

科学研究报告 第5号

梭鱼人工繁殖与育苗的研究



江苏省淡水水产研究所

1983年4月

目 次

梭鱼 (<u>Mugil so-iuy</u> Basilewsky) 人工繁殖及育苗技术研究报告.....	(1)
梭鱼 (<u>Mugil so-iuy</u> Basilewsky) 全人工繁殖及育苗技术中试报告.....	(16)
梭鱼 (<u>Mugil so-iuy</u> Basilewsky) 人工繁殖及育苗的研究.....	(24)
梭鱼 (<u>Mugil so-iuy</u> Basilewsky) 胚胎发育的初步观察.....	(34)
江苏沿海梭鱼的性周期和产卵期的性腺特点.....	(39)
池塘饲养梭鱼卵巢的发育.....	(45)
梭鱼在池塘中自然繁殖的初步观察.....	(49)
几个环境因子对梭鱼精子活力影响的初步研究.....	(52)
梭鱼鱼苗池的饵料生物组成和鱼苗食性及生长的研究.....	(61)
水中溶氧状况与梭鱼仔鱼大批死亡关系的初步观察.....	(69)
梭鱼 (<u>Mugil so-iuy</u> Basilewsky) 鳞片发生的初步观察.....	(70)

CONTENTS

A REPORT ON THE RESEARCH OF THE TECHNIQUE OF ARTIFICIAL PROPAGATION AND FINGERLING CULTURE OF MULLET (<u>Mugil so-iuy</u>)	(15)
AN INTERIM EVALUATION OF THE TECHNIQUE OF ARTIFICIAL PROPAGATION AND FINGERLING CULTURE OF MULLET (<u>Mugil so-iuy</u>)	(23)
A STUDY ON ARTIFICIAL PROPAGATION AND FINGER- LING CULTURE OF MULLET (<u>Mugil so-iuy</u> BASILEWSKY)	(33)
A PRELIMINARY OBSERVATION ON THE EMBRYONIC DEVELOPMENT OF MULLET (<u>Mugil so-iuy</u> BASILEWSKY)	(38)
THE SEXUAL CYCLE OF MULLET AND GONADAL CHARA- CTERISTICS OF MULLET IN SPAWNING SEASON IN THE COASTAL WATERS OF JIANGSU PROVINCE	(44)
THE DEVELOPMENT OF OVARIES OF POND-CULTURED MULLET (<u>Mugil so-iuy</u> BASILEWSKY)	(48)
A PRELIMINARY OBSERVATION OF NATURAL REPRODU- CTION OF MULLET (<u>Mugil so-iuy</u>) IN THE POND	(51)
A PRELIMINARY STUDY OF SOME ENVIRONMENTAL FACTORS INFLUENCING THE VITALITY OF MULLET (<u>Mugil so-iuy</u>) SPERMATOOZOA	(60)
A STUDY ON FOOD ORGANISMS IN FRY PONDS AND FOOD HABITS, GROWTH OF MULLET FRY	(68)
RELATIONSHIP BETWEEN THE CONTENT OF DISSOLVED OXYGEN IN WATER AND THE SURVIVAL RATE OF MULLET (<u>Mugil so-iuy</u>) FRY	(72)
A PRELIMINARY OBSERVATION ON THE DEVELOPMENT OF THE SCALES OF MULLET (<u>Mugil so-iuy</u> BASILEWSKY)	(78)

梭鱼(Mugil so-iuy Basilewsky)

人工繁殖及育苗技术研究报告

李文杰 唐天德 贾长春 林重先

(江苏省淡水水产研究所)

苏炳仁 张非常

(南京大学生物系)

吴 从 道

(赣榆县水产养殖场)

提 要

本文总结了1976—1981年期间进行的梭鱼人工繁殖及育苗技术研究。内容包括在低盐度池塘中养成的产卵亲鱼的培育、人工催产、人工授精、孵化及苗种培育。1975年冬开始采用“盐水过度”法使低盐度池塘中养成的梭鱼性腺成熟并人工催产成功。1977年应用孵化缸流水孵化梭鱼受精卵及土池生态系育苗成功。1978—1981年实现了商业化苗种生产,亲鱼的成熟率、人工催情获产率、人工授精的受精率和育苗成活率均达到了投产要求。

梭鱼是我国近海经济鱼类之一,也是北方沿海地区海水和咸淡水养殖的主要对象。这种鱼是鲻科鱼类中较耐低温的鱼,属于低营养级鱼类。它主要摄食藻类和植物性碎屑,生长快、繁殖力强、适盐性广、肉味鲜美,是发展海淡水养殖和增殖的优良品种。但目前人工养殖所需的梭鱼苗种,还完全依靠天然资源,这就限制了养殖生产的发展。因此,研究梭鱼人工繁殖及育苗技术确是一个重要课题。

梭鱼在远东地区有广泛的分布。近二十年来,国内外都在进行梭鱼人工繁育技术的研究⁽¹⁹⁾⁽²¹⁾⁽²²⁾。但至今国外未见成功的报导。国内自六十年代开始先后有不少单位开展了梭鱼人工繁育研究。1960年,广东水产研究所、海南水产研究所、中国科学院海洋研究所、原浙江农业大学水产学院和浙江省农业科学院水产研究所等对海水梭鱼的人工授精孵化和天然鱼苗的人工培育进行了试验并取得了一定成就⁽¹¹⁾。1963年,原水产部黄海水产研究所在室外土池中进行梭鱼育苗试验,成活率达68%⁽¹⁴⁾。1967~1972年,中国科学院海洋研究所在咸淡水水体中的梭鱼人工繁育实验获得成功⁽¹⁾。1973~1975

