

# 深水网箱养殖卵形鲳 血液指标

许晓娟<sup>①②</sup> 李加儿<sup>①\*</sup> 区又君<sup>①</sup> 郭根喜<sup>①</sup> 陶启友<sup>①</sup>

(① 中国水产科学研究院南海水产研究所 广州 510300; ② 上海水产大学生命科学与技术学院 上海 200090)

**摘要:** 对深水网箱养殖卵形鲳 (*Trachinotus ovatus*) 成鱼的部分血液性状和血清生化指标进行测定比较。结果显示, 雌、雄成鱼红细胞数量(RBC)、白细胞数量(WBC)、血细胞比容(Ht)、红细胞沉降率(ESR)等血液性状不存在显著性差异。血清指标中雌、雄成鱼血糖(GLU)的含量分别为(10.24±1.25) mmol/L、(17.36±1.34) mmol/L, 存在极显著差异; 雌鱼血清中低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)、钾离子(K<sup>+</sup>)、谷丙转氨酶(ALT)、谷草转氨酶(AST)浓度大于雄鱼( $P < 0.05$ ); 雄鱼血清中肌酐(CREA)、钠离子(Na<sup>+</sup>)浓度大于雌鱼( $P < 0.05$ ); 尿酸(UA)、尿素氮(BUN)、甘油三酯(TG)、总胆固醇(TC)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)、 $\gamma$ -谷氨酰转肽酶( $\gamma$ -GT)、总蛋白(TP)、白蛋白(ALB)、球蛋白(GLB)、白蛋白/球蛋白(ALB/GLB)、钙离子(Ca<sup>2+</sup>)、氯离子(Cl<sup>-</sup>)、无机磷(PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>)等指标, 雌雄差异不显著。卵形鲳部分生化指标存在雌雄差异, 可能与个体的生理状况有关。结果可为卵形鲳血液生理研究提供基础资料。

**关键词:** 卵形鲳; 性别; 血液性状; 生化指标

**中图分类号:** Q955 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263(2008)06-109-08

## Haematological Indices in *Trachinotus ovatus* Reared in Submersible Cage

XU Xiao Juan<sup>①②</sup> LI Jia Er<sup>①\*</sup> OU You Jun<sup>①</sup> GUO Gen Xi<sup>①</sup> TAO Qi You<sup>①</sup>

(① South China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Guangzhou 510300;

② College of Aquaculture Science and Technology, Shanghai Fisheries University, Shanghai 200090, China)

**Abstract:** The present study dealt with the hematological and serum biochemical indices of adult Ovate Pompano *Trachinotus ovatus* reared in submersible cage and the relation between genders and haematological indices. The results showed that there was no significant difference on the erythrocyte number (RBC), leukocyte number (WBC), hematocrit (Ht) and erythrocyte sedimentation rate (ESR) between adult male and female. In terms of the serum biochemical indices, concentration of blood glucose was much higher in male than in female. Moreover, the concentration of low density lipoprotein cholesterol (LDL-C), potassium (K<sup>+</sup>), aspartate aminotransferase (AST), alanine aminotransferase (ALT) in serum of female was higher than that of male ( $P < 0.05$ ). Meanwhile, the concentration of creatinine (CREA), sodium (Na<sup>+</sup>) in serum of male was higher than that of female. However, there was no significant difference between male and female in uric acid (UA), blood urea nitrogen (BUN), triglyceride (TG), total cholesterol (TC), high density lipoprotein cholesterol (HDL-C),  $\gamma$  glutamyl transpeptidase ( $\gamma$ -GT), total protein (TP), albumin (ALB), globulin (GLB), ALB/GLB, calcium (Ca<sup>2+</sup>), chlorine (Cl<sup>-</sup>) and phosphorus (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>). Some serum biochemical indices differences between adult male and female ovate pompano might be related to the physical condition of each individual. The results would be used as the normal physiological

基金项目 国家 115 科技支撑计划项目(No. 2006BAD09A14), 国家高技术研究发展(863)计划项目(No. 2006AA100301), 广东省科技计划项目(No. 2004A2105002), 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金项目(No. 2008YD02);

\* 通讯作者, E-mail: lje001@126.com;

第一作者介绍 许晓娟, 女, 硕士研究生; 研究方向: 水产养殖基础生物学; E-mail: xiaojuanxu1221@hotmail.com.

收稿日期: 2008-03-19, 修回日期: 2008-09-05

indices for Ovate Pompano.

