

鲮嗅囊的组织形态结构观察及功能探讨

李加儿^① 曹守花^{①②} 区又君^① 刘汝建^{①②}

① 中国水产科学研究院南海水产研究所 农业部南海渔业资源开发利用重点实验室 广州 510300;

② 上海海洋大学水产与生命学院 上海 201306

摘要: 实验用鱼为全长 35.5 ~ 40.0 cm 的野生鲮 (*Mugil cephalus*), 采用石蜡切片以及透射电镜技术对鲮的嗅囊以及嗅板细胞进行观察。结果表明: 鲮的嗅囊器官由左右两个呈扁平椭圆形嗅囊构成, 分别由前后两个鼻孔与外界相通。嗅囊长径与眼径之比为 0.80, 长径与短径之比为 2.09。嗅囊的嗅轴左右两边分别有垂直于嗅轴并向上倾斜排列整齐的 18 ~ 25 个披针形嗅板, 只有初级嗅板未见次级嗅板。嗅板由中央髓和两侧的嗅上皮两部分构成, 中央髓由疏松的结缔组织和毛细血管组成。嗅上皮又分为感觉区和非感觉区, 感觉区位于嗅板的内侧, 具有发达纤毛, 呈连续分布状态, 非感觉区位于嗅板边缘, 细胞纤毛较少。通过光镜和电镜的综合研究结果显示嗅上皮细胞大致可分为 5 类: 基细胞、支持细胞、纤毛非感觉细胞、纤毛感觉细胞和柱状细胞。文章讨论了鲮的感官活动类型。

关键词: 鲮; 嗅囊; 组织形态结构; 光学显微镜; 透射电镜

中图分类号: Q954.6 文献标识码: A 文章编号: 0250-3263(2014)03-399-08

Histomorphological Structure and Functional Analysis of Olfactory Organ in *Mugil cephalus*

LI Jia-Er^① CAO Shou-Hua^{①②} OU You-Jun^① LIU Ru-Jian^{①②}

① *South China Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Key Laboratory for Exploitation & Utilization of Marine Fisheries Resource in South China Sea, Ministry of Agriculture, Guangzhou 510300;*

② *College of Fisheries and Life, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China*

Abstract: Olfactory sac and olfactory lamella cells of wild grey mullet (*Mugil cephalus*, 35.5 – 40.0 cm in length) were studied by paraffin section and light microscopy as well as transmission electron microscopy. The olfactory organ of grey mullet has two flat ellipsoidal olfactory sacs in both sides of the head. Each sac has an incurrent and an excurrent nostril interlinked with the outside world. In size, the olfactory sac is smaller than the eye and the average ratio between them is 0.80. The ratio between length and breadth of the olfactory sac is 2.09. There are 18 – 25 lanceolated olfactory lamellae in the olfactory sac, which are perpendicular to left and right sides of raphe at an orderly up-inclined arrangement state. Only regular arrays of primary olfactory lamella are found in the olfactory sac but no secondary olfactory lamella is observed. Olfactory lamella is really a composite that is composed of two layers of olfactory epithelium and a central core. The central core is located at the central part of the olfactory lamella, which is composed of loose connective tissue and a large amount of capillaries. The olfactory epithelium is divided into sensory area and non-sensory area. The inside of the

基金项目 广东省科技计划项目 (No. 2007B020708005, 2012A020602016), 广东省海洋渔业科技推广专项项目 (No. A201101D02, A201200E02);

第一作者介绍 李加儿, 男, 研究员; 研究方向: 水产养殖基础生物学与繁育技术; E-mail: lje001@126.com。

收稿日期: 2013-09-18, **修回日期:** 2013-11-27

olfactory lamella is the olfactory sensory area, which has developed cilia in a continuous distribution. The non-sensory area has fewer cilia that are located in the edge of olfactory lamellae. By means of light microscopy and transmission electron microscopy, we show that the cells of olfactory epithelium can be divided into five categories: basal cells, supporting cells, ciliated non-sensory cells, ciliated receptor cells and rod cells. The activity type of sense organ in this species is discussed.

