

## 中国对虾和日本沼虾胃肠道内分泌细胞的鉴别与比较

陈洪洪 朱联九 潘洪珍 潘新华 张盛周

(安徽师范大学生命科学学院, 芜湖 241000)

### IDENTIFICATION AND COMPARISON OF ENDOCRINE CELLS IN THE GASTROINTESTINAL TRACT OF *PENAEUS CHINENSIS* AND *MACROBRACHIUM NIPPONENSIS*

CHEN Hong-Hong, ZHU Lian-Jiu, PAN Hong-Zhen, PAN Xin-Hua and ZHANG Sheng-Zhou

(College of Life Science, Anhui Normal University, Wuhu 241000, China)

关键词: 中国对虾; 日本沼虾; 胃肠道; 嗜银细胞; 内分泌细胞

**Key words:** *Penaeus chinensis*; *Macrobrachium nipponensis*; Gastrointestinal tract; Argyrophil cells; Endocrine cells

中图分类号: Q954 文献标识码: A 文章编号: 1000-3207(2010)03-0642-05

甲壳动物的蜕皮、繁殖、神经活动、色素活动、心跳、渗透压以及血糖调节等各项生命活动均受内分泌激素的调控<sup>[1]</sup>。在脊椎动物中的研究表明, 胃肠激素具有调节消化吸收过程、保护胃肠黏膜和控制动物摄食行为等多项生理作用<sup>[2-4]</sup>。Resch-Sedlmeier, *et al.*<sup>[5]</sup>用胃肠激素 CCK-8 刺激泥污螯虾(*Orconectes limosus*)离体的肝胰腺, 发现其可诱导蛋白酶和淀粉酶的释放, 表明甲壳动物的消化吸收过程亦受胃肠激素的调节。然而, 目前对甲壳动物胃肠激素内分泌细胞的鉴定与定位方面的研究尚少, 且主要集中于蟹类<sup>[6-10]</sup>, 虾类的报道甚少<sup>[11]</sup>。中国对虾(*Penaeus chinensis*)与日本沼虾(*Macrobrachium nipponensis*)分别隶属甲壳纲十足目的对虾科与长臂虾科, 均具有很高的营养价值和经济价值, 是我国主要的经济养殖型虾类。本研究首先用银染法对这两种虾胃肠道内分泌细胞的存在与分布型作了初步的探索, 再用免疫组织化学技术对其胃肠道 5 种重要的内分泌细胞进行了鉴别与比较, 旨在为全面认识虾类的消化机能积累资料, 供人工养殖参考, 同时丰富比较内分泌学和进化生物学知识。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

中国对虾和日本沼虾各 12 只, 中国对虾体长

7.0—9.0 cm, 体重 5.0—7.0 g; 日本沼虾体长 5.0—6.0 cm, 体重 2.5—4.0 g, 均处于蜕皮间期, 购于芜湖黄山路菜市场。每种虾随机分成两组, 每组 6 只。解剖前先将虾置于 -20℃ 下 5—15 min, 再转移到 4℃ 下 20—30 min 进行低温麻醉。将麻醉后的中国对虾和日本沼虾放在 4℃ 预冷的 PBS 中迅速解剖, 取出贲门胃、幽门胃、中肠和后肠。用 0.75% 生理盐水冲洗干净, 将每种虾的其中一组材料用 10% 中性福尔马林固定 24 h 后用于银染处理。另一组材料用 Bouin's 液固定 20—24 h, 常规石蜡切片, 用于免疫组织化学染色。

### 1.2 主要试剂

5 种胃肠激素的兔抗血清五羟色胺(5-Hydroxytryptamine, 5-HT)、生长抑素(Somatostatin, SS)、胃泌素(Gastrin, Gas)、胰高血糖素(Glucagon, Glu)和胰多肽(Pancreatic polypeptide, PP)均为美国 ZYMED 公司产品, 链霉菌抗生素蛋白-过氧化氢酶(Streptavidin peroxidase, S-P)免疫组织化学试剂盒(SP-9001)购于北京中山生物技术公司, 均按说明书使用。

