

人工养殖曼氏无针乌贼生殖系统的解剖学与组织学研究

蒋霞敏, 符方尧, 李正, 冯宪栋

(宁波大学, 生命学院, 海洋与水产系, 浙江 宁波 315211)

摘要: 采用解剖学和组织切片技术对人工养殖曼氏无针乌贼 (*Sepiella maindroni*) 成熟个体的生殖系统进行观察。曼氏无针乌贼为雌雄异体, 其雄性生殖系统包括精巢、输精管、精囊 (精囊 I、精囊 II、精囊 II 的桃核体和精囊 III)、副性腺和精荚囊; 雌性生殖系统包括卵巢、输卵管、输卵管腺以及附属腺 (缠卵腺和副缠卵腺)。光镜下, 精巢属于小叶型, 由精巢壁和实质部分组成, 实质部分由精小叶和小叶间质构成; 卵巢呈葡萄串状, 由卵巢壁、不同时相的卵母细胞和卵巢基质构成。[中国水产科学, 2008, 15 (1): 63-72]

关键词: 曼氏无针乌贼; 生殖系统; 解剖学; 组织学

中图分类号: S917.4

文献标识码: A

文章编号: 1005-8737-(2008)01-0063-10

曼氏无针乌贼 (*Sepiella maindroni*) 俗称墨鱼, 是中国沿海广温广布种, 作为重要的海洋经济头足类, 曾是浙江渔场四大渔业之一。由于近 20 年来的盲目捕捞, 导致种质资源严重衰退, 现仅是兼捕对象^[1]。目前, 中国学者已攻克曼氏无针乌贼人工繁育技术难题, 为其人工繁殖、苗种选育等工作奠定了一定的基础^[2]。长期以来, 由于缺乏人工养殖群体, 对其相关研究工作也仅局限于自然海区群体^[3-4]。关于该物种的生殖系统构造, 邓景耀^[5]曾对浙江沿海自然群体作过相关报道。但迄今对曼氏无针乌贼生殖系统的结构与功能还缺乏系统和深入的了解。鉴于此, 本研究通过对曼氏无针乌贼生殖系统解剖学和组织学观察, 探讨其生殖系统的结构与功能, 以期充实乌贼类生殖系统研究内容, 同时为曼氏无针乌贼的人工育苗、资源增殖和繁殖保护提供理论基础。

1 材料与方法

1.1 实验时间与材料获取

本实验于 2004 年 12 月至 2006 年 6 月进行, 实验材料取自浙江省宁波市奉化臭皮匠水产养殖场, 每 15 d 取样 1 次, 共取样品 34 批。供试验用曼氏无针乌贼均为发育良好, 健康无损成熟个体, 每次取样 4~5 只, 雌雄比约 1:1, 共计解剖曼氏无针乌贼 143 只, 体长 159.58~267.89 mm, 体质量 97.21~189.74 g。

1.2 实验方法

1.2.1 解剖观察 解剖学方法参考陈海燕^[6]。对材料进行测量后, 沿胴部腹面中线剪开腹腔, 露出整个雌雄生殖系统后, 描述并记录整个生殖系统不同器官组织的形态、位置、色泽以及发育程度等特征, 并拍照。

1.2.2 组织学研究 组织学方法参考赵宗^[7]。根据形态解剖的结果快速准确剪取生殖系统各器官组织, 波恩氏液固定 10~24 h, 系列梯度酒精脱水, 二甲苯或松油醇透明, 石蜡包埋, 切片厚度 5~8 μm , HE 染色。用 Olympus BX-60 显微镜观察, 显微摄影。

1.2.3 精子涂片标本的制备 将精荚切碎, 加适量蒸馏水, 匀浆, 待沉淀, 取上清液制作精子涂片, 晾干, 于 Olympus BX-60 显微镜下观察并拍照。

2 结果与分析

曼氏无针乌贼为雌雄异体, 成年雄体个体略小于雌体, 胴背花斑大者为雄性, 斑小者为雌性。繁殖季节雌雄在外形上最显著的区别是雄性左侧第 4 腕茎化为交配器, 而雌性口膜腹面具纳精囊。

2.1 雄性生殖系统

雄性生殖系统由体腔特化而成, 位于外套膜内, 由精巢 (Spermary)、输精管 (Spermaductus)、精囊 (Vesicular seminalis)、副性腺 (Subaltern gonad)、精荚囊 (Spermatophore sac) 等部分组成 (图 1)。

收稿日期: 2006-12-18; 修订日期: 2007-07-10.

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (40646030); 浙江省重大项目 (2006 C13404); 宁波市重点攻关项目 (2005C100021).

作者简介: 蒋霞敏 (1957-), 女, 教授, 研究方向为水产养殖. Tel: 0574-87600171; E-mail: jiangxiamin@sina.com

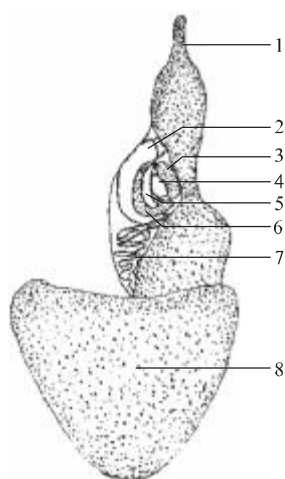


图1 曼氏无针乌贼雄性生殖系统示意图

1: 精荚囊; 2: 副性腺; 3: 精囊 I; 4: 精囊 II; 5: 精囊 II 的桃核体; 6: 精囊 III; 7: 输精管; 8: 精巢。

Fig. 1 Sketch map of male reproductive system of *Sepiella maindroni*

1: Spermatophore sac; 2: Subaltern gonad; 3: Vesicular seminalis I; 4: Vesicular seminalis II; 5: Peach nucleus bod of vesicular seminalis II; 6: Vesicular seminalis III; 7: Spermatoductus; 8: Spermery.

