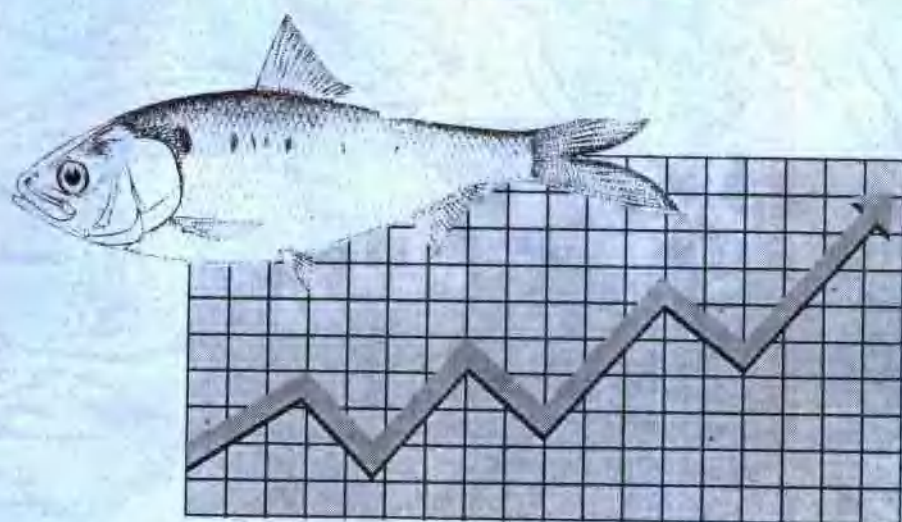


鲢鱼的驯化 和全人工繁殖技术的研究

STUDIES ON DOMESTICATION AND INDUCED
PROPAGATION OF REEVES SHAD

王汉平 魏开金 麦家柏等



中国水产科学研究院长江水产研究所

东莞市水产局

一九九六年十二月

鲟鱼的驯化 和全人工繁殖技术的研究

*STUDIES ON DOMESTICATION AND
INDUCED PROPAGATION OF REEVES SHAD*



中国水产科学研究院长江水产研究所
东莞市水产局
一九九六年十二月

序

“鲟的驯化和全人工繁殖技术的研究”的论文报告集终于打印成册了，并将交由专家们审查与鉴定。鲟的全人工繁殖的突破性工作，将为我国向鲟的增养殖方面的发展打下了最关键的技术基础。

鲟的稀有和珍贵、鲟起水易死的“紧张性综合症”带来了增养殖，特别是人工繁殖的不易，这为国内外学者所共识。自五十年代以来我国的专家们就一直不间断地进行鲟的驯化养殖、人工繁殖及育苗技术的研究与试验，并取得了不少成果，也积累了不少的经验与教训，为后来的工作提供了方向和经验。特别是近二十年来，鲟资源已濒临绝境，仅赣江峡江江段的鲟捕获量已从1973年的7769.5kg，下降到1986年的224kg。近年在峡江产卵场连捕获几尾试验用亲鱼也成为问题。为此，国家渔政部门从1987年起，对入江上溯的鲟亲鱼全江禁捕，以缓解鲟资源量枯竭的厄运。鲟资源的枯竭及对其驯养和人工繁殖技术的研究成了国内外专家和有关水生动物资源保护部门关注的又一热点。

1987年，我所在与东莞市水产良种试验场进行了其他项目卓有成效的工作基础上，了解到在就近虎门外有鲟索饵场，且试验场不仅有淡水排灌养殖条件，又有半咸水的排灌与养殖条件及温室、越冬等条件，便于进行水体生态环境的调控。经报请上级审批后，决定在这里进行“鲟鱼的驯化和全人工繁殖技术的研究”项目。尔后一直作为“七·五”到“八·五”期间的国家重点项目。该项目的工作，每到关键时刻均得到部、院及所领导的指导和支持以及东莞市水产局及其试验场的积极支持与配合。

