

方春林,贺刚,余智杰,等. 饲料中 3 种增色剂对锦鲤体色的影响[J]. 江苏农业科学,2013,41(5):226-228.

饲料中 3 种增色剂对锦鲤体色的影响

方春林,贺刚,余智杰,张燕萍

(江西省水产科学研究所,江西南昌 330039)

摘要: 分别用添加加丽素黄、螺旋藻和虾青素的饲料投喂锦鲤,研究 3 种增色剂对锦鲤体色的影响。结果表明,在饲料中添加加丽素黄、螺旋藻和虾青素均能有效改善锦鲤体色,且螺旋藻和虾青素增色效果显著高于加丽素黄,加丽素黄、螺旋藻和虾青素的适宜添加量分别为 80 mg/kg、8%、800 mg/kg。

关键词: 加丽素黄;螺旋藻;虾青素;锦鲤;增色剂;体色

中图分类号: S963.73 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2013)05-0226-03

色彩是观赏鱼的主要价值之一。同一品种中,除水质、光照等条件外,饵料影响体色更为突出,在饵料中添加富含类胡萝卜素的物质可以使鱼体着色^[1]。我国关于观赏鱼增色饵料的研究较少,韩国、新加坡和日本等对鱼体增色的研究较多,但其研究成果受专利保护。因此,研究开发健康、高效的增色饵料,已成为我国观赏鱼发展中亟待解决的问题。锦鲤(*Cyprinus carpio*)是一种观赏性的鲤科鱼类,属于亚热带和温带的淡水鱼,是观赏鱼市场中的主流品种之一。锦鲤是由野生食用鲤鱼演变而来的一种观赏鱼,以其鱼体呈现鲜艳似锦的色彩、变幻多姿的斑纹而得名,至今已有 100 多个品种。因其具有独特的魅力、艳丽的体色、潇洒优美的游姿,受到广大

观赏鱼爱好者的喜爱。然而,在实际的养殖过程中,锦鲤的体色较难达到所需求的色泽标准,严重影响其观赏价值,同时也制约着锦鲤养殖的经济效益。因此,有必要研究锦鲤饲料中不同增色剂的添加量及着色效果,从而筛选出高效、安全和环保的增色剂,旨在改善锦鲤的体色,减少成本,提高其观赏价值。

1 材料与方法

1.1 材料

试验鱼为江西省水产科学研究所观赏鱼基地自行繁殖的黄色锦鲤,体长(9.10 ± 0.86) cm,体重(26.38 ± 3.27) g/尾。加丽素黄是帝斯曼(中国)有限公司的产品,虾青素是德国巴斯夫公司的产品,螺旋藻是山东省威海清华紫光科技开发有限公司的产品。基础饲料(A,其配方为鱼粉 30%、豆粕 32%、面粉 33.4%、油 3%、多矿 1%、多维 0.3%、盐 0.3%)主要营养成分为粗蛋白 36.67%、粗脂肪 5.6%、灰分 7.85%、水分 10.84%,以投喂该饲料的为对照组。试验饲料 B:在基础

收稿日期:2012-10-31

作者简介:方春林(1960—),男,江西南昌人,副研究员,主要从事鱼类营养与鱼类种质资源研究。Tel: (0791) 88101682; E-mail: chunlinf@163.com。

致营养物质运输跟不上,试管苗移栽时不易成活。田伟伟等在对怀地黄试管苗快繁研究中也发现,当 $NAA \geq 0.2$ mg/L 时,根部愈伤化情况明显增多,在愈伤组织上又长出不定根^[4]。

IBA 对怀地黄生根的影响与 NAA 相似。低浓度的 IBA (0.5~1.0 mg/L) 对根的生长较为有利,根长和根数较大,根较粗且没有愈伤组织生成;高浓度(IBA 2.0~8.0 mg/L)的试管苗基部也会形成大量愈伤组织,不定根从愈伤组织上形成。彭峰等在对彩色马蹄莲组培苗的壮苗生根研究中也发现,低浓度(0~0.5 mg/L)的 IBA 有利于根的生长^[5]。

