

文章编号: 1000-0615(2000)06-0539-07

## 池养无毒暗纹东方鲀的人工繁殖

姜仁良<sup>1</sup>, 张崇文<sup>1</sup>, 丁友坤<sup>1</sup>, 陈川保<sup>1</sup>, 李明孚<sup>2</sup>

(1. 上海水产大学渔业学院, 上海 200090; 2. 江苏省吴江市水产局, 江苏 吴江 215200)

**摘要:**研究了温室(18~25℃)池养暗纹东方鲀性腺发育、人工繁殖和河鲀毒素。试验结果表明:池养暗纹东方鲀雄鱼成熟系数二、三月份达到最大值分别为 $0.1480 \pm 0.0100$ 和 $0.1317 \pm 0.0140$ ;三、四月份雌鱼成熟系数达到最大值分别为 $0.2440 \pm 0.0400$ 和 $0.3058 \pm 0.0460$ 。与野生的暗纹东方鲀相比较,经统计检验, $P > 0.05$ ,成熟系数无显著性差异。池养暗纹东方鲀不经降海洄游,性腺完全能发育成熟,能进行人工催产并孵化得苗,并且证明活体各部分均无毒或弱毒,这对于大规模开展暗纹东方鲀的人工养殖具有重要意义。

**关键词:**暗纹东方鲀;人工繁殖;性腺发育;河鲀毒素;温室

中图分类号:S961.2 文献标识码:A

## Artificial propagation of nontoxic *Takifugu obscurus* cultured in pond

JIANG Ren-liang<sup>1</sup>, ZHANG Chong-wen<sup>1</sup>, DING You-kun<sup>1</sup>, CHEN Chuan-bao<sup>1</sup>, LI Ming-fu<sup>2</sup>

(1. Fisheries College, Shanghai Fisheries University, Shanghai 200090, China;

2. Fishery Bureau of Wujiang City, Jiangsu Province, Wujiang 215200, China)

**Abstract:** This paper deals with the gonadal development, artificial propagation and Tetrodotoxin(TTX) of puffer (*Takifugu obscurus*) cultured in pond of green house(18-25℃). The results indicate that GSI of the male *T. obscurus* cultured in pond comes up to its maximum during February or March ( $0.1480 \pm 0.0100$  and  $0.1317 \pm 0.0140$ ), while GSI in the female comes up to its maximum during March or April ( $0.2440 \pm 0.0400$  and  $0.3060 \pm 0.0460$ ). By statistical test ( $P > 0.05$ ), there is no significant difference between GSI of *T. obscurus* cultured in pond and that of wild puffer. Without migrating down to sea, *T. obscurus* cultured in pond could develop its gonads into enough maturation and could spawn after induced spawning and the egg could be hatched into fry successfully. Moreover each part of the fish body has no TTX. The results are helpful for development of the large-scale artificial culture of puffer.

**Key words:** *Takifugu obscurus*; artificial propagation; gonadal development; tetrodotoxin; green house

暗纹东方鲀(*Takifugu obscurus*)俗称河鲀鱼。自古以来,河鲀鱼属珍品,是筵席上美味佳肴,备受人们青睐。河鲀鱼有毒,有识之士,食之无恙;无知者,贪食而丧生。东方鲀属共有 22 个种类,适合人工养殖的有四至五种,其中海水养殖的有二种,淡水养殖的只有两种,即暗纹东方鲀和弓斑东方鲀。

日本于六十年代开展了红鳍东方鲀的人工繁育研究,初获成功。七十至九十年代,在河鲀鱼的人工繁育技术方面取得了一定的成果,并达到商业化生产的水平。我国长江水系淡水河鲀鱼的人工繁殖研究始于七十年代末<sup>[1]</sup>。八十年代主要对海水河鲀鱼的育苗和养殖技术进行了研究。九十年代才开始对

