

松江鲈鱼皮肤的显微和亚显微结构

蒋鑫 潘连德* 马召腾

上海海洋大学 省部共建水产种质资源发掘与利用教育部重点实验室 上海 201306

摘要:采用光学显微镜、扫描电镜和透射电镜,对松江鲈鱼(*Trachidermus fasciatus*)成体皮肤的显微和亚显微结构进行了观察。结果表明,松江鲈鱼体表不同部位皮肤的厚薄不一,但基本结构相似。皮肤由表皮和真皮层构成。松江鲈鱼的皮肤裸露无鳞,表皮层较薄,由约4~8层细胞构成,主要由复层上皮细胞和黏液细胞及基底细胞组成。表层细胞呈扁平、多边形,细胞之间主要靠桥粒紧密连接,连接处形成增厚的边缘嵴状突起。表皮细胞游离面向内凹陷,表面形成指纹状微嵴。黏液细胞呈圆形或卵圆形,散布在上皮细胞之间。黏液细胞内的黏原颗粒具有椭圆颗粒状、均匀致密的块状和疏松丝状3种不同形态。真皮通过基膜与表皮相连,由稀疏层和致密层构成。真皮结缔组织在腹部较厚而在其他部位较薄。表皮与真皮连接处有色素层,头部、背部、尾柄和体侧皮肤色素细胞分布多,色素层明显,而腹部和颈部皮肤缺少色素。松江鲈鱼黄河群体真皮层中有角质棘状突起,而滦河群体则无。头部、体侧和尾柄处皮肤上还分布有侧线孔和表面神经丘等感觉器官。

关键词:松江鲈鱼;皮肤;显微结构;亚显微结构

中图分类号:Q954, S917.4 **文献标识码:**A **文章编号:**0250-3263(2012)04-96-08

Microstructure and Ultrastructure of the Skin in Roughskin Sculpin (*Trachidermus fasciatus*)

JIANG Xin PAN Lian-De* MA Zhao-Teng

Key Laboratory of Exploration and Utilization of Aquatic Genetic Resources of China Ministry of Education,
Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China

Abstract: Light microscopy, scanning electron microscopy and transmission electron microscopy were used to observe the skin microstructure and ultrastructure of the adult *Trachidermus fasciatus*. The results show that the thickness of the skin in different parts of the body is different, but the basic structure is similar. Skin is composed of epidermis and dermis layers. There is no scale on the skin, and the epidermis layer is thinner, consisting of 4 to 8 layers of cells including epithelial cells and mucous cells and basal cells. The surface cells are flat or polygonal, and they are mainly connected by desmosomes, where the joint forms ridge-like processes. The free surface of epidermal cells invaginate to form some fingerprint-like micro-crests. Mucous cells are spherical, ovoid in shape and distribute between epithelial cells. The primitive mucous granules in mucous cells have different shapes, showing elliptic granules, uniform blocks and loose filaments. Epidermis and dermis are connected through basilar membrane, and dermis is composed of stratum spongiosum and stratum compactum. Dermal connective tissue is thick in the abdomen and thin in other parts. The joint of epidermis and dermis has

基金项目 上海市科技兴农项目(沪农科推字2006-3-5),上海市重点学科建设项目(No. Y1101);

* 通讯作者, E-mail: ldpan@shou.edu.cn;

第一作者介绍 蒋鑫,男,硕士研究生;研究方向:水产动物医学;E-mail: jiangxinsuper@163.com。

收稿日期:2012-01-20,修回日期:2012-05-11

pigment layer, and the skin of head, backside, tail handle and body side contains more pigment cells than that of abdomen and mentum. In the dermal layer there are dermal keratinized spines in the Yellow River group, but such structures are absent in Luanhe River group. Lateral-line hole and superficial neuromast distribute in the skin of head, body side and tail handle