多效唑是一种植物生长延缓剂。近年来,多效唑已广泛应用到草莓^[6]、洋葱^[7]、欧李^[8]、铁皮石斛^[9]等植物的生根培养中。适宜浓度的多效唑对试管苗的壮苗生根和提高移栽成活率等方面具有良好的效应。本研究发现,适宜浓度的多效唑(0.5 mg/L)也有利于怀地黄试管苗的壮苗生根,在此浓度下形成的根粗短健壮,地上部分生长也较为旺盛,叶色浓绿,株型紧凑且有较多的腋芽。

综合比较 NAA、IBA 和多效唑的效果,发现 NAA 和 IBA 对生根有促进作用,但壮苗效果不明显,植株相对比较细弱,节间较长,而多效唑对壮苗和生根都有明显的促进作用,因此,0.5 mg/L 应为怀地黄试管苗最佳生根培养基多效唑的添

加浓度。

参考文献:

- [1] 薛建平,葛德燕,张爱民,等. 地黄组织培养研究进展[J]. 中国中药杂志,2003,28(12):1114-1117.
- [2] 王英,于丽丽,刘志文. 不同水源和碳源对脱毒马铃薯快繁的影响[J]. 河南农业科学,2011,40(5):148-151.
- [3] 孔萌萌,周根余. 芦笋组织培养生根技术[J]. 上海师范大学学报,2006,35(2):91-94.
- [4] 田伟伟,赵君. 怀地黄试管苗的快繁体系研究[J]. 安徽农业科学,2012,40(5):2693-2695,2698.
- [5] 彭峰,陈嫣嫣,郝日明,等. 彩色马蹄莲组培苗壮苗生根及移栽措施研究[J]. 江苏农业科学,2008(1):126-128.
- [6] 崔广荣,刘云兵,郭蕾娜. 草莓增殖和生根壮苗培养基的筛选[J]. 中国农学通报,2003,19(6):210-212,215.
- [7] 徐启江,李玉花,陈典. PP₃₃₃ 对分蘖洋葱试管苗增殖和生根的影响[J]. 植物生理学通讯,2004,40(3):314-316.
- [8] 钟士传,刘琳. 欧李试管苗生根与移栽技术的研究[J]. 西北农业学报,2005,14(4):86-88,109.
- [9] 蒙爱东,王东兰,胡东南,等. 多效唑对铁皮石斛试管苗培养的影响[J]. 安徽农业科学,2009,37(15):6856-6857,6980.

饲料中分别添加 20、80、320 mg/kg 的 10% 加丽素黄,分别记为 B₁、B₂、B₃; 试验饲料 C: 在基础饲料中分别添加质量分数为 0.5%、2%、8% 的螺旋藻, 分别记为 C₁、C₂、C₃; 试验饲料 D: 在基础饲料中分别添加 50、200、800 mg/kg 的虾青素, 分别记为 D₁、D₂、D₃。

1.2 方法

1.2.1 饲养管理 试验鱼在水族箱中暂养 1 周,用基础饲料投喂。挑选健康且体色较一致的鱼,将其放入水族箱(70 cm × 58 cm × 49 cm)中,持续充氧。每组 24 尾,2 个平行。空腹 2 d 后,用基础饲料暂养 1 周,再用试验饲料喂养。每天于 09:00、16:00 饱食投喂各 1 次,水温 25 ~ 28 ℃,试验周期 30 d。

1.2.2 色度的测定 投喂增色饲料前,应用比色扇对鱼体进行比色,作为参照,其结果见表 1。在试验始末,对每组试验鱼的背鳍、尾鳍、鳃盖和体表等着色部位进行比色。试验过程中,评估人员保持一致。试验中所用比色扇为德国巴斯夫公司提供。