**Key words:** *Trachinotus ovatus*; Gender; Hematic property; Biochemical index

血液是动物体内循环系统的重要组成部分,起着物质运输、生理调节及生理防御等重要功能。正常血液指标值能反映物种的特性及其正常生理状态,被广泛运用于评价其健康状况、营养状况及对环境的适应状况,是良好的生理、病理指标<sup>[1]</sup>。鱼类血液学的研究历来受到学者们的重视,国内外学者对鱼类血液学研究较多,关于性别对血液指标的影响,在斜带石斑鱼 (*Epinephelus coioides*)<sup>[2]</sup>、黄鳍东方 ( *Takifugu xanthopterus* )<sup>[3]</sup>、兴国红鲤 ( *Cyprinus carpio var singuonesis* )<sup>[4]</sup> 已有报道。

卵形鲳 ( *Trachinotus ovatus* ) 属于鲈形目 (Perciformes) 科 (Carangidae) 鲳亚科 (Trachinotinae) 鲳属,俗称黄腊鲳、黄腊、卵、短鳍鲳、金鲳、红杉、红沙等<sup>[5]</sup>,广泛分布于大西洋、印度洋、太平洋,是一种暖水性中上层鱼类,幼鱼阶段常栖息在河口海湾,群居性较强,成鱼时向外海深水移动。卵形鲳是海水养殖优质的种质资源,是近年来海湾深水网箱养殖的重要对象之一,养殖经济效益显著。关于卵形鲳的研究主要集中于人工繁殖<sup>[6]</sup>、网箱养殖<sup>[7]</sup>、疾病<sup>[8,9]</sup>、胚胎发育<sup>[10]</sup>、染色体组型<sup>[11]</sup>、血细胞发生<sup>[12]</sup>等方面。笔者对卵形鲳的部分血液性状和血清生化指标进行观察测定,并比较了不同性别对卵形鲳血清生化指标的影响,以期提供该鱼的血液学基础数据,为其人工养殖、病理和生理生化研究提供参考。

## 1 材料与方法

**1.1 实验材料** 实验用卵形鲳于2007年12月取自广东省湛江市特呈岛南海水产研究所深水网箱养殖基地,雌雄各6尾,健康无病,活动状态正常,体长(27.25 ± 2.01) cm,体重(537.5 ± 27.49) g。

**1.2 方法** 从实验鱼的尾静脉抽取血样标本,采血前测定体长、体重,采血后解剖鱼辨认性别。

**1.2.1 血液性状测定** 红细胞计数、白细胞计数、红细胞沉降率,按照陈其才等<sup>[13]</sup>提供的血液指标测定方法进行。

**外周血细胞观察:** 由尾静脉抽取少量血液,用肝素钠抗凝,每尾鱼制作5张血涂片。血涂片先用甲醇固定5 min,然后用Wright-Giemsa染液混合染色,静置5 min后用PBS磷酸缓冲液冲洗干净,晾干后用加拿大天然树胶封片,干燥后在光学显微镜下观察。根据血细胞形态差异及在染色剂作用下着色差异而把不同类型的细胞分开。

**血细胞比容的测定:** 将采集的血液注入一毛细管,每尾鱼采10支毛细管,用KUBOTA 3100离心机12 000 r/min离心8 min,离心后用日本产KUBOTA比容计测定,分别测出血浆、白细胞(血小板)、红细胞所占比例,结果即为血细胞的比容。

**1.2.2 血液生化指标测定** 由鱼的尾静脉抽血,静置30 min后,以12 000 r/min离心8 min,吸取上层血清,然后在日立7170A全自动生化分析仪上测定各项生化指标。

**1.2.3 实验数据处理** 全部实验数据输入计算机,用SPSS 13.0进行生物学统计,采用t检验进行差异显著性检验。

## 2 结果

**2.1 卵形鲳外周血细胞观察** 卵形鲳外周血细胞中以成熟红细胞为主,细胞呈长椭圆形;胞核卵圆形或长椭圆形,核内染色质致密,染成紫红色,胞质染色淡,内含有丰富的血红蛋白。外周血中可见幼稚红细胞,其核比成熟红细胞核稍大,胞质中的血红蛋白含量较少,染色较浅(图版I:1)。在卵形鲳的外周血涂片中,偶尔可见正在直接分裂的红细胞(图版I:2)、分解红细胞(图版I:3)和红细胞“核影”(图版I:4)。

