

## 鳗鲡的营养需求研究与配合饲料质量评价

王晓娟 艾春香

鳗鲡(*Anguilla* sp)是鳗鲡属鱼类的统称,在分类学上隶属于硬骨鱼纲(Osteichthyes)、鳗鲡目(Anguilliformes)、鳗鲡科(Anguillidae)、鳗鲡属(*Anguilla*),为肉食性鱼类,广泛分布于全球热带、亚热带和温带地区,其成鱼平时生活于淡水中,接近性成熟时在秋季大批降河入海。鳗鲡肉质鲜美、营养丰富、肉多刺少、经济价值高,已成为主要名特优养殖种类之一。鳗鲡属的种类很多,全球现存19种和亚种,主要养殖品种有日本鳗鲡(*A. japonica*)、欧洲鳗鲡(*A. anguilla*)、美洲鳗鲡(*A. rostrata*)、澳洲鳗鲡(*A. australis*)、花鳗(*A. marmorata*)和太平洋双色鳗鲡(*A. bicolor*)6种,尤以日本鳗鲡和欧洲鳗鲡养殖最为广泛、产量最高。经过近30多年的发展,我国现已成为世界上鳗鲡养殖产业化程度最高的国家之一,并构建了集鳗苗捕捞、培育、成鳗养殖、饲料生产、鳗鲡加工、出口贸易和配套服务为一体的完整产业链。“标准化、规模化和产业化”鳗鲡健康养殖的物质基础是优质配合饲料,研发优质配合饲料的基

础之一是其营养需求的研究。本文简要概述鳗鲡营养需求及其配合饲料质量评价的研究进展,以期为相关研究积累资料,为安全高效环境友好型鳗鲡系列配合饲料的开发与推广应用提供指导。

### 1 鳗鲡的营养需求

#### 1.1 蛋白质与氨基酸的营养需求

##### 1.1.1 蛋白质的营养需求

蛋白质不仅是鳗鲡用于机体生长和修复组织器官的重要物质,也是酶、激素、抗体等生物活性物质的组成成分,是饲料中最重要的营养素之一,若配合饲料中蛋白质含量不足、缺乏或过量,均会影响鳗鲡的正常生长、健康和繁殖。研究表明,鳗鲡对蛋白质的营养需求主要由蛋白质品质决定,同时受到鳗鲡种类、生长阶段、生理状况、水温、饲料组成、养殖密度、养殖模式、日投饲量、投食率和投食频率等因素的影响。国内外有关鳗鲡蛋白质的营养需求主要研究成果见表1。

表1 鳗鲡蛋白质营养需求

种类	生长阶段	需求量(%)	指标	资料来源
日本鳗鲡	幼鳗	44.5	增重、饲料系数	Arai等(1971、1972); Nose等(1972)
	玻璃鳗、幼鳗	44.3	增重率、特定生长率、饲料效率和蛋白质效率	Okorie等(2007)
欧洲鳗鲡	幼鳗	30~48	增重、饲料系数	Spannhof等(1977); Degani等(1984、1985); Arai等(1986)
	玻璃鳗	48	增重、成活、饲料系数	Rodriguez等(2005)
美洲鳗鲡	幼鳗	47	增重、饲料系数	Tibbetts等(2000)
澳洲鳗鲡	幼鳗	50	增重率、饲料系数和蛋白质效率	De Silva等(2001)
	幼鳗	43.5	增重、饲料系数	Kenan等(2005)

Higuera等(2000)研究表明,维持欧洲鳗鲡最佳生长性能的日蛋白质适宜水平为1.4 g/100 g体重。De Sliva等(2000)研究澳洲鳗鲡对豆粕粉(soybean meal)、鲨鱼肉粉和肉粉的消化率结果表明,澳洲鳗鲡对鲨鱼

