

中国龙虾卵子发生及卵黄发生的超微结构观察

姜永华, 颜素芬

(集美大学 水产学院 省高校水产科学技术与食品安全重点实验室, 福建 厦门 361021)

摘要: 利用透射电镜研究了中国龙虾(*Panulirus stimpsoni*)卵子发生过程中卵母细胞内部结构的变化及卵母细胞卵黄发生的全过程。结果表明,卵原细胞结构简单,细胞器不发达。卵黄发生前和卵黄发生早期的卵母细胞内部结构变化明显,核膜凹凸不平,卵质中细胞器极为丰富和发达。卵黄发生中期是内源性卵黄大量形成的阶段,多种细胞器活跃参与形成。其中,囊泡状粗面内质网和线粒体是形成卵黄的主要细胞器,丰富的游离核糖体以直接和间接方式参与形成卵黄粒,溶酶体通过泡状和髓状2种方式形成卵黄粒,高尔基体通过芽生形成小囊泡的方式参与卵黄粒的形成。卵黄发生晚期细胞质中出现大量电子密度不等的卵黄粒,同时,卵质膜通过胞饮作用参与外源性卵黄的形成。成熟卵母细胞中充满高电子密度卵黄粒,细胞器稀少。本研究还探讨了卵母细胞内部结构的变化与卵黄发生的关系及各种细胞器在卵黄形成中的作用。[中国水产科学, 2009, 16(5): 697-704]

关键词: 中国龙虾; 卵子发生; 卵黄发生; 超微结构

中图分类号: Q248; S917

文献标识码: A

文章编号: 1005-8737-(2009)05-0697-08

中国龙虾(*Panulirus stimpsoni*)是中国海区特有的重要经济种类。近年来,国内外一些学者已对中国龙虾的生物学特性、人工繁养技术等进行了研究探索^[1-2],但人工繁殖与育苗技术尚未成功,龙虾繁育机理有待研究。

卵子发生是受精生物学的重要内容,卵黄发生是卵子发生过程中能量吸收和储备的过程,卵黄对胚胎的组织构成、能量供应及遗传信息的表达等具有十分重要的作用^[3]。卵子的形态结构及其成熟度不仅影响受精成功率,对胚胎的发育质量也有决定性作用,进而影响子代的成活率。迄今为止,已有锯缘青蟹(*Scylla serrata*)^[4-5]、三疣梭子蟹(*Portunus trituberculatus*)^[6]、中华绒螯蟹(*Eriocheir sinensis*)^[7-8]、凡纳滨对虾(*Litopenaeus vannamei*)^[9-10]、长毛对虾(*Penaeus penicillatus*)^[11-12]、日本囊对虾(*Litopenaeus japonicus*)^[13-14]等多种甲壳类动物

的卵子和卵黄发生过程的报道,但尚未见中国龙虾相关研究的报道。本研究应用电镜技术详细观察了中国龙虾的卵子发生和卵黄发生过程,阐述了其卵子发生过程中细胞器的变化、各细胞器在卵黄形成中的作用及卵黄粒的主要形成方式等,旨在通过形态结构变化揭示中国龙虾卵黄物质的积累规律,从而为中国龙虾人工繁育提供理论实践依据,并对中国龙虾的受精生物学基础理论进行补充。

1 材料与方法

根据中国龙虾的繁殖习性^[2],于2006年4~6月自厦门五通龙虾养殖场定期购买卵巢处于不同发育时期的中国龙虾,每5天取样1次,每次取4只,体长(26 ± 1.21) cm,体质量(560 ± 9.67) g。活体解剖,分别取其卵巢,切成1 mm³的小块,用2.5%戊二醛和1%锇酸双固定,酒精-丙酮系列脱水,618[#]环氧树脂

收稿日期: 2008-07-18; 修订日期: 2009-04-01.

基金项目: 福建省自然科学基金(B0540002).

作者简介: 姜永华(1974-),女,副教授,硕士,主要从事水产动物组织细胞学及消化生理学研究. Tel: 13950103535; E-mail: jyh1974@sina.com

通讯作者: 颜素芬(1955-),教授,主要从事组织胚胎学和发育生物学研究. Tel: 0592-6180583; E-mail: sfyan@jmu.edu.cn

包埋,超薄切片厚度约80Å(瑞典LKB V型超薄切片机),醋酸铀-柠檬酸铅双重染色,荷兰PP5016/40透射电镜观察和拍照。

2 结果与分析

2.1 卵子发生

中国龙虾的卵子发生可划分为卵原细胞、卵黄发生前卵母细胞、卵黄发生卵母细胞和成熟卵母细胞共4个时期,其中卵黄发生卵母细胞又分为早期、中期和晚期3个阶段^[15]。

2.1.1 卵原细胞 卵原细胞呈卵圆形,核大而近圆形,核膜较平滑,核周池较宽,核仁不明显。胞质少,电子密度低,细胞器不发达,主要散布着囊泡状的线粒体,其嵴稀少,基质不发达,一些线粒体的双层膜断裂形成许多串珠状的小囊泡(图版I-1)。

