

# 军曹鱼的养殖生物学特性及营养需求

艾春香 厦门大学海洋与环境学院

中图分类号: S965.3 文献标识码: B 文章编号: 1002-2813(2004)02-0041-04

军曹鱼 (*Rachycentron canadum* Linnaeus), 亦称海鲷、竹五、海鲤、海竺鱼, 隶属鲈形目, 军曹鱼科, 军曹鱼属。它是热带和亚热带海域的肉食性洄游鱼类, 野生军曹鱼寿命可达 15 年, 主要分布于大西洋、印度洋和太平洋(东太平洋除外) 等沿岸海域及港湾, 我国沿海亦有分布, 但产量较低, 巴基斯坦、菲律宾、墨西哥等为主要捕捞生产国。军曹鱼具有个体大、生长快(养殖半年可达 1~2 kg, 1 年可达 3~5 kg, 2 年可达 10 kg)、产量高、易于驯化摄食人工饲料、抗病力强、肉厚质细、味鲜美、且无肌间刺骨(是作生鱼片的上好材料)、营养价值高、经济效益佳等特点。随着军曹鱼人工繁殖和大规模育苗技术的突破以及养殖技术的科技进展, 军曹鱼已成为了海水网箱养殖中最有养殖前景的一种鱼类。在此, 简要介绍军曹鱼的养殖生物学特性及营养需求, 以期为进一步开展军曹鱼的相关研究提供参考, 为推动其健康养殖积累资料。

## 1 养殖生物学特性

### 1.1 对环境的适应性

军曹鱼为热带或亚热带的暖水性海水鱼类, 不耐低温。研究表明, 其胚胎发育的适宜水温为 24~31; 生存的适宜温度为 10~35, 最适生长温度为 25~32, 水温升至 36, 虽有摄食行为, 但已开始死亡, 10 以下摄食减少或不摄食, 3 以下处于冻害边缘。因此, 军曹鱼到冬季要注意越冬安全。

军曹鱼也是广盐性的海水鱼类, 在盐度为 4~35 时有明显的索饵活动。研究表明, 盐度在 35 以下, 以每日 1 的速度升高, 盐度升至 40 时, 摄食减半; 43 时仅有微弱的摄食行为; 47 时开始死亡。盐度由 30 直接降至 5 时, 不致于立即死亡, 尚有摄食行为。盐度在 5 时以每日降 1 的速度降至 3, 无摄食行为, 并开始死亡。长时间在超高盐度或超低盐度生活, 可能导致其生长迟缓或抵抗力低下。较大的军曹鱼对低盐度的忍耐力较低, 盐度低于 8 时, 即没有摄食活动。当作为食用鱼养殖时, 海水盐度应保持在 10 以上为宜。

### 1.2 肉食性

军曹鱼为肉食性海水鱼类。研究表明, 在自然海区, 较小的军曹鱼主要以虾、蟹和头足类为食, 约占食物总量 80%, 其次为鱼类。全长 1 m 以上的军曹鱼, 则以鱼类为主, 占食物总量 80%。在人工养殖条件下, 军曹鱼可完全驯化摄食人工颗粒饲料。

军曹鱼摄食过程中表现出残食习性, 其体型大小如果过于悬殊, 或投饵不足, 会造成严重残食现象, 导致产量下降, 影响养殖效益。因此, 在养殖过程中发现个体大小参差不齐时, 即要筛选, 把不同大小的个体分开饲养, 同时保证投饵的数量和适口性也是减少军曹鱼残食有效的技术措施。

此外, 军曹鱼不耐饥饿, 因其无鳔, 必须不断地游动保持身体平衡状态, 体力消耗比有鳔类多, 摄食量大, 为极怕饥饿的鱼类, 饥饿太久会降低抵抗力, 由小到大的军曹鱼均出现该现象。只是较大的个体

收稿日期: 2003-10-14

# 水产养殖

耐饥饿时间长,所以必须投喂足够的适口饲料。

## 1.3 耗氧量高

军曹鱼由于生长速度快,体型大,故耗氧量亦高,水流交换不良的内湾或池塘,不适宜养殖至较大个体。耗氧量经试验平均体重为 0.5 g 的鱼苗,水温 30 ℃ 时,耗氧量为 1.08 mg/(g·h),致死溶氧量为 1.7 mg/L;水温 28 ℃ 时,耗氧量为 0.86 mg/(g·h),致死溶氧量为 1.5 mg/L。一般情况下,水温较高时,耗氧量和致死溶氧量相应提高;个体愈大,耗氧量亦提高。由此可见,养殖军曹鱼要求水体水质清新,溶氧丰富。