年, 河北省水产研究所、中国科学院水生生物研究所进行了淡水和少盐水养殖梭鱼的人工催产试验并观察了环境盐度对梭鱼脑下垂体及性腺发育的影响⁽¹¹⁾。1974~1977年, 天津市水产研究所等单位也进行了类似的试验观察⁽³⁾。

我们于1973年开始进行梭鱼人工繁殖的研究(在这以前, 1972年, 已进行梭鱼淡水池塘驯养试验)。起初, 捕捞天然水域中的梭鱼作为亲鱼, 经池塘暂养四个月后催产, 获得成功。1974年, 经调查发现, 在赣榆县水产养殖场的低盐度(3%以下)鲤科鱼类养殖池塘中有大量发育良好的梭鱼, 繁殖季节雄鱼能挤出精液, 雌鱼卵巢达Ⅳ期, 成熟系数12~21.1%, 卵母细胞直径610~820微米。搞人工催产试验, 没有成功。当时分析认为, 梭鱼是海水产卵鱼类, 其性腺发育成熟还需要一定的海水环境, 因此提出了在亲鱼培育后期, 适当增加水的盐度可能会有利于性腺的进一步发育的设想。1975年冬即选择200尾梭鱼, 专池强化培育。1976年春季逐步提高池水盐度。当年试验结果, 取得了低盐度池塘中养成的梭鱼人工繁育成功, 育成3厘米长的夏花鱼种400多尾。1977年改进了孵化工具, 获人工繁殖苗588.6万尾, 其中113,900尾鱼苗在土池中采用生态系育苗法育成夏花鱼种41,090尾。1978、1979年完善孵化设施, 进行重复试验, 两年共育成夏花鱼种241,595尾。1980年完成中间试验, 育成夏花鱼种648,500尾。1981年又进行了提高育苗成活率的补充试验, 使鱼苗育成夏花鱼种的成活率平均达76.9%。

材料与方 法

一、亲鱼的养成

试验所用的梭鱼亲鱼都是在3%以下的低盐度池塘中养成的, 其中1980年部分亲鱼和1981年多数亲鱼是人工繁殖的第一代。这些亲鱼在每年的秋冬季成鱼起捕时选入专池培育, 进行疏养精喂。选作亲鱼的梭鱼的要求雌鱼在四龄以上、雄鱼在三龄以上、体重在1公斤以上。由于雌雄难以鉴别, 所以适当多选养了一批0.5~1公斤的梭鱼, 防止雄鱼不足。

亲鱼池是面积3~3.7亩的土池、水深1~1.5米, 每亩放养50~80尾, 总重量在100公斤以下。

亲鱼池以投饲为主, 如池水过瘦则辅以施肥。饲料主要是花生饼和豆饼, 日粮为亲鱼体重的3~5%。越冬期间除冰封不投饲外, 一般适当少投。冬季和早春还投饲大麦芽。饼类经浸泡后和大麦芽一起磨成糊投喂。

定期冲水调节水质, 改善池水气体状况, 加速物质循环, 促进天然饵料的繁殖和梭鱼生长发育。夏秋肥育期一个月左右冲水一次。春季每二星期冲水一次。临产前半个月每3~5天冲水一次。使池水透明度控制在20~30厘米。

盐水过渡, 促使亲鱼性腺加速发育。夏秋肥育期和越冬期间池水盐度控制在7%以下, 春季解冻后, 分次向池中灌注海水, 逐步提高池水盐度到7%以上, 一般达15%左右。

二、人工催产

4月底5月初当水温升至15℃以上即开始人工催产，5月底之前水温升至26℃以上，梭鱼性腺普遍过熟退化，即停止催产。

催产亲鱼的选择，雄鱼选能挤出精液者，雌鱼首先选取腹大而有弹性的个体，然后再取卵观察作进一步选择，一般选择卵母细胞在成熟Ⅳ期初至Ⅳ期中催产。

试验中主要采用了梭鱼、鲤鱼的脑垂体(PG)、促黄体生成素释放激素类似物(LRH-A)和绒毛膜促性腺激素(HCG)三种催产剂，部分亲鱼还注射了维生素E。

激素一般采取分次注射，二次注射间隔视水温高低和卵母细胞成熟度，一般为15~24小时。雄鱼成熟好能挤出精液的一般不注射激素，如成熟不好，则进行一次注射。注射时间在雌鱼第二次注射时一起进行，剂量为雌鱼的一半。

经激素注射的亲鱼蓄养在聚乙烯网布制成的网箱(3×1×1.5和2×1×1m³)中。雌雄分养。大箱可蓄养雌鱼8~10尾，小箱蓄养雄鱼10~15尾。蓄养箱安置在鱼池中。在第二次注射后的18小时左右开始定期检查雌鱼卵母细胞成熟情况，一旦成熟排卵，及时采卵授精。

三、受精卵的孵化

采用人工采卵湿法授精。受精用水的盐度为7‰以上。

梭鱼受精卵放在容水量为110公斤左右的孵化缸中进行流水孵化。水的盐度调节在7~13‰范围内，使受精卵在缸中不停地翻动。

四、苗种培育

梭鱼苗种的培育是采用土池施肥和投饲相结合的办法进行的。

育苗池面积大部分为2~3.7亩。水深1.5~2米。放养前，育苗池先排干水用鱼藤精或废氨水进行清池，消灭野杂鱼，然后灌进新水40厘米左右，盐度在7‰以上。灌水时用40目的筛绢过滤。育苗前一星期左右施放猪粪或牛粪肥水，培育天然饵料生物。然后放养孵出后三、四天的鱼苗。鱼苗下塘后每日上下午各泼洒带渣豆浆一次，并根据水中饵料生物的多少，每四、五天追加肥料一次。随着鱼苗的生长，逐渐向池中灌注淡水，扩大水体，降低盐度，促使浮游生物的繁殖，加速鱼苗生长。育苗后期，水深一般在1.3~1.5米。

