

文章编号: 1004 - 7271(2008)04 - 0452 - 05

## 哲罗鱼人工育苗技术研究

徐伟, 尹家胜, 匡友谊, 姜作发

(中国水产科学研究院黑龙江水产研究所, 黑龙江 哈尔滨 150070)

**摘要:** 采捕野生乌苏里江哲罗鱼 (*Hucho taimen* Pallas) 幼鱼, 在流水池塘中培育至性腺成熟, 进行人工繁殖和育苗技术的研究。结果表明: 注射催产激素 HCG、S-GnRH-A 和 DOM 的混合制剂可促使成熟的亲鱼排卵, ( $9 \pm 2$ ) °C 水温药物的效应时间在 8 ~ 11 d。哲罗鱼的受精卵, 为圆形、淡黄色, 卵膜较软, 无粘性。7<sup>+</sup> ~ 9<sup>+</sup> 龄鱼的卵径为 4.20 ~ 5.56 mm [平均 (4.98 ± 0.33) mm]; 吸水膨胀后的卵径为 4.32 ~ 5.76 mm [平均 (5.20 ± 0.38) mm], 增大约 0.2 mm。6 ~ 12 kg 的雌性亲鱼绝对产卵量为 4 500 ~ 14 000 粒/尾, 相对产卵量 1 000 ~ 1 200 ind/kg。哲罗鱼人工繁育的催产率、发眼率和仔鱼上浮率平均为 87.5%、83.5% 和 86.4%。从卵受精到破膜需 28 ~ 31 d [平均 (29.3 ± 1.3) d], 完全出苗需 38 ~ 41 d [平均 (38.5 ± 1.0) d], 仔鱼上浮需 56 ~ 58 d [平均 (57.1 ± 0.9) d]。鱼苗驯化依次投喂水蚤 → 水蚤、水丝蚓 → 水丝蚓 → 水丝蚓、软颗粒饲料 → 软颗粒饲料 → 软颗粒饲料、硬颗粒饲料 → 硬颗粒饲料, 可从动物性饵料转化为人工配合颗粒饲料喂养。人工养殖条件下, 仔鱼体长与日龄的回归方程为  $L = 1.9623e^{0.0219t}$ , ( $R^2 = 0.9507, n = 30$ ), 稚鱼体长与日龄的回归方程为  $L = 2.6877e^{0.0119t}$ , ( $R^2 = 0.9943, n = 30$ ), 1 龄鱼的平均体长为 (16.2 ± 0.93) cm, 体重为 (28.45 ± 2.98) g。

**关键词:** 哲罗鱼; 繁殖; 鱼苗; 驯养; 生长

**中图分类号:** S 961.2      **文献标识码:** A

## Artificial propagation of huchen, *Hucho taimen* Pallas

XU Wei, YIN Jia-sheng, KUANG You-yi, JIANG Zuo-fa

(Heilongjiang Fishery Research Institute, Chinese Academy of Fishery Science, Harbin 150070, China)

**Abstract:** The juveniles of wild *Hucho taimen* Pallas were caught and reared to adult in a pond with flowing water, and propagation and seed culture were carried out. The results showed that the *Hucho taimen* could be artificially induced to spawn time after time during the period of their reproduction seasons by injecting the hormone mixture which was composed of HCG, S-GnRH-A and DOM. It's about 8 - 11 days for the fish to spawn after injecting at water temperature ( $9 \pm 2$ ) °C. The eggs are round, no sticky, light yellow, and with a soft ovum membrane, and the eggs which were got from the 7<sup>+</sup> - 9<sup>+</sup> years old brood stocks had a diameter of 4.20 - 5.56 mm, and the average value was (4.98 ± 0.33) mm; after absorbing water, diameter becomes 4.32 - 5.76 mm and the average value becomes (5.20 ± 0.38) mm. The absolute fecundity is 4 500 - 14 000 eggs per fish, the relative fecundity is 1 000 - 1 200 eggs per kg. The average value of artificial inducing ratio, eyed-eggs percentage and larva floating ratio were 87.5%, 83.5% and 86.4%, respectively. The developmental stages from fertilized egg to becoming fry with membrane, to getting out of the membrane