白细胞中以血栓细胞和淋巴细胞为主,嗜

中性粒细胞次之,单核细胞最少,未见嗜酸性和嗜碱性粒细胞。大部分血栓细胞呈长杆形或卵圆形,少数血栓细胞为裸核形或纺锤形;核呈长椭圆形或长杆形,染色质致密,呈深紫红色(图版 I: 5, 6)。血栓细胞在血涂片上有直接分裂现象(图版 I: 6)。淋巴细胞可分为大淋巴细胞和小淋巴细胞,其中小淋巴细胞占绝大多数。小淋巴细胞胞质量极少,多裸核,少数胞质呈淡蓝色。胞核呈圆形,可见致密染色质,呈深紫红色(图版 I: 11)。嗜中性粒细胞呈圆形,胞质呈灰蓝紫色,可见粉红色中性颗粒。胞核较小,圆形、肾形、月牙形,偶见双叶,偏于细胞一侧,常与细胞膜相切;染色质致密,呈紫红色(图版 I: 7, 8)。单核细胞在白细胞中胞体最大,呈圆形或不规则形,少数有伪足,胞质丰富,可见紫红色颗粒。胞核呈圆形、梨形、不规则形,染色质疏松,呈紫红色(图版 I: 9, 12)。另外,在外周血中可见血栓细胞、淋巴细胞、单核细胞吞噬红细胞(图版 I: 10~ 12)。

## 2.2 不同性别卵形鲳 成鱼血液性状的比较

卵形鲳 的血液性状参数值测定结果见表 1。测定结果显示,卵形鲳 雌雄鱼的红细胞数量(RBC)、白细胞数量(WBC)、血细胞比容(Ht)、红细胞沉降率(ESR)之间不存在显著性差异。

## 2.3 卵形鲳 成鱼血液生化指标的性别比较

表 2 卵形鲳 雌、雄鱼血清中血糖、脂类及蛋白质代谢产物浓度(mmol/L)

Table 2 Concentration of blood glucose, serum lipid and protein metabolic product of male and female *T. ovatus*

项目 Item	雌 Female	雄 Male	t 检验 t Test
肌酐 Creatinine	0.032 ± 0.02	0.034 ± 0.02	P < 0.05
尿酸 Uric acid	0.08 ± 0.013	0.11 ± 0.09	P > 0.05
血糖 Blood glucose	10.24 ± 1.25	17.36 ± 1.34	P < 0.01
尿素氮 Blood urea nitrogen	0.58 ± 0.04	0.51 ± 0.06	P > 0.05
甘油三酯 Triglyceride	1.05 ± 0.07	1.04 ± 0.03	P > 0.05
总胆固醇 Total cholesterol	4.49 ± 0.42	4.23 ± 0.22	P > 0.05
低密度脂蛋白胆固醇 Low density lipoprotein cholesterol	3.08 ± 0.23	2.61 ± 0.28	P < 0.05
高密度脂蛋白胆固醇 High density lipoprotein cholesterol	1.07 ± 0.13	0.91 ± 0.03	P > 0.05

2.3.2 血清蛋白质含量及酶活性 雌、雄卵形鲳 血清蛋白质含量及酶活性测定结果见表 3。结果表明,雌鱼血清中谷丙转氨酶(ALT)、谷草转氨酶(AST)的浓度大于雄鱼,两者之间

2.3.1 糖类、脂类及蛋白质代谢产物 表 2 示卵形鲳 血清中血糖、脂类及蛋白质代谢产物测定结果。结果表明,雄鱼血清中血糖(GLU)浓度大于雌鱼,两者之间存在极显著差异(P < 0.01);雄鱼血清中肌酐(CREA)浓度大于雌鱼(P < 0.05),雄鱼血清中低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)浓度小于雌鱼(P < 0.05);尿酸(UA)、尿素氮(BUN)、甘油三酯(TG)、总胆固醇(TC)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)等血清生化指标雌、雄间差异不显著(P > 0.05)。

表 1 卵形鲳 雌、雄鱼的血液性状参数值

Table 1 Hematic properties of male and female *T. ovatus*

项目 Item	雌 Female	雄 Male	t 检验 t Test
血浆 Plasma	78.38 ± 1.85	79.17 ± 1.41	P > 0.05
血细胞比容 Hematocrit (%)	1.91 ± 0.17	1.93 ± 0.11	P > 0.05
白细胞、血小板 Leucocyte and thrombocyte	19.71 ± 1.58	18.9 ± 1.41	P > 0.05
红细胞数量 Erythrocyte count (× 10 <sup>6</sup> /mm <sup>3</sup> )	2.97 ± 0.46	2.88 ± 0.21	P > 0.05
白细胞数量 Leucocyte count (× 10 <sup>4</sup> /mm <sup>3</sup> )	1.22 ± 0.281	1.20 ± 0.25	P > 0.05
红细胞沉降率 Erythrocyte sedimentation rate (mm/h)	1.26 ± 0.114	1.23 ± 0.161	P > 0.05

存在显著性差异(P < 0.05);总蛋白(TP)、白蛋白(ALB)、球蛋白(GLB)、白蛋白/球蛋白(ALB/GLB)、γ-谷氨酰转肽酶(γ-GT)等血清生化指标雌雄间差异不明显(P > 0.05)。

