

盐度对褐毛鲈胚胎发育和早期仔鱼存活率的影响

陈朴贤

(福建省水产研究所, 福建 厦门 361012)

摘要: 为了探索褐毛鲈(*Megalonibea fusca*)胚胎孵化和早期仔鱼生长发育最适宜的盐度条件, 作者观察了其胚胎在 6 个盐度(35、30、25、20、15、10)海水中沉浮性、发育、初孵仔鱼分布状态。结果表明: 胚胎在盐度 35 时完全上浮, 盐度低于 25 完全下沉, 在盐度 30 时处于半悬浮状态; 不同盐度对胚胎发育有一定影响: 在盐度 30~15 范围内, 胚胎发育较快, 孵化时间较为一致, 在盐度 35 和 10 发育变慢, 孵化时间延长 2.5 h 以上; 初孵仔鱼在不同盐度海水中呈不同分布状态: 在盐度 35 时完全上浮表层, 盐度 25~30 分布于中下层至中上层, 盐度 25 大部分仔鱼沉底, 盐度低于 20, 初孵仔鱼全部沉底。观察了 10 个盐度(35、32、29、26、23、20、17、14、11、8)海水中胚胎孵化率和早期仔鱼存活率, 结果表明: 褐毛鲈胚胎在盐度 35~8 范围内孵化率达 $(76 \pm 2)\%$ ~ $(98 \pm 2)\%$, 在较低盐度 26~11 区间, 孵化率达 $(88 \pm 0)\%$ ~ $(98 \pm 2)\%$, 显示低盐区更高的孵化率, 而在较高盐度 29~35 区间, 孵化率在 $(82 \pm 2)\%$ ~ $(84 \pm 2)\%$, 并且具有明显趋向性, 即盐度大于 29, 随盐度升高孵化率逐渐下降; 盐度对早期仔鱼存活率有明显影响: 孵化后 40 h 正常仔鱼最高存活率在低盐度 26~8 区, 为 $(89.4 \pm 2.2)\%$ ~ $(97.4 \pm 0.1)\%$, 盐度大于 29, 随着盐度上升仔鱼死亡率骤然升高, 在盐度 29~35, 升至 $(31.7 \pm 0.7)\%$ ~ $(38.1 \pm 1.5)\%$, 畸形率升至 $(7.1 \pm 0.2)\%$ ~ $(10.7 \pm 0.5)\%$, 正常仔鱼存活率下降至 $(61.0 \pm 1.0)\%$ ~ $(61.9 \pm 1.5)\%$ 。低盐度区仔鱼有更高的存活率。褐毛鲈胚胎最适孵化盐度在 29~32, 早期仔鱼最适培育盐度为 26。

关键词: 褐毛鲈(*Megalonibea fusca*); 盐度; 胚胎; 孵化率; 存活率

中图分类号: S961

文献标识码: A

文章编号: 1000-3096(2012)11-0024-06

盐度是影响海产鱼类胚胎发育和胚后仔鱼存活率的重要环境因子之一, 不同属种鱼类适应的盐度各不相同, 同一种类在其生活史的不同发育阶段对盐度的要求也有不同。有关盐度对海产鱼类胚胎和仔鱼发育影响的研究已有许多报道, 主要研究种类有赤点石斑鱼(*Epinephelus akaara*)、鞍带石斑鱼(*Epinephelus lanceol*)、七带石斑鱼(*Epinephelus septemfasciatus*)、点带石斑鱼(*Epinephelus malabaricus*)、真鲷(*Pagrosomus major*)、黄鲷(*Dentex tumifrons*)、条石鲷(*Oplegnathus fasciatus*)、鲩状黄姑鱼(*Nibea miichthioides*)、卵形鲳鲹(*Trachinotus ovatus*)、花尾胡椒鲷(*Plectorhinchus cinctus*)、半滑舌鲷(*Cynoglossus semilaevis*)、牙鲆(*Paralichthys olivaceus*)等^[1-12], 为这些经济鱼类的人工繁育提供了宝贵的基础资料。

褐毛鲈(*Megalonibea fusca*)属石首鱼科(Sciaenidae), 毛鲈鱼新属(*Megalonibea*), 是著名鱼类学家朱元鼎等^[13]命名的新种。为近海暖温性底层