收稿日期:1999-09-27

资助项目:江苏省吴江市科委资助项目

作者简介:姜仁良(1936-),男,上海市人,教授,主要从事水产养殖的研究。Tel: 021-65491331

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

淡水养殖种类暗纹东方鲀的繁育进行了广泛研究,但育苗亲本仍靠从长江中捕捞,无法进行全人工繁育控制。

由于河鲀鱼经济价值高,肉味鲜美,历来有“鱼中之王”的美称。每年3~4月份从长江中捕捞的天然河鲀鱼每公斤售价高达500~1000元。诱人的价格,刺激了生产,造成捕捞过度,天然资源逐年下降。据历史资料统计,长江下游是河鲀鱼的主要产区,1954年产量达1000t左右,近年资源锐减,目前产量仅达几十吨。因此开展河鲀鱼全人工繁育技术的研究迫在眉睫。本文着重研究了池塘培育的暗纹东方鲀的性腺发育,人工繁殖及活体河鲀毒素(Tetrodotoxin, TTX)的毒性,以期达到全人工繁育控制,为河鲀鱼养殖业的发展开辟新的途径。

## 1 材料与amp;方法

### 1.1 暗纹东方鲀实验样本的来源

试验用鱼于1996~1999年取自于池塘养殖和长江捕捞的暗纹东方鲀。池塘养殖的从江苏省南京市、吴江市、泰兴市、如东县等水产养殖场取得,共收集池塘养殖暗纹东方鲀457尾(雌鱼265尾,雄鱼192尾),年龄1.5~2龄,雌雄鱼体重分别为 $(516.27 \pm 91.61)$ 和 $(436.97 \pm 82.33)$ g,体长分别为 $(23.34 \pm 1.35)$ 和 $(22.75 \pm 1.03)$ cm。野生暗纹东方鲀分别于每年4~5月份繁殖季节从太仓浏河长江水系捕获,共收集45尾(雌鱼25尾,雄鱼20尾),雌雄鱼体重分别为 $(496.11 \pm 123.99)$ 和 $(374.91 \pm 107.04)$ g;体长分别为 $(22.37 \pm 2.34)$ 和 $(20.67 \pm 2.00)$ cm。

### 1.2 暗纹东方鲀性腺取材

从1~4月取自池养暗纹东方鲀性腺用波恩氏固定液固定,石蜡切片,切片厚度为 $8.0 \mu\text{m}$ ,用Delafied苏木精—伊红染色和Mallory染色,切片标本作显微摄影,雌雄鱼性腺时相划分按B. A. MEYER分期标准。

### 1.3 暗纹东方鲀毒素的毒性检测

将池塘养殖和野生的暗纹东方鲀杀死,取其性腺、肝脏、皮肤、肠胃、肌肉组织各5g加蒸馏水10mL浸溶,研磨离心( $3\ 000 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$ )取上清液0.5mL口腔灌注或皮下注射,每组取2只小白鼠<sup>[2]</sup>。实验用小白鼠体重每只25g左右,经1~2d饲养后确认健康活泼后才可试用。实验时不分雌雄,随机分组注射,观察小白鼠对河鲀毒素的毒性反应。

### 1.4 暗纹东方鲀的人工繁殖

**亲鱼培育** 采用温室池塘养殖,放养密度 $3 \text{ 尾} \cdot \text{m}^{-2}$ ,水温常年控制在 $18 \sim 25^\circ\text{C}$ ,日换水量为1/5。投喂河鲀鱼人工配合饲料或商用成鳗饲料,添加营养盐类和维生素。临近繁殖季节增喂一些鲜活饵料,投饵率为体重的3%~5%,进一步促进性腺发育。

**人工催产** 池塘培育达性成熟的暗纹东方鲀注射剂量为LRH-A  $5 \mu\text{g}$ 加DOM 0.5 mg,分二次注射,第一次为总量的1/5,第二次注射余量。

## 2 结果

### 2.1 池养暗纹东方鲀的性腺发育

暗纹东方鲀成熟的卵巢淡黄色,囊状,分左右两叶,大小不等,一般左叶大于右叶。成熟的精巢大而呈乳白色,囊状,左右两叶大小亦不相等。卵巢和精巢壁由结缔组织、纤维和毛细血管构成。从卵巢壁上分出许多成束的结缔组织纤维和生殖上皮,伸向卵巢内部形成长短不等的产卵板,其上生长发育着不