表 3 卵形鲳 雌雄鱼血清蛋白质含量及酶活性

Table 3 Protein concentration and enzyme activity in serum of male and female *T. ovatus*

项目 Item	雌 Female	雄 Male	t-检验 t Test
总蛋白 Total protein (g/L)	53.83 ± 3.86	50.43 ± 8.13	P > 0.05
白蛋白 Albumin (g/L)	19.27 ± 0.59	17.5 ± 0.98	P > 0.05
球蛋白 Globulin (g/L)	34.56 ± 3.77	32.93 ± 8.11	P > 0.05
白蛋白/球蛋白 Albumin/Globulin	0.52 ± 0.07	0.53 ± 0.14	P > 0.05
谷丙转氨酶 Alanine transaminase (U/L)	43.01 ± 4.12	16.15 ± 3.61	P < 0.05
谷草转氨酶 Aspartate transaminase (U/L)	219.33 ± 63.01	107.11 ± 10.58	P < 0.05
谷草/谷丙比值 AST/ALT	6.34 ± 1.21	5.71 ± 0.95	P < 0.05
γ-谷氨酰转肽酶 γ-glutamyl transpeptidase (U/L)	3.01 ± 0.51	2.13 ± 0.32	P > 0.05

2.3.3 血清电解质 雌、雄卵形鲳 血清中电解质含量测定结果见表 4。结果表明,雄鱼血清中钠离子(Na<sup>+</sup>)浓度大于雌鱼(P < 0.05),而钾离子(K<sup>+</sup>)浓度小于雌鱼(P < 0.05);血清中氯离子(Cl<sup>-</sup>)、钙离子(Ca<sup>2+</sup>)、无机磷(PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>)浓度雌雄之间差异不显著(P > 0.05)。

表 4 卵形鲳 雌、雄鱼血清电解质含量(mmol/L)

Table 4 Concentration of inorganic ions in serum of male and female *T. ovatus*

项目 Item	雌 Female	雄 Male	t-检验 t Test
钾 Kalium	7.06 ± 0.53	6.37 ± 0.38	P < 0.05
钠 Natrium	166.97 ± 12.12	174.27 ± 12.32	P < 0.05
氯 Chlorine	140.18 ± 1.05	142.11 ± 5.09	P > 0.05
磷 Phosphorus	2.88 ± 0.22	2.97 ± 0.19	P > 0.05
钙 Calcium	3.32 ± 0.14	3.35 ± 0.26	P > 0.05

表 5 不同鱼类红细胞数量的比较

Table 5 Comparison on erythrocyte count in different fish species

种类 Species	体重 Weight (g)	红细胞数 Erythrocyte count (万个/mm <sup>3</sup> )	食性 Food habit	栖息习性 Habitatation	参考文献 Reference
卵形鲳 <i>Trachinotus ovatus</i>	537.5 ± 27.49	292	肉食性	海水中上层、洄游型	本文
军曹鱼 <i>Rachycentron canadum</i>	675~1650	269	肉食性	海水中上层、洄游型	陈刚等 <sup>[14]</sup>
黄鳍金枪鱼 <i>Neothunnus macropterus</i>		364	肉食性	大洋上层、洄游型	尾崎久雄 <sup>[15]</sup>
鲣 <i>Katsuwonus vagans</i>		340	肉食性	大洋上层、洄游型	
扁头鲈 <i>Scamber tapeinocephalus</i>		351	肉食性	大洋中上层、洄游型	
鲤 <i>Cyprinus carpio</i>	623.6 ± 143.5	202	杂食性	淡水、底栖型	米瑞芙 <sup>[16]</sup>
草鱼 <i>Ctenopharyngodon idellus</i>	468.6 ± 390.8	189	草食性	淡水、中下层型	

卵形鲳 的外周血中,除了大量成熟红细胞外,还观察到一些幼稚红细胞、直接分裂的红细胞、分解红细胞和红细胞“核影”。在华鲷

### 3 讨论

3.1 卵形鲳 外周血细胞观察 卵形鲳 外周血细胞的形态与张建东<sup>[12]</sup>等的研究基本一致。根据陈刚等<sup>[14]</sup>、尾崎久雄<sup>[15]</sup>和米瑞芙<sup>[16]</sup>的资料,将卵形鲳 的红血细胞数量与军曹鱼 (*Rachycentron canadum*)、黄鳍金枪鱼 (*Neothunnus macropterus*) 等进行比较(表 5)。大洋上层洄游性的黄鳍金枪鱼、鲣 (*Katsuwonus vagans*)、扁头鲈 (*Scamber tapeinocephalus*),其红细胞数量大于海水中上层洄游性的卵形鲳、军曹鱼和淡水的草鱼 (*Ctenopharyngodon idellus*)、鲤鱼 (*Cyprinus carpio*)。同时,卵形鲳 等肉食性鱼类的红细胞数量大于鲤鱼等杂食性鱼类和草鱼等草食性鱼类。