2.1.2 卵黄发生前卵母细胞 卵母细胞的内部结构变化明显。核膜凹凸不平,核仁外排物不明显,球状核仁1个,靠近核膜分布。胞质增多,电子密度增高,细胞器种类和数量明显增多,其中线粒体数量最多,呈卵圆形或长椭圆形,管状嵴增多,基质电子密度增高;粗面内质网数量次之,呈空的长管状或大小不一的囊泡状;溶酶体数量也较多,呈泡状或髓状,高尔基体、滑面内质网、核糖体数量少(图版I-2~5)。

2.1.3 卵黄发生卵母细胞

(1)早期 早期卵母细胞形成的卵黄粒小而少。其主要特征是胞质电子密度很高,细胞器十分丰富和发达;长管状粗面内质网断裂形成大量大小不一的囊泡,导致粗面内质网数量最多。其中,一部分内质网腔中沉积电子密度较低的均质絮状物,有演变成脂滴的趋势,其余的内质网腔内均积聚数量不等的中等电子密度的粗大颗粒。线粒体数量也很多,空囊泡状,嵴变短或断落跌入线粒体腔内,有的腔内开始沉积低电子密度物质。溶酶体数量也增多,泡状或髓状,内含物主要为中等电子密度的粗大颗粒。此外,还可观察到高尔基体以芽生的方式释放小泡到胞质中,胞质中的游离核糖体非常丰富,呈粗颗粒状散布于各胞器之间。这些小泡和粗颗粒的构造类

似内质网和溶酶体腔内的粗大颗粒(图版I-6~9)。

(2)中期 中期是卵黄合成的旺盛期。卵母细胞体积显著增大,核膜清晰,局部核周池膨大成囊泡状,单个核仁偏于核一侧,染色质呈大小不等的块状,多数沿核膜内侧分布,核外未见明显的核仁外排物(图版I-10)。胞质中可见粗面内质网、线粒体、溶酶体、核糖体、高尔基体等多种细胞器活跃参与卵黄粒和脂滴的合成。此期还有一个显著特征是卵黄膜的出现,并伴随着卵质膜的胞饮活动参与卵黄粒的形成(具体过程见2.2)。

(3)晚期 晚期卵母细胞中胞核不易见,细胞器明显减少,胞质中出现大量大小不等的高电子密度卵黄粒,其间夹杂内含致密小颗粒的囊泡状粗面内质网和小线粒体。(图版II-1)。

2.1.4 成熟卵母细胞 此阶段卵母细胞体积最大,胞核消失,胞质中充满大小不等、电子密度不同的卵黄粒及电子密度较低的脂滴,细胞器稀少。其中,由粗面内质网和溶酶体演化而来的卵黄粒电子密度较高,而由线粒体演变而来的卵黄粒电子密度较低,内含许多由嵴断裂形成的高电子密度泡状物(图版II-2)。

2.2 卵黄发生

多种细胞组分参与了中国龙虾卵黄的形成。其中,参与内源性卵黄形成的主要是各种细胞器,包括粗面内质网、溶酶体、线粒体、游离核糖体、高尔基体等,外源性卵黄主要通过卵质膜的胞饮作用摄取。

2.2.1 粗面内质网 粗面内质网是最早形成卵黄粒和脂滴的细胞器,且脂滴的形成早于卵黄粒。首先,大部分囊泡状粗面内质网腔中逐渐沉积卵黄颗粒,数量由少到多,电子密度由低到高,位置由边缘向内部。然后卵黄颗粒再聚合,致使局部电子密度增高呈斑块状,最后充满整个内质网腔,形成大小不一的致密卵黄体。还可观察到卵黄体的融合现象(图版II-2~5)。

2.2.2 溶酶体 溶酶体主要通过吞噬小线粒体、内质网、核糖体、小囊泡等多种细胞组分参与形成卵黄粒和脂滴。有的溶酶体将其吞噬物消化分解为许多

成分多样的泡状,泡内逐渐沉积低电子密度絮状物或高电子密度颗粒,最后分别演化成脂滴和卵黄粒;有的溶酶体将其吞噬物先消化分解为多个髓样结构,然后髓样结构逐渐变致密,最后演化成多个卵黄粒(图版I-5,图版II-2、6、7)。

