

条纹锯鲂精子超微结构及其入卵过程的电镜观察^{*}

陈 超¹ 贾瑞锦^{1,2} 李炎璐¹ 吴雷明^{1,2} 宋振鑫¹ 赵从明⁴ 吴 坚³

(1. 农业部海洋渔业可持续发展重点实验室 中国水产科学研究院黄海水产研究所 青岛 266071;
2. 上海海洋大学水产与生命学院 上海 201306; 3. 浙江海生源生物科技有限公司 台州 318000;
4. 天津立达海水资源开发有限公司 天津 300050)

摘要 采用扫描和透射电镜技术对自然成熟的条纹锯鲂精子、卵子及精子入卵过程进行观察。观察结果显示,其精子由头部、中段和尾部三部分组成:头部主要由细胞核构成,无顶体结构;中段由线粒体、中心粒复合体(近端中心粒和基体)、袖套组成;尾部主要由轴丝组成,外部包裹质膜,轴丝为典型的“9+2”结构。卵子表面分布纵横交错的网纹,均匀分布着大小不一的微孔,在卵壳的动物极精孔区的中央有一个受精孔。在受精后 10 s 即可见到精子通过受精孔进入卵子,刺激卵子发生形态变化封闭受精孔,阻止其他精子入卵,60 s 可见受精孔完全封闭。

关键词 条纹锯鲂;精子;卵子;精子入卵;电镜

中图分类号 S962 文献标识码 A 文章编号 1000-7075(2014)05-0097-07

条纹锯鲂(*Centropristis striata*)属于鲂科(Serranidae),石斑鱼亚科(Serraninae),锯鲂属(*Centropristis*),常用名美洲黑石斑鱼。属于广温、广盐性鱼类(雷霖等, 2007),自 2002 年从美国引进鱼苗和受精卵进行育苗和养殖试验至今(王波等, 2003),因其规模化养殖已经在天津、山东、浙江、福建、广东等地兴起,取得了一定的经济效益,逐渐成为重要的人工养殖海水鱼种之一。国内外的研究主要集中在生态因子(Berlinsky *et al.*, 2004; Young *et al.*, 2006; Able *et al.*, 1997)、早期发育(贾瑞锦等, 2012)等方面。

鱼类的精、卵质量和其受精过程中的形态变化都是受精生物学的重要内容,也是鱼类人工繁育的基础。从细胞水平上看,受精过程包括卵子激活、精子入卵及其两性原核融合 3 个主要阶段。目前,在对鲑 *Oncorhynchus keta*(Kobayashi *et al.*, 1987)、七带石斑鱼 *Epinephelus septemfasciatus*(廖光勇等, 2011)、斜带石斑鱼 *Epinephelus coioides*(赵会宏等, 2003)半滑舌鲷 *Cynoglossus semilaevis*(穆淑梅等, 2011)、褐牙鲷 *Paralichthys olivaceus*(章龙珍等, 2009)等硬骨鱼类的

精、卵超微结构的研究中发现,不同鱼类的精、卵结构和形态具有差异,受精时间也各不相同。因此研究各种类的受精生物学对判断精、卵质量以提高受精率具有理论和实践意义。本文对条纹锯鲂的精、卵及其精子入卵过程开展研究,旨在丰富石斑鱼受精生物学内容,为提高其人工繁殖的受精率提供参考数据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

条纹锯鲂亲鱼于 2012 年 10 月 11 日取自浙江省海生源生物科技有限公司,在繁殖季节选取健康 2 龄亲鱼(雄鱼 10 尾、雌鱼 5 尾)用 MS222 进行麻醉,用吸水纸擦干雌鱼生殖孔及其周围的水分,由腹部向生殖孔方向轻轻挤压鱼腹部将卵挤出,观察流出的卵为明亮的成熟卵时,将卵盛放于干净的烧杯中备用。用同样的方法处理雄鱼:待挤出精液为纯净的乳白色时,用干燥洁净的吸管吸取少量,镜检精子活力正常后,将精液倒入采集到的成熟卵的烧杯中,同时用干

^{*} 科技部国际合作项目(2012DFA30360)和天津市农委/三院三校项目(201004070)项目共同资助

通讯作者: 陈 超, 研究员, E-mail: ysfriechencao@126.com

收稿日期: 2013-07-06, 收修改稿日期: 2013-09-11

净的砂滤海水激活精子,然后搅动、混合精卵使之受精,同时记录时间,分别在激活后 0、5、10、20、30、45、60、90、120、150 s 时间点取受精卵用 2.5%戊二醛固定,每次固定不少于 30 粒,4℃冰箱保存备用。在未受精前取精、卵用同样的方法固定保存。