## 1.4 生殖习性

### 雌雄特征及成熟最小体型

在生殖季节,军曹鱼雌鱼背部黑白相间的条纹会变得更为明显,腹部尤其突出,而成熟雄鱼条纹不明显或消失,腹部较小。但完全从体色上来判断雌雄有时不一定准确,尚须辅以体形来判定之。网箱养殖的军曹鱼,性成熟年龄各地有所不同,湛江地区为 2 龄,雄鱼体重 7 kg 以上,雌鱼体重 8 kg 以上。相对怀卵量为约 16 万粒/kg 体重;卵为球型,卵粒较小,平均卵径 1.24 mm,卵中有单个油球(油球平均直径为 0.45 mm)。

### 产卵季节

在自然海区,军曹鱼为多次产卵鱼类,生殖期较长,在美国东海岸的北墨西哥湾海域,4—10 月份均可发现成熟亲鱼。在我国台湾南部地区,2 月底至 5 月为产卵高峰,往后有零星产卵,直至 10 月。产卵适宜温度为 24~29 ℃。

## 2 军曹鱼的营养需求

尽管军曹鱼的养殖已有一段历史,市场上也有军曹鱼的配合饲料出售,但由于有关其营养需求的系列研究还较少,目前开发的军曹鱼配合饲料主要是采用比较营养学的方法,参照其他肉食性海水养殖鱼类的营养需求研制而成的,难以真正满足军曹鱼各生长发育阶段的营养需求。为此,加强军曹鱼各生长发育阶段营养需求研究,开发其系列全价配合饲料,将有助于推动军曹鱼养殖业的健康发展。

## 2.1 蛋白质和氨基酸以及蛋白能量比

蛋白质不仅是构成军曹鱼组织器官不可缺少的物质,而且还是其机体内许多生物活性物质,如酶、激素和抗体等的组成成分,同时也是饲料成本中开支最大的成分。此外,饲料中蛋白质作为能量利用时将伴随有氮的排泄而影响水质。因此,国内外学者均将军曹鱼的蛋白质营养需求作为首选的重要课题进行研究。Chou 等(2001)采用饲养试验的方法,以饲料蛋白质效率,饲料系数、鱼的增重率为评判指标,研究了初始体重为 33 g 的军曹鱼幼鱼蛋白质营养需求。结果表明,维持军曹鱼最大生长速度的饲料蛋白质含量 44.5%,与维持其他海水养殖鱼类最佳生长速度的蛋白质含量基本一致。军曹鱼作为一种洄游性肉食性海水鱼类,在自然界主要以鱼类、虾类以及乌贼为主要食物,这种肉食行为影响了它对蛋白质的需求量。

已有研究表明,鱼类对蛋白质的需求实质上是对氨基酸和寡肽的需求。鱼类从饲料中获得的蛋白质,最终被消化成肽、氨基酸等小分子化合物才能被吸收转化为鱼体本身的蛋白质。尽管目前尚未见到军曹鱼氨基酸营养需求的报道,但对其肌肉氨基酸组成与含量的分析可为军曹鱼氨基酸营养需求提供参考。李刘东等(2002)研究发现,体重分别为 1.6、3.4 和 4.9 kg 的 3 个不同生长阶段军曹鱼肌肉氨基酸组成比例相差不大;组成军曹鱼机体的氨基酸中,赖氨酸、亮氨酸、精氨酸、组氨酸、异亮氨酸、蛋氨酸、苯丙氨酸、苏氨酸、色氨酸和缬氨酸为必需氨基酸。对军曹鱼而言,其肌肉的第一限制氨基酸是含硫氨基酸(蛋氨酸和胱氨酸),其氨基酸分[氨基酸分=待评蛋白质氨基酸含量(mg·gN<sup>-1</sup>)/FAO 评分模式的氨基酸含量(mg·gN<sup>-1</sup>)]和化学分[化学分=待评蛋白质氨基酸含量(mg·gN<sup>-1</sup>)/鸡蛋蛋白质的氨基酸含量(mg·gN<sup>-1</sup>)]分别为 1.00 和 0.57,其他各必需氨基酸的氨基酸分均大于 1.00,化学分均大于 0.75,根据食物蛋白质中最低氨基酸分为该蛋白质得分的评分原则,军曹鱼肌肉氨基酸评分为 1.00 分(即 100 分)。表明军曹鱼肌肉蛋白质的必需氨基酸组成,接近人体的氨基酸需求模式(FAO 模式),是一种较为