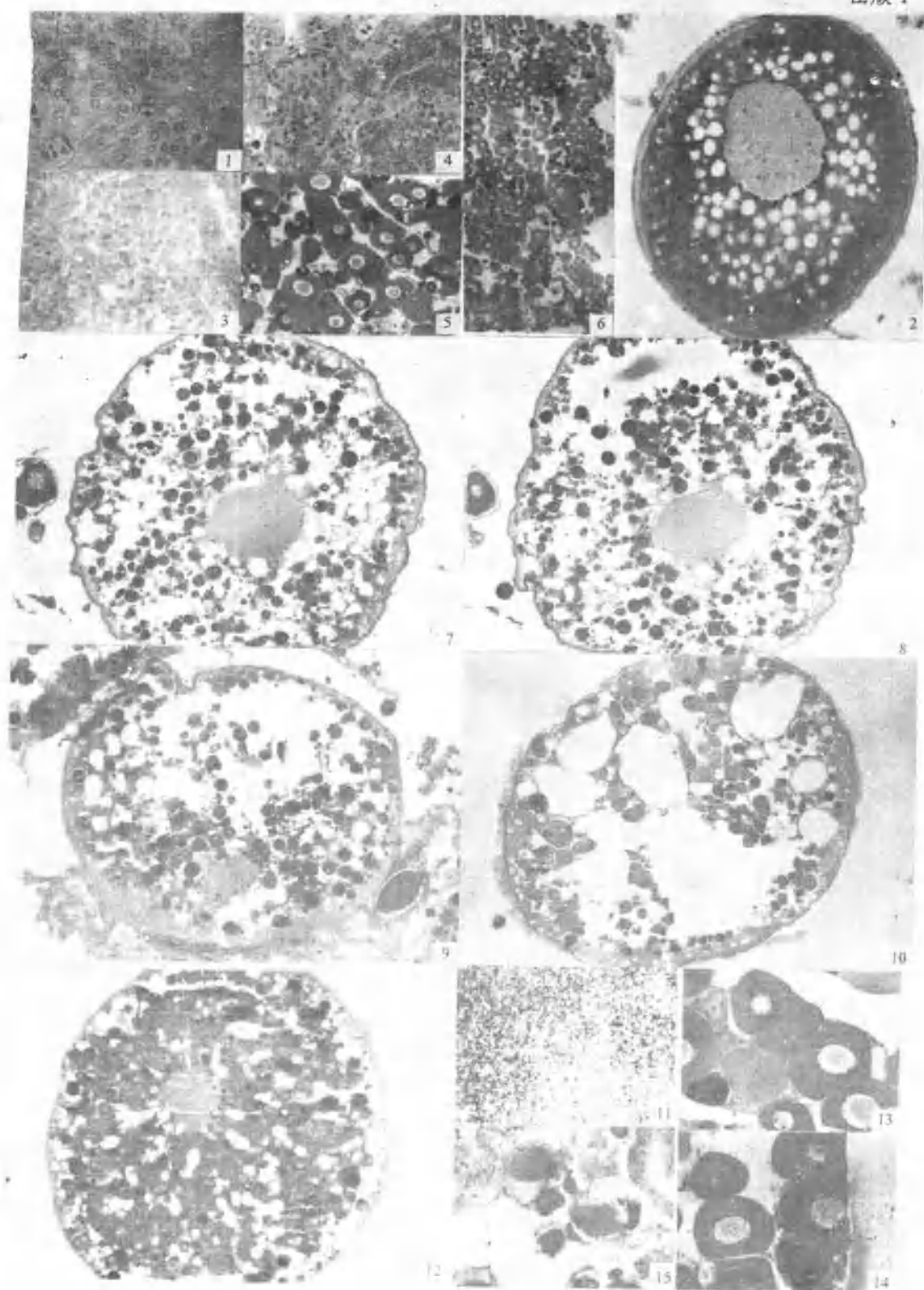
这一论文报告集全面地反映了鲟鱼驯化及全人工繁殖研究工作进展情况深度和成果的全貌，从论文报告的字里行间，我们看到了以王汉平副研究员为首的中青年科技人员，能以事业为重、艰苦实干、敢于啃鲟鱼这块硬骨头的精神，而这一成果的取得也正是他们坚持10年的回报。

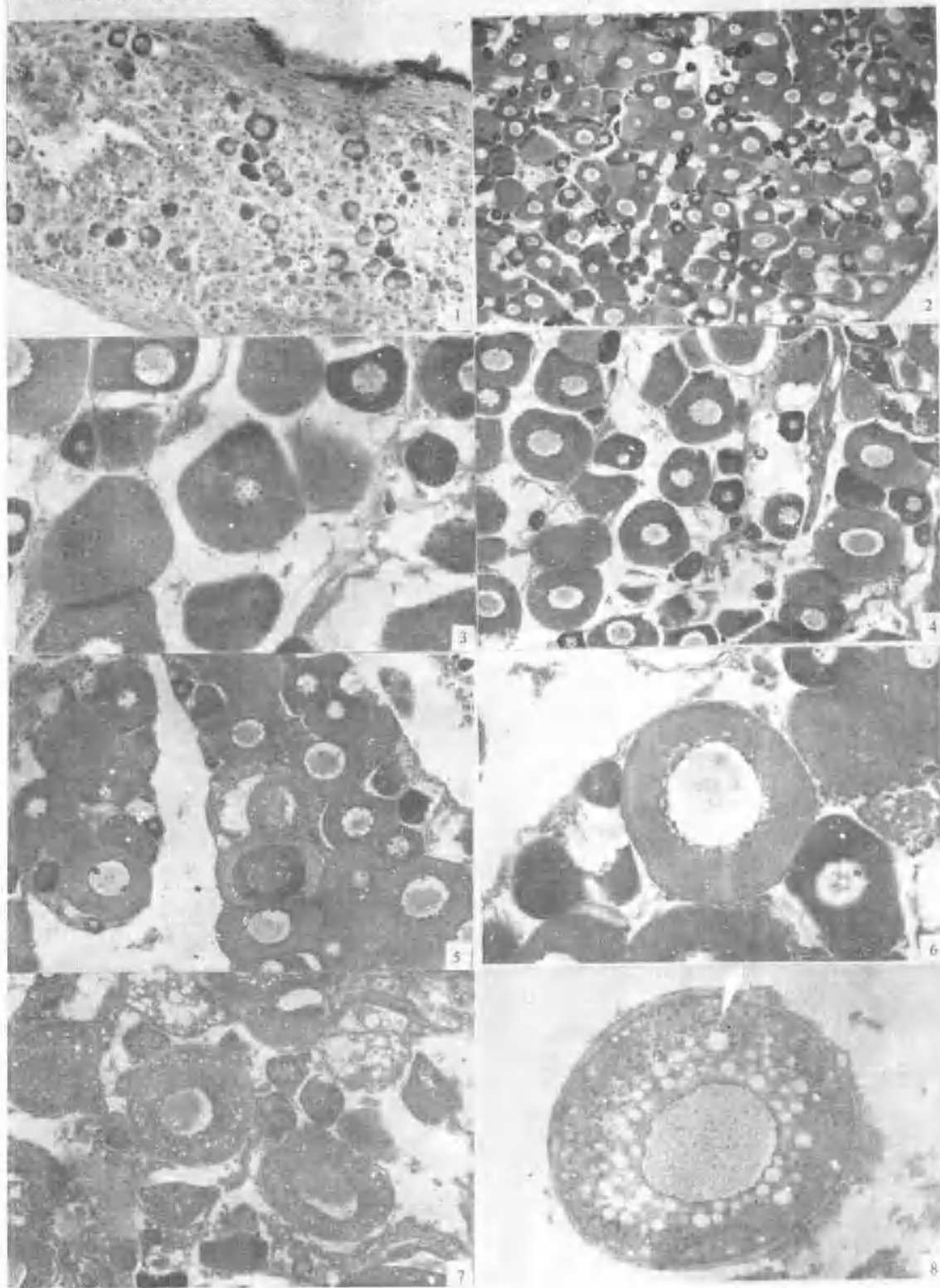
的确，这一成果的取得不仅是王汉平等同志工作的结晶，而且又是我国几代人不断努力的结晶。此外，王汉平同志还充分地吸取了国外鲟鱼方面科研成果的营养，从而使该项研究工作成果达到了“青出于蓝而胜于蓝”的境地和效果。

