

## 维生素 E 对斑点叉尾鲷胃肠道生长抑素表达的影响

何 敏 汪开毓 张 宇

(四川农业大学动物医学院, 动物疾病与人类健康四川省重点实验室, 雅安 625014)

### EFFECT OF VITAMIN E ON SS EXPRESSION IN GASTROINTESTINAL TRACT OF CHANNEL CATFISH, *ICTALURUS PUNCTATUS RAFINESQUE*

HE Min, WANG Kai-Yu and ZHANG Yu

(Key Laboratory of Animal Disease and Human Health of Sichuan Province, Animal's Medical College, Sichuan Agricultural University, Ya'an 625014)

关键词: SS; 维生素 E; 胃肠道; 斑点叉尾鲷

Key words: SS; Vitamin E; Gastrointestinal tract; Channel catfish

中图分类号: S963 文献标识码: A 文章编号: 1000-3207(2010)01-0220-05

生长抑素(Somatostatin, 缩写为 SS 或 SRIF) 由生长抑素细胞分泌, 是一类抑制动物生长的多肽类激素。1973 年 Brazeau, *et al.*<sup>[1]</sup>首先从绵羊下丘脑中分离到生长抑素, 并发现其具有抑制垂体生长激素释放的功能。随后的研究发现在圆口动物、软骨鱼类、硬骨鱼类、两栖类、爬行类、鸟类、哺乳类均有生长抑素 SS 的分布。目前 SS 已被确认为一种广泛分布于神经组织和胃肠道的多功能肽, 具有激素和神经递质双重作用, 调节机体的生长、发育和代谢等多种生理过程<sup>[2]</sup>。

维生素 E (Vitamin E) 是 Evans 在 19 世纪 20 年代发现和命名的一种脂溶性维生素, 是生育酚和生育三烯酚的总称。它在维持动物机体正常代谢过程和生理功能中起着重要作用, 与动物体的抗病力、抗氧化功能、免疫功能、繁殖功能密切相关<sup>[3,4]</sup>。目前集约化水产养殖条件下, 往往由于维生素 E 添加量不足, 加工贮存不当或脂肪氧化、原料发生霉变等原因造成饲料中维生素 E 缺乏, 使鱼类出现维生素 E 缺乏症, 从而表现出生长不良、瘦弱病, 甚至发生死亡。在鱼类维生素 E 缺乏方面, 虽本课题组已做了比较系统的病理学研究<sup>[5,6]</sup>, 但未涉及饲料中不同含量维生素 E 对鱼类消化道生长抑素细胞影响等方面的研究, 且相

关研究国内外至今也尚未见报道。实验通过应用免疫组织化学 SABC 法和图像分析技术对饲料中不同含量维生素 E 对斑点叉尾鲷(Channel Catfish, *Ictalurus punctatus Rafinesque*) 胃肠道生长抑素表达的影响进行研究, 了解生长抑素在不同维生素 E 含量下的可能作用, 以期探讨维生素 E 对胃肠道 SS 表达的影响机制提供一定的形态学依据。

### 1 材料与方法

#### 1.1 试验鱼

斑点叉尾鲷购自眉山市渔场, 驯养 2 周后选择体重为 (5.00±0.50) g 的健康鱼 900 尾进行试验。

#### 1.2 试验分组及饲料配方

试验采用单因素随机分组设计法, 设计 4 个处理(I、II、III和IV), 每个处理 3 个重复, 每个重复 75 尾, 组间无显著性差异( $P < 0.05$ )。I、II、III和IV组依次分别添加纯合维生素 E 0、50、100 和 1000 IU/kg 饲料, 进行 105d 实验。维生素 E 由成都三友特种添加剂研究所提供。

营养标准参照 NRC(1993)<sup>[7]</sup>中斑点叉尾鲷的营养需要, 斑点叉尾鲷没有参照鲤鱼或虹鳟的营养需要, 实验基础日粮配方(表 1)。

收稿日期: 2008-06-16, 修订日期: 2009-04-12

基金项目: 农业部水生动物疾病防治基金(2130108); 四川省科技攻关项目(JY029-040-2); 四川农业大学动物医学院青年科技创新基金(45078925-5); 教育部创新团队发展计划(IRT0848)资助

作者简介: 何敏(1980—), 女, 四川峨边人; 讲师, 博士; 主要从事水生动物营养与疾病防治研究。Tel: 13882447236; E-mail: hemin09@163.com

