

# 花背蟾蜍消化道 5-羟色胺细胞的分布及形态学特征

牛鑫鑫<sup>①</sup> 咸振飞<sup>②</sup> 金晨晨<sup>③</sup> 黄淑丽<sup>③</sup> 张志强<sup>②\*</sup>

① 安徽农业大学资源与环境学院 合肥 230036; ② 安徽农业大学动物科技学院 合肥 230036;

③ 安徽农业大学生命科学学院 合肥 230036

**摘要:**采用卵白素-生物素-过氧化物酶复合物(avidin-biotin-peroxidase complex technique, ABC)免疫组织化学方法对花背蟾蜍(*Bufo raddei*)消化道5-羟色胺(5-HT)细胞的分布密度及形态学特征进行了观察。结果显示,5-HT细胞在花背蟾蜍整个消化道中均有分布,食管、贲门、胃体和幽门的分布密度都显著高于肠道各段,胃幽门部密度最高,胃体部其次,直肠部最低。消化道各个部位5-HT开放型和闭合型细胞的比值变化范围为2.48~4.71。消化道各段均以开放型细胞为主,大多呈锥体形、梭形或不规则形,少数为闭合型细胞,呈圆形或椭圆形。花背蟾蜍5-HT细胞的形态学特征与其他两栖动物相似,但分布密度有自身特征,可能与其食性和善于摄取活动性小的食物的生活习性有关。

**关键词:**花背蟾蜍;5-羟色胺细胞;消化道;分布密度

中图分类号:Q955 文献标识码:A 文章编号:0250-3263(2013)06-912-07

## Distribution and Morphological Characteristics of 5-Hydroxytryptamine Cells in the Digestive Tract of *Bufo raddei*

NIU Xin-Xin<sup>①</sup> XIAN Zhen-Fei<sup>②</sup> JIN Chen-Chen<sup>③</sup> HUANG Shu-Li<sup>③</sup> ZHANG Zhi-Qiang<sup>②\*</sup>

① School of Resources and Environment, Anhui Agricultural University, Hefei 230036;

② School of Animal Sciences and Technology, Anhui Agricultural University, Hefei 230036;

③ School of Life Sciences, Anhui Agricultural University, Hefei 230036, China

**Abstract:** Distribution and morphological characteristics of 5-hydroxytryptamine (5-HT) cells in the digestive tract of *Bufo raddei* were observed by avidin-biotin-peroxidase complex immunohistochemical method. The results were as follows: 5-HT cells distributed throughout the whole digestive tract with the highest density in the stomach pylorus, the second highest in the fundus, and the lowest in the rectum. The distributive density of 5-HT cells in esophagus, cardia, fundus, and pylorus was significantly higher than that of any other region of small intestine and rectum. The ratio range between open and closed populations of 5-HT cells recorded along the digestive tract was 2.48~4.71. Most cells along the digestive tract belonged to the open population, which were pyramid-like, shuttle-like, or irregular in shape. The closed population was occasionally observed, round or oval in shape. Morphological characteristics of 5-HT cells in the digestive tract of *B. raddei* are similar to those of other amphibians, but the distributive pattern of these cells has its own characteristics, and this may be

基金项目 安徽农业大学稳定人才基金项目(No. wd-2010-02),国家自然科学基金面上项目(No. 31170379);

\* 通讯作者,E-mail: zzq-003@163.com;

第一作者介绍 牛鑫鑫,男,硕士研究生;研究方向:两栖动物生理生态学;E-mail: nxx8507@163.com。

收稿日期:2013-02-01,修订日期:2013-05-25

related to the diet and life habitat of this species, which is good at feeding on small animals with weak activities.