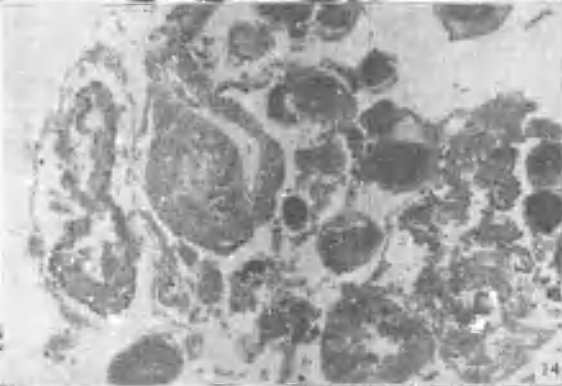
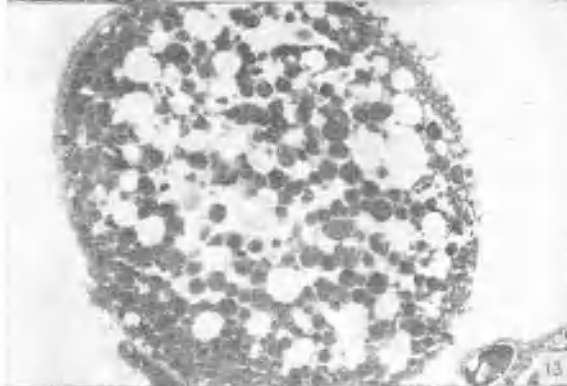
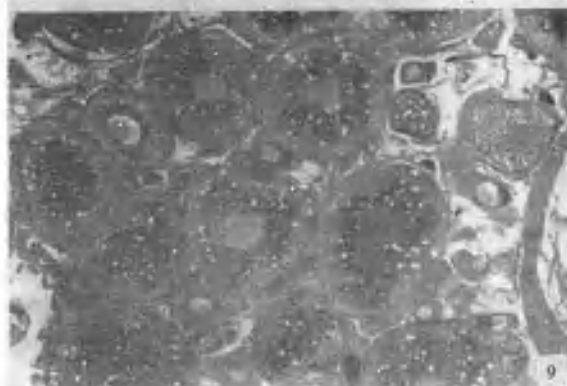
最后我谨祝愿我所在鲟鱼课题的研究上更上一层楼，为鲟鱼的增养殖和开发我国的鲟鱼业作出更新、更大的贡献。

