



填喂配合饲料对鳊鱼营养的初步研究

ON NUTRIENT REQUIREMENTS OF THE MANDARIN FISH (*SINIPERCA CHUATSI*) FED WITH FORMULATED FEED BY FORCE

吴遵霖 李蓓
(湖北省水产研究所)

Wu Zunlin and Li Pei
(Hubei Fisheries Science Research Institute)

鳊鱼是终身食活鱼虾的狭食性鱼类,目前尚无法使它主动摄食配合饲料,这不仅成为大规模养殖鳊鱼的首要难关,而且使鳊鱼营养生理的研究难以进行^[1,2]。

在测定鳊鱼饲料消化率时,为了精确控制饲料摄入量,减少损耗,国外学者^[3]曾采用过强制填喂饲料的方法。但国内在鱼类或其他动物的营养研究中,尚未见采用这种方法的报道。为了研制食性特殊、价值高贵的鳊鱼用配合饲料,必须首先研究鳊鱼的营养需要量。显然,通常用于普通鱼类营养需要研究的“精制饲料法”不适用于进行鳊鱼的营养研究。为此,我们以酪蛋白为蛋白源,按蛋白质含量梯度配成粗蛋白含量为2.56%~62.13%的7种配方饲料,再采用给幼鳊强制填喂配合饲料的方法,对鳊鱼的营养进行了初步研究。两年试验简报如下:

材料及方法

(一) 材 料 1986年使用当年鳊幼鱼,分大小两种规格 $12.47 \pm 2.77g$, $23.5 \pm 4.70g$ 。大小规格各一尾组成一组。放入直径70cm大白搪瓷盆中,每盆一组共七组。充气,使盆水含氧量保持 $5.5 \sim 8.5mg/l$,驯养一周,空腹一天,待试。

1~7号盆填喂7种配方饲料为试验组,8号盆喂活鱼为对照组。

试验饲料配方组成见表1。

由表1可见,试验饲料是以酪蛋白为蛋白源,用糊精调节不同饲料蛋白质梯度,再加入相同的其他原料,并按60%含水量拌匀,揉合成面团状,密封,冷藏待用。用常规法分析饲料与活鱼饵粗蛋白质与粗脂肪含量,用日立835-50型氨基酸自动分析仪测定其氨基酸组成(表2)。

1978年仍用上年鳊幼鱼,亦分大小两种规格 $37.1 \pm 12g$, $44.0 \pm 6.3g$ 。大小各一尾为一组,共三组分别放入三只 $54 \times 36 \times 25cm$ 自控密闭循环水族箱中,保持一致良好的水质条件。第1组强制填喂活鱼饵;第2组喂活鱼作对照;第3组强制填喂配合饲料。配合饲料的配方组成为浓缩鱼蛋白粉45%;鱼油2%;鱼粉/淀粉35%;粘合剂4%;小麦芽粉8.9%;复合维生素2.1%;鄂1号矿剂1%;磷酸钙3%。加水30%制成面团状饵,冷藏待用。饲料含粗蛋白质39.12%,氨基酸总和30.13%,其中:苏氨酸1.42%、缬氨酸1.55%、蛋氨酸0.83%、异亮氨酸1.34%、亮氨酸2.48%、苯丙氨酸1.29%、赖氨酸2.38%、组氨酸0.63%、精氨酸1.89%。

(二) 填喂及管理 用内径3mm,壁厚2mm,长150mm的玻璃管,配直径2.8mm铁丝作内芯,制

表 1 1986 年试验饲料配方组成
Tab. 1 Composition of the experimental diets in 1986

| 配方组成(%) | 饲 料 编 号 | | | | | | |
|----------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 酪 蛋 白 | 0 | 25 | 35 | 45 | 55 | 65 | 75 |
| 糊 精 | 85 | 60 | 50 | 40 | 30 | 20 | 10 |
| 小麦芽粉 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 |
| C. M. C. | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 |
| 酵 母 粉 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| 磷酸三钙 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| 复合维生素 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 |
| 鄂 1 号矿剂 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| 氯化胆碱 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 |
| 鱼 油 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 |
| 粗 蛋 白 | 2.56 | 20.69 | 27.81 | 39.56 | 46.81 | 52.00 | 62.18 |
| 粗 脂 肪 | 痕量 | 0.24 | 0.41 | 0.56 | 0.62 | 0.67 | 0.99 |