**Key words:** *Bufo raddei*; 5-hydroxytryptamine cells; Digestive tract; Distributive density

消化道是脊椎动物体内最大、最复杂的内分泌器官,含有大量的内分泌细胞(Ahlman et al. 2001)。其中,5-羟色胺(5-hydroxytryptamine, 5-HT)是一种单胺类物质,能够摄取体内的胺类物质的前体,并能通过脱羧作用将其转变为 5-HT(Pearse 1969)。5-HT 具有刺激消化道黏液分泌、平滑肌收缩和血管扩张等功能,也可以在体液调节中作为神经递质来起作用(丁健华等 2005)。当前,尽管定位两栖动物消化道 5-HT 细胞的抗体来源于哺乳类,但由于可以产生明显的特异性反应,仍被广泛加以应用。研究表明,5-HT 细胞在二十多种两栖动物的消化道中均有分布,且形态学特征相似,但分布模式具有物种特异性(张志强 2013)。研究发现,东方铃蟾(*Bombina orientalis*)(李淑兰等 2005) 和 中 华 蟾 鳖 (*Bufo bufo gargarizans*)(唐晓雯等 1991) 消化道 5-HT 细胞的分布密度高峰分别为贲门和幽门,低谷为直肠和肠道各段;而非洲爪蟾(*Xenopus laevis*)(甄靓靓等 2007) 和 黑 框 蟾 鳖 (*B. melanostictus*) (张秋金等 2005) 的分布密度高峰则分别为空肠和贲门及回肠,低谷为食管及十二指肠和直肠。这些差异的产生可能与动物的食性和生活环境有关(张志强 2013)。

花背蟾蜍(*B. raddei*)隶属于两栖纲( Amphibian ) 无尾目( Anura ) 蟾蜍科( Bufonidae ) 蟾蜍属,以小型的金龟子( Scarabaeoidea )、蚯蚓( Pheretima ) 和 鳞 翅 目 的 象 鼻 虫 ( Curculionoidea ) 等 活 动 性 小 的 动 物 为 食, 常 见 于 我 国 北 方 地 区 ( 邹 寿 昌 1987 )。花背蟾蜍也是动物学和动物生理学实验经常选用的实验动物,具有重要的教学科研价值。目前,关于花背蟾蜍消化道的一般组织学(贾宗平等 2007) 及嗜银细胞的形态学特征和分布密度规律(韩昭雪 1990)已有报道,但关于消化道 5-HT 细胞的分布密度和形态学特征,仍未见研究。本文采用 ABC 免疫组化法,对

其消化道 5-HT 细胞进行了鉴别和定位研究,旨在为花背蟾蜍人工配合饲料的研究提供理论依据,为两栖动物消化生理学研究提供形态学基础。

## 1 材料与方法

**1.1 材料** 实验用花背蟾蜍于 2012 年 5 月捕自安徽省蒙城县郊外(116.55°E, 33.25°N)。随机选取雌雄各 4 只,平均体重为(38.81 ± 0.13) g, 平均体长为(65.33 ± 0.22) mm。用双毁髓法处死动物后,迅速按下列消化道各段取材:食管、胃贲门部、胃体、胃幽门部、十二指肠、空肠、回肠和直肠,用生理盐水洗净后,在改良的 Bouin 液中固定 48 h,常规脱水透明,石蜡包埋,切片(厚 4~5 μm)。

**1.2 主要试剂** 即用型 5-HT 抗血清(兔抗人,产品代号为 ZA-0231) 和 SP-9000 免疫组化染色试剂盒购于北京中杉生物技术有限公司,均由美国 ZYMED 公司生产。

**1.3 免疫组织化学方法** 参照张志强等(2001)的操作程序,进行 ABC 免疫组化染色。常规石蜡切片脱蜡至水。0.3% 的过氧化氢-甲醇溶液孵育 10 min, 以消除内源性过氧化物酶的活性。PBS 浸洗 3 次,每次 3 min,滴加正常山羊血清,室温孵育 15 min, 封闭非特异性反应部位,倾去血清,勿洗。滴加即用型 5-HT 抗血清工作液,4℃ 过夜。PBS 浸洗 3 次,每次 5 min,滴加适量生物素标记的二抗(羊抗兔 IgG 抗血清)工作液,室温孵育 60 min, PBS 浸洗 3 次,每次 5 min,滴加适量的辣根酶标记链霉卵白素工作液,室温孵育 60 min, PBS 浸洗 3 次,每次 5 min, DAB-H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 显色,自来水终止显色,苏木精复染,脱水,透明,封片。阴性对照,分别以正常的山羊血清和 PBS 代替一抗,其余步骤同上。

**1.4 观察与计数** 在 Motic BA210Digital 显微

镜下,观察,拍照,计数。为避免误差,该过程始终由一人完成。取每只蟾蜍消化道的每个部位的完整切片5张,在400倍的视野下,每张切片随机计数10个视野,共计数50个视野,以50个视野的平均值表示该只蟾蜍该部位开放型5-HT细胞和闭合型5-HT细胞的数量,以8只蟾蜍的平均值表示消化道每个部位开放型5-HT细胞和闭合型5-HT细胞的数量,并计算开放型5-HT细胞和闭合型5-HT细胞的比值。开放型和闭合型细胞的比值=开放型细胞的数量/闭合型细胞的数量。