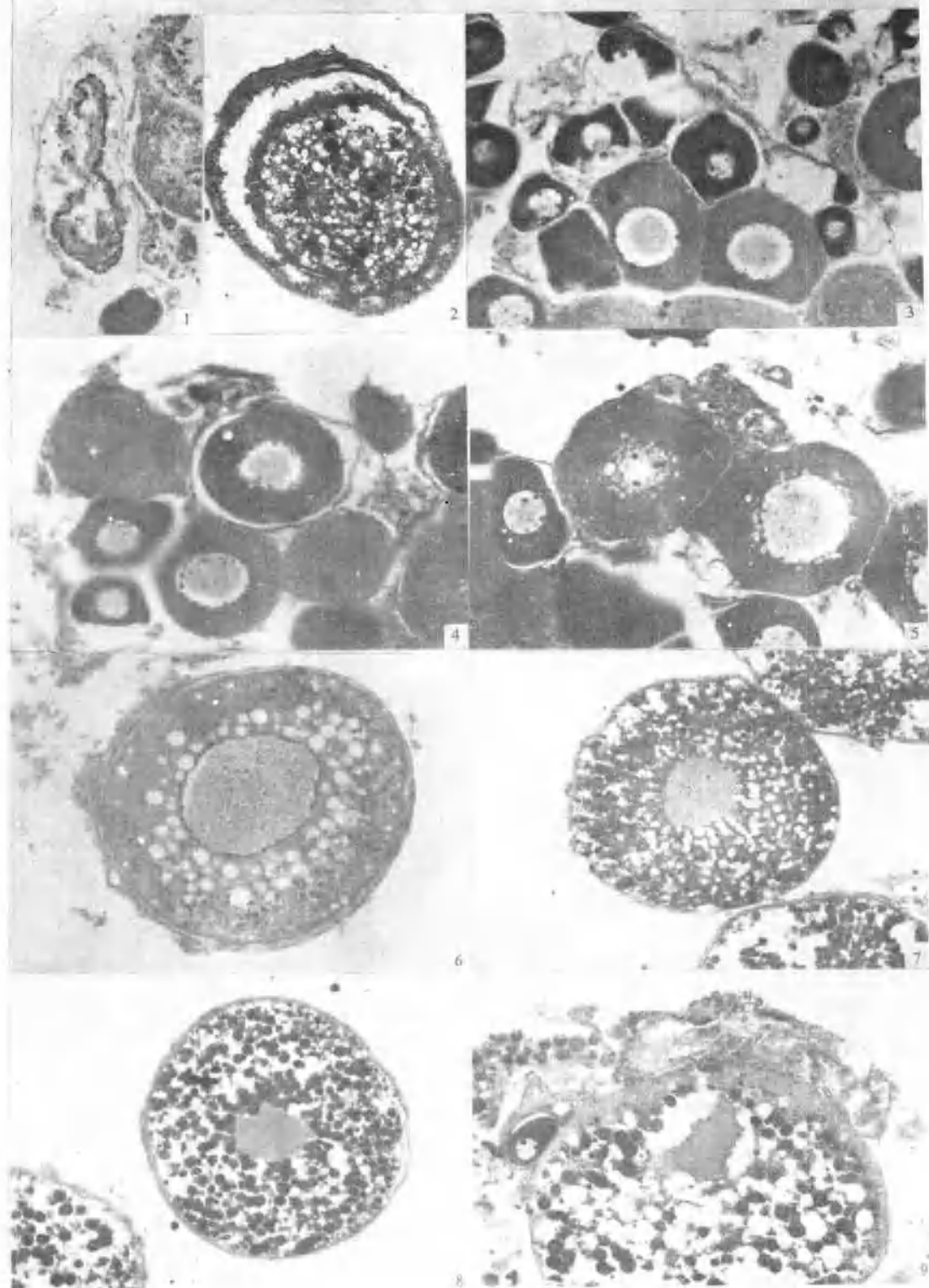
黄忠志

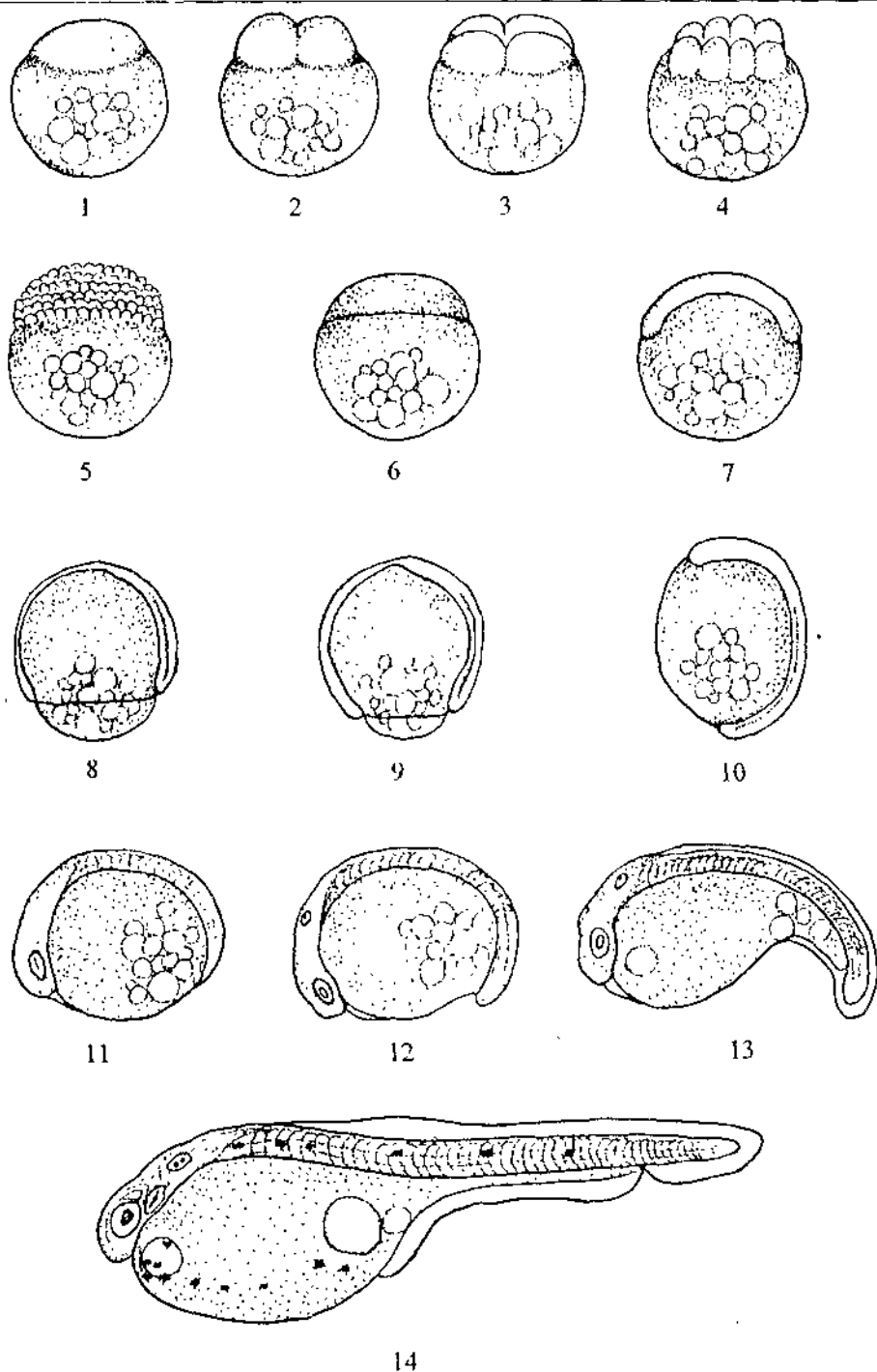
1996年12月28日











附图 鲟鱼胚胎发育图

1. 胚盘期 2. 2 细胞期 3. 4 细胞期 4. 8 细胞期 5. 桑椹期 6. 低囊胚期
 7. 原肠早期 8. 原肠晚期 9. 神经胚期 10. 胚孔封闭期 11. 视囊中腔形成期
 12. 尾芽期 13. 心跳期 14. 初孵出仔鱼

致 谢

自五十年代以来,鲢鱼的驯化和人工繁殖一直是我国重点研究课题。今天,鲢鱼的全人工繁殖能获得突破,应该归功于几代人的努力。在此向曾经为鲢鱼的养殖与繁殖工作作出过贡献的老前辈表示崇高的敬意。在课题攻关期间,农业部渔业局科技处原李振雄处长、胡复元副处长、现任王衍亮处长、李杰人、邓伟副处长、中国水产科学研究院王鸿熙、张荣权副院长、曾一本处长、尚作忠副处长给予大力支持和关心;本所柯福恩、余来宁、庄平、牟东所长、翟良安、喻清明、肖汉兵处长给予热情支持和帮助;黄忠志、刘宪亭研究员、余来宁、鲁大春、章龙珍副研究员在技术上给予指导和帮助;曾参加本课题前期部分工作的还有邱顺林、陈大庆、钟鸣远、黄木桂同志,在此一并致谢!

由于时间仓促,本研究报告集难免有不足之处,敬请各位专家和同仁指正。

作者

1996 . 12. .

目 录

项目总论

鲟鱼的驯化和全人工繁殖技术的研究.....	
.....王汉平、魏开金、麦家柏、林加敬、姚红、周运涛	(1)

研究论文

1. 鲟幼鱼驯化养成亲体的生理生态研究.....	
.....王汉平、魏开金、麦家柏、林加敬	(36)
2. 池养鲟鱼全人工繁殖的机理与调控.....	
.....王汉平、林加敬、魏开金、麦家柏、姚红	(43)
3. 人工诱导池养鲟鱼性腺发育、成熟产卵与受精.....	
.....王汉平、魏开金、麦家柏、林加敬、姚红	(56)
4. 养殖鲟鱼性腺发育的研究.....王汉平、魏开金、林加敬、麦家柏	(69)
5. 养殖鲟鱼性腺发育的周年变化.....	
.....王汉平、魏开金、麦家柏、林加敬	(79)
6. 鲟鱼的人工孵化与仔鱼培育.....	
.....魏开金、王汉平、麦家柏、林加敬	(88)
7. 人工养殖鲟鱼精子活力的观察.....	
.....魏开金、王汉平、麦家柏、林加敬	(94)
8. 鲟鱼的驯化与生物学研究 I. 0+龄幼鱼的生长与食性.....	
.....王汉平、钟鸣远、张帮杰、麦家柏等	(97)
9. 鲟鱼的驯化与生物学研究 II. 池养鲟鱼的生长特性及其与温度的关系.....	
.....王汉平、钟鸣远、张帮杰、麦家柏等	(109)
10. 鲟鱼的驯化与生物学研究 III. 1 龄鲟鱼的驯化及其生长规律.....	
.....王汉平、钟鸣远、麦家柏	(121)
11. 鲟类驯化养殖和人工繁殖研究概况.....王汉平	(131)

CONTENTS

Domestication and artificially induced breeding of Reeves shad	
.....Wang Hanping, Wei Kaijin, Mai Jabo, Lin Jaijing and Yao Hong	(1)
Physiological - econological studies on domenstication of Reeves shad from juvenile to broodfish	
.....Wang Hanping, Wei Kaijin, Mai Jabo and Lin Jaijing	(36)