肉粉的干物质消化率和表观消化率最高,分别为(73.1±1.58)%、(87.5±1.27)%,其次为豆粕粉(soybean meal),肉粉的最低。Luzzana等(2003)研究发现,当欧洲鳗鲡配合饲料中豆粕替代25%的鱼粉是不合适的。Tibbetts等(2000)研究显示,欧洲鳗鲡饲料中蛋白质水平影响水质,过多的饲料蛋白质将作为能量消耗,并因氨氮的分泌而导致养殖水质污染。Engin等(2001)研究表明,随着饲料中蛋白质含量的增加,其氨氮和尿氮分泌显著升高,影响水体中的氨氮含量。Engin等(2005)研究表明,饲料中分别采用玉米面筋粉、豆粕、肉粉取

王晓娟,厦门大学海洋与环境学院,361005,福建厦门。

艾春香(通讯作者),单位及通讯地址同第一作者。

收稿日期 2010-04-26

★ 公益性行业(农业)科研专项(nyhyzx07-043)部分资助

代 23% 的鱼粉不影响澳洲鳊生长,而采用 23% 的羽豆粉取代鱼粉则显著影响其生长。Engin 等(2006)研究饲料中蛋白质对澳洲鳊幼鳊生长影响的结果发现,幼鳊生长率由高到低依次蛋白质含量为 45%、35%、55% 和 25%,低蛋白/低能量饲料的效率高于高蛋白/高能量的饲料效率,同时研究发现,饲料中的脂肪和碳水化合物具有良好的节约蛋白效应。

根据鳊随着个体的生长,其蛋白质需求量逐渐降低的特点,综合已有研究结果,并参考国内相关企业鳊配合饲料厂家标准及台湾省鳊配合饲料标准,建议将 SC1004—2004《鳊配合饲料》标准中的鳊粉状配合饲料的粗蛋白水平降低为:白仔鳊饲料 $\geq 45.0\%$ 、黑仔鳊饲料 $\geq 42.0\%$ 、幼鳊饲料 $\geq 40.0\%$ 、成鳊饲料 $\geq 38.0\%$ 。由于粉状配合饲料使用了不含粗蛋白质的淀粉作粘合剂,而膨化颗粒配合饲料使用约 25.0%~30.0% 的面粉作粘合剂,其粗蛋白含量约 14.0%,所以相同配方生产的膨化颗粒配合饲料的蛋白质约高粉状配合饲料 2.5%~3.0%。膨化颗粒配合饲料的摄食量比粉状配合饲料略低 15%,故营养设计值要求略高,且膨化颗粒配合饲料本身属环保型饲料,浪费少且对水质污染少,饵料系数低,且高品质鱼粉粗灰分低、粗蛋白质高,使用高品质鱼粉生产的膨化颗粒配合饲料粗蛋白质含量相应会提高,故膨化颗粒配合饲料的蛋白质水平定为:幼鳊饲料 $\geq 43.0\%$ 、成鳊饲料 $\geq 40.0\%$ 。

### 1.1.2 氨基酸的营养需求

饲料中合理的氨基酸配比对鳊的蛋白质营养非常重要。与其它鱼类一样,鳊的必需氨基酸是精氨酸、组氨酸、异亮氨酸、亮氨酸、赖氨酸、蛋氨酸、苯丙氨酸、苏氨酸、色氨酸和缬氨酸等 10 种 (Arai 等, 1972)。研究表明,鳊对各种必需氨基酸的最低需要量(以饲料蛋白质含量的百分数表示)为:精氨酸 4.2%、组氨酸 2.1%、异亮氨酸 4.1%、亮氨酸 5.4%、赖氨酸 5.3%、蛋氨酸 3.2%(胱氨酸为 0%) 和 2.4%(胱氨酸为 2.7%)、苯丙氨酸 5.6%(酪氨酸为 0%) 和 3.2%(酪氨酸为 5.3%)、苏氨酸 4.1%、色氨酸 1.0% 和缬氨酸 4.1% ,必需氨基酸缺乏时,鳊比其它鱼类更为敏感。

