

# 中国对虾幼体中肠的超微结构\*

张志峰 马爱军<sup>†</sup> 于利 廖承义

(青岛海洋大学海洋生命学院 青岛 266003)

<sup>†</sup>(中国水产科学研究院黄海水产研究所 青岛 266071)

**提要** 1995年4月,在山东日照市涛雒对虾育苗场采集中国对虾各期幼体,采用超薄切片和电镜观察的方法,对其中肠结构进行观察研究。结果表明,中国对虾幼体的中肠肠壁由3部分组成,即肠上皮、基膜和肌层。中肠上皮细胞具发达的微绒毛,胞质中富含线粒体、内质网、高尔基复合体及酶原颗粒等,它由两类细胞(含脂肪颗粒的细胞和不含脂肪颗粒的细胞)组成。第一类细胞在发育早期占多数,随着幼体的发育逐渐减少,至仔虾期后,肠上皮完全由第二类细胞组成。基膜分为内、外两层,且在各期中基本无变化。肌层分为环、纵肌层,在发育早期分层不明显,但肌层随着幼体的发育逐渐发达。

**关键词** 中国对虾 幼体 中肠 超微结构

**学科分类号** Q954.64

有关甲壳动物消化道结构的研究,国内外已有一些报道,Tigdon等(1976)对褐对虾消化道作过组织学描述,Talbot等(1972)及陈炳良等(1992)先后对褐对虾和中华绒螯蟹幼体中肠的超微结构进行了研究,但对中国对虾的消化道目前仅见一些组织学报道(王海林等,1997;陈宽智等,1988;高洁等,1986)。本文报告中国对虾幼体不同发育阶段中肠超微结构的电镜观察结果,以期进一步揭示中肠在物质消化及吸收等方面的作用,为中国对虾幼体发育过程中的营养生理学研究以及人工育苗提供理论依据。

## 1 材料与方 法

实验用中国对虾(*Penaeus chinensis*)幼体,于1995年4月采自日照市涛雒对虾育苗场,取无节幼体V期(N<sub>5</sub>)、蚤状幼体II期(Z<sub>2</sub>)、糠虾幼体II期(M<sub>2</sub>)和仔虾早期(P<sub>1</sub>-P<sub>2</sub>)作为样品。分别用2.5%戊二醛和1%锇酸双固定,酒精系列脱水,丙酮转换,Epon-812包埋,超薄切片用醋酸铀和柠檬酸铅双重染色,H-7000型透射电镜下观察并拍照。

## 2 结 果

中国对虾的中肠是消化道中最长的部分,从发生角度来看,中肠是在无节幼体III期由内胚层细胞板通过上卷的方式而形成。在电镜下,各期幼体的中肠壁均由肠上皮、基膜、肌层、结缔组织等部分组成。