通讯作者: 汪开毓(1955—), 男, 四川荣经人; 教授, 博士生导师; 主要从事水生动物营养与疾病防治研究。Tel: 0835-2885910; E-mail: kywang@sicau.edu.cn

表 1 基础日粮组成和营养成分  
Tab. 1 Composition of basal diets and nutrition level (%)

原料 Ingredient	百分含量 Percent
明胶 Gelatin	6.9
鱼粉 Fish meal	12.4
大米蛋白粉 Rice protein concentrate	19.5
豆粕 Soybean meal	23.68
$\alpha$ -淀粉粉 $\alpha$ -starch	32.77
磷酸二氢钙 $\text{CaH}_2\text{O}_4$	0.8
氯化胆碱 Chlorchoine	0.4
抗氧喹粉 Ethoxyquin	0.05
复合维生素 <sup>1</sup> Vitamin premix	0.1
复合矿物质 <sup>2</sup> Minerals premix	1
大豆油 Soybean oil	1
鱼油 Fish oil	1.4
主要营养成分 Main nutrients	
粗蛋白 Crude protein	37.47
粗脂肪 Crude fat	5.24
灰分 Crude ash	12.18
有效磷 Effective P	0.45
维生素 E $\text{V}_\text{e}$ (IU/kg)	2.09
总能 Gross energy (MJ/kg) <sup>3</sup>	17.38

注: 1. 复合维生素 Vitamins premix (IU/kg):  $\text{V}_\text{a}$  4400,  $\text{V}_\text{d}_3$  2200,  $\text{V}_\text{k}$  44,  $\text{V}_\text{B}_1$  11,  $\text{V}_\text{B}_2$  13.2,  $\text{V}_\text{B}_6$  11,  $\text{V}_\text{B}_{12}$  0.01, 生物素  $\text{V}_\text{H}$  0.5, 泛酸 Pantothenate 35.2, 烟酸  $\text{V}_\text{PP}$  88, 叶酸 PTGA 22, 氯化胆碱 Becholine 275,  $\text{V}_\text{c}$  40; 2. 复合矿物质 Minerals premix (IU/kg):  $\text{FeSO}_4\cdot\text{H}_2\text{O}$  400,  $\text{ZnSO}_4\cdot\text{H}_2\text{O}$  350,  $\text{CuSO}_4\cdot 5\text{H}_2\text{O}$  450,  $\text{MnSO}_4\cdot\text{H}_2\text{O}$  420, KI 460,  $\text{Na}_2\text{SeO}_4$  520, KCl 550, NaCl 650; 3. 总能 Gross energy=蛋白 Protein + 脂肪 Lipid + 碳水化合物 Carbohydrate (蛋白 Protein 23.9 kJ/g、脂肪 Lipid 39.8 kJ/g、碳水化合物 Carbohydrate 17.6 kJ/g)<sup>[9]</sup>

1.3 饲养管理

实验使用 24 个水族箱(80 cm×60 cm×60 cm)饲养, 饲养前用强氯精进行消毒。实验期间使用空气压缩机 24h 不间断增氧; 实验用水使用经曝气处理后的自来水, PXS-35 精密离子计和水质分析盒监测水质, 其 pH 6.8—7.5, 溶氧 8—10 mg/L; 硫化物、非离子氨、重金属 Hg、Cd、Cu、Pb、As 符合渔业水质标准(GB 11607-89); 每天换水一次, 每次换水三分之一, 每天分别 7:30、13:30 和 19:00 投喂三次, 按饱食量投喂。试验期间水温(21±2)℃。试验结束后分别取各组体重相似的斑点叉尾鲷 5 尾, 在冰盘中解剖, 迅速取出胃、前肠、中肠、后肠等 4 段, 每段 0.5 cm 左右, Bouin 液固定。

1.4 SABC 免疫组织化学方法反应步骤

常规石蜡切片脱蜡至水, 以 3%  $\text{H}_2\text{O}_2$  灭活内源性过氧化物酶, 10min, 洗净后放于山羊血清, 置室温中 20min, 再进入一抗(兔抗生长抑素血清), 于 4℃孵化 17h, 又分别在生物素化二抗和 SABC 复合物 37℃中孵化 20min, 最后以 DAB 显色。全部过程均在 pH 7.4 和湿盒中进行。每个部位每种抗体反应时均以相邻切片作为对照片。对照片除一抗以 PBS 替代之外, 其余步骤均同实验组。

