维普资讯 http://www.cqvip.com

海水鱼专用粉末配合饲料的试验研究

王际英 王世信 黄炳山 张秀珍 孙永智
(山东省海洋水产研究所,烟台 264003)

摘 要 根据海水鱼的营养需求和配合饲料研究的新成果,就海水鱼对蛋白质、氨基酸、脂肪、碳水化合物等需求进行了研究,同时对饲料添加剂如复合酶、中草药、胆汁酸等进行了试验研究,并与国外同类产品进行对照试验。饲养试验的结果表明:海水鱼粉末配合饲料优于国外同类产品。

关键词 海水鱼 营养 粉末配合饲料

近年来,我国海水鱼类的养殖呈现快速发展的态势,但对海水鱼专用饲料的研究相对滞后,养殖户使用进口饲料或者沿用甲鱼、鳗鱼等特种饲料饲养海水鱼;还有一些养殖户直接投喂鲜杂鱼。这不仅不能满足海水鱼的营养需求,造成营养缺乏,而且污染水质,导致病害的发生,影响海水鱼养殖的健康发展。而进口配合饲料则增加了养殖成本,制约了海水鱼养殖业的发展。我们参考国内外近几年饲料研究的新成果,经多学科科研人员的联合攻关,研制开发出适合于进行工厂化、网箱及池塘中间培育及养成的专用粉末配合饲料,并进行了多次饲养试验。产品已形成规模化生产,在为期3年的大面积推广和应用中,获得了很好的效果。现将该项试验研究总结如下。

一、营养需求试验

海水鱼类对营养的需求要比淡水鱼类及虾、蟹类复杂得多,目前进行大规模工厂化养殖的海水鱼主要以肉食性鱼类为主,从营养的角度来考虑,基础原料的选择非常重要。试验以动物蛋白为主要原料,辅以植物蛋白,进行了蛋白质、氨基酸、脂肪、糖类、维生素、微量元素等方面的研究,同时研究添加复合酶、中草药、胆汁酸、虾青素、磷脂等对海水鱼生长的影响。

1. 蛋白质和氨基酸

根据海水鱼的生长特征及其对营养的特殊需求,将试验饲料的蛋白质梯度设计为38%~55%,以平均体长15 cm的牙鲆作试验对象,饲养30 d后测定其增重率和饲料效率(见图1)。

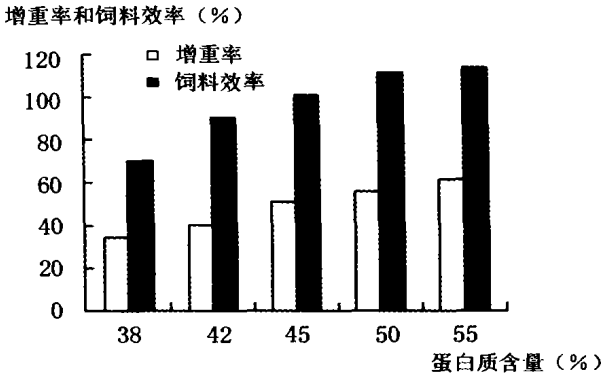

图1 饲料中蛋白质的含量和增重率、饲料效率(%)

从图1可以看出,随着饲料中蛋白质含量的增加,增重率与饲料效率呈现上升趋势,这与其它海水鱼饲料一样。蛋白质的营养价值是由必需氨基酸的含量及其相互之间的平衡决定的,各种氨基酸之间的比率是决定蛋白质营养价值的重要因素。因此,本试验在确定饲料配方时,首先分析海水鱼本身的各种氨基酸组成。试验将研制的粉末配合饲料与韩国产同类饲料进行了氨基酸含量的对比分析(见表1)。

收稿日期:2003-09-02;修回日期:2003-09-04
作者简介:王际英(1965-),女,副研究员,从事水产动物营养和饲料研究。

维普资讯 http://www.cqvip.com

表1 天然牙鲆鱼体与粉末配合饲料的氨基酸组成

氨基酸的种类	天然牙鲆鱼体(1)(g/100 g 蛋白质)	粉末配合饲料(2)(升索牌)	韩国粉末配合饲料(2)
苏氨酸	3.6	1.73	1.69
谷氨酸	13.2	9.4	8.30
缬氨酸	2.8	2.32	2.29
蛋氨酸	2.5	0.83	0.29
异亮氨酸	2.6	1.76	1.92
亮氨酸	5.8	3.66	3.84
苯丙氨酸	3.2	1.92	2.20
赖氨酸	6.7	3.08	2.78
组氨酸	1.6	0.84	0.93
精氨酸	4.5	2.32	2.33