1.2 扫描电镜样品的制备

将采集固定的样品带回青岛,于 2013 年 1 月 4–25 日期间在青岛大学医学院电镜室处理和观察。

采用 2.5%戊二醛固定的受精卵用 PBS 缓冲液漂洗 3 次,每次 10 min。1%锇酸固定 90 min,再用 PBS 缓冲液漂洗后,用 30%、50%、70%、80%、100%梯度乙醇溶液依次脱水,其中 100%乙醇脱水两次,每次 10 min。然后用 50%乙酸异戊脂置换一次,100%乙酸异戊脂置换两次,每次 10 min。将样品放入 XD-1 型(Eiko 公司)二氧化碳临界点干燥器干燥,经 IB-3 型(Eiko 公司)离子镀金仪喷金镀膜后,用 JSM-840 扫描电镜(JEOL 公司)观察。然后用 2.5%戊二醛固定的精液样品摇匀,加入玻璃片,在 4℃冰箱沉降 24 h 后,处理方法与受精卵相同。

1.3 透射电镜样品的制备

将用 2.5%戊二醛固定的受精卵用磷酸盐(PBS)缓冲液冲洗 3 次,每次 10 min。1%锇酸 4℃固定 2 h。PBS 缓冲液冲洗 3 次,每次 10 min。在 30%、50%、70%、90%、100%系列梯度的乙醇脱水,每次 10 min,其中 100%两次。Epon812 环氧树脂包埋,37℃、45℃、65℃温箱固化,每级温度固化 24 h。用 UltracutE 超薄切片机超薄切片,醋酸双氧铀硝酸铅染色。用 JEM-1200EX 透射电镜(JEOL 公司)观察。用 2.5%戊二醛固定的精液样品经 2000 r/min 离心 5 min 后处理方法与受精卵相同。

2 结果

2.1 精子的形态与结构

条纹锯鲂精子在扫描电镜下观察,主要由头部、中段和尾部组成(图版 -1)。头部主要由细胞核、线粒体组成,无顶体结构;中段由中心粒复合体(近端中心粒和基体)、袖套组成,尾部主要由轴丝组成。

2.1.1 精子头部的结构 条纹锯鲂精子的头部在扫描电镜下观察呈椭球型,横轴直径(1.71 ± 0.05) μm ,纵轴直径(1.50 ± 0.06) μm ,表面凹凸不平(图版 -2)。在透射电镜下观察,精子头部前部主要由致密的细胞核构成(图版 -3、图版 I-4、图版 I-5),无顶体,由

质膜包被,细胞核膜与质膜构成透明空腔的核周腔,内部由基质填充。头部后部由线粒体、中心粒复合体构成,外部由袖套膜包被。细胞核正面观呈圆形,侧面观呈半圆形,后端有一个较深的植入窝,植入窝从细胞核后端向内凹陷。

2.1.2 中段 包含中心粒复合体,植入窝外部与轴丝相连接。细胞核后轴丝基部由 4 个线粒体及部分囊泡环绕(图版 -6),外部由袖套膜包被,构成袖套。袖套呈圆筒状,两侧不对称,内部线粒体呈圆球状,大小不等;线粒体的双层膜结构及内嵴结构清晰可见,袖套中间构成的环状空腔为袖套腔,其底部是鞭毛起始端;靠近鞭毛的袖套外膜与细胞核质膜相连接,袖套内膜与鞭毛质膜相连接。

2.1.3 精子尾部的结构 条纹锯鲂精子的尾部为 1 条细长的鞭毛。鞭毛起始于袖套腔底部,与基体相连接。尾部的主要结构为轴丝(图版 -7),外部包裹质膜。轴丝为典型的“9+2”结构,由 9 组外周微管二联体和两组中央微管构成,轴丝与鞭毛质膜构成空腔,由位于袖套腔内的空腔向外延伸,空腔逐渐变的狭窄,细胞质极少。鞭毛起始处无侧鳍,后段可见侧鳍,随着鞭毛延伸至尾端,鞭毛逐渐变细终止。

