

疣荔枝螺胚胎及早期发育研究*

田传远¹, 夏珮伦¹, 张嘉荣¹, 于瑞海¹, 郑小东¹, 顾忠旗², 黄 继²

(1. 海水养殖教育部重点实验室(中国海洋大学), 山东 青岛 266003; 2. 崂山区海洋科技研究所, 浙江 舟山 202450)

摘要: 对疣荔枝螺(*Thais clavigera* Kuster)早期发育进行了研究,记录了疣荔枝螺各个发育时期的特征和生长数据。研究表明,在温度 27~28 °C 条件下,疣荔枝螺受精卵在卵囊内经过卵裂期、囊胚期、原肠期、膜内担轮幼虫期和膜内面盘又重启,最后出膜进入卵囊外浮游幼虫期,全程需要 14 d。在卵囊外浮游幼虫平均每天生长 16.35 μm,经历 25 d 左右变态成为稚螺,随后一直营匍匐生活。本研究结果为疣荔枝螺的人工繁育提供了重要理论基础。

关键词: 疣荔枝螺; 繁殖生物学; 早期发育; 胚胎; 幼虫; 稚螺

中图分类号: S917.4

文献标志码: A

文章编号: 1672-5174(2020)07 II-010-07

DOI: 10.16441/j.cnki.hdx.20190300

引用格式: 田传远, 夏珮伦, 张嘉荣, 等. 疣荔枝螺胚胎及早期发育研究[J]. 中国海洋大学学报(自然科学版), 2020, 50(增 I): 10-16.

TIAN Chuan-Yuan, XIA Pei-Lun, ZHANG Jia-Rong, et al. Studies on embryo and postembryonic development of *Thais clavigera*[J]. Periodical of Ocean University of China, 2020, 50(Sup.I): 10-16.

疣荔枝螺(*Thais clavigera* Kuster)广泛分布在我国沿海,俗称“辣螺”,属腹足纲(Gastropoda)新腹足目(Neogastropoda)骨螺科(Muricidae),生活在潮间带中下潮区。

有关疣荔枝螺的研究报道主要集中在其齿舌结构^[1]、性畸变现象^[2]、营养分析^[3]和生态习性^[4]等方面。国内外学者对腹足类的繁殖方式及胚胎发育做过研究^[5-8],其中较为常见的有扁玉螺(*Neverita didyma*)^[9]、脉红螺(*Rapana venosa*)^[10]、红秀织纹螺(*Nassarius incrassatus*)^[11]和方斑东风螺(*Babylonia areolata*)^[12]等,但有关疣荔枝螺繁殖生物学方面的研究尚未见报道。本研究对疣荔枝螺的胚胎和幼虫发育进行了观察和记录,以期对疣荔枝螺人工繁育提供理论基础。

1 材料与方 法

1.1 实验材料

亲贝于 2017 年 7 月采自山东青岛和烟台海域,总重为 20 kg。个体平均壳高为 38.3 mm,平均壳宽为 21.3 mm,平均体重为 10.1 g。亲贝运至位于青岛市城阳区的实验场地,放入水泥池中饲养,以自然产出的卵囊及孵化的幼虫作为实验材料。

1.2 实验方法

1.2.1 亲贝培育 亲贝洗刷干净后,使用聚维酮碘进

行消毒,然后将其放在封闭的规格为 30 cm×20 cm×10 cm 的塑料篮中,每篮平均放 100~200 个亲贝。用浮漂把塑料篮悬挂在育苗池水中,塑料篮随水位的高低而上下浮动。每天 16:00 投喂鲜活的菲律宾蛤仔,并及时清除死亡的亲贝和蛤蜊空壳。每天换水 30%~40%,每 4 天换池一次。

1.2.2 亲贝产卵和孵化 采集卵囊的附着基为培育篮及其篮内的透明波纹板。亲贝交配后,雌螺在附着基上产出淡黄色卵囊,多个卵囊聚集成卵囊簇。用砂滤海水将附有卵囊的培育篮和波纹板冲洗干净后,移入育苗池中孵化。孵化池水位保持在 85~90 cm,每天换水 1 次,换水量约为 30%。孵化用水水温为 27~28 °C,盐度为 30~33。

1.2.3 取样及观察 在膜内发育期间,连续解剖观测同一批卵囊中胚胎发育及生长情况,详细记录各发育阶段的时间,观察各发育时期胚胎的变化,每个时期胚胎观测并记录 30 个。幼虫孵出卵囊后,每天随机选取 60 个幼虫使用光学显微镜进行观察测量,记录幼虫各发育时期的大小和形态特征变化情况,直到转为匍匐生活。

