

孙翰昌,杨帆,郭玉阳.斑点叉尾鲷血液学指标及血细胞特点分析[J].江苏农业科学,2019,47(4):128-131.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.04.031

# 斑点叉尾鲷血液学指标及血细胞特点分析

孙翰昌,杨帆,郭玉阳

(重庆文理学院林学与生命科学学院,重庆永川 402160)

**摘要:**拟测定斑点叉尾鲷的血液生理生化指标及细胞形态。结果表明,细胞形态丰富,包含原红细胞、早幼红细胞、晚幼红细胞、红细胞、原粒细胞、嗜酸性粒细胞、单核细胞、巨噬细胞、血栓细胞、淋巴细胞等,但未检测到嗜碱性粒细胞;谷丙转氨酶活性为 $(9.60 \pm 1.52)$  U/L,血糖浓度为 $(0.15 \pm 0.08)$  mmol/L,血清总蛋白浓度为 $(35.16 \pm 5.01)$  g/L,总胆固醇浓度为 $(5.37 \pm 0.77)$  mmol/L,白蛋白浓度为 $(10.92 \pm 2.27)$  g/L,碱性磷酸酶活性为 $(19.60 \pm 4.45)$  U/L,肌酐浓度为 $(37.54 \pm 2.05)$   $\mu$ mol/L,尿素浓度为 $(1.26 \pm 0.20)$  mmol/L,总胆红素浓度为 $(25.86 \pm 8.77)$   $\mu$ mol/L。研究结果可作为斑点叉尾鲷正常血液生化指标。

**关键词:**斑点叉尾鲷;血液指标;血细胞;代谢

**中图分类号:** S917.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2019)04-0128-03

鱼类血液与机体的代谢、营养状况及疾病有着密切关系,可以作为评价鱼类生理状况的有效指标,在评价鱼类的营养状况、健康水平、应激反应等方面发挥着重要的作用<sup>[1]</sup>。鱼类的血液反映了鱼类机体非特异性免疫和特异性免疫机能的变化,相关参数是诊断疾病和评价健康状况的重要指标,建立具有临床意义的常规血细胞参数对鱼病防治具有重要意义<sup>[2]</sup>。斑点叉尾鲷(*Ictalurus punctatus*)又称钳鱼,原产于美洲,杂食性,具有适应能力强、生长迅速、抗性强、肉细味美、营养丰富、经济价值高等特点<sup>[3]</sup>。人们对斑点叉尾鲷的研究主要聚焦于生长性能、肌肉品质、疾病防治等方面,但关于血液生物化学方面的研究较少<sup>[4-5]</sup>。笔者通过研究斑点叉尾鲷血液生化特性,可以确定其血液正常生化指标的参考范围,建立鱼类血液生化指标的数据库,旨在为斑点叉尾鲷的生物学研究和保护提供基础的科学资料。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

**1.1.1 试验鱼** 2016年10月13日从重庆市永川玉屏市场购得斑点叉尾鲷共50尾,每尾体质量为 $(500 \pm 25)$  g左右。实验室驯养1周,试验用水为充分曝气的自来水,充气泵每天24 h不间断充氧。每天按试验鱼体质量的3%投喂商业配合饲料,试验挑选活泼健康、表面无伤的20尾鱼。

**1.1.2 试剂、器材** 鱼血抗凝剂:1%肝素溶液10 mL(可抗凝血剂量为10 mL/mg,用时取5 mL血加50  $\mu$ L 1%肝素)。瑞-吉染液(Wright's-Giemsa's 染液);瑞氏粉1 g、吉氏粉1 g、甘油100 mL、甲醇400 mL,将全部染料放入乳钵内,先加少量甲醇慢慢研磨成糊状,使染料全部溶解,再加100 mL甘