### 1.3 实验方法

整块组织 Grimelius 银染法<sup>[12]</sup> 材料用 10% 中性福尔马林固定 24 h 后, 蒸馏水冲洗 5—6 次。放入银染

收稿日期: 2008-11-25; 修订日期: 2009-10-12

基金项目: 安徽师范大学生物大分子进化重点实验室开放基金(No. 2006B001); 生物环境与生态安全省级重点实验室及安徽省重要生物资源保护与利用重点实验室建设基金(2007-10)资助

作者简介: 陈洪洪(1983—), 女, 安徽淮南人; 研究生; 研究方向为动物细胞学与生理生化。E-mail: hsanghai-1943@163.com

通讯作者: 张盛周, E-mail: szzhang@mail.ahnu.edu.cn

液(硝酸银 30 mg, 0.1 mol/L pH 5.6 醋酸缓冲液 10 mL, 双蒸水 100 mL)中在 37 ℃温箱里避光染色 20—24h。蒸馏水冲洗 5—6 次, 立即放入 60℃的还原剂(5%无水亚硫酸钠与 1%的对苯二酚 1:1)中还原 20—30min, 再用蒸馏水冲洗 5—6 次。常规脱水透明, 常规石蜡切片, 脱蜡封片。

免疫组织化学染色 常规石蜡切片脱蜡至水, 3% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 室温孵育 5min, 以消除内源性过氧化物酶的活性; 蒸馏水浸洗, PBS 浸泡 5min; 滴加正常山羊血清(1:10)室温孵育 10min, 封闭非特异性反应部位; 倾去血清, 滴加胃肠激素抗体, 4℃过夜; PBS 浸洗 5min×3 次, 滴加即用型生物素标记的二抗(羊抗兔 IgG 抗血清), 室温孵育 1.5h; PBS 浸洗 5min×3 次, 滴加即用型链霉菌抗生物素蛋白-过氧化物酶, 室温 1h; PBS 浸洗 5min×3 次, DAB-H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 显色; 蒸馏水洗净, 苏木精复染, 脱水, 透明, 封片。阴性对照分别用正常羊血清和 PBS 代替一抗, 其余步骤同上。

1.4 观察与计数

在奥林巴斯 BX61 型显微镜下观察拍照, 并对每个部位的切片随机取 10 个 400 倍视野计数, 取平均值 ( $\bar{X} \pm SD$ )表示内分泌细胞的分布密度, 用单因素方差分

析(one-way ANOVA)对各部位中同一种内分泌细胞的绝对数量进行统计学处理。

2 结 果

2.1 中国对虾和日本沼虾胃肠道内分泌细胞的银染法鉴别与比较

嗜银细胞被染成黑褐色, 背景呈黄色, 对比明显, 容易辨认。嗜银细胞在中国对虾和日本沼虾的胃肠道各段均有分布, 但两者分布型不同。中国对虾肠道中嗜银细胞分布较多; 而日本沼虾胃肠道各段嗜银细胞密度无明显差异(表 1)。嗜银细胞主要位于结缔组织, 上皮中有少量分布, 多呈卵圆形, 少数形状不规则(图版 I -1、2)。

2.2 中国对虾和日本沼虾胃肠道内分泌细胞的免疫组织化学染色鉴别与比较

光学显微镜下, 免疫阳性细胞呈深棕色, 背景呈浅蓝或淡黄色, 容易区分。阴性对照切片均未见深棕色细胞。在中国对虾和日本沼虾胃肠道中均检测出了五羟色胺(5-HT)、胃泌素(Gas)、生长抑素(SS)、胰高血糖素(Glu)和胰多肽(PP)等 5 种胃肠激素内分泌细胞, 其在两种虾胃肠道各段的密度分布情况(表 2)。

