

研究简报

## 人工饲料喂养中华鲟仔鱼的初步试验<sup>\*</sup>

邓 昕 崔奕波 熊思岳<sup>1)</sup>

(中国科学院水生生物研究所, 武汉 430072)

<sup>1)</sup>(美国加州大学戴维斯分校动物科学系)

### INITIAL TRIALS WITH FEEDING OF CHINESE STURGEON (*ACIPENSER SINENSIS*) LARVAE ON ARTIFICIAL DIET

Deng Xin, Cui Yibo and Hung S.S.O.<sup>1)</sup>

(Institute of Hydrobiology, The Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430072)

<sup>1)</sup>(Department of Animal Science, University of California, Davis, CA 95616, U.S.A.)

**关键词** 中华鲟, 仔鱼, 人工饲料, 生长, 存活

**Key words** Chinese sturgeon, Larvae, Artificial diet, Growth, Survival

中华鲟为秋季繁殖的鱼类, 秋末至冬季则是其仔幼鱼的生长发育时期。由于这一季节水温低, 仔幼鱼的培育通常所采用的水蚯蚓、枝角类等活饵料<sup>[1]</sup>, 无论人工培养还是在天然水域中采集, 其产量均难以保证大量培育中华鲟幼鱼的饲料需求。同时, 长期投喂污水中生长的水蚯蚓, 难免带来各种病原体, 导致幼鲟易于感染疾病。近年来, 国外多采用人工饲料培育幼鲟, 既保证了大规模、集约化养殖幼鲟对饲料的需求, 同时又可避免单一使用水蚯蚓作为饲料所带来的弊端。在美国, 采用鲑鳟鱼类人工开口饲料已成功饲养高首鲟 (*Acipenser transmontanus* Richardson) 仔鱼<sup>[2]</sup>。我国中华鲟人工繁殖成功虽然持续了十余年, 但幼鲟培育工作, 特别是有关人工饲料的实验还很少报道, 仅在一篇文献中简单提及, 尚无关于仔鱼开口人工饲料的报道。本实验尝试采用美国广泛用于高首鲟仔鱼培育的商用饲料喂养中华鲟仔幼鱼, 实验结果反映了中华鲟仔幼鱼在适应人工饲料方面有别于高首鲟等其它鲟科鱼类的特点, 也为今后研制适合于中华鲟的人工饲料并改进饲养方法提供依据。

#### 1 材料和方法

**1.1 实验鱼的来源** 实验鱼 (*Acipenser sinensis* Gray) 由宜昌县中华鲟人工繁殖研究所提供, 其亲本为捕捞于长江葛洲坝下游宜昌江段的成熟个体。仔鱼系同一对亲鱼所产, 于1995年10月25日孵化一周后, 运回中国科学院水生生物研究所实验室暂养。

**1.2 实验设施** 实验采用流水系统, 鱼缸为平底圆形塑料盆, 塑料盆直径50cm, 容积14L。实验采用曝气自来水, 水交换量0.2—0.3L/min。每2h充氧1h。

**1.3 实验设计** 采用水蚯蚓 (*Limnodrilus* sp.) 和美国 Bio-products Inc. (Warrant, Oregon) 生产的虹鳟

<sup>\*</sup> 湖北省自然科学基金资助

1998-01-04收到

鱼半湿性饲料 Biodiet 2#(颗粒大小 1mm)进行实验。Biodiet 的生化组成为:水份 20%,蛋白质 42.5%,脂肪 16.8%,灰份 10.0%<sup>[3]</sup>。实验分两阶段。

第 1 阶段在仔鱼开口时开始,分水蚯蚓及 Biodiet 两组,每组 5 缸鱼,每缸 250 尾。仔鱼孵化 9d 后,开始投喂食物,同时,取 3 份初始样本,每份 15 尾,逐尾称重,测量全长。以 50% 以上仔鱼胎粪排出作为仔鱼开口摄食的时间。实验从仔鱼开口后持续 30d。实验结束后,停食 12h,计数各盆幼鱼的存活数量,每盆随机取样 20 尾,逐尾称重,并测量全长。实验期间,水温为 12.0—18.6℃,平均 15.1℃。第 2 阶段在第 1 阶段结束后接着进行。实验分为 4 组,每组 3 个重复实验缸,放养密度为每缸 50 尾。第 1 和第 2 组实验鱼采用从开口摄食即投喂 Biodiet 的幼鱼。由于第 1 阶段喂养 Biodiet 的幼鱼存活数量不足,因此,这两组实验鱼取自另一个实验系统喂养 Biodiet 的幼鱼。第 1 和第 2 组分别投喂 Biodiet 和水蚯蚓。第 3 和第 4 组实验鱼取自第 1 阶段喂养水蚯蚓的幼鱼。幼鱼被混合后,随机放养到 6 个盆中,分别投喂 Biodiet 和水蚯蚓。实验进行 14d 后,各盆随机取 10 尾鱼称重。实验期间,水温为 12.8—15.4℃,平均 14.6℃。