1.5 显微摄影、图像分析及数据处理

将制得的切片用 Motic 数码显微镜和 Nikon 显微镜照相系统观察记录, 用江苏捷达 801 形态分析软件对阳性细胞计数及阳性产物进行分析, 每组斑点叉尾鲷每个部位随机取 10 张切片, 测量阳性细胞的数目及灰度值, 用平均数±标准差( $\bar{X} \pm S$ )表示, 数据直接存于计算机, 用  $t$  检验进行统计学处理。

2 结 果

2.1 SS 细胞在斑点叉尾鲷胃肠道中的分布特点

光镜下, 斑点叉尾鲷 SS 阳性细胞免疫反应产物呈棕黄色颗粒状, 位于胞浆内。阴性对照切片未见阳性细胞。各组斑点叉尾鲷 SS 阳性细胞仅分布于肠道, 多位于肠道上皮基部, 部分夹于黏膜上皮细胞之间, 少数位于固有膜结缔组织中(图版 I -1 - 4); SS 阳性细胞形态多样, 主要呈圆形、卵圆形、三角形, 无胞突(图版 I -5); 部分为长梭形, 胞体略膨大, 胞突伸向两端(图版 I -6); 部分为 C 形, 一端粗大伸向肠腔, 另一端纤细, 弯曲并伸向旁边的细胞(图版 I -7); 少数胞突膨大呈串珠状(图版 I -8)或哑铃形(图版 I -9)。

2.2 维生素 E 对斑点叉尾鲷胃肠道 SS 阳性细胞的影响

维生素 E 对斑点叉尾鲷胃肠道各段 SS 表达的影响结果(表 2)。表中显示, 各组间肠道 SS 阳性产物的平均灰度值变化趋势基本一致, 为先降低后升高(图 1)。100 IU/kg 添加组中斑点叉尾鲷前肠、中肠 SS 表达强度的平均灰度值极显著或显著低于 0、1000 IU/kg 添加组( $P<0.01$  或  $P<0.05$ ), 但与 50 IU/kg 添加组差异不显著( $P>0.05$ )。另外, 各组间前肠、中肠 SS 阳性细胞数目变化趋势也基本一致, 均为先升高后降低(图 2)。当维生素 E 添加量为 100 IU/kg 时, 各肠段 SS 细胞均达最高, 极显著高于维生素 E 添加量为 0 IU/kg 组( $P<0.01$ )和显著高于维生素 E 添加量为 1000 IU/kg 组( $P<0.05$ )。与 50 IU/kg 添加组相比, 100 IU/kg 添加组肠道各段 SS 阳性细胞数量及染色强度无明显变化( $P>0.05$ ), 只是阳性细胞数目略有增多(图版 I -2、3)。各组间斑点叉尾鲷后肠平均灰度值和 SS 阳性细胞数目差异均不显著( $P>0.05$ )。

3 讨 论

3.1 SS 细胞在胃肠道中的分布特点及功能意义

胃肠道在机体正常新陈代谢的过程中发挥着重要的作用, 其功能除消化吸收营养外, 还具有重要的内分泌功能。胃肠黏膜内分泌细胞种类繁多、功能各异, 与神经系统相互配合, 共同调控消化、吸收及体内其他生理过程<sup>[9]</sup>。其中 SS 细胞所分泌的 SS 可能是动物体内影响最广泛的一种胃肠激素, 是具有双重分布特性的典型脑肠肽(Brain-gut peptide)<sup>[10,11]</sup>。Reichlin, *et al.* 研究发现, SS 有细胞保护作用,

表 2 维生素 E 对斑点叉尾鲷胃肠道生长抑素阳性细胞的影响  
Tab. 2 The effects of VE on SS IR cells in the digestive tract of channel catfish

试验组 Group		I	III	IV
胃 Stomach	阳性细胞数目 SS cells number	—	—	—
	平均灰度值 Gray scale	—	—	—
前肠 Foregut	阳性细胞数目 SS cells number	11.20±4.65 <sup>Aa</sup>	24.48±3.15 <sup>Bb</sup>	26.35±2.40 <sup>Bb</sup>
	平均灰度值 Gray scale	106.38±11.18 <sup>Aa</sup>	69.78±9.15 <sup>Bb</sup>	66.52±7.20 <sup>Bb</sup>
中肠 Midgut	阳性细胞数目 SS cells number	6.20±2.45 <sup>Aa</sup>	17.20±2.45 <sup>Bb</sup>	18.12±2.15 <sup>Bb</sup>
	平均灰度值 Gray scale	112.45±12.75 <sup>Aa</sup>	92.36±6.48 <sup>Bb</sup>	88.75±7.91 <sup>Bb</sup>
后肠 Hindgut	阳性细胞数目 SS cells number	—	4.25±2.10	5.50±1.25
	平均灰度值 Gray scale	—	120.65±7.15	118.21±7.18