结 果

一、池养梭鱼成熟情况

1. 梭鱼的放养和成熟率 1976~1980年每年安排重点亲鱼池1只。放养的亲鱼都从淡水家鱼亲鱼池或成鱼池中选来，肥满较好。1979、1980年还各安排了2只后备亲鱼

池。后备亲鱼池的梭鱼都选自淡水家鱼成鱼池和粗养大水面。这些鱼虽已达成熟年龄，但营养条件差，鱼体较瘦。需经一年培育后再选入重点亲鱼池进行强化培育。实验证明，后备亲鱼池的梭鱼除个别当年能成熟外，一般都要经过一年以上培育才能达到普遍成熟。

表 1 1976~1980年池养梭鱼放养及成熟情况 单位：尾、公斤

年份	放 养 情 况			最 终 盐 度 (‰)	成熟情况		备 注
	总放 养数	亩放 养数	个体重		雌鱼 %	雄鱼 %	
1976	200	54	1.5~4	18.3	70	70	池塘经清整后放养。
1977	150	41	1~4	8~10	70	80	上年留剩亲鱼未清池混有少量鲤鱼和白鲢。
1978	250	68	1~2.5	12	30	10	未清池，混有 800 尾一龄梭鱼和部分野杂鱼。
1979	300	81	1~2	12~17	30	10	未清池，混有数百尾二龄梭鱼和部分野杂鱼。
1980	250	68	1~2	18	70	77	彻底清池后重新放养。

表 1 为历年各重点亲鱼池梭鱼的放养和成熟情况。亲鱼池的面积除 1980 年为 3 亩外，其余均为 3.7 亩。亲鱼的成熟率是在 4 月底 5 月初催产选鱼时，从一次网获的亲鱼中统计得来的。雄鱼以能挤出精液的即为成熟，雌鱼以卵母细胞达Ⅳ期的为成熟。

表 1 表明，在低盐度池塘中养成的梭鱼，采用专池疏养精喂、加强管理、产前盐水过渡等措施，是可以达到普遍成熟的。而且只要饲养管理得当，成熟率可达 70% 以上。1978、1979 年由于没有重新清池放养，池中混有不少野杂鱼，加上 1977 年有 800 尾梭鱼夏花鱼种也放进了亲鱼池，1978 年人工繁殖时虽已移走了一部分 2 龄梭鱼，但尚有几百尾留在亲鱼池中，这就使单位面积放养数大大增加，大小梭鱼争食严重，干扰了亲鱼的性腺发育，加之忽视了亲鱼的夏秋季培育，所以近两年梭鱼性腺成熟率只有 30% 左右，雄鱼更差。1979 年底进行了彻底清池，择优放养，严格控制放养密度，1980 年春季又加强了饲养管理和临产前的冲水，结果不仅成熟率提高了，而且还出现了梭鱼在池塘中自然繁殖的现象。

2. 池养梭鱼的卵巢成熟系数 据观察测定，达成熟年龄的梭鱼的性腺一般是Ⅲ期越冬的，越冬初期的卵巢成熟系数平均只有 0.75% (占空壳重，下同) (见表 2)。春季解冻后性腺迅速发育。从 3 月初至 4 月底的 60 天内，卵巢的成熟系数增加 5 倍多。卵母细胞的平均直径由 3 月 8 日的 271 微米，增到 4 月 30 日的 633 微米。这与海水中梭鱼的性腺发育规律基本一致。

池养梭鱼临产前的卵巢成熟系数和卵母细胞的最终大小与连云港一带海中梭鱼在 4 月下旬所达到的水平相似。如 4 月 18 日至 24 日墟沟渔获物中梭鱼Ⅳ期卵巢的成熟系数为 10.2~21.9%，平均为 15.7%。卵母细胞的直径为 555~833 微米，平均为 684 微米。

表 2

1977~1978年度池养梭鱼性腺发育情况

测 定 日 期	卵 巢 成熟期	成 熟 系 数*	卵 母 细 胞 直 径 (微米)
1977年11月20日	Ⅲ	$\frac{0.46-1.30}{0.75}$	_____
1978年 1 月 28 日	Ⅲ	$\frac{0.67-1.27}{0.78}$	_____
3 月 1 日	Ⅲ	$\frac{1.37-3.53}{2.23}$	_____
3 月 8 日	Ⅲ	$\frac{5-6.25}{5.63}$	$\frac{173-369}{271}$
4 月 30 日	Ⅳ	$\frac{9.40-21.30}{13.86}$	$\frac{568-637}{633}$

注：有“*”成熟系数一栏分子为范围，分母为平均数

二、人工催产结果

1. 获产情况 五年中共选用雌梭鱼229尾进行人工催情，获产120尾。总平均获产率为52.4%（历年催产情况见表3）。其中1976、1979、1980年的获产率均在50%以上，1978年最低（35.3%）。1980年中试催情114尾，其中有58尾雌梭鱼选自重点亲鱼池，获产45尾，获产率为77.6%；其余56尾选自后各备亲鱼池，成熟度差，获产率只有26.8%。

2. 不同规格亲鱼的繁殖效果 五年中共产卵5615.8万粒，平均每尾产卵亲鱼产卵46.8万粒。随着高龄大个体梭鱼的逐年减少，产卵个体越来越小，因此每尾雌梭鱼的平均产卵量逐年递减。1976、1977年的产卵梭鱼个体重都在2~4公斤，平均每尾产卵量为58.8和67.2万粒。1978年以后的产卵个体一般都在1~1.5公斤，个别达2公斤，平均产卵量降至45万粒以下。