2.2.3 线粒体 线粒体是最晚形成卵黄粒的细胞器,未见其形成脂滴的过程。线粒体腔内先沉积低电子密度的絮状物,使基质浓度增高,同时嵴断裂成小泡状融入腔中,然后小泡的电子密度不断增高,形成致密的空心球状散布在线粒体基质中,最后充满整个线粒体腔并与基质融合在一起,形成了致密的卵黄粒(图版I-7,图版II-2、8)。

2.2.4 游离核糖体 游离核糖体呈粗颗粒状散布在各细胞器之间,主要参与形成卵黄,未见其形成脂滴。核糖体形成卵黄的方式主要有2种,一种是粗颗粒逐渐聚拢并互相融合在一起,直接形成大小不等的致密卵黄粒;另一种是粗颗粒进入溶酶体、粗面内质网及小囊泡中,作为卵黄前身物间接参与形成卵黄粒(图版I-9,图版II-2、3、6)。

2.2.5 高尔基体 高尔基体扁平囊和大小囊泡均参与卵黄粒的形成。扁平囊内先沉积中等电子密度的絮状物,然后从两端通过芽生的方式断裂成许多小囊泡,这些小囊泡有的直接演变成小卵黄粒,有的进入溶酶体或粗面内质网间接参与卵黄粒的形成。高尔基体大泡通过沉积粗颗粒的方式直接形成大的卵黄粒(图版I-8,图版II-2、9)。

2.2.6 卵质膜的胞饮作用 卵质膜的胞饮作用发生在卵黄膜形成之后,即卵黄发生中、后期,是中国龙虾获取外源性卵黄物质的主要方式。卵质膜变得凹凸不平,将卵周隙中的物质包裹形成许多吞饮泡,输送到卵质中,直接或间接参与形成卵黄粒(图版II-10)。

3 讨论

3.1 卵核变化与卵黄发生的关系

中国龙虾卵子发生过程中卵核的核膜由平滑变为凹凸不平,局部形成核膜泡,籍以增加与卵质的接

触面积,利于核、质之间的物质交换。核仁代谢产物通过核孔输送到卵质中,形成大量游离核糖体。核糖体是合成蛋白质的重要细胞器,大量游离核糖体的出现为卵黄的形成提供场所和物质条件^[16]。长毛对虾^[11]、凡纳滨对虾^[9]在其卵黄发生过程中卵核也有类似的变化。而锯缘青蟹^[4]、尖头蟹(*Libinia emarginata*)^[17]的卵核核膜始终较平滑,未见核膜泡。许多甲壳类在卵黄发生早期均出现致密的核仁外排物^[4,9,11,18-20],这是RNA合成旺盛的标志^[11,21]。这些外排物经核孔转移到卵质中,参与形成丰富的游离核糖体^[20]。而中国龙虾卵子发生过程中始终未见致密核仁外排物,这是否与其始终只有1个核仁而其他甲壳类有多个核仁^[4,9,11]有关,尚待进一步深入研究。

3.2 卵黄的来源

从形态学角度来看,绝大多数甲壳类卵黄的发生是双源性的^[5,7-8,10-12,20],即卵黄既由卵细胞本身合成,也由外源物质合成。内源性卵黄成分主要由卵细胞的各种细胞器合成,具有种的特异性^[5,7,10];外源性卵黄成分主要由肝胰腺合成^[8,23],通过血淋巴的运输和卵质膜的胞饮作用等摄取^[5,8,10]。从生理学角度来看,内外源卵黄之间并无明显的界限,甚至可以认为卵黄的发生都是外源性的,因为很多细胞器在形成所谓的内源性卵黄体时,都或多或少地摄取了外源性物质。中国龙虾卵黄的发生在形态学上也是双源性的,参与形成内源性卵黄的细胞器主要有粗面内质网、线粒体、溶酶体、游离核糖体、高尔基体等,外源性卵黄主要通过卵质膜的胞饮作用获取,其来源和成分有待进一步通过免疫组化研究来确定。

3.3 各细胞器的变化及其在卵黄发生中的作用

中国龙虾卵子发生过程中各细胞器在数量和结构上均发生了显著变化,这为卵黄的大量形成提供了充分保证。卵黄发生前期细胞器数量达到高峰,粗面内质网由长管状断裂成大量大小不等的囊泡状,成为数量最多的细胞器;线粒体、溶酶体、游离核糖体也大量增多,使卵质非常致密,其中线粒体嵴长而多,溶酶体呈泡状或髓状,核糖体呈粗颗粒状。长毛对虾^[11]、锯缘青蟹^[4]的卵母细胞内也观察到有大

量溶酶体。此外,中国龙虾线粒体还通过断裂双层膜、高尔基体通过芽生方式各自形成了许多小囊泡,这些小囊泡是对细胞器的重要补充,可作为卵黄粒形成的沉积容器,以满足卵母细胞积累营养物质的需要。长毛对虾^[24]、凡纳滨对虾^[9]的环形片层结构也有类似的作用。