注：“—”表示阴性反应。同一行数据右上角不同上标小写字母代表差异显著(0.01<P<0.05)，大写字母代表差异极显著(P<0.01)，相同字母代表差异不显著(P>0.05)

Note: “—”indicating negative immunoreaction. values with different superscript small letters within same line indicate significantly different (0.01<P<0.05); values with different superscript capitals indicate significantly highly different (P<0.01); values with the same superscript letters indicate no significantly different (P>0.05)

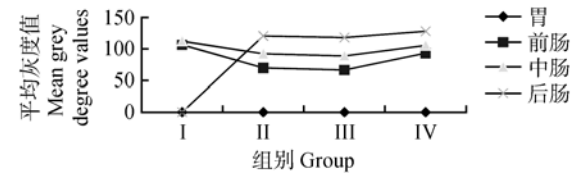


图 1 各组 SOM 阳性产物的平均灰度值变化趋势

Fig. 1 Variation tendency of Values of the mean grey degree of Som positive product per group

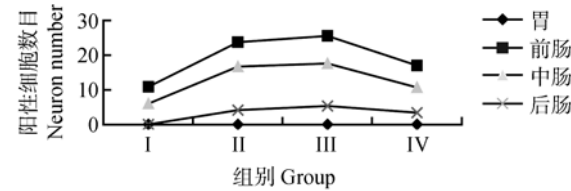


图 2 各组 SOM 阳性细胞数目的变化趋势

Fig. 2 Variation tendency of Som positive cells of quantity per group

具有防止各种有害物质对消化道上皮细胞损伤和致坏死的功能<sup>[12]</sup>。目前有关 SS 的细胞保护机理还不十分清楚，一般认为可能与其刺激黏膜分泌，促使黏膜细胞 DNA、RNA 及蛋白质合成，形成“黏液-碳酸氢盐”屏障，保护消化道黏膜有关<sup>[13,14]</sup>。真骨鱼胃肠道中生长抑素细胞的报道较少，目前未见斑点叉尾鲷胃肠道 SS 阳性细胞的分布情况相关研究。研究资料显示胃肠道 SS 阳性细胞分布规律在不同鱼类之间存在差异：韩鲈(*Korean aucha perch*)、黄鳝(*Monopterus albus*)、河鲈(*Perca fluriatilis*)<sup>[15,16]</sup>等鱼仅在胃中发现 SS 细胞；尼罗罗非鲫(*Tilapia nilotca*)、六须鲶(*Oriental Sheatfish*)、鳊鱼(*Mandarin fish*)<sup>[16]</sup>的胃、肠中均有 SS 细胞；无胃鱼重口裂腹鱼(*Schizothorax Davidi*) SS 细胞分布于整个肠道中<sup>[17]</sup>。Rombout, *et al.*认为，SS 细胞仅存在于有胃真骨鱼

类的胃中<sup>[18]</sup>，但本文只在斑点叉尾鲷的肠道中发现有 SS 细胞分布，而在胃中未见阳性细胞。此研究结果与其他有胃真骨鱼 SS 细胞的分布情况也存在差异<sup>[16]</sup>，推测其可能原因是，目前尚未研发出专门针对鱼类 SS 细胞的抗血清，因而均使用哺乳动物抗血清，其有可能不易完全与鱼类相应的 SS 细胞发生免疫阳性反应。而且硬骨鱼类含有 2 种以上编码 SS 的基因，可编码出不同形式的 SS，其可能表达为不同生物活性形式的 SS 多肽<sup>[19,20]</sup>。本研究观察到斑点叉尾鲷肠道中 SS 细胞多呈圆形、卵圆形、三角形，无胞突，说明此类细胞以内分泌方式为主。同时我们还观察到一种较为特殊的 SS 细胞，呈 C 形，一端粗大伸向肠腔，另一端纤细，弯曲并伸向旁边的细胞，说明该细胞具有腔分泌、旁分泌的形态特征。目前已证实生长抑素对机体的所有内、外分泌起抑制作用，并具有多种药理作用和细胞保护作用<sup>[21]</sup>，它是一种具有双重分布特性的典型脑肠肽，具有抑制胃肠激素分泌及胃肠蠕动的功能，这对胃肠道分泌与抑制活动达到动态平衡起着重要的调节作用<sup>[21]</sup>。大量的 SS 细胞分布于斑点叉尾鲷的肠道，表明对肠道其他内分泌细胞的功能发挥起到了协调的作用，从而使肠道中具有不同作用的激素分泌量相平衡，以共同调节肠道的消化和吸收。