注:(1)在蛋白质中所占的比重,引自日本配合饲料になるヒラメ养殖,黑木克星。

(2)在饲料中所占的比重,国家水产品质量监督检验中心测。

2. 脂肪酸需求

与最常使用的鲜鱼饵料比较,天然牙鲆所含脂肪量很小,大约2%左右,但鱼体脂肪中极性脂肪的比例较鲜鱼饵料高。n-3PUFA在脂肪酸中的含量,牙鲆幼鱼为32.5%,成鱼为23.4%(见表2)。从营养角度来讲,高蛋白、高n-3PUFA比率的饲料是理想饲料。因此,粉末配合饲料在使用过程中添加适量的含高度不饱和脂肪酸的鱼油,对海水鱼,特别是鲆鲽类的生长,有着至关重要的作用。

3. 碳水化合物

牙鲆等鲆鲽类的生活习性与真鲷、鲈鱼有所不同,鲆鲽类饱食后栖于水底,所以能量消耗较少,同其它海水鱼一样,它们对淀粉等碳水化合物的利用吸收和转化能力较差,就像鲫鱼摄食碳水化合物较多的饲料后易患糖尿病一样。蛋白质含量较高的饲料,α淀粉较易吸收,β淀粉及糊精较难吸收利用。因此,在海水鱼粉末配合饲料中,碳水化合物的添加量不宜过多。以真鲷为例,饲料中碳水化合物含量在8%~15%时,鱼体呈现健康生长趋势;而当饲料中碳水化合物超过20%时,生长缓慢,饲料转化率降低,容易发生疾病。

4. 维生素及矿物质

维生素及矿物质对鱼类的成长发育及生理代谢活动有着不可替代的重要作用,特别是工厂化、集约化养鱼,饲料的营养是否全面非常重要。因此,试验根据海水鱼对多种维生素,微量元素的需求,在粉末配合饲料中添加了各种水溶性维生素、脂溶性维生素,选用微量元素时也尽量添加氨基酸的螯合物,这样产生很好的饲喂效果。同时,根据维生素中普通V_C容易失活的特点,在粉末配合饲料中尽量添加包膜V_C、安定C-35等稳定性V_C,这对海水鱼抗应激及存活等都能产生较好的效果。

表2 海水鱼专用配合饲料的脂肪酸分布

脂肪酸种类	天然牙鲆仔鱼	天然牙鲆成鱼	乌贼肝油
16:0	25.4	23.3	16.02
16:1	4.8	11.5	5.93
18:0	9.5	7.7	2.34
18:1n9	10.7	12.5	18.28
18:2n6	0.9	3.5	2.21
18:3n3	0.5	0.8	1.47
18:4n4	0.5	0.7	2.5
20:3n3+4n3	5.6	4.3	3.6
20:5n3	8.6	7.9	16.75
22:1n3	0.2	0.1	微量
22:5n3	2.2	3.1	0.74
22:6n3	21.5	12.1	18.04
Σn3 PUFA	32.5	23.4	35.53

5. 其它

在确定饲料配方的同时,根据海水鱼的生理特性,在饲料中添加了促进消化吸收的复合酶,抗病、防病的中草药、微生物制剂,具有解毒、保肝作用的胆汁酸,促进生长的促生长剂,改善鱼体肉色的虾青素等。部分试验结果见图2、表3、表4。