不同甲壳类动物参与形成内源性卵黄的细胞器种类和参与程度有差异。中国龙虾参与形成内源性卵黄的细胞器以粗面内质网、线粒体为主,溶酶体、游离核糖体次之,高尔基体也参与形成部分卵黄粒,且粗面内质网是最早形成卵黄粒的细胞器,线粒体是最晚形成卵黄粒的细胞器。淡水螯虾^[25]、中华绒螯蟹^[8]仅有粗面内质网和高尔基体参与形成内源性卵黄,未见其他细胞器参与。关于细胞器形成卵黄的时间和所占的比例,不同种类之间也存在差异。与中国龙虾不同,长毛对虾^[12]、凡纳滨对虾^[10]中最先参与形成卵黄粒的细胞器是线粒体;长毛对虾^[12]、中华绒螯蟹^[7-8]中高尔基体是形成卵黄粒的主要细胞器,而凡纳滨对虾^[10]、罗氏沼虾(*Macrobrachium rosenbergii*)^[16]中则未见高尔基体参与形成卵黄粒。

同种细胞器形成卵黄粒的方式也因种而异。中国龙虾在其囊泡状粗面内质网的囊腔中先积聚形成卵黄颗粒,再形成高电子密度斑块,最后浓缩形成卵黄体,与凡纳滨对虾^[10]、中华绒螯蟹^[7]、锯缘青蟹^[5]等的卵黄形成方式基本相似,但卵黄颗粒的来源却不尽相同。中国龙虾内质网腔中沉积的粗颗粒主要来源于核糖体颗粒和高尔基体小囊泡,与中华绒螯蟹^[7]相似,而凡纳滨对虾^[10]、罗氏沼虾^[16]、淡水螯虾^[25]的内质网腔中的粗颗粒主要由粗面内质网自身合成。溶酶体参与卵黄粒的形成在许多甲壳类中都有报道,但形成方式有所差异。长毛对虾^[12]、中华绒螯蟹^[7]、罗氏沼虾^[16]的溶酶体主要以髓样方式演化为卵黄粒;锯缘青蟹^[5,23]的溶酶体主要以泡状方式演化为卵黄粒;凡纳滨对虾^[10]与中国龙虾溶酶体形成卵黄的方式相似,有泡状和髓状2种方式。游离核糖体是合成卵黄蛋白的重要细胞器,中国龙虾游离核糖体形成卵黄粒的方式与中华绒螯蟹^[7]、罗氏沼虾^[16]、凡纳滨

对虾^[10]相似,有直接和间接2种方式,直接方式是指其合成产物直接在卵质中聚合成无膜卵黄粒,间接方式是指其合成产物进入其他细胞器或小囊泡中,间接形成有膜卵黄粒。高尔基体形成卵黄粒的方式也因种而异。中华绒螯蟹^[7]的高尔基体产生大量液泡直接形成卵黄粒;尖头蟹^[17]的高尔基体主要通过为内质网提供卵黄前身物的方式间接参与形成卵黄粒;中国龙虾与锯缘青蟹^[5]高尔基体形成卵黄粒的方式相似,即高尔基体扁平囊通过芽生形成大量小囊泡,小囊泡或直接演化为卵黄粒,或作为卵黄前身物进入其他细胞器间接参与形成卵黄粒。

中国龙虾各细胞器活动的早晚与卵黄的发生有何关系,各细胞器形成的卵黄成分以及外源性卵黄的成分等,还有待深入研究。

参考文献:

- [1] 陈政强,陈昌生,单剑宇.中国龙虾的生物学特性[J].中国水产,2001,(1): 57-59.
- [2] 陈昌生,纪德华,刘俊明.中国龙虾的人工繁殖及早期叶状幼体培育的研究[J].福建水产,2003(3): 5-10.
- [3] Qiu Y W, Ning T B, Chu K H. Purification and characterization of vitellin from the ovaries of the shrimp *Metapenaeus ensis* (Crustacea: Decapoda: Penaeidae) [J]. Invertebr Reprod Dev, 1997, 31 (1-3): 217-223.
- [4] 颜素芬,上官步敏,李少菁.锯缘青蟹卵子发生的超微结构研究[J].厦门大学学报(自然科学版),1994,33(2): 231-236.
- [5] 颜素芬,李少菁,上官步敏.锯缘青蟹卵母细胞的卵黄发生[J].厦门大学学报(自然科学版),1995,34(3): 430-436.
- [6] 李太武.三疣梭子蟹卵子发生的研究[J].动物学杂志,1996,31(5): 57-59.
- [7] 邱高峰,陶铜静.中华绒螯蟹卵黄发生的超微结构研究[J].上海水产大学学报,1996,5(1): 8-13.
- [8] 堵南山,赖伟,陈鹏程,等.中华绒螯蟹卵黄形成的研究[J].动物学报,1999,45(1): 88-92.
- [9] 姜永华,颜素芬,王重刚,等.凡纳滨对虾卵子发生的超微结构[J].水产学报,2005,29(4): 454-460.
- [10] 姜永华,颜素芬,宋振荣.凡纳滨对虾卵母细胞卵黄发生的超微结构[J].动物学报,2005,51(1): 133-141.
- [11] 洪水根,林加涵,陈细法,等.长毛对虾卵子发生的研究I.卵子发生过程[J].海洋与湖沼,1988,19(4): 301-305.