同发育时相的卵细胞。精巢壁膜向内部伸进许多隔膜,把精巢分成许多精小叶,其内生长发育着不同发育时相的精细胞。

**卵细胞的发育** 第Ⅱ时相卵母细胞,这是处于小生长期的初级卵母细胞,细胞呈多角的圆形,直径达 60~150  $\mu\text{m}$ ,核相应增大,细胞质嗜碱性,核仁数增加,贴近核膜内侧分布(图版 I-1)。该时相的卵母细胞,时间处于 12 至翌年 1 月。第Ⅲ时相卵母细胞,这是处于大生长期的初级卵母细胞,直径为 330  $\mu\text{m}$ ,细胞呈圆球形,中央有一大的核,核膜凹凸不平,细胞出现被 Mallory 氏三色染色法染成深蓝色的辐射带。卵质呈嗜碱性,卵内出现液泡,在卵质外缘以及液泡之间,出现大量卵黄颗粒,标志着卵母细胞卵黄积累的开始(图版 I-2)。该时相的卵母细胞,时间处于 1~2 月。第Ⅳ时相的卵母细胞处于大生长期晚期,胞质充满卵黄颗粒卵质呈嗜碱性,卵径 400~880  $\mu\text{m}$ ,细胞核逐渐偏向动物极(图版 I-3)。该时相的卵母细胞,时间处于 3~4 月。产过卵的卵巢中,残留破裂的滤泡细胞萎缩成褶皱状(图版 I-4)。

**精细胞的发育** 温室池塘养殖的暗纹东方鲀 1 月份部分精巢发育已趋向成熟,精小囊充满了精子细胞(图版 II-1)。进入 2 月精小囊已充满精子细胞和成熟精子(图版 II-2)。2 月底至 3 月份大部分雄性暗纹东方鲀能大量挤出精液,部分雄鱼精巢已出现排空的精小囊,呈褶皱萎缩状(图版 II-3)。

## 2.2 池塘养殖与野生暗纹东方鲀的雌雄性腺成熟情况

温室池塘养殖的暗纹东方鲀从 12 月份至翌年 4 月份雌雄鱼性腺成熟系数(GSI)逐月增高,5 月份,则开始下降。3~4 月雌鱼 GSI 达到最大值,分别为  $0.2440 \pm 0.0400$  和  $0.3058 \pm 0.0460$ ;雄鱼提早在 2~3 月已达到最大值,分别为  $0.1480 \pm 0.0100$  和  $0.1317 \pm 0.0240$ (表 1)。3~4 月人工繁殖的样本,池塘养殖的与野生暗纹东方鲀相比较,池塘养殖的暗纹东方鲀雌雄鱼 GSI 分别为  $0.3058 \pm 0.0460$  和  $0.1317 \pm 0.0240$ ;而野生暗纹东方鲀雌雄鱼 GSI 分别为  $0.2730 \pm 0.1182$  和  $0.1401 \pm 0.0166$ ,池塘养殖的暗纹东方鲀雌鱼 GSI 高于野生鱼,而雄鱼则相反。经统计分析表明,池塘养殖的暗纹东方鲀雌雄鱼和野生暗纹东方鲀雌雄鱼 GSI 样本均数显著性检验  $P > 0.05$ ,无显著性差异(表 2)。