\* 国家攀登计划B资助项目,PD B-6-2-2号。张志峰,女,出生于1964年1月,博士,副教授,Fax:0086-0532-2879091

收稿日期:1998-03-26,收修改稿日期:1998-08-18

### 2.1 肠上皮

肠上皮主要由两类细胞组成,第一类为含脂肪颗粒的细胞(图 1:1),该细胞呈柱状,细胞中有一个明显的细胞核,核内具一个大的核仁,异染色质主要分布于近核膜处。胞质中

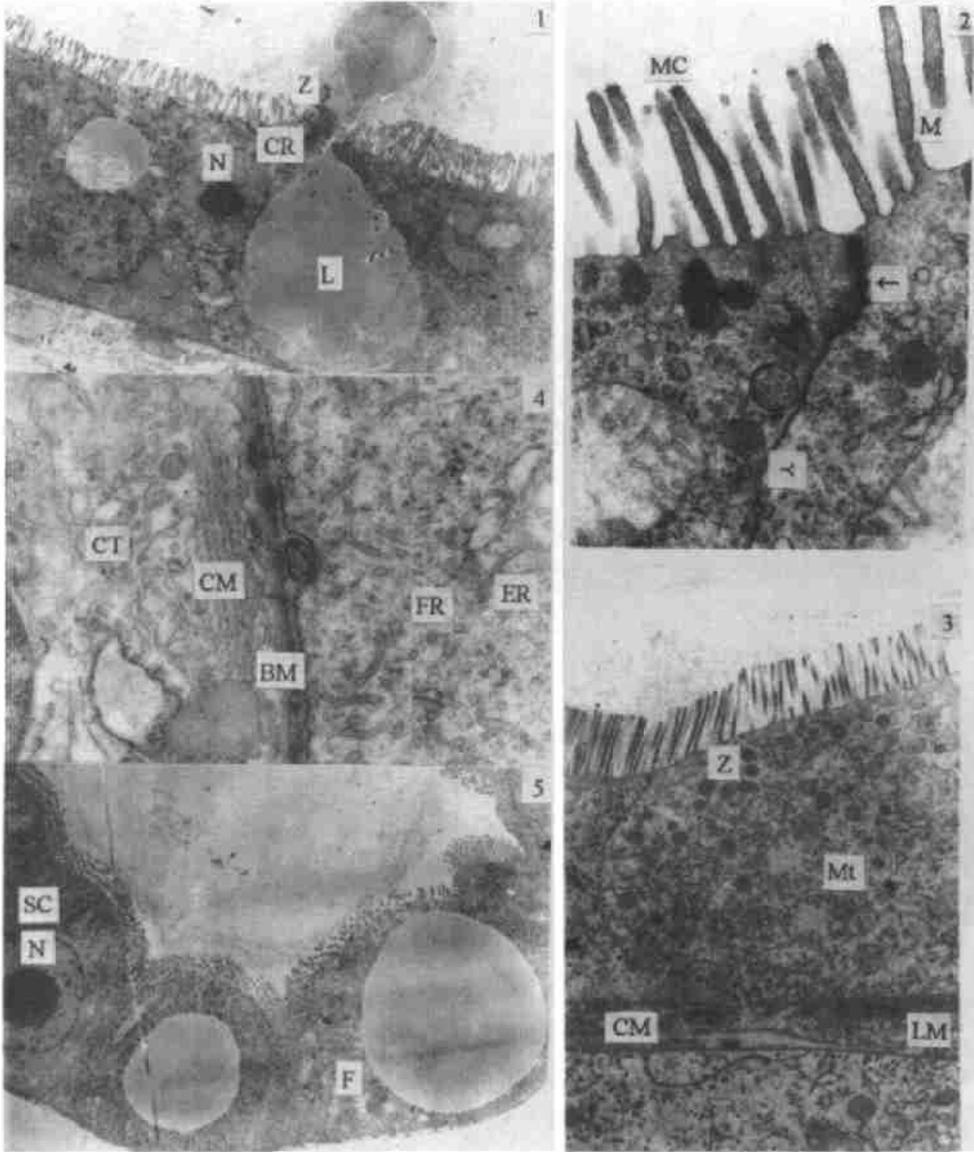


图 1 中国对虾幼体中肠的超微结构

Fig.1 Ultrastructure of midgut in *Penaeus chinensis* larvae

1. M<sub>2</sub>期中肠切面, × 2 000; 2. M<sub>2</sub>期中肠细胞的微绒毛及胞间连接, × 2 000; 3. P期中肠纵切, × 4 000; 4. M<sub>2</sub>期中肠细胞底部,示基膜及肌层, × 5 000; 5. Z<sub>2</sub>期中肠横切, × 1 500. BM: 基膜; CM: 环肌; CR: 正在排放脂肪颗粒和糖原颗粒的细胞; CT: 结缔组织; ER: 内质网; F: 含脂肪颗粒的细胞; FR: 游离核糖体; L: 脂肪颗粒; LM: 纵肌; M: 微绒毛; MC: 微绒毛外被; Mit: 线粒体; N: 核; SC: 不含脂肪颗粒的细胞; Z: 糖原颗粒; —: 桥粒连接; >: 中间连接

含多个小的或一个大的脂肪颗粒,随着脂肪颗粒的增大,核往往被挤到细胞的一侧,线粒体为椭圆形或长椭圆形,分散于细胞中,内质网呈小泡状或分枝小管状,高尔基复合体和游离核糖体也广泛地分布于细胞质中,此外,细胞中还出现一些由单层膜包围的致密颗粒,为酶原颗粒。在细胞游离面的微绒毛没有象典型高等动物微绒毛中的微丝及基部终末网结构,在此微绒毛髓部仅为均质状物质组成,且往往在微绒毛侧面及顶端部电子密度较高(图 1:2)。第二类细胞为不含脂肪颗粒的细胞(图 1:3),该细胞呈柱状,除不含脂肪颗粒外,其它细胞组成与第一类细胞相同,但某些胞器(如内质网、线粒体等)的数量要比第一类细胞多。中肠上皮细胞的侧面主要以中间连接为主,但在细胞顶侧面有类似桥粒样结构发生(图 1:2)。

## 2.2 基膜

基膜紧贴肠上皮基底面处的细胞膜,基本呈平直状,偶有一小区域向上皮细胞内突入,它由两层组成,内层电子密度较低,外层为电子致密物质组成,且比内层厚(图 1:3—4)。