- [12] 洪水根. 长毛对虾卵子发生的研究Ⅱ. 卵黄发生[J]. 海洋与湖沼, 1992, 23(3): 280–288.
- [13] Yano I. Oocyte development in the kuruma prawn *Penaeus japonicus* [J]. Mar Biol, 1988, 99: 547–553.
- [14] Yano I. Final oocyte maturation, spawning and mating in penaeid shrimp [J]. J Exp Mar Biol Ecol, 1995, 193: 113–118.
- [15] 颜素芬, 姜永华. 中国龙虾卵子发生及卵巢发育的组织学研究[J]. 海洋科学, 2009, 33(6): 12–17.
- [16] 王玉凤, 堵南山, 赖伟. 罗氏沼虾卵母细胞细胞器与卵黄发生的关系[J]. 水生生物学报, 1999, 23(1): 24–28.
- [17] Hinsch G W, Cone M V. Ultrastructural observations of vitellogenesis in the spider crab, *Libinia emarginata* [J]. J Cell Biol, 1969, 40: 336–342.
- [18] 李怀梅, 张乃禹. 中国对虾卵母细胞发育的初步研究[J]. 海洋与湖沼, 1994, 25(3): 243–247.
- [19] 邹国祥, 叶孝经, 宋玉兰, 等. 对虾卵细胞的发生[J]. 海洋水产研究, 1989, (10): 37–43.
- [20] Komn B S, Hinsch G W. Oogenesis in terrestrial hermit crab, *Coenobita clypeatus* (Decapoda, Anomura) II. Vitellogenesis [J]. J Morphol, 1987, 192(3): 169–177.
- [21] Kessel R G. Mechanisms of protein yolk synthesis and deposition in crustacean oocytes [J]. Cell Tissue Res, 1968, 89: 17–38.
- [22] 成永旭, 李少菁, 王桂忠, 等. 锯缘青蟹卵黄发生期卵母细胞和卵泡细胞之间的结构变化[J]. 动物学报, 2002, 48(1): 80–92.
- [23] Fyffe W E. Characterization and quantification of a crustacean lipovitellin [J]. Comp Biochem Physiol, 1974, 47B: 851–867.
- [24] 洪水根, 陈细法. 长毛对虾卵母细胞环形片层的研究[J]. 厦门大学学报(自然科学版), 1991, 30(1): 84–87.
- [25] Beams H W, Kessel R G. Electronmicroscopic studies on developing crayfish oocytes with special reference to the origin of yolk [J]. J Cell Biol, 1963, (18): 621–649.

Ultrastructural observation of oogenesis and vitellogenesis of *Panulirus stimpsoni*