大型鱼类, 是中国仅有的鱼种, 主要分布于东海、黄海南部和台湾海峡, 自然海区资源十分稀少, 属于珍稀名贵的濒危鱼种, 具有重要的经济价值和很高的学术研究价值。1998 年福建省水产研究所在国内首次开展褐毛鲈人工繁殖和育苗获得成功^[14], 并实现全人工繁殖育苗。目前褐毛鲈养殖已形成相当大的产业规模, 有关褐毛鲈的研究报道主要集中在早期发育、室内人工育苗、池塘养殖等方面^[15-21], 而关于盐度对褐毛鲈胚胎发育和早期仔鱼存活率影响的研究还未见到报道。作者整理了 1999 年褐毛鲈人工繁殖和育苗试验过程中所开展的不同盐度对褐毛鲈胚胎发育和卵黄囊期仔鱼存活率影响的实验, 目的

收稿日期: 2012-05-28; 修回日期: 2012-07-09

基金项目: 国家科技基础条件平台建设项目(水产种质资源平台); 福建省海洋与渔业厅项目(闽水科 9803); 福建省发展计划委员会资助项目[闽计基(农) [2000] 457]

作者简介: 陈朴贤(1956-), 男, 福建漳州人, 工程师, 主要从事海水鱼类人工繁殖和育苗研究, 电话: 0592-5678575, E-mail: cpxnol@sina.com

旨在探索褐毛鲮胚胎孵化和早期仔鱼生长发育最适宜的盐度条件, 以期为褐毛鲮人工繁殖和育苗提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 实验材料

1.1.1 胚胎卵的获取

1999年~2000年实验点设在厦门同安华普水产开发有限公司育苗场。1999年4月从饲养在厦门杏林湾海上网箱性腺成熟的褐毛鲮亲鱼中, 挑选卵径达到500~550 μm的雌鱼, 和精液饱满的雄鱼直接在海上网箱催产, 注射激素DOM3.5 mg + LHRH-A₃ 4.5 μg/kg, 催产后亲鱼挑取1雌1雄单独放入一个产卵网箱, 使其自然产卵受精, 记录产卵时刻和水温、盐度, 所产的受精卵作为实验材料, 以保证胚胎发育的时相一致。亲鱼产卵水温23.0~23.6, 盐度28, 待胚胎发育至胚孔封闭期后收集起受精卵, 分离干净运回实验点用于胚胎孵化的观察。

1.1.2 不同盐度海水的配制

实验1: 设置6个盐度梯度(35、30、25、20、15、10); 实验2设置10个盐度梯度(35、32、29、26、23、20、17、14、11、8)。实验点自然海水盐度32, 高盐度组海水用砂滤海水加海盐(厦门大嶝盐场生产)配制而成, 低盐度组海水用砂滤海水加无氯井水调配而成, 盐度用日本产的ATAGO-8601型便携式盐度比重计测定。

1.2 实验方法

1.2.1 胚胎在不同盐度海水中发育、沉浮性及初孵仔鱼分布状态的试验

实验1: 在6个规格500 cm³烧杯中, 加入不同盐度海水500 cm³, 各取静态下上浮的胚胎50个直接置于不同盐度海水中静水孵化(受试胚胎发育时序为克氏泡出现期, 受精率为98%)。各组设置3个平行取平均值。观察胚胎在不同盐度水体中的沉浮状态、开始孵化及全部孵化的时间、初孵仔鱼在水体中的分布状态。以受试胚胎孵出5%和全部孵出分别定义为开始孵化时间和孵化时间。实验1胚胎孵化率作为与实验2的比较。

1.2.2 盐度对胚胎孵化率和早期仔鱼存活率影响的试验

实验2: 在10个规格500 cm³烧杯中, 加入不同盐度海水500 cm³, 各移入上浮的胚胎50个静态孵

化(受试胚胎发育时序为肌节2对, 受精率为96%)。各组设置3个平行取平均值。待各组仔鱼完全孵出后, 用胶头滴管吸出未孵化胚胎在显微镜下检查确认死卵数, 统计各盐度组孵出仔鱼数和孵化率, 观察不同盐度对胚胎孵化率的影响, 以胚胎孵化率达50%以上作为适宜孵化盐度; 孵化后仔鱼继续培育, 每隔12 h吸出并记录各组死亡仔鱼数, 孵化后40 h用胶头滴管将各组仔鱼一一吸出, 在显微镜下检查计数正常仔鱼和畸形仔鱼个数。正常仔鱼油球位于卵黄囊后部下方, 仔鱼畸形类型为油球位于卵黄囊前部、中部、仔鱼脊柱弯曲, 尾部卷曲等。统计孵化后40 h各盐度组正常仔鱼存活率、畸形率、死亡率。观察比较初孵仔鱼在不同盐度中培育一定时间后的存活率, 以一定时间内正常仔鱼存活率为指标, 判断早期仔鱼适宜的培育盐度。