Key words: *Trachidermus fasciatus*; Skin; Microstructure; Ultrastructure

鱼类皮肤特殊的组织结构对维持体内环境的稳定和平衡起重要作用,能够保护鱼体内的组织免受外界环境不利因素的伤害或侵入。对于鱼类皮肤表皮及真皮结构研究的报道见诸于金鱼 (*Carassius auratus*)、欧洲鳗鲡 (*Anguilla anguilla*)^[1-3]、鲑 (*Salmo salar*)、鳟 (*S. trutta*)^[4-5]、银大麻哈鱼 (*Onocorhynchus kisutch*)^[6]、鲤 (*Cyprinus carpio*)^[7-8] 和斑鳢 (*Channa maculata*)^[9] 等,以及对金鱼^[10] 和大菱鲆 (*Scophthalmus maximus*)^[11] 等皮肤早期发育的变化,鲇 (*Silurus asotus*)^[12] 和欧洲鳗鲡^[13] 皮肤黏液细胞分类、分布和分泌。这些研究大多数集中在鱼类皮肤的组织学、细胞结构和一般的组织化学方面。松江鲈鱼 (*Trachidermus fasciatus*) 是重要的经济鱼类,已有松江鲈鱼胚后发育阶段和降河洄游期间消化器官的组织学^[14-15]、性腺周年变化^[16]、甲状腺周年变化及其与降河洄游的关系^[17] 等报道。而对松江鲈鱼皮肤的组织结构及其功能的研究未见报道。本文通过对松江鲈鱼皮肤的显微和亚显微结构观察,探讨其皮肤结构与环境适应的关系。

1 材料与方 法

雌雄成体松江鲈鱼新鲜标本,6尾采自河北秦皇岛市,平均体长(13.72 ± 8.41) cm,平均体重(24.49 ± 1.76) g,即松江鲈滦河群体,简称为滦河群体;6尾采自山东垦利县,平均体长(10.67 ± 3.95) cm,平均体重(21.28 ± 11.84) g,即松江鲈黄河群体,简称为黄河群体。

石蜡切片材料:取头部、颈部、腹部、背部、体侧及尾柄处的皮肤,切成5 mm × 5 mm大小的组织块,经 Bouin 液固定24 h以上,梯度乙醇脱水,二甲苯透明,石蜡包埋,切片厚5 μm, H. E 染色, Olympus BH-2 显微镜观察。组织学

数据采用 Image-pro Express 软件拍照和测量,用 Excel 软件计算。

黏液细胞计数:在显微镜 10 × 40 视野下观察纵切切片,在不同部位随机选择30个视野统计计数,计算出每个视野面积的平均黏液细胞个数,然后换算成单位面积的黏液细胞数(个/mm²)。

扫描电镜材料:取头部、颈部、腹部、背部、体侧及尾柄部的皮肤,经2.5%戊二醛和1%锇酸双重固定,系列酒精脱水,丙酮取代,在 EMITECH K850 型临界点干燥仪上做临界点干燥,并用 Hitachi E-1010 型离子溅射仪喷金,在 Hitachi S-3400N 型扫描电镜下观察并拍照。

透射电镜材料:取头部、颈部、腹部、背部、体侧及尾柄部的皮肤,切成1 mm × 1 mm 小块,经2.5%戊二醛溶液和1%锇酸双重固定。常规方法制作超薄切片,醋酸铀和柠檬酸铅双染色,在 JEM-2100 透射电镜下观察并拍照。

2 结 果

2.1 皮肤的显微结构

表皮:松江鲈鱼的皮肤裸露无鳞。表皮没有角质层,由复层上皮细胞、黏液细胞和基底细胞构成(图版 I:1)。表层上皮细胞扁平形,排列紧密。表层上皮细胞往下是中间层,由多层不规则上皮细胞和黏液细胞构成。中间层的表皮细胞层数随着部位不同有着明显的变化,一般为2~6层细胞(表1)。细胞核圆形或椭圆形,位于细胞的中央。中间层分布有大量黏液细胞,其外形多为球状、杯状、椭圆状等。数量为腹部 > 头部 > 体侧 > 尾柄 > 背部 > 颈部。黏液细胞之间夹杂着由基底细胞衍生并向外推移的上皮细胞。紧贴黏液细胞的上皮细胞,其大小不一,形态各异,多为立方状,核常为弯月形