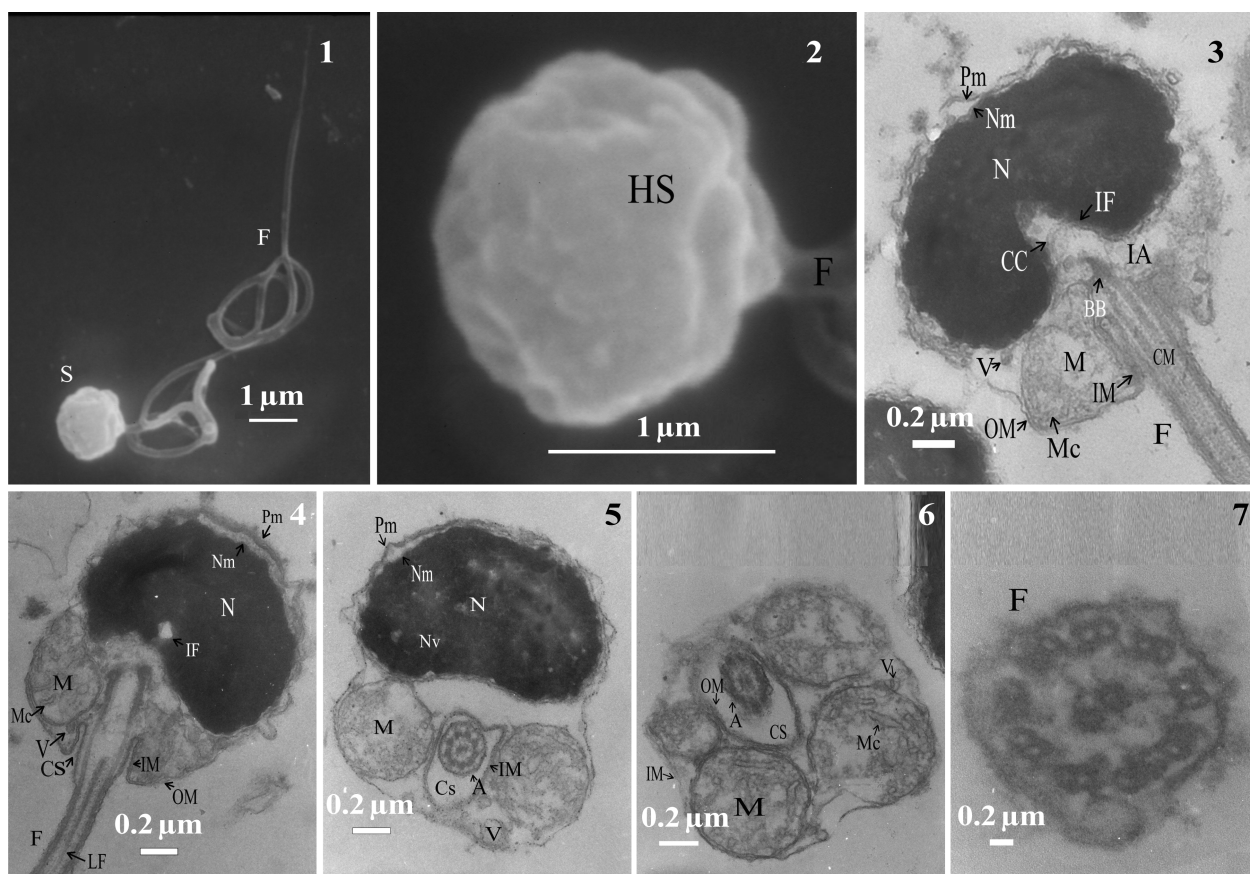
2.2 卵子的超微结构

条纹锯鲂的成熟卵子呈圆球形,为浮性卵,无色透明,直径(0.950 ± 0.039) mm,卵内有 1 粒油球,直径(0.182 ± 0.011) mm。扫描电镜下观察(图版 -1),整个卵壳表面分布着较深的网纹,纹路长短不等,方向纵横交错,走向复杂(图版 -2),深入观察卵壳表面均匀分布较多的大小不均的微小孔(图版 -3),孔径(0.246 ± 0.103) μm 。在扫描电镜下可观察到卵膜动物极表面有一个较小、较浅的圆形凹陷区域,呈漏斗状的精孔区,每 1 粒成熟卵仅见 1 个受精孔(图版 -4、图版 -5),孔径(5.23 ± 0.59) μm ,受精孔位于精孔区的中央位置,扫描电镜观察受精孔完全敞开。

透射电镜显示,条纹锯鲂卵子由质膜、卵黄膜、壳膜构成,厚 6.36 μm ,分 12 层,由高电子密度区的质膜与低电子密度区的卵黄膜平行排列,卵壳内部为细胞质(图版 -6)。

2.3 受精过程观察

在扫描电镜下观察发现,条纹锯鲂精子入卵过程较短,人工授精后 10–20 s 可观察到精子头部进入受精孔(图版 -1),精子尾部留在受精孔外;授精后 20–45 s 可见受精孔内部有受精锥出现(图版 -2);授精后 30–60 s,受精孔内分泌物增加,形成受精塞



