

# 黄颡鱼的营养需求研究与配合饲料研发

陈曦飞 许洁 艾春香

**摘要:**黄颡鱼的营养需求研究与配合饲料的研发一直是大家关注的重点,本文综述的主要内容包括:①黄颡鱼对饲料中蛋白质、脂类、碳水化合物、蛋白能量比、维生素等的营养需求;②黄颡鱼配合饲料的研制概况;③针对黄颡鱼营养学研究以及其配合饲料研发的现状,对今后开展黄颡鱼营养与配合饲料研究提出了若干建议。

**关键词:**黄颡鱼,营养需求,配合饲料

中图分类号:S963

文献标识码:A

文章编号:1001-991X(2011)10-0048-04

黄颡鱼(*Pseudobagrus* sp)是黄颡鱼属的小型淡水经济鱼类的统称,主要种类包括黄颡鱼(*P. fulvudra-*co)、瓦氏黄颡鱼(*P. vachellii*)、光泽黄颡鱼(*P. nitidus*)、岔尾黄颡鱼(*P. eupogon*)等,分布在我国河川、湖泊、沟渠等水域中,营底栖生活,杂食性,其肉质细嫩、少刺无鳞、味道鲜美、营养丰富,深受广大养殖者和消费者青睐。经常食用,不仅使人们得到了美味的享受,还能对人体起到健身治病的作用。黄颡鱼在我国具有较大的市场,在日本、韩国、东南亚等国家也有巨大的市场潜力,是出口创汇的优良品种。自然水域中的黄颡鱼生长速度慢,上市规格小,在一定程度上影响了其市场发展。因此,大力发展其养殖势在必行。

本文简要概述黄颡鱼的营养需求与配合饲料研发的进展,以期为其营养生理、饲料配制以及进一步开展相关研究提供参考。

## 1 黄颡鱼的营养需求

### 1.1 蛋白质及氨基酸的需要量

蛋白质是维持黄颡鱼新陈代谢、正常生长、健康和繁殖的重要营养素,它不仅是机体用于生长和修复组织器官的重要物质,是酶、激素、抗体等生物活性物质的组成成分,同时也是饲料中最主要和高成本的营养素,因此,研究蛋白质营养需求已成为国内外水产动物营养首要的课题。研究表明,黄颡鱼对蛋白质的需要主要由蛋白质的品质决定,同时也受到鱼的种类、鱼体大小、生理状况、水温、池塘中天然食物的多少、饲料中非蛋白能量数量、养殖密度、养殖模式、日投饲量、评价指标以及实验条件等因素的影响。

迄今,有关黄颡鱼蛋白质营养需求研究取得了一系列应用性成果。研究表明,随着黄颡鱼个体的发育,其食性有着显著的差异,对饲料中蛋白质的需求发生了变化。通常黄颡鱼鱼苗最适蛋白质需求量为45%,最适能量需求量为14 MJ/kg。然而不同的研究者对黄

陈曦飞,厦门大学海洋与环境学院,361005,福建厦门。

许洁、艾春香(通讯作者),单位及通讯地址同第一作者。

收稿日期:2011-02-14

基金项目:国家重点基础研究发展计划项目[973计划,2009CB118702]和福建省科技重大专项“环境友好型饲料关键技术集成及其产业化开发”[2010NZ0002-2]部分资助