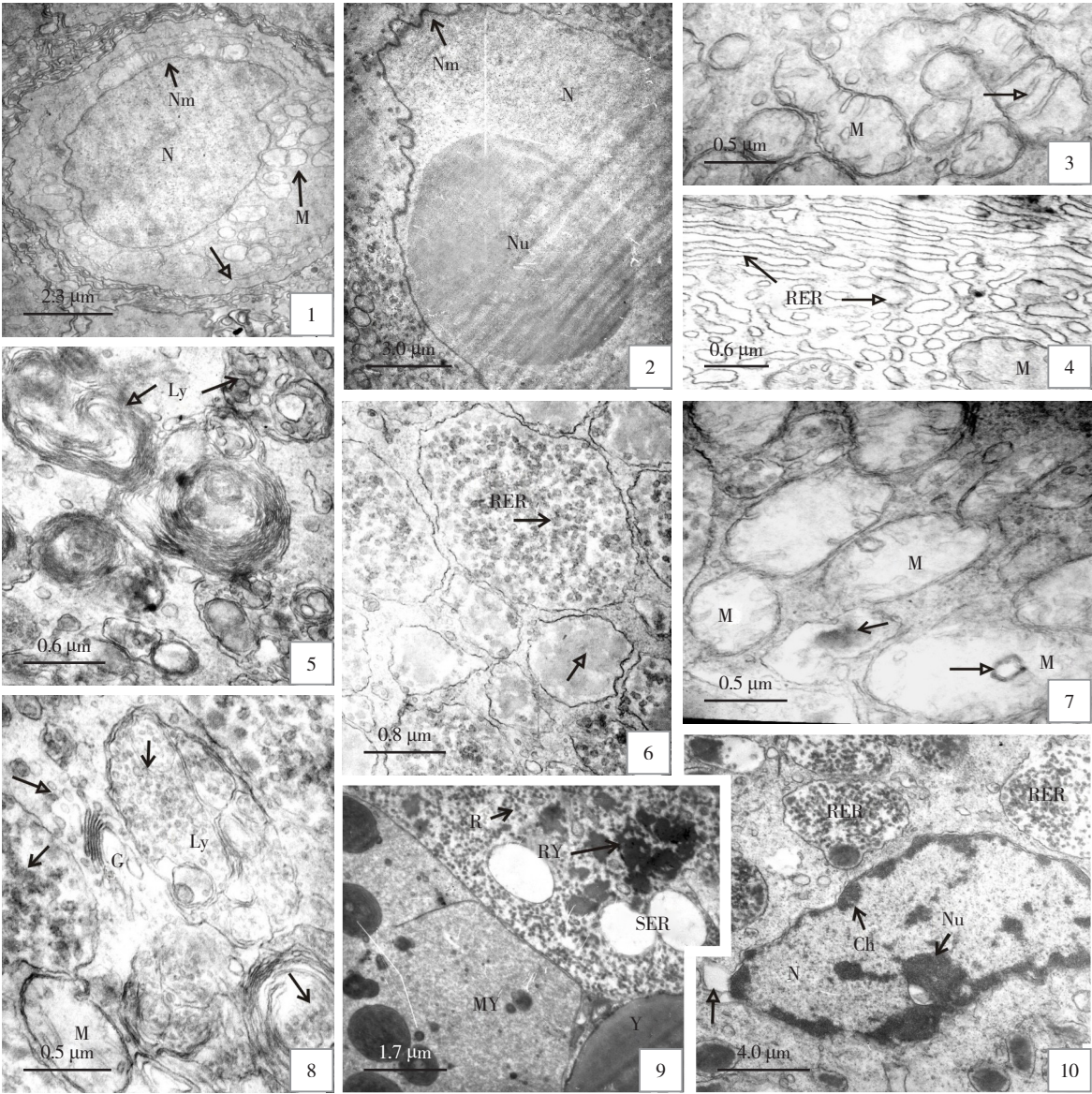
JIANG Yong-hua, YAN Su-fen

(The Key Laboratory of Science and Technology for Aquaculture and Food Safety, Fisheries College, Jimei University, Xiamen, 361021, China)