表 1 试验前各组鱼体各部位体色

组别	不同着色部位的色度			
	背鳍	尾鳍	鳃盖	体表
A(对照)	7.85 ± 0.56	8.56 ± 0.65	6.78 ± 0.56	4.85 ± 0.13
B ₁	7.58 ± 0.15	8.19 ± 0.78	6.85 ± 0.71	4.56 ± 0.58
B ₂	7.15 ± 0.47	8.32 ± 0.27	6.72 ± 0.49	4.72 ± 0.21
B ₃	7.65 ± 0.28	8.45 ± 0.38	6.28 ± 0.09	4.91 ± 0.34
C ₁	7.31 ± 0.35	8.67 ± 0.31	6.38 ± 0.27	4.63 ± 0.10
C ₂	7.81 ± 0.69	8.94 ± 0.43	6.59 ± 0.35	4.58 ± 0.24
C ₃	7.29 ± 0.43	8.26 ± 0.24	6.81 ± 0.64	4.93 ± 0.15
D ₁	7.43 ± 0.18	8.35 ± 0.55	6.75 ± 0.48	4.54 ± 0.83
D ₂	7.38 ± 0.90	8.58 ± 0.49	6.82 ± 0.51	4.82 ± 0.45
D ₃	7.64 ± 0.73	8.74 ± 0.19	6.36 ± 0.38	4.67 ± 0.29

表 2 不同加丽素黄添加量对鱼体各部位体色的影响

组别	不同着色部位的色度			
	背鳍	尾鳍	鳃盖	体表
A(对照)	7.83 ± 0.56aA	8.58 ± 0.65aA	6.54 ± 0.56aA	4.75 ± 0.13aA
B ₁	10.79 ± 0.46bB	10.91 ± 0.56bB	9.75 ± 0.30bB	8.21 ± 0.29bB
B ₂	11.54 ± 0.38bB	11.21 ± 0.45bB	10.79 ± 0.27bcBC	9.63 ± 0.37cC
B ₃	12.38 ± 0.27bB	12.20 ± 0.41bB	11.79 ± 0.31cC	10.50 ± 0.33dC

注:同列数据后标有不同小写、大写字母者表示在 0.05、0.01 水平上差异显著。表 3、表 4 同。

表 3 不同螺旋藻添加量对鱼体各部位体色的影响

组别	不同着色部位的色度			
	背鳍	尾鳍	鳃盖	体表
A	7.83 ± 0.56aA	8.58 ± 0.65aA	6.54 ± 0.56aA	4.75 ± 0.13aA
C ₁	11.25 ± 0.43bB	11.41 ± 0.48bB	10.37 ± 0.47bB	9.62 ± 0.39bB
C ₂	11.79 ± 0.33bB	12.58 ± 0.40bB	11.08 ± 0.36bB	10.00 ± 0.35bB
C ₃	14.50 ± 0.18cC	14.67 ± 0.13cC	14.79 ± 0.11cC	13.62 ± 0.24cC

2.4 虾青素不同添加剂量效果比较

由表 4 可知,随着饲料中虾青素含量的增加,锦鲤体色逐渐加深。D₁ 组(除尾鳍外)、D₂ 组、D₃ 组锦鲤各部位体色高于对照组 ($P < 0.01$); D₃ 组各部位体色高于 D₁ 组、D₂ 组 ($P < 0.01$); D₁ 组、D₂ 组间背鳍和尾鳍体色差异极显著 ($P < 0.01$),而鳃盖和体表的体色差异不显著 ($P > 0.05$)。

1.2.3 数据处理 试验采用“平均数 ± 标准误”表示,用 SPSS 16.0 进行方差分析,有显著性差异的再进行 Duncan’s 法多重比较组间差异。

2 结果与分析

2.1 体色观察结果

由表 1 可知,试验前各组锦鲤个体部位体色差异不显著 ($P > 0.05$)。试验初期,对照组锦鲤体色各部位大多为黄色;试验结束时,其体色变化不明显,与初期较一致,有部分个体体表褪色。试验组 B 锦鲤个体为黄色,体色随着时间的增加而逐渐加深;试验结束后,其体色随着加丽素黄添加量的增加而逐渐变深,由黄色逐渐变为金黄色、橙黄色,主要表现在黄色加深和色泽的增强。试验组 C 和试验组 D 锦鲤体色变化相近,锦鲤体色鲜艳,随试验时间的增加而逐渐加深,由黄色逐渐变为金黄色、橙黄色、橙红色或红色;螺旋藻或虾青素的含量越高,其体色加深越明显,且比对照组鲜艳、有光泽。