## 2.3 肌层

肌层位于基膜之外,分为纵肌和环肌,但二者分层不明显(图 1:3)。

## 2.4 各发育期的结构差异

上述为中国对虾幼体期中肠的基本结构,但各部分随发育尚存在不同程度的差异: $N_2$ 和 $Z_2$ 期具有基本相同的中肠壁结构,其上皮细胞以第一类细胞为主,胞质中的酶原颗粒存在于两类细胞中,其主要分布在细胞顶部,紧靠微绒毛基部。此阶段上皮细胞的微绒毛较后期稍短。基膜与其它各期基本无区别,但肌层在此期不发达,较后期薄(图 1:5)。发育至 $M_2$ 期,肠上皮中的第一类细胞明显减少,第二类细胞数目增多,且成为主要细胞类型,此期微绒毛较前期稍有增长。胞质中酶原颗粒仍主要分布于细胞顶部,游离核糖体较前期有所增多,但内质网数量似有减少。基膜和肌层与前期基本相同(图 1:1)。P期,肠上皮仅由第二类细胞组成,第一类细胞至此期消失。此阶段上皮的微绒毛明显增长,酶原颗粒分散于胞质中,线粒体增多,内质网及游离核糖体明显,肌层明显较前期发达,且组成肌层的纵、环肌的肌丝数量增多(图 1:3)。

## 3 讨论与结语

中国对虾幼体中肠上皮细胞游离面具有较发达的微绒毛,显示出吸收细胞的结构特征。典型微绒毛的髓部由微丝支撑,可使其作一定程度的伸长和缩短活动,且在吸收旺盛的细胞中微绒毛基部往往还有终末网结构。在中国对虾幼体中肠结构中既无这种典型结构,也没有象陈炳良等(1992)在中华绒螯蟹幼体中肠微绒毛中所发现的伸向细胞体内的梯状纹纤维丝,中国对虾幼体中肠上皮细胞微绒毛与Talbot等(1972)所描述的褐对虾中肠上皮细胞的微绒毛结构相似,即髓部中既无微丝样结构,也没有终末网样结构。作者认为,这种结构可能反映出中肠具一定的物质吸收能力,但吸收力不太强。另外,随中国对虾幼体发育,微绒毛逐渐增长,这一定程度上显示出,中肠上皮细胞的物质吸收能力随幼体发育逐渐增强。本研究还发现,在微绒毛的顶侧面有类似于微绒毛外被样的致密物质出现,Talbot等(1972)在研究褐对虾时也描述过此结构,认为可能与形成或分泌形成围食膜有关。

Talbot等(1972)将褐对虾幼体中肠细胞划分为两类,即含较少粗面内质网和游离核

糖体的浅亮细胞以及富含粗面内质网和游离核糖体的暗细胞。陈炳良等(1992)分中华绒螯蟹幼体中肠细胞为三类,即椭圆形细胞,囊状细胞和具分泌小泡的细胞。从本实验观察结果来看,中国对虾幼体中肠结构更接近于 Talbot 等(1972)对褐对虾的观察结果,中肠细胞也分为两类,第一类含有脂肪颗粒的细胞,该类细胞与褐对虾的浅亮细胞更接近一些,第二类为不含脂肪颗粒的细胞,但该类细胞含有较第一类细胞更多的粗面内质网和游离核糖体,与褐对虾的暗细胞相似。

在中国对虾发育早期,中肠以第一类细胞为主,这类细胞在结构上类似于在中肠腺中所观察的 B 细胞(王海林等,1997),细胞内含有脂肪颗粒,且由开始的小而多,逐渐汇集成一个大的脂肪颗粒,并最终在细胞游离面通过膜破裂的方式,排出内含物到中肠腔中(图 1:1)。这种细胞结构上的相似性,进一步证实了中肠腺由中肠分化而来,中肠腺中的 B 细胞最早由中肠中的第一类细胞分化而来。据 Al-Mohanna 等(1986)在对短沟对虾(*Penaens semisulcatus*)的研究中所提出的,B 细胞在中肠腺中主要参与胞内消化,因此,本文认为,在中国对虾 Z<sub>2</sub>期以前,中肠腺尚不发达,中肠上皮兼有吸收和消化功能,其中的第一类细胞所排出的脂肪颗粒和酶原颗粒主要用于消化,随着发育,中肠腺逐渐发达,中肠的消化作用逐渐由中肠腺代替;至 M 期(糠虾期),中肠的功能主要为吸收,从结构上细胞类型发生转换,由早期以第一类细胞为主;至 P 期(仔虾期)变为以第二类细胞为主,并最终完全由第二类细胞所代替。