表 2 1986 年饲料及活饵氨基酸分析值(%)

Tab. 2 Amino acid composition of live fish feeds and formulated feeds in 1986(%)

| 饲料编号 | 氨基酸总和 | 必 需 氨 基 酸 (缺 色 氨 酸) | | | | | | | | |
|------|-------|-----------------------|-------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|
| | | 苏氨酸 Thr. | 缬氨酸 Val. | 蛋氨酸 Met. | 异亮氨酸 Ile. | 亮氨酸 Leu. | 苯丙氨酸 Phe. | 赖氨酸 Lys. | 组氨酸 His. | 精氨酸 Arg. |
| 1 | 1.75 | 0.06 | 0.14 | 0.11 | 0.10 | 0.15 | 0.11 | 0.09 | 0.04 | 0.08 |
| 2 | 20.02 | 0.81 | 1.37 | 0.26 | 1.05 | 1.85 | 1.02 | 1.35 | 0.55 | 0.59 |
| 3 | 27.33 | 1.11 | 1.86 | 0.33 | 1.43 | 2.55 | 1.40 | 1.76 | 0.75 | 0.79 |
| 4 | 38.83 | 1.57 | 2.57 | 0.45 | 2.01 | 3.60 | 1.96 | 2.76 | 1.08 | 1.20 |
| 5 | 46.26 | 1.89 | 3.00 | 0.53 | 2.39 | 4.31 | 2.33 | 3.43 | 1.30 | 1.44 |
| 6 | 51.46 | 2.12 | 3.35 | 0.72 | 2.69 | 4.84 | 2.70 | 4.03 | 1.49 | — |
| 7 | 61.85 | 2.46 | 3.86 | 0.83 | 3.19 | 5.67 | 3.01 | 4.85 | 1.74 | 2.24 |
| 活鱼饵 | 57.75 | 2.52 | 2.83 | 1.73 | 2.60 | 4.64 | 2.74 | 4.91 | 1.64 | 3.78 |

成填喂注射器。分别装填各种饵料(或活鱼),精确定量,然后把各缸鳊鱼提起,掰开上下颌,把注射器伸入咽部,强行填喂。每天填喂 2 次。日饵量为鱼体重的 4%, 试验期间保持不变。水源为充分曝气自来水,水温 22°C~25°C。

(三) 试验中定期进行鱼体称重或解剖测定 对鱼肉进行营养成分及氨基酸分析。对肝脏进行石蜡切片,血液制成涂片,染色镜检。

试 验 结 果

(一) 养殖结果

1986 年养殖结果见表 3。由表 3 可见相对增重率(%)与填喂配合饲料的蛋白质含量呈极显著的正相关关系($r=0.95$, $p<0.005$),其相关关系式为:

$$\text{相对增重率} = 2.953 \text{ 粗蛋白含量} - 41.77$$

表3 1986年强制填饵养殖效果

Tab. 3 Results of culture by forced-feeding method in 1986

| 组号 | 初重(g/ind.) | 成活天数 | | | 养殖成活率(%) | 总增重(g) | 相对增重率(%) | 耗饵量(g) | 饵料系数 | 日尾增重(g) |
|-------|------------|------|----|-----|----------|--------|----------|--------|------|---------|
| | | 大鳊 | 小鳊 | 总和 | | | | | | |
| 1 | 13.9 | 31 | 31 | 62 | 100 | -1.75 | -12.5 | 26.97 | ∞ | -0.03 |
| 2 | 17.8 | 31 | 31 | 62 | 100 | 5.4 | 30.42 | 34.41 | 6.37 | 0.09 |
| 3 | 20.8 | 28 | 29 | 57 | 50 | 7.4 | 35.58 | 26.92 | 4.99 | 0.13 |
| 4 | 20.4 | 22 | 24 | 46 | 0 | 12.0 | 58.82 | 28.84 | 2.40 | 0.26 |
| 5 | 15.8 | 21 | 21 | 42 | 0 | 13.5 | 85.44 | 20.79 | 1.54 | 0.32 |
| 6 | 19.3 | 18 | 18 | 36 | -50 | 29.0 | 135.67 | 35.83 | 1.24 | 0.48 |
| | | 11 | 13 | 24* | | | | | | |
| 7 | 18.0 | 12 | 20 | 32 | -100 | 29.3 | 138.86 | 29.84 | 1.02 | 0.54 |
| | | 14 | 10 | 24* | | | | | | |
| 8(对照) | 13 | 31 | 31 | 62 | 100 | 39.0 | 300.0 | 29.84 | 3.42 | 0.63 |