Key words: *Mugil cephalus*; Olfactory sac; Histomorphological structure; Light microscope; Transmission electron microscope

鱼类的嗅觉器官在整个生命史中发挥着重要作用,硬骨鱼类的嗅觉器官大体相似,都发育为主要由一对内陷组织构造的嗅囊,是鱼类重要的化学感受器,嗅囊以外鼻孔与外界相通(苏锦祥 1995)。硬骨鱼类的嗅觉器官对嗅觉起作用的主要是嗅板上的感觉上皮,在鱼类的发育、摄食、集群、御敌、生殖和洄游等方面具有重要作用,还具有辅助听觉、视觉和触觉的作用(宋天复 1987)。对鱼类嗅觉器官进行宏观和微观研究不仅对探索嗅觉产生机制有重要意义,而且根据鱼类嗅觉特点对控制鱼类行为而发展海洋牧场、人工养殖、饵料配方设计和饵料投喂模式等生产实践方面更具有指导意义。

国内外关于鱼类嗅觉器官的研究已见于不少文献,如郑微云等(1993)对黄鳍鲷(*Sparus latus*)嗅觉器官的组织结构研究,王艺磊等(1994)对黑鲷(*S. macrocephalus*)嗅上皮超微结构的研究,马细兰等(2005)对中华乌塘鳢(*Bostrichthys sinensis*)嗅觉器官的组织结构也进行了研究,区又君等(2010)进行了驼背鲈(*Cromileptes altivelis*)的嗅囊及嗅板细胞的形态学和组织学研究等。鲮(*Mugil cephalus*)隶属于鲮形目(Mugiliformes)鲮科(Mugilidae)鲮属,又名鲮鱼、乌头鲮、乌头、乌鱼等,为温、热带浅海中上层鱼类,广泛分布于大西洋、印度洋以及太平洋,是我国咸淡水养殖的重要鱼类之一(李加儿等 2005)。有关鲮已有较多的研究(李加儿等 1998, Aizen et al. 2005, 刘建勇等 2009, 于娜等 2011a, b, 曹守花等 2013),为进一步丰富鱼类嗅觉研究的生物学文库资料,本文采用石蜡切片和透射电镜技术对鲮嗅觉器官进行研究,通过对鲮嗅觉器官形态结构和感

觉细胞分布特点的观察,并结合眼径和嗅囊长径的对比情况,探讨鲮的感官活动类型,旨在为鲮的繁育和养殖生产实践提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 实验材料 实验所用 4 尾野生鲮,全部于 2011 年 8 月采自广东省深圳市盐田农贸市场,鱼体健康,体色正常,游动活泼。全长 35.5 ~ 40.0 cm,体长 29.4 ~ 33.5 cm,体质量 400 ~ 600 g。

1.2 实验方法 测量好生物学数据后,现场迅速解剖,小心取出嗅囊。用 Bouin 液固定 24 h,之后转至 70% 酒精中固定保存。Leica 系列组织切片机进行脱水、包埋、5 ~ 6 μm 切片,展片, H. E 染色,封片, Leica DMLB2 型显微镜观察。另固定于 4 $^{\circ}\text{C}$ 保存的 2.5% 的戊二醛中,之后移去戊二醛加 1% 四氧化锇双重固定, PBS 多次冲洗后再脱水、渗透、包埋、制作包埋块、切片、染色, JEM-100CX II 型透射式电子显微镜观察拍照。

2 结果

2.1 鲮嗅囊的外部形态特征 外部形态可观察到鲮的鼻孔位于头部的眼前上方,每侧有两个,前鼻孔圆形,后鼻孔呈裂缝状。嗅囊以前后鼻孔和外界相通,为一对内陷纺锤形结构,嗅轴和鼻腔长径方向一致,嗅囊长径与眼径之比约为 0.80 ± 0.011 ,长径与短径之比约为 2.09 ± 0.003 ,长径与体长的千分比为 21.37 ± 0.336 ,短径与体长的千分比为 10.54 ± 0.228 (图版 I : 1)。嗅囊的嗅轴左右两边分别有垂直于嗅轴并向上倾斜排列整齐的 18 ~ 25 个披

针形嗅板(图版 I: 1), 形成平滑的嗅轴嗅板凹槽结构。嗅板只有初级嗅板未见次级嗅板。

在光学显微镜和透射电镜下观察, 嗅板由中央髓和两侧的嗅上皮两部分构成, 中央髓由疏松的结缔组织和大量毛细血管组成(图版 I: 2)。嗅上皮又分为感觉区和非感觉区, 感觉区位于嗅板自嗅轴开始至中央部位, 呈连续分布状态, 非感觉区开始于嗅板的中央至游离边缘, 在嗅板的最末端纤毛非感觉区渐无(图版 I: 2)。嗅上皮的细胞分化明显, 细胞种类主要包括: 纤毛感觉细胞、纤毛非感觉细胞、支持细胞和基细胞。嗅板表面自嗅轴部分起逐渐密布纤毛非感觉细胞, 到嗅板的末端四分之一左右处渐光滑, 细胞表面无纤毛, 多为支持细胞和基细胞, 在嗅板的末端, 上层还含有一层规则排列但不紧密的上皮细胞, 细胞形体较大, 与血细胞大小相当, 椭圆形, 内容物较少, 多具一较小的球形细胞核(图版 I: 3)。离嗅板的游离末端不远处的纤毛非感觉区有数量较少的杯状细胞, 处在感觉区的中上部(图版 I: 4)。自嗅轴到嗅板, 越接近嗅板末端, 嗅板中间的结缔组织逐渐增多, 团絮状, 最后与嗅神经纤维在固有膜内集合成嗅神经, 通到端脑的嗅叶, 嗅板的感受区表面自嗅轴开始至中央部位与纤毛非感觉细胞相间排列的为纤毛感觉细胞, 中下层为支持细胞和基细胞(图版 I: 5)。支持细胞和基细胞遍布整个嗅板, 在嗅板非感觉区主要是这两类细胞。