2 结果

2.1 不同盐度海水中胚胎发育、沉浮性及初孵仔鱼分布状态

褐毛鲮受精卵呈圆球形, 浮性、无色透明, 卵径0.80~0.88 mm, 含油球1个, 油球径230~245 μm。实验1结果见表1, 从表1可以看出: 在盐度30~15范围内, 胚胎发育速度较快, 胚胎全部孵出时间为(22.47±0.06)~(22.77±0.06)h, 孵化时间较为一致。盐度35和盐度10, 胚胎发育速度明显一慢, 胚胎全部孵出的时间延长至(25.10±0.10)~(25.60±0.10)h(图1)。盐度对孵化时间有一定影响, 盐度20和25组之间差异不显著($P>0.05$), 其他各盐度组之间差异显著($P<0.05$)。

受精卵在不同盐度水体中分布状态不同, 盐度35时完全上浮, 低于25完全沉底, 在盐度30处于半悬浮状态。初孵仔鱼在不同盐度水体中呈不同的分布状态, 初孵仔鱼在盐度35完全上浮表层, 盐度30分布在中上层, 盐度25分布在中下层, 盐度20只有少数仔鱼浮中下层, 多数仔鱼沉底, 而盐度低于20, 初孵仔鱼则全部沉底。孵化后24 h, 随着初孵仔鱼各器官进一步发育, 仔鱼已由原来静止时腹部朝上的悬浮状态变为能主动平游, 分布状态随之发生变化, 在盐度35, 1 d龄仔鱼完全分布在水体表层, 盐度30仔鱼分布在上层, 盐度25主要分布在中上层, 而原来在盐度20以下完全沉底的仔鱼也都上浮分布在水体中下层。初孵仔鱼沉底可能造成堆积窒息死

亡, 早期仔鱼在较低比重海水中为克服自身浮力不足需要消耗更多的能量, 而由于浮力原因引起的游泳能力下降, 仔鱼捕食能力降低, 均可能导致早期仔鱼存活率下降, 因此应以初孵仔鱼在海水中自然上浮作为适宜培育盐度条件。

2.2 盐度对褐毛鲳胚胎孵化率和早期仔鱼存活率的影响

不同海水盐度中胚胎孵化率和早期仔鱼存活率的试验结果见表 2。实验 2 结果表明: 褐毛鲳胚胎适宜孵化盐度范围很广, 在盐度 35~8 范围都保持较高孵化率, 孵化率达(76±2)%~(98±2)%, 在高盐区 29~35 范围孵化率为(82±2)%~(84±2)%, 在低盐区 26~11 范围孵化率为(88±0)%~(98±2)%, 显示胚胎在低盐区有更高的孵化率。而盐度低于 11 胚胎孵化率则明显下降, 盐度 8 的孵化率从盐度 11 时的(98±2)%下降至(76±2)% (图 2)。高盐度不利褐毛鲳胚胎的孵化, 与实验 1 比较都具有相同的趋向性, 即盐度高于 29, 随着盐度升高孵化率下降, 高盐区 29~35 的孵化率在(82±2)%~(84±2)%, 明显低于低盐区 26~11 的孵化率(88±0)%~(98±2)%。以胚胎孵化率达 50% 以上作为适宜的孵化盐度指标, 本实验适宜

的孵化盐度范围为 35~8, 但胚胎在盐度 26 以下全部下沉底部, 对于胚胎的发育孵化有诸多不利因素, 因此应以胚胎上浮作为适宜孵化条件。盐度 29~35, 胚胎孵化率在(82±2)%~(84±2)%, 胚胎处于上浮和完全上浮状态, 初孵仔鱼也都分布在中上层及表层, 但盐度 35 胚胎孵化时间延长孵化率降低, 应去除, 因此以胚胎的孵化率和胚胎在水体中上浮为指标, 最适孵化盐度范围应该在 29~32。不同的盐度对孵化率的影响: 在 35~29 组区间以及 23~14 组区间差异不显著 ($P>0.05$), 在其他各盐度组差异显著 ($P<0.05$)。