## 参考文献

- [1] 马飞平. 贴上“世遗”商标的青田田鱼[J]. 中国老区建设, 2008(12):56.
- [2] 周永欣, 章宗涉. 水生生物毒性试验方法[M]. 北京: 农业出版社, 1989:109-133.
- [3] 王朝晖, 尹伊伟, 林小涛, 等. 拟除虫菊酯农药对水生生态系统生态毒理学研究综述[J]. 暨南大学学报:自然科学版, 2000, 21(3): 123-127.
- [4] 曹岩, 朱邦科, 王剑伟. 四种鱼药对稀有鮡鲫的急性毒性[J]. 淡水渔业, 2010(3): 56-60.
- [5] 王凡. 氯氰菊酯对金鱼鱼种的急性毒性研究[J]. 安徽农业科学, 2009(7):3023-3024.
- [6] 谢文平, 马广智, 赖子尼. 氯氰菊酯和有机磷农药对草鱼鱼种急性及联合毒性[J]. 水利渔业, 2006(1):98-100, 103.
- [7] 高平, 陈昌福, 胡琼予, 等. 不同条件下高效氯氰菊酯对鲫的急性毒性研究[J]. 淡水渔业, 2007(2):35-38.
- [8] 陈宇锋, 郑惠东. 溴氰菊酯对日本对虾的急性毒性及积累试验研究[J]. 福建水产, 2010(3):20, 31-34.
- [9] 冷春梅, 陈家长, 巩俊霞, 等. 溴氰菊酯在水环境中的降解及对三种水生动物的毒性[J]. 环境保护科学, 2009(4):43-45, 53.
- [10] 向袅, 周维禄, 王小艳, 等. 溴氰菊酯对黄鳝的急性毒性实验[J]. 渔业现代化, 2000(5):16-17.
- [11] 王明学, 扶庆, 周志刚, 等. 溴氰菊酯对草鱼早期发育阶段的毒性效应[J]. 水利渔业, 2000(6):39-40.

(编辑 沈桂宇 guiyush@126.com)

颡鱼幼鱼饲料中的适宜蛋白质水平研究结果各不相同,如 37%、32%、8.46%~44.35%、35%~45%、39.49%~44.5%、39.73%、41.74%~43.38%、35.58%~40.60%、38%、45%~50%、42.9%~43.5%;中成鱼饲料中蛋白质营养需求量约为 38%左右。可见黄颡鱼的最适蛋白质含量应在 38%~45%之间。此外,不同蛋白源及动植物蛋白比对黄颡鱼的生长与健康影响显著。采用豆粕分别替代饲料中 0%(对照组)、30%、50%和 70%的鱼粉 4 种等氮、等能饲料投喂黄颡鱼的研究表明,黄颡鱼的生长率、饲料转化率和蛋白质沉积率随豆粕替代鱼粉水平的增加而显著降低( $P<0.05$ ),但 30%试验组与对照组相比差异不显著( $P>0.05$ );试验组黄颡鱼体内 ATP 活性、SOD 和溶菌酶活性显著低于对照组 ( $P<0.05$ ),各试验组黄颡鱼体内 ATP 活性差异不显著( $P>0.05$ ),70%试验组黄颡鱼体内 SOD 活性和溶菌酶活性显著低于其他组。对均重为 11.4 g 黄颡鱼饲料中动植物蛋白比的研究结果表明,以鱼粉、豆粕为动、植物蛋白源,当饲料蛋白质水平为 42.5%、动物性蛋白质含量占 67%时,黄颡鱼生长最快,对饲料利用效率最好;当黄颡鱼鱼种饲料中的蛋白质含量为 45%、动植物蛋白比为 6:4 时,能满足其对氨基酸的营养需求,有助于提高饲料效率。

蛋白质营养价值的高低不仅取决于其含量多少,还取决于其所含必需氨基酸的数量和比例。确定养殖动物对氨基酸的需要量,简单易行的方法是分析动物体内必需氨基酸含量。若饲料的氨基酸谱和养殖动物体内的氨基酸谱相近,则该饲料为良好饲料。至今,有关黄颡鱼饲料中氨基酸适宜含量的研究较为缺乏,但对黄颡鱼肌肉氨基酸分析的结果可以为配合饲料氨基酸的含量与平衡提供理论参考。根据不同学者分别对武汉黄颡鱼、鄱阳湖黄颡鱼和广西桂江黄颡鱼(每 100 g 肌肉干样)中氨基酸含量的测定资料,计算出各种必需氨基酸在配合饲料中的适宜含量范围分别是(%) :精氨酸 1.81~2.32、组氨酸 0.73~0.94、异亮氨酸 1.42~1.82、亮氨酸 2.52~3.25、苏氨酸 1.36~1.75、缬氨酸 1.36~1.74、蛋氨酸 0.79~1.02、苯丙氨酸 1.27~1.63、赖氨酸 2.91~3.74、色氨酸 1.42~1.83。可见配合饲料中的氨基酸含量最高的是谷氨酸,最低的是胱氨酸。在必需氨基酸中,含量最高的是赖氨酸,而一般饲料原料中,特别是植物性饲料中赖氨酸含量少,因此在配制饲料时要注意增加赖氨酸含量高的动物性饲料的用量。

