

池养鲥鱼全人工繁殖的机理*

王汉平 林加敬¹ 魏开金 麦家柏¹ 姚 红

(中国水产科学研究院长江水产研究所, 荆州 434000)

(东莞市水产良种试验场, 511768)¹

摘 要 本研究首次成功地在盐度0.5~12的咸淡水池塘中驯养鲥幼鱼至6龄,并提出池养鲥鱼全人工繁殖机理。采用外源内分泌药理学和生态学的方法刺激鲥鱼早春脂肪积累和血清中的 17β -E₂的合成与分泌,启动性腺发育和诱导成熟,4、5、6龄雌鱼的成熟率分别达83.3%、87.5%和100%;在催产过程中采用神经介质抑制剂和可的松对抗剂,克服池养鲥鱼排卵机制障碍和产卵前紧张反应的副效应,获得约80 000粒的受精卵,受精率约75%,从而突破了池养鲥鱼不育症。

关键词 鲥鱼,池塘养鱼,人工繁殖,生殖机理,外源药理学,诱导产卵

鲥鱼(*Thualosa reevesii*)是我国特有的名贵洄游性鱼类,经济价值极高。但近几十年来,我国鲥鱼资源急剧衰退,至70年代末,钱塘江鲥鱼基本灭绝,目前长江和西江鲥鱼已濒临灭绝。因此突破鲥鱼的全人工繁殖,继而开展鲥鱼的人工养殖和增殖,具有重要的意义。50年代以来,鲥鱼的人工繁殖一直是我国重点研究课题。1958年陆桂取得天然鲥鱼人工繁殖成功^[1],70年代至80年代中,由一些研究单位组成协作组,对鲥鱼的驯化养殖、人工繁殖及苗种培育进行了较大规模的攻关,在苗种培育方面获得重要进展;²⁾美国到目前为止已连续进行了20余年的美洲鲥(*Alosa sapidissima*)人工繁殖、养殖和增殖研究,在苗种培育和增殖养殖方面获得相当成功^[34];对野生美洲鲥进行了蓄养、诱导成熟和产卵的研究,获部分排卵和62%的受精率^[25];联合国计划开展署(UNDP)自1983年起资助孟加拉湾地区的印度鲥(*Tenualosa ilisha*)繁殖保护研究,获得天然鲥鱼人工受精成功^[30]。笔者“八·五”期间在池塘条件下将鲥鱼驯化养成亲鱼^[1],但其性腺发育难以启动和成熟^[2]。本研究目的在于突破池养鲥鱼性不育的难题。

收稿日期:1997-01-20

*“八五”和“九五”国家科技攻关项目,编号85-15-02-02-08,95-008-01-01-04

1)陆桂,钟展烈,赵长春. 钱塘江鲥鱼的自然繁殖和人工繁殖. 上海水产学院论文集,1964,1~28

2)长江水产研究所,等. 鲥鱼的人工繁殖及幼鱼培育研究(成果鉴定资料).1982

1 材料和方法

实验材料为在广东东莞市水产良种试验场咸淡水池塘驯养的4~6龄亲鱼。组织学材料按常规取材后,Bouin氏液固定,制成4~8 μm 厚度的石蜡切片,卵细胞用苏木精-伊红染色,脑垂体用Heidenhain氏Azar法染色;尾动脉取血清法采集所需血样,在4℃条件下凝集并透出血清。放射免疫法(RIA)测定血清中 $17\beta\text{-E}_2$ 含量;采用公式 $\text{GIS}=100\times\text{卵巢重/体重}$ 和 $\text{M}=100\times\text{肠系膜脂肪重/体重}$ 分别计算成熟系数和肠系膜脂肪系数。