1.2.4 幼虫及稚螺培育 幼虫及稚螺采用工厂化育苗车间进行培育,育苗池长宽高为 6 m×2 m×1.2 m,水温 27~29 °C,盐度范围 29~31,浮游幼虫阶段投喂湛江等鞭藻(*Isochrysis zhanjiangensis*)、亚心形扁藻

* 基金项目:山东省重点研究发展计划项目(2017GHY15104)资助

Supported by the Key Research and Development Program of Shandong Province(2017GHY15104)

收稿日期:2019-08-29;修订日期:2019-11-02

作者简介:田传远(1966-),男,高级工程师。E-mail:cytian66@ouc.edu.cn

(*Platymonas subcordiformis*) 和小球藻 (*Chlorella vulgaris*) 等单胞藻, 混合投喂盐藻粉和海洋红酵母等代用饵料, 幼虫变态期间补投四角蛤蜊 (*Maetra veneriformis*) 肉榨取汁(200 目过滤) 以提高幼虫变态率。约经过 25 d 的培育, 浮游幼虫即可发育为稚螺; 此时其食性转变为肉食性, 生态习性与成螺相似, 投喂光滑河蓝蛤 (*Potamocorbula laevis*) 等体型较小的双壳类。

2 结果

2.1 卵囊

经观察, 自然状态下疣荔枝螺一般将卵囊产在潮间带岩礁或碎石等质地坚硬的附着基上, 本实验使用的附着基为透明波纹板。疣荔枝螺的卵囊(见图 1a) 通常密集排列分布, 同一雌螺同批次产出的卵囊共用一个具有黏性的胶质底座, 其上卵囊较为整齐排列。卵囊整体呈半透明状, 外周为略微弯曲的“瓶型”透明硬胶质膜, 内部充满半透明胶状液体, 受精卵悬浮于其中。经测量, 样本中疣荔枝螺卵囊长度范围在 4.5~7.5 mm 之间, 平均长度为 6.2 mm; 卵囊直径范围在 0.9~1.7 mm, 平均直径 1.3 mm; 卵囊内含卵量为 100~400 粒, 平均每个卵囊内的含卵量为 247 粒。随着受精卵

发育, 卵囊颜色也随之变化, 从刚产出时的淡黄色, 历经黄色、深黄色、灰色和黑色, 最后幼虫出膜, 变为透明(见图 1b)。死亡的卵囊呈现粉紫色。

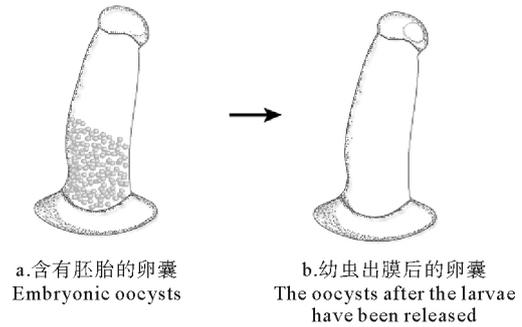


图 1 疣荔枝螺卵囊

Fig.1 Oocyst of *Thais clavigera*

2.2 胚胎发育

收集同一批次产出的疣荔枝螺卵囊, 放置于 27~28 °C 水温条件下孵化, 每隔 30 min 解剖一批卵囊并使用光学显微镜观察测量卵囊内胚胎发育阶段及形态大小(见表 1)。卵囊内胚胎发育形态见图 2, 卵囊内胚胎发育显微拍摄图见图 3。