林浩然等(2005)研究表明,日本鳊配合饲料中添加半胱胺盐酸盐能有效的促进其生长,且有效的添加量为 270 mg/kg 或者较低些。

### 1.2 能量的需求

欧鳊的能量需要受很多因素的影响,主要来自于日粮能蛋比、水流速度、个体大小、饲养水平、溶氧量

和饲养密度等因素。据研究表明:欧洲鳊的日粮能蛋比为 9.0 kJ/g 蛋白质;消化能为 17.56 MJ/kg;日粮代谢能以 12.5~15.1 MJ/kg 为宜(Tibbetts 等,2000),美洲鳊饲料中适宜可消化蛋白质(DP)和可消化能量(DE)比为 22.1 g/MJ(Tibbetts 等,2001)。

### 1.3 脂肪和必需脂肪酸的营养需求

脂肪是维持鳊生长、健康和繁殖的重要能源物质,也是鳊必需脂肪酸的重要来源,饲料中添加一定量的脂肪有利于鳊的生长、健康和节约饲料蛋白质,同时能促进脂溶性维生素的吸收。Degani(1986)研究表明,饲料中添加 5%~10% 禽类油脂比饲料中添加 5%~10% 的豆油能更好地促进欧洲鳊玻璃鳊生长。Gunasekera 等(2002)研究了澳洲鳊对鳕鱼油、亚麻油和向日葵籽油的表观消化率,结果表明,鳊对油脂有较高的利用能力,对 3 种油脂的消化率分别达到 (95.6 $\pm$ 0.2)%、(90.2 $\pm$ 0.6)% 和 (94.9 $\pm$ 0.2)%。De Silva 等(2001)采用蛋白含量分别为 40% 和 50%,脂肪含量分别为 15%、20% 和 25% 的 6 种饲料饲喂体重为 (5.4 $\pm$ 0.1) g 澳洲鳊幼鳊,以增重率、饲料系数和蛋白质效率为评价指标,结果表明,P50L15 饲料组的效果最好,其次是 P40L20,再次是 P40L15,脂肪对鳊具有明显的促生长作用。Luzzana 等(2003)研究发现,牛油可以替代 50% 的鱼油而对欧洲鳊的生长影响不显著,饲料中的脂源对鳊的体成分影响不显著。Agradi 等(1995)研究表明,饲料中的脂肪显著影响养殖欧洲鳊体脂。商品饲料中增加脂肪可以抑制鳊氨氮分泌,其抑制量取决于饲料中添加的脂肪类型和维生素 E 含量。在鳊饲料中添加适量的油脂后,其中一部分作为能量消耗,可明显提高饲料的可消化能量,又节约蛋白质,多余部分在体内转化成脂肪贮存起来,作为营养不足或越冬停食后的主要能量来源,尤其在越冬前投喂含脂量较高的饲料,提高鳊体内含脂量,可以减少低温期内引起的死亡。然而,由于饲料中的油脂容易氧化酸败,添加油脂一定要新鲜,否则不仅影响鳊的生长发育与健康,而且可能降低色素在鳊体内的沉积,从而影响鳊体色。脂肪过多,导致可消化能与粗蛋白质比例不平衡,脂肪在机体内过度沉积,影响鳊产品营养品质。此外,不饱和脂肪酸的自动氧化,能产生大量的化学物质,如自由基、过氧化物、氢过氧化物、醛和酮等,这些对鳊有毒,并可和饲料中的其他营养成分发生反应,而降低其营养价值。若饲料中含有氧化脂肪,其酸败味会使鳊厌食,一旦食入,鳊通常会发生背肌萎缩,肝脏变黄褐色,死亡率升高。Engin 等(2006)研究表明,饲料中的脂肪具有节约澳洲

鳗鲡蛋白质需求的功能。

综合上述研究成果得出,鳗鲡配合饲料中适宜的脂肪含量为 5.0%~15.0%。考虑到各企业的加工工艺及成品贮存问题,建议将鳗鲡配合饲料标准中的粉状配合饲料脂肪含量定为 $\geq 4.0\%$ ;膨化颗粒配合饲料脂肪含量 $\geq 6.0\%$ 。在养殖生产中,考虑到脂肪具有节约蛋白质效应,减轻养殖水体氮排放,可以适当提高脂肪含量,使用粉状配合饲料的养殖户可根据自身情况适当添加。