3.2 维生素 E 对斑点叉尾鲷 SS 表达的影响及功能意义

维生素 E 是鱼类营养和饲料中最重要的维生素之一。它与鱼类机体的代谢、抗氧化能力、免疫功能、抗病力、繁殖功能密切相关。前人的研究多集中在维生素 E 对鱼类生理功能、缺乏症及需要量等问题的研究<sup>[2—6]</sup>。而有关维生素 E 对动物机体 SS 细胞影响的资料，仅见 Feng, *et al.*报道的维生素 E 对大鼠神经组织内 SS 细胞的保护性研究<sup>[22]</sup>。目前，还未见到维生素 E 对鱼类胃肠道 SS 细胞作用的研究。本研究发现 0 IU/kg 维生素 E 添加组斑点叉

尾鲷肠道中 SS 的表达强度和阳性细胞数目总趋势低于 50、100、1000 IU/kg 添加组( $P<0.01$  或  $P<0.05$ ), 表明斑点叉尾鲷体内由于维生素 E 的缺乏, 而导致肠道 SS 细胞的表达分泌功能下降, 不能完全正常的发挥其肠道激素分泌的调节作用。而添加维生素 E 后 SS 免疫反应产物的强度和数量在前、中、后肠各段均显著升高( $P<0.01$  或  $P<0.05$ ), 表明维生素 E 对斑点叉尾鲷肠道 SS 细胞分泌功能的作用是明显的, 可维持肠道 SS 细胞的正常分泌, 从而调节斑点叉尾鲷肠道中不同激素分泌量的平衡, 以达到与其他内分泌细胞共同调节肠道的消化吸收作用。但 1000 IU/kg 添加组斑点叉尾鲷肠道中 SS 的表达强度和阳性细胞数目均低于 50、100 IU/kg 添加组( $P<0.05$ ), 表明只有在一定添加水平内, 维生素 E 才能显著提高斑点叉尾鲷 SS 的表达强度和阳性细胞数量( $P<0.01$ ), 至于其在斑点叉尾鲷胃肠道中的具体作用机制还有待进一步研究。

#### 4 结 论

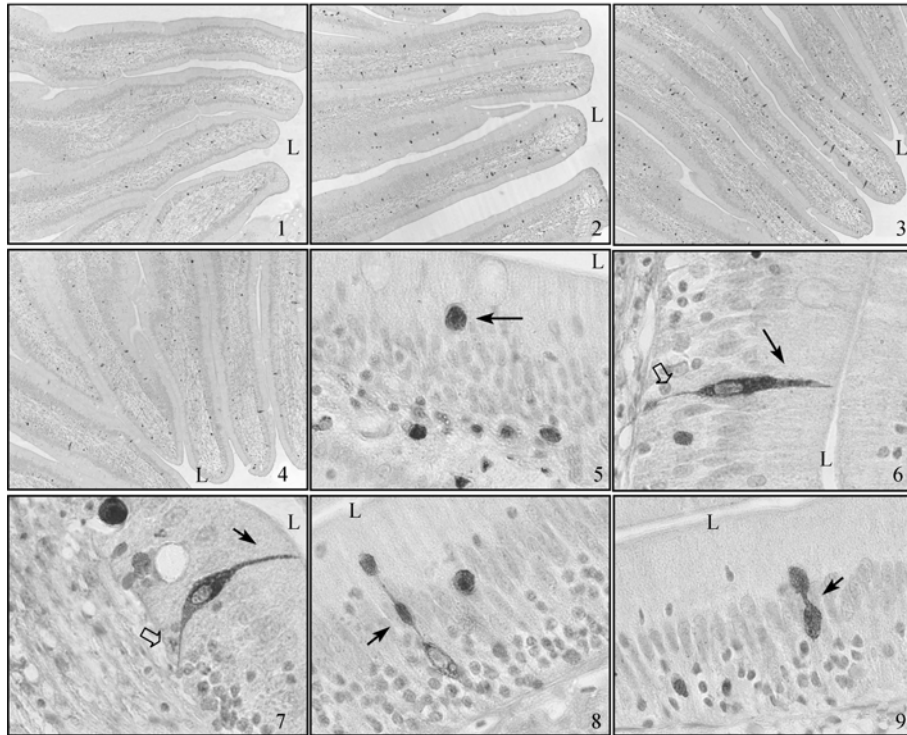
SS 免疫阳性反应物广泛分布于斑点叉尾鲷的前肠、中肠和后肠, 表明 SS 在斑点叉尾鲷肠道中发挥了重要作用。当维生素 E 添加量为 100 IU/kg 时, 肠道中 SS 的表达强度及阳性细胞数量均达最高, 极显著高于维生素 E 添加量为 0 IU/kg 组( $P<0.01$ )和显著高于维生素 E 添加量为 1000 IU/kg 组( $P<0.05$ ), 但与 50 IU/kg 添加组差异不显著( $P>0.05$ ), 表明维生素 E 在一定添加水平内能通过增加斑点叉尾鲷肠道中 SS 阳性细胞数量和 SS 的合成来调节斑点叉尾鲷消化道中不同激素分泌量的平衡, 从而达到与其他内分泌细胞共同调节肠道的消化吸收作用。