从肠上皮细胞内的细胞器来看,胞质中大量的线粒体为中肠的代谢提供了能量基础,尤其是胞质内呈管状或泡状的膜管系统及酶原颗粒,在中肠细胞物质运输、渗透压调节及消化等方面都具有重要意义。

中肠的肌层主要用于肠道的蠕动,以利于物质运输和吸收,中国对虾随着发育,肌层逐渐发达,这种结构也进一步说明,随着发育,中肠的物质运输和吸收作用有逐渐增强的趋势。

**致谢** 青岛海洋大学测试中心刘晓云、姜明同志对本工作给予支持和帮助,谨致谢忱。

### 参 考 文 献

- 王海林,廖承义,张志峰,1997. 中国对虾(*Penaens chinensis*)消化系统发生的研究. 青岛海洋大学学报,27(3): 339—346
- 成令忠,1995. 组织学与胚胎学. 北京:人民卫生出版社,20—24
- 陈炳良,堵南山,1992. 中华绒螯蟹幼体中肠的超微结构. 海洋与湖沼,23(5): 533—535
- 陈宽智,鲍 鹰,何伟宏,1988. 东方对虾消化系统解剖和组织学研究. 山东海洋学院学报,18(1): 43—53
- 高 洁,杨 泽,马 牲,1986. 中国对虾(*Penaens orientalis* Kishinouye)消化系统发生的初步研究. 山东海洋学院学报,16(4): 18—23
- Al-Mohanna S Y, Nott J A, 1986. B-Cells and digestion in the hepatopancreas of *Penaens semisulcatus* (Crustacea: Decapoda). J Mar Biol Ass U K, 66:403—414
- Talbot P, Clark W H, Lawrence A L, 1972. Fine structure of the midgut epithelium in the developing brown shrimp *Penaens aztecus*. J Morph, 138:476—485
- Tigdon R H, Mensik D J, 1976. Gastrointestinal tract of *Penaens aztecus* ives, 1891 (Decapoda, Natantia), A histologic study. Crustaceana, 30(2):164—168

## ULTRASTRUCTURE OF THE MIDGUT IN THE LARVAE OF *PENAEUS CHINENSIS*

ZHANG Zhi-feng, MA Ai-jun<sup>†</sup>, YU Li, LIAO Cheng-yi

(College of Marine Life Sciences, Ocean University of Qingdao, Qingdao, 266003)

<sup>†</sup>(Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Qingdao, 266071)

**Abstract** Larval *Penaeus chinensis* (from nauplius to post larvae) were collected from Taoluo Prawn Breeding Factory, Rizhao City, Shandong Province, in April 1995. The midgut ultrastructure was observed by TEM. The larval *Penaeus chinensis* samples were prefixed in 2.5% glutaraldehyde and postfixed in 1% osmic acid. After dehydration in a series of graded ethanol, they were transferred into acetone and embedded in Epon-812. After sitting by the semi-thin section technique, the ultra-thin sections were stained with lead citrate and uranyl acetate. The result shows that midgut is most developed in the digestive tube. It consists of three parts, i.e. midgut epithelium, basal membrane and muscular layers. Epithelial cells have abundant microvilli and contain rich mitochondria, endoplasmic reticulum, Golgi complex and zymogen granules in cytoplasm. Two epithelial cell types can be distinguished: the cells containing lipid granules (Fig. 1:1) and the cells lacking lipid granules (Fig. 1:3). The main cell type is the first one at the early stage, but in the development process, the first type cells become fewer gradually, and disappear at the post-larval stage. Eventually, the epithelium only consists of the second type cells. The first type cell is similar to the B-cell of the midgut gland in the structure (Wang *et al*, 1997), with lipid granules in it. The lipid granules change from many small ones to a few large ones. At last, the large lipid granules are released into the midgut lum. The similarity in structure further confirms that the midgut gland is from the midgut and the B-cell is from the first type cell of the midgut at first. Because the B-cell participates in cyto-digestion in midgut gland (Al-Mohanna *et al*, 1986), at the early stage the midgut epithelium participates in absorption and digestion before the midgut gland developed. Zymogen and lipid granules of the first type cells are mainly used in digestion. With the gradual midgut-gland development, the digestive function of the midgut is replaced by the midgut gland's. At the mysis stage, the midgut mainly participates in absorption. The cell gradually changes from the first type at the early stage to the second type cell. At the postlarval stage, the cell type changes to the second type completely.

The basal membrane has two layers (Fig. 1:3, 4) and there is no change in the development. The muscular layer includes circular and longitudinal cells (Fig. 1:3, 5), and it thickens gradually in the development.

**Key words** *Penaeus chinensis* Larvae Midgut Ultrastructure

**Subject classification number** Q954.64