Takeuchi 等(1980)对鳗鲡的必需脂肪酸需求研究显示,鳗鲡对必需脂肪酸的需求是 0.5%的亚油酸和 0.5%或 1%的亚麻酸。George 等(1987)和 Giudetti 等(2001)研究表明,欧洲鳗鲡具有将饲料中不饱和脂肪酸碳链延长和去饱和的能力。饲料脂肪酸含量显著影响欧洲鳗鲡肌肉中脂肪酸含量 (McKenziel 等,2000)。饲料中的脂肪酸组成影响日本鳗鲡成鳗和卵的脂肪酸组成,特别是花生四烯酸 (ARA) 和二十碳五烯酸 (EPA)。饲料中提高玉米油的用量,显著增加鱼体和卵中的 ARA 含量,EPA 含量下降,而 DHA 含量不受饲料中脂肪酸的影响。 $n-3$  和  $n-6$  脂肪酸是维持鳗鲡繁殖必需的,且高比例的  $n-6$  和  $n-3$  不利于鳗鲡胚胎发育 (Furuita 等,2007)。缺乏必需脂肪酸时,鳗鲡会出现鳍腐烂,体色变淡,生长减缓,饲料效率降低,死亡率增加。

Maita 等(1996)研究证实,饲料中添加含有脱氧胆酸的胆汁酸饲喂日本鳗鲡,鳗鲡的食欲明显增加,体重较没有添加胆汁酸的鳗鲡增加 10%~20%,提高脂肪酶、蛋白酶和淀粉酶的活性。

#### 1.4 碳水化合物的营养需求

碳水化合物是鱼类重要的较为廉价的能量来源,且有助于饲料的制粒和成形。鱼类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。尽管作为肉食性鱼类的鳗鲡对碳水化合物的利用能力不高,但饲料中的适宜碳水化合物含量具有节约蛋白质效应 (Degani 等,1987;Engin1 等,2006),饲料中碳水化合物含量最高为 40%,蛋白质含量最低为 25%时,欧洲鳗鲡的生产性能表现良好,且蛋白质的利用率高(Hidalgo 等,1993),然而饲料中碳水化合物含量过高会引起鳗鲡肝脏肿大。在水温 27℃时,给欧洲鳗鲡饲喂含碳水化合物(玉米淀粉、葡萄糖)20%~30%的饲料,比饲喂玉米淀粉或葡萄糖 10%的鳗鲡体中脂类含量增加,而饲喂玉米淀粉 10%~30%和饲喂 10%的葡萄糖饲料时,鳗鲡肌肉中蛋白质含量变化不显著(Degani 等,1987)。

鳗鲡对经过熟化的 $\alpha$ -淀粉的利用能力较强,一般

鳗鲡粉状配合饲料中含有 20%~25%的熟化 $\alpha$ -淀粉,用作饲料的粘合剂,并作为能量来源。鳗鲡对 $\alpha$ -马铃薯淀粉的表观消化率高达 77.1%~87.7%(Takii 等,1986),欧洲鳗鲡对 $\alpha$ -马铃薯淀粉的消化率达到 96.66%(Degani,2004)。

尽管粗纤维含量较高的植物蛋白质原料因其对鳗鲡生长的影响而在鳗鲡配合饲料中应用受限,但适量的粗纤维对维持鳗鲡的生长和健康具有重要的意义。鉴于目前动物蛋白质资源(特别是鱼粉)短缺和价格高位运行,在兼顾鳗鲡配合饲料成本与其生产性能的基础上,充分利用植物性蛋白源的资源、质量与价格优势,同时参照台湾省鳗鲡配合饲料标准和大陆主要鳗鲡饲料生产厂家企业标准,建议鳗鲡配合饲料粗纤维含量为:粉状配合饲料中的白仔鳗饲料、黑仔鳗饲料和幼鳗饲料 $\leq 3.0\%$ ,粉状配合饲料中的成鳗饲料以及膨化颗粒饲料中的幼鳗饲料和成鳗饲料 $\leq 4.0\%$ 。