图版 条纹锯鲷精子超微结构

Plate Ultrastructure of spermatozoon of *Centropristis striata*

1. 精子, 扫描电镜($\times 7.5$ K); 2. 精子头部, 扫描电镜($\times 30$ K); 3. 精子头部纵切面, 透射电镜($\times 25$ K); 5. 精子头部横切面, 透射电镜($\times 30$ K); 6. 精子头部经线粒体横切面, 透射电镜($\times 40$ K); 7. 精子尾部横切面, 透射电镜($\times 200$ K)
- A: 轴丝(Axoneme); BB: 基体(Basal body); CC: 中心粒复合体(Centriolar complex); CM: 中央微管(Central micropipe); CS: 袖套腔(Central space of sleeve); EP: 鞭毛末端(End piece of flagellum); F: 鞭毛(Flagellum); HS: 精子头部(Head of spermatozoon); IA: 轴丝的起端(Initial of axoneme); IF: 植入窝(Implantable fossa); IM: 袖套内膜(Inner membrane of the sleeve); LF: 鞭毛侧鳍(Lateral fin); M: 线粒体(Mitochondrion); Mc: 线粒体嵴(Mitochondrion cristae); N: 细胞核(Nucleus); Nm: 核膜(Nucleus membrane); Nv: 核泡(Nucleus vacuole); OM: 袖套外膜(Outer membrane of the sleeve); Pm: 质膜(Plasma membrane); S: 精子(Spermatozoon); V: 囊泡(Vesicle)
1. Spermatozoon of *Centropristis striata*, SEM($\times 7.5$ K); 2. Head of spermatozoon SEM($\times 30$ K); 3. Ultrathin section of spermatozoon TEM($\times 25$ K); 5. Ultrathin section of spermatozoon TEM($\times 30$ K); 6. Ultrathin section of mitochondrion, TEM($\times 40$ K); 7. Ultrathin section of axoneme, TEM($\times 200$ K)

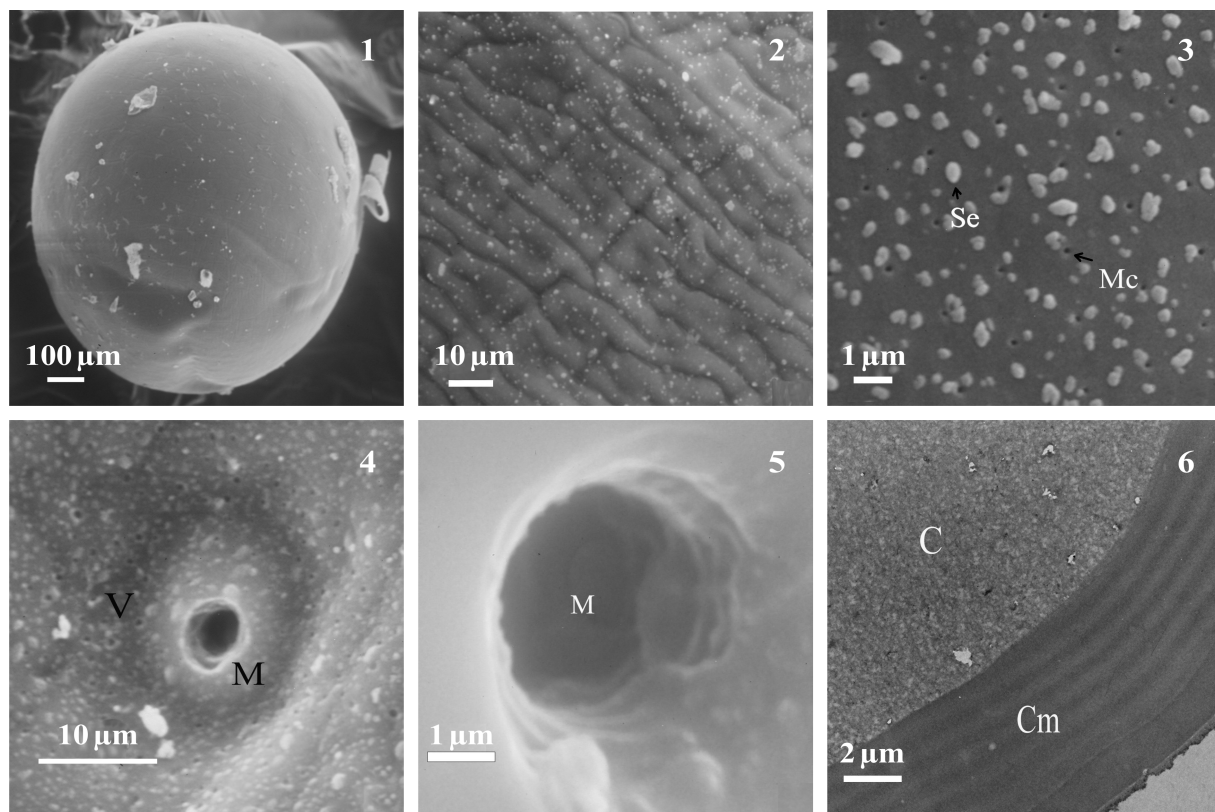
(图版 -3), 精子尾部逐渐分解消失; 60 s 后观察到受精孔全部封闭(图版 -4、5), 受精塞填满整个受精孔, 受精孔变得平滑, 受精过程结束。