根据1980年重点亲鱼池催产结果统计（表4），不同规格梭鱼的繁殖效果也不同。低龄小规格亲鱼平均每尾产卵数和出苗数均低于较高龄的个体。试验中最大产卵个体是1977年4—1号鱼，4.2公斤，产卵268万粒，最小个体是1980年8010—4号鱼0.6公斤，产卵3万粒。

3. 成熟亲鱼的卵母细胞形态特点 选择适于催产的成熟雌梭鱼，除外形要腹部膨大柔软富弹性，腹部向上时腹中线下凹，卵巢轮廓明显，生殖孔开放外，还要用挖卵器取卵观察。只有当卵母细胞达到生长成熟时才能对外源激素起积极反应，向生理成熟过渡。几年来，池养梭鱼的卵巢一般都发育到Ⅳ期初至Ⅳ期中的过渡阶段就停下来，一直到高水温到来自然退化。只有1980年才第一次出现亲鱼卵巢发育到Ⅳ期中和Ⅳ期末的情况，

并发生了自然繁殖。因此,几年来人工催产基本上都是在Ⅳ期初至Ⅳ期中的过渡阶段进行的。这时的卵母细胞在形态上有如下几个特点:①卵径已达最终大小。大多数卵径在600—700微米。试验中测到的催产有效的最小卵径为591微米(1978年781—3号鱼)。最大卵径为820微米(1980年802—4号鱼);②卵母细胞呈米黄或杏黄色,卵粒间粘连松弛,取出的卵样在水中轻轻搅动,即易散开;③在低倍镜下,卵母细胞已由不透明变为乳白色半透明,脂肪滴清晰可见,均匀分散。这样的卵母细胞可以在外源激素作用下向Ⅴ期过渡。如果卵母细胞完全不透明,则表明不够成熟,对外源激素不敏感,催产基本无效。

表 3 1976~1980年人工催产结果

年 份	催情尾数	获产尾数	获产率%	总产卵数 (万粒)	平 均 尾产卵数 (万粒)
1976	28	17	60.7	1,000	58.8
1977	27	12	44.4	1,008	74.8
1978	34	12	35.3	533	44.4
1979	26	19	73.1	800	42.1
1980	114	60	52.6	2,274.8	37.9
合 计	229	120		5,615.8	

4. 激素的剂量及效应时间 试验中除6尾雌梭鱼采用LRH—A单一催产外,其余都是采用二种或三种激素混合催产:1976~1978年是LRH—A+PG+HCG;1979~1980年是LRH—A+PG。

LRH—A催产的获产率为50%。最低有效剂量是112.5微克。效应时间是 $25.5 \sim 4^9$ 小时。

混合激素催产的最低使用剂量是:①LRH—A 27.5微克+PG14.5毫克;②LRH—A 27.4微克+PG3.8毫克+HCG3.6毫克(效价为1毫克)。由于雌鱼的卵巢发育基础不相同。因此在成批催产时的激素剂量要高得多。LRH—A单一催产剂量为200微克。混合激素催产的剂量模式为:①LRH—A150微克+PG10毫克;②LRH—A100微克+PG5毫克+HCG5毫克。

经激素催情的梭鱼到开始排卵的效应时间不象家鱼那样有规律,最短的11小时,最长的75小时左右,一般在20~35小时内。效应时间的长短不仅取决于水温高低,更重要的取决于卵母细胞的发育程度。1980年有三尾梭鱼的卵母细胞已发育到Ⅳ期末,卵质透明,脂肪滴已汇合成一个大油球,经注射激素后2—3小时内分别完成排卵。是外源激素起作用呢,还是内源激素起作用?有待进一步研究。

5. 卵子的适当成熟时间 根据1977年对4—1号鱼进行的观察,梭鱼卵从滤泡膜中排出后在卵巢腔中能保持受精能力的时间是不长的。这尾鱼19日0点55分,挤出第一批卵,授精后,在原肠期统计,受精率为61.3%。3点,挤出第二批卵,受精率为90.2%。3点30分,挤出第三批卵,受精率为29%。当时水温为16~17℃。看来,梭鱼卵子的适

当成熟时间和淡水家鱼相似，只有3~4小时。

表4 1980年不同规格产卵亲鱼的繁殖效果比较

体 重 (公斤)	催 情 尾 数	产 卵 尾 数	获产率 (%)	产卵数 (万粒)	平均尾 产卵数 (万粒)	受 精 卵 数 (万粒)	平 均 受精率 (%)	出苗数 (万尾)	平 均 出苗率 (%)	每尾亲鱼 出 苗 数 (万尾)
0.6~1	22	18	81.8	484.5	26.9	119.7	24.7	50.7	42.4	2.8
1.1~1.5	20	12	60	458.1	38.2	158.6	34.6	82.4	52	4.3
1.6~2.2	16	15	93.7	934.2	62.3	458.5	49	251.6	51.8	16.8
总 计	58	45	77.6	1876.8	41.7	736.8	39.3	384.7	52.2	8.5

三、人工孵化结果

1. 人工授精及受精率 试验中采用了湿法人工授精。先挤精液，用少量咸淡水或海水稀释，然后挤进卵子，充分拌匀后用咸淡水或海水洗去污物，授精即告完成。梭鱼的精子只能在一定盐度的水中才能被激活，因此人工授精需要一定的盐度环境。根据试验观察，在水温18℃左右，精子在淡水中不被激活或只有微弱的原地摆动。在3%的水中摆动力加强，但仍不窜游。在7%的水中能激烈窜游30秒钟以上。因此，人工授精需在7%以上盐度的水环境中进行。



梭鱼人工授精

在精、卵质量良好时，梭鱼卵的湿法授精，受精率可达80~90% (1977年)。如精或卵质量差，受精率就低。1980年部分亲鱼滞产，卵子过熟，大大降低或失去受精能力，因而平均受精率只有36.7%。其余几年的平均受精率在50%以上。