#### 1.5 维生素的营养需求

维生素是鳗鲡维持生命和正常生长所需的重要营养素,在机体生命活动中起着辅酶和辅基的作用,或作为代谢产物的前体,在鳗鲡生长过程中有着不可替代的作用。有关鳗鲡维生素的营养需求研究较少。一般认为,鳗鲡饲料中 VC 添加 100~350 mg/kg 时,基本上能满足鳗鲡的生理需求。Ren 等(2005)以日本鳗鲡 *Anguilla japonica* 幼鳗的生长率、组织中 VC 的含量、组织学和血清抗菌力为指标,探讨了以 VC 钙盐为 VC 源的幼鳗 VC 的适宜营养需求量。结果表明,每 1 kg 饲料中添加 VC 钙盐大于 27 mg 就能满足幼鳗健康生长的需要。测定人工催熟过程中日本鳗鲡体内 VC 和 VE 含量变动的结果表明,随着鳗鲡的性腺成熟,VC 和 VE 从肌肉向卵巢移动,卵巢中 VC 分布较多,但 VE 在卵巢中分布极少,大半分布在肌肉中(中吉川昌之,1997)。维生素不仅能维持鳗鲡正常生长与繁殖,还有助于提高其抗逆能力。欧洲鳗鲡饲料中添加 VC 多聚磷酸酯能提高欧洲鳗鲡的抗病力和抗应激力(林建斌,1997)。VC 单磷酸钠盐或钙盐均是日本鳗鲡幼鳗 VC 的良好来源,高含量的 VC 能有效地改善鳗鲡血液生化指标和提高幼鳗非特异性免疫功能(Ren 等,2007)。值得注意的是 VC 在饲料中容易受到破坏,需对其加以保护,其方法包括改进饲料生产工艺、尽可能降低生产过程中的温度、隔绝空气、避免和金属元素接触、制成稳定性较高的微囊制剂和进行化学保护等。对于维生素之间的相互作用也已引起注意,Hulon(1989)指出,在配合饲料中添加维生

素,要注意维生素间及其与其它物质间的相互作用。

维生素对维持鳊正常生长和健康具有重要的意义,但鳊的维生素的营养需求研究较少。生产实践表明,鳊对维生素的需要量比其它温水性鱼类高,鳊对维生素缺乏相当敏感,很容易出现维生素缺乏症,缺乏维生素导致鳊体色黑化,应添加适量的维生素。饲料中的维生素均衡齐全,有利于鳊体色的沉积,避免黑色化或出现古铜色。

#### 1.6 矿物质的营养需求

矿物质是构成鱼类机体组织的重要成分,起着维持组织细胞的渗透压、调节体液酸碱平衡的作用,还可作为酶的激活剂,在营养吸收中作为主动转运的载体,激活神经和肌肉的兴奋。鳊体内含有丰富的矿物质,但它们不能在体内合成,全部来自食物或外部环境,有关鳊配合饲料中矿物质的营养需求较少。鳊矿物质的吸收来源包括水中的溶解无机盐和饲料中的矿物质,一般较少见到缺乏症,但如果水中缺乏某种必需的溶解无机盐,而饲料中含量又不够的话,鳊还是会出现矿物质缺乏症。

研究和生产实践证明,鳊对矿物质的需要量比一般鱼类要高,几乎是鲑科鱼类的2倍。鳊对几种主要矿物元素的最低需要量(mg/kg)为:钙2700、磷2500~3200、镁400、铁170、锌50~100(Nose等,1979)。如果投喂缺乏钙或磷的饲料,鳊会在1周内逐渐失去食欲,生长减慢,但饲料中如含较高浓度的钙则会降低鳊对类胡萝卜素的吸收,影响其沉积效果。投喂缺乏镁和铁的饲料,鳊也会在3~4周后出现食欲减退。日本鳊对钙、磷、镁和铁的需求量是2.7、2.9、0.4和0.17g/kg。