## 1.2 脂类的需要量

脂肪是鱼类能量的主要来源,它在鱼类繁殖、生

长、对各种环境因素变化的适应以及对维持有机体生理生态平衡起着重要作用。鱼类对脂肪有较高的消化率,加之鱼类对碳水化合物利用率较低,因此脂肪就成为鱼类的重要能量来源。饲料中脂肪含量不足或缺乏,可导致鱼类代谢紊乱,饲料蛋白利用率下降,同时还可发生脂溶性维生素和必需脂肪酸缺乏症。但脂肪含量过高,又会导致鱼体脂肪沉积过多,抗病力下降,同时也不利于饲料的贮藏和成型加工。研究表明,使用粗蛋白含量为 44.35%的饲料饲养 6 g 左右的黄颡春片鱼种,其饲料中脂肪适宜的含量为 7%~8%。在池塘养殖条件下,黄颡鱼饲料中粗脂肪含量在 5%~8%或为 7%~9%。以鱼油/豆油(1:1, W/W)为脂肪源,配制脂肪含量为 5.21%、7.23%、9.27%、11.31%、13.33%、15.37%的半纯化饲料,投喂体重约 8 g 的黄颡鱼 40 d 的结果表明:当脂肪含量 $<11.31%$ 时,鱼体的相对增重率、饲料转化率、蛋白质效率与脂肪含量呈正相关,当脂肪含量 $>11.31%$ 时,鱼体的相对增重率、饲料转化率、蛋白质效率与脂肪含量呈负相关;肝体比和肌肉渗出损失随着脂肪添加量的增加而持续上升。综合各项指标,确定黄颡鱼饲料脂肪的最适含量为 11.31%。饲料脂肪含量对瓦氏黄颡鱼(*Pelteobagrus vachelli* Richardson) 幼鱼生长和鱼体着色影响的研究结果表明,饲料脂肪含量为 4.17%~9.99%,饲喂瓦氏黄颡鱼幼鱼 6 周和 10 周时其特定生长率和饲料效率随饲料脂肪水平的升高而升高,脏体比、腹脂率随脂肪水平升高而升高。饲喂叶黄素饲料 5 周后,瓦氏黄颡鱼皮肤叶黄素含量不再升高,达到稳定,适量脂肪的添加能够提高叶黄素的利用率,饲料中 7.02%脂肪可以满足瓦氏黄颡鱼幼鱼体着色的需要,脂肪含量过高影响鱼体着色;着色好的瓦氏黄颡鱼体色至少能保持 7 周不褪色。饲料脂肪水平对瓦氏黄颡鱼皮肤酪氨酸酶活力和黑色素无影响。瓦氏黄颡鱼仔稚鱼从开口摄食到孵化后 20 d 期间饲料中的脂肪含量为 11.1%~15.1%有助于其生长发育。有关黄颡鱼脂肪的营养需求,不同的学者得出的结果各异,但黄颡鱼饲料中脂肪适宜含量为 7%~8%时涵盖量最大。在进行黄颡鱼饲料配方设计时,饲料中的脂肪含量可以考虑为 5%~9%。脂肪酸对鱼类的免疫功能产生显著的影响,黄颡鱼摄食的饲料中亚油酸、亚麻酸占总脂肪酸的 18.48%~21.62%时,其免疫力较强。

磷脂能有效促进黄颡鱼仔稚鱼生长,提高饲料效率,增加存活率;同时,磷脂能够维持黄颡鱼仔稚鱼细胞膜的完整性,降低自由基对生物膜的过氧化损伤,提高机体抗氧化系统活力和 ATP 酶活性,处于成长