2. 受精卵的特点及孵化过程中对主要生态因子的要求 梭鱼受精卵呈淡黄色，晶莹透明，卵膜无粘性，吸水膨胀后的卵径在950微米左右。卵中央有一个大油球，直径为450~500微米。受精膜与卵表面之间有一宽度为15~20微米的卵周隙⁽¹²⁾。受精卵在盐度为15%以上的水中呈浮

性,在13%以下为沉性。这种卵在自然条件下是在飘浮状态中孵化的。

根据我们的试验,梭鱼受精卵在盐度为3~28%的水中均能发育,但在3%的水中出膜后易死亡。水的PH值在6.2以下和9.5以上,鱼苗很快死亡。因此,要求孵化水的PH在7~9范围。

孵化的适宜温度为13~24℃,最适温度为18°±2℃。水温16~24℃时,完成胚胎发育所需时间为37~51小时。梭鱼胚胎发育能经受12小时内水温从24℃下降到13℃的激变。

孵化水的溶氧量要求在3毫克/升以上。溶氧降到2.5毫克/升,胚胎发育就缓慢,孵出的鱼苗行动呆滞,溶氧降至1毫克/升,已出膜的鱼苗陷于严重昏迷,对外界刺激不起反应;溶氧低于0.8毫克/升,胚胎夭折崩解,已孵出的鱼苗即窒息死亡。如溶氧充足时可加速胚胎的正常发育,缩短孵化时间。

3. 孵化缸流水孵化梭鱼受精卵的效果 1976~1977年进行了梭鱼受精卵孵化箱静水孵化和孵化缸流水孵化试验,初试结果表明,由于梭鱼受精卵很小,孵化箱用60目以上的尼龙筛绢制成。每平方厘米水面放卵6.7~13.9粒。由于筛绢网目细,在池水中极易被泥沙和浮游生物堵塞,阻碍了箱内外水和气体的交换,因此孵化率很低,只有5~8%⁽⁵⁾。1977年采用孵化缸流水孵化梭鱼受精卵,每立方厘米水体最高放卵24.3粒,平均孵化率达85%。以后几年都是用孵化缸孵化受精卵,其结果列于表5。但1977年由于产的卵多,孵化缸少。所以每缸的放卵过多,超过了100万粒(每立方厘米9粒),最多的达268万粒(每立方厘米24.3粒)。加上孵化用水水质过肥,夜间和清晨溶氧不足,造成鱼苗孵出后大批死亡。1978年降低了放卵密度,一般每立方厘米水体放2.7~3.6粒,最高不超过6.4粒,鱼卵出膜后存活正常。1979年兴建了20立方米的水塔和60平方米的孵化室,安装25只孵化缸,改善了供水条件。1980年由于突遭停电,孵化缸断水,当时缸中244万尾鱼苗大部分窒息死亡,只有20万尾提前抢救放入育苗池。

表5 1977~1980梭鱼受精卵孵化缸孵化结果

年份	受精卵总数 (万粒)	总出苗数 (万尾)	放卵密度** (粒/Cm ³)	平均 孵化率 (%)	下塘 鱼苗 (万尾)	备 注
1977	721	588.6	24.3	79	11.4	因水中溶氧低,鱼苗密度大,孵出后第二天清晨大批死亡。
1978	138.9	70*	6.4	50.4	70	孵出后鱼苗正常
1979	450	275	8	61.1	148.5	部分卵子质量差,鱼苗畸形多,出膜后陆续死亡。
1980	736.8	384.7*	6	52.2	175.5	5月10日前孵出的第一批鱼苗因断水而死亡244万尾。

注: * 为下塘时统计数。 **放卵密度系指最高放卵数,一般均低于此数。

几年来试验结果证明，孵化缸孵化梭鱼受精卵、孵化量大，孵化率高，占地面积小，可以作为一种大规模的孵化工具。



受精卵人工孵化车间

四、人工育苗结果

1. 历年育苗情况 1977~1981年共育成梭鱼夏花鱼种1,358,087尾，其中1980~1981年中试育成夏花鱼种1,075,402尾，占五年总数的79.2%。1980年育成夏花鱼种最多，为648,500尾（见表6）。从鱼苗培育成夏花鱼种的年平均成活率最高为1981年的76.9%。成活率最高的池塘为1981年的东排9号池，92.9%（见表6）。每亩育苗池出塘夏花鱼种数最高的为1980年的东排8号池，10.8万尾。

五年中共安排育苗池21只，试验完全失败的3只，占14.3%，其余18只池均育出了夏花鱼种，其中成活率在10%以下的7只池，占总数的33.3%，成活率在10~30%的3只，占14.3%；成活率30%以上的8只，占38.1%。上述结果表明，采用土池培育梭鱼苗是成功的。

试验中三只池育苗完全失败。1978年西排1号池为一新开池，又灌进了其它新开对虾池的渗出水，放苗后，鱼苗全部死亡，估计是池水碱性过大造成的。同年老3号池鱼苗放养后生长正常，到育苗第10天因灌进被鱼藤精污染的池水，而造成鱼苗全部死亡。另一只为1979年的西排2号池，用鱼藤精清塘，4天后即放养鱼苗，残毒未消失，因而引起鱼苗全部死亡。