2.2 鳃嗅板细胞类型及分布特点

2.2.1 纤毛非感觉细胞(ciliated non-sensory cell, CNC) 纤毛非感觉细胞, 广泛分布在纤毛感觉区和纤毛非感觉区, 其细胞个体较大, 形态均匀, 呈梭形或锥形, 整齐连续排布, 顶端具有较长纤毛突起密布在纤毛区表面(图版 I: 5), 长 $3.1 \sim 7.2 \mu\text{m}$ 。纤维非感觉细胞, 长 $14.22 \sim 19.39 \mu\text{m}$, 宽 $3.81 \sim 6.74 \mu\text{m}$, 胞质染色浅, 核较大, 含多个核仁, 细胞核边缘清晰, 圆形或卵圆形, 核径为 $3.25 \sim 4.83 \mu\text{m}$ (图版 II: 1)。纤毛非感觉细胞不向机体内延伸, 但树突顶端突出形成嗅节(图版 II: 2),

自嗅节处着生 10 根左右微纤毛, 无分叉, 纤毛排列方向较一致。纤毛非感觉细胞的电子密度较大, 细胞中除了含有大量横向排列的高尔基体, 还有较多的线粒体与相邻的细胞紧密相接(图版 II: 3)。

2.2.2 纤毛感觉细胞(ciliated receptor cell, CR) 纤毛感觉细胞分布在嗅板感觉区, 自嗅轴开始有大量的纤毛感觉细胞与纤毛非感觉细胞镶嵌连接至嗅板中央逐渐减少, 靠近嗅轴的区域纤毛感觉细胞所占区域较纤毛非感觉细胞的大, 呈不连续分布状态, 经 H. E 染色后着色较深, 纤毛感觉细胞较狭长, 呈细长梭形(图版 I: 6), 长 $17.78 \sim 23.46 \mu\text{m}$, 宽 $1.27 \sim 2.44 \mu\text{m}$, 在感觉细胞顶端的纤毛较纤毛非感觉区的纤毛非感觉细胞的纤毛短很多, 长 $1.1 \sim 3.0 \mu\text{m}$ 。与纤毛非感觉细胞类似, 纤毛感觉细胞树突顶端的突出部位形成嗅节, 自嗅节处着生 5~8 根纤毛, 无分节, 且纤毛都往一个方向排列(图版 II: 4)。透射电镜下纤毛感觉细胞的电子密度较纤毛非感觉细胞大, 向内延伸部位的电子密度最大, 在纤毛基部有多个形状不规则空泡结构(图版 II: 5), 空泡周围含大量的线粒体(图版 II: 6)。

2.2.3 柱状细胞(rod cell, RC) 柱状细胞混杂在纤毛非感觉细胞、纤毛感觉细胞和支持细胞之间, 分布在感觉区, 数目不多, 在光镜下不易观察到, 在透射电镜下可见柱状细胞的游离端为圆锥状突起, 基部较宽, 包含有数量较多的溶酶体, 其基部下端也含有较多的小泡结构, 内有线粒体(图版 II: 7)。

2.2.4 支持细胞(supporting cell, SC) 支持细胞数量较多, 处在嗅板的中层和中下层, 与表层的纤毛非感觉细胞和纤毛感觉细胞排列较紧密, 细胞呈椭圆形, 细胞界限明显, 与纤毛非感觉细胞的细胞核大小相当, 内有 2~3 个椭圆形的细胞核。支持细胞为两层, 各细胞的细胞核多排列在同一水平线上(图版 I: 5, 6)。细胞电子密度较大, 内有溶酶体颗粒, 相邻细胞间还有桥粒(图版 II: 8)。

2.2.5 基细胞(basal cell, BC) 基细胞位于

嗅板的基层,细胞核较大,染色较深,细胞形态不甚规则,呈锥形或椭圆形,且排列也不紧密,细胞间充斥着疏松结缔组织(图版 I: 5, 6)。基细胞电子密度较大,透射电镜中还可观察到细胞中孕有许多子细胞(图版 II: 9)。