**1.4 实验方法** 人工饲料使用电动自动投喂器 24h 连续投喂,每缸设置一个投喂器,投喂量为实验鱼个体总重的 10—15%。人工饲料在仔鱼开口摄食的第 1 周经研磨后使用,第 2 周研磨和未经研磨的饲料按 1:1 的比例混合后投喂,第 3 周后饲料不加研磨直接投喂。水蚯蚓在仔鱼开口阶段剪至 1—2mm 的碎段投喂,以后随着幼鱼的生长逐渐投喂较长的碎段直至幼鱼能吞食整条蚯蚓。每日 8:30 和 16:30 各投喂一次,有时夜间加喂一次以保证盆中随时有剩余饵料供仔幼鱼摄食。每日 8:00 和 16:00 时各测一次水温,同时,清除粪便和死亡个体,记录各盆中实验鱼的死亡数量。

**1.5 数据处理** 采用方差分析检验各组生长与存活率差异的显著性,Duncan's multiple-range test 方法作多重比较。

2 结果与讨论

2.1 开口仔鱼的生长与存活

仔鱼孵化 13d 后,在卵黄囊未完全吸收时,即开始摄食。喂养人工饲料 Biodiet 实验组仔鱼的存活率明显低于水蚯蚓实验组(表 1)。人工饲料实验组各重复组之间的存活率差异较大(0%—67.2%),死亡的高峰期也各不相同,总体来看,在开口摄食后的前 10d,仔鱼的平均死亡率较高,达到 30%。而摄食水蚯蚓组的存活率较高,各重复组间存活率平均达到 83%,在实验期间,没有出现明显的死亡高峰期。

孵化 9d 后,仔鱼的平均全长和平均体重分别为 26.2 ± 1.4mm 和 76.0 ± 4.7mg(均值 ± 标准误)。实验结束时摄食水蚯蚓的仔鱼的体重特定增长率(SGR)约为摄食人工饲料的 4 倍,饲料对存活及生长的各项指标均有显著影响(表 1)。

表 1 天然及人工饲料对中华鲟开口仔鱼存活率及生长的影响(均值 ± 标准误)\*  
Tab.1 Survival rate and growth of initial-feeding Chinese sturgeon larvae fed natural and artificial diets (mean ± s.e.)

饲料 Diet	样品数 Number	存活率 Survival rate (%)	最终全长 Final total length (mm)	最终体重 Final body weight (mg)	体重特定增长率* Specific growth rate in weight (%/d)
Biodiet	5	30.8±29.4	34.0±1.0	122.3±12.5	1.4±0.3
水蚯蚓 <i>Limnodrilus</i>	5	83.0±3.9	52.3±1.9	513.0±66.6	5.8±0.4
方差分析		P<0.005	P<0.0005	P<0.0005	P<0.0005

\* 特定增长率(Specific growth rate, SGR)=(lnW<sub>t</sub>-lnW<sub>0</sub>)/t×100; W<sub>t</sub>为初始体重, W<sub>0</sub>为最终体重,t为饲养天数。

2.2 饲料转换对生长与存活的影响

在前一阶段中喂养水蚯蚓或 Biodiet 的幼鱼,转而投喂 Biodiet 或水蚯蚓后的前 2d,幼鱼摄食不积极,

摄食率下降,此后即能正常摄食,没有观察到明显的拒食行为,饲料转换后各组的存活率也无显著差异(表 2),表明饲料转换对幼鱼的存活率并无显著的影响。

在这一阶段,摄食同一种饲料的实验组幼鱼的 SGR 值无显著差异,而摄食 Biodiet 幼鱼的 SGR 值显著低于摄食水蚯蚓的幼鱼,其中,Biodiet→水蚯蚓组的 SGR 值约为 Biodiet→Biodiet组的 2.1 倍,水蚯蚓→水蚯蚓组约为水蚯蚓→Biodiet组的 2.3 倍,饲料对幼鱼生长的影响是显著的(表 2),但两种饲料生长的差异要小于第 1 阶段,四个实验组幼鱼的 SGR 值显著高于前一阶段摄食同一种饲料的仔鱼( $P < 0.05$ )。

表 2 饲料转换后中华鲟幼鱼的生长与存活(均值±标准误)\*

Tab.2 Effect of diet switch on the growth and survival of the Chinese sturgeon juveniles (mean ± s.e.)