(*Sinilabeo rendahli*)<sup>[17]</sup>、鳊鱼 (*Siniperca chuatsi*)<sup>[18]</sup>和欧洲鳗鲡 (*Anguilla anguilla*)<sup>[19]</sup>等硬骨鱼类外周血中,同样观察到红细胞直接分裂的现象,提

示鱼类红细胞除了在造血器官中产生外,还可在外周血中进行红细胞的成熟和增殖。有关鱼类外周血中存在着红细胞直接分裂的现象, Ellis 等<sup>[20]</sup>认为这一现象与实验鱼大小、种类和生存环境有关。在卵形鲳 外周血涂片中还观察到“核影”红细胞以及由成熟红细胞到“核影”红细胞的过渡类型——分解红细胞。“核影”红细胞是红细胞衰老过程中的形态表现,不同个体甚至同一个体的不同血涂片中,“核影”红细胞的数目差异较大。影响“核影”红细胞数量的因素是多方面的<sup>[21]</sup>,笔者认为主要与取材时鱼体自身的生理状态有关,其次则是制片过程中外界因素的影响。

卵形鲳 外周血中观察发现淋巴细胞、单核细胞、血栓细胞吞噬红细胞现象。外周血中白细胞与鱼体免疫联系最大,包括粒细胞、淋巴细胞、单核细胞。同时,血栓细胞也具有较弱的吞噬作用<sup>[15]</sup>。单核细胞存在于所有脊椎动物中,担负着非特异性免疫的重要作用<sup>[10]</sup>。鱼类单核细胞有较多的胞质突起,胞质中含有较多的液泡和吞噬物,说明它可以进行活跃的变形运动,这在鲤<sup>[16]</sup>、鳊鱼<sup>[18]</sup>等多种鱼类已得到证实。中性粒细胞存在于所有硬骨鱼类血液中,有吞噬和消化机能,能做变形运动<sup>[1]</sup>,参与机体的炎症反应<sup>[21]</sup>。

**3.2 卵形鲳 成鱼血液性状的性别比较** 一般来说,脊椎动物红细胞数量的多少是与其进化程度高低相一致的,进化地位越高等的动物,红细胞越小,数量越多。在硬骨鱼类中,运动活泼的鱼类红细胞都较小,数量较多,血液携氧能力强,这是与其生活方式相适应的<sup>[1]</sup>。雌、雄卵形鲳 血液中红细胞数量之间不存在显著性差异,其值大于鲤、草鱼<sup>[16]</sup>等淡水鱼类,与军曹鱼<sup>[14]</sup>相当,小于黄鳍金枪鱼、鲣、扁头鲈<sup>[15]</sup>等典型快速游泳类型的硬骨鱼类,这与卵形鲳 作为肉食性海水洄游硬骨鱼类的进化地位及生态习性是相对应的,满足了卵形鲳 代谢活动旺盛、生长迅速的生理需要。同时也表明,不同鱼类的红细胞数量存在着较大的种间差异,这可能与它们的食性、运动性及栖息习性有关。一

般海水鱼类高于淡水鱼类;肉食性鱼类高于草食性鱼类,草食性鱼类高于杂食性鱼类;运动性强的鱼类高于运动性弱的鱼类<sup>[15]</sup>。红细胞沉降率表示红细胞悬浮稳定性的,养殖周期、营养情况、药物刺激、季节变化、疾病等都会使血液沉降速度加快<sup>[1]</sup>。卵形鲳 的红细胞沉降率大约在 1~1.3 mm/h 之间,略大于军曹鱼<sup>[14]</sup> (1.18±0.46) mm/h,这与鱼体大小及采血量有关<sup>[15]</sup>。在硬骨鱼类中,黄鳍金枪鱼等运动活泼鱼类的血细胞比容比牙鲆 (*Paralichthys olivaceus*) 等运动迟缓的鱼类要小,而且红细胞占血细胞比容的大部分,白细胞则较少。从运动性来看,血细胞比容与血液的呼吸机能,特别是输送氧的机能有着密切的关系<sup>[15]</sup>。卵形鲳 红细胞所占的比例与网箱养殖的斜带石斑鱼<sup>[2]</sup>、黄鳍东方<sup>[3]</sup>相近,明显小于黄鳍金枪鱼、鲣、扁头鲈<sup>[15]</sup>等大洋快速游泳鱼类,笔者认为这可能与卵形鲳 处于深水网箱中较稳定的养殖环境有关。