表 1 中国对虾和日本沼虾胃肠道嗜银细胞的分布  
Tab. 1 Distribution of the argyrophil cells in the gastrointestinal tract of *Penaeus chinensis* and *Macrobrachium nipponensis*

	贲 门 胃 Cardiac stomach	幽 门 胃 Pyloric stomach	中 肠 Midgut	后 肠 Hindgut
中国对虾 <i>Penaeus chinensis</i>	+	+	++	++
日本沼虾 <i>Macrobrachium nipponensis</i>	+	+	+	+

注: + 少量阳性细胞; ++ 较多阳性细胞  
Note: + few positive cells; ++ more positive cells

表 2 中国对虾和日本沼虾胃肠道内分泌细胞分布及密度(细胞个数/400 倍视野)  
Tab. 2 Distribution and density of the endocrine cells in the gastrointestinal tract of *Penaeus chinensis* and *Macrobrachium nipponensis* (Number of cells/400 times field)

		贲 门 胃 Cardiac stomach	幽 门 胃 Pyloric stomach	中 肠 Midgut	后 肠 Hindgut
五羟色胺	P	1.0±0.77 <sup>a</sup>	0.5±0.67 <sup>a</sup>	1.1±0.99 <sup>a</sup>	1.1±0.99 <sup>a</sup>
5-HT	M	0.9±0.74 <sup>a</sup>	0.7±0.67 <sup>a</sup>	1.1±0.74 <sup>a</sup>	1.2±0.92 <sup>a</sup>
胃泌素	P	2.9±2.18 <sup>a</sup>	2.6±1.64 <sup>a</sup>	2.8±1.54 <sup>a</sup>	1.8±1.47 <sup>a</sup>
Gas	M	0.9±0.74 <sup>a</sup>	1.3±0.82 <sup>a</sup>	0.9±0.74 <sup>a</sup>	1.7±1.34 <sup>a</sup>
生长抑素	P	3.1±2.33 <sup>a</sup>	1.8±1.03 <sup>a</sup>	2.9±1.66 <sup>a</sup>	3.2±2.70 <sup>a</sup>
SS	M	1.1±1.20 <sup>b</sup>	2.4±1.58 <sup>a</sup>	0	1.1±0.99 <sup>b</sup>
胰高血糖素	P	3.7±2.26 <sup>b</sup>	2.7±1.63 <sup>b</sup>	3.3±1.88 <sup>b</sup>	4.9±2.23 <sup>a</sup>
Glu	M	2.2±1.48 <sup>b</sup>	4.1±1.91 <sup>a</sup>	1.3±0.95 <sup>c</sup>	3.6±1.17 <sup>b</sup>
胰多肽	P	1.4±0.91 <sup>a</sup>	2.0±0.63 <sup>a</sup>	1.4±1.01 <sup>a</sup>	1.2±0.9 <sup>b</sup>
PP	M	1.4±1.17 <sup>b</sup>	1.9±0.99 <sup>b</sup>	3.8±1.87 <sup>a</sup>	0

注: P. 中国对虾; M. 日本沼虾; 表中同一行数据右上角字母相同表示数据间差异不显著( $P>0.05$ ); 不相同表示差异显著,  $a > b > c > d$  ( $P<0.05$ )  
Note: P. *Penaeus chinensis*; M. *Macrobrachium nipponensis*; The superscripts with the same letter on the same line mean insignificant difference( $P>0.05$ ), while the different letters mean significant difference,  $a > b > c > d$  ( $P<0.05$ )

5-HT 细胞在中国对虾和日本沼虾的胃肠道各段均有少量分布,且在各段的分布密度差异不显著( $P>0.05$ )。两种虾胃肠道 5-HT 细胞的分布型相似。阳性细胞主要位于结缔组织中,少数位于肌层,呈卵圆形(图版 I-3、4);在中国对虾后肠上皮中也有少量分布,形状不规则。