表 6

1977~1981年梭鱼育苗情况表

年份	育苗池 总亩数	总放苗 尾 数	育苗 天数	夏花规格 (毫米)	出塘夏花 尾 数	成活率 (%)	备 注
1977	4.1	113,900	25~38	24~70	41,090	36	
1978	17.8	700,000	35~59	50~118	80,434	11.5	有2只池面积6.7亩因用新开池水育苗和1只面积3.7亩因灌进受鱼藤精污染的水育苗失败。
1979	20.1	1,485,000	37~55	45~103	161,161	10.9	有3只池面积9.7亩, 鱼藤精清塘不当和2只池面积6.7亩未彻底清塘而育苗基本失败。
1980	20.8	1,755,000	23~38	23.2~49.8	648,500*	37	有2只面积共7.4亩的育苗池因氨水清塘用量过大引起池水的PH升高而育苗基本失败。
1981	7.4	555,150	31~34	25.5~28.4	26,902*	76.9	

注: 有“*”的出塘夏花数系指拉三网所捕出的幼鱼, 残留池中的鱼不计在内。

1980年的出塘夏花数是在验收会之前统计的, 略高于验收会上的数字。

导致成活率较低(30%以下)的几个育苗池的主要原因有如下几种: ①清塘用药过量, 如1979年东排8号池每亩用鱼藤精4斤清塘, 残毒长期不消失, 半个月后水中尚无饵料生物生长, 鱼苗下塘后因没有适口饵料而大部分饿死。1980年的东排3号、4号、5号池, 废氨水用量超过正常用量(每亩0.5吨)的2~4倍。结果引起池水PH升至5.5~9.7。鱼苗放养后尾部溃烂, 不摄食, 大批死亡, 后经冲水抢救, 幸存者寥寥无几。②没清塘或清塘不彻底, 野杂鱼太多, 造成鱼苗成活率低。如1979年西排4号, 未曾清塘即放养梭鱼苗, 结果因鳊虎鱼太多, 出塘梭鱼夏花鱼种很少。同年东排6号池虽经清塘, 但因池塘漏水进入大量鳊虎鱼苗, 造成池水缺氧, 挤死梭鱼苗, 夏花出塘时捕出长1厘米左右的鳊虎鱼苗种30多斤。③鱼苗放养时已因在孵化缸中缺氧而陆续死亡, 提前抢救放养入池, 所以成活率也不高, 如1980年东排3号和9号池。

2. 育苗池饵料生物的组成及梭鱼苗的食性 根据我们观察, 育苗池通过清塘施肥后繁生的饵料生物有桡足类(包括无节幼体、桡足幼体和成体)、多毛类幼虫、臂尾轮虫、线虫、糠虾、钩虾、沙蚕、摇蚊幼虫以及底栖的附生生物。其中桡足类是主要优势种群, 也是梭鱼苗的主要饵料生物。

水体中桡足类的数量消长有一定规律。一般在池塘灌水施肥后的10天, 数量开始迅速增长, 第14~18天即达到高峰, 随后急速减少, 34天后降至最低点, 每升水中只有5~10个。

育苗池中的梭鱼苗在长到20毫米以前, 主要摄食桡足类, 有时多毛类幼虫形成优势种时, 也食多毛类幼虫。鱼苗放养第二天(即孵化出后的第五天), 全长3.35~3.94毫米时主要吞食桡足类的无节幼体和桡足幼体, 放养3天后则可吞食桡足类成体。全长20~25毫米的梭鱼苗除吞食桡足类外, 开始转向摄食底栖生物, 如沙蚕、摇蚊幼虫、水

生昆虫，并在食物中出现丝状绿藻、有机碎屑、豆浆渣和泥沙。25~60毫米的幼鱼吃的为动物和植物混合饵料。60毫米以后的幼鱼完全转入摄食植物性饵料，如有机碎屑、硅藻和入工投喂的植物性饲料。

3. 鱼苗密度与生长 在一定的放养密度范围内，鱼的生长快慢取决于水体中饵料生物的多少，表7为1977~1981年几个成活率在24.6%以上的育苗池的鱼苗放养密度与成长情况。表中1977年的小土池和1980年的西排9号、东排8号三个池的单位面积放养鱼苗数量和最后育成夏花鱼种数虽相差悬殊，但在相近的培育天数后，长成的夏花鱼种规格十分近似，这主要是小土池没有进行施肥，放养鱼苗后十天，饵料生物全部被吃完，所以十天后生长一直缓慢，而西排5号池和东排8号池除施足基肥外，还不间断追肥，所以桡足类等饵料生物比较丰富，特别是东排8号池饵料生物更多，因此即使放养量为西排5号的2倍，育成夏花鱼种为1.6倍，培育时间只差1天，出塘夏花鱼种规格却十分近似。

表7 育苗池不同放养密度与育成夏花鱼种规格

育苗池	每亩放养数 (万尾)	培育天数	出塘规格 (毫米)	每亩育成数 (万尾)	成活率 (%)	备注
小土池	1.23	25	25	0.8	64.7	1977
东排2号	2.50	38	70	1.0	40.3	1977
东排5号	5.41	35	50	2.1	38.1	1978
东排3号	6.48	24	31.8	1.59	24.4	1980
东排8号	7.40	31	25.8	4.5	60.5	1981
东排9号	7.60	34	28	7.1	92.9	1981
东排9号	8.10	44	51.3	3.9	47.7	1979
东排5号	8.70	26	25.5	6.8	78.4	1980
东排8号	17.41	27	23.2	10.8	62	1980

根据几年试验结果，在现有的技术条件下，采用土池施肥投饲育苗，每亩育苗池以放养鱼苗10万尾比较适合，在25~30天内可育成全长25毫米以上的夏花鱼种。每亩放养20万尾鱼苗，在鱼苗长到全长20毫米之前和每亩放养10万尾的生长速度差不多，全长20毫米以后必须进行分稀，才能在25~30天内长到25毫米以上的规格。