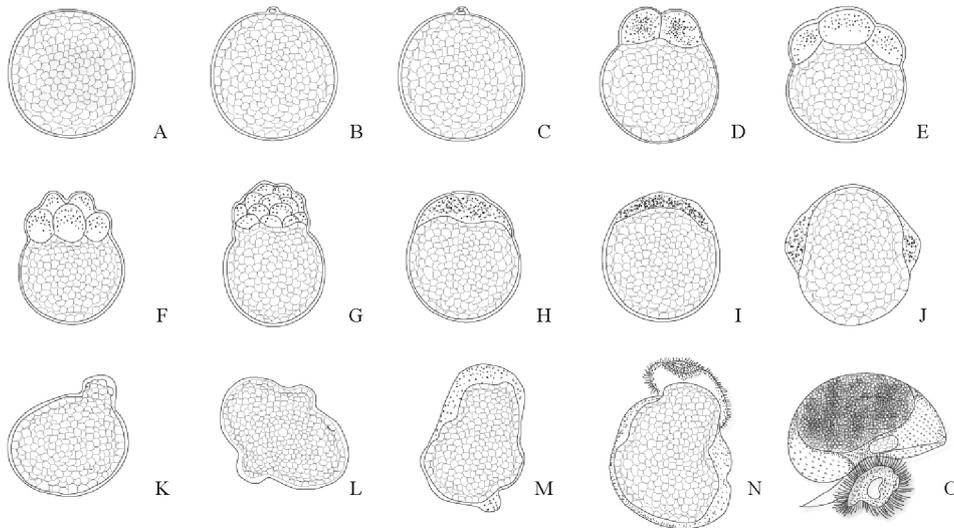
表 1 疣荔枝螺的胚胎发育(27~28 °C)

Table 1 Stages of embryonic development of *Thais clavigera* (27~28 °C)

发育阶段 Development stage	距受精时间/h Time after fertilization	主要特征 Brief characteristics	胚胎平均长度/ μm Maxim length of embryo	卵囊颜色 Oocyst color
受精卵 Fertilized egg	0	疣荔枝螺的受精卵为椭圆形, 直径约 170 μm , 内部充满黄色卵黄颗粒。	170	淡黄色
排出极体 Polar body release	0~3	陆续排出第一极体、第二极体于受精卵动物极上方。	180	
胚盘形成 The formation of blastoderm	3~5	动物极隆起, 胚体呈不规则椭圆状。	210	
2 细胞期 2-cell stage	5~6	通过不完全卵裂的盘状卵裂, 胚盘形成大小相等的两个分裂球。	210	
4 细胞期 4-cell stage	6~7	两个分裂球再次经裂, 形成四个分裂球。	210	
8 细胞期 8-cell stage	7~11	具有八个分裂球。	220	黄色
16 细胞期 16-cell stage	11~15	具有十六个分裂球, 分裂球体积越来越小, 胚胎直径逐渐增大。	240	
多细胞期 Multicellular stage	24~48	众多分裂球形成多细胞的胚体。	200	

续表 1

发育阶段 Development stage	距受精时间/d Time after fertilization	主要特征 Brief characteristics	胚胎平均长度/ μm Maxim length of embryo	卵囊颜色 Oocyst color
囊胚期 Blastocyst stage	2~3	经过 2~3 d, 进入囊胚期, 此时胚胎长度比 16 细胞期有所减少, 但细胞总量大大增加, 囊胚层细胞逐渐向植物极下包。	200	
原肠期 Gastrulae	3~4	动物极逐渐下包并完全包住植物极。	200	
膜内担轮幼虫期 Trochophore in egg membrane stage	4~5	此时期胚胎变化较大, 最终拉长形成椭圆形担轮幼虫, 此时面盘尚未形成。	200~270	灰色
膜内早期面盘幼虫 Early intra-membrane veliger stage	5~6	长椭圆形胚体, 面盘开始逐渐形成, 可在水中自由旋转。	280	黑色
膜内面盘幼虫 Intra-membrane veliger stage	6~11	幼体胚壳逐渐成型, 面盘面积增大, 边缘具有可自由摆动的纤毛。	300~320	
出膜 Film release	11~14	卵囊顶部小孔破裂, 幼虫逐渐出膜。此时幼虫可在水中浮游生活, 进入幼虫浮游时期。	300~330	透明



(A. 受精卵; B. 第一极体释放; C. 第二极体释放; D. 2 细胞期; E. 4 细胞期; F. 8 细胞期; G. 16 细胞期; H. 多细胞期; I. 囊胚期; J. 原肠期; K~M. 膜内担轮幼虫期; N. 膜内早期面盘幼虫; O. 膜内面盘幼虫期。 A. Fertilized egg; B. First polar body release; C. Second polar body release; D. 2-cell stage; E. 4-cell stage; F. 8-cell stage; G. 16-cell stage; H. Multicellular stage; I. Blastocyst stage; J. Gastrulae; K~M. Trochophore in egg membrane stage; N. Early intra-membrane veliger stage; O. Intra-membrane veliger stage.)