3 讨论

3.1 精子的超微结构

动物精子的形态、大小和结构各有不同。哺乳动物精子的结构(印洪林等, 2000; 刘国艺等, 2002;

曾玉峰等, 2010)主要由头部和尾部两部分组成, 线粒体、中心粒复合体等结构主要归于尾部。硬骨鱼类中(洪万树等, 2001; 刘雪珠等, 2004; 章龙珍等, 2010), 多数鱼类精子的线粒体和中心粒复合体等细胞器与头部和尾部具有明显的分段, 因此可分为头部、中段和尾部三部分。石斑鱼的精子在光镜和扫描电镜下难以区分头部和中段, 因此将线粒体和中心粒复合体等结构归于头部。而条纹锯鲷精子通过扫描电镜观察发现头部呈椭球型, 经透射电镜切片观察发



图版 条纹锯鲈卵子超微结构

Plate Ultrastructure of egg of *C. striata*

1. 卵子, 扫描电镜($\times 75$); 2. 卵膜表面网纹分布, 扫描电镜($\times 600$); 3. 卵膜表面, 示微小孔及分泌物, 扫描电镜($\times 5000$); 4. 卵子受精孔区, 前庭及受精孔, 扫描电镜($\times 2000$); 5. 卵子受精孔, 扫描电镜($\times 8000$); 6. 卵子纵切, 示卵膜横断面, 透射电镜($\times 4000$)
C: 细胞质(Cytoplasm); M: 受精孔(Micropyle); Mc: 微小孔(Micropore in chorion); Se: 卵子表面分泌物(Secretion of egg);
V: 前庭(Vestibule); VM: 卵黄膜(Vitelline membrane); PM 质膜(Plasm membrane)

1. Egg, SEM($\times 75$); 2. Surface reticular SEM($\times 600$); 3. Micropore and secretion, SEM($\times 5000$); 4. Vestibule and micropyle SEM($\times 2000$); 5. Micropyle, SEM($\times 8000$); 6. Cross section of egg, TEM($\times 4000$)

现, 中心粒复合体位于深陷于细胞核中的植入窝内, 线粒体与细胞核虽然紧密相连, 但是, 线粒体和中心粒复合体等细胞器与精子头部尚存距离, 即具有明显的中段。

条纹锯鲈精子头部可见到染色质浓缩, 未观察到明显的背腹侧之分, 与石斑鱼属的赤点石斑鱼 *Epinephelus akaara* (舒琥等, 2005) 不同, 而且观察到精子的植入窝位于细胞核的中央位置, 与斜带石斑鱼的植入窝位于细胞核的一侧有差异(赵会宏等, 2003), 进一步说明因其与石斑鱼属的这两种鱼位于不同属, 能否成为石斑鱼属间分类依据尚待进一步的研究证实。

条纹锯鲈精子尾部的主要结构为轴丝, 与斜带石斑鱼的尾部结构相同(赵会宏等, 2003), 而与七带石斑鱼尾部有一定的差异(廖光勇等, 2011); 条纹锯鲈精子尾部可见波纹状的侧鳍(赵会宏等, 2003), 与七带