3 讨论

3.1 鳎嗅觉器官结构特点 鳎为温热带浅海的中上层鱼类,食性广,以刮食积附在底层泥表面的生物为主,该鱼具性活跃、游泳迅速等特点,经长期进化形成了具前圆后窄、易进排水特点的鼻孔。流水自鱼类的前鼻孔进入,从后鼻孔排出。通过镜检结果显示,鳎嗅板纤毛按同一方向排列,并在纤毛非感觉细胞中观察到大量线粒体,足够数量的线粒体保障了纤毛的动力支出,大量纤毛的同步摆动带动水流起到浆泵作用,形成不间断水流从而及时感受水中各类物质刺激,属于纤毛摆动型动力排水(Muller et al. 1984)。这与顶鼻康吉鳎(*Acromycter nezumi*)和日本鳎鳎(*Anguilla japonica*)等(张振玲等 2006)属于同一种类型的排水方式。

与黑鳎(王艺磊等 1994)、中华乌塘鳢(马细兰等 2005)和驼背鲈(区又君等 2010)不同,鳎的嗅板只有初级嗅板未见次级嗅板,这与黄鳍鳎(郑微云等 1993)、顶鼻康吉鳎(张振玲等 2006)等鱼类相似。与大多数的硬骨鱼类相同,鳎的嗅上皮分化较为明显,并且分层排布。在纤毛感觉区的外层主要为纤毛感觉细胞和纤毛非感觉细胞,嗅上皮的中层和中下层为支持细胞,最基层为基细胞,在纤毛非感觉区的外层主要为纤毛非感觉细胞。

在光镜和透射电镜下看到的柱状细胞数量较少,柱状细胞在很多硬骨鱼类都有发现,过去有些学者推测此类细胞可能是感觉细胞或非感觉细胞的起源,但也有些研究结果认为柱状细胞是纤毛感觉细胞衰老的信号(Theisen et al. 1980, Muller et al. 1984),在本研究中发现柱状细胞中含有数量较多的各阶段溶酶体,推测可能是在进行细胞凋亡残留物的内部消化,

并且其他的细胞器界限比较模糊,所以本研究的结论倾向于后者。

在透射电镜下观察到各细胞结构中含有大量的小泡,特别是在纤毛感觉细胞的周围更多,推测这便于快速传递物质刺激信息。纤毛感觉细胞存在于所有报道过的脊椎动物当中(Breipohl et al. 1981),在透射电镜中观察到的纤毛感觉细胞的纤毛比纤毛非感觉细胞的细短、条数也少,这可能与感觉细胞的主要功能为感受刺激而非带动水流有关。

纤毛非感觉细胞在鳎嗅上皮中大量存在,这一般只在嗅觉鱼类中出现,在视觉鱼类的嗅上皮很少发现(王艺磊等 1995)。纤毛非感觉细胞具有发达的纤毛,在透射电镜下可观察到自嗅节发出的纤毛按同一方向弯曲排列,细胞排列紧密,内部含有大量的线粒体,可推测其作用为推动水流,从而调节水流进出鼻孔。

支持细胞在鳎嗅上皮中的排列较规则,遍布整个嗅上皮,细胞间有桥粒,牢固的细胞结构为整个嗅上皮起到支撑作用。支持细胞含有大量溶酶体,而溶酶体具有细胞内消化、细胞凋亡及分泌等重要作用,推测支持细胞有支持各细胞营养以及嗅上皮细胞分泌的作用,此看法得到许多研究结果的认同(Yamamoto et al. 1978, Yamamoto 1982, 王艺磊等 1994, 1995, 张桂蓉等 2003)。

基细胞位于嗅板的基层,细胞大小形状不规则,在透射电镜下可观察到基细胞孕育着许多子细胞,本研究认为孕育的子细胞可能起到随时补充细胞的作用,这与黑鳎的研究结果相一致(王艺磊 1994)。

3.2 研究鱼类嗅觉器官的意义 硬骨鱼类的嗅觉器官在长期的进化过程中,各自形成了特有的嗅觉器官,对鱼类嗅觉器官外部形态和组织结构特点观察分析也可作为鱼类基础分类的依据之一(孟庆闻等 1987, 张桂蓉等 2003)。圆口类(Cyclostomes)的嗅觉器官构造简单,只有单一的鼻孔,板鳃类(Elasmobranchii)的嗅囊多分布在吻部的腹面(苏锦祥 1995)。Yamamoto (1982)根据感觉上皮和非感觉上皮