期的仔稚鱼体内细胞高速增殖,自身合成的磷脂不能满足需要,因此,饲料中应适量添加磷脂。研究表明,14日龄和21日龄的黄颡鱼仔稚鱼的体长、体重、日增重、体重相对增长率随饲料中磷脂添加量的增加而提升,认为黄颡鱼仔稚鱼的配合饲料中磷脂添加量为6%。

### 1.3 碳水化合物的需要量

碳水化合物是鱼类重要的能量来源,也是较便宜的能量物质,且有助于饲料的制粒和成形。碳水化合物缺乏时,鱼就把蛋白质作为主要的能量来源。在饲料中添加适量的碳水化合物,可以节约蛋白质的消耗、增加脂肪的积累。鱼类对碳水化合物的利用能力不高,而且碳水化合物的来源不同,其利用率不同。鱼类对单、双糖的消化率较高,淀粉次之,纤维素最差,有不少鱼类不能利用纤维素。在鱼类营养学上,温水性鱼类饲料中碳水化合物的适宜含量为30%,冷水性鱼类为21%。研究表明,饲料中总糖含量为33%~41%时黄颡鱼的生长状况最佳,与肉食性鱼类相似。以粗蛋白含量为38.54%的饲料饲养1冬龄黄颡鱼鱼种时,5%的粗纤维含量,其饵料系数较低。黄颡鱼成鱼养殖专用配合颗粒饲料中碳水化合物含量为20%~23%,粗纤维含量为5%~6%。研究表明,当饲料中粗蛋白质含量为36%、碳水化合物含量为24%~36%、蛋白能量比为24~28.2 mg/kJ蛋白时,黄颡鱼幼鱼的生长佳、饲料利用率高,碳水化合物表现出了节约蛋白质效应。也有研究表明,黄颡鱼幼鱼饲料较适合的无氮浸出物含量为33%~41%,粗纤维含量为1.5%。

### 1.4 能量和能量蛋白比

黄颡鱼日粮能量水平是影响其正常生长、发育的重要营养因素之一。黄颡鱼对能量的需求实质上概括了对日粮蛋白、脂肪、糖类三大营养物质的总需求。黄颡鱼为了维持正常的生命活动和生长,需要日粮具有适宜的能量水平。只有黄颡鱼在能量需求获得满足的前提下,各种营养物质才能发挥营养生理作用,否则,即使这些营养物质在日粮中能够满足需要,仍然会导致黄颡鱼生长不良。但是,日粮中能量水平亦不宜过高,否则同样会影响鱼类正常生长。因此,在配合饲料中,合理的能量/蛋白质配比是提高动物对蛋白质利用能力、降低饲料成本的重要途径。有关黄颡鱼饲料中的能量蛋白比研究较少。据报道,体重5~6g的黄颡鱼饲料中适宜蛋白含量为44.35%,适宜能量需求量为16.01 MJ/kg,适宜能量蛋白比为(35.4~36.4) MJ/kg;体重为(11.65±0.85)g的黄颡鱼配合饲料中适宜的蛋白质含量为37.58%~39.02%,适宜的能量蛋白比(C/P)为

(38.29~39.23) kJ/g蛋白;体重为(4.7±0.6)g的黄颡鱼幼鱼配合饲料中的适宜蛋白质含量为41.47%~43.38%,最佳能量蛋白比为40.1 MJ/kg;体重为(12~80)g的黄颡鱼饲料中适宜蛋白含量为38.78%,适宜能量需求量为13.19 MJ/kg,适宜能量蛋白比为34.52 MJ/kg;体重为0.2~2g阶段的黄颡鱼饲料中最适蛋白质和能量需求量分别为45.00%、14.00 MJ/kg,最适能蛋白比为31.74 MJ/kg;2.0~20g的黄颡鱼饲料中最适蛋白质和能量需求量分别为40.00%、13.00 MJ/kg,最适能蛋白比为32.31 MJ/kg。黄颡鱼幼鱼饲料的总能适宜值为19.89~20.06 MJ/kg,适宜能量蛋白比为46.35~52.93 kJ/g。也有研究表明,蛋白质含量为36%,饲料的适宜蛋白能量比为24~28.2 mg/kg蛋白时,黄颡鱼幼鱼生长良好,饲料转化率高。综上所述,设计黄颡鱼幼鱼的饲料配方,注重适宜的能量蛋白比,不仅可以提高饲料利用效率,降低成本,改善养殖效果,而且可提高黄颡鱼的生产性能及减少因某些能量蛋白比失调引发的疾病的发生。