在试验的基础上,结合国内外大量研究结果,从内分泌、营养生理学和生态学角度入手,对池养鲢鱼全人工繁殖的机理和方法进行论证。

2 结果与分析

2.1 池养鲢鱼生殖机制障碍的主要原因

2.1.1 水流与洄游路线受阻的影响 溯河性鱼类只有在溯河过程中才能产生高能量代谢水平,使性腺完全发育成熟,产生成熟的卵子^[5]。鲢类需经过1 000多km的长途洄游才能完成其性腺发育和成熟的最终过程。研究表明,如截断其洄游路线(如建坝等),鲢鱼性腺发育受阻^[34];即使从大坝过鱼升降机采集性腺至Ⅳ期的美洲鲢,蓄养后进行催熟催产,部分也不能完成其成熟和产卵的过程^[25]。蓄养在静水条件下的小体鲢(*Acipenser ruthenus*)虽然生长良好,但性腺一直停留在第Ⅱ期。因此,流水可能是刺激鲢鱼等洄游性鱼类LRH合成和释放的必要条件。

2.1.2 营养与脂肪含量的影响 大量研究表明,营养和脂肪积累是影响洄游性鱼类性腺发育的关键生理生态因子。养殖洄游性鲑鱼(*Salmo salar*)性腺的启动与发育,决定于5月份之前肠系膜脂肪含量^[31]。冬季和早春鲢鱼在海洋中大量摄食,积累丰富的脂肪,在供给早期性腺发育的同时,为溯河洄游过程中营养和能量需要作贮备,一旦开始洄游,摄食活动即停止。刚入长江口的鲢鱼,雌鱼和雄鱼脂肪含量分别达20.43%和21.82%,到达产卵场时,脂肪含量分别下降至9.60%和5.89%^[4]。脂肪除了提供性腺发育的能量和营养物质外,还参与类固醇激素的芳构化活动^[21],后者是调节鱼类青春期起始的重要部分。池养鲢鱼在长期的封闭小环境和冬季与早春的低温条件下,只能维持基础代谢水平,无法促进脂肪积累,严重影响了鲢鱼性腺发育的生理节律和内分泌平衡,造成生理机能障碍。

2.1.3 盐度的影响 鲢鱼在海洋中完成性腺发育的前3期^[6],其青春期性腺的启动与发育需要高盐度。珠江口池塘全年盐度在0.5~12范围内波动,养殖鲢鱼必需调节自身渗透压才能适应这种低盐度及其波动,调节过程和低渗环境均会引起池养鲢鱼内分泌失调。低盐度使梭鱼(*Mugil so-iauy*)脑垂体前叶和间叶的相对大小发生变化^[7,8],使卵巢组织匀浆中的 $\delta\text{-5-3}\beta$ 羟基类固醇脱氢酶的活性下降^[20],从而破坏了生殖所必需激素的体内平衡。

2.1.4 紧张反应的影响 业已证明,圈养产生的紧张反应或用可的松(鱼类紧张激素)处理,能使鱼类性类固醇激素^[10-12,18]和 GtH ^[11,35]释放量下降。对野生鱼类,捕捞和圈养诱导血浆中可的松含量增加和睾酮及 $17\beta\text{-雌二醇}$ 含量的下降,导致卵黄卵母细胞迅速退化且不能恢复^[12,18]。鲢鱼性情娇燥,活动性高,在养殖、操作、运输过程中极易出现“紧张综合症”,导致死亡。因此,池养以及催熟催产操作对鲢鱼性腺发育和排卵影响较大。

2.2 用外源药理学和生态学方法克服池养鲢鱼性不育的机理

2.2.1 性类固醇激素启动和诱导池养鲢鱼性腺发育的生理作用 研究表明,外界主要生态因子以及紧张反应对鲢鱼生殖内分泌的影响,集中反应在对类固醇激素分泌与合成的影响。而类固醇激素的正反馈作用刺激脑垂体 GtH 的合成和积累,是调节鱼类青春期性腺发育起始的重要部分。