2.1.1 精巢 具精巢 1 个, 位于胴部后端的生殖腔中。成熟精巢近心形, 乳白色, 表面光滑 (图版 I -1)。在非生殖季节, 未成熟的精巢体积较小, 随发育阶段而呈不同形态; 生殖季节因充满精液而迅速膨胀, 形状有时也会随着胴部腹腔的容积而发生相应的变化。

组织切片观察, 精巢由精巢壁 (Spermery wall) 和实质 (Parenchyma) 两部分组成。精巢壁经 HE 染色呈粉红色, 由两层膜构成, 界限明显。外层为腹膜 (Peritoneum), 是一层致密的结缔组织膜; 内层为白膜 (Tunica albuginea), 是一层疏松结缔组织膜 (图版 I -2)。精巢实质由精小叶 (Seminiferous lobule) 和小叶间质 (Interlobular septum) 构成。

精小叶 精巢壁白膜向精巢内部伸进许多隔膜 (Septa), 把精巢分割成许多精小叶, 精小叶外被基膜 (Basal lamina), 内缘由生殖细胞 (Germ cell) 和支持细胞 (Sertoli cell) 组成, 中间为小叶腔 (Lobular lumen)。在切面上, 精小叶形状和分布是不规则的, 主要分两种, 位于精巢边缘的精小叶呈长条形, 精巢中间部位的精小叶呈菱形。精小叶中生殖细胞的

发育是不同步的, 在非生殖季节, 生殖细胞以精原细胞为主; 而在生殖季节, 从小叶内缘至小叶腔, 依次分布着精原细胞 (Spermatogonia)、初级精母细胞 (Primary spermatocyte)、次级精母细胞 (Secondary spermatocyte)、不同时期的精细胞 (Spermatid) 以及精子 (Sperm)。最终, 精子从小叶腔排进输精管 (图版 I -3)。其中, 支持细胞 (Sertoli cell) 位于精原细胞和初级精母细胞的周围, 胞体大而明显, 形状不规则, 有长柱形 (图版 I -7)、心形 (图版 I -8)、多角形 (图版 I -9)、三角锥形 (图版 I -10)、马蹄形 (图版 I -11)、圆球形 (图版 I -12)、长梭形 (图版 I -13) 等多种形状。胞核圆形, 嗜碱性, 细胞核所在的位置胞质丰富, 且较为浓缩。

小叶间质 精小叶之间由结缔组织小叶间质分隔。小叶间质除了毛细血管外, 还含有间质细胞、成纤维细胞等非生殖细胞 (Non-germinal cell) (图版 I -4)。其中, 间质细胞 (Leydig cell) 形状不规则, 常常三五成群, 多呈长柱形或多角形, 细胞核形状不规则, 嗜碱性 (图版 I -4); 成纤维细胞 (Fibroblast cell) 呈梭形, 单一散落分布, 细胞核长条状 (图版 I -4); 边界细胞 (Boundary cell) 位于精小叶壁上, 胞体长梭形包绕小叶, 间断地分布于小叶基膜外 (图版 I -5); 类肌细胞 (Myoid cell) 形态单一, 新月梭形, 散布于精巢壁中 (图版 I -6)。

2.1.2 输精管 在精巢背面中部向外延伸长出一条细长而盘曲卷绕的独立管状构造, 前接精巢后通精囊, 起着输送精子的作用, 此系输精管 (图版 I -1)。成熟个体输精管呈乳白色, 管径粗细均一, 平均长 28.13~30.24 mm, 宽约 0.66 mm。输精管管壁较厚, 从外到内主要分 3 部分: ①外膜层, 即输精管被膜, 此系一层较薄的体腔膜, HE 染色呈粉红色, 嗜酸性; ②中间层较厚, 由结缔组织、血管以及平滑肌等组成; ③内层为输精管的主体部分, 包括精子囊团和分泌颗粒物 (图版 I -14、15)。

2.1.3 精囊 精囊紧连着输精管, 包括有精囊 I (Vesicular seminalis I)、精囊 II (Vesicular seminalis II)、精囊 II 的桃核体 (Peach nucleus bod of vesicular seminalis II)、精囊 III (Vesicular seminalis III) 等部分, 这些结构并非为独立的个别构造, 而是相互连接成“漩涡”型。

精囊 I 扁带状, 白色, 位于“漩涡”的右侧 (腹面观), 成熟期个体, 长 5.91~6.97 mm, 宽 1.35~1.48 mm, 质量为 0.037~0.047 g。光镜下, 精囊

I 内具许多嵴和不规则的腔隙, 大小不均, 嗜酸性, 呈蜂窝状 (图版 I -16)。

精囊 II 椭圆形, 白色, 位于“漩涡”的中部上端 (腹面观), 成熟期个体长 3.73~3.94 mm, 宽 1.29~1.44 mm, 质量为 0.031~0.037 g。光镜下, 内有许多管状囊腔, 腔隙明显, 较为均一, 嗜酸性 (图版 I -17)。

精囊 II 的桃核体 弯月带状, 白色, 位于“漩涡”的中部下端 (腹面观), 成熟期个体长 6.32~7.62 mm, 宽 3.54~4.13 mm, 质量为 0.037~0.049 g。光镜下, 嗜酸性, 具较小的腔隙, 且不甚明显, 腔隙间有结缔组织散布 (图版 I -18)。

精囊 III 带状, 白色, 位于“漩涡”的左侧 (腹面观), 成熟期个体, 长 9.91~12.17 mm, 宽 2.69~3.41 mm, 质量为 0.051~0.063 g。精囊 III 为中空 of 的囊状组织, 光镜下, 囊壁致密 (图版 I -19)。

2.1.4 副性腺 副性腺又称摄护腺 (Prostate gland), 弯月带状, 乳白色, 被外膜。长 7.79~9.51 mm, 宽 4.47~6.02 mm, 质量为 0.075~0.093 g。副性腺为中空组织, 内分不同叶瓣, 切片正中为致密组织, 上布有大小不一的囊泡, 囊泡内具强嗜酸性的分泌样物质 (图版 I -20)。