图 2 疣荔枝螺的胚胎发育

Fig.2 Stages of embryonic development of *Thais clavigera*

2.3 幼虫发育

在水温 27~28 °C 条件下, 疣荔枝螺幼虫发育情况见表 2, 幼虫发育显微拍摄图见图 3。

如表 2 所示, 疣荔枝螺膜内面盘幼虫自出膜后经

历初期面盘幼虫、中期面盘幼虫、末期面盘幼虫(变态幼虫)阶段, 历时 25 d 左右的幼虫期后发育为稚螺。稚螺高度一般在 1 000 μm 以上, 形态和生活类型与成螺相似, 皆属于底栖匍匐生活类型。

表 2 疣荔枝螺幼虫发育情况(27~28 °C)
Table 2 Stages of larval development of *Thais clavigera* (27~28 °C)

发育阶段 Development stage	距出膜时间/d Time after hatching	幼虫大小/ μm Length of larval	主要形态特征 Brief characteristics
初期面盘幼虫 Anterior veliger larva	1	300~330	1 个螺层, 具有两个椭圆形面盘
中期面盘幼虫 Medium veliger larva	3~5	370~430	2 个螺层, 面盘增大呈蝶形
后期面盘幼虫 Late veliger larva	8~15	470~600	3 个螺层, 面盘继续增大, 并且拉长, 依然呈蝶形, 面盘腹足皆可运动
末期面盘幼虫(变态幼虫) Last veliger larva(Metamorphosis larva)	16~25	700~1 000	开始沉底附着, 幼虫存在面盘且逐渐退化, 但只用腹足运动
稚螺 Juvenile	25+	1 000+	3 螺层, 底栖匍匐生活, 足部吸附力强

2.3.1 初期面盘幼虫 刚出膜的疣荔枝螺面盘幼虫有初生壳, 生长迅速, 称为初期面盘幼虫。初期面盘幼虫的外壳只有一个螺层(见图 4A), 幼虫具有一对同等大小的椭圆形面盘, 面盘半透明状, 其上有网状纹路, 面盘边缘具有两层纤毛, 面盘可自由伸缩。

2.3.2 中期面盘幼虫 幼虫孵出 3~5 d 后进入早期面盘幼虫(见图 4B), 此时壳宽明显变大, 同时出现第二螺层, 面盘变大的同时, 外缘中部出现凹陷, 整个面盘呈蝶形。处于面盘幼虫期的疣荔枝螺幼虫可借助纤毛的摆动营浮游生活, 食性为滤食性。

面盘幼虫期的壳薄而透明, 可以通过光学显微镜观察其胃的颜色及其充盈程度, 据此观察幼虫的摄食情况, 并根据摄食情况和水中残饵量判别投饵是否适量。

2.3.3 后期面盘幼虫 孵出 8~10 d 后, 幼虫成为后期面盘幼虫(见图 4C)。该期幼虫可分为两个生长阶段。第一阶段幼虫主要以增大壳体及面盘为主, 此时幼虫进入三螺层时期, 面盘在增大的同时拉长, 面盘单叶长度逐渐大于壳长。初生壳颜色加深, 基本已不透明。第二阶段幼虫主要是壳体的生长以及腹足活动力的增强, 此时可以明显观察到幼虫腹足可伸出壳体外做自由伸缩运动。此阶段依然处于浮游生活, 食性为滤食性。