收稿日期: 2007-10-29

基金项目: “十五”国家科技攻关项目 (2001BA505B0507); 黑龙江省科委重点研究项目 (G96B4-1)

作者简介: 徐伟 (1970-), 男, 副研究员, 主要从事鱼类育种和繁殖方面的研究。E-mail: xwsc23@tom.com

通讯作者: 尹家胜, E-mail: xwsc20@tom.com

completely and to floating larva need 28–31 d [average (29.3 ± 1.3) d], 38–41 d [average (38.5 ± 1.0) d] and 56–58 d [average (57.1 ± 0.9) d], respectively. Using the acclimation method of gradual transition (daphnia→daphnia, limnodrilus→limnodrilus→limnodrilus, soft granular food→soft granular food→soft granular food, hard granular food→hard granular food), the fish fry can be weaned to artificial dry foods by gradually reducing the animal feed. Under the artificial culture conditions, the relationship between total length and day age of larva is  $L = 1.9623e^{0.0219t}$ , ( $R^2 = 0.9507$ ,  $n = 30$ ), and the relationship between total length and day age of juvenile is  $L = 2.6877e^{0.0119t}$ , ( $R^2 = 0.9943$ ,  $n = 30$ ), and after the first year average body length is (16.2 ± 0.93) cm, the average body weight is (28.45 ± 2.98) g.

**Key words:** *Hucho taimen* Pallas; artificial propagation; fry; domestication; growth

哲罗鱼(*Hucho taimen* Pallas)又称太门哲罗鱼,属鲑形目、鲑科、哲罗鱼属,主要分布在俄罗斯、蒙古、哈萨克斯坦和中国<sup>[1-3]</sup>。它具有优良的生长特性,性成熟后仍能够快速生长,是较理想的人工驯养品种。近年来,由于国内过渡捕捞和生存环境的破坏,野生资源已基本枯竭,仅黑龙江、乌苏里江和哈纳斯湖能捕获零星的个体<sup>[4-5]</sup>。为了解决濒危状况和优质鲑科鱼类的开发利用,现急需开展哲罗鱼人工育苗技术方面的研究。

哲罗鱼的生物学研究在欧洲开展得较早,19世纪初采捕野生成熟亲鱼人工繁殖获得成功,上世纪60年代俄罗斯、美国和日本等开始哲罗鱼苗种的野外放流试验<sup>[2,6-7]</sup>。在国内有关哲罗鱼的研究相对较少,近几年来仅报道了野生哲罗鱼资源、生长、繁殖和分子生物学方面的内容<sup>[5,8-9]</sup>。通过采捕的野生乌苏里江哲罗鱼,在池塘养殖环境下培育至性成熟,2004–2006年3次成功地进行人工育苗技术试验,旨在为野生资源的增殖和人工池塘养殖奠定理论基础。

## 1 材料与方法

### 1.1 亲鱼的来源

在乌苏里江采捕2<sup>+</sup>~4<sup>+</sup>龄野生哲罗鱼幼鱼67尾,放养到黑龙江水产研究所渤海冷水鱼实验站。养殖池塘面积300 m<sup>2</sup>,水源为涌泉流水,水温4~17℃,投喂充足鲜活的鲤、鲫和野杂鱼,经人工培育后性腺达到成熟。