*系第二次补放的鳊鱼,以后又死亡故成活率为负值。又死亡2尾为-100%,又死亡1尾为-50%。

日尾增重也呈同样趋势。1号盆填饵仅含粗蛋白质2.56%的饲料,不仅没有增重,相反减重1.75g,相对增重率-12.5%,日尾增重-0.03g。随着填喂饲料蛋白质含量增高,相对增重与日尾增重成比例增高。但是强制填喂配合饲料各组均不及自然投喂活鱼(饵)对照组增重快。

饵料系数与填喂饲料蛋白质含量呈极显著的负相关关系($r = -0.95, p < 0.005$)。而对照组因活鱼与配合饵料含水量不同,饵料系数接近试验组平均值。

1987年填喂35天养殖结果列于表4。

表4 1987年强制填饵养殖效果

Tab. 4 Results of culture by forced-feeding method in 1987

| 组号 | 初重(g/ind.) | 成活天数 | | | 养殖成活率(%) | 总增重(g) | 相对增重率(%) | 耗饵量(g) | 饵料系数 | 日尾增重(g) |
|--------|------------|------|----|----|----------|--------|----------|--------|-------|---------|
| | | 大鳊 | 小鳊 | 总和 | | | | | | |
| 1(填活鱼) | 63.3 | 35 | 35 | 70 | 100 | 30.8 | 48.66 | 384.3 | 12.47 | 0.44 |
| 2(对照) | 70.6 | 35 | 35 | 70 | 100 | 20.8 | 28.38 | 254.7 | 12.47 | 0.29 |
| 3(填配饵) | 63.1 | 35 | 27 | 62 | 50 | 14.8 | 23.45 | 109.5 | 7.40 | 0.24 |

1987年试验鳊鱼规格较1986年大,但养殖效果出现类似情况。即强制填喂配合饲料的第3组,在养殖后期出现死亡。同时,增重率、日尾增重均低于填活鱼的第1组与喂活鱼的对照组,但饵料系数远低于这两组,这与活鱼的含水量比配合饲料含水量高有关。计算饲料蛋白质消耗的结果见表5。从表5中可看出在两年中喂活鱼的对照组虽增长速度比填喂配合饲料的试验组快,但是蛋白质利用效率即每增长一公斤鱼的饲料蛋白质消耗量与填喂配合饲料试验组平均水平无显著差异。

填喂活鱼和自然喂活鱼的两组相比,填活鱼的第1组比对照组增重要快,相对增重率与日尾增重高,但是饵料系数与饲料蛋白质消耗量相差无几。至于两年相比,1987年用的试验规格较大的鱼,显然比1986年用的规格较小的鱼的饲料蛋白质消耗量大,饵料系数高,但增长率低。

(二) 鳊鱼肥满度和鱼肉营养成分分析 两年试验鱼体肥满度和鱼肉营养成分分析结果见表6。

表6表明强制填喂配合饲料的1-7号盆,鳊鱼的肥满度和饲料蛋白质含量呈显著的正相关关系($r = 0.725, p < 0.05$)。从外形来看,强制填喂的试验组的鱼比对照组肥硕、短胖、颜色较淡。鱼肉氨基酸总和与强制填喂的配合饲料粗蛋白质的含量呈显著的正相关关系($r = 0.842, p < 0.025$)。其他如含水

表 5 饲料蛋白质消耗
Tab. 5 Consumption of feed protein

| 类 别 | 1986 年 | | | | | | | | 1987 年 | | |
|------------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | (8对照) | 1 | 2(对照) | 3 |
| 粗蛋白(%)(干) | 2.56 | 20.69 | 27.81 | 39.56 | 46.81 | 52.00 | 62.13 | 59.39 | 59.39 | 59.39 | 39.12 |
| 含水量(%) | 50 | 50 | 50 | 50 | 60 | 60 | 60 | 80 | 80 | 80 | 50 |
| 饵料系数 | ∞ | 6.37 | 4.99 | 2.40 | 1.54 | 1.24 | 1.02 | 3.42 | 12.47 | 12.74 | 7.40 |
| 增长1公斤鱼消耗饲料蛋白质(g) | ∞ | 659.0 | 693.9 | 474.7 | 288.3 | 257.9 | 253.5 | 406.2 | 1481.2 | 1513.3 | 1447.4 |