**1.5 统计分析** 用SPSS 13.0统计学软件进行数据处理。统计分析之前,所有数据经Kolmogorov-Simirnov test检验,均符合正态分布。以单因素方差分析(one-way ANOVA)及多重比较(multiple comparisons)post hoc test统计消化道各部位间5-HT细胞的数量及开放型和闭合型细胞比值的差异。文中数据均以平均值±标准误(Mean ± SE)表示, $P < 0.05$ 为差异显著, $P < 0.01$ 为差异极显著。

## 2 结 果

ABC免疫组织化学结果显示,5-HT免疫活性细胞细胞质呈深棕色,细胞核无色,背景淡蓝色,反差强,易辨认。对照组呈阴性反应。

**2.1 5-HT细胞的形态学特征** 花背蟾蜍消化道各个部位均有5-HT细胞分布,但形态学特征和分布位置有所不同。食管5-HT细胞呈圆形(图版I:1)或梭形(图版I:2),主要位于上皮细胞基部。胃贲门部的5-HT细胞多呈锥体形,少数呈圆形,有的位于上皮细胞基部

(图版I:3),有的位于上皮细胞之间(图版I:4);胃体部的5-HT细胞,有的位于上皮细胞之间,呈圆形(图版I:5)、锥体形(图版I:6)或长条形(图版I:7),有的位于腺泡上皮细胞之间,呈梭形(图版I:8);胃幽门部的5-HT细胞形态多样,呈圆形(图版I:9)、椭圆形、梭形(图版I:10)、锥体形(图版I:11)或不规则形,主要分布在腺泡上皮细胞之间或粘膜上皮细胞之间。十二指肠5-HT细胞少部分呈圆形(图版I:12)或椭圆形,多数呈长锥体形或不规则形,主要分布在肠上皮细胞之间或上皮细胞基部;空肠和回肠的5-HT细胞呈锥体形(图版I:13)或长梭形(图版I:14),主要分布在肠上皮细胞之间;直肠的5-HT细胞大多数呈锥体形和不规则形,鲜见圆形的细胞(图版I:15),分布在肠上皮细胞基部或上皮细胞之间。

**2.2 消化道5-HT细胞的分布密度** 5-HT细胞在胃幽门部密度最高,直肠最低。从食管至胃幽门部,5-HT细胞的分布密度逐渐升高,但彼此之间差异不显著;肠道段,从十二指肠至直肠各段的分布密度逐渐下降,彼此之间的差异也不显著,但食管和胃部各段的分布密度都显著高于肠道各段( $F_{7,56} = 24.124, P < 0.05$ )(表1)。

**2.3 开放型和闭合型5-HT细胞的比值** 花背蟾蜍消化道开放型和闭合型5-HT细胞的比值变化范围为2.48~4.71,消化道各段均以开放型细胞为主,十二指肠和贲门的比值略高于其他部位,但消化道各段之间差异均不显著( $F_{7,56} = 1.729, P > 0.05$ )(表1)。

表1 花背蟾蜍消化道5-HT细胞的分布密度及开放型与闭合型细胞的比值(平均值±标准误)

Table 1 Distributive density of 5-hydroxytryptamine (5-HT)-producing cells and ratio between open and closed populations of 5-HT cells in the different regions of digestive tract of *Bufo raddei* (Mean ± SE)

食管 Esophagus	贲门 Cardia	胃体 Fundus	幽门 Pylorus	十二指肠 Duodenum	空肠 Jejunum	回肠 Ileum	直肠 Rectum
Density Density	8.50 ± 0.78 <sup>a</sup>	9.83 ± 0.83 <sup>a</sup>	10.68 ± 0.96 <sup>a</sup>	10.90 ± 0.58 <sup>a</sup>	4.09 ± 0.69 <sup>b</sup>	3.96 ± 0.61 <sup>b</sup>	3.55 ± 0.61 <sup>b</sup>
Ration 比值	2.48 ± 0.58 <sup>a</sup>	4.61 ± 0.57 <sup>a</sup>	3.53 ± 0.49 <sup>a</sup>	3.20 ± 0.32 <sup>a</sup>	4.71 ± 0.96 <sup>a</sup>	2.72 ± 0.57 <sup>a</sup>	4.03 ± 0.97 <sup>a</sup>

密度单位:个/400倍视野;同一行中肩标字母不同表示差异显著。

Distributive density: number of cells/400 times field; Different superscript letters for the same line mean significant differences.