### 1.2 人工繁殖

2004–2006年3月初当水温稳定在8℃以上时,筛选体重超过6 kg,性腺发育较好的个体进行人工催产繁殖试验。注射激素包括鲑鱼释放激素类似物(S-GnRH-A)、绒毛膜促性腺激素(HCG)和地欧酮(DOM),全部购自宁波第一激素制品厂。当发现雌鱼流卵后进行人工挤卵和受精,采用虹鳟鱼的孵化方法<sup>[10]</sup>。人工繁殖效果的指标计算方法如下:

$$\text{催产率}(\%) = \frac{\text{流卵的雌鱼数}}{\text{催产的雌鱼数}} \times 100$$

$$\text{发眼率}(\%) = \frac{\text{发眼卵数}}{\text{产卵数}} \times 100$$

$$\text{仔鱼上浮率}(\%) = \frac{\text{上浮仔鱼数}}{\text{发眼卵数}} \times 100$$

### 1.3 卵径的测量

分别取哲罗鱼初次性成熟(5<sup>+</sup>龄鱼,  $n = 5$ )和多次性成熟(7<sup>+</sup>~9<sup>+</sup>龄鱼,  $n = 5$ )吸水后的受精卵200粒,用游标卡尺测定卵的直径,统计卵径分布范围和所占比例。

### 1.4 鱼苗的人工驯养

将上浮的仔鱼苗放入直径为1 m,水深为0.5 m的圆形玻璃槽中,利用流动的涌泉水饲养,水温10~13℃。根据鱼苗对不同饵料的喜食情况,先期投喂水蚤和水丝蚓,后期投喂软颗粒和硬颗粒饲料进行人工喂养。鱼苗体长和体重的生长测量,仔鱼每3天一次,稚鱼每5天一次。

## 2 结果

### 2.1 哲罗鱼的人工繁殖

采捕的野生哲罗鱼幼鱼可在池塘中培育至性成熟,2004-2006年进行人工药物繁殖试验的结果见表1和表2。根据测得的数据初步得到以下结论:注射激素 HCG、S-GnRH-A 和 DOM 的混合制剂,可促使成熟的雌性哲罗鱼亲鱼产卵,水温在 $(9 \pm 2)^\circ\text{C}$ ,催产药物的效应时间为8~11 d。6~12 kg 雌性亲鱼的绝对产卵量为4 500~14 000 粒/尾,相对产卵量为1 000~1 200 ind/kg。人工繁殖的催产率、发眼率和仔鱼上浮率平均为87.5%、83.5%和86.4%。从卵受精到破膜需28~31 d [平均 $(29.3 \pm 1.3)$  d],完全出苗需38~41 d [平均 $(38.5 \pm 1.0)$  d],仔鱼上浮需56~58 d [平均 $(57.1 \pm 0.9)$  d]。

表1 人工繁殖的水温、药物和催产率

Tab.1 Water temperature, drug dosage and inducing ratio of artificial propagation

年份	水温( $^\circ\text{C}$ )	♀:♂	雌鱼体重(kg)	注射药物和剂量*	产卵雌鱼数(n)	催产率(%)
2004	8.3~11.6	18:14	6.2~8.7	HCG(1 000 UI/kg) +	15	83.3
2005	8.6~11.0	35:32	6.8~10.4	S-GnRH-A(10 $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	29	82.9
2006	8.3~10.7	26:23	6.5~11.6	+DOM(2 mg/kg)	25	96.2
平均			8.7			87.5

注:\* 雄鱼剂量为雌鱼的1/2

表2 人工繁殖的产卵数、发眼率和仔鱼上浮率

Tab.2 Eggs, eyed-eggs percentage and larval floating ratio of artificial reproduction

年份	每尾产卵数(n)		发眼率(%)		仔鱼上浮率(%)	
	范围	平均	范围	平均	范围	平均
2004	4500~12300	8700 $\pm$ 2500	61.4~92.9	80.1 $\pm$ 10.6	74.6~94.3	84.8 $\pm$ 7.1
2005	6700~13400	9470 $\pm$ 2200	79.7~93.5	85.1 $\pm$ 6.8	81.5~93.8	86.6 $\pm$ 4.8
2006	6500~13800	9830 $\pm$ 2300	76.3~94.4	85.4 $\pm$ 8.6	81.9~94.1	87.8 $\pm$ 5.9
平均		9330		83.5		86.4