1994 年繁殖期间,观察了埋植类固醇激素和 LHRH-A 后脑垂体 GtH 细胞的变化和性腺发育情况,结果表明,经 2 次埋植类固醇激素,实验组亲鱼脑垂体 GtH 细胞和细胞核明显增大,并有部分细胞已释放 GtH 而成为空泡(图版-1),至 4 月下旬卵巢达第Ⅲ期末,卵母细胞已积累部分卵黄(图版-2)。而埋植 LHRH-A 和对照组的鱼,垂体 GtH 细胞无明显变化(图版-3,4),卵巢仍处于第Ⅱ期,仅含卵原细胞和第 2 时相初级卵母细胞(图版-5,6)。

Crim 和 Peter^[15]在鲑鱼 1 龄降海的雌鱼和雄性幼鱼的外侧结节核(NLT)和脑垂体(但不在视前核和视顶盖)埋植睾酮小丸能引起脑垂体 GtH 含量明显增加,他们认为这种正反馈作用是使降海幼鲑开始进入青春期的作用机理的一部分。有研究发现未成熟虹鳟(*Salmo gairdneri*)经过睾酮的内吸收处理后,脑垂体的 GtH 含量由极微量水平增加到很高水平^[16],用睾酮处理导致许多鲑鳟鱼类 GtH 的合成和释放,以及刺激下丘脑 GnRH 的活动性^[22,28]。还有用雌二醇处理未成熟的雌鳗和雄鳗(*Anguilla anguilla*),明显地刺激 GtH 细胞的活动性^[26,27]。这些结果提示,对于洄游性鱼类性腺发育的青春前期,类固醇性激素的正反馈作用是普遍存在的而且是极为重要的。

Crim 等^[17]证明,只有雌性激素类固醇和能芳构化为雌激素的雄性激素类固醇刺激鳟鱼 GtH 含量增加。并且芳构化酶抑制剂能抑制睾酮的正反馈作用。

我们采用放射免疫法测定了不同处理鲢鱼血清中 $17\beta-E_2$ 的含量,结果表明,对实验亲鱼埋植“鲢 I 号”(含睾酮)后,血清中 $17\beta-E_2$ 含量明显升高,比埋植 LHRH-A 和空白颗粒的亲鱼分别高出 6.6~7.3 倍和 8.2~8.9 倍,证实睾酮对池养鲢鱼 $17\beta-E_2$ 的刺激效应和池养鲢鱼芳构化作用的存在。

众多研究表明,鲑鳟鱼类在春季性成熟前血浆中雌激素出现高峰^[9,19,32,34],而且由雄激素芳构化而来^[32,34]。因此认为可芳构化的雄性激素是雌鱼和雄鱼雌激素的主要来源^[23]。雄性激素的芳构化与脂肪含量密切相关^[13]。鲑鱼芳构化活动发生的主要位点,除了脑以外还有脂肪组织^[31]。因此,洄游性鱼类的脂肪贮存量与贮存时间直接影响类固醇激素间的芳构化作用,进而影响性腺的启动与发育。

2.2.2 脂肪积累量与积累时间对启动养殖鲢鱼性腺发育的影响 在类固醇激素的正反馈作用中,脂肪贮存至关重要。对同一处理试验组鲢亲鱼肠系膜脂肪系数(MFI)的研究表明,4 月份肠系膜脂肪系数达 2.0% 的亲鱼,随着脂肪的积累,性腺发育较快,且最终达到成熟期;4 月份肠系膜脂肪系数为 1.5% 的亲鱼,性腺发育几乎停滞不前,尽管 6 月份 MFI 达到 2.10%,但性腺不能最终发育成熟。

Rowe^[31]等证明,养殖鲑鱼性腺的启动与发育,决定于 5 月份之前肠系膜脂肪含量,池养成熟的鲑鱼,脂肪含量在 4 月份开始增加,至 5 月达到高峰。若 5 月前低于一定的水平,性腺发育与成熟受到抑制。