**3.3 卵形鲳 糖类、脂类及蛋白质代谢产物的性别比较** 鱼体中的血糖常处于动态平衡状态,极易受环境因子刺激而发生波动。温度、潜水、运动、摄食、光周期等许多因素均可对其产生影响。一般来说,运动活泼的鱼类较运动迟缓或底栖性的鱼类血糖值高,栖息于流水环境中的鱼类较在静水环境中的为高<sup>[15]</sup>。卵形鲳 雄鱼血清中 GLU 浓度大于雌鱼,这表明雄鱼的活动性比雌鱼强。其值也远高于斜带石斑鱼<sup>[2]</sup>,这可能与它们的生存环境和食性不同有关。CREA 是肌酸和磷酸肌酸代谢最终产物,而肌酐和磷酸肌酸又是肌肉的主要化学成分,因此血清肌酐含量与肌肉活动量相关。卵形鲳 雄鱼血清中肌酐浓度大于雌鱼,两者之间存在着显著差异,在一定程度上也表明雄鱼的活动性比雌鱼强。卵形鲳 雌鱼血清中 LDL-C 含量大于雄鱼,存在显著性差异,这可能与雌鱼性腺发育成熟有关。而 UA、BUN、TG、TC、HDL-C 等血清指标间不存在显著性差异,这可能与雌、雄卵形鲳 生存环境相同有关,有待进行更深入研究。

**3.4 血清蛋白质及酶活性** 在正常情况下, 鱼类体内有机成分的分解代谢与合成代谢保持动态平衡, 故其指标值也相对稳定。在蛋白组成方面, 白蛋白含量远远小于球蛋白含量, 其比值也远远小于 1。球蛋白作为鱼类的免疫成分, 其含量增高意味着免疫力增强<sup>[15]</sup>。本实验中卵形鲳 雌鱼血清中球蛋白略大于雄鱼, 雄鱼数值的离散范围较大, 估计是由于个体差别、取血时个体间生理状况的差异以及其他的影响所造成的。ALT 和 AST 是广泛存在于动物细胞线粒体中的重要氨基转移酶, 肝细胞中含量最高。在正常情况下, 肝细胞内的转氨酶只有少量被释放到血浆中, 因此, 血清中的转氨酶活性较低。当肝组织病变而引起肝细胞膜通透性增加时, 细胞内的转氨酶大量释放出来进入血浆, 引起血清中 ALT 和 AST 浓度的升高<sup>[22]</sup>。本实验中雌、雄卵形鲳 血清中的 AST、ALT 含量存在显著性差异, AST 活性比 ALT 高出许多。这与卵形鲳 捕获及处理时造成的应激及性腺发育成熟有关<sup>[4]</sup>。

**3.5 血清电解质** 尾崎久雄<sup>[15]</sup>在一些研究的基础上归纳出鱼类血液中几种无机成分的范围。(1) 钠: 占有所有阳离子的大部分。具体为: 板鳃鱼类, 大多数高达 200 mmol/L 以上; 硬骨鱼类, 在 150~ 200 mmol/L 之间。(2) 钾: 一般在 10 mmol/L 以下。(3) 钙: 5 mmol/L 以下。(4) 阴离子中氯为主要成分。板鳃鱼为 200 mmol/L 左右; 硬骨鱼大致在 150~ 180 mmol/L。本实验测得卵形鲳 血液无机成分的值与尾崎久雄归纳的范围大致吻合。根据已有的研究, Na<sup>+</sup> 和 Cl<sup>-</sup> 是血液离子的重要组成部分, 分别占阳离子和阴离子的 95% 以上, 对于维持血浆渗透压和酸碱平衡, 保持内环境的稳定起着重要的作用<sup>[17]</sup>。实验所得卵形鲳 雌雄鱼成鱼血清中 Na<sup>+</sup>、K<sup>+</sup> 含量大于斜带石斑鱼<sup>[2]</sup>, 这可能与物种及生活环境有关。鱼类可经鳃从水中吸收磷或经消化道从食物中获取磷。通常是植物性食物的鱼类血清磷含量高于动物性食物的鱼类。卵形鲳 雄鱼血清磷含量大于雌鱼, 但二者与鲤的 (3.40 ± 0.38) mmol/L、草鱼的 (3.41 ± 0.42)

mmol/L<sup>[16]</sup> 相比较低。

许多研究表明, 鱼类血液性状指标存在雌雄差异, 林光华<sup>[4]</sup>认为, 雄性的血液常数大于雌性主要是因为雄鱼运动性强、代谢率高所致; 而雌性有些血液常数较大, 可能是由于性腺发育成熟的影响。笔者认为雌、雄卵形鲳 在某些血清生化指标上存在显著性差异, 与其个体生理状况及实验处理过程有关, 而与其性别无关。