2.1.5 精荚囊 精荚囊又称尼德汗氏腺 (Needham's sac), 为较透明的囊状结构, 外具被膜, 在交配前起着暂时贮存精荚的作用^[1]。肉眼观察, 精荚囊略呈螺旋状, 两端较尖, 中间较宽, 最长处达 21.17 mm, 最宽 8.03 mm, 平均质量为 0.731 g。横切面上, 被囊壁包裹成为一封闭的中空区域, 这里是精荚 (Spermatophore) 的贮存之处 (图版 I -21)。囊壁外层是结缔组织被膜, 中间为上皮组织和结缔组织, 内层为囊腔褶皱突起 (图版 I -22)。囊腔内褶皱突起发达, 不规则排列, 呈树枝状分布; 囊腔上皮为假复层柱状上皮, 由浆液性细胞组成, 上皮下层为结缔组织层。精荚未成熟装配时, 精荚囊为中空的腔, 结缔组织层较厚; 当精荚装配完毕并输送到精荚囊后, 囊壁上的结缔组织层迅速减少, 囊腔内突起相应地增加, 伸入到腔内的大突起分支也增多, 呈分散的树枝状, 突起内的血管明显可见。

精荚囊内含有大量大小相近、直的或弯的小管状精荚, 长 5.87~6.38 mm, 宽 0.27~0.30 mm, 质量为 0.12~0.15 mg。精荚形似发型细管状, 分为精荚鞘 (Spermatophore layer) 和精荚实质两个部分。精荚鞘呈椭圆管状, 包被于精荚实质之外, 分为内

外两层。精荚实质由头部 head (弹出装置)、颈部 neck (射精管)、中部 middle piece (精子棒)、尾部 (tail) 等几部分组成 (图版 I -23)。繁殖期精荚不同部位的横切面如图版 I -24 所示。

精子为典型的鞭毛型, 呈蝌蚪状, 全长 72~75 μm , 精子头部明显, 柱形偏椭圆, 核质清晰, 鞭毛细长, 管状, 精子头部与尾部的比值为 1:10 (图版 I -25)。

精荚囊的末端系雄性个体的生殖口, 中空型, 为成熟精荚的排出通道, 其壁由上皮组织和致密的结缔组织构成 (图版 I -26)。

2.2 雌性生殖系统

雌性生殖系统由体腔特化而成, 位于外套膜内, 由卵巢 (Ovary)、输卵管 (Oviduct)、输卵管腺 (Oviduct gland) 以及附属腺 (Affiliated gland) 等部分组成 (图 2)。

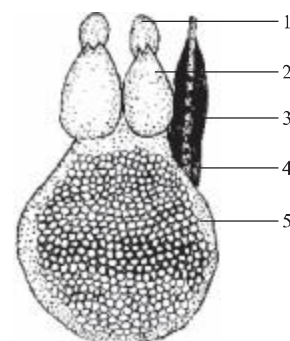


图 2 曼氏无针乌贼雌性生殖系统示意图

1: 副缠卵腺; 2: 缠卵腺; 3: 输卵管腺; 4: 输卵管; 5: 卵巢。

Fig. 2 The sketch map of female reproductive system of *Sepiella maindroni*

1: Subaltern nidamental gland; 2: Nidamental gland; 3: Oviduct gland; 4: Oviduct; 5: Ovary.

2.2.1 卵巢 卵巢 1 个, 呈葡萄串状, 包裹于卵巢膜中, 位于胴部后端的生殖腔中。卵巢膜包围形成卵巢腔, 膜上布有微细血管, 呈放射状排列。整个卵巢呈乳白色, 波恩氏液固定后呈蜡黄色 (图版 II -1)。未发育成熟的卵子黏附于卵巢上; 成熟卵子椭圆形, 3.8 mm×4.1 mm, 晶莹透亮, 游离于卵巢腔中 (图版 II -4)。卵子经输卵管分批产出体外, 黑色, 近球形, 5.5 mm×10.0 mm, 前端稍尖呈乳头状, 后端两边延长成圆环状 (图版 II -5), 常群布于附卵器上, 排列整齐规则, 呈葡萄状 (图版 II -6)。

卵巢由卵巢壁、不同时相的卵母细胞和卵巢基

质构成(图版II-2)。卵巢壁即卵巢膜,为一层透明的膜层结构,主要由结缔组织和肌肉组织构成(图版II-3);繁殖季节,卵巢中充满大小不同的各个时相的卵母细胞,它们发育不同步,形态差异显著(图版II-2);卵巢基质系卵巢中的上皮组织,其主要作用是把未发育成熟的卵母细胞黏附成一体。

2.2.2 输卵管 输卵管位于雌性生殖系统右侧(腹面观),管状,韧性强,长11.62~15.43 mm,宽3.4~3.8 mm(图版II-7)。管壁较薄,嗜弱碱性,从外到内由外膜层、肌肉层和内膜层构成;管腔内充满大量的颗粒状分泌物,强嗜碱性(图版II-8)。

2.2.3 输卵管腺 输卵管腺,白色,又称为蛋白腺(Albumen gland),环绕并黏附于输卵管管壁上,一直延伸至生殖口,输卵管管壁上的输卵管腺结构坚实,生殖口上的输卵管腺较松弛,呈叶状。组织切片观察,输卵管管壁上的输卵管腺呈辐射分布,腺体致密,嗜酸性(图版II-9);生殖口上的输卵管腺条带状,嗜碱性(图版II-10)。

2.2.4 附属腺 附属腺包括缠卵腺(Nidamental gland)和副缠卵腺(Subaltern nidamental gland),位于外套膜下,胴部的中部,贴附于肝脏,与卵巢、输卵管及输卵管腺没有直接的结构联系(图版II-11)。

缠卵腺俗称乌贼蛋,为一对扁椭圆形的大型腺体,位于内脏囊中部食道两侧,白色,左右各一,对称。缠卵腺外包有韧性结缔质皮膜,内中空室状的构造,分为数瓣,系由三角状薄片分隔而成。光镜下观察,腺体分泌物致密(图版II-12)。

副缠卵腺为1对较小的腺体,着生于缠卵腺的前方,紧连缠卵腺,圆形,白色。光镜下,与缠卵腺交接处,腺体分泌物致密、均匀,强嗜酸性(图版II-13);远离交接处,腺体分泌物较稀松,嗜酸性(图版II-14)。