### 2.2 哲罗鱼的卵径测量

哲罗鱼的受精卵,为圆形、淡黄色,卵膜较软,无粘性。7<sup>+</sup>~9<sup>+</sup>龄鱼(多次性成熟)的卵径为4.20~5.56 mm [平均 $(4.98 \pm 0.33)$  mm];吸水膨胀后的卵径为4.32~5.76 mm [平均 $(5.20 \pm 0.38)$  mm],增大约0.2 mm,85%以上为5.0~6.0 mm。5<sup>+</sup>龄鱼(初次性成熟)吸水后的卵径为3.24~5.68 mm [平均 $(4.50 \pm 0.63)$  mm],50%以上为4.0~5.0 mm(表3)。

表3 哲罗鱼受精卵吸水后的卵径(2004年)

Tab.3 The egg diameter after absorbing water (in 2004)

年龄	卵径(n=200)		
	范围(mm)	比例(%)	平均(mm)
5 <sup>+</sup> 龄鱼(初次性成熟)	3.24~4.00	26.9	4.50 $\pm$ 0.63
	4.00~5.00	51.9	
	5.00~5.68	21.2	
7 <sup>+</sup> ~9 <sup>+</sup> 龄鱼(多次性成熟)	4.32~5.00	12.8	5.20 $\pm$ 0.38
	5.00~5.76	87.2	

### 2.3 鱼苗的人工驯养

当鱼苗上浮摄食外源营养时,需及时投喂开口饵料,驯养方案依据2002年的实验结果<sup>[8]</sup>。不同饵料的开始投喂时间依据鱼苗的喜好情况而定,在转换期间还需投喂一定量的前一种饵料来逐渐适应

(表 4)。采用依次投喂水蚤→水蚤、水丝蚓→水丝蚓→水丝蚓、软颗粒饲料→软颗粒饲料→软颗粒饲料、硬颗粒饲料→硬颗粒饲料的驯养方法,鱼苗可从动物性饵料转化为人工配合颗粒饲料喂养。

表 4 哲罗鱼鱼苗的人工驯养(2005 年)

Tab. 4 Different food choices of young huchen and artificial acclimatization (in 2005)

日期	饵料种类	每天投喂次数	驯养天数(d)	投喂量
06-08 -06-12	水蚤	6	5	足量
06-13 -06-23	水蚤	2	11	足量
06-24 -07-03	水丝蚓	4	10	1 h 内吃完
07-04 -07-09	水丝蚓	2	6	1 h 内吃完
07-10 -07-23	软颗粒饲料	4	14	体重的 4% ~5%
07-24 -07-30	软颗粒饲料	2	7	体重的 1% ~2%
08-01 -08-15	硬颗粒饲料	4	16	体重的 4% ~6%
		6		体重的 7% ~8%

## 2.4 鱼苗的生长

当哲罗鱼出苗后,定期测量不同发育时期的体长和体重(图 1 和图 2)。从测得的数据可以得出,仔鱼体长与日龄的回归方程为  $L = 1.9623e^{0.0219t}$ , ( $R^2 = 0.9507, n = 30$ ), 稚鱼体长与日龄的回归方程为  $L = 2.6877e^{0.0119t}$ , ( $R^2 = 0.9943, n = 30$ ), 稚鱼体长与体重的关系式为  $W = 0.0023L^{3.8794}$  ( $R^2 = 0.9872, n = 30$ )。在黑龙江渤海冷水鱼实验站,人工养殖的 1 龄哲罗鱼平均体长为  $(16.2 \pm 0.93)$  cm, 体重为  $(28.45 \pm 2.98)$  g。