The mechanism and regulation of artificial propagation of pond-domesticated reeves shad	
.....Wang Hanping, Lin Jaijing, Wei Kaijin, Mai Jabo and Yao Hong	(43)
Artificially induced gonadal development, maturation, spawning and fertiliz- ation of pond-cultured Reeves shad	
.....Wang Hanping, Wei Kaijin, Mai Jabo, Lin Jaijing and Yao Hong	(56)
Studies on the gonadal development in <i>Temalosa reevesii</i>	
.....Wang Hanping, Wei Kaijin, Lin Jaijing and Mai Jabo	(69)
Studies on the year cycle of the gonadal development in <i>Temalosa reevesii</i>	
.....Wang Hanping, Wei Kaijin, Mai Jabo and Lin Jaijing	(79)
Hatching and larvae culture of Reeves shad.....	
..... Wei Kaijin, Wang Hanping, Mai Jabo and Lin Jaijing	(88)
Effect of natrium muriaticum concentration of sperm vitality of Reeves shad (<i>Temalosa reevesii</i> Richardson).	
..... Wei Kaijin, Wang Hanping, Lin Jaijing and Mai Jabo	(94)
Domestication of <i>Temalosa reevesii</i> and its biology I. Growth and feeding haabits of 0 ⁺ old.....	
..... Wang Hanping / Zhang bangjie et al.	(97)
Domestication of <i>Temalosa reevesii</i> and its biology II. Growth characteri- stics of pond-reared reeves shad and its relation to temperature	
.....Wang hanping , Zhong ming yuan, Zhang bangjie and Mai Jabo	(109)
Domestocation of <i>Temalose reevesii</i> and its biology III. Domestication of yearling shad and its growth	
.....Wang Hanping, Zhong Mingyuan, Mai Jabo and Zhang bangjie	(121)
A review of studies on domestication and artificial propagation of shad in the world.....	
.....Wang Hanping	(131)