3 讨论

3.1 生殖系统结构特点

曼氏无针乌贼生殖系统结构较为复杂,雄性生殖系统包括精巢、输精管、精囊(精囊I、精囊II、精囊II的桃核体和精囊III)、副性腺和精荚囊等部分;雌性生殖系统包括卵巢、输卵管、输卵管腺以及附属腺(缠卵腺和副缠卵腺)等,这与文献[5]的解剖结果比较一致,与中国枪乌贼(*Loligo chinensis*

Gahi)^[8]、金乌贼(*Sepia esculenta* Hoyle)^[9]的生殖系统结构相类似,也与传统的分类结构一致^[10]。

精子自精巢排出,储存于精英中,使得精子得以聚集而得到较好的保护,这与曼氏无针乌贼的体内授精等繁殖习性相吻合^[11-12]。雌性生殖系统腺体丰富,包括输卵管腺、缠卵腺及副缠卵腺,光镜下,腺体分泌物旺盛,未见有雄性精子的存在。而Di^[13]认为真蛸(*Octopus vulgaris*)的输卵管腺和附属腺只是能够分泌一些特殊物质,使得排出体外的受精卵形成胶质膜得到保护,不具备贮存精子的功能,蔡英亚等^[9]、张玺等^[10]和张炯等^[11]也分别指出,金乌贼和曼氏无针乌贼的输卵管腺和附属腺功用是分泌腺体,掺和墨汁,形成卵子的外膜。这与本研究结果较一致。因此,认为曼氏无针乌贼的输卵管腺和附属腺不具备贮存精子的功能。

3.2 关于精巢中的体细胞

在曼氏无针乌贼精巢的显微结构中,除了各级生殖细胞外,还存在很多非生殖细胞,包括间质细胞、成纤维细胞、边界细胞、类肌细胞以及支持细胞。精巢中的生殖细胞由原始生殖细胞发育而来,而这些非生殖细胞系由生殖上皮细胞演化而来,这些精巢体细胞除了构成精巢的骨架外,还具有很多与精子发生相关的功能。其中,间质细胞、成纤维细胞位于精小叶的交界处(图版I-4),起着分隔精小叶的作用;边界细胞位于小叶壁上(图版I-5),是精小叶的边沿标志;类肌细胞位于散布于精巢壁中(图版I-6),构成精巢的外膜;支持细胞位于精小叶内,精原细胞的周围(图版I-3),具有支持、营养、分泌以及吞噬等功能。迄今为止,关于头足类精巢非生殖细胞的研究未见报道,而鱼类体细胞的研究主要是关于支持细胞的报道。Gardiner^[14]指出,鱼类精巢中的支持细胞能够分泌雄性激素结合蛋白,具有产生激素、运输、消除生殖细胞发育过程中脱落的细胞质残体、吸收退化的生殖细胞以及维持血睾屏障等功能。曼氏无针乌贼精巢中支持细胞终身存在,且形态多样,大于周缘的生殖细胞(图版I-7、8、9、10、11、12),始终与生殖细胞保持着密切联系,但曼氏无针乌贼精巢中的支持细胞是否具有鱼类支持细胞相类似的组织特性以及功能特点,还有待进一步研究。

3.3 性腺结构与排精、排卵方式

曼氏无针乌贼精巢由精小叶组成,属于典型的小叶型精巢,与*Sepia officinalis*^[15]、*Octopus*^[16]精巢

构造相类似。曼氏无针乌贼精巢呈梯度性发育,同一精小叶内精子的发生属于异步性,不同精小叶的发育也是不同步的,这些组织学特征与曼氏无针乌贼的繁殖习性相关。曼氏无针乌贼具有独特生殖系统构造,精子连续经过输精管、精囊并暂时贮存于精荚中,精荚的射精管细小,抑制了一次性大量排精的可能;且曼氏无针乌贼在生活周期内,具有二次生殖高峰、多次交配的现象,精小叶以及精子发育非同步性可以有效地保证在短时间内蓄积大量的成熟精子,符合于繁殖高峰的要求。这就决定了曼氏无针乌贼多次、间断性的排精方式,也与繁殖期雌雄多次交配的现象相吻合。

关于曼氏无针乌贼的产卵问题,目前还未有定论。在人工养殖环境下,曼氏无针乌贼具有春、秋两季繁殖高峰、多次交配的现象,这究竟是成熟个体的差异还是多次产卵问题,还没有一致的看法。张炯等^[11]、龚启祥等^[17]对浙江沿海曼氏无针乌贼繁殖习性观察,认为本种乌贼卵巢排卵在繁殖期是连续不断的,堆积在输卵管中的成熟卵是逐个产出体外的。本实验说明曼氏无针乌贼卵母细胞是分批成熟,即成熟过程是非同步的。如图版 II-2 所示,成熟期卵巢中,同时存在着连续时相的不同卵母细胞,所以,曼氏无针乌贼属于分批产卵类型,这与张炯等^[11]、龚启祥等^[17]的看法相一致,也类似于金乌贼^[18]、枪乌贼 (*Loligo gahi*)^[19]、章鱼 (*Octopus vulgaris*)^[13] 的产卵习性。根据我们对池养曼氏无针乌贼繁殖习性的观察,春季繁殖群体经过休整期后,可以恢复至正常的成熟期卵巢;产卵期间,这种产卵活动具有连续性,即卵子逐个产出,每产一粒卵时间间隔 55~65 s,每天产卵数不一,存在产卵高峰期,且能够持续约 30 d。组织学切片观察,曼氏无针乌贼成熟卵巢 (IV, V, V-VI) 中存在不同发育时相的卵母细胞,如:第 V 期卵巢中除了卵巢腔中的游离卵母细胞外,卵巢中还同时存在形态、大小、卵黄物质积累不一等各不同时期相的卵母细胞,能够及时地补充成熟卵母细胞库。因此,我们认为曼氏无针乌贼应该属于一年两次产卵,中间存在间隔休整期,每次产卵期为分批、分次、连续逐个产卵,这可能与曼氏无针乌贼生活周期短 (约 1 年),性成熟快等生物学特点有关。