平衡的优质蛋白质。军曹鱼肌肉的必需氨基酸中赖氨酸的含量最高,其氨基酸分和化学分值分别为1.74和1.34。军曹鱼用于机体增长的必需氨基酸来源于饲料。参照军曹鱼机体的氨基酸组成设计对应的饲料配方,而后在养殖实践中加以检验和进行修正,是一种既方便又可能得到良好配方的合理方法。

饲料中最适蛋白质的需求量还受饲料中蛋白能量比的影响。能量高的饲料可以增加饵料中蛋白质的利用率。谭北平等(2001)探讨了平均体重(3.39 ± 0.08)g的军曹鱼幼鱼饲料中最适蛋白能量比。试验采用蛋白质水平(38,44和50%)和脂肪水平(8,12和16%)正交设计配制而成9种蛋白能量比(P/E比)变动范围为22.8~34.5 mg/kJ的试验饲料,在海水盐度30~34,水温(28 ± 2)的聚乙烯网箱(2.5 m × 1.5 m × 1.3 m)中饲养军曹鱼幼鱼56 d。结果表明,各处理间幼鱼的成活率变动范围为72.8%~81.4%,无统计学上差异(ANOVA, P > 0.05)。其中饲喂蛋白质含量为50%、脂肪含量为16%、蛋白能量比(P/E比)为30.9 mg/kJ饲料(P<sub>50</sub>L<sub>16</sub>)的军曹鱼表现出最高特定生长率。P<sub>44</sub>L<sub>12</sub>(P/E比,28.2 mg/kJ)处理组表现出与P<sub>50</sub>L<sub>16</sub>处理组相当的生长率,同时蛋白质效率、饲料效率以及净蛋白质利用率等指标显著高于其余处理。蛋白质含量为38%的饲料处理组,军曹鱼的生长率和饲料效率最低。生化成分分析显示,军曹鱼肌肉的蛋白质和脂肪含量分别随饲料中蛋白质和脂肪水平的上升而增加,但各处理间肌肉水分维持相对稳定。由此可见,在该试验条件下,军曹鱼幼鱼饲料中最适蛋白质、脂肪水平和蛋白能量比分别为44%、12%和28.2 mg/kJ。但至今对军曹鱼的蛋白能量比的研究尚不系统,今后需大力加强这方面的工作。

## 2 脂肪

脂肪是维持作为军曹鱼生长、发育、存活、健康和繁殖的能源物质和营养素,在其生命活动过程中发挥着多种生理功能,如是细胞膜的主要成分之一,能为军曹鱼提供能量,有助于脂溶性维生素的吸收和在体内的运输;提供鱼类必需的脂肪酸;可以作为

某些激素和维生素的合成材料;节省蛋白质,提高饵料蛋白利用率等。因此为军曹鱼提供适量的脂肪将有助于其健康生长发育,然而不同生长发育阶段的军曹鱼对脂类、脂肪酸的营养需求不同,不同脂肪源和饲料组成也会影响军曹鱼脂肪的营养需求量。至今,有关军曹鱼脂肪的营养需求研究还不够。Chou等(2001)研究发现,维持军曹鱼最大生长速度的饲料脂肪含量为5.76%。而谭北平等(2001)的研究表明,平均体重(3.39 ± 0.08)g的军曹鱼幼鱼脂肪的含量为12%时,幼鱼的生长最好。在许多海水鱼类中,脂肪的含量在20%以内,一般都有非常理想的结果。然而,饲料中脂肪含量过高不仅会引起消化能和粗蛋白之间比例的不平衡以及脂肪在肝脏和组织中的积累(但因为大多数养殖的军曹鱼都作为生鱼片而消费,通过提高饲料中脂类的含量可以用来增加肌肉中脂肪的含量),而且会造成饲料加工的困难。因此实际生产中,军曹鱼商品饲料中粗脂肪的含量均在16%以下。

除了其他脂肪酸外,海水鱼对饲料中含有0.8%~2.0%的EPA(二十碳五烯酸)和DHA(二十二碳六烯酸)有良好的生长反应。Chou等(2001)试验中的脂肪来源于鱼粉、乌贼油和鱼油,这些海产鱼油的EPA和DHA的含量都在20%左右。由于脂肪的含量在大于5.76%时对军曹鱼的生长没有什么影响,由此推测军曹鱼对EPA和DHA的需求量也是在0.8%~1.2%范围之内。