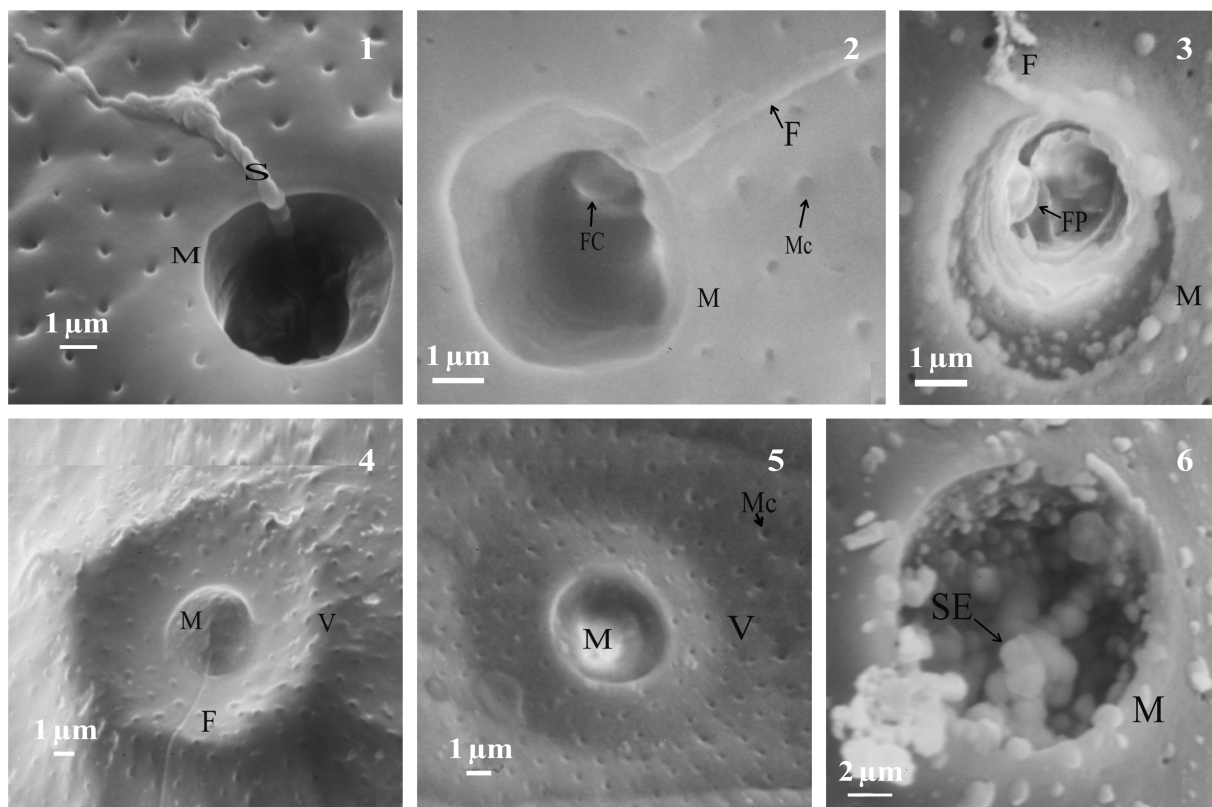
石斑鱼相同而与斜带石斑鱼无侧鳍的尾部结构不同(廖光勇等, 2011), 显示出条纹锯鲈精子具有一定的独特结构, 与石斑鱼属的这两种鱼亦非同属。

3.2 卵子的超微结构

硬骨鱼类的精子多数无顶体结构, 相对应成熟卵子具有受精孔结构的存在。位于卵子动物极的受精孔是无顶体鱼类精子进入卵子的唯一通道。除鲟鱼类卵的动物极有多个受精孔外(许雁等, 1988), 其他大多数鱼类仅有一个受精孔, 且为单精入卵类型。条纹锯鲈成熟卵子受精孔的直径为 $(5.23 \pm 0.59) \mu\text{m}$, 是精子头部纵轴直径 $(1.50 \pm 0.06) \mu\text{m}$ 的 3 倍, 这一特性在其受精过程中能否有多精入卵的可能性尚待研究。

3.3 精子入卵及卵子的变化

条纹锯鲈在受精后 10–20 s 即见到有精子入卵, 与



图版 条纹锯鲂精子入卵过程观察

Plate Observations on fertilization process of *C. striata*

1. 授精后 10–20 s, 精子进入受精孔, 扫描电镜($\times 8000$); 2. 授精后 20–45 s, 出现受精锥, 扫描电镜($\times 8000$); 3. 授精后 30–60 s, 可见受精塞, 精子尾部开始溶解, 扫描电镜($\times 8000$); 4. 授精后 30–60 s, 受精孔完全封闭, 精子尾部留在受精孔外, 扫描电镜($\times 2000$); 5. 授精 60 s 后, 受精孔完全封闭, 精子尾部溶解消失, 扫描电镜($\times 2000$); 6. 受精孔被分泌物堵塞, 扫描电镜($\times 8000$)
F: 鞭毛(Flagellum); Fc: 受精锥(Fertilization cone); FP: 受精塞(Fertilization plug); M: 受精孔(Micropyle); Mc: 微小孔(Micropore in chorion); S: 精子(Spermatozoon); SE: 卵子表面分泌物(Secretion of egg); V: 前庭(Vestibule)

1. 10–20 s after insemination, the spermatozoon entering the micropyle but the flagellum out of the egg. SEM($\times 8000$); 2. 20–45 s after insemination, the fertilization cone is growing. SEM($\times 8000$); 3. 30–60 s after insemination, fertilization plug is growing;
4. 30–60 s after insemination, the micropyle was closed but the flagellum out of the egg. SEM($\times 2000$); 5. 60 s later after insemination, the micropyle was closed and the flagellum was dissolved, SEM($\times 2000$); 6. The micropyle was blocked by secretion of egg. SEM($\times 8000$)