油研磨均匀,倒入洁净的棕色瓶内,所剩染料中再加少许甲醇进行研磨,如此反复直至将甲醇全部用完。将配好的染液在37℃温箱中放置1周,每天上下午各摇荡1次。

染液缓冲液(pH值6.4~6.8):1%磷酸二氢钾溶液30 mL,1%磷酸氢二钠溶液20 mL,加蒸馏水至1 000 mL。

红细胞稀释液:NaCl(维持渗透压)0.5 g,Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>(使溶液比重增加,红细胞均匀分布不易下沉)2.5 g,HgCl<sub>2</sub>(固定红细胞并防腐)0.25 g,加蒸馏水至100 mL。

白细胞稀释液:冰醋酸(破坏红细胞)1.5 mL,1.1%龙胆紫(染白细胞核,便于计数)1 mL,加蒸馏水至100 mL。

器材:Neubauer 计数板(或血细胞计数板);日本东芝TMS-1024H型全自动生化分析仪及配套试剂;E600生物显微镜。

### 1.2 试验方法

**1.2.1 采血** 5 mL离心管经1%肝素钠湿润后干燥备用,鱼体用尾静脉断尾采血法采集血液5 mL。

**1.2.2 生理指标检测** 取3 mL血液,于56℃水浴2 h,5 000 r/min离心10 min,取上清于500  $\mu$ L于日本东芝TMS-1024H型全自动生化分析仪测定血液学指标。用丙氨酸氨基转移酶检测试剂盒(IFCC法)检测丙氨酸氨基转移酶,用苦味酸法检测肌酐,用血糖测定试剂盒(GOD-PAP法)测血糖,用AMP法检测检测碱性磷酸酶,用Doumas法测总蛋白,用BCG法测定白蛋白,用UV-GLDH法测尿素,用COD-CE-PAP法测定总胆固醇,氧化法检测总胆红素,试验中所用到的试剂盒均购自四川省迈克科技有限责任公司。

**1.2.3 光镜样品制备** 取1滴血滴于干净无油脂的玻片一端,推片形成均匀血膜,将玻片自然晾干。为防止血膜脱落,先用甲醇固定2~3 min,干燥后用瑞-吉染液染色,于油镜下观察并拍照。

**1.2.4 血细胞计数** 红细胞(RBC)计数:红细胞稀释液3.98 mL,加入抗凝血20  $\mu$ L,使血液稀释200倍,用血细胞计数板在显微镜下观察计数,其计算公式为:红细胞数 $(10^3$  个/mL) = 5个中格红细胞数 × 稀释倍数/计数室的5个中方格

收稿日期:2017-10-10

基金项目:重庆市农业科技成果转化资金(编号:cstc2014jcsf-nycgzhA8008);重庆市社会民生科技创新专项(编号:cstc2015shmszx80024)。

作者简介:孙翰昌(1978—),男,海南儋州人,硕士,教授,主要从事水产生物技术研究。E-mail:sunhanchang199@163.com。

的体积。

白细胞数(WBC)计数:白细胞稀释液 0.38 mL,加入抗凝血 20  $\mu$ L,使血液稀释 20 倍,用血细胞计数板在显微镜下观察计数四角的 4 个大方格内的白细胞,将其总数乘以 50,即得红细胞数( $10^3$  个/mL)。

2 结果与分析

2.1 血液指标测定

斑点叉尾鲟的血液指标测定结果如表 1 所示。可以看出,受试斑点叉尾鲟的 ALT 值为 9.60 U/L, GLU 值为 0.15 mmol/L, TP 值为 35.16 g/L, CHOL 值为 5.37 mmol/L, ALB 值为 10.92 g/L, ALP 值为 19.6 U/L, Cre 值为 37.54  $\mu$ mol/L, BUN 值为 1.26 mmol/L, Tbi 值为 25.86  $\mu$ mol/L, 除血清中总蛋白(TP)、碱性磷酸酶(ALP)、总胆红素(TBi)有较大的变化范围外,其他值偏差均不大。