Gas 细胞在中国对虾和日本沼虾胃肠道各段均有分布。两种虾胃肠道各段的阳性细胞分布密度差异均不显著( $P>0.05$ ),两者分布型相似。阳性细胞位于上皮组织及其基部的结缔组织中,形状不规则(图版 I-5、6)。

SS 细胞在中国对虾的胃肠道各段均有分布,贲门胃中分布密度最大( $P < 0.05$ );在日本沼虾胃肠道亦有较广泛的分布,以幽门胃中分布最多( $P < 0.05$ ),中肠中未被检出。阳性细胞主要位于上皮组织及其基部的结缔组织中,呈卵圆形或形状不规则(图版 I-7、8)。

Glu 细胞在中国对虾和日本沼虾胃肠道各段均有较多分布,但分布型不同。中国对虾后肠中 Glu 细胞密度最大( $P < 0.05$ ),而日本沼虾则以幽门胃中分布密度最高( $P < 0.05$ )。阳性细胞位于上皮组织及其基部的结缔组织中,呈卵圆形或形状不规则(图版 I-9、10)。

PP 细胞在中国对虾胃肠道各段均有分布,后肠中分布密度最低( $P < 0.05$ ),其他各段分布密度差异不显著( $P>0.05$ )。在日本沼虾中肠中分布密度显著高于其他各部位( $P < 0.01$ ),后肠中未被检出。阳性细胞主要位于上皮组织及其基部结缔组织中,呈卵圆形或形状不规则(图版 I-11、12)。

### 3 讨 论

胃肠道内分泌细胞产生的胺类和肽类激素都贮存在胞浆分泌颗粒中,可用银染法来显示<sup>[13]</sup>。本研究首先采用银染法发现在中国对虾与日本沼虾胃肠道的各段均有嗜银细胞分布,然后用免疫组化技术在两种虾胃肠道中检测出了 5-HT、SS、Gas、Glu 和 PP 等 5 种重要胃肠激素内分泌细胞。

#### 3.1 5-HT 细胞

5-HT 细胞普遍存在于各类脊椎动物消化道中,其分泌的 5-HT 能刺激消化液的分泌和平滑肌的收缩,对脊椎动物消化吸收有着很强的调节作用<sup>[14—16]</sup>。黄辉洋等<sup>[7]</sup>在锯缘青蟹(*Scylla serrata*)消化道各段均检出 5-HT 细胞,方之平等<sup>[8]</sup>在中华绒螯蟹(*Eriocheir sinensis*)食道、贲门胃及中肠亦检出 5-HT 细胞,本研究在中国对虾和日本沼虾胃肠道各段均检出 5-HT 阳性细胞。可见,5-HT 细胞亦广泛分布甲壳动物消化道中,可能对甲壳动物的消化吸收亦有重要的调节作用。

#### 3.2 Gas/CCK 细胞

Gas/CCK 细胞曾在锯缘青蟹<sup>[9]</sup>和首长黄道蟹(*Cancer magister*)<sup>[10]</sup>消化道中被检出, Favrel, et al.<sup>[11]</sup>在锯齿长臂虾(*Palaemon serratus*)血淋巴和胃中均检测到了 Gas/CCK

样物质,且发现其在即将蜕皮时的浓度最高,在其他时期很少出现。用 CCK-8 刺激泥污螯蟹离体的肝胰腺,可以诱导蛋白酶和淀粉酶的释放<sup>[5]</sup>。可见,甲壳动物 Gas 细胞可能有调节蜕皮及消化吸收等多项生理功能。本研究在中国对虾和日本沼虾胃肠道各段均检测出了较多的 Gas 阳性细胞,其分布范围均大于锯缘青蟹及首长黄道蟹<sup>[9,10]</sup>,显示其在甲壳动物消化道中的分布型存在一定的种间差异。本研究中的两种虾均处于蜕皮间期,提示 Gas 细胞在此可能主要参与调节胃肠道的消化吸收功能。