在嗅板表面的镶嵌情况, 将硬骨鱼类的嗅囊划分为四种类型, 第 I、II 种分布类型是主要依靠嗅觉进行摄食等活动的鱼类, 根据本研究结果, 鲮的嗅囊感觉上皮在感觉区内断续分布, 嗅板外侧为非感觉区, 内侧为感觉区, 分布有大量的纤毛感觉细胞, 显示其嗅觉较为发达, 应属于第二种类型, 这与鲈科 (Siluridae)、鲑科 (Salmonidae)、鳗鲡科 (Anguillidae) 以及牙鲆 (*Paralichthys olivaceus*) (王艺磊等 1995) 等属于 I 型和 II 型嗅觉鱼类相同。第 III、IV 型为视觉鱼类类型, 如鲑科 (Tetrodontidae)、刺鱼科 (Gasterosteidae)、银汉鱼科 (Atherinidae) (Yamamoto 1982) 以及黑鲷 (王艺磊 1994) 等。

3.3 鲮的感官活动类型 除嗅囊结构的发达程度可作为鱼类视、嗅觉类型的判定依据外, 有些学者认为鱼类活动主要依赖视觉还是嗅觉与该种鱼类嗅囊和眼径的大小差异相关联。乌鳢 (*Channa argus*) 的嗅囊直径 (6 mm) 略小于眼径 (8 mm), 应为视、嗅觉鱼类 (张桂蓉等 2003); 中华须鳗 (*Cirrhimuraena chinensi*) 为嗅觉性鱼类, 其嗅囊长径与短径之比为 2.2 (刘东等 2005); 鳊 (*Siniperca chuatsi*) 为视觉鱼类, 其嗅板很不发达, 属于不发达类, 眼径 (1.2 ~ 1.5 cm) 远大于嗅囊直径 (0.4 ~ 0.5 cm) (杨秀平等 1999); 本研究测量结果, 鲮嗅囊长径与眼径之比约为 0.80 ± 0.011 , 也是嗅囊长径略小于眼径。鲮是一种中上层趋光鱼类, 行为学和组织学方面的研究证实, 该种鱼具有典型脊椎动物混合视网膜的特征, 即网膜中含有视杆和视锥两种系统 (刘理东等 1986), 表明鲮的视觉器官较发达。结合该鱼的嗅上皮特点: II 型嗅囊类型、发达的纤毛感觉细胞和纤毛非感觉细胞, 可见鲮的嗅觉器官也较为发达, 在觅食活动中可能起着一定的作用。结合眼径和嗅囊长径的对比情况综合而论, 鲮鱼应属视、嗅觉鱼类。

参 考 文 献

Aizen J, Meiri I, Tzchori I, et al. 2005. Enhancing spawning in the grey mullet (*Mugil cephalus*) by removal of dopaminergic

inhibition. *General and Comparative Endocrinology*, 1420 (1/2): 212 - 221.

Breipohl W, Ohyama M. 1981. Comparative and developmental SEM studies on olfactory epithelia in vertebrates (biomedical aspects and speculations). *Biomedical Research*, (2): 437 - 448.

Muller J F, Marc R E. 1984. Three distinct morphological classes of receptors in fish olfactory organs. *Journal of Comparative Neurology*, 222(4): 482 - 495.

Theisen B, Breucker H, Zeiske E E, et al. 1980. Structure and development of the olfactory organ in the garfish *Belone belone* (L.). *Acta Zoologica*, 61(3): 161 - 170.

Yamamoto M. 1982. Comparative morphology of the peripheral olfactory organ in teleosts. *Chemoreception in Fishes*. Amsterdam: Elsevier, 39 - 60.

Yamamoto M, Ueda K. 1978. Comparative morphology of fish olfactory epithelium-III Cypriniformes. *Bulletin of Japanese Society of Scientific Fisheries*, 44(11): 1201 - 1206.

曹守花, 李加儿, 区又君, 等. 2013. 鲮鱼脾脏和头肾的组织形态结构研究. *海洋渔业*, 35(3): 249 - 256.

李加儿, 区又君, 丁彦文, 等. 1998. 广东池养鲮鱼的繁殖生物学. *中国水产科学*, 5(3): 38 - 42.

李加儿, 余勉余. 2005. 鲮养殖技术 // 雷霖霖. 海水鱼类养殖理论与技术. 北京: 中国农业出版社, 892 - 904.

刘东, 唐文乔, 赵亚辉, 等. 2005. 中华须鳗嗅觉器官形态学观察. *动物分类学报*, 30(3): 453 - 460.

刘建勇, 杨廷宝. 2009. 我国沿海鲮鱼 (*Mugil cephalus*) 不同地理群体形态差异研究. *海洋与湖沼*, 40(5): 572 - 576.