#### 参考文献:

- [1] Brazeau P, Vale W W, Burgus R, *et al.* Hypothalamic polypeptide that inhibits the secretion of immunoreactive pituitary growth hormone [J]. *Science*, 1973, **179**: 77—79
- [2] Patel Y C. Somatostatin and its receptor family [J]. *Front Neuroendocrinol*, 1999, **20**: 157—198
- [3] Carballo E C, Tuan P M, René J M, *et al.* Vitamin E (a-tocopherol) production by the marine microalgae *Dunaliella tertiolecta* and *Tetraselmis suecica* in batch cultivation [J]. *Biomolecular Engineering*, 2003, **20**: 139—147
- [4] Wise D J. Effects of dietary selenium and Vitamin E on red blood cell preoxidation, glutathione peroxidase activity and macrophage superoxide anion production in channel catfish [J]. *Journal of Aquatic Animal Health*, 1993, **5**: 177—182
- [5] Wang K Y, Zhou Z, Geng Y. Study on the pathology of vitamin E deficiency in common carp (*Cyprinus carpio*) [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2007, **31**(3): 354—362 [汪开毓, 周震, 耿毅. 鲤维生素 E 缺乏的病理学研究. 水生生物学报, 2007, **31**(3): 354—362]
- [6] Geng Y, Wang K Y, Zhou Z. Effects of  $V_E$  deficiency on skeletal muscles lesions in *Cyprinus carpio* [J]. *Acta Zoonu-trimenta Sinica*, 2006, **18**(4): 267—271 [耿毅, 汪开毓, 周震. 维生素 E 缺乏对鲤骨骼肌损伤的影响. 动物营养学报, 2006, **18**(4): 267—271]
- [7] NRC National Research Council. Nutrient Requirements of Fish [M]. Washington DC: National Academy Press. 1993, 27—30
- [8] Steffens W. Principles of fish nutrition [M]. Ellis Horwood Press New York. 1989, 256—258
- [9] Pearse A G E. The cytochemistry and Ultrastructure of polypeptide hormone-producing cell of the APUD series and the embryologic, physiologic and pathologic implications of the concept [J]. *The Journal of Histochemistry and Cytochemistry*, 1969, **17**(5): 303—313
- [10] Patel Y C. Somatostatin and its receptor family [J]. *Front Neuroendocrinol*, 1999, **20**: 157—198
- [11] Lin X W, Peter R E. Somatostatins and their receptors in fish [J]. *Comparative Biochemistry and Physiology D-genomics & Proteomics*, 2001, **129B**: 543—550
- [12] Reichlin S. Medical progress-somatostatin [J]. *New England Journal of Medicine*, 1983, **309**(25): 1556—1560
- [13] Papp M. Pancreatic cytoprotection: new approaches [J]. *Acta Physiologica Academiae Scientiarum Hungaricae*, 1992, **80**(4): 339—339
- [14] Ferone D, Lombardi G, Colao A. Somatostatin receptors in immune system cells [J]. *Minerva Endocrine*, 2001, **26**(3): 165—173
- [15] Lee J H, Ku S K, Park K D, *et al.* Immunohistochemical study of the gastrointestinal endocrine cells in the Korean *aucha perch* [J]. *Journal of Fish Biology*, 2004, **65**: 170—181
- [16] Pan Q S, Fang Z P, Huang F J. Identification, localization and morphology of APUD cells in gastroenteropan creatic system of stomach-containing teleosts [J]. *World journal of gastroenterology*, 2000, **6**(6): 842—847
- [17] He M, Zhang Y, Li N Y, *et al.* Localization and identification of endocrin cells in the digestive tract of *Schizothorax davidi* [J]. *Reservoir Fisheries*, 2008, **28**(1): 22—23 [何敏, 张宇, 李宁娅, 等. 重口裂腹鱼消化道内分泌细胞的免疫组化定位. 水利渔业, 2008, **28**(1): 22—23]
- [18] Rombout J H W M, Taverne J. An immunocytochemical and electron microscopical study of endocrine cells in the gut and pancreas of a stomachless teleost fish, *Barbus conchoni* (Cyprinidae) [J]. *Cell and Tissue Research*, 1982, **227**: 577—593
- [19] Hobart P, Crawford R, Shen L P, *et al.* Cloning and sequence analysis of cDNAs encoding two distinct Somatostatin precursors found in the endocrine pancreas of anglerfish [J]. *Nature*, 1980, **288**: 137—141
- [20] Moore C A, Kittilson J D, Ehrman M M, *et al.* Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) possess two somatostatin mRNAs that are differentially expressed [J]. *American Journal of Physiology-cell Physiology*, 1999, **277**: 553—561