2.2 加丽素黄不同添加剂量效果比较

由表 2 可知,随着饲料中加丽素黄添加量的增加,锦鲤的背鳍、尾鳍、鳃盖和体表的色素含量不断升高,色度逐渐加深。B₁ 组、B₂ 组、B₃ 组锦鲤各部位色度高于对照组 ($P < 0.01$); B₁ 组与 B₂ 组、B₂ 组与 B₃ 组锦鲤的背鳍和鳃盖体色差异不显著 ($P > 0.05$); B₁ 组、B₂ 组、B₃ 组间体表色度差异显著 ($P < 0.05$),但尾鳍体色差异不显著 ($P > 0.05$)。

2.3 螺旋藻不同添加剂量效果比较

从表 3 可知,随着饲料中螺旋藻含量的上升,锦鲤体色逐渐加深。C₁ 组、C₂ 组、C₃ 组锦鲤各部位色度高于对照组 ($P < 0.01$); C₃ 组锦鲤背鳍、尾鳍、鳃盖和体表色度高于 C₁ 组、C₂ 组 ($P < 0.01$); C₁ 组、C₂ 组各部位差异均不显著 ($P > 0.05$)。

3 讨论

3.1 不同增色剂的添加量

鱼类的体色是由鱼体色素细胞的量、分布区域、色素细胞内色素颗粒的状态以及虹彩细胞中反光体的反光能力决定的^[2]。色素细胞是由类胡萝卜素含量决定的,与鱼类生理状

表 4 不同虾青素添加量对鱼体各部位体色的影响

组别	不同着色部位的色度			
	背鳍	尾鳍	鳃盖	体表
A	7.83 ±0.56aA	8.58 ±0.65aA	6.54 ±0.56aA	4.75 ±0.13aA
D ₁	10.25 ±0.42bB	9.46 ±0.52aA	9.20 ±0.49bB	9.58 ±0.45bB
D ₂	11.83 ±0.44cC	11.96 ±0.51bB	10.41 ±0.48bB	10.29 ±0.58bB
D ₃	14.79 ±0.11dD	14.91 ±0.83cC	14.75 ±0.13cC	14.75 ±0.13cC

态和环境因素密切相关。鱼体本身虽不能合成类胡萝卜素，但是人为通过光照和药物浸泡能改变其体色^[3]，这种方法持续时间较短，对鱼体伤害较大。

在饲料中添加增色剂，能较好地促进鱼体的增色效果，是一种安全可靠的方法^[4]。在观赏鱼饵料中应用的增色剂主要是藻类、虾蟹类壳物、植物提取物、微生物发酵产物和人工合成色素等，这些增色剂的功能物质都属于类胡萝卜素及其衍生物。国内外将增色剂用于养殖观赏鱼历史悠久。用添加富含虾青素的法夫酵母饲料喂养金鱼和日本对虾，能有效加深其体色^[5-6]。同时，用添加类胡萝卜饲料喂养花玛丽 2 个月，其体色明显变色^[7]。螺旋藻中含有胡萝卜素，也能使鱼类增色^[8]。