讨 论

一、鲮、梭鱼是一类广盐性海水鱼，能在低盐度咸淡水和淡水水域中生长，在海水中进行繁殖。在淡水和低盐度咸淡水生长的鲮、梭鱼其卵巢发育或排卵的正常过程受到阻挠而不能生育⁽¹³⁾。松江鲈鱼(*Trachidermus fasciatus* Heckel)也有同样现象⁽⁷⁾。国内外一些学者对降河性洄游鱼类在淡水中不育机制进行了多方面的研究。Blanc Livni等

(1970)研究了环境盐度对几种鲮类、河北省水产研究所等(1980)和天津市水产研究所等(1977)研究了环境盐度对梭鱼、邵炳绪等(1980)研究了环境盐度对松江鲈鱼垂体分泌细胞的影响。这些研究得出了相同的结论:鲮、梭鱼和松江鲈鱼生活在淡水中,其垂体前叶吻部的催乳素分泌区比较发达,而前叶主部的促性腺分泌区则较小。催乳素与渗透压调节有关。催乳素分泌的增加,抑制了促性腺激素的分泌,因而导致这些鱼的不育。这些研究还指出,将淡水中长成的鲮类移到海水中一个时间后,垂体的促性腺激素分泌区又明显扩大,催乳素分泌区缩小⁽³⁾⁽⁸⁾⁽¹¹⁾⁽¹⁵⁾Eckstein(1979)对圈养在淡水中的鲮类的不育原因从卵巢类固醇的发生和含量变化方面进行了研究,发现淡水中生活的鲮类的卵巢中积累了大量的11-酮睾酮,认为这种真骨鱼类的雄性激素抑制了排卵激素的释放,或者以其它方式破坏正常生殖活动所需的激素体内平衡而引起不育⁽¹³⁾。邵炳绪(1978)研究了松江鲈鱼甲状腺的周年变化及其与降河洄游的关系后指出,松江鲈鱼在性腺大生长和繁殖时需要大量甲状腺素,而在淡水中由于含碘量不如海水中多,不能满足甲状腺机能旺盛时合成甲状腺素的需要。因而饲养淡水中的松江鲈鱼催产不易成功。并且提出了,在催产时如注射低剂量的甲状腺激素或经过试验直接将鱼饲养到一定浓度的碘化物中,估计也将获得满意的效果⁽⁷⁾。

综上所述,环境盐度是影响鲮、梭鱼等广盐性鱼类性腺发育的主要因子。我们在1974年提出的,克服低盐度池塘中养成的梭鱼不育措施——“盐水过渡”,经几年来的实验证明是很成功的。上述研究为“盐水过渡”提供了充足的理论依据。

二、“盐水过渡”的下限多大为宜,这一问题没有进行专门研究。在我们几年的试验中,亲鱼池“盐水过渡”的最低盐度是1977年的7—8‰。这一年梭鱼的成熟率达70%⁽⁵⁾。中国科学院海洋研究所(1978)对天津官港湖梭鱼自然产卵的观察结果表明,当湖水的盐度在5‰以上的年份,梭鱼性腺发育良好,并出现自然产卵,而当盐度低于5‰时,梭鱼卵巢发育就差,不产卵⁽¹⁾。另外,从海水鱼类的精子平均渗透压是7.6‰,和海水真骨鱼类卵内盐量等于7—7.5‰⁽⁶⁾的情况来看,我们认为,“盐水过渡”的盐度下限应在7‰为宜。这一盐度正是海水鱼类和淡水鱼类临界盐度⁽²³⁾。

三、1980年在亲鱼池中首次出现了梭鱼自然繁殖现象。中国科学院海洋研究所(1978)也曾有过类似报导⁽¹⁾,这表明梭鱼在池塘中自然繁殖不是一种偶然现象。研究分析引起这种现象发生的原因,对进一步培养好产卵亲鱼,提高亲鱼的成熟率和人工催产的获产率是有益的。根据我们初步分析,流水刺激可能就是引起梭鱼在池塘中自然繁殖的主导因子。因为几年来亲鱼的培养措施基本相同,唯一差别是1980年在梭鱼临产前加强了池塘冲水次数,发生自然繁殖的前四、五天几乎每天冲水4~5小时。对于滴水性产卵鱼类来说,水流的刺激性是诱发性成熟雌鱼产卵的主导生态因子。江里涨水是引起家鱼产卵的外界条件中最有决定性的因子⁽²⁾。李明德(1977)认为,梭鱼在海中产卵受潮汐的影响,产卵高峰的出现与大潮汐一致⁽⁶⁾。

四、海水鱼类的人工繁殖研究已在多种鱼类上获得实验性成功,但由于在育苗技术上尚存在着很大困难,所以目前除真鲮(*Chrysoph major*)和黑鲮(*Mylio macrocephalus*)等少数种类能小规模生产外,大多数海水鱼类的育苗工作还处在研究阶段⁽¹⁰⁾⁽²⁰⁾。在鲮

科鱼类方面,我国台湾水产生物学家对鲷鱼的人工繁育研究,比世界其它地区更为成功,目前已初具生产水平。1971至1975年每年生产一、二万尾适宜放养的鱼种⁽¹⁶⁾。据联合国粮农组织水产生物学家林绍文1974年指出,台湾人工培育鲷鱼苗种的能力达到50—100万尾⁽⁹⁾。美国夏威夷海洋研究所在1977~1978生产年度,在实验室里生产了1万多尾鲷鱼幼鱼,成活率超过了30%⁽¹⁸⁾。