参考文献:

- [1] 李星颐,戴健寿. 曼氏无针乌贼资源增殖的研究 [J]. 浙江水产学院学报,1982,1(1): 1-9.
- [2] 戴君祥. “曼氏无针乌贼人工繁殖和养殖试验”课题通过专家验收 [J]. 渔业信息,2004,21: 9.
- [3] 倪正雅,徐汉祥. 东海曼氏无针乌贼种群的研究 [J]. 海洋科学,1985,9(4): 41-45.
- [4] Ueda K. Studies on the growth, maturation and migration of the shiriyake-ika, *Sepiella japonica* Sasaki [J]. Bulletin of the Nansei Regional Fish Res Lab, 1985, 19: 1-4.
- [5] 邓景耀. 海洋渔业生物学 [M]. 北京: 农业出版社, 1991: 644-647.
- [6] 陈海燕. 乌贼生殖系统标本的制作 [J]. 丽水师专学报: 自然科学版, 1991, 12(1): 31.
- [7] 赵宗江. 组织细胞分子学实验原理与方法 [M]. 北京: 中国中医药出版社, 2003: 3-53.
- [8] 欧瑞木. 中国枪乌贼性腺成熟度分期的初步研究 [J]. 海洋科学, 1983, (1): 44-46.
- [9] 蔡英亚,张英,魏若飞. 贝类学概论 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1995: 257-280.
- [10] 张玺,齐钟彦. 贝类学纲要 [M]. 北京: 科学出版社, 1961: 289-350.
- [11] 张炯,卢伟成. 曼氏无针乌贼繁殖习性的初步观察 [J]. 水产学报, 1965, 2(2): 35-43.
- [12] 李星颐,戴健寿. 1983 年浙北近海无针乌贼资源增殖研究进展 [J]. 浙江水产学院学报, 1983, 2(2): 165-166.
- [13] Di C A, Di C C, Marina P. Sex steroid hormone fluctuation and morphological changes of the reproductive system of the female of *Octopus vulgaris* throughout the annual cycle [J]. J Exp Zool, 2001, 289: 33-47.
- [14] Gardiner D M. Fine structure of the spermatozoon of the viviparous teleost, *Cymatogaster aggregate* [J]. J Fish Biol, 1978, 19(3): 435-438.
- [15] Hanlon R T, Ament S A. Behavioral aspects of sperm competition in cuttlefish, *Sepia officinalis* (Sepioidea: Cephalopoda) [J]. Mar Biol, 1999, 134: 719-728.
- [16] Pepita G B, Enric Ribes, Maria J Z, et al. Evolution Of Octopod Sperm I: Comparison of Nuclear Morphogenesis in *Eleuthero* and *Octopus* [J]. Mol Reprod and Dev, 2002, 62: 357-362.
- [17] 龚启祥,杜立勤. 浙江近海曼氏无针乌贼卵巢周年变化的研究 [J]. 水产学报, 1988, 12(1): 57-62.
- [18] 李嘉泳. 金乌贼 *Sepia esculenta* Hoyle 在我国黄渤海的生殖

洄游和发育 [C]// 太平洋西部渔业研究委员会第六次全体会
议论文集, 1965: 61-92.
[19] Laptikhovsky VV, Arkhipkin A I. Oogenesis and gonad

development in the cold water loliginid squid *Loligo*
gahi (Cephalopoda: Myopsida) on the falkland[J]. Shelf J Moll
Stud, 2001, 67: 475-482.

Anatomy and histology of reproductive system in cultured *Sepiella maindroni*

JIANG Xia-min, FU Fang-yao, LI Zheng, FENG Xian-dong

(Ocean and Fisheries Department of Life Sciences Institute, Ningbo University, Ningbo 315211, China)

Abstract: The reproductive system of bred cuttlefish, *Sepiella maindroni* was observed by using anatomical and histological methods. The results are as follows. *Sepiella maindroni* is gonochorism. Its male genital system consists of spermary, spermaduct, vesicular seminalis (including vesicular seminalis I, vesicular seminalis II, the peach nucleus bod of vesicular seminalis II and vesicular seminalis III), prostate gland and spermatophore sac and its female genital system consists of ovary, oviduct, albumen gland and affiliated gland (including nidamental gland and accessory nidamental gland). According to the light microscope, the lobular type of spermary consists of spermary wall and parenchyma, and the spermary parenchyma consists of seminiferous lobules and interlobular septum. The ovary looks like a bunch of grape, consisting of ovarian wall, different periods of oocytes and its parenchyma. [Journal of Fishery Sciences of China, 2008, 15 (1): 63-72]

Key words: *Sepiella maindroni*; reproductive system; anatomy; histology

图版说明

图版 I 曼氏无针乌贼雄性生殖系统结构

1. 曼氏无针乌贼雄性生殖系统腹面观, 示精巢、输精管、精囊、副性腺、精英囊; 2. 成熟个体的精巢横切面, HE, 示精巢被膜和实质, $\times 40$; 3. 精小叶, HE, 示各级生精细胞, $\times 400$; 4. 小叶间质, HE, 示毛细血管、间质细胞和成纤维细胞, $\times 1\,000$; 5. 边界细胞, HE, $\times 1\,000$; 6. 类肌细胞, HE, $\times 1\,000$; 7. 长柱形支持细胞, HE, $\times 1\,000$; 8. 心形支持细胞, HE, $\times 1\,000$; 9. 多角形支持细胞, HE, $\times 1\,000$; 10. 三角锥形支持细胞, HE, $\times 1\,000$; 11. 马蹄形支持细胞, HE, $\times 1\,000$; 12. 圆球形支持细胞, HE, $\times 1\,000$; 13. 长梭形支持细胞, HE, $\times 1\,000$; 14. 输精管横切, HE, $\times 40$; 15. 输精管纵切, HE, $\times 40$; 16. 精囊 I, HE, $\times 100$; 17. 精囊 II, HE, $\times 100$; 18. 精囊 II 桃核体, HE, $\times 100$; 19. 精囊 III, HE, $\times 100$; 20. 副性腺, HE, $\times 100$; 21. 精英囊结构, 示精英囊中包裹精英的区域, HE, $\times 40$; 22. 精英囊表皮组织, HE, $\times 100$; 23. 精英囊中的精英的形态结构, $\times 9$; 24. 精英囊中精英的横切面, HE, $\times 100$; 25. 精英中包含的精子, $\times 200$; 26. 雄性生殖口横切, HE, $\times 100$.