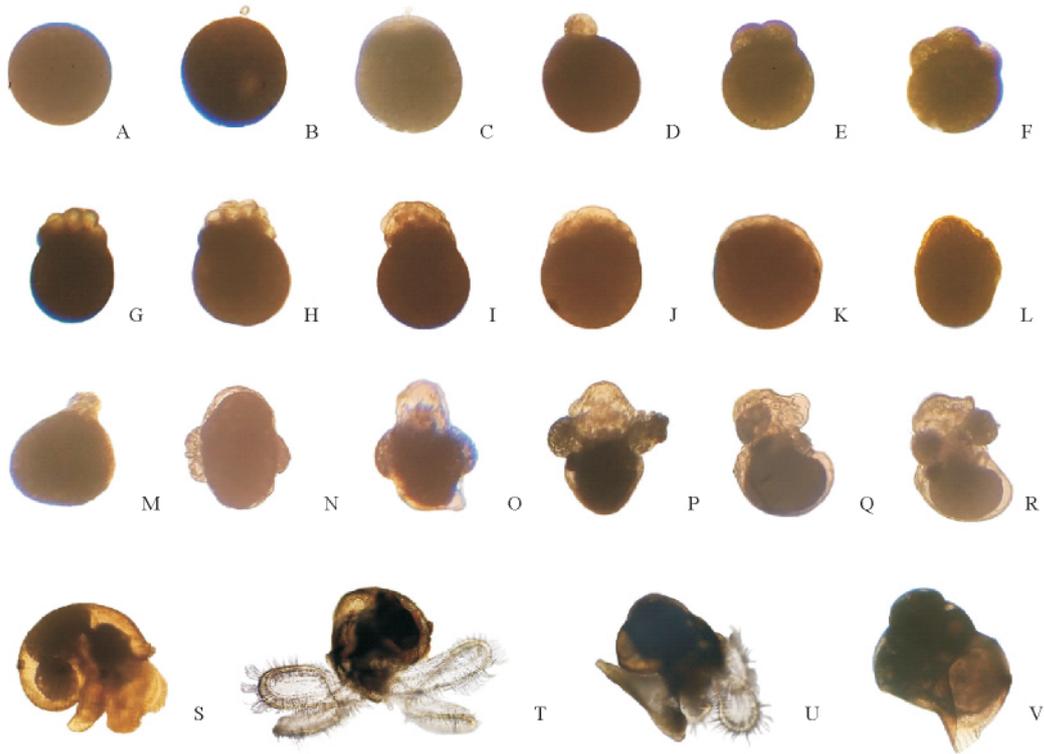
2.3.4 末期面盘幼虫(变态幼虫) 当幼虫壳高达到 700~800 μm 时, 幼虫发育为末期面盘幼虫(见图 4D)。因为该阶段幼虫即将附着变态, 因此又可称为变态幼虫。此时幼虫的腹足逐渐增厚, 腹足可自由收缩和伸展, 并积极探寻适宜的附着基质进行附着。该期幼虫既可营浮游生活也可做短暂的匍匐生活, 面盘在此时期逐渐退化, 最后永久性地营底栖匍匐生活。因为腹

足的生成及其匍匐功能的健全, 并因面盘退化、功能逐渐丧失, 此阶段幼虫摄食方式逐渐改变, 最终依靠发达的足和吻在附着基上进行舔食, 至此, 摄食方式由原来的滤食性转变为舔食性, 食性也由原来的杂食性逐渐转变为肉食性。

2.3.5 稚螺 经过 25 d 左右的发育, 幼虫生长变态成为稚螺(见图 4E)。完成变态的稚螺与疣荔枝螺成螺具有相似的外观, 但依然是三螺层。稚螺营匍匐生活, 具有发达的足和吻, 摄食方式为舔食性, 食性为肉食性。

3 讨论

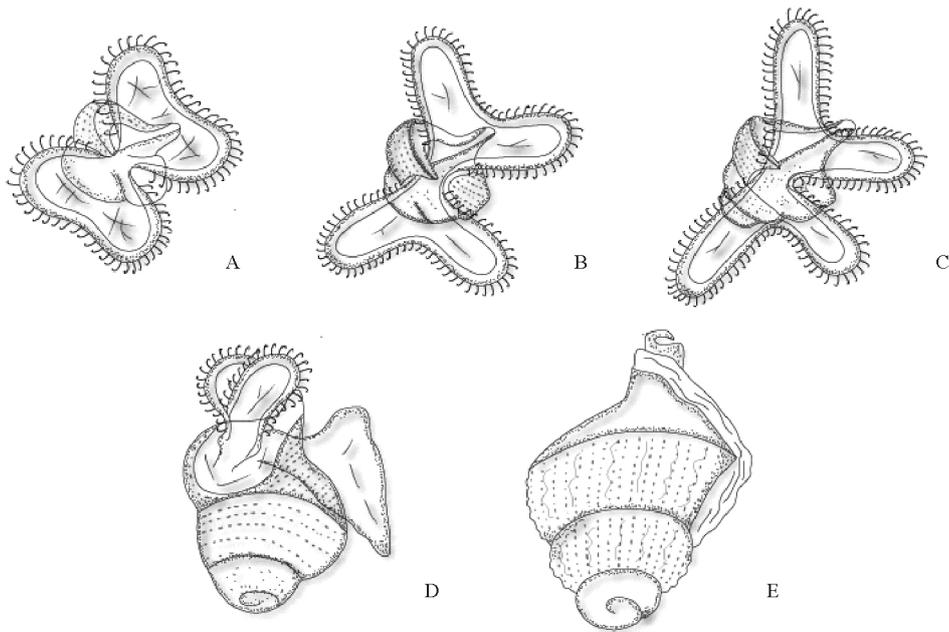
疣荔枝螺主要繁殖季节在 5—9 月份, 其中 7—8 月份为繁殖旺季, 这与已知的腹足类脉红螺^[13]、黄口荔枝螺(*Thais luteostoma*)^[14]繁殖季节相似, 其三者产卵温度主要集中在 22~28 °C。腹足类水产动物较多都具有卵囊, 疣荔枝螺的卵囊是胚胎发育的主要场所, 其胚胎和部分时期的初期面盘幼虫在卵囊内发育; 而有些腹足类比如角螺(*Hemifusus colosseus*)^[15]的发育过程是完全在卵囊内进行的, 角螺孵化出来即为稚螺。腹足类这种依靠卵囊进行繁殖的形式, 对比于扇贝^[16]和牡蛎等^[17]双壳类具有一定的优势, 卵囊具有良好的防御功能。卵囊包被的受精卵成活率更高, 卵囊可以有效的抵御外界环境对胚胎发育的影响, 但相对来说, 受精卵的数量远少于扇贝和牡蛎等双壳类。疣荔枝螺的卵囊结构与许多已有研究的腹足类相同, 但是在大小上存在一定差异; 疣荔枝螺卵囊相对较小, 平均长度为 6.22 mm; 而脉红螺平均长度 18 mm, 黄口荔枝螺的平均长度 7.33 mm; 这些结果说明, 不同种之间卵囊大小与亲贝大小可能成正比; 有关其相关性分析有待进一步研究。