表 1 池养暗纹东方鲀雌雄鱼成熟系数变化

Tab.1 The changes of GSI of male and female *T. obscurus* cultured in pond

月份	性别	体重(g)	体长(cm)	性腺重(g)	肝重(g)	成熟系数
12	♀	$510.00 \pm 20.00$	$22.33 \pm 1.53$	$38.33 \pm 21.46$		$0.0750 \pm 0.0417$
	♂	$448.00 \pm 64.16$	$22.00 \pm 1.00$	$27.38 \pm 11.02$		$0.0601 \pm 0.0200$
1	♀	$546.67 \pm 85.05$	$23.83 \pm 1.44$	$55.00 \pm 18.03$	$80.00 \pm 35.00$	$0.1050 \pm 0.0500$
	♂	$381.67 \pm 30.14$	$22.67 \pm 0.58$	$46.60 \pm 5.77$	$50.00 \pm 8.66$	$0.1240 \pm 0.0230$
2	♀	$630.00 \pm 93.99$	$24.02 \pm 1.41$	$142.50 \pm 31.83$	$75.00 \pm 7.07$	$0.2250 \pm 0.0150$
	♂	$442.50 \pm 123.74$	$24.25 \pm 1.06$	$65.00 \pm 14.14$	$45.00 \pm 7.07$	$0.1480 \pm 0.0100$
3	♀	$530.00 \pm 28.28$	$25.50 \pm 0.00$	$130.00 \pm 28.28$	$55.00 \pm 7.07$	$0.2440 \pm 0.0400$
	♂	$426.67 \pm 75.06$	$23.67 \pm 0.58$	$55.00 \pm 0.00$	$41.67 \pm 2.89$	$0.1317 \pm 0.0240$
4	♀	$439.30 \pm 35.95$	$22.36 \pm 0.35$	$133.94 \pm 20.12$	$30.07 \pm 14.90$	$0.3058 \pm 0.0460$
	♂	$458.00 \pm 65.73$	$22.40 \pm 1.14$	$50.00 \pm 6.12$	$45.00 \pm 10.00$	$0.1100 \pm 0.0110$
5	♀	$441.67 \pm 32.53$	$22.00 \pm 0.50$	$105.00 \pm 22.91$		$0.2361 \pm 0.0361$
	♂	$456.00 \pm 49.49$	$21.50 \pm 0.71$	$45.00 \pm 21.21$		$0.0949 \pm 0.0355$

注:每月取样本雌雄鱼各 5 尾。

表 2 池养与野生暗纹东方鲀雌雄鱼成熟系数比较

Tab.2 The comparison of GSI of male and female *T. obscurus* cultured in pond

组别	月份	性别	体重(g)	体长(cm)	性腺重(g)	肝重(g)	成熟系数	P 值
池塘	4	♀	$439.30 \pm 35.95$	$22.36 \pm 0.35$	$133.94 \pm 20.12$	$30.07 \pm 14.90$	$0.3058 \pm 0.0460$	$> 0.05(n=10)$
野生	4	♀	$436.90 \pm 44.90$	$21.70 \pm 1.68$	$119.04 \pm 11.69$	$31.54 \pm 5.43$	$0.2730 \pm 0.0182$	
池塘	3	♂	$426.67 \pm 75.06$	$23.67 \pm 0.58$	$55.00 \pm 0.00$	$41.67 \pm 2.89$	$0.1317 \pm 0.0240$	$> 0.05(n=10)$
野生	4	♂	$337.02 \pm 56.25$	$20.20 \pm 1.04$	$46.60 \pm 4.22$	$47.36 \pm 16.89$	$0.1401 \pm 0.0166$	

## 2.3 池养与野生暗纹东方鲀河鲀毒素的生物检测

从不同地点不同时间采集的池养暗纹东方鲀不论雌雄,其性腺、肝脏、皮肤、肠胃、肌肉都未能使受

试小白鼠在 24h 内死亡。但在繁殖季节野生暗纹东方鲀不论雌雄,除肌肉无毒外,其余各个部分包括性腺、肝脏、皮肤、肠胃都使小白鼠产生剧烈的毒性反应,在 0.5~1h 内先后死去(表 3)。