- [21] Hildebrand P, Ensink J, Gyr K, *et al.* Evidence for hormonal inhibition of exocrine pancreatic function by somatostatin 28 in humans [J]. *Gastroenterology*, 1992, **103**: 240—247
- [22] Feng G F, Hu H T, Wang W X, *et al.* Effects of dipsacus

asper and Vitamin E on the ss neurons in the hippocampal formation of rat models of Alzheimer's disease [J]. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 2002, **14**(2): 140—143



图版 I Plate I

1. 0 IU/kg 组斑点叉尾鲷前肠 Som 阳性细胞,  $\times 100$ ; 2. 50 IU/kg 组斑点叉尾鲷前肠 Som 阳性细胞,  $\times 100$ ; 3. 100 IU/kg 组斑点叉尾鲷前肠 Som 阳性细胞,  $\times 100$ ; 4. 1000 IU/kg 组斑点叉尾鲷前肠 Som 阳性细胞,  $\times 100$ ; 5. 圆形 Som 细胞(黑箭头),  $\times 1000$ ; 6. 梭形 Som 细胞, 顶部胞突伸向肠腔(黑箭头), 基部胞突伸向基膜(空心箭头),  $\times 1000$ ; 7. C 形 Som 细胞, 顶部胞突伸向肠腔(黑箭头), 基部胞突伸向基膜(空心箭头),  $\times 1000$ ; 8. 串珠状 Som 细胞(黑箭头),  $\times 1000$ ; 9. 哑铃形 Som 细胞(黑箭头),  $\times 1000$ ; “L”表示肠腔

1. The Som positive cells in foregut of group 0 IU/kg Channel catfish,  $\times 100$ ; 2. The Som positive cells in foregut of group 50 IU/kg Channel catfish,  $\times 100$ ; 3. The Som positive cells in foregut of group 100 IU/kg Channel catfish,  $\times 100$ ; 4. The Som positive cells in foregut of group 1000 IU/kg Channel catfish,  $\times 100$ ; 5. Round-shaped Som cell (black arrow),  $\times 1000$ ; 6. Shuttle-shaped Som cell, the apical process extending to the gut lumen (black arrow), the basal process extending to the basement membrane (blank arrow),  $\times 1000$ ; 7. C-shaped Som cell, the apical process extending to the gut lumen (black arrow), the basal process extending to the basement membrane (blank arrow),  $\times 1000$ ; 8. Beading-shaped Som cell (black arrow),  $\times 1000$ ; 9. Bumbell-shaped Som cell (black arrow),  $\times 1000$ ; “L” indicating intestinal lumen