很多海水鱼苗在培育过程中大量死亡问题使生物学家困惑了几十年⁽¹⁷⁾。有些研究者认为,海水鱼苗在变态前有个“危险期”存在,并指出这与鱼苗在发育过程中的形态和生理变化有关,也与鱼苗开食时适口饵料的有无和多少有关。因此,有些研究者根据鱼苗不同发育阶段的食性制订了鱼苗培育阶段的食谱和投饵程序。另一些研究人员注意到使用水池育苗,池水中的细菌感染,含氧量低也是引起鱼苗死亡的基本原因,因此采取了向蓄养鱼苗的水池放入海水单胞藻的办法,用来除去鱼苗的代谢产物,抑制细菌繁殖,保持水中100%的氧饱和度,因而使育苗成活率有所提高⁽²⁰⁾。但是即使制订了食谱和投饵程序,改善了水池生态环境,育苗成活率还只有百分之几到十几。

就大多数海水鱼类的鱼苗阶段食性来说,与淡水鲤科鱼类基本相似,即初期是以轮虫、桡足类、枝角类等大型浮游动物为食的,因此我国鲤科鱼类成功的育苗技术应该是适用于一些海水鱼类的。实际试验结果已证实了这一点。雷霖霖等(1975)采用室外土池(400平方米)和施肥法培育梭鱼苗(7.8—15.6尾/ m^3),成活率达50.8—68%⁽¹⁴⁾。中国科学院海洋研究所(1978)的土池培育梭鱼苗,成活率为30%左右⁽¹⁾。我们的试验在较大面积、(3—3.7亩)的土池,放养较大密度(17—54尾/ m^3)的梭鱼苗,采用施肥和投饲相结合的措施培育梭鱼苗,使大面积的育苗平均成活率达37%(1980)和76.5%(1981)。最高成活率达92.9%(1981年东排9号池),每亩育成梭鱼夏花鱼种数达10.78万尾(1980年东排8号池)。1980~1981年中试期间共育成夏花鱼种107.5万尾,达到了生产规模。

我们认为在目前技术条件下土池育苗比室内水池育苗有如下几个优点:①土池育苗在整个水体中有着整个食物链的生态平衡,因此水质比较稳定,不易败坏,而室内水池却缺乏这种生态平衡,水质常常由于鱼苗代谢产物和残饵的累积,易滋长有害微生物,败坏水质,危害鱼苗;②土池中同时繁生着多种饵料生物,鱼苗可以自由选择,而水池中只投喂某种单一饵料,鱼苗无选择余地;③土池中由于藻类光合作用产生大量氧气,白天溶氧常处在饱和状态,而水池中由于有机物分解耗氧结果,水中溶氧常常不足;④土池中的饵料生物通过适当施肥投饲可以大量培养,而水池育苗所需饵料生物需要专门培养。因此,室外土池培育梭鱼苗,是适合我国实际情况,切实可行的。

参 考 文 献

- (1) 中国科学院海洋研究所海洋鱼类繁殖研究组,1978。咸淡水养殖梭鱼的自然繁殖观察和人工繁殖试验。海洋科学集刊14: 29—72。
- (2) 中国科学院实验生物研究所发生生理研究室,1962。家鱼人工繁殖的研究。

科学出版社。113—114

- (3) 天津市水产研究所淡水养殖室等, 1977. 淡水养殖梭鱼 (*Mugil so-iuy*) 的人工繁殖研究。全国海水鱼养殖技术协作会议资料汇编, 河北省水产研究所等编辑出版: 99—109。
- (4) 江苏省水产科学研究所等, 1977. 梭鱼人工繁殖及幼鱼培育的初步试验。水产科技情报 5.6: 36—39。
- (5) 江苏省水产科学研究所等, 1978. 梭鱼 (*Mugil so-iuy* Basilewsky) 人工繁殖及育苗的研究。南京大学学报 3: 75—84。
- (6) 李明德等, 1977. 梭鱼的繁殖。全国海水鱼养殖技术协作会议资料汇编, 河北省水产研究所等编辑出版: 59—73。
- (7) 邵炳绪, 1978. 松江鲈鱼甲状腺的周年变化及其与降河洄游的关系。海洋与湖沼 9(2): 230—235。
- (8) 邵炳绪等, 1980. 环境盐度对松江鲈鱼垂体激素分泌的影响。海洋与湖沼 11(4): 314—319。
- (9) 陆忠康, 1980. 我国台湾省梭鱼人工繁殖试验的进展。国家水产总局东海水产研究所印。
- (10) 张寿山, 1981. 鲮鱼人工育苗技术研究的现状和动向。水产技科情报 1: 8—9。
- (11) 河北省水产研究所等, 1980. 环境盐度对梭鱼脑下垂体及性腺发育的影响。水产学报 4(2): 229—240。
- (12) 南京大学生物系鱼类研究组等, 1978. 梭鱼胚胎发育的初步观察。南京大学学报 2: 60—66
- (13) 埃克斯坦, B. (郑澄伟等译), 1975. 鲮类圈养在淡水中不育的可能原因。鲮类及其养殖, OH·奥伦编。科学出版社: 9—21。
- (14) 雷霖霖等, 1965. 梭鱼 (*Mugil so-iuy* Basilewsky) 人工育苗的研究。海洋水产资料, 水产部海洋水产研究所编, 农业出版社, 23—34。
- (15) Nelly, B. L. & Abraham, M. 1970. The influence of environmental salinity on the prolactin and gonadotropin—secreting regions in the pituitary of *Mugil*(Teleostei). General and Comparative Endocrinology. 14(1): 184—197
- (16) Chen T. D., 1976. Culture of the grey mullet. Aquaculture Practices in Taiwan 43—53
- (17) Chaudhuri H. et al., 1978. Observation on artificial fertilization of eggs and the embryonic and larval development of milkfish *Chanos chanos* (Forsk.) Aquaculture 13(2): 65—113
- (18) Hideto Kono. 1978. Aquaculture development for Hawaii Department of planning and economic development: 85—87
- (19) Ацекин В. С., 1977. Биологический и организационные задачи ке-