表 6 鳊鱼肥满度与鱼肉营养成分
Tab. 6 Coefficient in richness of mandarin fish and analysis
of nutritive composition of their flesh

| 类 别 | 组 号 | 1986 年 | | | | | | | | 1987 年 | | |
|---------|------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | (8对照) | 1 | 2(对照) | 3 |
| 尾 重(g) | | 14.5 | 29.6 | 19.5 | 17.6 | 24.5 | 20.7 | 43.3 | 30.0 | 108.4 | 113.0 | 83.0 |
| 体 长(cm) | | 9.8 | 11.0 | 9.0 | 9.5 | 10.0 | 9.5 | 12.1 | 11.0 | 17.5 | 17.5 | 16.0 |
| 肥 满 度 | | 1.54 | 2.22 | 2.67 | 2.05 | 2.45 | 2.41 | 2.44 | 2.25 | 2.02 | 2.11 | 2.08 |
| 鱼肉营养成分 | 含水量(%) | 71.8 | 75.3 | 74.3 | 72.0 | 80.4 | 76.0 | 75.7 | 73.6 | 75 | — | 77.4 |
| | 粗蛋白质(干)(%) | 74.15 | 79.20 | 74.22 | 74.83 | 82.85 | 80.71 | 81.52 | 77.47 | 75.85 | — | 79.27 |
| | 粗脂肪(干)(%) | 9.87 | 3.81 | 11.24 | 15.94 | 4.04 | 2.08 | 2.75 | 7.42 | — | — | — |
| | 氨基酸总和(%) | 68.99 | 77.38 | 72.33 | 74.46 | 78.43 | 81.48 | 80.21 | 76.17 | 62.76 | — | 65.57 |

量、粗蛋白质、粗脂肪的含量、血液涂片及肝细胞切片均无明显地规律性变化。

(三) 摄食习性的变化 经强制填喂配合饲料的鳊鱼, 短小时内摄食习性出现某种变化。对寻常喜食的活鱼反应迟钝, 很少主动捕食, 约经 2—3 天后才适应, 恢复正常。表 7 是 1987 年强制填喂 35 天后的前一两天按原分组不变均喂活鱼, 定时观察鳊鱼的摄食情况。

表 7 试验鱼摄食习性变化
Tab. 7 Variation of ingestive habit of the experimental fish

| 剩下活鱼数 被食鱼数 原组号 | 观察时间 | | | | | |
|----------------------|-------|-------|-------|--------------|---------|-------|
| | 10:30 | 13:00 | 15:00 | 17:00 | 次日17:00 | 共投喂鱼数 |
| | | | | 加喂(Add feed) | | |
| 1(填活鱼) | 10/0 | 3/7 | 0/10 | 10/0 | 2/8 | 20尾 |
| 2(对照喂活鱼) | 20/0 | 20/0 | 15/5 | 15/5 | 0/20 | 20尾 |
| 3(填配饵) | 15/0 | 15/0 | 15/0 | 15/0 | 7/8 | 15尾 |

可以看出强制填喂配合饲料的鳊鱼在投喂 15 尾活鱼后, 两天仅食 8 尾, 捕食率 53%, 而对照组和强制填喂活鱼组投喂活鱼 20 尾, 两天后几乎全部吃光, 捕食率 90%~100%。

分析与小结

(一) 两年的试验证实, 在人工强制填喂配合饲料的适宜养殖条件下, 鳊鱼可正常生长。填喂配合饲

料粗蛋白质含量梯度由 2.56~62.13%，除最低的 1 号盆因不能满足鳊鱼最低蛋白质需要量^[4]而减轻体重外，其他各组均能增重。7 号盆填喂配合饲料粗蛋白质含量最高(62.13%)，其相对增重率也最高(138.86%)，说明并未达到获得鳊鱼最大生长的饵料蛋白质需要量的上限，而其他能主动摄食配合饲料的鳊、鲮、鲮等肉食性鱼类，日粮最适蛋白质含量仅 40~56%^[5]，比本试验饲料蛋白质含量低，可能的原因是本试验强制填喂的日投饵率偏低(4%)。根据实用饵量计算 5 号盆每天每公斤鳊鱼只供给了 8.79g 蛋白质，7 号盆只供给了 7.33g 蛋白质，这比国外报道^[4]的鳊鱼和虹鳟鱼每公斤鱼日需蛋白质 12g 左右可获得最大生长相差尚远。