### 3 讨论

**3.1 5-HT细胞的形态学特征** 5-HT细胞的形态多样,一类为开放型细胞,该类细胞多呈梭形、锥体形、长条形或不规则形,有较长的细胞质突起伸向胃肠道或固有膜;另一类为闭合型细胞,该类细胞多呈圆形或椭圆形,与消化腔无直接联系(张志强 2013)。两栖动物肠道5-HT细胞开放型和闭合型细胞的比值,从十二指肠至直肠呈现递减的趋势,波动范围为3.64~0.85(Trandaburu et al. 2007)。花背蟾蜍中,消化道各段开放型与闭合型细胞的比值均大于1,说明各段的5-HT细胞均以开放型细胞为主。开放型细胞借较长的胞突伸向消化管管腔,能感受到胃肠道中内容物、消化液等的刺激,可引起激素释放活动的变化(成令忠等2003)。花背蟾蜍消化道内的锥体形、梭形和长条形的5-HT细胞有胞突伸向固有膜层或胃肠道面,可能主要行使外分泌的功能。闭合型细胞无胞突,主要感受局部组织内环境的变化和消化腔内容物压力的刺激(成令忠等2003)。花背蟾蜍消化道中存在少量的圆形或椭圆形细胞,可能主要执行内分泌的功能。

**3.2 5-HT细胞的分布密度** 5-HT细胞广泛存在于各类脊椎动物的消化道中,但分布型差别较大(El-Salhy et al. 1985)。研究发现,5-HT细胞在鸟类和哺乳类的食管中无分布,而在两栖类和爬行类的食管中均有分布(唐晓雯等1991, Pelli-Martins et al. 2012)。我们的研究也发现,花背蟾蜍的食管中也有5-HT细胞分布。这可能与花背蟾蜍吞咽式的摄食方式有关,由于花背蟾蜍自身缺乏口腔消化的能力,食管分泌的5-HT有促进食物蠕动的功能,有助于食物顺利下行进入胃肠等部位。

研究表明,多数两栖动物消化道5-HT细胞的分布密度高峰出现在胃幽门部,如中华蟾蜍(唐晓雯等1991)、棘胸蛙(*Paa spinosa*)(张盛周等2003)、花臭蛙(*Rana schmackeri*)(金显文等2009)、黑龙江林蛙(*R. amurensis*)(任春宇等2010)、无斑肥螈(*Pachytriton labiatum*)

(张盛周等2001)和东方蝾螈(*Cynops orientalis*)(刘家举等2011)等,或集中分布于十二指肠,如虎纹蛙(*R. rugulose*)(张盛周等2002)和日本林蛙(*R. japonica japonica*)(黄徐根等2004)等。此外,也有一些两栖动物在胃贲门部具有较高5-HT细胞分布密度,如东方铃蟾(李淑兰等2005),少数种类密度高峰出现于空肠或回肠,如黑框蟾蜍(张秋金等2005)、非洲爪蟾(甄靓靓等2007)和牛蛙(*R. catesbeiana*)(张盛周等2008)。本文发现,花背蟾蜍消化道5-HT细胞的分布密度高峰位于胃幽门部,直肠最低,这与大多数两栖动物不同。蟾蜍类动物中,中华蟾蜍和东方铃蟾分布密度的最高值分别位于胃幽门部和胃贲门部,密度低谷分别为小肠和直肠及空肠和直肠;非洲爪蟾在空肠处密度最高,食管最低;黑框蟾蜍回肠密度最高,直肠最低。这些研究结果表明:花背蟾蜍5-HT细胞的分布模式与其他蟾蜍相比既有差异性,也有相似性。花背蟾蜍5-HT细胞的分布密度可能与其食性和善于捕食活动性小的猎物有关。花背蟾蜍个体较小,运动能力弱(周立志等1997),主要取食活动性小的动物,多生活在豆田、山芋地等草丛中(邹寿昌1987)。花背蟾蜍食管和胃部各段的5-HT细胞的密度显著高于肠道各段,可能与食管肌肉层较为发达及胃部主要执行机械性消化的特点有关(贾宗平等2007),幽门可能借助分泌5-HT来控制食物排向十二指肠的速度。十二指肠是动物消化和吸收营养物质的主要场所,所以5-HT细胞的密度较高,至直肠,食物的消化与吸收过程已基本完成,因此5-HT细胞的分布密度下降。