表3 虾青素对真鲷体色的影响

虾青素添加量(%)	0.1	不添加
鱼体色泽	与天然鱼色泽相近	色泽暗淡

二、饲料的配制及加工工艺

在加工过程中,设计了三个饲料配方进行制粒试验(见表5)。从表5可以看出,配方3的制

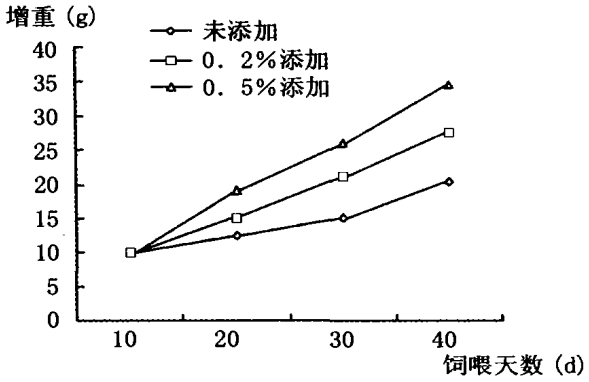

图2 添加复合酶对牙鲆鱼生长影响

维普资讯 http://www.cqvip.com

表4 红鳍东方鲀饲料中添加胆汁酸、中草药饲养对比试验

饲料添加剂	添加胆汁酸		添加中草药		未添加	
添加量	(0.015‰)		(1%)		0	
池 号	2	4	1	3	5	6
初始尾数(p)	1000	1000	1000	1000	1000	1000
初始平均全长(cm)	17.5	17.8	16.9	17.0	17.3	17.5
初始平均体重(g)	232.4	238.2	230.6	232.1	230.5	235.2
试验结束平均全长(cm)	19.0	19.3	18.6	18.7	18.6	18.9
试验结束平均体重(g)	250.6	255.5	248.8	249.8	245.6	249.5
存活尾数(p)	1000	999	998	1000	990	989
增 重(g)	18.2	17.3	18.2	17.7	15.1	14.3
增 长(cm)	1.5	1.5	1.7	1.7	1.3	1.4

表5 不同饲料配方制粒对比试验

饲料配方	饲料特征
配方1	颗粒不成型,粘度较差。
配方2	制粒困难,粘度较大。
配方3	颗粒光滑,粘度适中

粒效果较好。

根据多次工艺及技术参数试验,最终采用如下加工工艺生产。

原料初筛→配料→第一次混合→粗粉碎→超微粉碎→第二次混合(加入添加剂)→筛分→称量包装

海水鱼中间培育过程中,原先主要投喂鲜活小杂鱼。这不仅污染水质,而且长期投喂导致病害多、生长慢、成活率低、生长周期长。试验研制了粉末配合饲料与冰鲜鱼混合的冰鲜饲料或软颗粒饲料,具有促长效果好,诱食性强,饵料系数低的特点。

三、饲养试验

在为期4年的研制过程中,通过大量的饲养实践,不断地完善配方,最终研制成功了海水鱼粉末配合饲料,并在山东、辽宁、河北、福建等地进行了大面积推广和应用。在大菱鲆、牙鲆、石鲽、鲈鱼、大黄鱼、真鲷等鱼类的人工饲养上取得了很好的饲养效果。在海水鱼的冰鲜鱼饲料中添加粉末配合饲料,对海水鱼的生长有明显的影响。添加量不同,对牙鲆的促长效果不同(见表6)。

表6 添加粉末配合饲料对牙鲆鱼生长的影响

粉末饲料添加量(%)	0	15	30	50
总增重(kg)	5.26	6.39	8.10	9.46
总投饵量(kg)	13.56	12.52	12.30	10.71
饵料系数	2.58	1.96	1.52	1.13
死鱼数(p)	9	6	4	4
死亡率(%)	1.5	1	0.67	0.67
实验前体长(cm)	19.21	18.33	19.04	18.53
实验后体长(cm)	20.00	19.70	19.80	19.68

从表6可以看出,在冰鲜鱼饲料中添加50%的粉末配合饲料,喂养的牙鲆鱼增重最多,饵料系数最低。

1. 牙鲆鱼饲养试验

试验是在山东升索鱼用饲料研究中心饲喂试验室进行,试验用牙鲆鱼体长17 cm左右,水温在14℃~15℃,盐度17,时间为2000年10月30日~12月12日。选用韩国产粉末配合饲料与山东升索鱼用饲料研究中心产粉末配合饲料进行了牙鲆鱼中间培育对照试验(见表7)。

表7 三种配合饲料饲养牙鲆鱼的对照试验

饲料种类	韩国粉末饲料		升索牌粉末饲料		升索牌沉性颗粒饲料	
池 号	10	2	8	4	9	3
初始尾数(p)	400	400	400	400	400	400
初始平均全长(cm)	17.1	17.2	16.8	16.7	17.2	17.1
初始平均体重(g)	53.5	52.8	52.5	53.0	57.3	55.8
投饵量(kg)	9.57	9.06	10.23	9.96	8.63	7.91
存活尾数(p)	397	397	396	392	394	390
结束平均全长(cm)	18.43	18.07	19.50	20.10	19.03	18.28
结束平均体重(g)	74.63	71.83	82.76	82.05	77.34	77.49

从表7可以看出,海水鱼粉末配合饲料的饲喂效果优于韩国粉末配合饲料。

2. 鲈鱼饲养试验

试验在山东烟台的北岛养鱼场进行,试验时间为1999年7月15日~8月15日,试验结果见表8。

大量饲养试验的结果表明,研制的海水鱼粉末配合饲料,具有促进海水鱼生长、饵料系数低等特点使用鲜鲽类粉末配合饲料饲养牙鲆和大菱

维普资讯 http://www.cqvip.com

表8 粉末配合饲料饲养鲈鱼试验结果

饲料种类	升索粉末配合饲料		对照组	
网箱号	8#	10#	5#	7#
初始尾数(p)	1000	1000	1000	1000
初始平均全长(cm)	15.6	15.5	15.2	15.4
初始平均体重(g)	51.8	51.2	51.5	51.6
存活尾数(p)	997	996	980	985
结束平均全长(cm)	21.8	22.1	20.9	21.2
结束平均体重(g)	122.6	122.4	115.8	115.3
增 重(g)	70.8	71.2	64.3	63.8
增 长(cm)	6.2	6.6	5.7	5.8