表 1 松江鲈鱼各部位皮肤结构比较

Table 1 The thickness of the skin in different parts of *Trachidermus fasciatus*

部位 Parts	表皮细胞层数 Layers of epithelial cell	表皮厚度(μm) Thickness of epidermis	真皮厚度(μm) Thickness of dermis		黏液细胞数量 (个/mm ²) Number of mucous cells (cells/mm ²)
			疏松层 Stratum spongiosum	致密层 Stratum compactum	
头部 Head	7~8	68.21 ± 3.31	131.67 ± 22.61	29.42 ± 11.43	171
颊部 Chin	4~6	46.98 ± 13.83	212.41 ± 10.07	20.43 ± 7.74	117
背部 Dorsal	4~6	56.71 ± 8.07	145.75 ± 5.84	27.37 ± 9.81	127
体侧 Lateral body	5~6	61.38 ± 6.24	158.32 ± 7.15	27.19 ± 19.33	153
腹部 Abdomen	7~8	77.82 ± 6.61	237.63 ± 17.80	32.36 ± 6.09	209
尾柄 Caudal peduncle	4~6	60.05 ± 7.67	132.64 ± 9.19	19.19 ± 4.52	134

或不规则状。松江鲈鱼皮肤中的黏液细胞由皮肤基底层的细胞分化而来,在这一分化过程中,黏液细胞逐渐向表皮迁移并成熟,细胞内的颗粒物质逐渐增多,到达皮肤表面时,细胞中的黏原颗粒积累到最多,且大部分黏原颗粒逐渐移向靠近皮肤表面一侧。表皮最基部是一层基底细胞,整齐地排列在基膜上,细胞的长轴与基膜垂直,呈柱状或立方状。基底细胞有分生能力,经常分裂出新细胞补充表层损伤脱落的上皮细胞。基膜是分布在上皮层和真皮层之间的膜状结构,上皮层基底细胞的底部依附在基膜上。色素层主要分布于表皮与真皮之间,有的也存在于真皮与肌肉相连处。色素细胞在 H. E 染色条件下呈棕黑色,细胞形状不规则,有很多分支交织形成色素层。头部、背部、尾柄和体侧皮肤色素细胞分布多,色素层明显,而腹部和颊部皮肤缺少色素。

真皮:松江鲈鱼的真皮位于表皮下方,真皮由纤维结缔组织所形成,成纤维细胞是皮肤真皮层中主要细胞。根据其中纤维的多少和排列可分为稀疏层及致密层(图版 I:2)。外层紧贴着基膜的是疏松层,往里是致密层。疏松层较厚,纤维细而稀疏,纵横交错分布。致密层由排列紧密的胶原纤维交织而成,致密层的纤维粗而致密,呈平行波浪状。致密层在 H. E 染色条件下整体颜色较疏松层要深。另外,还能观察到黄河群体雌雄鱼体背部、体侧和尾柄真皮均有角质棘状突起(图版 I:3),而滦河群体无论雌雄体表只有丘状突起(图版 I:1)。在头、体侧和尾柄处的真皮中可见侧线管(图版 I:4)。

侧线管管壁主要由 1~2 层表皮细胞构成。表皮细胞呈扁平状,紧密排列形成侧线管壁。管腔底部每隔一定间距有一个管道神经丘突出于其中。管道神经丘由感觉细胞和支持细胞构成,若干个感觉细胞平行排列聚集在一起形成圆锥体,其基部与支持细胞相连接。皮下组织位于真皮层的下面,有一些小血管分布。

2.2 皮肤的亚显微结构

2.2.1 皮肤表面的亚显微结构

在扫描电镜下观察,黄河群体皮肤表面分布大量棘状突起(图版 I:5),而滦河群体皮肤表面则分布有大小均匀的丘状突起。松江鲈鱼表层上皮细胞多为多边形,彼此之间由增厚的边缘嵴状突呈拉链式紧密连接(图版 I:6)。细胞游离面的细胞膜向内形成一定的小凹陷,凹陷表面有许多指纹状的微嵴。在皮肤表面,可见许多大小不等的圆形或椭圆形的开孔。开孔可明显分出大、小两种:大孔为侧线器官的开口,直径多为 50 μm,直径与所在部位的侧线管径大致相同。多个大孔通常排列成线状,形成侧线(图版 I:7,8)。大孔多分布在体侧和尾柄处,少量在头部。大孔附近可观察到表面神经丘。神经丘包括表面神经丘和管道神经丘,前者分布于鱼体表面,后者位于侧线管中,并通过这些大孔与外界环境相通,感受外界刺激。表面神经丘向下陷入真皮,凹陷处为一个由支持细胞形成的长圆柱形突起(图版 II:1),突起表面有数根具感觉功能的纤毛伸向器官外面;小孔为皮肤黏液细胞的开口,小孔的直径约为 5 μm,分布无规律。黏液细胞在鱼体头部、腹部、体侧、尾柄部、