表 3 池养与野生暗纹东方鲀河鲀毒素生物检测

Tab.3 The bioassay of TTX of cultured and wild *T. obscurus*

采集样本 时间地点	样本数 (尾)	体 重(g)		受试动物 (只)	肝 脏		性 腺		皮 肤		肠 胃		肌 肉	
		雌	雄		存活	死亡	存活	死亡	存活	死亡	存活	死亡	存活	死亡
1998-10-25 吴江市(池塘)	4		455.00 ± 73.34	40	8	0	8	0	8	0	8	0	8	0
1998-11-11 泰兴市(池塘)	4	295.05 ± 60.32	380.27 ± 29.94	40	8	0	8	0	8	0	8	0	8	0
1999-03-23 南京市(池塘)	4	363.12 ± 3.93	357.65 ± 43.83	40	8	0	8	0	8	0	8	0	8	0
太仓浏河	4	483.00 ± 123.04	485.00 ± 120.21	40	0	8	0	8	0	8	0	8	8	0
1999-04-02-05-06 长江水系(野生)	15*	378.71 ± 78.17	298.93 ± 106.15	150	0	30	0	30	0	30	0	30	30	0

注: \* 已产卵样本。

## 2.4 池养暗纹东方鲀的人工繁殖

温室池塘养殖的暗纹东方鲀经 1.5~2 年的饲养,雌雄亲鱼成熟率达 47.70%,催产率达 31.48%,基本上都能产卵化苗。1996-1997 年 3-5 月,在生产中进行了人工繁殖,两年共获苗 28.4 万尾。催产结果见表 4。

表 4 池塘养殖的暗纹东方鲀人工催产结果

Tab.4 The result of induced spawning of the cultured *T. obscurus*

批序	时期	水温(°C)	雌雄配组比例	针距(h)	效应时间(h)	产卵数(尾)	产卵数量(万粒)	受精率(%)	得苗数量(万尾)
1	03-31~04-04	21~24	40:41	39	24.5~34.5	8	140.6	20.0	8.5
2	04-05~04-08	26	20:21	48	26.5~44.75	9	150.3	35.0	10.0
3	05-15~05-17	24	8:8	24	20~38	3	45.5	50.0	2.4
4	05-18~05-21	24	20:20	53	20~28	6	95.0	60.0	4.0
5	05-22~05-25	24	20:20	48	21~41.5	8	135.7	50.0	3.5

## 3 讨论

### 3.1 池养暗纹东方鲀性腺能完全发育成熟

暗纹东方鲀亲鱼每年三月份从近海溯江而上,4~5 月在长江中下游江段或通江湖泊水系中产卵化苗。秋后,幼鱼逐渐降海洄游,周而复始。一般水产养殖单位每年在春夏季节,清明前后,捕捞溯江而上的雌雄亲鱼,经短暂饲养,达到对环境的适应和性腺进一步成熟,再进行人工催产化苗。本研究证明,野生亲本繁殖的子一代未经降海洄游,直接可在池塘内发育成熟。从 1~4 月雌雄亲本卵巢和精巢组织切片观察,3~4 月雌鱼卵母细胞卵黄开始积累和积累充盈,卵径达到最大值 880 μm 左右;2 月底至 3 月,雄性精巢精小囊充满精子,部分雄鱼精巢已出现排空现象(图版 2-3),说明池养暗纹东方鲀精、卵细胞能完全发育成熟,其雌雄鱼性腺发育的进程类同于四大家鱼<sup>[3]</sup>。追溯至五十年代,四大家鱼能否在池塘中繁殖也曾有过争论,事实证明池塘养殖的四大家鱼只要性腺发育成熟,人工繁殖是完全可行的。目前,池养暗纹东方鲀能否进行人工繁殖与当年四大家鱼的情况极其相似。另外,从表 1 所示,雌雄鱼各月份 GSI 的变化来分析,12 月至翌年 1 月雌雄鱼 GSI 为最低值,随着繁殖季节的临近,性腺逐渐发育成熟,3~4 月雌鱼 GSI 已达最大值 0.2440 ± 0.0400 和 0.3058 ± 0.0460,雄鱼提早在 2~3 月 GSI 达到最大值 0.1480 ± 0.0100 和 0.1317 ± 0.0240,雌雄鱼 GSI 的季节性变化与组织切片观察完全一致。从表 2 还可以看出,池养与野生暗纹东方鲀性腺发育完全相似。雌雄鱼 GSI 样本均数显著性检验  $P > 0.05$ ,无显著性差异,说明野生暗纹东方鲀,3 月份从海水进入淡水的生殖洄游性腺发育过程,对池养暗纹东方