刘理东, 何大仁, 郑微云. 1986. 普通鲮鱼和稜鲮视觉特性的电生理研究. *厦门大学学报: 自然科学版*, 2(2): 227 - 232.

马细兰, 洪万树, 张其永, 等. 2005. 中华乌塘鳢嗅觉器官的形态结构. *中国水产科学*, 12(5): 525 - 532.

孟庆闻, 苏锦祥, 李婉端. 1987. 鱼类比较解剖. 北京: 科学出版社, 327.

区又君, 蔡文超, 李加儿. 2010. 驼背鲈的嗅囊及嗅板细胞的形态学和组织学. *海洋湖沼通报*, (2): 61 - 66.

宋天复. 1987. 鱼类的化学通讯. *水产学报*, 11(4): 359 - 371.

苏锦祥. 1995. 鱼类学与海水鱼类养殖. 2 版. 北京: 中国农业出版社, 113 - 114.

王艺磊, 张子平, 郑微云. 1994. 黑鲷嗅上皮的超微结构. *台湾海峡*, 13(2): 129 - 132.

王艺磊, 郑微云, 张子平. 1995. 牙鲆嗅上皮超微结构研究. *热带海洋*, 14(1): 77 - 81.

杨秀平, 谭细畅, 王永祥. 1999. 鳊嗅板的组织学研究. *华中农业大学学报*, 18(2): 169 - 174.

于娜, 李加儿, 区又君, 等. 2011. 盐度胁迫及昼夜变化对鲮鱼幼鱼消化酶活力的影响. *南方水产科学*, 7(6): 52-57.

于娜, 李加儿, 区又君. 2011. 野生鲮鱼和养殖鲮鱼消化系统的组织学观察. *海洋渔业*, 33(2): 151-158.

张桂蓉, 魏开建, 严安生. 2003. 乌鳢嗅觉器官发育的组织学研究. *西南农业大学学报: 自然科学版*, 25(6): 542

-545.

张振玲, 陈宜瑜, 赵亚辉, 等. 2006. 顶鼻康吉鳗嗅囊形态的光镜与扫描电镜观察. *动物分类学报*, 31(4): 709-716.

郑微云, 杨玻璃, 王艺磊, 等. 1993. 黄鳍鲷嗅觉器官组织结构研究. *厦门大学学报: 自然科学版*, 32(增刊1): 144-148.

图版 I 说明

鲮嗅囊的外部特征以及嗅上皮细胞种类分布

1. 嗅囊纵切(×8);
2. 嗅板纵切(×32);
3. 嗅板的游离末端(×400);
4. 纤毛非感觉区的杯状细胞(×400);
5. 纤毛非感觉区(×400);
6. 纤毛感觉区(×400)。

Explanation of Plate I

Outside characteristics of olfactory sac and distribution of different epithelial cells in olfactory epithelium of *Mugil cephalus*

1. Lengthwise section of olfactory sac (×8); 2. Lengthwise section of olfactory lamella (×32); 3. Distal part of olfactory lamella (×400); 4. Goblet cells in the ciliated non-sensory area of olfactory epithelium (×400); 5. Ciliated non-sensory area of olfactory epithelium (×400); 6. Ciliated sensory area (×400).

OS. 嗅囊; R. 嗅轴; OL. 嗅板; OE. 嗅上皮; CC. 中央髓; EC. 上皮细胞; GC. 杯状细胞; CNC. 纤毛非感觉细胞; C. 纤毛; SC. 支持细胞; BC. 基细胞; CR. 纤毛感觉细胞

OS. Olfactory sac; R. Raphe; OL. Olfactory lamella; OE. Olfactory epithelium; CC. Central core; EC. Epithelial cell; GC. Goblet cell; CNC. Ciliated non sensory cell; C. Cilia; SC. Supporting cell; BC. Basal cell; CR. Ciliated receptor cell

图版 II 说明

鲮嗅上皮各种细胞的透射电镜结构

1. 纤毛非感觉细胞的局部结构(×14 000);
2. 嗅节(×80 000);
3. 纤毛非感觉细胞的镶嵌连接(×27 000);
4. 纤毛非感觉细胞的纤毛的同向排列(×14 000);
5. 纤毛感觉细胞下的小泡结构(×10 000);
6. 线粒体与高尔基小泡(×27 000);
7. 柱状细胞(×27 000);
8. 支持细胞间的桥粒连接(×67 000);
9. 基细胞(×80 000)。

Explanation of Plate II

The structure as revealed by transmission electron microscopy of different epithelial cells in olfactory epithelium in *Mugil cephalus*

1. Partial structure of a ciliated non-sensory cell (×14 000);
2. Olfactory knob (×80 000);
3. Interdigitation between ciliated non-sensory cells (×27 000);
4. The cilia with same direction in ciliated non-sensory cell (×14 000);
5. Vesicles in the ciliated receptor cell (×10 000);
6. Mitochondria and Golgi vesicles (×27 000);
7. Rod cell (×27 000);
8. Desmosome between the supporting cells (×67 000);
9. Basal cell (×80 000).