鲟鱼的驯化和全人工繁殖技术的研究*

王汉平 魏开金 麦家柏^{*1} 林加敬^{*1} 姚红 周运涛

(中国水产科学研究院长江水产研究所, 荆沙 434000)

(^{*1} 东莞市水产良种试验场, 东莞 511768)

提要 通过对养殖鲟鱼操作前后血清中 AP、LDH、sGPT、sGOT 和 CO₂ 含量的测定分析, 初步阐明“缺氧”是导致鲟鱼紧张反应强烈、离水、操作易死的主要原因。进而采用药物和生态调控方法, 克服了鲟鱼在驯养、操作和运输过程中的“紧张综合症”, 在内塘条件下首次将鲟鱼从幼鱼驯养养成 7 龄亲体。在综合分析国内外大量研究报告基础上, 提出池养鲟鱼生殖机能阻碍的主要原因是由于外界主要生态条件的变化和春季体脂含量低下制约了鲟鱼体内性类固醇激素的合成与分泌, 从而采用外源内分泌药理学、营养生理和生态学的方法刺激鲟鱼血清中 17 β -E 的合成与分泌, 启动性腺发育和诱导成熟; 在催产过程中采用神经介质抑制剂和可的松对抗剂, 克服池养鲟鱼排卵机制阻碍和产卵前紧张反应的副效应, 突破了“池养鲟鱼不育症”。4、5、6 龄亲鱼能产率分别为 83.3%、87.5% 和 100%。受精率达 71.5—75.0%, 获全人工繁殖鱼苗 5000 余尾。初步建立了鲟鱼精子超低温保存技术, 并对池养鲟鱼性腺发育的规律和生长特性进行了较为系统的研究。

关键词 鲟鱼, 紧张综合症, 养成亲体, 生殖机理, 繁殖技术, 生物学。

鲟鱼 (*Tenualosa reevesii*) 是我国名贵溯河性洄游鱼类, 其肉质鲜美, 营养丰富, 历来被奉为席上珍品。古诗云“近海人家业卖鲜, 趁潮惯使网鱼船, 河豚过后无珍品, 直待鲟鱼始值钱”。由此足见鲟鱼的名贵。但近几十年来, 由于人类的生产活动和环境因子的变化, 我国鲟鱼资源日趋枯竭, 目前长江、西江和钱塘江鲟鱼已濒临灭绝。其在长江的相对资源量已大大少于另一种珍稀鱼类——中华鲟 (国家一级野生保护动物)。因此, 突破鲟鱼的驯化养殖和全人工繁殖技术, 开发和挽救这一珍稀物种, 具有重要的经济效益、社会效益和环境效益。

自五十年代以来, 由于鲟鱼资源的急剧衰退, 加之采集野生鲟鱼进行诱导

* 钟鸣远同志参加部分驯养工作, 特此致谢。

繁殖极为困难(鲟鱼离水即死),国内外相继开展多次鲟鱼类的驯化养殖尝试(表1),试图在内陆水域将其驯化养成亲体,而进行全人工繁殖,但终因其紧张反应强烈,对环境条件要求高而未能获得突破。美国自1952年开始,进行了多次美洲鲟(*Alosa sapidissima*)的驯化养殖试验(Pearson等,1952; Meade等,1976; Fleetwood等,1978; Howey,1985)。美国鱼类和野生动物保护局自1976年至今进行了连续20年的美洲鲟的繁殖,养殖和增殖研究工作,其中养成的最大年龄为16月龄,当饲养至14个月时,生长几乎停止,死亡率增加(Fleetwood,1978)。印度鲟鱼(*Tenualosa ilisha*)的养殖早在1939年就由Mojumdar提出,1958年,Pillay驯养印度鲟幼鱼获得成功。以后进行多次驯化养成尝试(Malhotra and shah, 1979; Anon,1981),其中在池塘条件下,养成的最大年龄为28月龄。联合国计划开发署(UNDP)。

表1 前人进行的鲟鱼驯化养成试验及结果

品 种	饲 料 条 件	最大养殖月龄	资 料 来 源	
			作 者	年 份
美洲鲟鱼	池 塘	2	Pearson	1952
	水泥池	2	Meade	1976
	水泥池	5	Howey	1985
	池 塘	16	Fleetwood	1978
印度鲟鱼	池 塘	4	Sen	1990
	池 塘	15	Anon	1981
	池 塘	28	Malhotra 等	1979
中国鲟鱼	池 塘	1	谷庆义等	1959
	池 塘	2	陆桂	1963
	池 塘	1	长江所	1981
	池 塘	3	廖国璋	1989
	水泥池	3	邱顺林	1981
	池 塘	3*	江苏所	1981
	池 塘	36	贾长春	1982

和粮农组织(FAO)自1993年起资助孟加拉湾发展印度鲟鱼,1983年,D.K.De曾将采捕的天然鲟鱼运至池塘进行驯化养成试验,但未见结果报道。Sen(1990)曾将49000尾鲟鱼幼鱼运至池塘进行养成试验,仅数尾存活4个月。在我国,1959年谷庆义等进行过鲟鱼的驯化养殖尝试,1963陆桂将