综上所述,花背蟾蜍消化道5-HT细胞的形态学特征与其他两栖动物相似,但分布模式具有自身的特点,这可能与其食性或摄食习性有关。研究表明,冬眠(欧阳凤等2007)、禁食(刘家举等2011)等状态会改变两栖动物消化道5-HT细胞的分布模式。花背蟾蜍是我国北方地区分布较广的一种两栖类动物,有必要对其消化生理生态学展开更

为深入的研究。

## 参 考 文 献

- Ahlman H, Nilsson O. 2001. The gut as the largest endocrine organ in the body. *Annals of Oncology*, 12(Suppl 2): 63–68.
- El-Salhy M, Wilander E, Lundqvist M. 1985. Comparative studies of serotonin-like immunoreactive cells in the digestive tract of vertebrates. *Biomedical Research*, 6(6): 371–375.
- Pearse A G E. 1969. The cytochemistry and ultrastructure of polypeptide hormone-producing cells of the APUD series and the embryologic, physiologic and pathologic implications of the concept. *The Journal of Histochemistry and Cytochemistry*, 17(5): 303–313.
- Pelli-Martins A A, Machado-Santos C, Sales A, et al. 2012. Histochemical, immunohistochemical, and ultrastructural observations of the esophagus morphology of *Rinella icterica* (Anuran, Bufonidae). *Acta Zoologica (Stockholm)*, 93(4): 373–380.
- Trandaburu T, Trandaburu I. 2007. Serotonin (5-hydroxytryptamine, 5-HT) immunoreactive endocrine and neural elements in the chromaffin enteropancreatic system of amphibians and reptiles. *Acta Histochemica*, 109(3): 237–247.
- 成令忠, 钟翠平, 蔡文琴. 2003. 现代组织学. 上海: 上海科学技术文献出版社, 812.
- 丁健华, 傅传刚, 赵荣华. 2005. 五羟色胺在胃肠道功能性疾病的现状. *世界华人消化杂志*, 13(20): 2405–2408.
- 韩昭雪. 1990. 花背蟾蜍胃、肠嗜银细胞和亲银细胞的分布及形态观察. *兰州大学学报: 自然科学版*, 26(3): 114–116.
- 黄徐根, 吴海龙, 吴孝兵, 等. 2004. 日本林蛙胃肠道内分泌细胞的免疫组织化学. *动物学杂志*, 39(2): 19–25.
- 贾宗平, 夏冰芝, 魏仲梅, 等. 2007. 花背蟾蜍胃、十二指肠的组织学观察. *西北师范大学学报: 自然科学版*, 43(1): 87–90.
- 金显文, 黄山, 吴孝兵. 2009. 花臭蛙消化道6种激素阳性细胞的免疫组织化学定位. *中国组织化学与细胞化学杂志*, 18(3): 333–338.
- 李淑兰, 赵文艳, 冷超, 等. 2005. 东方铃蟾消化道5-羟色胺活性细胞的免疫组织化学定位. *动物学杂志*, 40(5): 37–42.
- 刘家举, 张志强. 2011. 禁食对东方蝾螈胃肠道5-羟色胺细胞形态和分布型的影响. *中国组织化学与细胞化学杂志*, 20(3): 246–251.
- 欧阳凤, 张文学, 陈晓虹. 2007. 叶氏隆肛蛙和太行隆肛蛙消化道5-羟色胺内分泌细胞. *解剖学杂志*, 30(4): 493–495.
- 任春宇, 李淑兰. 2010. 黑龙江林蛙(*Rana amurensis*)消化道5-HT细胞的分布及形态学观察. *中国农学通报*, 26(14): 94–97.
- 唐晓雯, 郑一守. 1991. 不同脊椎动物消化道内5-羟色胺免疫染色细胞的分布. *动物学研究*, 12(3): 293–298, 324.
- 张秋金, 陈友铃, 耿宝荣, 等. 2005. 黑眶蟾蜍和黑斑蛙消化道5-羟色胺免疫活性细胞的免疫组织化学. *动物学杂志*, 40(4): 17–21.
- 张盛周, 陈冬生, 张志强, 等. 2001. 无斑肥螈消化道五羟色胺免疫活性细胞的分布与形态学观察. *动物学杂志*, 36(3): 13–16.
- 张盛周, 黄徐根, 吴孝兵. 2003. 棘胸蛙消化道内分泌细胞的免疫组织化学定位. *动物学报*, 49(6): 858–864.
- 张盛周, 吴孝兵, 陈壁辉. 2002. 虎纹蛙消化道两种内分泌细胞的免疫组织化学定位. *解剖学杂志*, 25(3): 275–278.
- 张盛周, 薛立辉, 陶少武. 2008. 牛蛙胃肠胰系统内分泌细胞的免疫组织化学鉴定与定位. *激光生物学报*, 17(5): 689–694, 672.
- 张志强, 张盛周, 吴孝兵. 2001. 竹叶青蛇消化道内分泌细胞的免疫组织化学定位. *动物学报*, 47(6): 666–671.
- 张志强. 2013. 两栖类消化道嗜银细胞和5-羟色胺细胞的研究进展. *中国组织化学与细胞化学杂志*, 22(2): 172–175.
- 甄靓靓, 邱枫, 李淑兰, 等. 2007. 非洲爪蟾消化道的5-羟色胺免疫活性细胞. *解剖学杂志*, 30(3): 279–282.
- 周立志, 宋榆钧. 1997. 花背蟾蜍摄食生态的研究. *生态学杂志*, 16(4): 29–34.
- 邹寿昌. 1987. 花背蟾蜍秋冬季的生态研究. *两栖爬行动物学报*, 6(3): 4–8.