## 参 考 文 献

- [1] 林浩然. 鱼类生理学. 广州: 广东高等教育出版社, 1999, 82~ 87.
- [2] 张海发, 王云新, 林鑫等. 斜带石斑鱼血液性状及生化指标的研究. 华南师范大学学报 (自然科学版), 2004, 10(1): 102~ 107.
- [3] 舒琥, 赵会宏, 卢宝仙等. 黄鳍东方 外周血细胞显微结构及血液学指标研究. 水产科学, 2007, 26(4): 200~ 203.
- [4] 林光华, 张丰旺. 性别和繁殖对兴宁红鲤血液指标的影响. 水生生物学报, 1989, 13(1): 91~ 93.
- [5] 成庆泰, 郑葆珊. 中国鱼类系统检索. 北京: 科学出版社, 1987, 341~ 342.
- [6] 陈伟洲, 许鼎盛, 王德强等. 卵形鲳 人工繁殖及育苗技术研究. 台湾海峡, 2007, 26(3): 435~ 442.
- [7] 柯里默 M C, 张建, 周恩华. 在中国海南的近海网箱用两种放养密度养殖卵形鲳 的生长表现. 中国水产, 2005, (2): 87~ 89.
- [8] Li G F, Zhao D H, Lu H, et al. Identification and phylogenetic analysis of *Vibrio vulnificus* isolated from diseased *Trachinotus ovatus* in cage mariculture. *Journal of Aquaculture*, 2006, 261: 17~ 25.
- [9] Dan X M, Li A X, Lin X T, et al. A standardized method to propagate *Cryptocaryon irritans* on a susceptible host pompano *Trachinotus ovatus*. *Journal of Aquaculture*, 2006, 258: 127~ 133.
- [10] 区又君, 李加儿. 卵形鲳 的早期胚胎发育. 中国水产科学, 2005, 12(6): 787~ 789.
- [11] 舒琥, 何敏莲, 张海发等. 卵形鲳 染色体组型研究. 广州大学学报 (自然科学版), 2007, 6(2): 23~ 25.
- [12] 张健东, 周晖, 陈刚等. 卵形鲳 血细胞发生的观察. 水生生物学报, 2007, 31(6): 780~ 786.
- [13] 陈其才, 严定友, 吴政星. 生理学试验. 北京: 科学出版社, 1995, 60~ 68.
- [14] 陈刚, 周晖, 张健东等. 军曹鱼血液指标及血细胞发生

- 的观察. 水生生物学报, 2005, 29(5): 564~ 570.
- [15] 尾崎久雄(许学龙等译). 鱼类血液与循环生理. 上海: 上海科学技术出版社, 1982, 6~ 96.
- [16] 米瑞芙. 草鱼、鲤鱼和鲢血液学指标的测定. 淡水渔业, 1982, 9(4): 10~ 16.
- [17] 赵海鹏, 赵海涛, 金丽等. 华鲮外周血细胞显微结构观察. 水产科学, 2005, 24(6): 24~ 27.
- [18] 袁仕取, 张永安, 姚卫建等. 鳊鱼外周血细胞显微和亚显微结构的观察. 水生生物学报, 1998, 22(1): 39~ 46.
- [19] 周玉, 郭文场, 杨振国等. 欧洲鳊外周血细胞的显微和超微结构. 动物学报, 2002, 48(3): 393~ 401.
- [20] Ellis A E. Bizarre forms of erythrocytes in a specimen of plaice, *Pleuronectes platessa* L. *Journal of Fish Diseases*, 1984, 7(5): 411~ 414.
- [21] 周玉, 郭文场, 杨振国. 鱼类血细胞的研究进展. 动物学杂志, 2001, 36(6): 55~ 57.
- [22] 冯健, 刘永坚, 田丽霞等. 草鱼实验性镉中毒对肝脾脏、肾脏骨骼的影响. 水产学报, 2004, 28(2): 195~ 200.