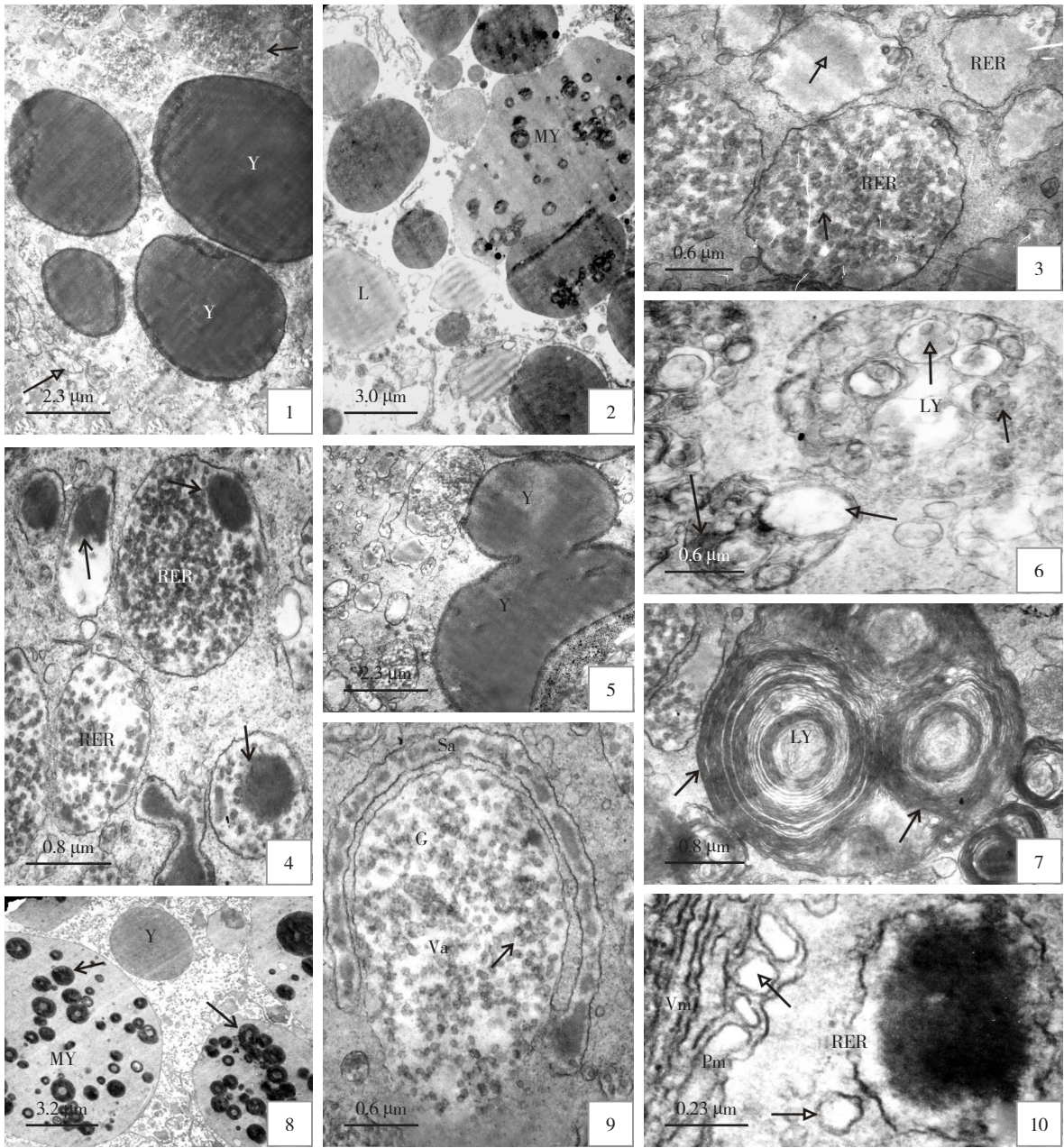
Abstract: Changes of ultrastructure of oocytes during oogenesis and the origin of vitellogenesis in *Panulirus stimpsoni* were studied with transmission electron microscope. The results showed that the oogonium was simple in structure with undeveloped organelles. Marked changes occurred in oocytes at pre-vitellogenesis and early vitellogenesis stages, which presented as concavo-convex nuclear membrane and various well-developed organelles emerging in cytoplasm. Active endogenous yolk formation mainly occurred in metaphase of vitellogenesis and many kinds of organelles participated. Vesicular rough endoplasmic reticulum and mitochondria were the dominant organelles which took part in the endogenous yolk formation. Plenty of free ribosomes formed yolk granules by direct and indirect ways. Lysosomes produced yolk granules by multivesicular and medullary ways. And golgi apparatus parted many small vesicles by budding to form yolk granules. There were plentiful yolk granules with different electronic density in the vitellogenic oocytes of anaphase. Meanwhile active microphagocytosis of plasma membrane could be seen to form exogenous yolk. Mature oocytes were full of big yolk granules with high electronic density and their number of organelles reduced quickly. The paper discussed the relationship between changes of the structure in oocytes and vitellogenesis. The function of organelles in vitellogenesis was also discussed. [Journal of Fishery Sciences of China, 2009, 16(5): 697–704]

Key words: *Panulirus stimpsoni*; oogenesis; vitellogenesis; ultrastructure

Corresponding author: YAN Su-fen. Tel: 0592-6180583; E-mail: sfyan@jmu.edu.cn



图版 I Plate I



图版 II Plate II

图版 I

1. 卵原细胞整体, 示卵核、核膜、卵质中的线粒体及线粒体膜断裂形成的小囊泡(↑); 2-5. 卵黄发生前卵母细胞[2. 卵核局部, 示核膜、核仁; 3. 示卵质中的线粒体, 嵴管状(↑); 4. 示卵质中的长管状(↑)和囊泡状(↑)粗面内质网; 5. 示卵质中的泡状(↑)和髓状(↑)溶酶体]; 6-9. 卵黄发生早期卵母细胞[6. 示囊泡状粗面内质网腔中开始沉积絮状物(↑)和粗颗粒(↑); 7. 示线粒体嵴脱落(↑), 腔内开始沉积低电子密度物质(↑); 8. 示泡状和髓状溶酶体内吞噬的粗颗粒(↑)及高尔基体芽生形成小囊泡(↑); 9. 示粗颗粒状的游离核糖体及其聚合而成的卵黄粒]; 10. 卵黄发生中期卵母细胞核, 示核膜泡(↑)、核仁、染色质。