#### 3.3 SS 细胞

脊椎动物胃肠道 SS 细胞分泌的 SS 对胃肠功能有普遍的抑制作用,能抑制胃肠激素及酶等的分泌<sup>[4]</sup>。黄辉洋等<sup>[9]</sup>在锯缘青蟹胃肠道中未检测出 SS 阳性细胞。本研究在中国对虾和日本沼虾胃肠道均检出了 SS 细胞,其在中国对虾胃肠道各段均有分布,在日本沼虾则分布于除中肠外的胃肠道各段。可见,SS 细胞在甲壳动物消化道中的存在与分布型有较大的种间差异。在脊椎动物中的研究表明,SS 细胞可通过 SS-Gas 旁分泌调节机制实现对 Gas 细胞分泌活动的调控<sup>[4]</sup>。本研究中两种虾胃肠道的 SS 细胞的分布状况与 Gas 细胞并不完全吻合,这反映了 SS 细胞在甲壳动物中的作用或作用方式可能与其在脊椎动物中不完全相同,有待进一步研究。

#### 3.4 Glu 和 PP 细胞

在中国对虾和日本沼虾胃肠道中还检测出了 Glu 和 PP 细胞。黄辉洋等<sup>[9]</sup>在锯缘青蟹的消化道皮腺中检出了 Glu 细胞并认为其参与调节胃肠吸收过程。中国对虾和日本沼虾胃肠道内广泛分布着较多的 Glu 细胞,但分布型不同。中国对虾后肠中的 Glu 细胞密度最大,而日本沼虾则以幽门胃中分布密度最高。潘黔生等<sup>[17]</sup>在研究不同食性鱼类肠道 Glu 细胞的存在与分布型时发现,肉食性鱼类肠道中几乎不存在 Glu 细胞,而草食性鱼类则整个肠道都有 Glu 细胞分布,且以肠道前段分布密度最大。他们进而认为草食性鱼类肠道中有 Glu 细胞分布与 Glu 细胞分泌的 Glu 可促进黏膜生长弥补草纤维对黏膜的磨损相关。中国对虾和日本沼虾均属杂食性,但中国对虾是以肉食为主的杂食性虾类,主要以底栖的甲壳类、瓣鳃类等为食,而日本沼虾则是主要以植物碎片和有机碎片为食的杂食性虾类,两者 Glu 细胞的分布型不同是否与其食性上的差异有关尚需进一步研究。PP 细胞在两种虾的胃肠道中亦有广泛分布,但其在锯缘青蟹中未被检出<sup>[9]</sup>,本研究丰富了甲壳动物消化道内分泌细胞的种类,其作用有待于进一步研究。

