of astaxanthin-fed salmon[J]. J Food Sci, 1990,55:361-363.
- [9] CHRISTIANSEN R, STRUKSNAES G, ESTERMANN, R, et al. Assessment of flesh colour in *Atlantic salmon*, *Salmo salar* L. [J]. Aquac Res, 1995, 26:311-321.