表 1 斑点叉尾鲟的血液生化指标

血液指标	平均值 $\pm$ 标准差
ALT(谷丙转氨酶)活性(U/L)	9.60 $\pm$ 1.52
GLU(血糖)浓度(mmol/L)	0.15 $\pm$ 0.08
TPC(血清总蛋白)浓度(g/L)	35.16 $\pm$ 5.01
CHOL(总胆固醇)浓度(mmol/L)	5.37 $\pm$ 0.77
ALB(白蛋白)浓度(g/L)	10.92 $\pm$ 2.27
ALP(碱性磷酸酶)活性(U/L)	19.60 $\pm$ 4.45
Cre(肌酐)浓度( $\mu$ mol/L)	37.54 $\pm$ 2.05
BUN(尿素)浓度(mmol/L)	1.26 $\pm$ 0.20
Tbi(总胆红素)浓度( $\mu$ mol/L)	25.86 $\pm$ 8.77
红细胞数量 $\times 10^7$ (个/ $\text{mm}^3$ )	6.34 $\pm$ 0.83
白细胞数量 $\times 10^4$ (个/ $\text{mm}^3$ )	3.14 $\pm$ 0.85

2.2 血细胞形态观察

原红细胞。细胞圆形或椭圆形,胞体较大,胞质较少,染成深蓝色,不透明且着色均匀。胞核大,占细胞的大部分,居中或偏于细胞一侧,核膜清晰,核仁可见,有凹陷感。核内染色质较浓,染成紫红色,呈粗粒状。胞核周围有浅红色的环核带区存在(图 1-1)。

早幼红细胞。细胞圆形或椭圆形,胞体胞核均较原红细胞的小,但核质比仍较大,核内染色质呈紫红色。胞质颜色浅蓝色或灰蓝色,核内染色质逐渐变粗,胞质出现血红蛋白,核膜明显,核内染色质更粗糙(图 1-2)。

晚幼红细胞。细胞圆形或椭圆形,胞质染成橘黄色至橘红色,核更致密。细胞体积较成熟红细胞的体积稍大,胞核圆或椭圆形,胞质血红蛋白丰富而呈现橘红色,胞核周围着色稍浅(图 1-3)。

红细胞。胞体圆形或椭圆形,光滑无胞突,胞核中位或稍偏,胞核圆形或椭圆形,染色质致密呈团块状,染成深紫红色,沿核周围或中央分布,胞质丰富(图 1-4)。

原粒细胞。与原红细胞相似,但原粒细胞胞质嗜碱性稍弱,染色质呈更细的粒状。胞体圆形或卵圆形,胞质量少,染成蓝色,着色均匀透明无颗粒。核质比例大,约为 2/3 ~ 4/5。胞核圆形或椭圆形,居中或稍偏一侧,核染色质呈紫红色细沙粒状均匀分布,核仁可见有外凸感(图 1-6、图 1-21)。

嗜酸性粒细胞。相对而言,这类细胞数量较少。细胞圆形或不规则圆形,细胞核有圆形、分叶形及不规则形。核染成

暗紫红色,周围细胞质中有明显的红色大颗粒。(图 1-7、图 1-8)。

单核细胞。细胞圆形或椭圆形,胞质浅蓝紫色,量多,可见空泡,表面常有细长或粗短的突起。胞核较大,形态多样,约占整个细胞的 1/3 ~ 1/2,偏于细胞的一侧,无核仁,核内染色质疏松,染成浅紫红色。胞质中可见细小颗粒及大小不等的空泡(图 1-9、图 1-10)。

巨噬细胞。细胞体积大,胞质中有很多空泡,核染色质着色浅,核边界不清晰,靠近细胞边缘,可见其内有吞噬的无核红细胞(胞质小体)及其他吞噬物。内吞噬物较少,形态及染色与单核细胞相似(图 1-11、图 1-12)。