Frisch^[21]在研究哺乳动物控制成熟的机理后假设,促性腺激素释放激素的产量决定于脂肪组织中睾酮芳构化雌二醇的水平。大西洋成熟鲑鱼体内脂肪积累与激素含量的关系和对性腺发育启动的影响与 Frisch 的假设一致^[32]。众多研究表明,雌二醇启动下丘脑和脑垂

体, 睾酮芳香化雌二醇的水平控制某些鱼类性腺发育与成熟。脂肪含量也影响睾酮的合成, 因为脂肪贮存不足伴随着胆固醇水平低下, 后者是头肾中睾酮合成的重要物质^[33]。

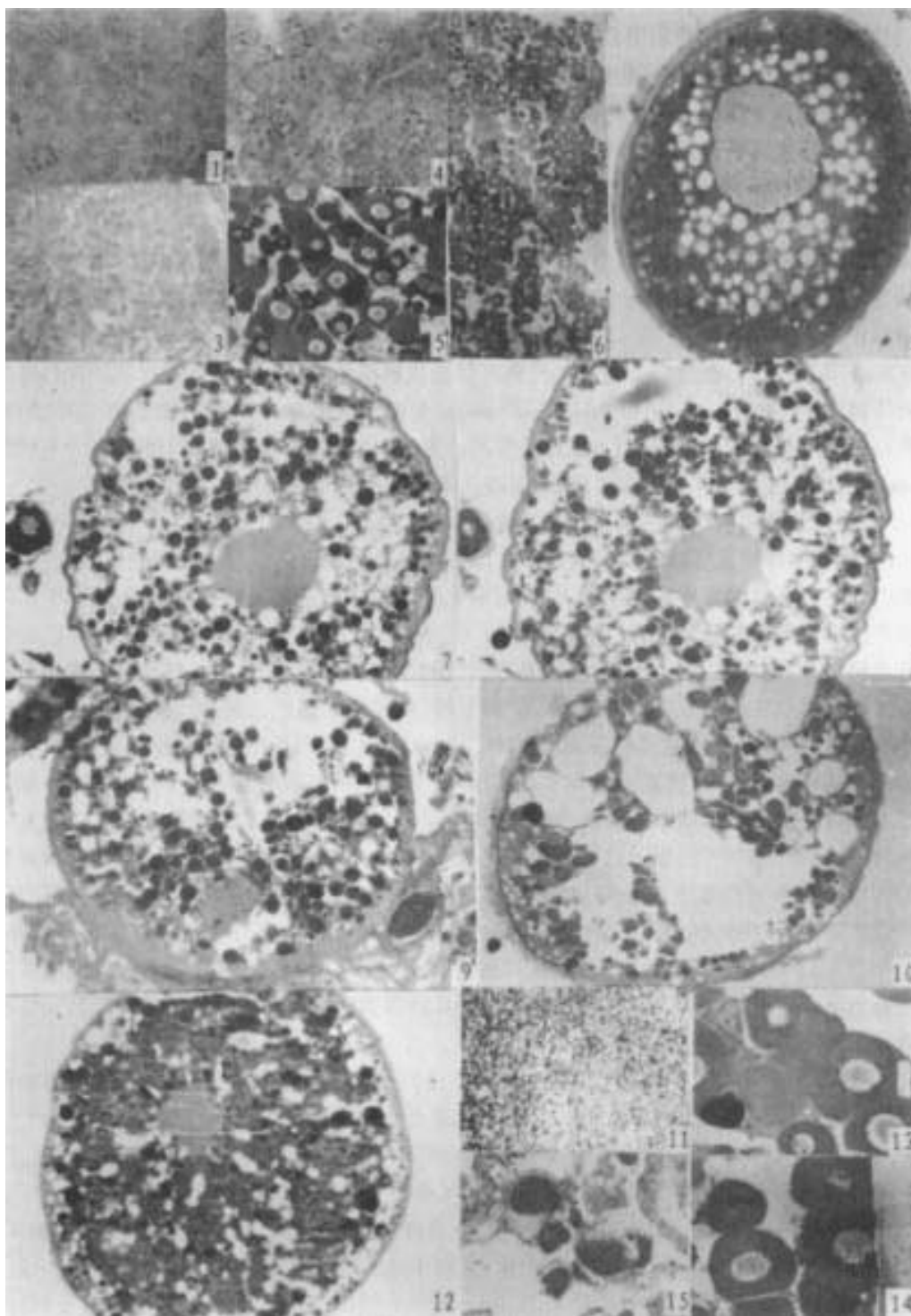
2.2.3 儿茶酚胺抑制剂和可的松对抗剂诱导养殖鲢鱼排卵的机制 鱼类排卵机制与青春期性腺启动与发育机制不同。1994 年进行的 4 组不同药物诱导排卵实验中, 未添加儿茶酚胺抑制剂进行处理的亲鱼不排卵; 而用添加儿茶酚胺抑制剂的剂型第 1 次处理后 6 h, 细胞核开始向动物极移动(图版-7), 12 h 细胞核偏位 1/2(图版-8)。第 2 次处理后 5 h, 细胞核已靠近细胞膜(图版-9), 8 h 部分排卵(图版-10)。这表明鲢鱼下丘脑存在一种抑制因子, 在排卵过程中抑制 GnH 的释放。1995 年~1996 年在 1994 年排卵剂型的基础上, 增加可的松对抗剂, 使诱导排卵率达 100%, 表明紧张反应产生的可的松对促性腺激素的释放也存在一种抑制作用。