#### 3.5 五种内分泌细胞的定位与生理结构的关系

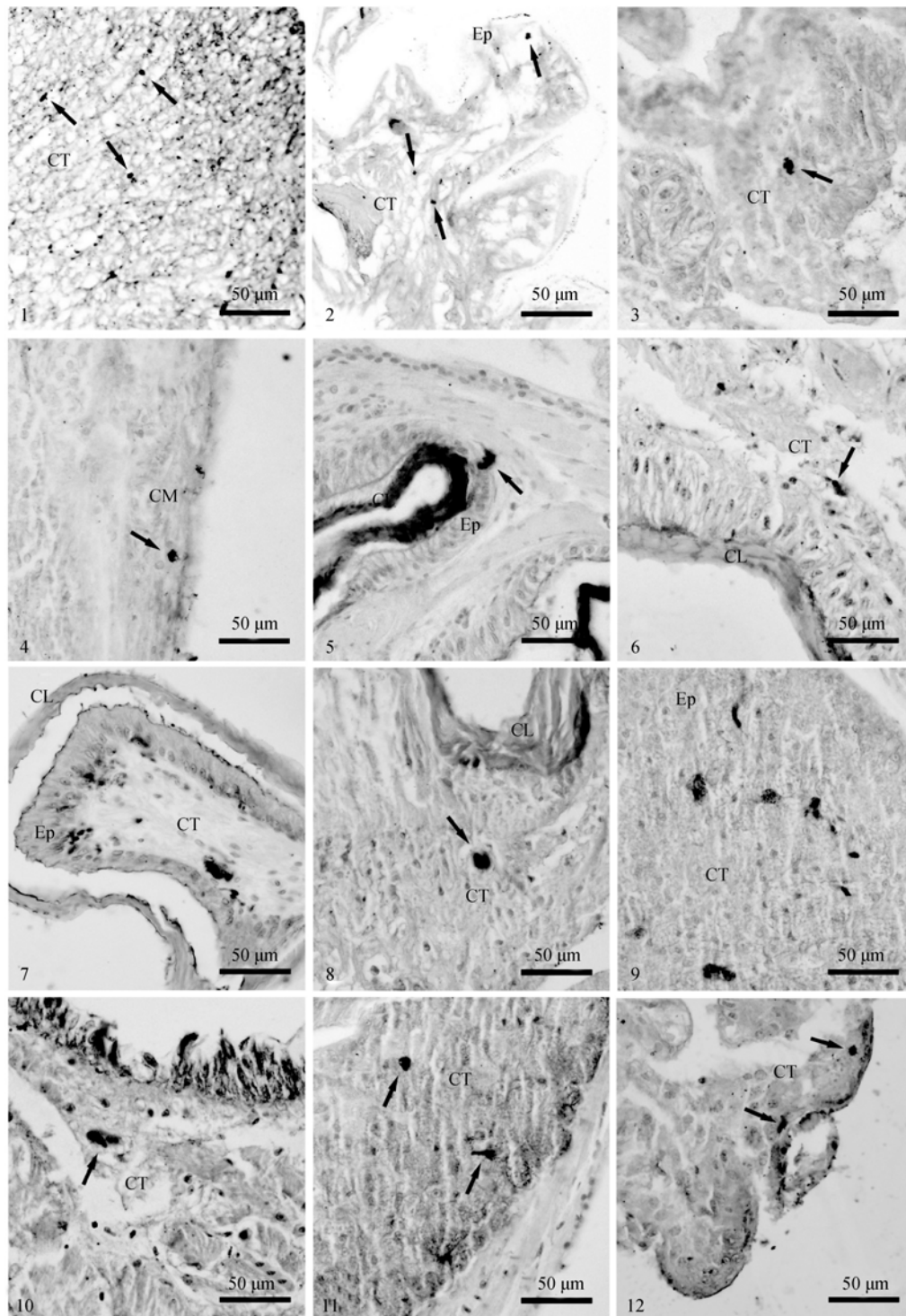
中国对虾和日本沼虾胃肠道中检出的 5 种内分泌细胞主要位于结缔组织中,黏膜上皮中较少,这与脊椎动物内分泌细胞主要分布于消化道黏膜上皮的模式不同<sup>[13—16]</sup>。黄

辉洋等<sup>[7,9]</sup>在对甲壳动物锯缘青蟹消化道内分泌细胞的研究中亦发现了类似情况, 并认为黏膜上皮中内分泌细胞可直接感受消化腔内容物的刺激而进行胃肠激素的分泌, 锯缘青蟹消化道内分泌细胞主要位于结缔组织中可能与其消化道内壁衬有几丁质, 黏膜上皮没有直接接触到消化道内容物有关。本研究中, 两种虾胃肠道的贲门胃和幽门胃内壁均衬有几丁质, 这两个部位的内分泌细胞大多数位于结缔组织中, 中、后肠未衬有几丁质或几丁质很薄, 其中阳性细胞有较多位于上皮中, 与上述说法相一致。但这种内分泌细胞的局部分布模式是否确实是对这种特殊结构的适应尚需进一步的研究。