Ch: 染色质; G: 高尔基体; Ly: 溶酶体; M: 线粒体; MY: 线粒体卵黄; N: 卵核; Nm: 核膜; Nu: 核仁; R: 核糖体; RER: 粗面内质网; RY: 核糖体卵黄; SER: 滑面内质网

Plate I

1. Whole structure of oogonium, showing nucleus, nuclear membrane and mitochondria in cytoplasm with the vesicles (↑) parted by mitochondria membrane; 2-5. previtellogenic oocyte [2. Local structure of nucleus, showing nuclear membrane, nucleolus; 3. Showing mitochondria with tubulate cristae (↑) in cytoplasm; 4. Showing long tubulate (↑) and vesicular (↑) rough endoplasmic reticulum in cytoplasm; 5. Showing multivesicular lysosomes (↑) and medullary lysosomes (↑) in cytoplasm]; 6-9. Primary vitellogenic oocyte [6. Showing the floccules (↑) and large granules (↑) begin to accumulate in the lumen of vesicular rough endoplasmic reticulum; 7. Showing the cristae of mitochondria shell (↑) and the low electronic density materials (↑) begin to accumulate in the lumen; 8. Showing the large granules (↑) engulfed by multivesicular lysosomes and medullary lysosomes and the vesicles (↑) parted by golgi apparatus; 9. Showing the dissociative ribosome like large granules and the yolk granules assembled with ribosome]; 10. The nucleus in the metaphase of vitellogenic oocytes, showing vesicular nuclear membrane (↑), nucleolus and chromatin.

Ch: chromatin; G: golgi apparatus; Ly: lysosome; M: mitochondria; MY: mitochondrium yolk; N: nucleus; Nm: nuclear membrane; Nu: nucleolus; R: ribosome; RER: rough endoplasmic reticulum; RY: ribosome yolk; SER: smooth endoplasmic reticulum.

图版 II

1. 卵黄发生后期卵母细胞, 示卵质中大量的致密卵黄粒和残留的部分囊泡状粗面内质网(↑)和小线粒体(↑); 2. 成熟卵母细胞, 示卵质中大量不同电子密度的卵黄粒和脂滴; 3-5. 粗面内质网形成卵黄粒和脂滴的过程[3. 囊泡状粗面内质网腔中沉积的粗颗粒(↑)和絮状物(↑); 4. 粗颗粒融合成的致密斑块(↑); 5. 脂滴的融合]; 6-7. 溶酶体形成卵黄粒和脂滴的过程[6. 泡状溶酶体中的致密颗粒(↑)和脂样物(↑); 7. 髓状溶酶体中的致密髓样结构(↑)]; 8. 线粒体初形成的内含许多致密球(↑)的卵黄粒; 9. 高尔基体形成卵黄粒的过程, 示大泡内沉积粗颗粒(↑), 扁平囊芽生成小囊泡; 10. 卵质膜的胞饮作用, 示卵质膜凹凸不平, 形成吞饮泡(↑)。

G: 高尔基体; L: 脂滴; Ly: 溶酶体; MY: 线粒体卵黄; Pm: 卵质膜; RER: 粗面内质网; Sa: 高尔基体扁平囊; Va: 高尔基体大泡; Ve: 小囊泡; Vm: 卵黄膜; Y: 卵黄粒。

Plate II

1. The anaphase of vitellogenic oocytes, showing plentiful big compact yolk granules and rudimental vesicular rough endoplasmic reticulum (↑) and small mitochondria (↑); 2. The mature oocytes, showing plentiful yolk granules with different electronic density and lipid droplets; 3-5. The formation process of the yolk granules and lipid droplets by rough endoplasmic reticulum [3. The large granules (↑) and floccules (↑) accumulated in the lumen of vesicular rough endoplasmic reticulum; 4. The mass of high density (↑) fused by large granules; 5. The fuse of lipid droplets]; 6-7. The process of the yolk granules and lipid droplets formation by lysosomes [6. The dense granules (↑) and lipid materials (↑) in multivesicular lysosomes; 7. The medullary bodies (↑) in medullary lysosomes]; 8. The original yolk granules formed by mitochondria with many dense balls (↑); 9. The process of the yolk granules formation by golgi apparatus, showing the large granules (↑) accumulated in the vacuoles and the vesicles parted by saccules; 10. The active microphagocytosis of cytoplasm membrane, showing the accidented cytoplasm membrane which formed the microphagocytosis vesicles (↑)。

G: golgi apparatus; L: lipid droplet; Ly: lysosome; MY: mitochondrium yolk; Pm: plasma membrane; RER: rough endoplasmic reticulum; Sa: saccules; Va: vacuoles; Ve: vesicles; Vm: vitellin membrane; Y: yolk granule.