

罗非鱼的营养需求与饲料

吴锐全

(中国水产科学研究院珠江水产研究所, 广州 510380)

罗非鱼是原产非洲的热带性鱼类,隶属于鲈形目、丽鱼科的一大类群,有约 100 种。以生殖习性为主要分类依据,罗非鱼被分成 3 属,即筑巢辅幼的 *Tilapia* 属、双亲口腔辅幼的 *Sarotherodon* 属和雌体口腔辅幼的 *Oreochromis* 属。目前国内普遍养殖(或用作亲本)的尼罗罗非鱼、奥利亚罗非鱼和莫桑比克罗非鱼均属于 *Oreochromis* 属。罗非鱼具有生长快、食性杂、病害少、适应性强(除耐低温能力外)等特点,目前已成为世界上养殖最为广泛的鱼类之一。我国是罗非鱼养殖大国,产量居世界首位,2001 年产量达 67 万多吨。我国的南方地区由于气候适宜,罗非鱼的养殖迅速发展,特别是广东省,2001 年罗非鱼产量达 27 万多吨,占全国罗非鱼总产量 67 万吨的 40%。罗非鱼已成为我国南方地区重要的淡水养殖品种之一。

一、食性

虽然大部分罗非鱼的鳃耙短而疏,但却能有效地摄食浮游植物,甚至很细小(直径小于 5 μ) 的绿藻也能摄食。罗非鱼在摄食微小的食物颗粒时,是通过口腔中的粘液腺分泌的粘液把食物颗粒粘在一起,或者是通过长于最外端的鳃弓上的微刺的过滤作用。在自然条件下,罗非鱼的食物主要由浮游植物、浮游动物、底栖生物和有机碎屑等组成。在养殖条件下,罗非鱼可摄食粉状、颗粒状等各种形态的人工饲料。

二、营养需要

1、能量

能量不是营养物质,它是由碳水化合物、脂肪和蛋白质(氨基酸)在体内氧化而释放的。鱼类和其它动物一样,要维持生命就需要能量进行能量代谢。在设计饲料配方时,必须考虑饲料中能量与蛋白质的平衡问题。能量不足或过高都会影响鱼类的生长。当饲料中能量不足时,饲料中本该用于生长的蛋白质就会作为能量被消耗掉;而当饲料中能量过高时,则会降低鱼类的摄食

量,减少了蛋白质或其它重要营养物质的摄入,从而影响到鱼类的生长。一般鱼类饲料的能量蛋白比在 8.5~12.5 kcal/g 蛋白质之间,罗非鱼饲料的适宜能量蛋白比为 9.71 kcal/g 蛋白质。

2、蛋白质和必需氨基酸

蛋白质是一切生命的物质基础,是维持鱼体生命和活动所必需的营养物质,在生命活动中起着重要的作用。鱼肉干物质中蛋白质大约占了 70%,因此鱼类一生中需要不断地得到蛋白质用于维持生命活动和生长。在组成饲料的主要成分中,蛋白质的价格是最高的,饲料蛋白质含量的高低相对决定了饲料的成本。根据研究结果,在没有任何天然饲料营养的条件下,罗非鱼鱼苗阶段获得最佳生长要求饲料蛋白质含量 50%左右,当罗非鱼长到 30 g 时,对饲料蛋白质含量的要求下降到 35%,个体较大的罗非鱼对饲料蛋白质含量的要求在 25%~35%之间。研究显示,与投喂蛋白质含量为 25%的饲料相比,投喂蛋白质含量为 32%的饲料罗非鱼具有较快的生长速度、较低的饲料系数和较高的成活率。一般来说,罗非鱼饲料的蛋白质含量为 25%~32%。

尽管蛋白质需要量是营养研究的一项重要指标,但在配制饲料时,以氨基酸需求量作依据则更为精确。鱼类对蛋白质的需要,实际上是对氨基酸的需要,尤其是对必需氨基酸的需求。因为蛋白质不能被鱼类直接利用吸收,必须在消化酶的作用下使蛋白质逐次分解成氨基酸后,通过肠道进入血液才能被鱼类机体所吸收。饲料中必须提供足够、平衡的各种必需氨基酸,以保证鱼类的快速生长和避免必需氨基酸不必要的浪费。虽然鱼类可在体内合成非必需氨基酸,但如果饲料中也提供相应数量的非必需氨基酸,则可以节约为合成非必需氨基酸所需要消耗的能量。一般来说,鱼类饲料中必需氨基酸和非必需氨基酸的比例是 4:6。罗非鱼同其它鱼类一样,同样需要 10 种必需氨基酸。