颈部和背部的表皮上均有大量分布,并开口于多个相邻上皮细胞间的连接处,有的小孔口可以看到正在分泌的黏液物质(图版 II:2)。

2.2.2 皮肤细胞的亚显微结构

表皮:表层上皮细胞位于表皮的最上层,与外环境直接接触,是一层活细胞(图版 II:3)。细胞呈扁平状,长轴与表皮表面平行,细胞核也是扁平状。表层的上皮细胞游离面向外突出形成指纹状微嵴。往下的上皮细胞为多边形。上皮细胞胞浆内散布有线粒体、光滑内质网、微丝等。细胞之间大量的细胞桥粒清晰可见,细胞间通过桥粒连接,排列紧密。黏液细胞呈圆形或卵圆形,散布在上皮细胞之间。黏液细胞中部膨大,顶端细长,胞质内核糖体丰富,大量粗面内质网和高尔基体分布在细胞核旁。胞质内充满黏原颗粒,细胞核被大量的黏原颗粒挤向皮肤基底膜一侧。超微结构显示黏液细胞内的黏原颗粒为3种不同的形态:第一种为椭圆颗粒状(图版 II:4),第二种是均匀致密的块状(图版 II:5),第三种呈疏松丝状(图版 II:6)。松江鲈鱼基底细胞柱状(图版 II:7),大量微丝在细胞质内,线粒体多于上皮细胞,这可能与基底细胞的分裂能力有关,需要线粒体提供足够的能量。基膜由多层微丝构成,呈波浪状。

真皮:真皮胶原纤维呈波浪状排列,纤维间细胞丰富,主要有成纤维细胞和色素细胞等。色素细胞呈梭形或椭圆形。胞浆内有丰富的圆形或卵圆形的色素体(图版 II:8)。

3 讨 论

3.1 松江鲈鱼皮肤结构组成与机能的关系

松江鲈鱼的皮肤结构与其他鱼类基本相同,都由表皮、真皮疏松层和真皮致密层组成。但不同部位皮肤各组成成分在结构和厚度上有着明显的变化。

松江鲈鱼不同部位皮肤厚度不一致,表皮是颈部最薄,腹部最厚;而真皮是尾柄部最薄,腹部最厚。皮肤厚度体现了其保护功能:头部皮肤下已有坚硬的头骨保护着脑,故较薄;由于松江鲈鱼是底栖鱼类,腹部和颈部皮肤常与水

底接触,所以较厚;体侧、背部和尾部与水中物体的摩擦较少,因此皮肤相应较薄。

松江鲈鱼表皮细胞的游离面具有许多指纹状的微嵴,这与张守信等^[18]对八目鳗(*Lampetra japonica*)等鱼类和杨桂枝等^[19]对南方鲂(*Silurus meridionalis*)表皮的观察结果相符。微嵴是无鳞鱼类皮肤上皮细胞游离面的恒定结构,不是脱落的表皮细胞桥粒的残留。另外表皮细胞表面内凹也起着容纳大量黏液并可增加细胞表面积以及增强表皮弹性的作用^[10]。

黏液细胞依鱼类的不同而在数目、种类、大小上有差异,无鳞或者鳞小的种类表皮黏液细胞数量较多,反之较少,且鱼体前部比后部多^[20]。松江鲈鱼表皮无鳞片,本观察发现其有大量黏液细胞分布。松江鲈鱼皮肤表面大量的黏液覆盖,加强了鱼体的防护作用。黏液由于附着在上皮细胞游离面指纹状微嵴形成的粗糙面而得到支持和固定,延长黏液在上皮细胞表面的滞留时间,从而有效防止鱼体与外界摩擦导致机械损伤,并具有维持渗透压和建立免疫防御的功能,可使松江鲈鱼较长时间离开水环境而皮肤不干燥。松江鲈鱼黏液细胞内的黏原物质有3种不同的形态,可能是因为黏液细胞处在不同的发育时期,因而内含物的化学成分也不同^[2]。