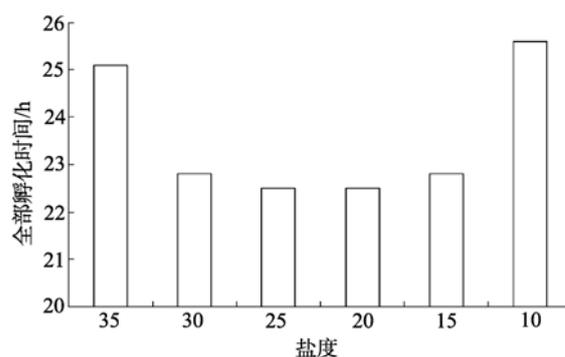


图 1 褐毛鲳胚胎在不同盐度下的孵化时间

Fig. 1 The hatching time of *Megalonibea fusca* embryo at different salinities

表 1 胚胎在不同盐度海水中发育、沉浮性及初孵仔鱼分布状态的试验结果

Tab. 1 Embryonic development, ups and downs and newly hatched larvae distributions at different salinities

项目	盐度					
	35	30	25	20	15	10
孵化水温()	23.0~24.0					
pH	8.06	7.98	7.71	7.50	7.22	7.02
容积(cm ³)	500	500	500	500	500	500
孵化胚胎(个)	50	50	50	50	50	50
胚胎分布状态	完全上浮	半悬浮	全沉底	全沉底	全沉底	全沉底
开始孵出时间(h)	23.10 ± 0.10 ^c	22.27 ± 0.06 ^b	22.03 ± 0.06 ^a	22.03 ± 0.06 ^a	22.27 ± 0.06 ^b	23.60 ± 0.10 ^d
全部孵出时间(h)	25.10 ± 0.10 ^c	22.77 ± 0.06 ^b	22.47 ± 0.06 ^a	22.47 ± 0.06 ^a	22.77 ± 0.06 ^b	25.60 ± 0.10 ^d
初孵仔鱼分布状态	全浮表层	浮中上层	浮中下层	少数浮中下层 多数沉底	全部沉底	全部沉底
24h 仔鱼分布状态	全浮表层	浮上层	浮中层	浮中层	浮中下层	浮中下层
孵出仔鱼数(尾)	43 ± 1 ^a	44 ± 1 ^a	49 ± 0 ^b	49 ± 0 ^b	48 ± 0 ^b	48 ± 1 ^b
孵化率(%)	86 ± 2 ^a	88 ± 2 ^a	98 ± 0 ^b	98 ± 0 ^b	96 ± 0 ^b	96 ± 2 ^b

注: 实验于 4 月 25 日开始; 同一行数据上标相同字母表示各盐度组之间差异不显著 ($P>0.05$), 不同字母表示差异显著 ($P<0.05$), 表 2 同

盐度对初孵仔鱼存活率有较大影响(图 2)。不同的盐度对正常仔鱼存活率的影响: 在盐度 35~29 之间差异不显著 ($P>0.05$), 与其他各盐度组对比差异显

著 ($P<0.05$)。从表 2 可以看出: 初孵仔鱼在盐度 8~35 培育 40 h, 正常卵黄囊仔鱼存活率为(61.0±1.0)%~(97.4±0.1)%。在低盐度 26~8 区, 正常卵黄囊期仔鱼

存活率达(89.4±2.2)% ~ (97.4±0.1)%, 仔鱼畸形率和死亡率均较低, 有趣的是最低盐度 8 孵化率虽然最低, 有(18.6±0.5)%的胚胎仍处于心跳期未能孵出, 但正常卵黄囊期仔鱼存活率却最高达 97.4%±0.1%。而在高盐度 29~32 区, 正常卵黄囊期仔鱼存活率为(61.0±1.0)% ~ (61.9±1.5)%。高盐度对仔鱼的死亡率和畸形率有显著的影响, 盐度高于 29 其 40 h 内仔鱼的死亡率骤然升高, 在盐度 29~35 区间卵黄囊期仔鱼死亡率升至(31.7±0.7)% ~ (38.1±1.5)%, 仔鱼畸形率也相应增加到(7.1±0.2)% ~ (10.7±0.5)% (孵出 40 h 内死亡仔鱼数/初孵仔鱼数=仔鱼死亡率。孵出 40 h 后畸形仔鱼数/(40h 后存活的正常仔鱼数+40h 后畸形仔鱼数)=畸形率。由于卵黄囊期仔鱼死亡率升高和畸形率增加的双重影响, 该盐度范围 40 h 后的正常卵黄囊期仔鱼存活率明显下降至(61.0±1.0)% ~ (61.9±1.5)%, 因此高盐度 29~35 并不适宜早期仔鱼