## 图 版 说 明

### 花背蟾蜍消化道5-羟色胺细胞

1. 食管上皮细胞基部呈圆形的5-HT细胞；2. 食管上皮细胞基部呈梭形的5-HT细胞；3. 胃贲门上皮细胞之间呈锥体形的5-HT细胞；4. 胃贲门上皮细胞之间呈圆形的5-HT细胞；5. 胃体腺泡上皮细胞之间呈圆形的5-HT细胞；6. 胃体上皮细胞之间呈锥体形的5-HT细胞；7. 胃体上皮细胞之间呈长条形的5-HT细胞；8. 胃体腺泡上皮细胞之间呈梭形的5-HT细胞；9. 幽门腺体上皮细胞之间呈圆形的5-HT细胞；10. 幽门上皮细胞之间呈梭形的5-HT细胞；11. 幽门腺体上皮细胞之间呈锥体形的5-HT细胞；12. 十二指肠上皮细胞基部呈圆形的5-HT细胞；13. 空肠上皮细胞之间呈锥体形的5-HT细胞；14. 回肠上皮细胞之间呈长梭形的5-HT细胞；15. 直肠上皮细胞基部呈圆形的5-HT细胞。 $\times 400$ , 标尺 = 15  $\mu\text{m}$ 。

### Explanation of Plate

#### 5-hydroxytryptamine (5-HT) cells in the digestive tract of *Bufo raddei*

1. A round-shape 5-HT cell in the epithelial basal membrane of esophagus; 2. A shuttle-shape 5-HT cell in the epithelial basal membrane of esophagus; 3. A pyramid-shape 5-HT cell between epithelial cells in the stomachus cardiacus; 4. A round-shape 5-HT cell between epithelial cells in the stomachus cardiacus; 5. A round-shape 5-HT cell between gland epithelial cells in the body of stomach; 6. A pyramid-shape 5-HT cell between epithelial cells in the body of stomach; 7. A long strip-shape 5-HT cell between epithelial cells in the body of stomach; 8. A shuttle-shape 5-HT cell between gland epithelial cells in the body of stomach; 9. A round-shape 5-HT cell between gland epithelial cells in the pylorus; 10. A shuttle-shape 5-HT cell between epithelial cells in the pylorus; 11. A pyramid-shape 5-HT cell between gland epithelial cells in the pylorus; 12. A round-shape 5-HT cell in the epithelial basal membrane of duodenum; 13. A pyramid-shape 5-HT cell between epithelial cells in the jejunum; 14. A long shuttle-shape 5-HT cell between epithelial cells in the ileum; 15. A round-shape 5-HT cell in the epithelial basal membrane of rectum.  $\times 400$ , Bar = 15  $\mu\text{m}$ .