图版 II 曼氏无针乌贼雌性生殖系统结构

1. 曼氏无针乌贼卵巢腹面观, Bouin's 固定液固定, 示卵子; 2. 卵巢横切, HE, 示不同时相的卵母细胞, $\times 40$; 3. 卵巢被膜, HE, $\times 40$; 4. 卵巢腔中的游离卵, $\times 7$; 5. 刚产出的受精卵, $\times 7$; 6. 附着产卵器上的卵群; 7. 输卵管和输卵管腺背面观; 8. 输卵管切面, HE, $\times 100$; 9. 输卵管腺切面, HE, $\times 100$; 10. 生殖口的输卵管腺切面, HE, $\times 100$; 11. 缠卵腺和副缠卵腺腹面观、背面观; 12. 缠卵腺切面, HE, $\times 400$; 13. 缠卵腺和副缠卵腺相连处, HE, $\times 400$; 14. 副缠卵腺切面, HE, $\times 400$.

AG 输卵管腺; AN 副缠卵腺; BC 边界细胞; BL 基膜; FB 成纤维细胞; H 头部; LC 间质细胞; MC 类肌细胞; NG 缠卵腺; OO 卵母细胞; OR 卵巢; PG 副性腺; PN 腹膜; PS 初级精母细胞; SC 支持细胞; SG 精原细胞; SL 精小叶; SM 精巢; SMM 次级卵膜; SP 精子; SPD 输精管; SPP 精英; SPS 精子棒; SS 次级精母细胞; ST 精子细胞; T 尾部; TA 白膜; VS 精囊

Explanation of the plates

Plate I Structure of male reproductive system of *Sepiella maindroni*

1, Abdomen of reproductive system of *Sepiella maindroni*, showing the whole reproductive system: spermary, spermaductus, vesicular seminalis, prostate gland and spermatophore sac; 2, The transverse section of spermary, HE, showing spermary velum and parenchyma, $\times 40$; 3, Seminiferous lobule, HE, showing the different moment of germ cell, $\times 400$; 4, Interlobular septum, HE, showing tiny vas, leydig cell and fibroblast cell, $\times 1\ 000$; 5, Boundary cell, HE, $\times 1\ 000$; 6, Myoid cell, HE, $\times 1\ 000$; 7, Sertoli cell in long pole shape, HE, $\times 1\ 000$; 8, Sertoli cell in 1 heart-shaped, HE, $\times 1\ 000$; 9, Sertoli cell in polygon, HE, $\times 1\ 000$; 10, Sertoli cell in triangle and taper, HE, $\times 1\ 000$; 11, Sertoli cell in hoof shape, HE, $\times 1\ 000$; 12, Sertoli cell in pellet, HE, $\times 1\ 000$; 13, Sertoli cell in long shuttle shape, HE, $\times 1\ 000$; 14, Across section of spermaductus, HE, $\times 40$; 15, Cluster section of spermaductus, HE, $\times 40$; 16, Spermatophore I, HE, $\times 100$; 17, Spermatophore II, HE, $\times 100$; 18, The peach nucleus bod of Spermatophore II, HE, $\times 100$; 19, Spermatophore III, HE, $\times 100$; 20, Prostate gland, HE, $\times 100$; 21, Across section of spermatophore sac, showing the area with spermatophore sac, HE, $\times 40$; 22, The epidermis organization of spermatophore sac, HE, $\times 100$; 23, The shape of spermatophore, $\times 9$; 24, Across section of spermatophore, HE, $\times 100$; 25, Sperm in the spermatophore, $\times 200$; 26. Across section of male seminal orifice, HE, $\times 100$.

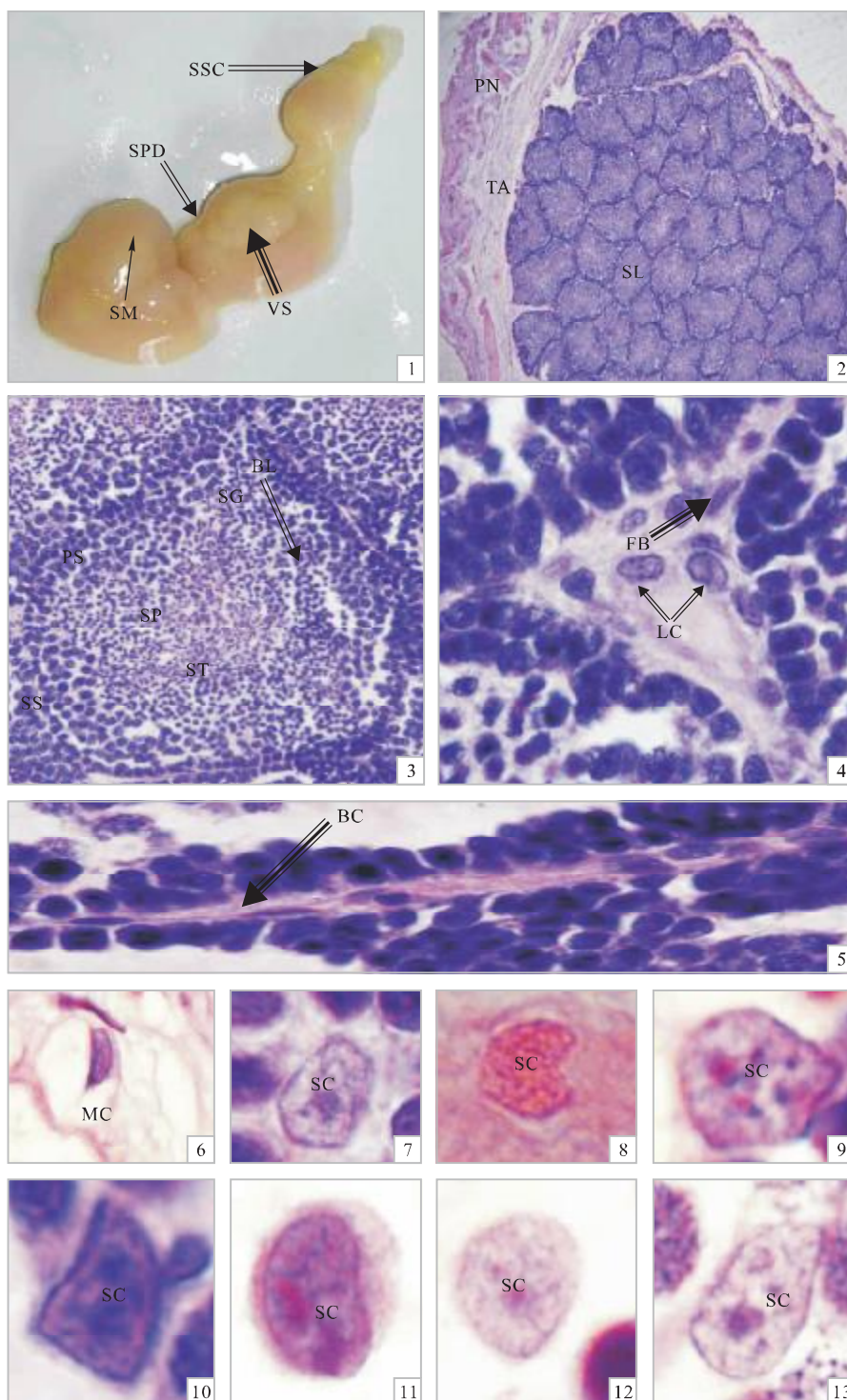
Plate II Structure of female reproductive system of *Sepiella maindroni*