尼罗罗非鱼的必需氨基酸需求见表 1。

表 1 尼罗罗非鱼的必需氨基酸需求 (饲料蛋白质%)

氨基酸	需求量	氨基酸	需求量
精氨酸	4.20	蛋氨酸 + 胱氨酸	3.22
组氨酸	1.72	苯丙氨酸 + 酪氨酸	5.54
异亮氨酸	3.11	苏氨酸	3.75
亮氨酸	3.39	色氨酸	1.00
赖氨酸	5.12	缬氨酸	2.80

3、脂肪和必需脂肪酸

脂肪是鱼类生命活动中所需的能量和生长发育所需的必需脂肪酸的重要来源。同时,脂肪能促进脂溶性维生素的吸收,增加饲料的适口性,减少颗粒饲料在水中的散失。在饲料中适量添加脂肪可起到节约蛋白质的作用。根据研究结果,罗非鱼饲料中脂类的适宜含量为 6.2%。一般罗非鱼饲料中脂肪的适宜含量为 4%~6%。

淡水鱼类的必需脂肪酸为亚油酸(C18:2n-6)或/和亚麻酸(C18:3n-3)。根据研究结果,罗非鱼的必需脂肪酸为 n-6 系列的亚油酸。在罗非鱼饲料中,添加亚油酸含量高的植物油比添加亚麻酸含量高的鱼油,罗非鱼生长得更好。罗非鱼饲料中亚油酸的适宜含量为 0.5% (尼罗罗非鱼)和 1% (红腹罗非鱼)。

4、碳水化合物

碳水化合物是供给鱼类生命活动所必需的、来源最为广泛且最经济的能源。在配合饲料中如果能合理地使用碳水化合物,将会有效地降低饲料成本。但鱼类不能像畜禽那样有效地利用碳水化合物,其利用率的高低又随着鱼的种类及食性而有差异。饲料中过量的碳水化合物会转化为脂肪积蓄于体内,影响肝脏的新陈代谢功能,导致鱼类肝脏的损坏,形成脂肪肝。罗非鱼为杂食性鱼类,饲料中碳水化合物的适宜范围在 30%左右。研究显示,在饲料中添加铬(三氧化二铬、烟酸铬等)能显著促进罗非鱼对葡萄糖的利用。

由于鱼类的消化系统结构简单,缺乏纤维素分解酶,所以对纤维素的利用能力非常低,饲料中的纤维素对鱼类几乎不提供任何营养物质。但是,粗纤维在水产饲料营养中还是具有一定的作用。纤维素作为饲料的填充物质,可使饲料中的营养成分得到稀释,增大了营养物质与消化系统的接触面积,而且纤维素能刺激消化道的蠕动和消化酶的分泌,有助于蛋白质、脂肪和碳水化合

物等营养物质的消化吸收。但如果饲料中纤维素含量过高,会导致消化抑制,影响鱼类的正常摄食。罗非鱼饲料中粗纤维含量应控制在 8%以内。

5、维生素

维生素是一类需求量甚微,但却是维持鱼类正常生长、繁殖和健康所必需的活性物质。维生素对鱼类来说,一般在体内不能合成或合成数量较少,不能充分满足机体需要,所以必须经常由食物中供给。如果饲料中缺乏维生素,会使体内某些酶活性失调,导致代谢紊乱,影响某些器官的正常机能,使生长减慢,机体的抗病能力下降,严重时将出现维生素缺乏症,甚至死亡。因此饲料中必须添加维生素。

一般来说,确定维生素需要量的试验是在实验室鱼类最适生长的条件下采用精制饲料梯度法(将基础饲料中维生素去掉)进行,求得的维生素需要量也只是最低需要量。由于在实际生产中,鱼类会面对养殖密度、水温、溶氧和病害等各种各样的应激环境,而各种应激的环境条件都会使鱼类对维生素的需要量增加。所以实用饲料中维生素的添加量应该是在池塘、网箱或流水养殖条件下鱼类生长最快和最健康时的添加量。考虑到饲料在加工和贮存过程中维生素的损失,实用饲料中维生素的添加量一般都要比试验所得到的数据要高出许多,通常为最低需要量的 2 倍以上。

到目前为止,有关罗非鱼维生素需要量的研究不多。研究显示,罗非鱼对维生素 C、维生素 E、维生素 B2 和泛酸的需求量分别为 50 mg/kg 饲料、50~100 mg/kg 饲料、6 mg/kg 饲料和 10 mg/kg 饲料。在配制罗非鱼饲料时,维生素的添加量可参考一般温水性鱼类饲料。