根据 1989 年的试验观察, 鲃鱼幼鱼也摄食人工配合饲料。

3.2.2 胃充塞度与饱满指数 97 尾体长 26.6—94.9mm 的幼鱼胃肠中均发现有多少不等食物, 摄食频率为 100%, 充塞度以 3—5 级居多, 占 87.5%, 1—2 级的仅占总数的 12.5%。由此可以反映鲃鱼驯养池塘供饵情况良好, 饵料种类、密度等适合鲃鱼幼鱼的摄食需要。

对鲃鱼幼鱼胃肠饱满指数进行分析, 平均饱满指数为 75.70%, 其中以 40.3—46.2mm 的幼鱼最大, 达 143.15%。40.3—94.9mm 的幼鱼饱满指数呈下降的趋势 (表 4)。

3.2.2 主要食物种类的出现次数与出现率 食物中浮游动物出现率最高的是长腹剑水蚤, 各长度组均为 100%。其次为秀体水蚤, 出现率为 85.6%, 再次为无节幼体和哲水蚤, 出现率分别为 76.3 和 75.2%。藻类的出现率最低 (表 5)。从表 5 可以看出, 随着个体的增大, 对轮虫和藻类的选择性下降, 体长 26.6—63.3mm 的幼鱼几乎对表 3 所列的种类全部摄食。71.0mm 以后对轮虫和藻类的摄食种类减少, 93.9mm 以上的鱼胃内几乎无藻类出现。

表 4 池养鲃鱼幼鱼的胃肠充塞度与饱满指数

Tab. 4 Fullness degrees and indices of the stomach of young reeves shad reared under pond conditions

体长组 Group of BL (mm)	标本数 No. of samples	充塞度 Fullness degree						饱满指数 Fullness index (%)	
		0	1	2	3	4	5	范围 Range	均值 Mean
26.6—34.3	16			4	6	6		42.39—114.94	84.80
35.3—39.3	10		1	3	4	1	1	21.48—129.69	95.59
40.3—46.2	10			1	2	4	3	34.87—227.76	143.15
50.5—60.0	15				2	8	5	21.71—208.02	109.39
60.8—63.6	12				2	10		34.13—83.03	67.76
71.0—79.4	12			1	8	3		20.53—55.78	39.64
80.7—87.1	14			2	6	6		20.74—50.08	37.69
93.9—94.9	8				4	4		34.10—37.14	35.62
总计 Total	97	0	1	11	34	42	9		75.70

3.2.4 对各类浮游动物的摄食量 将 97 尾幼鱼肠胃各类浮游动物的数量和换算生物量结果列于表 6。结果表明, 随着幼鱼个体的长大, 胃内一次出现的

水深均为 1.0—1.5m, 越冬池为砖砌水泥结构, 上为钢筋蓬架, 覆盖塑料薄膜保温, 面积为 143m²。亲鱼培育池面积为 666.7m², 催产池为自制的面积为 44m² 的椭圆型网箱。孵化器为 2 只容积为 0.5m³ 的铁皮孵化器, 仔鱼在原孵化桶和 3.5m³ 的水流中培育, 试验期间池塘有关生态因子见表 2。

1.2 材料来源

驯养所需苗种采自珠江口鲟鱼幼鱼索饵场, 用开放性容器和配制的平衡液体将幼鱼运至试验点。入池时幼鱼全长为 17.5—36.5mm, 体重为 182.0—505.0mg。人工繁殖所用材料为这些幼鱼经驯化养成的亲体。

表2 试验期间池塘水温、盐度、溶氧和pH值

Table 2 Water temperature, salinity, DO. and pH in pond for domesticating shad during experimental period

期间	水温(℃)	盐度(‰)	溶氧(mg/L)	pH
驯养期	28.72 ± 4.64	4.22 ± 1.93	5.72 ± 1.31	7.62 ± 0.65
越冬期	19.11 ± 1.81	8.53 ± 1.36	3.85 ± 2.15	7.31 ± 1.31

1.3 试验方法

在池塘条件下将鲟幼鱼驯化养成亲体, 采用外源内分泌药理学和生态学的方法诱导亲鱼性腺发育、成熟和产卵。

1.3.1 驯化养殖 0—I 采用大草和豆饼浆培育水质、逐渐驯化摄食鱼糜和人工饲料, II—VI 龄投喂鱼糜和人工配合饲料, 采用药物和生态调控, 克服驯养、操作和运输过程中的“紧张综合症”。

1.3.2 人工繁殖 亲鱼培育期间投喂鱼糜和成鳗饲料, 初期添加促脂肪生长物质; 4 月开始, 定期注水, 使池塘 1/3 的时间保持着流水; 3 月以前控制盐度在 10 % 以上, 3 月以后逐渐将盐度降至 0.5 ‰; 在性腺发育启动前和启动初期, 采用埋植“鲟 I 号”软激素颗粒型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 GtH 积累。在性腺发育启动后, 采用“鲟 II 号”剂型的慢性和急性处理方式, 促使性腺激素的维持和释放。采用 2 次注射法急性人工催产, 在催产过程中, 以生态学和药理学的方法, 减轻亲鱼的紧张反应; 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 GtH 释放的抑制作用。采用小型孵化器流水孵化, 孵出的仔鱼第 4 天开始投喂经 50 目筛过滤的轮虫。