鲆,饵料系数仅0.89。

四、讨论

1.在研究和确定饲料配方的过程中,首先研究了天然海水鱼的氨基酸、脂肪酸组成,再根据天然海水鱼对蛋白质、脂肪酸的需求,确定粉末配合饲料的基础配方。从表1可看出,研制的海水鱼粉末配合饲料,其氨基酸组成与国外质量较好的韩国产粉末配合饲料相近。虽然升索牌海水鱼粉末配合饲料的蛋白质含量为42%左右,而韩国产粉末配合饲料的蛋白质量含量为46%左右,但在生长速度、增重等方面,前者的饲养效果明显好于后者,主要原因是饲料中氨基酸平衡,蛋白质的利用率高,饲料的转化率高。从图1可以看出,蛋白质在42%~50%时,饲料转化率、鱼体增重呈上升趋势。由此确定粉末配合饲料的最适蛋白质含量为42%~48%。PUFA是海水鱼生长所必需的脂肪酸,特别是其中的DHA和EPA,对维持鱼类健康、正常的生长繁殖和体色亮丽,提高饲料的利用率等具有重要作用。当PUFA缺乏时,会造成鱼类的死亡与畸形,如鳔发育不全和脊椎侧凸等。由表2可以看出,天然牙鲆成鱼体内n-3PUFA/FA的含量为23.4%,因此在确定了海水鱼粉末配合饲料中脂肪酸的适宜含量后,在配合饲料中添加富含n-3PUFA的精制乌贼肝油。这对促进海水鱼的生长和提高其存活率有着重要作用。

2.近年来,海水鱼养殖发展迅猛,大量地使用鲜活饵料造成了水质恶化和环境污染。因此,在研制开发粉末配合饲料的过程中,在研究基础营养的同时,对一些添加剂,如促进消化吸收的酶制剂、抗病防病的中草药以及对海水鱼有强肝利胆作用的胆汁酸混合物等也进行了研究,添加这些添加剂取得了很好的饲养效果(见表4、图2)。与此同时,对一些添加剂对养殖鱼,如真鲷、大黄鱼体色的影响作用也进行了试验研究。从表3可以看出,添加适量的虾青素,饲养真鲷的体色与天然鱼相近。由以上试验的情况可以看出,这些添加剂对于改善鱼体肠道的微生态环境,增强其抗病能力,改善肉质,提高饲料的转化率等都有着良好的作用。

3.从大量饲养试验的结果可以看出,海水鱼粉末配合饲料在促进鱼类生长、提高增重率等方面优于国外同类产品(见表7)。根据海水鱼对营养的特殊需求,结合养殖的生产实践,以不同比例的粉末配合饲料与冰鲜鱼混合,制成湿性颗粒饲料,用来饲养牙鲆、大菱鲆等海水鱼,结果海水鱼生长速度快,饵料系数低。

海水鱼粉末配合饲料是继海水鱼微粒子饲料之后的海水鱼养成饲料的又一大系列,它为海水鱼的中间培育提供了可靠的饲料保障,对大规模兴起的海水鱼养殖的健康快速发展将起到积极的推动作用,它打破了长期以来我国海水鱼饲料依赖进口的局面,对海水鱼饲料实现无公害标准化生产将起到良好的促进作用。

参考文献

1. 桥本芳郎编,蔡完其译.养鱼饲料学,115~134.北京:农业出版社,1980.
2. 黑木克宣.配合饲料になるヒラメ养殖,1985.
3. 米康夫.養魚飼料.東京,恒星社厚生閣,1985,31~39.
4. 赵兴文,毕宁阳,刘焕亮.真鲷对蛋白质和必需氨基酸需要量的研究.大连水产学院学报,1995,10(4):13~18.
5. 冯定远,于晓华.生物技术在动物营养和饲料工业中的应用.饲料工业,2001(10):1~7.
6. 王吉桥,张 欣,刘革利.海水鱼类必需脂肪酸营养远需要的研究进展.水产科学,2001(5):39~41.
7. 阳清发,周文玉,张富乐.河豚的营养需求研究.科学养鱼,2001(3):40~41.

发稿编辑 汤惠明 校对 朱大白