松江鲈鱼各部位皮肤均存在色素细胞,但不同部位色素细胞数量明显不同:头部、背部、尾柄和体侧皮肤暴露于光线之下,表皮和真皮之间以及真皮与肌肉之间大量的色素细胞形成色素层,可以使鱼体体色与环境相适应,有利于自身隐蔽;颈部和腹部紧贴水底,因此皮肤色素细胞较少。

3.2 松江鲈鱼皮肤角质棘状突起的作用

联系器是真皮多个细胞的角质化衍生物,由真皮的多个细胞角质化后聚集而成,它与鱼类的繁殖、触觉刺激、感觉和水动力学效应有关^[21]。Wiley 等^[22]研究表明,此类皮肤衍生物可见于杜父鱼科部分种类的鳍条上,多见于雄性个体。松江鲈鱼黄河群体背部、体侧和尾柄真皮中的棘状突起与联系器结构相似,且雌雄个体均具

有大量这种结构。然而滦河群体则缺乏这种结构,只有丘状突起。这可能是由于滦河群体与黄河群体系不同的亚种或者滦河群体体表联系器尚未发育到有角质突起的阶段。另外,采集到的滦河群体幼鱼时期生活在淡水,成鱼则进入海水;而黄河群体从幼鱼到成鱼期间一直养殖在海水中,不同的生活或养殖环境也可能导致松江鲈鱼体表呈现不同形态特征。

参 考 文 献

- [1] Henrikson R C, Matoltsy A G. The fine structure of teleost epidermis: I. Introduction and filament-containing cells. *Journal of Ultrastructure Research*, 1967, 21(3/4): 194 - 212.
- [2] Henrikson R C, Matoltsy A G. The fine structure of teleost epidermis: II. Mucous cells. *Journal of Ultrastructure Research*, 1967, 21(3/4): 213 - 221.
- [3] Henrikson R C, Matoltsy A G. The fine structure of teleost epidermis: III. Club cells and other cell types. *Journal of Ultrastructure Research*, 1967, 21(3/4): 222 - 232.
- [4] Harris J E, Hunt S. The fine structure of the epidermis of two species of salmonid fish, the Atlantic salmon (*Salmo solar* L.) and the brown trout (*Salmo trutta* L.) I. General organization and filament-containing cells. *Cell and Tissue Research*, 1975, 157(4): 553 - 565.
- [5] Harris J E, Hunt S. The fine structure of the epidermis of two species of salmonid fish, the Atlantic salmon (*Salmo solar* L.) and the brown trout (*Salmo trutta* L.) II. Mucous cell. *Cell and Tissue Research*, 1975, 163(4): 535 - 543.
- [6] Hawkes J W. The structure of fish skin II. The chromatophore unit. *Cell and Tissue Research*, 1974, 149(2): 159 - 172.
- [7] 秉志. 鲤鱼组织. 北京: 科学出版社, 1983: 13 - 15.
- [8] 谢宝华, 樊廷玉, 王秀玲, 等. 鲤鱼皮肤的超微结构. *电子显微学报*, 1992, (5): 354 - 355.
- [9] 郭素敏, 林振滨, 罗明庆. 斑鳢皮肤的组织学观察. *湛江海洋大学学报*, 1989, 9(1/2): 19 - 29.
- [10] 刘文生, 郭锦, 彭文伟, 等. 金鱼早期仔鱼体表的电镜观察. *动物学杂志*, 2006, 41(2): 81 - 86.
- [11] 朱杰, 张秀梅, 高天翔, 等. 大菱鲆仔鱼皮肤发育及超微结构. *水产学报*, 2003, 27(2): 97 - 104.
- [12] 李学军, 彭新亮, 乔志刚. 鲑皮肤和鳃黏液细胞的分类、分布和分泌研究. *上海海洋大学学报*, 2010, 19(6): 751 - 755.
- [13] 林旋, 张伟妮, 林树根, 等. 欧洲鳗鲡皮肤、鳃及消化道黏液细胞的分布与类型. *福建农业学报*, 2008, 23(1): 39 - 43.
- [14] 周明, 韦正道, 陈海明. 松江鲈鱼初期胚后发育阶段消化系统组织学的初步研究. *现代渔业信息*, 1996, 11(11): 1 - 3.
- [15] 李堃宝, 邵炳绪, 芮菊生. 松江鲈鱼降海洄游期间消化器官的组织学研究. *复旦学报: 自然科学版*, 1984, 23(1): 7 - 16.
- [16] 复旦大学生物系动物学教研组. 松江鲈鱼性腺的周年变化. *复旦学报: 自然科学版*, 1975, (4): 73 - 82.
- [17] 邵炳绪. 松江鲈鱼甲状腺的周年变化及其与降河洄游的关系. *海洋与湖沼*, 1978, 9(2): 230 - 235.
- [18] 张守信, 纳索尔 J R. 金鱼、八目鳗和蟾蜍蝌蚪表皮 Malpighian 细胞超微结构的比较研究. *动物学报*, 1990, 36(2): 110 - 113.
- [19] 杨桂枝, 张耀光. 南方鲇皮肤、唇瓣和须结构的研究. *西南师范大学学报: 自然科学版*, 1997, 22(3): 296 - 301.
- [20] Pickering A D. The distribution of mucous cells in the epidermis of the brown trout *Salmo trutta* (L.) and the Char *Salvelinus alpinus* (L.). *Journal of Fish Biology*, 1974, 6(2): 111 - 118.
- [21] 张鸷, 沈建中. 真骨鱼类皮肤角质化衍生物——多细胞角质结节. *动物学杂志*, 1999, 34(3): 52 - 56.
- [22] Wiley M L, Collette B B. Breeding tubercles and contact organs in fishes: their occurrence, structure, and significance. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 1970, 143(3): 195 - 196.