血栓细胞。在血涂片中往往数个(3~6)聚集在一起,细胞呈不规则椭圆形、棒状、蝌蚪状、马蹄形、泪滴形、纺锤形,核所占比例很大,致密的染色质染成深紫红色甚至暗紫红色。细胞质边界不明,淡蓝色或浅红色,在核外一侧或周围隐约可见;在棒状细胞中,细胞质见于细胞的一端,呈浅红色;或只在核的外缘有 1 层浅淡的红色薄层。核有切迹或凹陷(图 1-13、图 1-14)。

淋巴细胞。淋巴细胞以不规则圆形居多。细胞核圆形,中位或稍偏位,多数核上有清晰可见的缺刻,核所占比例很大,可达 4/5 以上,染色较深,暗紫红色。细胞质被染成较深的蓝色或灰蓝色,颗粒细腻,但不甚均匀。表面常有伪足状突起(图 1-16 ~ 图 1-18)。

网状细胞。细胞胞体很大,类圆形,不规则,有很多伪足样突起。胞核大,椭圆形或类圆形,染色质细沙粒状。胞质浅蓝色,染色不均匀,在形态特征上类似于哺乳动物的造血基质细胞-网状细胞(图 1-19)。

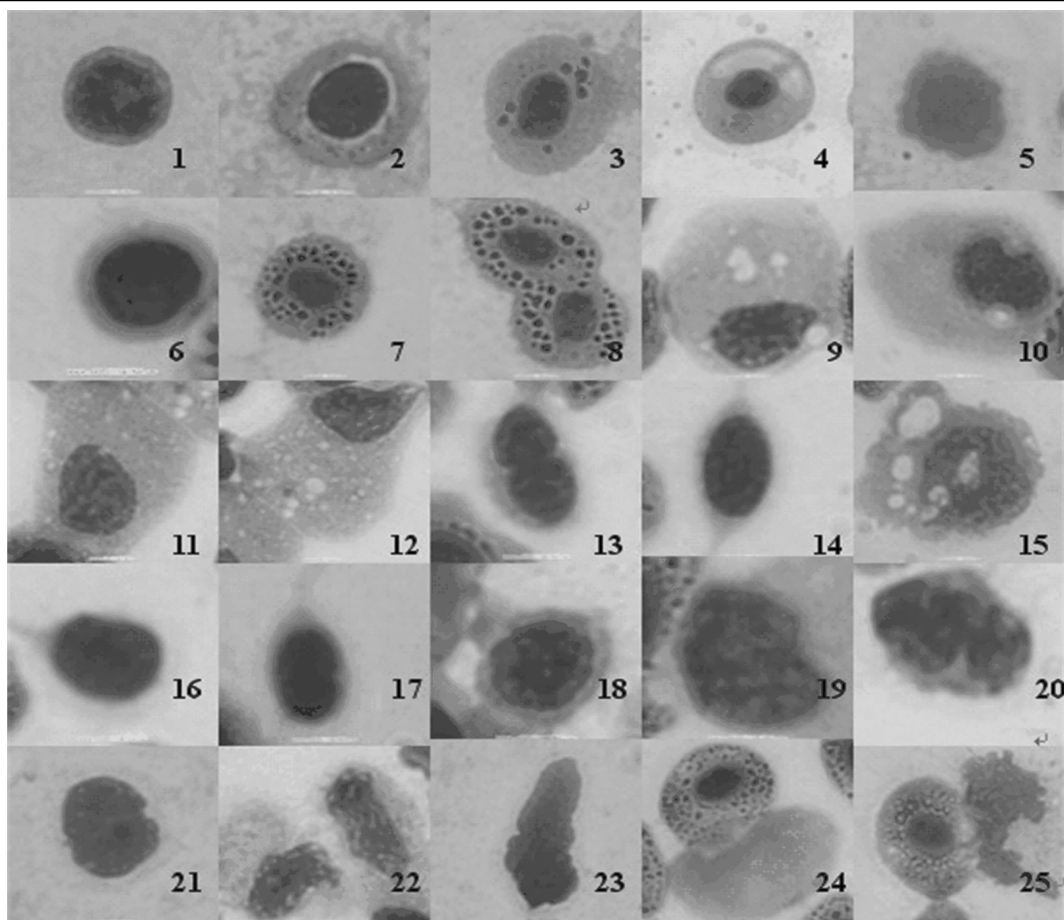
3 讨论

3.1 采血过程

在试验鱼生理状态稳定的情况下采血,确保血液生化指标的参数变化范围合理。在鱼类运输过程中会产生血液红细胞数量和白细胞分类百分比的显著变化<sup>[6]</sup>,试验鱼运回实验室后进行了 1 周的驯化饲养,以消除这类应激因子的影响。另外不合适的抗凝剂使用可能导致涂片血细胞严重变形<sup>[7]</sup>,本研究在前期预试验中比较研究了不使用抗凝剂与使用肝素钠抗凝剂或柠檬酸钠抗凝对涂片血细胞形态的影响,结果表明,不使用抗凝剂与使用肝素钠抗凝剂或柠檬酸钠抗凝剂对涂片血细胞形态产生的影响不明显。

3.2 血液指标

鱼类血液生化指标受诸多因素(如年龄、性别、水温、季节和营养状况等)的影响<sup>[8-9]</sup>,反映了鱼体健康状况及营养水平,可作为水体环境变化、污染物的监测指标,也是疾病诊断的重要依据。本研究结果表明,斑点叉尾鲟血清中总蛋白浓度、碱性磷酸酶活性、总胆红素浓度有较大的变化范围,而血清总蛋白浓度在其他鲤科<sup>[10]</sup>、鲇形目<sup>[11]</sup>、鲈形目<sup>[12]</sup>、鲟科鱼类<sup>[13]</sup>的研究中也存在类似现象。