淡水的中华乌塘鳢(*Bostrichthys sinensis*)受精后 60 s 精子进入卵孔管(何振邦等, 2009)、尼罗罗非鱼 *Tilapia nilotica*(黄永松, 1990)受精后 45 s 精头部才进入精孔管内部开口相比, 其受精的速度快许多, 即使与淡水生长降海洄游产卵繁殖的日本鳗鲡 *Anguilla japonica*(张涛等, 2010)20–60 s 可同时观察到精孔封闭和不封闭的卵相比, 条纹锯鲂精子入卵的速度是很快; 与海水鱼类对比发现, 其受精的速度与半滑舌鲷 15 s 大部分精子入卵(吴莹莹, 2008)¹⁾相近; 比大菱鲆(吴莹莹等, 2012)1–5 s 可见精子入卵要慢。

测量发现, 条纹锯鲂卵子受精孔外口内径是精子头部纵轴直径的 3 倍左右, 而实验观察中却未发现有多精入卵的现象, 并且在单精入卵后出现受精锥封堵现象, 说明其精子入卵过程中有阻止多精入卵的机制存在。观察条纹锯鲂精孔区, 在受精初期没有发现向外的突起, 在精子入卵后, 随着受精塞的形成卵膜举起, 精孔区逐渐形成向外的突起, 以减慢其他将入卵精子的速度, 这是防止多精入卵的屏障; 随后, 卵子发生一系列皮层反应, 卵膜分泌物增加, 受精锥形成, 进一步阻止了精子入卵; 条纹锯鲂授精 1 min 后, 大

1) 吴莹莹. 半滑舌鲷精子发生及其受精过程. 中国海洋大学博士学位论文, 2008, 91–95

部分受精孔封闭, 精子入卵过程结束。

感谢青岛大学医学院谭金山老师在电镜观察、样品处理方面给予的指导和帮助!

参 考 文 献

- 王波, 朱明远, 毛兴华. 养殖新品种——美洲黑石斑鱼. 河北渔业, 2003, (5): 26–27
- 印洪林, 周晓军, 黄宇烽, 等. 人类精子超微结构形态特征研究. 中华男科学杂志, 2000, 6(2): 92–97
- 刘国艺, 李彦清, 倪江. 牛精子体外获能后的超微结构变化. 实验动物科学与管理, 2002, 19(1): 12–14
- 刘雪珠, 杨万喜. 平鲷精子的超显微结构. 东海海洋, 2004, 22(1): 43–48
- 许雁, 熊全沫. 中华鲟受精过程扫描电镜观察. 动物学报, 1988, 34(4): 325–328
- 吴莹莹, 柳学周, 王清印, 等. 大菱鲆成熟精子、卵子及精子入卵早期过程的电镜观察. 渔业科学进展, 2012, 33(3): 42–47
- 何振邦, 洪万树, 陈仕玺, 等. 中华乌塘鳢精子入卵过程的扫描电镜观察. 厦门大学学报(自然科学版), 2009, 48(1): 128–133
- 张涛, 柳凌, 张洁明, 等. 日本鳗鲡精卵的超微结构以及受精过程观察. 水生生物学报, 2010, 34(4): 769–778
- 赵会宏, 刘晓春, 林浩然, 等. 斜带石斑鱼精子超微结构及盐度、温度、pH 对精子活力及寿命的影响. 中国水产科学, 2003, 10(4): 286–292
- 洪万树, 翁幼竹, 林君卓, 等. 鲷鱼精子发生和形成的超微结构研究. 海洋学报(中文版), 2001, 23(5): 116–120
- 贾瑞锦, 王鲁, 赵从明, 等. 条纹锯鲂胚胎发育及卵黄囊仔鱼形态变化的观察. 渔业科学进展, 2012, 33(4): 11–17
- 黄永松. 尼罗罗非鱼成熟卵结构及精子入卵早期的电镜观察. 动物学报, 1990, 36(3): 227–230
- 章龙珍, 闫文罡, 庄平, 等. 褐牙鲈精子生理特性及超低温冷冻保存. 上海海洋大学学报, 2009, 18(1): 21–27
- 章龙珍, 闫文罡, 庄平, 等. 褐牙鲈精子超微结构观察. 海洋渔业, 2010, 32(1): 35–41
- 舒琥, 刘晓春, 张勇, 等. 赤点石斑鱼精子发生和形成的超微结构研究. 中山大学学报(自然科学版), 2005, 44(4): 103–106
- 曾玉峰, 阎萍, 林金杏, 等. 哺乳动物精子超微结构研究进展. 江西农业学报, 2010, 22(9): 107–109
- 雷霖霖, 卢继武. 美洲黑石斑鱼的品种优势和养殖前景. 渔业科学进展, 2007, 28(5): 110–115
- 廖光勇, 区又君, 李加儿, 等. 七带石斑鱼精子的超微结构. 上海海洋大学学报, 2011, 20(1): 71–75
- 穆淑梅, 刘美, 李凤超, 等. 半滑舌鳎胚胎发育中后期卵黄囊超微结构观察. 四川动物, 2011, 30(5): 747–750
- Able KW, Stanton Hales JL. Movements of juvenile black sea bass *Centropristis striata* (Linnaeus) in a southern New Jersey estuary. J Exp Mar Biol Ecol, 1997, 213(2): 153–167
- Berlinsky DL, Taylor JC, Howell RA, et al. The effects of temperature and salinity on early life stages of black sea bass *Sentropistis striata*. World Aquacult Soc, 2004, 35(3): 335–344
- Kobayashi W, Yamamoto TS. Light and electron microscopic observations of sperm entry in the chum salmon egg. J Exp Zool, 1987, 243(2): 311–322
- Young SP, Smith TIJ, Tomasso JR. Survival and water balance of black sea bass held in a range of salinities and calcium-enhanced environments after abrupt salinity change. Aquaculture, 2006, 258(1–4): 646–649