图版 I 说明

1. 滦河群体某个体表皮横切; 2. 松江鲈鱼皮肤纵切; 3. 黄河群体某个体皮肤横切, 示真皮角质棘状突起(黑色箭头); 4. 松江鲈鱼侧线管横切; 5. 黄河群体某个体表皮棘状突起; 6. 表皮细胞游离面的指纹状微嵴和细胞边缘的嵴状突; 7. 滦河群体某个体体表丘状突起, 示皮肤上的侧线孔(黑色箭头)和表面神经丘(白色箭头); 8. 侧线孔放大。

Explanation of Plate I

1. Transverse section of epidermis of one individual in Luanhe River group; 2. Longitudinal section of skin of *Trachidermus fasciatus*; 3. Transverse section of skin of one individual in the Yellow River group, showing dermal keratinized spines (black arrow); 4. Transverse section of lateral line of *T. fasciatus*; 5. Spines on the skin of one individual in the Yellow River group; 6. Fingerprint-like micro-crests on the surface of epidermal cells and the ridge-like protuberances at cell edge; 7. Mound-like protuberances of skin of one individual in Luanhe River group, showing lateral-line hole (black arrow) and superficial neuromast (white arrow); 8. Amplification figure of lateral-line hole.

EC: 上皮细胞; MC: 黏液细胞; BC: 基底细胞; P: 色素层; SS: 真皮疏松层; SC: 真皮致密层; F: 成纤维细胞。

EC: Epithelial cells; MC: Mucous cells; BC: Basal cells; P: Pigmented layer; SS: Stratum spongiosum; SC: Stratum compactum; F: Fibroblasts.

图版 II 说明

1. 表面神经丘放大; 2. 正在分泌黏液的黏液细胞; 3. 松江鲈鱼表皮各层细胞; 4. 含椭圆颗粒状黏原颗粒的黏液细胞; 5. 含均匀致密块状黏原颗粒的黏液细胞; 6. 含疏松丝状黏原颗粒的黏液细胞; 7. 基底细胞超微结构; 8. 黑色素细胞超微结构。

Explanation of Plate II

1. Amplification figure of superficial neuromast; 2. The mucus-secreting mucous cells; 3. Each kind of cells in epidermis; 4. Mucous cells containing elliptic granule-like primitive mucous granules; 5. Mucous cells containing uniform block-like primitive mucous granule; 6. Mucous cells containing loose filamentous-like primitive mucous granules; 7. Ultrastructure of basal cells; 8. Ultrastructure of melanophore.