加丽素黄是人工合成的一种着色剂，螺旋藻是具有促生长、增强免疫和改善体色等多功能的饲料添加剂，虾青素在国外观赏鱼类养殖中应用较为普遍。本试验分别添加不同含量的加丽素黄、螺旋藻和虾青素，以探讨 3 种增色剂对锦鲤体色的影响。B 组的试验结果表明，饲料中添加加丽素黄能加深锦鲤的体色，主要表现为黄色的加深和光泽鲜艳；在试验阶段，锦鲤体色随加丽素黄添加量的增加而加深，饲料中加丽素黄添加 80 mg/kg 最合适，虽然 320 mg/kg 效果好于 80 mg/kg，但差异不显著且成本更高。C 组试验结果表明，饲料中添加螺旋藻能使锦鲤体色显著改变，随着添加量增加，体色变橙红，虽然 0.5% 和 2% 间差异不显著，但 8% 增色效果显著高于前者，本研究中螺旋藻添加量 8% 效果最好。这与“在饲料中添加 5% 或 10% 的螺旋藻粉投喂黄带鳞”的结果^[9]相似；本试验结果显示，随着螺旋藻投喂量的增加，锦鲤体色越来越鲜艳，体质较投喂加丽素黄效果更好。D 组试验结果表明，与螺旋藻一样，随着虾青素的投喂量增加，锦鲤体色逐渐鲜艳，且在饲料中添加 800 mg/kg 虾青素效果最好。本研究中通过肉眼观察增色饲料对锦鲤体色的影响发现，3 种增色剂均能改变锦鲤体色，体色逐渐变色而富有光泽，且高浓度效果好于低浓度，而对照组由于未添加任何增色成分，体色有所消褪。加丽素黄能使锦鲤体色变黄或金黄，而螺旋藻和虾青素使锦鲤鱼体变红，因此螺旋藻和虾青素对锦鲤增色效果好于加丽素黄。

3.2 影响增色部位着色效果的因素

鱼类体色的变化包括形态学体色变化和生理学体色变化。部位不同，体色通常不同，这与鱼类遗传特性、环境变化、饵料生物以及生理状态等因素有关^[10]。

在锦鲤的增色试验中发现，3 种增色剂对其体表各部位着色效果不同。锦鲤个体有的部位着色较深，有的较浅，如腹

部，这种现象说明鱼类的遗传特性起关键作用^[11]。本试验选取体色易观察的部位如背鳍、尾鳍、鳃盖和体表等进行色度测定。结果表明，试验前鱼体着色部位色度由深到浅依次为尾鳍 > 背鳍 > 鳃盖 > 体表，试验末对照组体色变化不明显，而添加加丽素黄、螺旋藻和虾青素的试验组体色变化显著，各部位体色均加深。其中，尾鳍和背鳍最深，鳃盖其次，体表最浅，这可能与鱼体各部位的体色生理学变化密切相关。饲料的营养组成是影响着色效果的主要因素。一般来说，鱼类对螺旋藻和虾青素的消化率较高^[12]，这与本研究结果相近。

4 结论

采用添加加丽素黄、螺旋藻和虾青素等 3 种增色剂的饲料投喂锦鲤，分析其对锦鲤体色的影响。结果表明，螺旋藻和虾青素沉积色素能力高于加丽素黄，因而效果较好。因此，制定观赏鱼着色饲料配方时要充分考虑增色剂与其他营养成分的相互作用，才能高效利用增色剂的价值。

参考文献：

[1]王占海,王金山,姜 仁. 金鱼的饲养与观赏[M]. 上海:上海科学技术出版社,1993:183-186.

[2]黄永政. 鱼类体色研究进展[J]. 水产学杂志,2008,21(1):89-94.

[3]贺国龙,刘立鹤. 鱼类体色成因及其调控技术研究进展:下[J]. 水产科技情报,2010,37(3):115-120.

[4]王贤刚. 斑鳅体色变化观察[J]. 重庆水产,2003(3):30-31.

[5]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.

[6]郑美娟. 虾青素在海生动物中的应用[J]. 中国饲料,2005(3):33,36.

[7]向 泉,曾学润. 类胡萝卜素对花玛丽体色影响的最适量研究[J]. 渔业现代化,2000(3):16-18.

[8]何培民,张江江,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.

[9]李志琼,汪开琉,杜宗君. 改善水产品体色的类胡萝卜素[J]. 科学养鱼,2001(5):41-42.

[10]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.

[11]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):138-143.

[12]Christiansen R, Struksnafs G, Estermann R, et al. Assessment of flesh colour in Atlantic salmon, *Salmo salar* L. [J]. Aquac Res, 1995,26(5):311-321.