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,其指标值也相对稳定。斑点叉尾鲟胆固醇浓度为 5.37 mmol/L,高于白鲢(*Hypophthalmichthys molitrix*)、鳊鱼(*Aristichthys nobilis*)、草鱼(*Ctenopharyngodon idellus*)、银鲫(*Carassius auratus gibelio*)、



1—原红细胞；2—早幼红细胞；3—晚幼红细胞；4—红细胞；5—核溶解的红细胞；6—原粒细胞；7、8—嗜酸性粒细胞；9、10—单核细胞；11、12—巨噬细胞；13、14、22—血栓细胞；15—单核细胞；16~18—淋巴细胞；19—网织细胞；20—幼单核细胞；21—原粒细胞；23—血小板

图1 斑点叉尾鲷血细胞的形态

鲤鱼 (*Cyprinus carpio*)；血清总蛋白浓度为 35.16 g/L，与鳊鱼相近，低于白鲢、草鱼、银鲫和鲤鱼；而白蛋白浓度为 10.92 g/L，与鳊鱼和鲤鱼相近，高于白鲢，低于草鱼和银鲫<sup>[14]</sup>，提示鱼类血液生化指标还因品种差异而不同。总的来说，鱼类血液指标值由高到低的顺序是肉食性鱼类 > 草食性或杂食性鱼类 > 滤食性鱼类。

### 3.3 血细胞的形态

哺乳动物红细胞呈双面凹陷的圆盘状，没有细胞核，细胞质内没有细胞器而有大量血红蛋白；而大多数鱼类的红细胞有细胞核，红细胞中也含有血红蛋白，因而使胞液呈红色；血细胞的种类虽没有哺乳动物的多，但仍具有基本的形态和功能。

鱼类是低等的脊椎动物，其幼红细胞可以在外周血中成熟，甚至在外周血中直接分裂<sup>[15]</sup>，直接分裂的红细胞在未成熟的欧洲鳗鲡 (*Anguilla anguilla*) 外周血中有报道，但成熟欧洲鳗鲡外周血中没有<sup>[16]</sup>。本研究的试验鱼为斑点叉尾鲷成鱼，其外周血中仍有幼红细胞和直接分裂的红细胞，试验中观察到斑点叉尾鲷的红细胞形态比较多样，与龙华等的报道<sup>[17]</sup>相同。