箭头示5-HT细胞; EP. 上皮; SG. 胃腺。

Arrows refer to the 5-HT cells; EP. Epithelia; SG. Stomach gland.

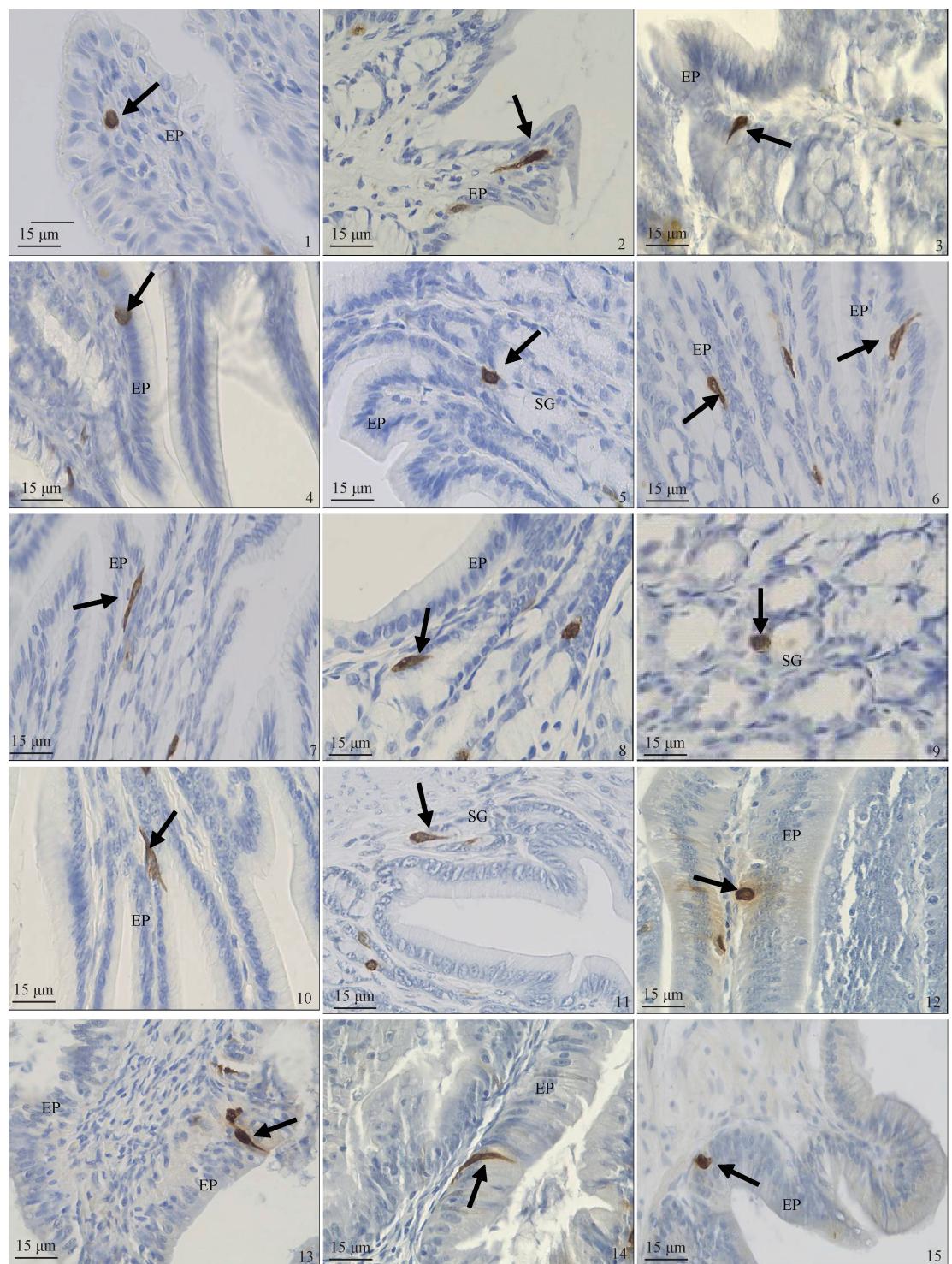
牛鑫鑫等:花背蟾蜍消化道 5-羟色胺细胞的分布及形态学特征

图版 I

NIU Xin-Xin et al.: Distribution and Morphological Characteristics of 5-Hydroxytryptamine

Cells in the Digestive Tract of *Bufo raddei*

Plate I



图版说明见文后