鲀在池塘中未经降海洄游同样可以完成。由于温室池养暗纹东方鲀水温常年控制在18~25℃,性腺发育要比野生的快,可提早到3月初即可进行人工催产。从生产实际出发,务必充分注意雌雄成熟的同步性和催产的有效性,必需严格筛选出成熟一致的雌雄亲本,这对于进一步提高催产率和授精率是至关重要的。

### 3.2 池养暗纹东方鲀能人工催情产卵孵化得苗

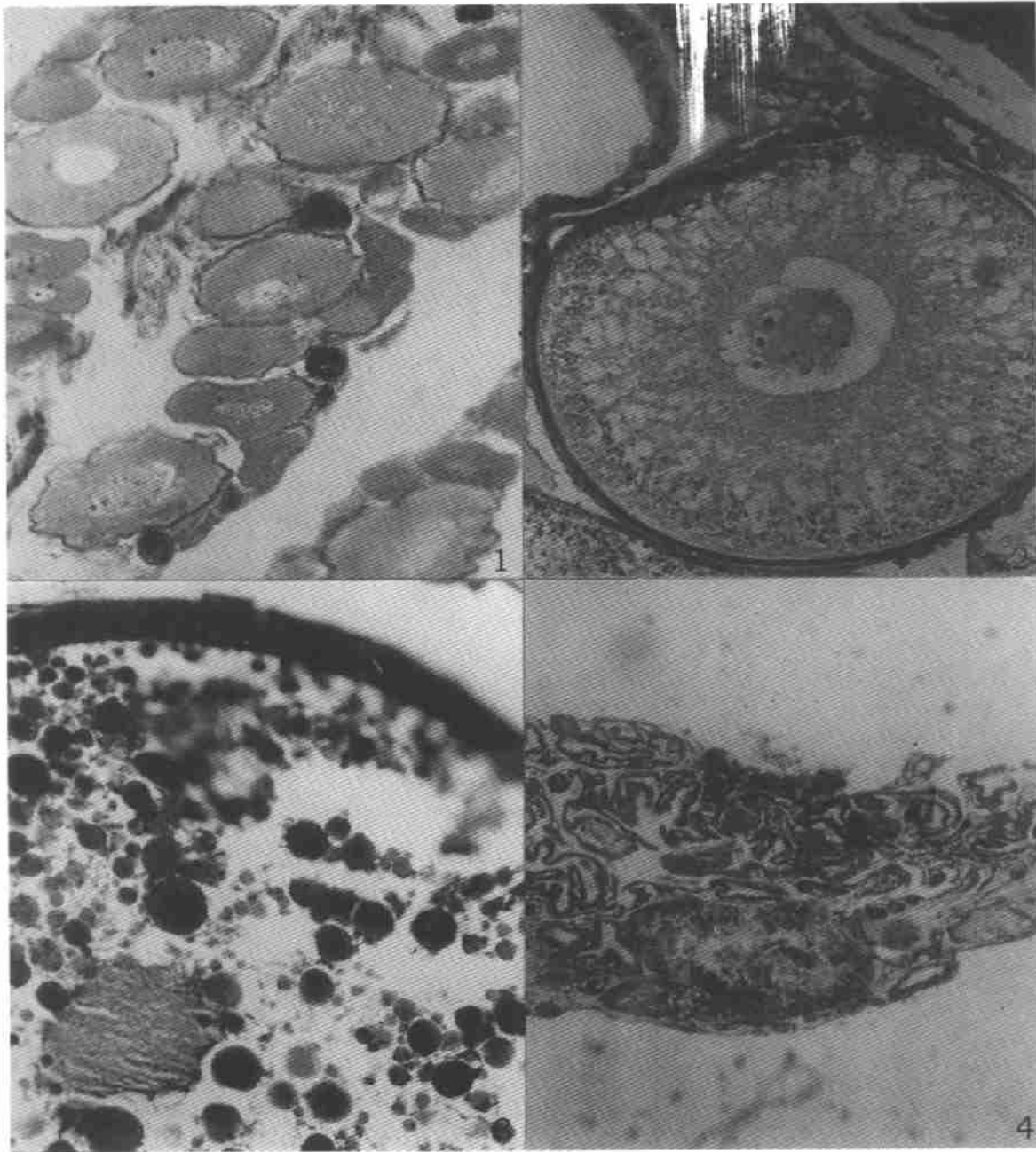
表4显示两年人工繁殖取得了较好的催产效果,前后共得苗28.4万尾,但雌雄亲鱼的成熟率和催产率尚偏低,分别为47.70%和31.48%,究其原因可能是亲鱼培育四要素即饲料、水质、水温、水交换量,所需条件尚未得到充分满足,影响了亲鱼的成熟度。而催产率的高低还与成熟亲鱼的筛选及其成熟度的恰当掌握有关。