1, Abdomen section of ovary, fixation with Bouin's, showing ovum; 2, Across section of ovary, HE, showing the different moment of oocytes, $\times 40$; 3, Ovary velum, HE, $\times 40$; 4, Dissociative ovum in ovary antrum, $\times 7$; 5, Oosperm, $\times 7$; 6, Ovum colony; 7, Back section of oviduct and albumen gland; 8, Section of oviduct, HE, $\times 100$; 9, Section of albumen gland, HE, $\times 100$; 10, Section of albumen gland in genital orifice, HE, $\times 100$; 11, Abdomen section and Back section of nidamental gland and accessory nidamental gland; 12, Section of nidamental gland, HE, $\times 400$; 13, Section of coterminous region between nidamental gland and accessory nidamental gland, HE, $\times 400$; 14, Section of accessory nidamental gland, HE, $\times 400$.

AG: albumen gland; AN: accessory nidamental gland; BC: boundary cell; BL: basal lamina; FB: fibroblast cell; H: head; LC: leydig cell; MC: myoid cell; NG: nidamental gland; OO: oocytes; OR: ovary; PG: prostate gland; PN: peritoneum; PS: primary spermatocyte; SC: sertoli cell; SG: spermatogonia; SL: seminiferous lobule; SM: spermary; SMM: secondary membrane; SP: sperm; SPD: spermaductus; SPP: spermatophore; SPS: sperm stick; SS: secondary spermatocyte; ST: spermatid; T: tail; TA: tunica albuginea; VS: vesicular seminalis.

蒋霞敏等:人工养殖曼氏无针乌贼生殖系统的解剖学与组织学研究

JIANG Xia-min et al: Anatomy and histology of reproductive system in cultured *Sepiella maindroni*