(A.受精卵;B.第一极体释放;C.第二极体释放;D.胚盘形成;E.2细胞期;F.4细胞期;G.8细胞期;H.16细胞期;I.32细胞期;J.多细胞期;K.囊胚期;L.原肠期;M~O.膜内担轮幼虫期;P~R.膜内面盘幼虫;S.前期面盘幼虫;T.后期面盘幼虫;U.末期面盘幼虫(变态期幼虫)V.稚螺。A.Fertilized egg;B. First polar body release;C. Second polar body release;D the formation of blastoderm.;E. 2-cell stage;F. 4-cell stage;G. 8-cell stage;H. 16-cell stage;I. 32-cell stage;J. Multicellular stage;K. Blastocyst stage;L. Gastrulae;M~O. Trochophore in egg membrane stage;P~R. intra-membrane veliger; S. anterior veliger larva;T. late veliger larva;U. last veliger larva(Metamorphosis larva)V. Juvenile.)

图3 疣荔枝螺的胚胎及幼虫发育照片

Fig.3 Stages of embryonic and larval development development of *Thais clavigera*



(A.一螺层期;B.二螺层期;C.三螺层期;D.变态幼虫;E.稚螺。A. One-spiral whorl stage;B. Two-spiral whorl stage;C. Three-spiral whorl stage;D. Metamorphosis larva;E. Juvenile.)

图4 疣荔枝螺幼虫发育

Fig.4 Stages of larval development of *Thais clavigera*

疣荔枝螺受精卵在卵裂期为不完全盘状卵裂, 不完全卵裂是由于受精卵含有大量卵黄颗粒, 卵裂面几乎不能进入卵黄颗粒之中所导致的, 而且卵裂仅在胚盘部位发生, 这与许多已知的软体动物不尽相同。绝大多数软体动物为完全螺旋卵裂, 不完全盘状卵裂主要代表动物为鱼类^[18]、爬行类^[19]和鸟类^[20]。这种卵裂方式在软体动物中比较少见, 在头足类也与之类似。

疣荔枝螺幼虫发育需要经过一个变态的过程, 在此期间幼虫的食性也由杂食性转变为肉食性, 这种食性转换的发生与方斑东风螺^[12]和脉红螺^[13]相似。在适口饵料减少的情况下, 当幼虫的饥饿程度达到不可逆点时, 幼虫会逐渐死亡。不同贝类沉底变态时间不同, 黄锐^[12]等在对方斑东风螺早期发育形态的研究中观察到方斑东风螺面盘幼虫在平均 25 °C 水温下经过 16~17 d 变态成稚螺, 并且水温每升高 1 °C, 变态时间缩短 2 d。Peter R Kingsley-Smith 等^[21]研究发现 *Polinices pulchellus* (一种玉螺) 的浮游幼虫下沉 3 d 内即可完成变态。在本研究中, 疣荔枝螺后期面盘幼虫在 27~28 °C 的水温下经过 10 d 左右的沉底附着变态为稚螺, 可以认为变态时间的长短在种间具有一定的差异。