### 1.5 维生素和无机盐的需要量

维生素是维持黄颡鱼健康、正常繁殖、促进黄颡鱼生长发育必需的营养物质。黄颡鱼对维生素的需要量受个体大小、年龄、生理状态、生长率、性成熟阶段、疾病、水温、水质和养殖模式等因素的影响。维生素缺乏时,除导致鱼厌食、增重减慢、死亡增加外,还会出现缺乏症。试验和生产实践证明,黄颡鱼需要VB<sub>1</sub>、VB<sub>2</sub>、VB<sub>6</sub>、VB<sub>12</sub>、泛酸、烟酸、生物素、叶酸、胆碱和维生素C等水溶性维生素及A、D、E和K等脂溶性维生素。制约黄颡鱼对维生素需要量的因素很多,如生长阶段、饲料组成、养殖模式等。生长速度快的阶段,黄颡鱼对维生素的需要量相对高一些,因此黄颡鱼稚幼鱼对维生素的需要量比较高。黄颡鱼鱼种饲料中维生素C的最适含量600~800 mg/kg,且包膜维生素C的效果优于磷酸酯维生素C,这与其具稳定性且进入机体后缓释及蛋白酶活性和免疫力高有关。黄颡鱼鱼体色研究表明,在饲料中添加一定量的金黄素和金菊黄饲喂两个月后可显著改善黄颡鱼体色,添加加丽素红改善鱼体体色效果不理想;此外,在饲料中使用玉米、玉米蛋白和虾壳粉饲料原料可维持鱼体体色。有关黄颡鱼饲料中维生素的营养需求研究较少,在配制饲料时可以参考温水性鱼类的维生素需要量进行配制。

关于矿物质的营养作用是多方面的,如作为渗透压的调节物质、作为酶的辅助因子参与酶的作用、作为生物电子传递物质、作为骨骼的主要组成物质等。

综合分析,矿物质主要表现为作为生理活性物质、结构组织物质参与鱼体的正常生理活动而起作用。在保证鱼类健康养殖和营养平衡的要求下,对于养殖鱼类应该满足其快速生长、提高对饲料利用率。鱼体应能够保持正常的生理状态,具有正常的抗病和抗应激能力,鱼体各部位协调生长发育而保持正常的体型。因此,对不同矿物质的营养需求主要应包括矿物质元素种类的满足,每种矿物质元素数量的满足和各种矿物质元素之间比例的平衡,即种类、量和平衡比例的需要。

黄颡鱼所需要的矿物质中常量元素主要有Ca、P、Na、Mg、K,微量元素主要有Cu、Fe、Mn、Zn、I、Se等。每100g黄颡鱼(肌肉干样)中含粗灰分5.57g、钙39.58mg、磷187mg、铜0.33mg、锌5.33mg、铁4.75mg、锰3.03mg、硒747.06mg。尽管黄颡鱼能从水环境中通过鳃、体表、肠道等直接吸收矿物质,但集约化养殖模式下,远不能满足其对矿物质的营养需求。许多元素需要从饲料中进一步得到补充,然而迄今,有关黄颡鱼的矿物质营养需求研究很少。黄颡鱼饲料中无机盐的适宜含量为1%~2.5%。黄颡鱼幼鱼饲料中P含量为0.89%时其生长性能较好。黄颡鱼幼鱼饲料中Cu含量为3.13~4.24mg/kg时其生长性能较好。有研究表明,投喂含Cu 6.5mg/kg、Fe 80mg/kg、Mn 30mg/kg、Zn 90mg/kg的饲料,黄颡鱼的生长和免疫效果最佳。