## 图 版 说 明

1. 幼红细胞(IE); 2. 直接分裂的幼红细胞(DIE)和成熟红细胞(ER); 3. 分解红细胞(DE); 4. 核影红细胞(NSE); 5. 血栓细胞(THR); 6. 分裂血栓细胞(DTHR); 7, 8. 嗜中性粒细胞(NE); 9. 单核细胞(MO); 10. 血栓细胞吞噬红细胞; 11. 淋巴细胞(L)吞噬红细胞; 12. 单核细胞(MO)吞噬红细胞。× 1 500, 标尺= 10 μm。

## Explanation of Plate

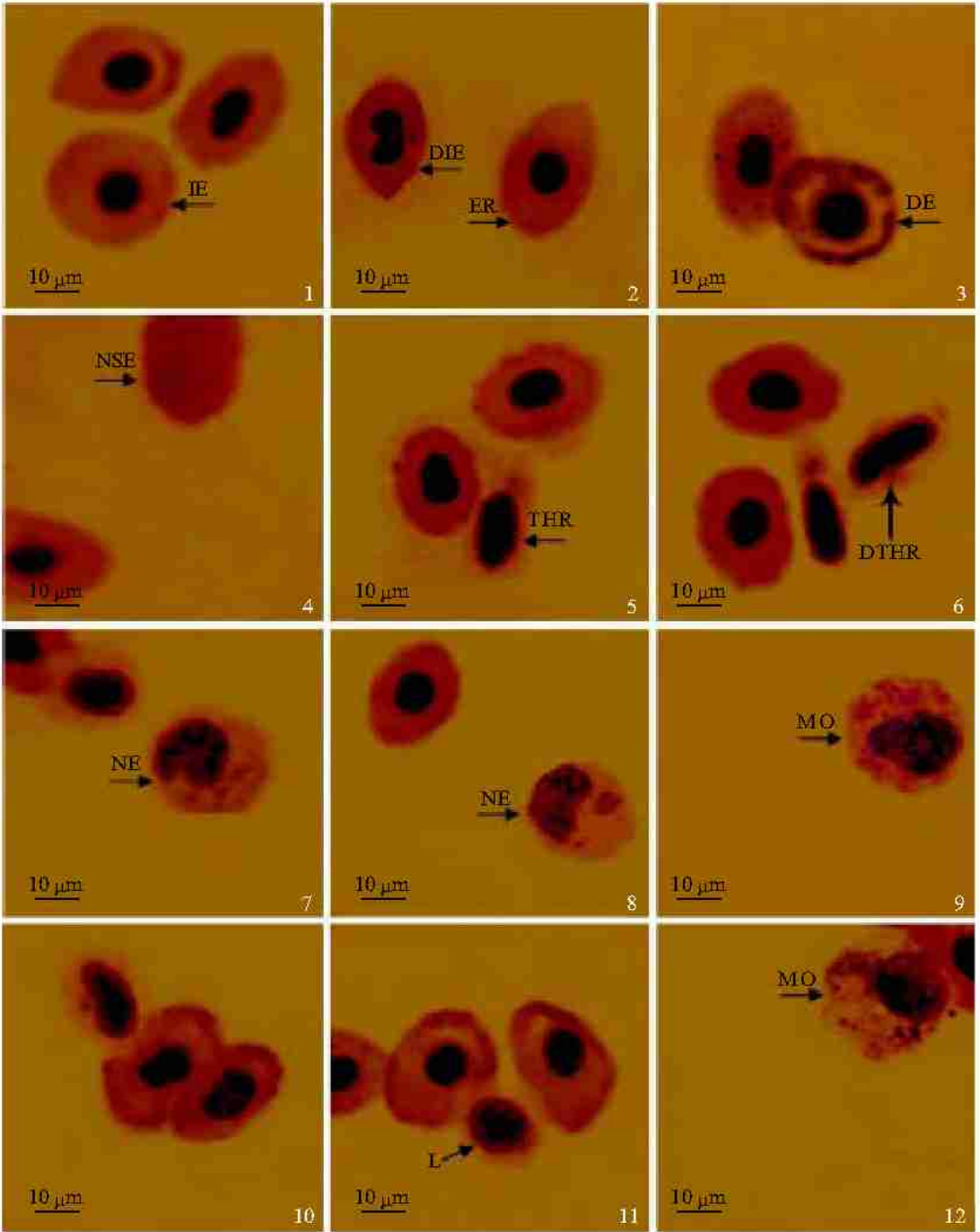
1. Immature erythrocyte (IE); 2. Direct dividing erythrocyte (DIE) and Erythrocyte (ER); 3. Dissolving erythrocyte (DE); 4. Nuclear shadow of erythrocyte (NSE); 5. Thrombocyte (THR); 6. Dividing thrombocyte (DTHR); 7, 8. Neutrophil (NE); 9. Monocyte (MO); 10. Thrombocyte invading erythrocyte; 11. Lymphocyte (L) invading erythrocyte; 12. Monocyte (MO) invading erythrocyte. × 1 500, Bar= 10 μm.

许晓娟等: 深水网箱养殖卵形鲳 血液指标

图版 I

XU Xiao-Juan *et al.*: Haematological Indices in *Trachinotus ovatus* Reared in Submersible Cage

Plate I



图版说明见文后