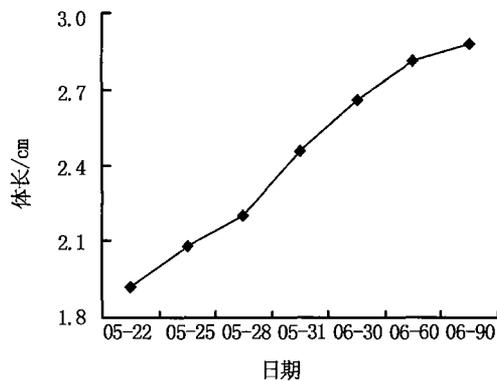


图 1 哲罗鱼仔鱼的体长生长曲线(2005 年)

Fig. 1 Growth curve of body length for larval fish

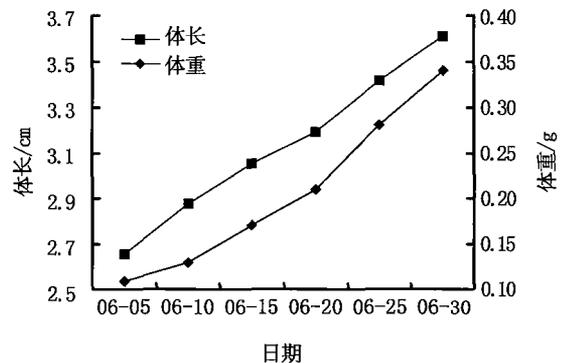


图 2 哲罗鱼稚鱼体长和体重的生长曲线(2005 年)

Fig. 2 Growth curve of body length for juvenile fish

## 3 讨论

### 3.1 哲罗鱼的人工育苗

开展野生鱼类的人工育苗是解决资源濒危和规模化养殖的工作基础。哲罗鱼的育苗国外采取的主要方法是每年繁殖季节,捕捞一定量的野生成熟流卵亲鱼,将卵挤出体外与精液混合,受精后在人工控制下进行孵化,然后培育成幼苗进行自然湖泊、江河的放流和增殖<sup>[2]</sup>。而在我国由于环境污染、森林破坏和过渡捕捞等人为因素,已很难找到哲罗鱼的成熟产卵群体和繁殖栖息地。根据 2000 - 2004 年春秋二季的 3 次哲罗鱼采捕,以及近二三十年渔民捕捞的调查情况,乌苏里江的哲罗鱼主要产卵地都在邻国俄罗斯境内,国内根本无法捕到野生成熟的亲鱼,因此,无法直接采用国外的生产技术进行哲罗鱼的开

发利用。通过本研究的结果表明,采捕的野生哲罗鱼幼鱼,在人工池塘环境下完全可以培育至性成熟,初步解决了我国捕捞不到成熟亲鱼的难题。

### 3.2 哲罗鱼的人工培育

哲罗鱼属于凶猛肉食性鱼类,在野生自然环境下主要摄食鱼类、鸟类和蛙类等。本实验的哲罗鱼来自乌苏里江的野生种,在人工养殖过程中发现它不捡食落到底部的死鱼,只摄食鲜活的小鱼,这表明哲罗鱼不啃食腐败的食物,一般投喂 50 ~ 150 g 的活鲤、鲫较好。在人工池塘条件下,哲罗鱼虽然性腺可以培育到生长成熟,但目前尚没有发现自然流卵的雌性亲鱼,而其它鲑鳟鱼类如虹鳟、大西洋鲑和银鲑等却可以在人工养殖条件下自然成熟并产卵<sup>[10-11]</sup>,这说明当前池塘养殖条件还不能够满足哲罗鱼生理成熟的要求,从本实验的结果可以看出,采用注射人工合成激素完全能够解决哲罗鱼的人工繁殖问题,而且产后的雌、雄亲鱼第二年性腺仍然可以再次发育成熟。