磷是鳊体内含量最多的无机元素之一,是构成其骨骼、齿等的主要成分。磷还是磷脂、核酸、细胞膜和多种辅酶的重要成分,并直接参与细胞的各种生理生化反应。在淡水中磷含量不能满足鳊的营养需求,若鳊饲料中磷不足,将导致鳊生长、健康受到严重影响。

在鳊磷营养需求的基础上,参考鳊肌肉中无机元素的含量、台湾省鳊配合饲料标准以及国内鳊配合饲料生产厂家的企业标准,同时重视磷对水环境的污染问题,规定鳊配合饲料中总磷含量 $\geq 1.0\%$ 。

矿物质要首选螯合矿物精一类产品,鳊出现古铜色很大的影响因素就是由于矿物质的不均衡引起的,故选择矿物质平衡的多矿有利于鳊体色的改善。

## 2 鳊配合饲料的质量评价

配合饲料是“标准化、规模化和产业化”鳊养殖的物质基础,其质量不仅要满足鳊的营养需求和摄食习性,更要达到对人类、鳊和养殖环境的安全与友好,以推进鳊健康养殖持续发展,为此建立鳊配合饲料质量评价体系极为重要。本文主要从四个方面阐述鳊配合饲料质量评价体系的建立。

### 2.1 鳊配合饲料的安全质量评价标准

饲料的安全性关系到鳊产品的安全性,鳊配合饲料的安全质量评价执行《饲料卫生标准》,严格贯彻农业部1224号(2009)《饲料与饲料添加剂安全使用规范》和《日本肯定列表制度》,重点考虑如下几个方面:是否添加了违禁药物与添加剂,饲料原料中是否存在天然的有毒有害物质及其含量是否超标,是否含有害微生物及其代谢产物(如黄曲霉毒素)是否超标;饲料中的铅、汞、无机砷、镉、铬等重金属含量超标。

### 2.2 鳊配合饲料的营养质量评价标准

鳊配合饲料营养是否符合其营养标准,是否满足其各生长阶段的营养需求,是否有助于促进鳊生理健康,是否能提高养殖鳊的免疫力、抗病力、抗应激能力,饲料的诱食性和消化利用率如何,是否满足不同养殖模式、季节、地区养殖鳊的营养需求。

### 2.3 鳊配合饲料的加工质量评价标准

鳊粉状配合饲料主要从原料粉碎粒度、混合均匀度、色泽等指标考量其加工质量,鳊膨化颗粒饲料则从颗粒大小、色泽、切口和含粉率等方面来评价其加工质量。作为优质的鳊配合饲料,90%~95%的原料都需要进行微粉碎,白仔鳊饲料要求200号标准筛筛上物 $\leq 4.0\%$ ;黑仔鳊饲料要求200号标准筛筛上物 $\leq 6.0\%$ ;幼鳊饲料要求250号标准筛筛上物 $\leq 3.0\%$ ;成鳊饲料要求250号标准筛筛上物 $\leq 5.0\%$ ,颗粒大小与色泽均匀、切口整齐、耐水时间适中(大于2h)、软化时间合适(10~20min)、含粉率低于1%。

### 2.4 鳊配合饲料的质量控制

#### 2.4.1 优质原料

饲料原料质量是鳊配合饲料品质的基础。各种原料应符合国家有关法律、法规及相关标准的规定。筛选原料应该考虑的基本要素为:营养价值及营养成分的稳定性、安全性、新鲜度、原料的养殖效果、原料掺假因素、原料的加工特性、饲料配方、原料的价格性能比与市场供求的稳定性。

#### 2.4.2 科学配方

鳊饲料配方是研发其安全高效环境友好型配合饲料的关键。一个好的鳊渔用配合饲料配方,一方面要以科学的鳊营养标准为理论依据,运用

鳊营养调控理论与技术,充分满足鳊生长与繁殖的需要,提高饲料的诱食性、黏弹性(对于鳊粉状配合饲料)及其消化吸收率,饲料系数低,降低营养物质排出率,增进鳊健康、预防疾病;另一方面又要考虑鳊养殖模式、季节和地区差异,并根据鳊配合饲料生产和使用过程中会出现的各种具体情况,作出适当的调整,以开发出安全高效环境友好型鳊配合饲料。