N. 细胞核; GV. 高尔基小泡; M. 线粒体; OK. 嗅节; Id. 镶嵌连结; SC. 支持细胞; CNC. 纤毛非感觉细胞; C. 纤毛; V. 小泡; RC. 柱状细胞; D. 桥粒; BC. 基细胞; DC. 子细胞。

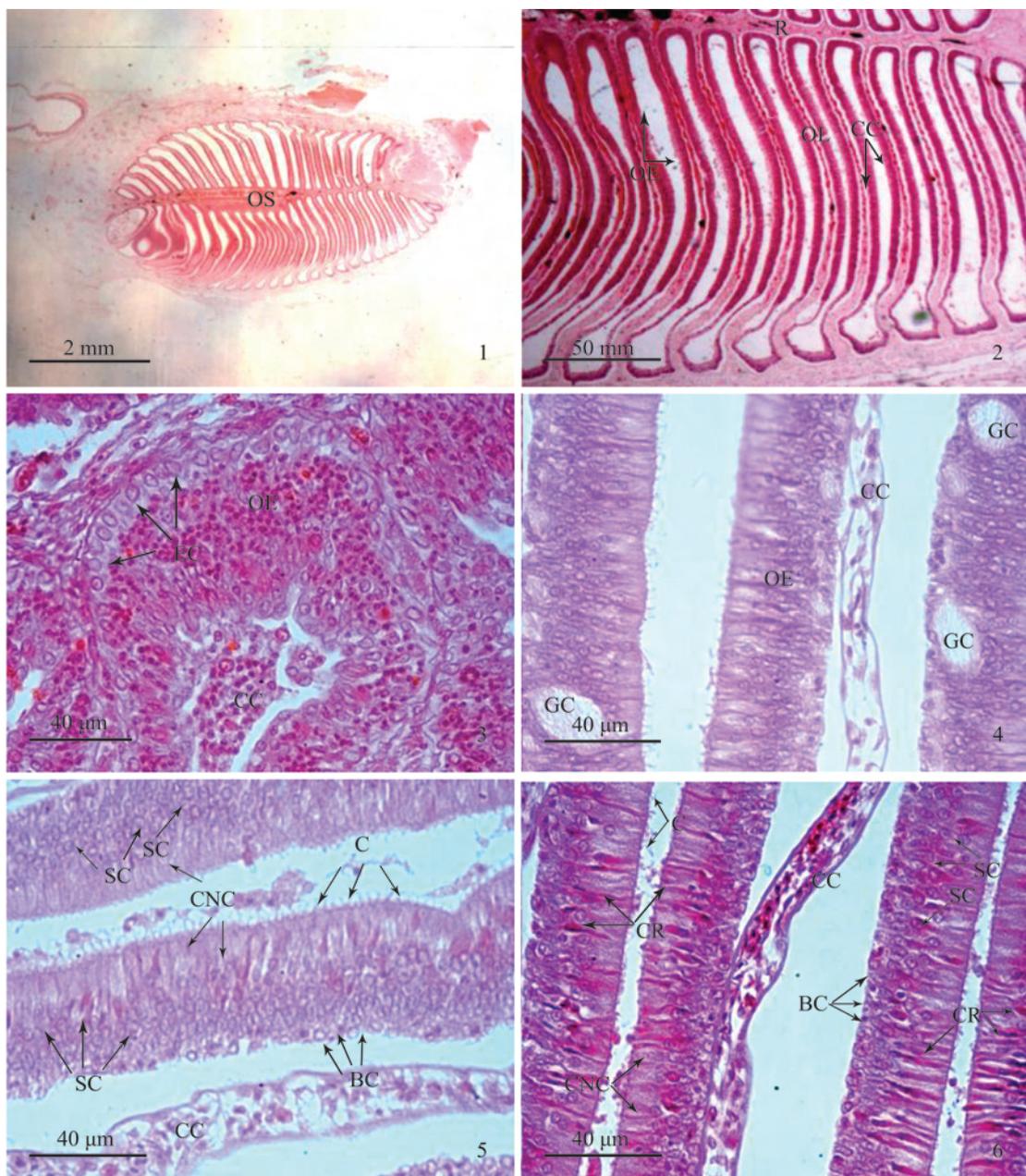
N. Nucleus; GV. Golgi vesicle; M. Mitochondria; OK. Olfactory knob; Id. Interdigitation; SC. Supporting cell; CNC. Ciliated non sensory cell; C. Cilia; V. Vesicle; RC. Rod cell; D. Desmosome; BC. Basal cell; DC. Daughter cell.