### 3.3 哲罗鱼的苗种驯养

摄食人工配合颗粒饲料是鱼类规模化养殖的一个重要环节,但鱼类的食性及摄食行为是生物进化过程中长期形成的遗传特性,一般较难人为改变,凶猛性鱼类的人工驯养表现的尤为突出。鲟鱼、乌鳢和鲇等的驯养都是采用先投喂动物性饵料,然后再逐渐掺入人工配合饲料的方法,且这些鱼类的配合饲料需要较高的蛋白质含量才可以正常生长<sup>[12-14]</sup>。从本研究的结果来看,哲罗鱼的鱼苗阶段摄食人工开口饲料也较困难,同样需要从动物性饵料逐渐转化为人工配合颗粒饵料的喂养方法。但其它鲑鳟鱼类如虹鳟、大西洋鲑和银鲑等都完全都采用人工配合颗粒饵料喂养<sup>[10-11]</sup>,笔者认为原因可能有三个方面:①哲罗鱼鱼苗阶段的消化能力较差,不能分解和吸收人工开口饵料;②目前人工开口饵料的制作工艺或口味不适合;③与其它鲑鳟鱼类相比,人工驯养的年代和时间太短。因此,哲罗鱼苗种的人工驯养还需进一步开展有关消化生理方面的研究。

## 4 小结

本文报道了哲罗鱼的繁殖生物学特性、鱼苗人工驯化方法、以及苗种生长的性能,归纳了在人工养殖条件下野生哲罗鱼的培育、繁殖和苗种驯养等技术问题,这为哲罗鱼的野生资源增殖和池塘养殖提供了理论基础,将会产生较好的社会效益和经济效益。

### 参考文献:

- [1] 尼科里斯基(高岫译). 黑龙江流域鱼类[M]. 北京:科学出版社,1960:42-47.
- [2] Holčík J, Hensel K, Nieslanik J, et al. The eurasian huchen, *Hucho hucho* [M]. Netherlands: Joint Edition Published by Dr. Junk W publishers, 1988:168-172, 93-107.
- [3] 张觉民. 黑龙江鱼类志[M]. 哈尔滨:黑龙江科学出版社,1995:50-52.
- [4] 乐佩琦,陈宜瑜. 中国濒危动物(鱼类)红皮书[M]. 北京:科学出版社,1998:29-31.
- [5] 尹家胜,徐伟,曹顶臣,等. 乌苏里江哲罗鲑的年龄结构、性比和生长[J]. 动物学报,2003,49(5):687-692.
- [6] Fukushima M. Spawning migration and redd construction of Sakhalin taimen, *Hucho perryi* on northern Hokkaido Island, Japan[J]. Journal of Fish Biology, 1994,44(5):877-888.
- [7] Hiramatsu N A. Hara, Relationship between vitellogenin and its related egg yolk proteins in Sakhalin taimen (*Hucho perryi*) [J]. Comparative Biochemistry and Physiology A, 1997,115(3):243-251.
- [8] 徐伟,尹家胜,姜作发,等. 哲罗鱼人工繁育技术的初步研究[J]. 中国水产科学,2003,10(1):29-34.
- [9] 梁利群,常玉梅. 微卫星 DNA 标记对乌苏里江哲罗鱼遗传多样性分析[J]. 水产学报,2004,28(3):241-244.
- [10] 刘雄,王照明,金国善,等. 虹鳟养殖技术[M]. 北京:农业出版社,1990:34-70.
- [11] 沈俊宝,张显良. 引进水产优良品种及养殖技术[M]. 北京:金盾出版社,2002:37-93.
- [12] 方耀林,余来宁,郑卫东. 鲟鱼的人工繁殖和苗种培育试验[J]. 淡水渔业,1995,25(6):22-23.
- [13] 孙大江,曲秋芝,吴文化,等. 史氏鲟人工繁殖及养殖技术[M]. 北京:海洋出版社,2000:52-58.
- [14] 钱龙. 乌鳢苗种培育技术[J]. 淡水渔业,2000,30(1):11-13.