Peter 等^[28]发现, 血清 GnH 含量的升高可促进成熟雌鱼排卵。有些鱼类存在一种 GnH 释放的抑制因子(GRIF)。Peter 和 Paulencu^[29]认为, 金鱼正常的 GnH 排卵高潮是由 GRIF 的减弱和 GnH 自动释放引起的, 没有 GnRH 的作用。通过对虹鳟的离体实验^[17]和金鱼^[29]与鳗鲡(*Anguilla japonica*)^[24]的体内药理实验, 证明儿茶酚胺神经介质是 GnH 的抑制者。

2.3 池养鲢鱼繁殖机理的应用与进一步验证

2.3.1 诱导池养鲢鱼性腺发育与成熟 在综合国内外大量研究报告和实验的基础上, 采用外源内分泌药理学和营养生理学的方法, 对驯化养成的亲鱼进行 8 种不同药物、5 种不同剂型和不同操作方法的诱导实验, 筛选出“鲢 I 号”和“鲢 II 号”2 种剂型。在性腺发育启动前和启动初期, 采用埋植“鲢 I 号”的慢性处理方式和生态调控措施, 刺激机体脂肪积累和脑垂体 GnH 的积累。在性腺发育启动后, 采用“鲢 II 号”的慢性和急性处理方式, 促使促性腺激素的维持和释放, 促进池养鲢鱼性腺发育成熟。1994 年采用上述生理和生态调控措施, 对 5 龄鱼进行诱导实验, 首次成功地诱导实验组 10 尾亲鱼中的 9 尾性腺发育成熟, 其中 2 尾雄鱼在 5 月底能挤出离水即散的精液, 既性腺达第 V 期(图版-11); 7 尾雌鱼至 7 月下旬发育成熟, 性腺达第 IV 期中(图版-12), 雌鱼诱导成熟率达 87.5%。而用 LHRH-A 处理和对照组的鱼性腺仍停留在第 II~III 期初(图版-13, 14)。1995 年~1996 年重复试验, 验证上述诱导成熟方法, 获得同样效果, 6 龄鱼催熟率达 100%, 并且诱导部分 4 龄鱼性腺发育成熟, 成熟率达 83.3%。实验组中 4 尾雄鱼 6 月初精巢发育至第 V 期, 挤出的精液中精子在显微镜下剧烈活动时间达 35s, 在冰瓶中保存 12h 仍具较强的活力。9 尾雌鱼至 7、8 月上旬性腺发育至第 IV 期中。