EC: 上皮细胞; BC: 基底细胞; N: 细胞核; MV: 微嵴; MC: 黏液细胞; G: 黏原颗粒; ER: 粗面内质网; BM: 基膜; ME: 黑色素细胞。

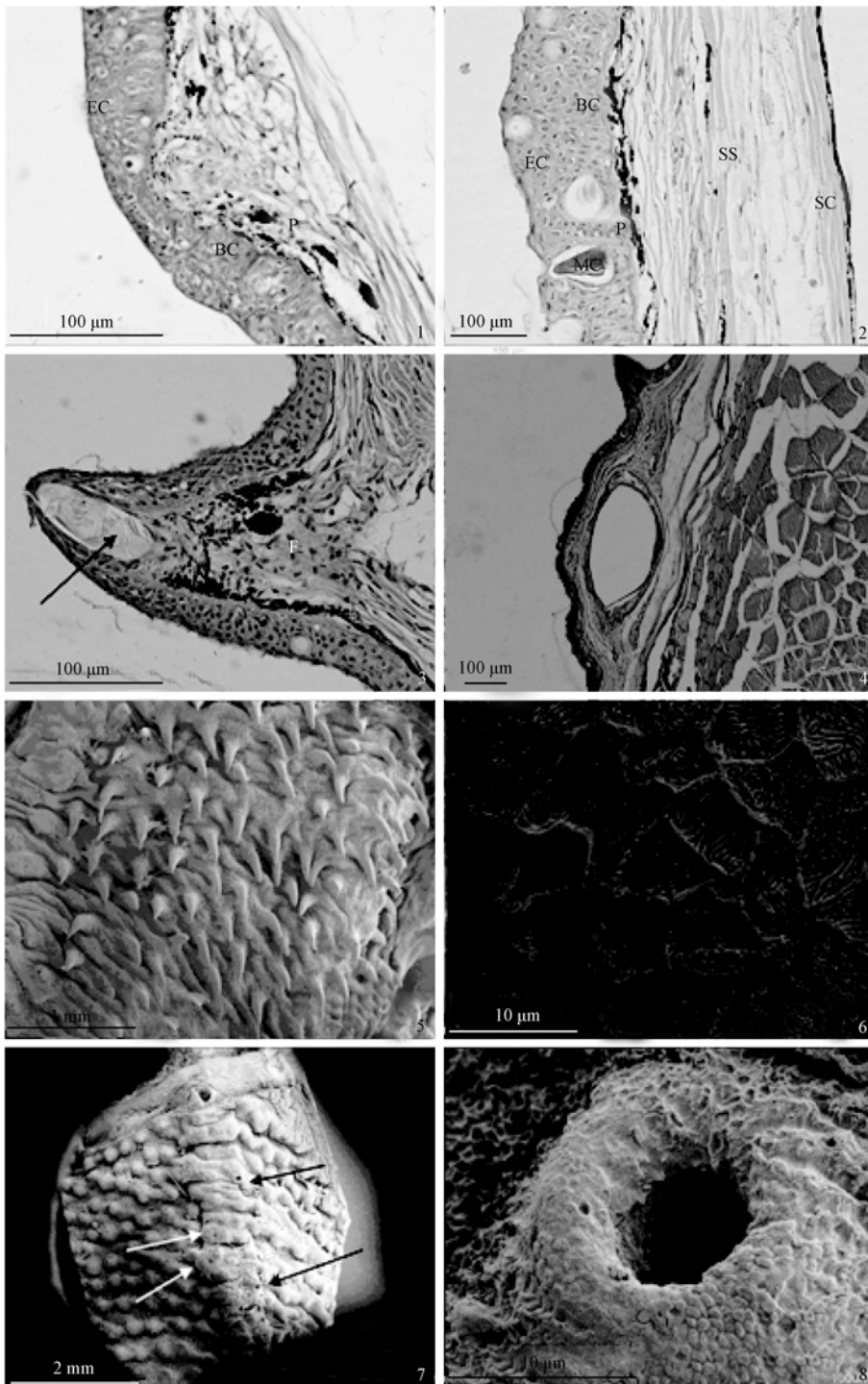
EC: Epithelial cells; BC: Basal cells; N: The nucleus; MV: Microvilli; MC: Mucous cells; G: Primitive mucus granules; ER: Rough endoplasmic reticulum; BM: Basement membrane; ME: Melanophore.