### 3.3 有关暗纹东方鲀毒素问题

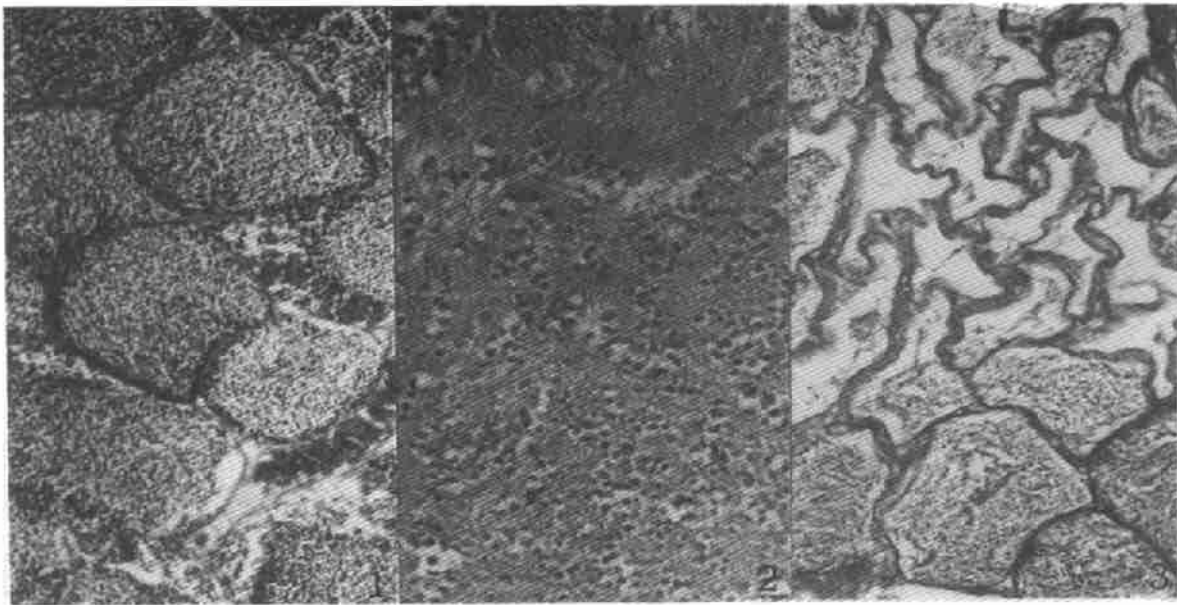
采集于不同地点,如吴江市、泰兴市和南京市水产养殖场的池养暗纹东方鲀,无论雌雄,样品组活体各部分都未使受试小白鼠出现毒性反应和死亡现象;而从太仓浏河长江水系中采集的样本,样品组使受试的152只小白鼠全部出现毒性反应,受试小白鼠半小时内逐渐死亡(表3)。经实验检测池塘养殖的未经降海洄游的暗纹东方鲀不产生TTX,而降海洄游的暗纹东方鲀体内都产生TTX。根据前人研究,认为降海洄游的暗纹东方鲀产生TTX有三种可能性:①下海后在海水环境中河鲀自身产生TTX;②是海水环境中某些生物含有TTX,被河鲀吞食后吸纳并储藏浓集于体内;③海洋中诸多生物的代谢产物为TTX<sup>[4-7]</sup>。从目前的研究成果来看,河鲀自身产生TTX的可能性不大。因为除河鲀以外,海洋中还有很多河鲀喜食的生物,包括无脊椎动物和脊椎动物体内含有TTX,如扁形动物中的网平涡虫,纽形动物中的青纵沟纽虫,软体动物中的法螺,棘皮动物中的海星,甲壳动物中的蟹类,鱼类中的裸颊鰕虎鱼,两栖类中的蝾螈等,均含有TTX,尤其平涡虫含量极高,达10000MU/克<sup>[8,9]</sup>。再者生存于淡水中未经降海洄游的河鲀体内检不出TTX,也说明河鲀自身不产毒。因此,很有可能通过食物链,河鲀吞食海洋中含TTX的生物,并在体内浓集,抑或海洋中许多含毒细菌粘附于河鲀或河鲀喜食的生物体内或体表构成互利共生关系,使河鲀吸纳TTX<sup>[10,11]</sup>。目前大体认为河鲀体内的TTX是受食物链和微生物双重影响的结果。综上所述,搞清河鲀TTX的起因和来源,目的在于人为地加以控制和阻断河鲀TTX的来源途径。通过改变河鲀生活环境,避免吞食含有TTX的饵料,养成的商品河鲀可能完全无毒。本实验所证明的池养暗纹东方鲀的无毒性结论为大规模开展无毒河鲀养殖提供了理论依据。