(二) 强制填喂配合饲料的鳊鱼，相对增重率或日尾增重、饵料效率随配合饲料的粗蛋白质含量增高而增强，并且这种增重并非水分增多，而是肌肉增厚，饱满度增大，鱼肉的氨基酸总和也增大。鳊鱼外形较为短肥，而肌脂肪和体脂并未显著增加。似能说明无论是以酪蛋白，还是以浓缩鱼蛋白为蛋白源的“精制饲料”，只要供给基本满足，皆可被鳊鱼合成鱼体蛋白，并且饲料蛋白质的实际消耗效率即每增重一公斤鱼体消耗饲料蛋白质量也与饲料蛋白质含量呈显著的正相关关系。就是说强制填喂饲料蛋白质含量越高，鳊鱼的合成就越节省，饵料系数越低，这与主动摄食配合饲料的鳊鱼、虹鳟饲料蛋白质含量越低，蛋白质效率越高^[6]是有区别的。另外，强制填喂配合饲料的鳊鱼比对照喂活鱼的鳊鱼增长率低，但是饲料蛋白质实际利用效率或消耗水平比较接近。同样是喂活鱼，强制填喂比对照自然投喂增重要快，尽管饵料系数和蛋白质消耗相差不大，这可以用强制填喂免去了用于觅饵、捕食的能量消耗的原因来解释。同样，因强制填喂配合饲料，以至短时间内鳊鱼对活鱼的食欲下降，摄食习性出现某种暂时地改变也基于上述原因。

(三) 1986 年的试验中，强制填喂配合饲料的粗蛋白质含量在 27.8% 以上时，随着饲料蛋白质增高，鳊鱼成活天数缩短，死亡率加大，呈极显著的相关关系。1987 年试验也出现类似现象。是什么原因引起强制填喂配合饲料的鳊鱼中途死亡呢？初步推测为在强制填喂高蛋白饵料时，鳊鱼不能像主动摄食那样，对摄饵量随其蛋白质含量有主动选择和调节的余地。而从配合饲料和活鱼的蛋白质氨基酸的组成及比率相比较来看，常为一般鱼类限制性氨基酸的蛋氨酸及精氨酸，配合饲料中只有活鱼的一半。这样以增强代谢来维持其生长，而造成代谢的废物——主要是氨氮(NH_3 、 NH_4^+)，其次是尿素和肌酐的堆积。当鱼通过鳃、皮肤及尿素“排氨”不及，使“渗透压调节作用失去平衡引起肾病变，内因性的氮过度压迫导致神经系统的细胞病变，以及鳃上皮细胞受损肥大而使鱼窒息死亡”。只是由于病程很急，加之是累积代偿性的，所以病鱼生长并未受到影响，甚至越是生长快的鱼死亡越快。从死鱼症状来看，鱼行动迟钝，身体变黑，双眼角膜变白，鳃条溃烂，全身有粘稠胶液，镜检未发现病原体，仅鳃叶末端扩大，泛白色，肝变成土黄色至肉白色。但上述死因还需经进一步试验加以证实。

(四) 强制填喂试验初步证实，使鳊鱼主动摄食配合饲料的主要技术关键，并非配合饲料的营养成分含量，而是鳊鱼本身特殊的摄食行为。尽管这种强制填喂的方法，目前还不可能用于改变鳊鱼摄食行为习性的养殖生产中去，但是它不仅能精确定量，而且可以避免水介质的浸融散失。对于水生动物，特别对目前尚未驯化至能主动摄食的鳊鱼，乃是作营养与饲料研究的好方法。

参 考 文 献

- [1] 吴遵霖, 1987. 鳊仔鱼消化器官发育与摄食习性观察. 水利渔业, (9): 39.
- [2] 吴遵霖, 哈迪·W., 1988. 鳊幼鱼摄食行为的初步分析. 淡水渔业, (5): 18.
- [3] 桥本芳郎(蔡完其译), 1980. 养鱼饲料学, 65. 农业出版社(京).
- [4] 荻野珍吉(陈国铭、黄小秋译), 1987. 鱼类的营养和饲料, 180~185. 海洋出版社(京).
- [5] 恩斯明格 M. E. 和 C. G. 奥伦廷(蔡礼让等译), 1985. 饲料与营养, 620. 农业出版社(京).