#### 2.4.3 精细加工

饲料加工技术是发挥鳊配合饲料高效性的有效技术保障。饲料加工工艺主要是为了体现配方的思路,满足养殖动物生理生化的特点。通过精细的加工,实现提高鳊配合饲料的耐水性,减少饲料中营养物质在水中的溶失,提高营养物质的利用率,降低饲料系数,降低营养物质的加工损失等。鳊粉状配合饲料的加工要密切关注超微粉碎、混合(主要从“混合时间和混合均匀度”考量)等环节,鳊膨化颗粒配合饲料的加工要密切关注超微粉碎、混合(主要从“混合时间和混合均匀度”考量)、调质(调质水分、调质温度)、后熟化及制粒等环节。

### 3 展望

迄今,有关鳊营养需求研究及其配合饲料质量评价已取得一定进展,但大多集中在日本鳊、欧洲鳊、美洲鳊、澳洲鳊,而且研究内容主要集中在蛋白质、脂类、碳水化合物等,而对鳊的微量营养素营养需求量研究很少。为此,今后应大力加强各种养殖鳊的营养生理和营养需求研究,以促进其优质化、系列化、专门化鳊配合饲料的开发,构建完善饲料质量评价体系,进而推动“标准化、规模化和产业化”鳊健康养殖的持续发展。

3.1 开展鳊消化生理的研究,特别是新引进的鳊品种的消化生理研究。包括弄清楚不同部位消化酶的种类、含量、活性及其影响因素,研究各种营养物质的

消化吸收及环境条件产生的影响。

3.2 大力开展新引进鳊品种营养生理和营养需求的研究,并重新评价鳊主要养殖品种的蛋白质、脂肪、碳水化合物等营养素的营养需求,加强氨基酸、脂肪酸、维生素和矿物质营养生理、营养需求研究,以期为其系列配合饲料研发提供系统的科学数据。

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

3.4 深入开展鳊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,生产出无公害鳊产品,同时,大力开发绿色免疫添加剂,以提高鳊的养殖成活率。

3.5 开展饲料营养与鳊营养品质关系的研究,以营养手段提高鳊营养品质。

3.6 系统开展鳊早期营养需求研究,强化生物饵料营养,开发出玻璃鳊配合饲料,以规范玻璃鳊的培育,提高鳊苗质量。

3.7 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与成本较低的安全、高效和环境友好型的鳊系列配合饲料。

3.8 开展鳊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、高效和环境友好型膨化浮性颗粒配合饲料,以逐步取代粉状鳊配合饲料。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。

3.9 进一步完善鳊配合饲料质量评价体系,在完成其营养、安全卫生评价的基础上,开发高能量、低蛋白、高利用率、低污染的绿色环保型饲料。

(参考文献 34 篇,刊略,需者可函索)

(编辑 沈桂宇 guiyush@126.com)

## 打造精品增刊 寻求合作伙伴

针对目前对“反刍动物主要饲料营养价值评定”、“肉牛蛋白质氨基酸、钙和磷营养需要参数的研究与应用”和“牛、羊新特调控型饲料产品及其高效利用技术”等多项研究的开展不断深入,发挥行业媒体的适时效应,本刊将于 2010 年 9 月份推出“反刍动物营养与调控关键技术”增刊,主要涉及反刍动物营养研究、调控关键技术的研究等。

本刊将系统地报道国内外关于反刍动物营养研究方面最先进的研究成果。全面、系统、科学地对反刍动物不同饲养阶段、不同生产水平的养分需要量作出明确规定,选择适合我国国情,具有极强科学性、实用性和可操作性的技术,为饲料厂和各类肉牛、肉羊养殖场配制饲料和日粮等提供重要科学依据。现就增刊广泛征集相关文章,要求内容充实而精练,理论联系实际,行文简洁流畅。2010 年 7 月末截稿。同时本刊寻求企业合作伙伴,搭建技术平台,共同推进反刍动物营养研究及畜牧业的发展。

联系人:林勇

联系电话:024-86391923

E-mail:slgyggb@126.com