实验组	样品数	初始体重	最终体重	体重特定增长率(%/d)	存活率(%)
Treatments	Number	Initial weight (mg)	Final weight (mg)	Specific growth rate in weight	Survival
Biodiet→Biodiet	3	232.5±75.8	396.0±9.6	3.8±0.2a	92.7±2.3a
Biodiet→水蚯蚓	3	232.5±75.8	709.3±23.2	8.0±0.2b	100.0±0.0a
水蚯蚓→Biodiet	3	513.0±127.7	801.0±145.5	3.1±1.3a	92.0±13.9a
水蚯蚓→水蚯蚓	3	513.0±127.7	1379.3±68.4	7.1±0.3b	100.0±0.0a

\* 均值后的字母表示多重比较结果,具有相同字母的值无显著差异( $p>0.05$ )

Biodiet 是一种半湿性(semi-moist)商业虹鳟鱼饲料,在美国高首鲟的饲养中广泛应用并取得较好的效果。据 Lutes 等报道,采用 Biodiet 作为开口饲料喂养高首鲟仔鱼 31d(水温 14.7℃),其存活率达到 68.8%,SGR 值为 7.2,均超过本实验第 1 阶段的实验结果。开口阶段摄食 Biodiet 的中华鲟仔鱼生长缓慢,存活率也较低,这可能是由于中华鲟仔鱼不喜食 Biodiet 以致摄入量少;或是 Biodiet 的营养成份不能满足其需要。鲟科鱼类幼鱼在从摄食活饵料(如水蚯蚓、浮游动物等)转换为人工饲料时,因大多数幼鱼拒绝摄食,通常会出现较高的死亡率<sup>[3-5]</sup>。据 Lindberg 等报道<sup>[9]</sup>,高首鲟仔鱼在摄食水蚯蚓 3 周后,转喂人工饲料 Biodiet,历时 3 周,其幼鱼存活率约为 20%,SGR 值为 2.4,而 Biodiet 和水蚯蚓对照组的存活率分别为 40% 和 80%,SGR 值分别为 5.5 和 7.1,饲料转换对高首鲟幼鱼的存活与生长具有显著的影响。与本实验第 2 阶段的结果比较,其水蚯蚓对照组的 SGR 值与本实验相近,Biodiet 对照组的 SGR 值则高于本实验的 Biodiet 对照组。但是,在饲料转换为 Biodiet 后,中华鲟幼鱼的生长和存活率,与 Biodiet 对照组比较,均未受到显著的影响。这一实验结果说明中华鲟仔鱼对人工饲料的适应性可能低于高首鲟,但幼鱼对人工饲料的适应性可能强于高首鲟。因此,利用中华鲟幼鱼对人工饲料的适应性较强的特点,在开口阶段采用活饵料,以避免较高的死亡率,然后过渡到人工饲料,可能是大规模培育中华鲟幼鱼较好的饲养方式,而饲料转换的最佳阶段,还需要进一步研究。

参 考 文 献

[1] 肖 慧,江 华,姜 新等. 中华鲟苗种培育技术的初步研究. 水利渔业, 1988, (4): 24—29

[2] Lutes P B, Hung S S O, Conte F S. Survival, growth, and body composition of white sturgeon larvae fed purified and commercial diets at 14.7 and 18.4℃. *Prog. Fish-Cult.* 1992, 52:192—196

[3] Budington R K, Doroshov S I. Feeding trials with hatchery produced white sturgeon juveniles (*Acipenser transmontanus*). *Aquaculture*, 1984, 36:237—243

[4] Steffens W, Jahnichen, H, Fredrich F. Possibilities of sturgeon culture in Central Europe. *Aquaculture*, 1990, 89:101—122

[5] Lindberg J S, Doroshov S I. Effects of diet switch between natural and prepared foods on growth and survival of white sturgeon juveniles. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 1986, 115:166—171