的培育。以初孵仔鱼分布状态和一定时间内正常卵黄囊仔鱼存活率为指标衡量, 早期仔鱼最适的培育盐度为 26 左右, 该盐度下初孵仔鱼分布在中层, 且 40 h 内正常卵黄囊仔鱼存活率最高达(95.5±2.3)%。

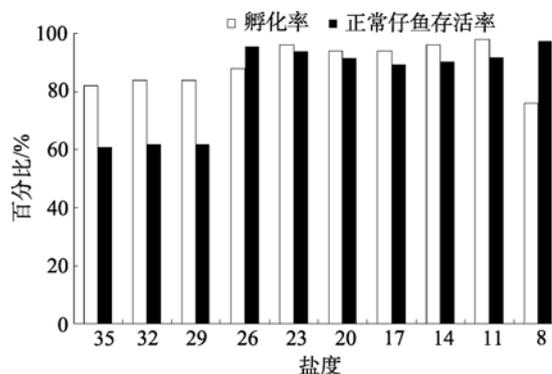


图 2 不同盐度下的胚胎孵化率和正常仔鱼存活率
Fig. 2 The hatching rates of embryo and survival rates of normal larvae at different salinities

表 2 盐度对褐毛鲳胚胎孵化率和早期仔鱼存活率影响的试验结果

Tab. 2 Effect of salinity on *Megalonibea fusca* embryo hatching rates and early larval survival rates

项目	盐度									
	35	32	29	26	23	20	17	14	11	8
水温()	22.5 ~ 24.5									
pH	8.10	8.01	8.00	7.90	7.82	7.62	7.11	6.90	6.94	6.91
容积(cm ³)	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
孵化胚胎(个)	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
胚胎分布状态	完全上浮	完全上浮	半悬浮	全沉底	全沉底	全沉底	全沉底	全沉底	全沉底	全沉底
孵出仔鱼数(尾)	41 ± 1 ^b	42 ± 1 ^b	42 ± 1 ^b	44 ± 0 ^c	48 ± 0 ^{de}	47 ± 0 ^d	47 ± 0 ^d	48 ± 1 ^{de}	49 ± 1 ^e	38 ± 1 ^a
胚胎孵化率(%)	82 ± 2 ^b	84 ± 2 ^b	84 ± 2 ^b	88 ± 0 ^c	96 ± 0 ^{de}	94 ± 0 ^d	94 ± 0 ^d	96 ± 2 ^{de}	98 ± 2 ^e	76 ± 2 ^a
40h 后存活的正常仔鱼数(尾)	25 ± 1 ^a	26 ± 1 ^a	26 ± 0 ^a	42 ± 1 ^c	45 ± 1 ^d	43 ± 1 ^{cd}	42 ± 1 ^c	43.3 ± 0.58 ^{cd}	45 ± 1 ^d	37 ± 1 ^b
40h 后畸形仔鱼数(尾)	3 ± 1 ^c	2 ± 1 ^b	0 ± 0 ^a	0 ± 0 ^a	1 ± 0 ^{ab}	1 ± 0 ^{ab}	1 ± 0 ^{ab}	0 ± 0 ^a	0 ± 0 ^a	1 ± 0 ^{ab}
40h 内死亡的仔鱼数(尾)	13 ± 1 ^d	14 ± 1 ^d	16 ± 1 ^e	2 ± 1 ^b	2 ± 1 ^b	3 ± 1 ^{bc}	4 ± 1 ^{bc}	4.67 ± 0.57 ^c	4 ± 0 ^{bc}	0 ± 0 ^a
40h 后全部仔鱼存活率(%)	68.3 ± 1.7 ^b	66.6 ± 3.2 ^b	61.9 ± 1.5 ^a	95.5 ± 2.3 ^d	95.1 ± 1.2 ^d	93.6 ± 2.1 ^{cd}	91.5 ± 2.1 ^{cd}	90.3 ± 1.0 ^c	91.8 ± 0.15 ^{cd}	100 ± 0 ^e
40h 后正常仔鱼存活率(%)	61.0 ± 1.0 ^a	61.9 ± 0.9 ^a	61.9 ± 1.5 ^a	95.5 ± 2.3 ^{de}	93.8 ± 2.1 ^{cd}	91.5 ± 2.1 ^{bc}	89.4 ± 2.2 ^b	90.3 ± 1.0 ^{bc}	91.8 ± 0.2 ^{bc}	97.4 ± 0.1 ^e