### 参考文献

- [1] 贾长春. 弓斑东方鲀人工繁殖初步研究[J]. 水产科技情报, 1979, (7):7-8.
- [2] 陈永豪. 河豚含毒与环境影响[J]. 中国海洋药物杂志, 1990, (3):8-9.
- [3] 施琼芳, 尹伊伟, 胡传林, 等. 鲑鱼性腺周年变化的研究[J]. 水生生物学报, 1964, 5(1):87-91.
- [4] Miyazawa K, Noguchi T, Maruyama J, et al. Occurrence of tetrodotoxin in the starfishes *Astropecten polyacanthus* and *A. scoparius* in the Seto Inland Sea[J]. Mar Bio, 1985, 90:61-64.
- [5] Miyazawa K, Higashiyama M, Hori K, et al. Distribution of tetrodotoxin in various organs of the starfish *Astropecten polyacanthus*[J]. Mar Bio, 1987, 96:385-390.
- [6] Sato S, Komaru K, Ogata T, et al. Occurrence of tetrodotoxin in cultured puffer[J]. Nippon Suisan Gakkaishi, 1990, 56(7):1129-1131.
- [7] Noguchi T, Hwang D F, Sugita H, et al. *Vibrio alginolyticus*, a tetrodotoxin-producing bacterium, in the intestines of the fish *Fugu vermicularis* [J]. Mar Bio, 1987, 94:625-630.
- [8] 李青(译). 河豚毒素存在于平涡虫之中[J]. 中国海洋药物杂志, 1989, (2):52.
- [9] 李晓川, 林美娇. 河鲀豚鱼及其加工利用[M]. 北京:中国农业出版社, 1998. 91-102.
- [10] 罗海忠. 人工养殖的河豚中的河豚毒素[J]. 海洋水产科技, 1991(2):40-43
- [11] 李秋芬, 徐怀恕. 河豚毒素(TTX)及其微生物起源[J]. 海洋通报, 1994, 13(4):86-91.



1. 第Ⅱ时相卵母细胞(20×3.3), 2. 第Ⅲ时相卵母细胞(20×3.3), 3. 第Ⅳ时相卵母细胞(20×3.3), 4. 产卵后排空的卵巢(4×3.3)



1. 精小囊内主要有精子细胞和精子(20×3.3) 2. 精小囊内充满精子和部分精子细胞(40×3.3) 3. 已排空精子的精小囊(20×3.3)