1.3.2 血样的采集与分析 采用尾动脉取血清法采集所需的血样, 在 4℃ 条件下凝集并透出血清。用美国产 CORNING—560 血液化学分析仪分析血液生

化指标:采用放射免疫法(RIA)测定血清中 β -E₂的含量。

2 结果与分析

2.1 鲟幼鱼驯化养成亲体的生理生态调控

2.1.1 血清中酶指标和CO₂含量变化与鲟鱼“紧张综合症”的生理机制

鱼类对外界不利环境的适应是一种全身性反应,即适应综合症,这种综合症可影响鱼体的代谢水平,行为,繁殖活动甚至危及生命。鲟鱼类性情娇嫩,活动性高,对环境的敏感性强,因此,在运输,操作,离水状态下紧张反应强烈,表现为剧烈游动、撞壁、鳞片脱落,吻端甚至全身充血,翻肚,继而出现死亡。

在生理上,这种“紧张综合症”导致体能耗尽,超营养代谢以及某些重要器官的损坏。因此,我们试图通过对操作前后鲟鱼血液中反映肝功能,肾功能,电解质及相关离子的12种生化指标的对比分析,解释这种“紧张综合症”的生理机制。研究表明,操作后,血清中反映肝功能的碱性磷酸酶(AP),乳酸脱氢酶(LDH),谷氨酸丙酮酸转氨酶(sGPT)和谷氨酸草酸乙酸转氨酶(sGOT)比操作前增加近一倍(图1),这一结果显示,操作后肝功能受到严重损坏。与此同时,操作后血清CO₂的含量也比操作前增加约一倍(图1)。在生理上这种CO₂的升高是由于血中缺氧引起血中酸转化造成的,缺氧效应和pH的变化均导致肝功能损坏。

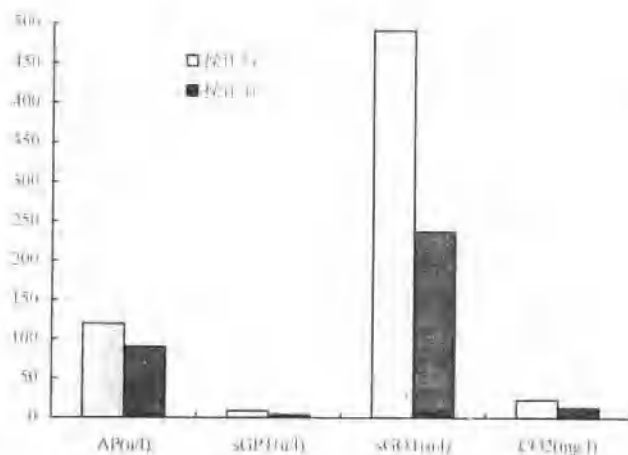


图1 操作前后鲟鱼血清中几种酶指标和CO₂含量的变化

Fig.1 Change of serum enzyme and CO₂ levels of Reeve's shad before and after handling

May [1990, 1991] 也曾对进入大坝过鱼升降机时 (ASA, 对照组)、暂养24小时后 (ASB)、暂养和运输24小时后 (ASC) 和暂养24小时后再运输 (ASD) 美洲鲟血液中酶、组份、激素含量变化进行了分析, 共检测反映电解质及相关离子、肾功能、肝功能、营养状态及繁殖水平的18种生理生化指标。结果也表明, 运输前后, 反映肝功能AP, LDH, sGDT, sGTO以及CO₂含量发生了显著的变化, 处理间相差近两倍 (表3)。

试验观察表明, 在池塘条件下鲟鱼始终保持快速游动, 平均速度为57.8厘米/秒。Pillay [1977] 的标志试验表明, 在天然江河中云鲟平均每天游泳70.8公里, 相当于81.94厘米/秒。美洲鲟也是游泳速度较快的鱼类 [May, 1990]; 试验还表明, 在鲟鱼的操作运输过程中, 大型容器优于小型容器, 园形容器优于方形容器。这说明鲟鱼类可能不能有效地利用其鳃进行呼吸作用, 需通过增加游泳速度来扩大鳃小片表面的气体交换量。而操作运输过程的小水体、网片以及离水或静止状态限制其游动, 降低了其鳃小片的氧气摄入量, 而导致紧张反应强烈。综上所述, 缺氧是导致鲟鱼紧张综合症的主要原因。

表3 美洲鲟不同处理操作运输后血清中几种酶指标和CO₂含量的变化
Table 3 Change of serum enzyme and CO₂ levels of American shad after different handlings and transportations

	AP	LDH	sGDT	sGOT	CO ₂
	(单位/升)	(单位/升)	(单位/升)	(单位/升)	(毫克分子/升)
ASB	60.2	32612.5	9.46	548.79	15.87
ASC	106.8	32623	6.86	501.36	26.38
ASD	123.38	41031.81	18.10	1585.92	22.69
ASA(对照)	80.1	19309.25	3	228	11.00

鱼类紧张反应是对外界环境的一种适应反应, 不同鱼及应程度不一样, 一般海水鱼比淡水鱼反应强烈。诱导其反应的内在机理相当复杂, 但这方面的研究报道甚少。鲟鱼类是鱼类中紧张及应最强烈的一类, 对其“紧张综合症”的研究结果, 将对其它紧张反应强烈的洄游性和海水鱼类运输和人工繁殖过程中的操作难题是一个新的提示。当然, 本文研究仍属初步的, 今后需作进一步深入的研究。

2.1.2 鲟鱼亲体驯化养成的生理生态调控

根据对鲟鱼容易死亡和“紧张综合症”的生理机制的研究分析结果, 笔者在鲟鱼亲体驯化养成过程中通过驯化和调节其营养方式改变其浮游生物食