注: 实验于 4 月 28 日开始, 仔鱼孵出后 40 h 盐度 8 组胚胎仍有 9 个处于心跳期未孵出

3 讨论

3.1 受精卵在不同盐度水体中的沉浮性对胚胎发育和孵化的影响

实验表明褐毛鲳受精卵在不同盐度水体中分布状态不同, 盐度 35 时完全上浮, 在盐度 30 处于半悬浮状态, 低于 25 完全沉底。在实验条件下胚胎在盐度 35~8 的孵化率为(76±2)%~(98±2)%, 并且最高

孵化率出现在低盐 26~11 区, 为(88±0)%~(98±2)%, 本实验是在完全光照条件下实现的。但育苗生产中胚胎在盐度 26 以下全部下沉池子底部, 完全处于暗光照状态, 对于胚胎的发育孵化有诸多不利影响。Ostholm 等^[22]认为, 仔鱼的松果体可能是光照感受器, 光照周期、光照强度、光照波长对于海水鱼的孵化皆有影响; 王宏田^[23]报道指出: 尚未孵化的仔鱼感受光照的刺激从而大量分泌(或停止分泌)孵化酶

(一种蛋白水解酶), 这种酶能使卵壳破裂, 从而使仔鱼孵出。可见胚胎发育和孵化离不开光照, 沉底处于暗光照的胚胎孵化可能会受到阻碍。其次胚胎沉底可能造成局部堆积缺氧死亡及不利于育苗吸污操作等负面因素。因此应以胚胎上浮作为适宜孵化条件, 以胚胎的孵化率和胚胎在水体中上浮为指标, 最适孵化盐度范围应该在 29~32。

3.2 盐度突变条件下不同胚胎发育期对孵化率的影响

实验观察比较两个不同批次、不同亲体的卵子孵化结果表明: 褐毛鲢胚胎在较广的盐度范围内都能正常孵化, 并保持较高的孵化率, 在盐度 35~10 的范围孵化率均达(82±2)%~(98±2)%。褐毛鲢胚胎的高孵化率除了与亲鱼的营养、卵子质量、催产激素和剂量等综合因素有关外, 可能与受试的胚胎都已发育到胚孔封闭期后对从初始生活盐度移入不同的盐度中有较高的耐受性有关。这主要是因为神经胚期后的受精卵与外界环境之间的物质交换降低以及卵黄栓关闭后的受精卵已建立起较为完善的盐度控制系统^[23], 即卵内具有较高的渗透压调节能力对盐度突变有较高耐受性因而保持较高孵化率。生产实践中应根据这一特性, 对于需要移植到不同盐度中培育的受精卵, 应待胚胎在初始受精盐度中发育到原孔封闭期后才收集或移植培育, 以保持胚胎较高的孵化率。对于细胞尚处于分裂发育初期的胚胎从原始生活盐度移入到不同盐度中能否保持同样的高孵化率仍有待进一步实验。

3.3 褐毛鲢早期仔鱼对不同盐度的耐受性及最适培育盐度条件

实验表明褐毛鲢初孵仔鱼在盐度 8~35 条件下培育 40 h, 正常卵黄囊仔鱼存活率为(61.0±1.0)%~(97.4±0.1)%。在不同盐度中的存活率表现出明显的差异, 在低盐度 26~8 区, 孵化后 40 h 正常的卵黄囊期仔鱼存活率为(89.4±2.2)%~(97.4±0.1)%, 仔鱼畸形率和死亡率均较低; 而在高盐度 29~35 区, 正常的卵黄囊期仔鱼存活率为(61.0±1.0)%~(61.9±1.5)%, 仔鱼的死亡率和畸形率显著升高, 显示低盐度区有更高的正常卵黄囊期仔鱼存活率。褐毛鲢卵黄囊仔鱼在低盐环境中具有更高的存活率, 可能与早期仔鱼对低盐环境有较高耐受性有关, 王宏田等^[12]援引国外研究报道认为: 海水硬骨鱼类初孵仔鱼体液中的盐度通常为 12~16, 当环境盐度较低时, 仔鱼用