总之, 中国对虾与日本沼虾胃肠道中存在多种内分泌细胞, 它们之间及其与一些已知的甲壳动物间内分泌细胞的分布状况有一定的共性, 然而也存在一定的种间特异性。

#### 参考文献:

- [1] Cai S L. A Review of Crustacean Endocrinology[J]. *Journal of Fisheries of China*, 1998, **22**(2): 154—161 [蔡生力. 甲壳动物内分泌学研究展望. 水产学报, 1998, **22**(2): 154—161]
- [2] Rehfeld J F. A Centenary of Gastrointestinal Endocrinology [J]. *Horm Metab Res*, 2004, **36** (11-12): 735—741
- [3] Nilsson A H. The gut as the largest endocrine organ in the body [J]. *Annals of Oncology*, 2001, **12** (Suppl 2): S63—68
- [4] Liu Y, Tytgat G N, Xiao S D, *et al.* Gastric endocrine cells [J]. *Chinese Journal of Digestive Diseases*, 2003, **4**(4): 160—167
- [5] Resch-Sedlmeier G, Sedlmeier D. Release of Digestive Enzymes from the Crustacean Hepatopancreas: Effect of Vertebrate Gastrointestinal Hormones [J]. *Comparative Biochemistry and Physiology B-biochemistry & Molecular Biology*, 1999, **123**: 187—192
- [6] Webster S G, Dirksen H, Chung J S. Endocrine Cells in the Gut of the Shore Crab *Carcinus maenas* Immunoreactive to Crustacean Hyperglycaemic Hormone and its Precursor-related Peptide [J]. *Cell Tissue Research*, 2000, **300**(1): 193—205
- [7] Huang H Y, Li S J, Wang G Z, *et al.* Immunohistochemical study of serotonin in the digestive system of *Scylla serrata* [J]. *Journal of Xiamen University (Natural Science)*, 2001, **40**(3): 789—792 [黄辉洋, 李少菁, 王贵忠, 等. 锯缘青蟹消化系统 5-羟色胺免疫组织化学的研究. 厦门大学学报(自然科学版), 2001, **40**(3): 789—792]
- [8] Fang Z P, Pan Q S, Zhao Y X, *et al.* Immunohistochemical identification and localization of AUPD cells of Chinese mitten-handed crab on different developed stages [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2001, **25**(4): 370—375 [方之平, 潘黔生, 赵雅心, 等. 中华绒螯蟹个体发育期 AUPD 细胞的免疫细胞定位. 水生生物学报, 2001, **25**(4): 370—375]
- [9] Huang H Y, Ye H H, Li S J, *et al.* Immunohistochemical localization of endocrine cells in the digestive system of the mud crab *Scylla serrata* [J]. *Journal of Xiamen University (Natural Science)*, 2005, **44**(1): 94—97 [黄辉洋, 叶海辉, 李少菁, 等. 锯缘青蟹消化系统内分泌细胞免疫细胞化学定位. 厦门大学学报(自然科学版), 2005, **44**(1): 94—97]
- [10] Scalise F W, Larson B A, Vigna S R. Localization of a peptide identified by antibodies to Gastrin/ CCK in the gut of *Cancer magister* [J]. *Cell Tissue Research*, 1984, **238**: 113—119
- [11] Favrel P, Van-Wormhoudt A, Studler J M, *et al.* Immunohistochemical and biochemical characterization of gastrin/cholecystokinin-like peptides in *Palaemon serratus* (Crustacea Decapoda): Intermolt Variations [J]. *Gen Comp Endocrinol*, 1987, **65**(3): 363—372
- [12] Li S L. Reveal gastrointestinal endocrine cells by one-piece tissue grime silver impregnation [J]. *Chinese Journal of Anatomy*, 2000, **23**(6): 580—581 [李淑兰. 整块组织 Grimelius 银染法显示胃肠内分泌细胞. 解剖学杂志, 2000, **23**(6): 580—581]
- [13] Xu W Y, Yang Q, Fan X L. Staining method of showing neuroendocrine cells [J]. *Chinese Journal of Histochemistry and Cytochemistry*, 2006, **15**(1): 106—107 [胥维勇, 杨群, 范小莉. 显示神经内分泌细胞的染色方法. 中国组织化学与细胞化学杂志, 2006, **15**(1): 106—107]
- [14] Tang X W, Zheng S Y. Distribution of 5-hydroxytryptamine immunostaining cells in digestive tracts of different kind vertebrates [J]. *Zoological Research*, 1991, **13**(3): 243—299 [唐小雯, 郑守一. 不同脊椎动物 5-羟色胺免疫染色细胞的分布. 动物学研究, 1991, **13**(3): 243—299]
- [15] Lin S G, Huang X H, Wu D F. Localization and identification of endocrine cells in the alimentary canal of *Lateolabrax japonicus* [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2005, **29**(1): 7—12 [林树根, 黄小华, 吴德峰. 花鲈内分泌细胞的鉴别与定位. 水生生物学报, 2005, **29**(1): 7—12]
- [16] Huang X G, Wu X B, Zhang Z Q, *et al.* Immunohistochemical study on endocrine cells in the Gastro-Entero-Pancreatic system of *Chinemys reevesii* [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2005, **29**(3): 291—298 [黄徐根, 吴孝兵, 张志强, 等. 乌龟胃肠胰系统内分泌细胞的免疫组织化学研究. 水生生物学报, 2005, **29**(3): 291—298]
- [17] Pan Q S, Fang Z P, Zhu B K, *et al.* Immunohistochemical study on L cells in the gut of four kinds of stomachless teleost [J]. *Acta Anatomica Sinica*, 1995, **26**(1): 81—84 [潘黔生, 方之平, 朱邦科, 等. 四种无胃真骨鱼 L 细胞的免疫组织化学研究. 解剖学报, 1995, **26**(1): 81—84]