蒋 鑫等:松江鲈鱼皮肤的显微和亚显微结构

图版 I

JIANG Xin *et al.*: Microstructure and Ultrastructure of the Skin in Roughskin Sculpin
(*Trachidermus fasciatus*)

Plate I



图版说明见文后

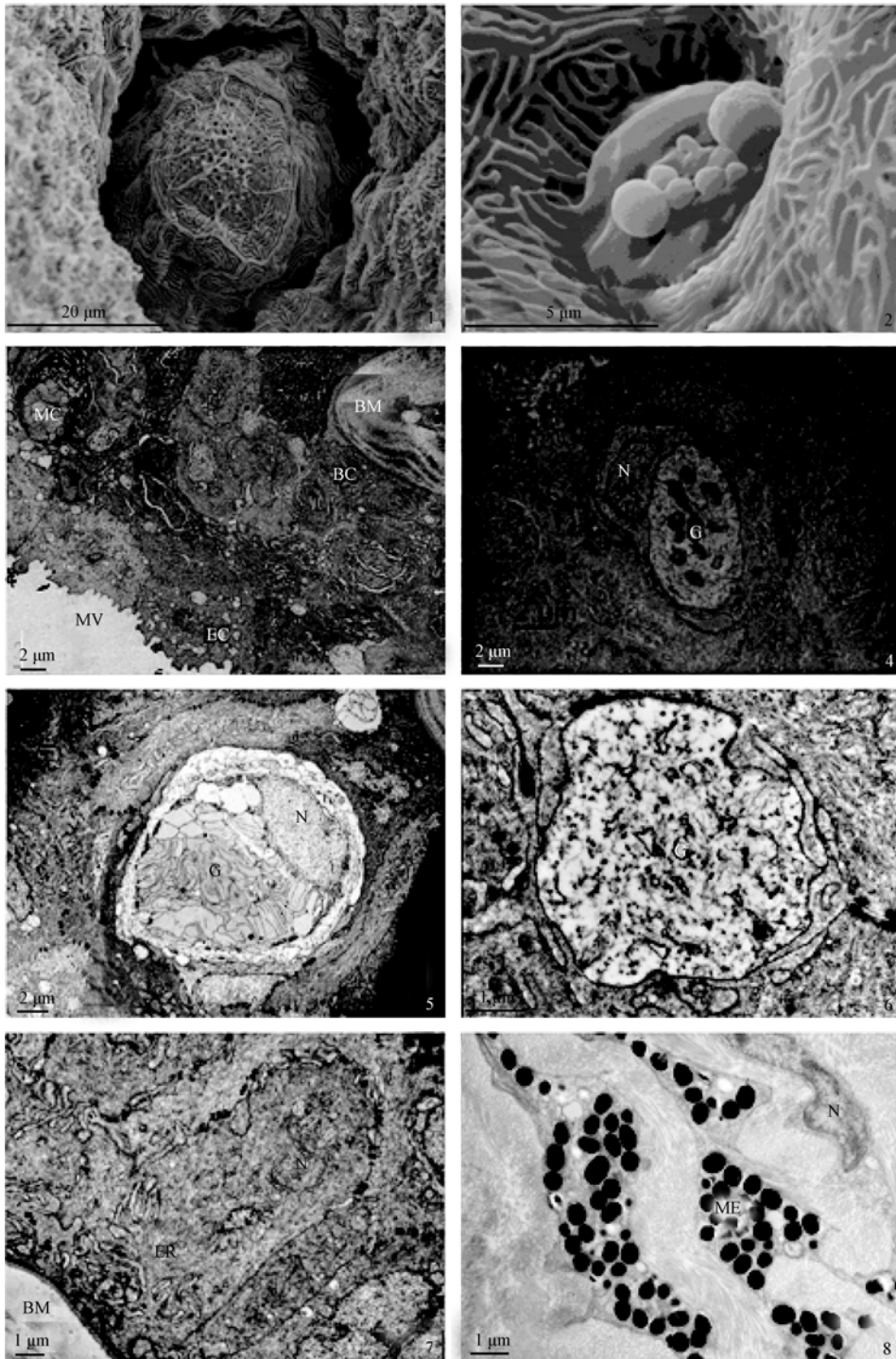
蒋 鑫等:松江鲈鱼皮肤的显微和亚显微结构

图版 II

JIANG Xin *et al.* : Microstructure and Ultrastructure of the Skin in Roughskin Sculpin

(*Trachidermus fasciatus*)

Plate II



图版说明见文后