对于螺类幼虫变态, Peter R. Kingsley-Smith 等^[21]发现 *Polinices pulchellus* 浮游幼虫没有采集地沉积物作为基质则不会沉底变态, 幼虫在没有适宜基质附着时, 可继续存活 20 d 左右, 这可能与其对附着基及其饵料丰富程度的要求较为苛刻有关。疣荔枝螺幼虫也有此特点; 当其变态完成成为稚螺之后, 习性则基本与成螺一致。

4 结语

本研究通过对疣荔枝螺胚胎和幼虫发育的研究, 探明了疣荔枝螺胚胎和幼虫各个发育时期的形态与行为特征, 为疣荔枝螺人工繁育提供了理论依据。

参考文献:

- [1] 黄建荣, 丁少雄, 王德祥, 等. 中国沿岸 13 荔枝螺的齿舌形态分析[J]. 海洋科学, 2013, 37(8): 72-77.
Huang J R, Ding S X, Wang D X, et al. Analysis of the tooth morphology of 13 litchi snails along the coast of China[J]. Marine Science, 2013, 37(8): 72-77.
- [2] 管云雁, 韩雅莉. 两种荔枝螺染色体核型以及性畸变个体染色体研究[J]. 海洋环境科学, 2004, 23(3): 21-23.
Guan Y Y, Han Y L. Chromosomal karyotypes of two Periwinkle snails and chromosome analysis of individual aberrations[J]. Marine Environment Science, 2004, 23(3): 21-23.
- [3] 朱爱意, 谢佳彦, 杨运琪, 等. 舟山东极岛潮间带两种荔枝螺的营养成分分析[J]. 海洋学研究, 2008, 26(1): 80-84.
Zhu A Y, Xie J Y, Yang Y Q, et al. Nutritional analysis of two

- species of periwinkles in the intertidal zone of Zhoushan, Shandong Province[J]. Ocean Science Research, 2008, 26(1): 80-84.
- [4] 樊甄姣, 吕振明, 吴常文, 等. 温度、盐度和 pH 值对疣荔枝螺耗氧率的影响[J]. 河北渔业, 2009, (2): 5-6.
FAN W, Lü Z M, Wu C W, et al. Effects of temperature, salinity and pH on oxygen consumption rate of periwinkle snails[J]. Hebei Fisheries, 2009, (2): 5-6.
- [5] Spight T M. Colors and patterns of an intertidal snail, *Thais lamellosa*[J]. Researches on Population Ecology, 1976, 17(2): 176-190.
- [6] Spight T M. Ecology of hatching size for marine snails[J]. Oecologia, 1976, 24(4): 283-294.
- [7] Dasaro C N. The egg capsules, embryogenesis, and early organogenesis of a common oyster predator, *Thais haemastoma* Florida (Gastropoda: Prosobranchia)[J]. Bulletin of Marine Science-Miami, 1966, 16(4): 884-914.
- [8] Soledad Romero M, Gallardo C S, Bellolio G. Egg laying and embryonic-larval development in the snail *Thais (Stramonita) chocolata* (Duclos, 1832) with observations on its evolutionary relationships within the Muricidae[J]. Marine Biology, 2004, 145(4): 681-692.
- [9] 刘庆, 孙振兴. 扁玉螺早期发育的实验观察[J]. 动物学杂志, 2008, 43(5): 99-103.
LIU Q, SUN Z X. Experience observation on the early development of the large snail[J]. Journal of Zoology, 2008, 43(5): 99-103.
- [10] 潘洋, 邱天龙, 张涛. 脉红螺早期发育的形态观察[J]. 水产学报, 2013, 37(10): 1503-1512.
Pan Y, Qiu T L, Zhang T. Morphological observation of early development of *Rhododendron chinensis*[J]. Journal of Fisheries of China, 2013, 37(10): 1503-1512.
- [11] Lebour M V. The larval stages of *Nassarius reticulatus* and *Nassarius incrassatus*[J]. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 1931, 17(3): 797.
- [12] 黄瑞, 黄标武, 汤文杰, 等. 方斑东风螺早期发育阶段形态的观察[J]. 应用海洋学学报, 2010, 29(3): 380-388.
Huang R, Huang B W, Tang W J, et al. Observations on the morphology of early development stages of dongfeng snails[J]. Chinese Journal of Oceanography, 2010, 29(3): 380-388.
- [13] 魏利平, 王宝钢. 脉红螺繁殖生物学的研究[J]. 水产学报, 1999(2): 150-155.
Wei L P, Wang B G. Study on the reproductive biology of *Rhododendron chinensis*[J]. Journal of Fisheries of China, 1999(2): 150-155.
- [14] 柳敏海, 彭志兰, 傅荣兵, 等. 黄口荔枝螺早期发育的初步研究[J]. 大连海洋大学学报, 2010, 25(1): 24-28.
Liu M H, Peng Z L, Fu R B, et al. Preliminary study on early development of periwinkle snails[J]. Journal of Dalian Ocean University, 2010, 25(1): 24-28.
- [15] 杨铭. 角螺的繁殖生物学观察[J]. 海洋与渔业, 2008(4): 20-22.
Yang M. Observation of reproductive biology of snail[J]. Ocean and Fisheries, 2008(4): 20-22.
- [16] 刘宪杰, 常亚青. 扇贝种间杂交的可行性及幼体早期发育的初步研究[J]. 大连海洋大学学报, 2006, 21(4): 346-349.
Liu X J, Chang Y Q. Feasibility of interspecific hybridization of