于维持体内渗透压的稳定而消耗的能量减少, 从而有利于仔鱼的生存。因此认为褐毛鲢早期仔鱼对低盐环境比高盐环境具有更高耐受性。比较实验 1 初孵仔鱼在不同盐度中的沉浮性, 以初孵仔鱼在海水中上浮和存活率为指标, 早期仔鱼最适的培育盐度为 26 左右, 该盐度下初孵仔鱼分布在中层, 且 40 h 内正常卵黄囊仔鱼存活率最高达(95.5±2.3)%。

综合分析认为: 褐毛鲢胚胎最适孵化盐度在 29~32, 早期仔鱼最适培育盐度为 26 左右。因此在褐毛鲢人工繁育过程中, 受精卵孵化盐度范围最好控制在 29~32, 仔鱼全部孵出后逐渐调节降低培育盐度至 26 左右, 以提高胚胎孵化率和早期仔鱼存活率。

参考文献:

- [1] 王涵生, 方琼珊, 郑乐云. 盐度对赤点石斑鱼受精卵发育的影响及仔鱼活力的判断[J]. 水产学报, 2002, 26(4): 344-350.
- [2] 曲焕韬, 李鑫渲, 何庆, 等. 温度和盐度对鞍带石斑鱼受精卵发育及仔鱼成活率的影响[J]. 河北渔业, 2009, 8: 6-9.
- [3] 赵明, 陈超, 柳学周, 等. 盐度对七带石斑鱼胚胎发育和卵黄囊仔鱼生长的影响[J]. 海洋水产研究, 2011, 32(2): 16-21.
- [4] 施兆鸿, 陈波, 彭士明, 等. 盐度胁迫下点带石斑鱼 (*Epinephelus malabaricus*) 胚胎及卵黄囊仔鱼的形态变化[J]. 海洋与湖沼, 2008, 39(3): 222-227.
- [5] 王涵生. 盐度对真鲷受精卵发育及仔稚鱼生长的影响[J]. 中国水产科学, 2002, 9(1): 33-38.
- [6] 施兆鸿, 夏连军, 王建钢, 等. 盐度对黄颡鱼胚胎发育及早期仔鱼生长的影响[J]. 水产学报, 2004, 28(5): 599-602.
- [7] 徐永江, 柳学周, 王妍妍, 等. 温度、盐度对条石鲷胚胎发育影响及初孵仔鱼饥饿耐受力[J]. 渔业科学进展, 2009, 30(3): 25-31.
- [8] 洪万树, 吴鼎勋, 单保党, 等. 鮟状黄姑鱼胚胎和仔鱼发育的实验生态[J]. 台湾海峡, 1999, 18(3): 320-324.
- [9] 许晓娟, 李加儿, 区又君. 盐度对卵形鲳鲹胚胎发育和早期仔鱼的影响[J]. 南方水产, 2009, 5(6): 31-35.
- [10] 谢仰杰, 翁朝红, 林锦宗, 等. 盐度对花尾胡椒鲷胚胎和仔鱼的影响[J]. 台湾海峡, 2000, 19(1): 22-26.
- [11] 徐永江, 柳学周, 马爱军, 等. 半滑舌鳎胚胎发育及仔鱼生长与盐度的关系[J]. 海洋科学, 2005, 29(11): 39-43.
- [12] 王宏田, 徐永立, 张培军. 牙鲆胚胎及其初孵仔鱼的盐度耐受力[J]. 中国水产科学, 2000, 7(3): 21-23.
- [13] 朱元鼎, 罗云林, 伍汉霖. 中国石首鱼类分类系统的研究和新属新种的叙述[M]. 上海: 上海科学技术出