李加儿等: 鲮嗅囊组织形态结构观察及功能探讨

图版 I

LI Jia-Er *et al.*: Histomorphological Structure and Functional Analysis of Olfactory Organ in *Mugil cephalus*

Plate I



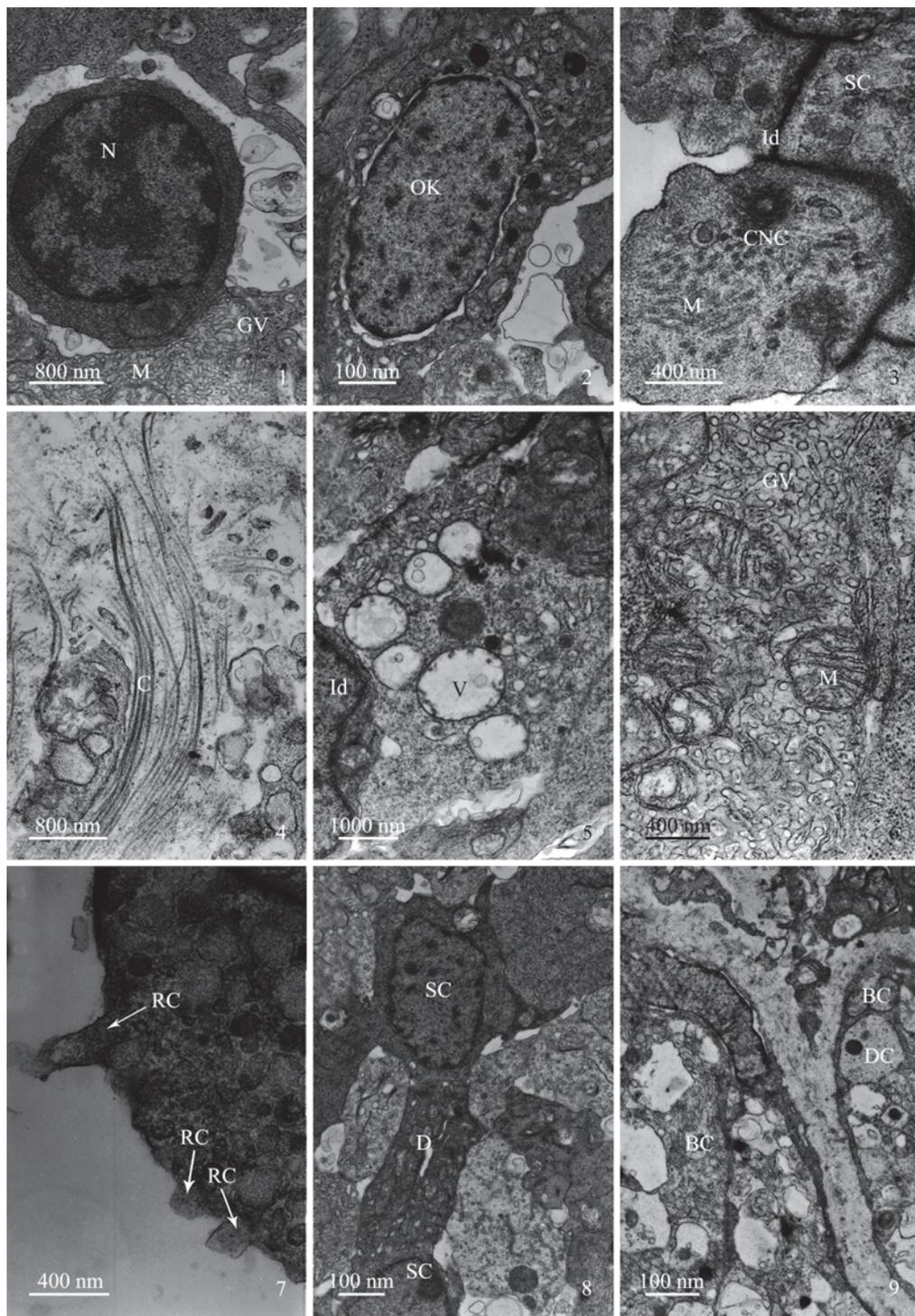
图版说明见文后

李加儿等：鲮嗅囊组织形态结构观察及功能探讨

图版 II

LI Jia-Er *et al.*: Histomorphological Structure and Functional Analysis of Olfactory Organ in *Mugil cephalus*

Plate II



图版说明见文后