2.3.2 诱导产卵与育苗 1994 年 7 月~8 月共进行 4 组诱导排卵实验, 均诱导池养鲢鱼卵母细胞成熟至排卵前状态。但由于催产操作及进入产卵池后亲鱼紧张反应强烈, 引起生殖内分泌失调, 出现排卵障碍。1995 年~1996 年在催产中采用可的松对抗剂抑制紧张反应所产生的可的松对性类固醇激素的抑制作用; 采用神经介质抑制剂遏制儿茶酚胺对 GnRH 和 GnH 释放的抑制作用, 成功地在池塘条件下诱导养殖亲体产卵(图版-15), 催产率达 100%; 1995 年获得受精卵约 80 万, 产卵率为 80%, 受精率达 75.0%。1996 年为了保存亲鱼, 仅采用 3 万成熟卵子进行人工授精, 受精率 71.8%, 就地采用 2 只孵化桶孵出鱼苗 5 000 余尾, 突破了池养鲢鱼性不育这一难关。



图版 Plate

3 小结

(1)池养鲢鱼性腺发育与成熟的生理生态调控机制可用一个正反馈环模式来表示。以冬季头肾合成睾酮起始,睾酮芳构化为雌二醇,由春季脂肪存贮量调控。起动时间及睾酮合成的多少与速率受控于外界水流、营养、盐度及光照等生态条件,水流可能是刺激头肾合成睾酮的主要生态因子。池塘条件下不能达到刺激阈值,需采用外源药理学和生态学的方法启动正反馈环和调控启动时间。成熟的年龄则可能受头肾合成睾酮的速率、睾酮的芳构化率、对雌二醇的敏感性及脂肪积累等遗传因子影响。实践中,在调控池养鲢鱼性腺发育和成熟的同时,注重调节和改善外界营养、水流、水质等生态条件,加强亲鱼越冬与饲养管理是十分重要的。

(2)养殖鲢鱼下丘脑存在1种抑制因子(GRIF),在排卵过程中抑制GtH的释放;同时,操作过程的紧张反应产生的可的松对促性腺激素的释放也存在一种抑制作用。

(3)采用外源内分泌药理学和营养生理学方法,刺激鲢鱼血清 $17\beta-E_2$ 的合成和分泌,进而刺激性腺发育的启动和成熟;采用可的松对抗剂抑制紧张反应的副效应,采用神经介质抑制剂抑制GRIF的活性,克服池养鲢鱼排卵机能障碍,突破了池养鲢鱼性不育的难题。