## 2 黄颡鱼配合饲料研发

黄颡鱼配合饲料一般采用鱼粉、虾糠、豆粕、菜粕、酵母粉、无机盐、多维、植物油等原料科学配制而成,可以生产成沉性料或浮性料,其质量的关键在于原料质量,故应该严格把握原料采购、库管和出厂检验关,重点监测饲料原料的过氧化值。在饲料生产过程中严禁使用发霉、氧化变质的原料,氧化酸败的饲料不但会改变黄颡鱼体色,重则导致其发病死亡。根据黄颡鱼营养需求以及其配合饲料实际应用效果,建议黄颡鱼前期养殖配合饲料蛋白含量39%~45%,粗脂肪含量5%~8%;后期养殖配合饲料的蛋白含量32%~38%,脂肪7%~9%即可。此外,由于黄颡鱼口裂较大,饲料粒径要相应加大,以粒径2.0mm的颗粒料作为开口饲料,成鱼料粒径可达到5mm以上。采用沉性硬颗粒配合饲料要求颗粒在水中要有15min的稳定性,使用浮性配合饲料会更好提高饲料利用率,促进黄颡鱼健康养殖产业的发展。

## 3 开展黄颡鱼营养研究与配合饲料研发的若干建议

随着黄颡鱼人工繁育技术的突破,多种养殖模式的开发,其养殖已经得到了较大的发展。在其苗种解

决以后,黄颡鱼是否能成功进行大规模的养殖,关键在于是否能研发出配方合理、工艺先进的安全、高效和环境友好型系列配合饲料,以满足大规模养殖的需要。目前有关黄颡鱼的营养需求研究已取得一定进展,如开展了蛋白质需求量研究,但尚未开展氨基酸的营养需求研究;其次,黄颡鱼对必需脂肪酸、碳水化合物的需要量研究很少;再次,黄颡鱼对维生素和矿物质的营养需求研究仅见零星报道。为此,今后应大力加强各种养殖黄颡鱼的营养生理和营养需求研究,以促进其优质化、系列化、专门化配合饲料的开发,进而推动黄颡鱼规模化养殖业健康、稳定和持续发展。

### 3.1 继续开展黄颡鱼属各主要养殖品种的蛋白质、脂肪、碳水化合物、维生素和矿物质营养生理、营养需求和蛋白能量比研究,特别是微量必需营养素营养生理和营养需求的研究,建立氨基酸平衡模式,同时制定黄颡鱼营养标准,以期为其系列配合饲料研发提供科学数据。

3.2 开发新的饲料蛋白源、脂肪源和碳水化合物源,以期开发出营养均衡且成本较低的安全、高效和环境友好型的黄颡鱼系列配合饲料。

3.3 大力开展各种养殖模式下的黄颡鱼营养需求参数研究,合理设计季节饲料配方,同时开展其营养生态学研究,减轻黄颡鱼养殖的自身污染,为生产出环境友好型配合饲料提供理论支持。

3.4 深入开展黄颡鱼营养与其免疫关系之间的研究,以期通过营养调控手段提高鱼体自身的免疫抗病力,减少化学合成药物的使用,生产出无公害黄颡鱼产品;同时,大力开发绿色免疫添加剂,以提高黄颡鱼的养殖成活率。

3.5 开展饲料营养与黄颡鱼营养品质关系的研究,以营养手段提高黄颡鱼营养品质。

3.6 开展饲料营养与黄颡鱼内分泌关系的研究,探讨营养与黄颡鱼体色的相关性。同时,大力开展黄颡鱼营养生态学研究,丰富其营养学研究内容。

3.7 系统开展黄颡鱼早期营养需求研究,强化生物饵料营养,开发出开口饵料和早期饲料,并深入、系统地研究其摄食习性,为其系列配合饲料研发提供基础参数。

3.8 开展黄颡鱼系列配合饲料加工工艺研究,生产出能满足其摄食习性和消化生理的安全、高效和环境友好型配合饲料。同时,加强投喂技术体系研究,以提高摄食率及饲料效率,减轻养殖自身污染。

(参考文献38篇,刊略,需者可函索)

(编辑 沈桂宇 guiyush@126.com)