- scallop and preliminary study on early development of larvae[J]. Journal of Dalian Ocean University, 2006, 21(4): 346-349.
- [17] 田传远, 赵厚均. 太平洋牡蛎配子和精子入卵的扫描电镜观察及胚胎发育的初步研究[J]. 海洋科学进展, 2000, 18(2): 51-55.
Tian C Y, Zhao H J. Scanning electron microscopic observation and embryonic development of pacific oyster gametes and sperm implantation[J]. Advances in Marine Science, 2000, 18(2): 51-55.
- [18] 肖秀兰, 张明, 魏宏民, 等. 鄱阳湖黄颡鱼胚胎发育观察[J]. 淡水渔业, 2003, 33(3): 36-37.
Xiao X L, Zhang M, Wei H M, et al. Observation on embryonic development of stingray in poyang lake[J]. Freshwater Fisheries, 2003, 33(3): 36-37.
- [19] 谭立军, 刘筠, 陈淑群. 乌龟胚胎发育的研究[J]. 水生生物学报, 2001, 25(6): 605-612.
- Tan L J, Liu W, Chen S Q. Studies on the embryonic development of turtles[J]. Journal of Hydrobiology, 2001, 25(6): 605-612.
- [20] 张信文, 熊燕. 法国肉鹌鹑胚胎发育的形态学观察和影响发育的环境因素[J]. 海南师范学院学报(自然科学版), 2002, 15(3): 214-219.
Zhang X W, Xiong Y. Morphological observation and environmental factors affecting embryonic development of french meat clams[J]. Journal of Hainan Normal University (Natural Science Edition), 2002, 15(3): 214-219.
- [21] Kingsley Smith P R, Richardson C A, Seed R. Growth and development of the veliger larvae and juveniles of *Polinices pulchellus* (Gastropoda: Naticidae)[J]. Journal of the Marine Biological Association of the Uk, 2005, 85(1): 171-174.

Studies on Embryo and Postembryonic Development of *Thais clavigera*

TIAN Chuan-Yuan¹, XIA Pei-Lun¹, ZHANG Jia-Rong¹, YU Rui-Hai¹, ZHENG Xiao-Dong¹,
GU Zhong-Qi², HUANG Ji²

(1. The Key Laboratory of Mariculture (Ocean University of China), Ministry of Education, Qingdao 266003, China;
2. Shengsi Institute of Marine Science and Technology in Zhejiang Province, Zhoushan 202450, China)

Abstract: We studied the early development of *Thais clavigera* and recorded the detailed characteristics and growth data each developmental stage of *T. clavigera*. We found that the oocysts of *T. clavigera* are hatched in 14 days when the temperature was maintained at 27~28 °C, then developed into cleavage, blastocyst, gastrulae, trochophore in egg membrane stage, intra-membrane veliger stage and planktonic larval stages sequentially. The *T. clavigera* larvae grew at an average speed of 16.35 μm per day, and metamorphosed into juveniles in about 25 d. Our findings provided an important theoretical basis for the artificial breeding of *T. clavigera*.

Key words: *Thais clavigera*; breeding biology; early development; embryo; larva; juvenile

责任编辑 朱宝象