参 考 文 献

- 1 王汉平,等.珠江口池塘幼鲢养成亲鱼的生理生态研究.水产学报,1997,21(4):386~390
- 2 王汉平,等.人工诱导池养3龄鲢鱼性腺发育的初步试验与探讨.淡水渔业,1992,(6):3~7
- 3 王汉平,等.鲢鱼的驯化与生物学研究 II.池养鲢鱼的生长特性及其与温度的关系.应用生态学报,1995,6(3):291~297
- 4 孙建勋,等.鲢鱼生殖洄游期间肌肉含脂量和含水量的变化.见:鱼类学论文集.北京:科学出版社,1985,4:141~146
- 5 张杨宗,谭玉钧,等.中国池塘养鱼学.北京:科学出版社,1989.205~229
- 6 张克俭,等.鲢鱼在中国东南近海生殖洄游期间性腺发育的研究.水产学报,1990,14(1):55~59
- 7 河北省水产研究所,等.环境盐度对梭鱼脑垂体及性腺发育的影响.水产学报,1980,4(3):229~240
- 8 Blanc-Livni N, et al. The influence of environmental salinity on the prolactin and gonadotropin-secreting regions in the pituitary of *Mugil* (Teleostei). Gen Comp Endocrinol, 1970, 14: 184~197
- 9 Billard R, et al. Endocrine control of the teleost reproductive cycle and its relation to external factors: salmonid and cyprinid models. In: P J Gaillard, H H Boer(eds.). Comparative endocrinology. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands; 1978. 37~48
- 10 Carragher J F, J P Sumpter. The effect of cortisol on the secretion of sex steroids from cultured ovarian follicles of rainbow trout. Gen Comp Endocr, 1990, 77: 403~407
- 11 Carragher J F, et al. The deleterious effects on cortisol implantation on reproductive function in two species of trout, *Salmo trutta* L. and *Salmo gairdneri* R Gen Comp Endocr, 1989, 65: 310~321
- 12 Clearwater S J, N W Pankhurst. Effect of capture and confinement stress on plasma cortisol, 17β -estradiol and testosterone, and vitellogenic oocytes in the red gumard *Chelidonichthys kumu* (F. Triglidae). In: Proceedings of the XII International Congress of Comparative Endocrinology, Toronto, Canada: 1993
- 13 Cleland W H, et al. Aromatase activity of membrane fractions of human adipose tissue stromal cells and adipocytes. Endocrinology, 1983, 113: 2 155~2 160
- 14 Clift W. Shad culture. Transactions of the American Fisheries Society, 1872, 1: 21~28
- 15 Crim L W, R E Peter. The influence of testosterone implantation in the brain and pituitary gonadotropin levels in Atlantic salmon

- parr, *Ann Biol Anim Biochim Biophys*, 1978, 18: 689~694
- 16 Crim L W, P M Evans. Stimulation of pituitary gonadotropin by testosterone in juvenile rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *Gen Comp Endocr*, 1979, 37: 192~196
- 17 Crim L W, et al. Onset of gonadotropic hormone accumulation in the immature trout pituitary gland in response to estrogen or aromatizable androgen steroid hormones. *Gen Comp Endocr*, 1981, 44: 374~381
- 18 Dedual M, N Pankhurst. Effects of capture and recovery on plasma cortisol, lactate and gonadal steroid levels in a natural population of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. In: *Proceedings of the XII International Congress of Comparative Endocrinology*. Toronto, Canada; 1993
- 19 Elliott J A K, et al. Changes in reproductive function of three strains of rainbow trout exposed to constant and seasonally changing light cycles. *Aquaculture*, 1984, 43: 23~34
- 20 Eylath U. Steroidogenic pathways in the ovary of mullet in sea and fresh water. In: *Thesis*, Hebrew University Jerusalem, 1970, 22pp
- 21 Frisch R E. Fatness and fertility. *Sci Am*, March, 1988. 70~77
- 22 Goos J H Th. Steroid feedback on pituitary gonadotropin secretion. In: D R Idler, L W Crim, J M Walsh (eds.). *Reproductive physiology of fish*. St. John's Nfld: Memorial University, 1987. 16~20
- 23 Greeley M S, et al. Variation in plasma estrogens and androgens during the seasonal and semilunar spawning cycles of female killifish (*Fundulus grandis*). *J Fish Biol*, 1988, 33: 419~429
- 24 Lin H R, et al. Effects of sex steroids. (D-Ala⁶.Pro⁹-N-Ethylamide)-LHRH(LHRH-A) and domperidone (DOM) on gonadotropin secretion in female silver eel, *Anguilla japonica*. In: Hirano R, I Hanyu eds. *Proceedings of the Second Asian Fisheries Forum*. Manila; 1990. 91~594
- 25 Mylonas C C, et al. Induced spawning of wild American shad *Alosa sapidissima* using sustained administration of gonadotropin-releasing hormone analog (GnRHa). *J World Aquacult Soc*, 1995, 26(3): 240~251
- 26 Olivereau M, J Olivereau. Effect of estradiol-17 β on the cytology of the liver, gonads and pituitary, and on plasma electrolytes in the female freshwater eel. *Cell Tissue Res*, 1979a, 199: 431~454
- 27 Olivereau M, J Olivereau. Estradiol-positive feedback on gonadotropic (GTH) cells in freshwater male silver eels. *Gen Comp Endocr*, 1979b, 39: 247~261
- 28 Peter R E. Nature, localization and actions of neurohormones regulating gonadotropin secretion. In: C J J Richter, H J Th Goos (eds.). *Proceedings of an International Symposium of Reproductive physiology of Fish*. The Netherlands: Wageningen, 1982. 30~39
- 29 Peter R E, C R Paulencu. Involvement of the preoptic region in gonadotropin release-inhibition in goldfish, *Carassius auratus*. *Neuroendocrinology*, 1980, 31: 133~141
- 30 Raja B T A. A review of the biology and fisheries of Hilsa ilisha in the upper Bay of Bengal. *FAO/UNDP*, 1985. 28~29
- 31 Rowe D K, J E Thorpe. Role of fat stores in the maturation of male Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Par Can J Fish Aquat Sci*, 1991, 48: 405~413
- 32 Sower S A, et al. Changes in plasma estradiol during smoltification of coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). *Gen Comp Endocr*, 1984, 54: 486~492
- 33 St Pierre R. Restoration of American shad to the Susquehanna River, annual progress report, 1994. Harrisburg, Pennsylvania: Susquehanna River Anadromous Fish Restoration Committee, 1995
- 34 Yamada H, et al. Production, and changes at smolting, of serum thyroxine, estradiol-17 β and testosterone in cultivated masu salmon (*Oncorhynchus masou*). *Aquaculture*, 1988, 82: 381
- 35 Zohar Y. Dorsal aorta catheterization in rainbow trout (*Salmo gairdneri*) I. Its validity in the study of blood gonadotropin patterns. *Reproduction Nutrition and Development*, 1980, 20: 1 811~1 823