鱼类血液的白细胞种类很多，包括淋巴细胞、血栓细胞、单核细胞、嗜中性粒细胞、嗜酸性粒细胞、嗜碱性粒细胞、浆细胞和巨噬细胞等。有些鱼类具有嗜中、嗜碱和嗜酸粒细胞<sup>[18]</sup>，根据特殊颗粒的结构特征，鱼类嗜中性粒细胞又被分

为 I 型、II 型、III 型等<sup>[15-17]</sup>。本试验并未观察到嗜碱性粒细胞，可能是受染色过程中缓冲液 pH 值影响，缓冲液 pH 值为 6.4~6.8，嗜碱颗粒易被酸中和，被水溶解，出现脱粒空白区，即嗜碱性粒细胞客观存在但在染色过程中被破坏。此外，本试验未观察到的嗜中性粒细胞在许多鱼类的嗜中性粒细胞中都有报道，如莫桑比克罗非鱼 (*Oreochromis mossambicus*) 的 I 型粒细胞、鳊 (*Siniperca chuatsi*) 的 II 型粒细胞<sup>[15]</sup>、海鲈 (*Dicentrarchus labras*) 的嗜异细胞<sup>[19]</sup>等。

### 参考文献：

- [1] 洪磊, 张秀梅. 环境胁迫对鱼类生理机能的影响[J]. 海洋科学进展, 2004, 22(1): 114-121.
- [2] 陈刚, 周晖, 叶富良, 等. 美国红鱼血细胞观察[J]. 热带海洋学报, 2006, 25(2): 59-65.
- [3] 程卫东, 唐婉琴, 张江惠, 等. 水体中铬暴露对斑点叉尾鲷血液生理生化指标的影响[J]. 重庆师范大学学报(自然科学版), 2017, 34(3): 33-37.
- [4] 刘韬, 王二龙, 汪开毓, 等. 河南中牟地区斑点叉尾鲷突发性败血症病原分离及鉴定[J]. 中国预防兽医学报, 2016, 38(1): 53-57.
- [5] 朱耀强, 李道友, 赵思明, 等. 饲喂蚕豆对斑点叉尾鲷生长性能和肌肉品质的影响[J]. 华中农业大学学报, 2012, 31(6): 771-777.

要笑蕾,陈晓勇,孙洪新,等. 寒泊羊与小尾寒羊繁殖性能及杂交效果分析[J]. 江苏农业科学,2019,47(4):131-133.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.04.032

# 寒泊羊与小尾寒羊繁殖性能及杂交效果分析

要笑蕾<sup>1,2</sup>, 陈晓勇<sup>1</sup>, 孙洪新<sup>1</sup>, 臧胜芹<sup>2</sup>, 杨 凌<sup>2</sup>, 贾敬亮<sup>3</sup>, 敦伟涛<sup>1</sup>

(1. 河北省畜牧兽医研究所, 河北保定 071000; 2. 河北工程大学生命科学与食品工程学院, 河北邯郸 056038;

3. 河北省衡水市畜牧技术推广站, 河北衡水 053000)