图版 Plate

1. 中国对虾后肠嗜银细胞(↑); 2. 日本沼虾贲门胃嗜银细胞(↑); 3. 日本沼虾后肠 5-HT 细胞(↑); 4. 中国对虾后肠 5-HT 细胞(↑); 5. 中国对虾贲门胃 Gas 细胞(↑); 6. 日本沼虾贲门胃 Gas 细胞(↑); 7. 中国对虾贲门胃 SS 细胞; 8. 日本沼虾幽门胃 SS 细胞(↑); 9. 中国对虾后肠 Glu 细胞; 10. 日本沼虾贲门胃 Glu 细胞(↑); 11. 中国对虾后肠 PP 细胞(↑); 12. 日本沼虾中肠 PP 细胞(↑)

1. Argyrophil cells in hindgut of *Penaeus chinensis*(↑); 2. Argyrophil cells in cardiac stomach of *Macrobrachium nipponensis*(↑); 3. 5-HT cells in hindgut of *Macrobrachium nipponensis*(↑); 4. 5-HT cells in hindgut of *Penaeus chinensis*(↑); 5. Gas cells in cardiac stomach of *Penaeus chinensis*(↑); 6. Gas cells in cardiac stomach of *Macrobrachium nipponensis*(↑); 7. SS cells in cardiac stomach of *Penaeus chinensis*; 8. SS cells in pyloric stomach of *Macrobrachium nipponensis*(↑); 9. Glu cells in hindgut of *Penaeus chinensis*; 10. Glu cells in cardiac stomach of *Macrobrachium nipponensis*(↑); 11. PP cells in hindgut of *Penaeus chinensis*(↑); 12. PP cells in midgut of *Macrobrachium nipponensis*(↑)

CL: 几丁质; CM: 环肌; CT: 结缔组织; Ep: 上皮

CL: chitin layer; CM: circle muscles; CT: connective tissue; Ep: epithelium