6、矿物质

矿物质是维持鱼类生命所必需的物质,它在鱼类营养上的作用是不能被忽视的。虽然鱼类可

以通过鳃和皮肤直接从水环境中吸收所需的部分矿物质,特别是钙、镁、钠、钾、铁、铜、锌、硒等元素,但是用去掉某种矿物质的饲料饲养鱼类时,鱼类也往往会出现异常。这说明单靠从水中吸收难以满足鱼类对矿物质的营养需求。如果饲料中缺乏某种矿物质,会影响到鱼类的生长,甚至出现缺乏症。

另一方面,各种饲料原料中都或多或少地含有各种矿物元素,但其含量和营养价值却差异较大。一般的情况是,动物性饲料(如鱼粉等)中含有的矿物质比较丰富且容易被鱼类消化吸收,尼罗罗非鱼对白鱼粉中的磷的利用率为 65%;而植物性饲料往往缺乏钙,磷的含量虽然高,但大部分都是以难以被鱼类消化利用的植酸磷形式存在。因此,在配制饲料时,植物性原料中的矿物质含量一般是不考虑的。

至今为止,对罗非鱼的矿物质需求研究仍非常有限。研究显示,在饲料中除去磷,罗非鱼的增重、饲料系数和蛋白质效率都受到显著的影响,集约化养殖的罗非鱼因使用缺乏矿物质的饲料导致生长缓慢、甚至出现缺乏症的例子时有发生。由此表明,罗非鱼饲料中需要添加矿物质。一般认为,罗非鱼需要一般鱼类所必需的矿物质,可以肯定地说,罗非鱼饲料按斑点叉尾鮰对

矿物质的需求量来添加,就能满足罗非鱼对矿物质的需求。尼罗罗非鱼获得最大生长对饲料磷的需求在 0.9%以下,适宜的钙磷比为 1:1.0~1:1.5。

三、饲料

1、饲料配方

目前我国的罗非鱼配合饲料有 2 种形态,一种是普通沉性颗粒饲料,另一种是浮性膨化饲料。在生产普通颗粒饲料时,调质温度最好控制在 85 ~ 95 之间,使饲料调质充分,糊化度好,水中稳定时间较长,饲料外形光滑美观。生产膨化饲料时,最好采用超微粉碎,使 80%以上原料通过 80 目筛,这样生产出的饲料不但外形美观,而且有助于罗非鱼的消化吸收。无论是普通颗粒饲料还是膨化饲料,其直径大小基本上在 2.0~5.0 间。

生产上普遍使用的罗非鱼饲料是沉性颗粒饲料。美国大豆协会推荐的罗非鱼全价饲料配方见表 2。该饲料的营养成分近似值为:粗蛋白质 32%,粗脂肪 6%,有效磷 0.8%,可消化能 2800 kcal/kg 饲料(9.0 kcal/kg 粗蛋白质)。

表 2 罗非鱼全价饲料推荐配方

原料	用量/吨饲料	维生素 预混料	用量/吨饲料	矿物质 预混料	用量/吨饲料
鱼粉	100kg	维生素 A	550 万 IU	硫酸铜	20g
豆粕	400kg	维生素 D	200 万 IU	硫酸亚铁	200g
面粉	225kg	维生素 E	5 万 IU	碳酸镁	50g
米糠	140kg	维生素 K	10g	碳酸锰	50g
棉籽粕	52kg	维生素 B ₁	20g	碘化钾	10g
菜籽粕	50kg	维生素 B ₂	20g	硫酸锌	60g
豆油	20kg	维生素 B ₆	20g	氯化钠	5g
维生素预混料	1.5kg	维生素 B ₁₂	1g	碳酸钴	1g
矿物质预混料	1kg	烟酸	100g	亚硒酸钠	2g
磷酸二氢钙	10kg	泛酸	50g		
		氯化胆碱(70%)	550g		
		叶酸	5g		
		生物素	1g		
		肌醇	100g		
		维生素 C(包膜或磷酸酯)	0.5kg		

2、饲料投喂

罗非鱼是无胃的杂食性鱼类,其消化道一次性能容纳食物的量较少,食物在消化道里停留的时间也较短,因此,每天多次投饲有利于加快罗

非鱼的生长。表3列出不同规格罗非鱼的日投饲率和投饲次数。但在实际生产中,有时候限于人力、物力和时间等因素,每天实际投饲的次数会比应该投喂的次数要少些。

表3 罗非鱼的日投饲率(体重%)和投饲次数(次/天)推荐表

鱼平均体重(g)	投饲率(体重%)	投饲次数
25	4.5	3
50	3.7	3
75	3.4	3
100	3.2	3
150	3.0	2
200	2.8	2
250	2.5	2
300	2.3	2
400	2.0	2
500	1.7	2
600	1.4	2