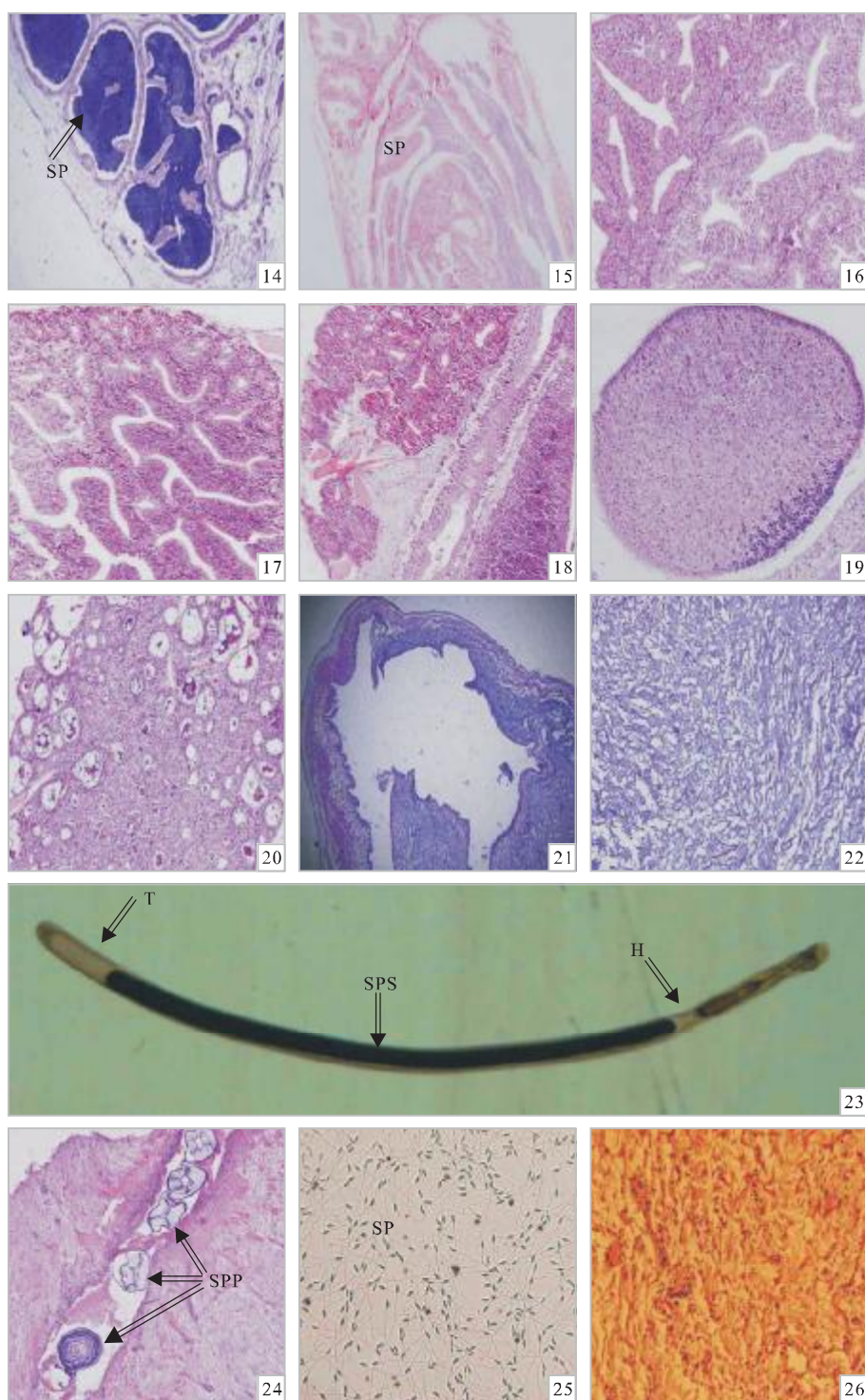


图版 I 曼氏无针乌贼雄性生殖系统结构

Plate I Structure of male reproductive system of *Sepiella maindroni*

蒋霞敏等:人工养殖曼氏无针乌贼生殖系统的解剖学与组织学研究

JIANG Xia-min et al: Anatomy and histology of reproductive system in cultured *Sepiella maindroni*

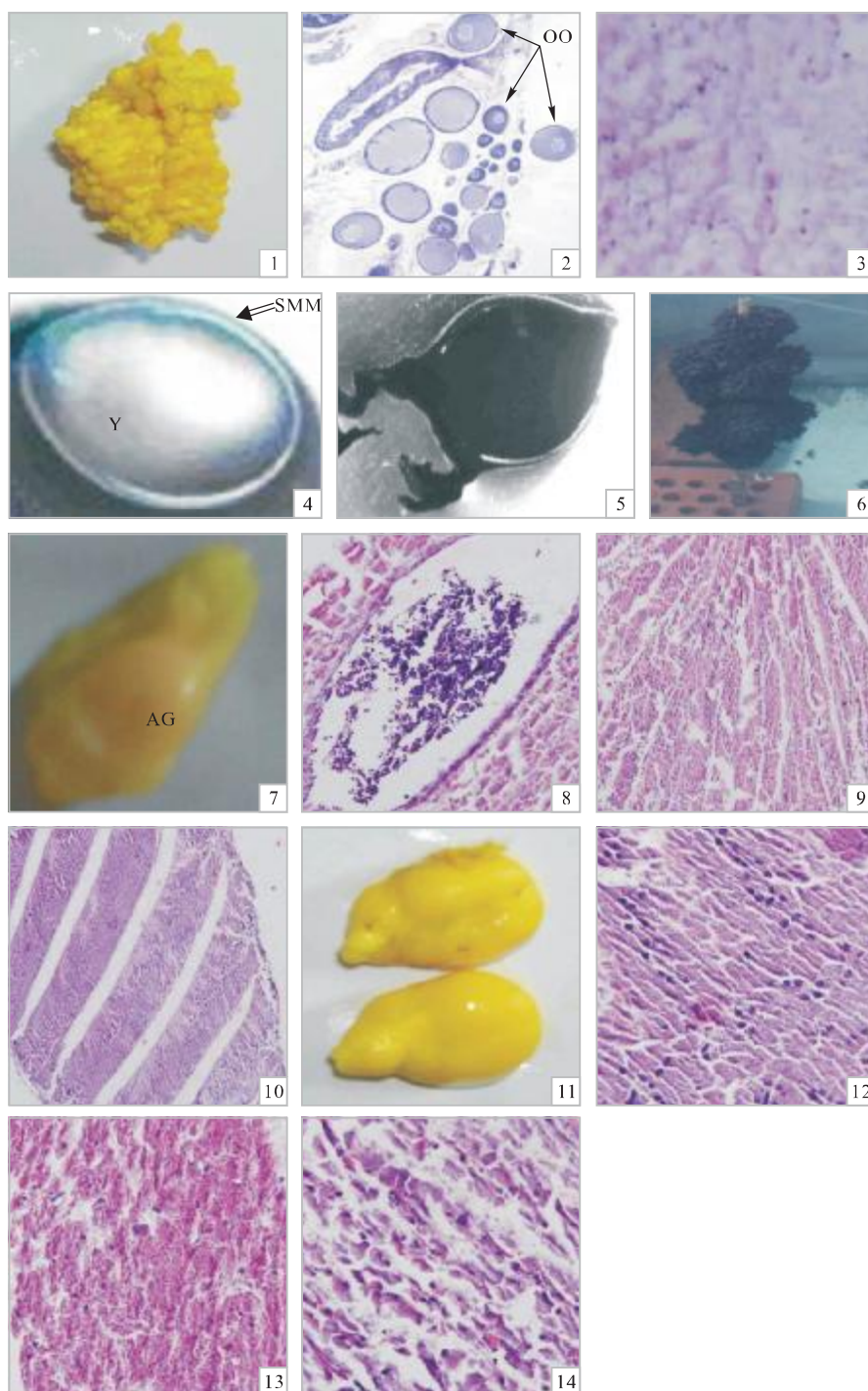


图版 I 曼氏无针乌贼雄性生殖系统结构 (续)

Plate I Structure of male reproductive system of *Sepiella maindroni* (Continued)

蒋霞敏等:人工养殖曼氏无针乌贼生殖系统的解剖学与组织学研究

JIANG Xia-min et al: Anatomy and histology of reproductive system in cultured *Sepiella maindroni*



图版 II 曼氏无针乌贼雌性生殖系统结构

Plate II Structure of female reproductive system of *Sepiella maindroni*