(编辑 江润林)

Observations on the Spermatozoon, Egg and Fertilization Process of *Centropristis striata* Using the Electronic Microscopic Technique

CHEN Chao¹, JIA Ruijin^{1,2}, LI Yanlu¹, WU Leiming^{1,2}, SONG Zhenxin¹, ZHAO Congming⁴, WU Jian³

(1. Key Laboratory of Sustainable Development of Marine Fisheries, Ministry of Agriculture, Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Qingdao 266071; 2. College of Fisheries and Life Sciences, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306; 3. Zhejiang Haishengyuan Bio-Technology Co., Ltd., Taizhou 318000; 4. Tianjin Leadar Marine Resources Development Co, Ltd, Tianjin 300050)

Abstract To explore the fertilization mechanism of *Centropristis striata* and improve the fertilization rate, the ultrastructure of spermatozoon and egg and the fertilization process were observed using the

scanning electron microscope (SEM) and transmission electron microscope (TEM). The results showed that the sperm of *C. striata* was mainly composed of the following three parts: 1) head; mainly consisted with nucleus and without the acrosomal structure; 2) midpiece; consisted with mitochondrion, centriolar complex (including proximal centriole and matrix) and sleeve structure; and 3) tail; consisted with axoneme that is surrounded by plasma membrane. The axoneme of *C. striata* was consistent with the typical “9+2” structure in most fish. The eggs were spherical, colorless, and transparent with the diameter at (0.950 ± 0.039) mm, which belonged to pelagic eggs. A big grain of oil ball (0.182 ± 0.011 mm in diameter) was observed in the egg. Overlapping curves were observed on the surface of the eggs, on which the tiny holes with different sizes (0.246 ± 0.103 μ m) were evenly distributed. A completely-opened fertilization hole was in the central part of the funneled area at the animal pole. The shell of the egg included plasma membrane, vitelline membrane and shell membrane. The shell was filled with cytoplasm. The fertilization process of *C. striata* was short. The sperm penetrated into the egg through the micropyle in 10 seconds after insemination. The morphological feature of the fertilized egg changed after that, and the fertilization cone and fertilization plug were observed. Finally, about 60 s after insemination, the fertilization hole closed to prevent the penetration of other sperms. This study may provide theoretical foundation to improve the fertilization rate of *C. striata* artificial breeding.

Key words *Centropristis striata*; Spermatozoon; Eggs; Fertilization process; Electron microscopy

《渔业科学进展》编辑部投稿启事

为充分利用网络资源, 提高编辑办公和期刊出版效率, 《渔业科学进展》编辑部采用新的期刊网络化办公系统(<http://www.yykxjz.cn>)。该系统使投稿、审稿和编辑工作均在同一个网络平台上完成, 可大大节省通讯时间, 并规范编辑工作流程。同时, 网络投稿将以更加友好的界面服务于广大读者, 方便作者与编审之间的沟通, 为您提供易查、易用、更加方便快捷的服务。

敬请作者访问《渔业科学进展》网站(<http://www.yykxjz.cn>), 投稿要求请参看网站中相关内容。

如有疑问, 请致电 0532-85833580, 或发邮件至: yykxjz@ysfri.ac.cn。

《渔业科学进展》编辑部

2014 年 10 月 20 日