The mechanism and regulation of artificial propagation of pond – domesticated Reeves shad

Wang Hanping Lin Jajing¹ Wei Kaijin Mai Jabo¹ Yao Hong

(Yangtze River Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Jingzhou 434000)

(Dongguan Fisheries Experimental Field, 511768)¹

Abstract Juvenile Reeves shad is domesticated to 6 year old for the first time in confined brackish water pond with salinity of 0.5~12. With the extrinsic pharmacological and ecological manipulations, its gonad is induced to develop and mature, the fat accumulates in the fish body and 17 β -E₂ forms and then is secreted. The induced maturities of 4, 5, 6 year old females reach 83.3%, 87.5% and 100% respectively, while controls remain immature. The obstacles to ovulation mechanism and handling – induced stress are overcome in the process of artificially induced spawning through physiological and ecological control. About 80 000 fertilized ova are obtained and the fertilization rate reaches 75%.

Key words *Tenualosa reevesii*, pond fish culture, artificial propagation, breeding mechanism, extrinsic pharmacology, induced spawning

《中国水产科学》启事

《中国水产科学》创刊以来,得到广大读者、作者和科研工作者的关注与支持,已逐步走上正轨,我们对此十分感谢。为提高本刊编辑工作的标准化和规范化水平,更好的符合编辑出版及相关的国家标准,本刊重新修改了征稿简则。希望广大作者在撰写稿件时认真参考,使稿件在各方面尽可能符合学报刊物的规范化要求,充分体现作者的科研水平和论文质量。

为了加强信息交流和扩大期刊影响,本刊作为核心期刊已于1996年首批加入了《中国学术期刊》(光盘版),这对我们充分利用信息交流的集团化优势,提高期刊及其作者们的知名度和扩大国内国际影响有着重大意义。本刊作为光盘版的入编期刊,充分尊重作者的著作权益。在此本刊提请所有来稿作者注意,除非作者来稿时另有声明,一般均视为已同意该稿由本刊代为向《中国学术期刊》(光盘版)投稿,本刊支付的稿费中亦已包括这部分稿费。

《中国水产科学》编辑部