- 版社, 1963: 10-19, 34-36, 26.
- [14] 陈朴贤. 褐毛鲢鱼人工育苗在国内首获成功[J]. 现代渔业信息, 1998, 13(9): 30.
- [15] 陈朴贤. 褐毛鲢胚胎发育及仔、稚、幼鱼发育形态研究[J]. 福建水产, 2005, 3:26-30,46.
- [16] 孙庆海, 孙建璋, 施维德. 褐毛鲢仔、稚、幼鱼形态特征及其生态习性的初步观察[J]. 浙江海洋学院学报(自然科学版), 2005, 24(2): 105-113.
- [17] 孙庆海, 施维德, 陈诗凯, 等. 褐毛鲢鱼 (*Megalonibea fusca* Chu, Lo et Wu) 工厂化育苗 (Industrial Seed Culture) 技术的研究[J]. 现代渔业信息, 2005, 20(7): 34-36,38.
- [18] 孙玉忠, 王雪梅, 宋全山, 等. 褐毛鲢(黄金鲢)人工育苗技术研究[J]. 齐鲁渔业, 2007, 24(5): 52-53.
- [19] 陆国君, 常抗美, 钟杰明, 等. 褐毛鲢人工育苗技术研究[J]. 科学养鱼, 2006, 1: 34-35.
- [20] 孙玉忠, 王雪梅, 牟宗华, 等. 褐毛鲢(黄金鲢)池塘养殖技术[J]. 齐鲁渔业, 2007, 24 (7): 7-8.
- [21] 王波, 孙丕喜, 丁广成, 等. 褐毛鲢(黄金鲢)的形态特征及养殖试验[J]. 齐鲁渔业, 2006, 23 (4): 8-9.
- [22] Ostholm T, Brannas E, Veen T. The pineal organ is the first differentiated light receptor in the embryonic salmon, *Salmo salar* L[J]. Cell and Tissue Research, 1987, 249(3): 641-646.
- [23] 王宏田, 张培军. 环境因子对海产鱼类受精卵及早期仔鱼发育的影响[J]. 海洋科学, 1998, 22(4): 50-52.

Effects of salinity on embryonic development and early larval survival rate of *Megalonibea fusca*

CHEN Pu-xian

(Fishery Research Institute of Fujian, Xiamen 361012, China)

Received: May, 28, 2012

Key words: *Megalonibea fusca*; salinity; embryo; hatching rate; survival rate

Abstract: To investigate the most suitable salinity condition for the embryo hatching and larval growth of *Megalonibea fusca*, the embryonic development, ups and downs of embryo and newly hatched larvae distributions were observed in six salinities (35, 30, 25, 20, 15, and 10) seawater. The results showed that the embryo completely rose in the salinity 35, completely sank at the salinities less than 25, and in a suspended state at the salinity of 30. Different salinities had a certain influence on embryonic development. At the salinities ranged from 30 to 15, embryonic developments were faster and incubation times were more consistent, and at the salinities of above 30 and less than 15, incubation times were prolonged longer than 2.5h. Newly hatched larvae showed a different distribution in seawaters with different salinities. At the salinity of 35, larvae fully floated on the surfaces; at salinities of 25-30, larvae was distributed in the lower-middle and upper-middle layer; at salinity of 25, most larvae sank to the bottom, and at salinities lower than 20, all newly hatched larvae sank. Embryonic hatching rates and early larvae survival rates were observed in ten salinities (35, 32, 29, 26, 23, 20, 17, 14, 11, 8) seawaters. The results showed that, at the salinities of 35 – 8, the embryonic hatching rates of *Megalonibea fusca* ranged from $(76 \pm 2)\%$ to $(98 \pm 2)\%$. In low salinity zone from 26 to 11, hatching rates were from $(88 \pm 0)\%$ to $(98 \pm 2)\%$, higher than those in low salt area. While in high salinity zone from 29 to 35, hatching rates were $(82 \pm 2)\%$ - $(84 \pm 2)\%$, and had the obvious tendency that when the salinity was greater than 29, hatching rate gradually decreased with increasing salinity. Salinity had a significant effect on early larval survival rate. Normal larvae after hatching 40h had the highest survival rate of $(89.4 \pm 2.2)\%$ - $(97.4 \pm 0.1)\%$ in the low salinity zones of 26-8. When salinity was greater than 29, larval mortality suddenly increased with the increasing salinity. In salinities of 29-35, larval mortality was up to $(31.7 \pm 0.7)\%$ - $(38.1 \pm 1.5)\%$, malformation rate rose to $(7.1 \pm 0.2)\%$ - $(10.7 \pm 0.5)\%$, normal larval survival rate dropped to $(61.0 \pm 1.0)\%$ - $(61.9 \pm 1.5)\%$. Larvae had a higher survival rate in low salinity zone. The optimal hatch salinity of *Megalonibea fusca* was in 29-32 and the optimal cultivation salinity of early larva was 26.

(本文编辑: 谭雪静)