有关军曹鱼对碳水化合物、维生素和矿物质的营养需求尚未见报道。但根据比较营养的理论,军曹鱼对碳水化合物的营养需求估计也在20%~30%之间。同时,有学者认为,在军曹鱼的饲料中添加适量的β-纤维素,对蛋白质的利用有促进作用,但没有详细的报道。

至于军曹鱼维生素需求也可以参照同属同食性鱼类的营养需求,但今后应加紧研究,弄清楚军曹鱼维生素的营养生理作用及其营养需求量。军曹鱼和其他动物一样,其维生素适宜营养需求量受生长发育阶段、生理状态、饲料组成和品质、环境因素以及营养素间的相互关系等影响,较难准确地确定。

# 水产养殖

虽然至今尚未见到军曹鱼矿物质营养需求的研究报道,但对其肌肉矿物质分析表明,军曹鱼肌肉中含有许多重要的矿物元素,除了钾、钠、磷、钙和镁之外,铁、锌、铜、锰和硒在军曹鱼肌肉中一应俱全,与几种食物和鱼类相比,军曹鱼肌肉的钾、钠和磷含量较高。

## 3 人工配合饲料

目前养殖军曹鱼主要是采用小杂鱼,少量投喂配合饲料,这对提高军曹鱼养殖经济效益,减少资源浪费,减轻养殖污染和防止病害发生是不利的,故必须改变投饲模式。为了提高军曹鱼养殖经济效益,一般要以高密度、集约化的方式开展健康养殖,而高密度精养系统缺乏天然饵料生物,必须人工投喂量足质优的饲料,为此,大力开发能满足军曹鱼蛋白质、脂类、碳水化合物、维生素和矿物质等营养需求的系列全价配合饲料势在必行。研究表明,饲喂高蛋白、高油脂的沉性或浮性配合饲料,能满足军曹鱼生长发育的生理需求,并能取得良好的养殖效果。然而要生产出这种优质饲料,饲料成本过高。因此,今后要在饲料原料及配方组成上进行改进,并改良加工工艺,从而降低饲料成本,提供养殖效益。

近年来,许多饲料厂致力开发无公害饲料及添加特殊原料(如免疫多糖、寡糖等免疫增强剂)的水产饲料,这种饲料营养全面、易消化、且促使军曹鱼快速成长及增加其对疾病的抵抗力。

## 4 军曹鱼养殖生物学与营养需求研究的若干建议

目前,军曹鱼的养殖发展很快,但对其养殖生物学及其营养需求研究与配合饲料研制工作远远滞后于军曹鱼养殖产业的发展,其养殖生物学和营养学研究缺乏系统性、系列化,许多方面还是空白,如摄食生态学、必需氨基酸和寡肽营养需求,这不利于其规模化、集约化养殖产业的发展,也不利于其系列配合饲料的研制开发。为此,今后应大力加强军曹鱼

养殖生物学及其营养生理和营养需求研究,以促进其养殖管理科学化和系列优质配合饲料的开发,推动其养殖产业的发展。

4.1 系统开展军曹鱼养殖生物学基础研究,特别是养殖生态学的研究,以期为军曹鱼养殖的日常管理提供理论指导;

4.2 大力开展军曹鱼的蛋白质、脂肪、碳水化合物、维生素和矿物质营养生理、营养需求和能量代谢等系列研究,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。营养需求研究要系列化、系统化和准确化,以便为制定军曹鱼的营养标准提供准确的数据,开发出系列配合饲料,并尽可能降低饲料成本;

4.3 大力开展养殖模式(如网箱养殖、陆上工厂化养殖等)与营养需求之间的关系研究,以获得各种养殖模式下的营养需求参数,同时开展营养生态研究,减轻军曹鱼养殖的自身污染,为生产出低污染饲料提供理论支持;

4.4 深入开展营养与免疫关系之间的研究,以期通过营养调控手段提高鱼体的免疫抗病力,减少化学合成药物的使用,生产出无公害军曹鱼产品,同时,大力开发绿色免疫添加剂,以提高军曹鱼的养殖成活率;

4.5 大力开展军曹鱼营养与品质之间关系的研究,以期通过营养措施调控军曹鱼肌肉品质,从而提高军曹鱼鱼片的质量;

4.6 开展军曹鱼各阶段饲料的形状和大小的研究,以提高饲料效率;开展军曹鱼配合饲料加工工艺研究,生产出能满足军曹鱼摄食习性和消化生理的颗粒饲料。同时,加强投喂技术研究,提高摄食率;

4.7 加强军曹鱼越冬饲料或抗冻饲料的研究开发工作,以提高越冬成活率和经济效益。

通讯地址:福建厦门 361005