**摘要:**为研究小尾寒羊和寒泊羊的繁殖性能,以及 2 个品种及其杂交  $F_1$  后代的生产性能,进行了寒泊羊与小尾寒羊的杂交。统计分析了寒泊羊和小尾寒羊的胎产羔数、产羔间隔和全年产羔母羊产羔月份比例,同时开展了寒泊羊为父本、小尾寒羊为母本经济杂交效果分析,比较了寒泊羊、小尾寒羊与杂交  $F_1$  代的初生质量、2 月龄断奶质量和 5 月龄体质量。结果显示,小尾寒羊与寒泊羊平均胎产羔数分别为 2.14、1.81 只,产羔间隔平均为 248、298 d,两者差异极显著( $P < 0.01$ )。杂交  $F_1$  代羔羊初生质量与寒泊羊有显著性差异( $P < 0.05$ ),在 2 月龄断奶质量和 5 月龄体质量方面与寒泊羊和小尾寒羊均无显著差异( $P > 0.05$ )。由此得出,寒泊羊繁殖性能有待进一步选育提高,寒泊羊与小尾寒羊杂交后代初生质量优势不明显,但在早期增质量有所提高,后期增质量和出肉率等肉用性能有待进一步观察。

**关键词:**寒泊羊;小尾寒羊;胎产羔数;产羔间隔;初生质量;断奶质量

**中图分类号:** S826.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2019)04-0131-03

母羊的繁殖性能高低直接影响肉羊生产效益<sup>[1]</sup>,高繁殖性能是绵羊生产追求的主要目标之一<sup>[2]</sup>。母羊的发情繁殖规律具有一定季节性<sup>[3]</sup>,产羔间隔、胎产羔数直接影响母羊

繁殖性能和繁殖效率,发情规律是影响羊群均衡生产的重要因素。因此,提高母羊的繁殖性能首先要加强选种选配工作,缩短整个羊群产羔间隔,提高年产胎数,选留胎产羔数多的母羊,提高年产羔数,进而提高羊群的整体繁殖效率。

小尾寒羊是我国优良的地方绵羊品种,是肉羊生产的主要母本品种<sup>[4]</sup>,具有性成熟早、多胎高产、常年发情、繁殖力高、遗传性稳定等特性<sup>[5-6]</sup>。寒泊羊是以小尾寒羊为母本,杜泊绵羊为父本,以骨形态发生蛋白受体 1B (BMPr-1B) 基因作为多胎候选基因分子标记辅助选择,经过 10 余年持续培育而成的肉用绵羊新种群<sup>[7]</sup>。以小尾寒羊为母本目的是提高新种群的繁殖性能,寒泊羊繁殖性能是否遗传了其母本特性有待观察分析,此外,以寒泊羊为父本经济杂交是推广寒泊羊

收稿日期:2017-11-16

基金项目:河北省石家庄市科学技术研究与发展项目(编号:171501002A)。

作者简介:要笑蕾(1992—),女,河北邢台人,硕士研究生,主要从事动物遗传育种与繁殖方向研究。E-mail: xiaoleiyao@163.com。

通信作者:陈晓勇,博士,副研究员,主要从事动物遗传育种及生物技术研究,E-mail: chenxiaoyong-2000@163.com;敦伟涛,研究员,主要从事羊遗传繁殖及技术推广研究,E-mail: dwt\_12323@sohu.com。

[6] 刘小玲,严安生. 黄颡鱼外周血细胞的组成及其显微与超显微结构[J]. 华中农业大学学报,2006,25(6):659-663.

[7] Burrows A S, Fletcher T C, Manning M J. Haematology of the turbot, *Psetta maxima* (L.): ultrastructural, cytochemical and morphological properties of peripheral blood leucocytes[J]. Journal of Applied Ichthyology, 2001(17):77-84.

[8] 杜震宇,刘永坚,田丽霞,等. 饥饿对于鲈肌肉、肝脏和血清主要生化组成的影响[J]. 动物学报,2003,49(4):458-465.

[9] 罗毅平,袁伦强,曹振东,等. 嘉陵江大鳍鲩和瓦氏黄颡鱼血液学指标的研究[J]. 水生生物学报,2005,29(2):161-166.

[10] Harikrishnan R, Rani M N, Balasundaram C. Hematological and biochemical parameters in common carp, *Cyprinus carpio*, following herbal treatment for *Aeromonas hydrophila* infection [J]. Aquaculture, 2003, 221(1):41-50.

[11] Barcellos L G, Kreutz L C, Rodrigues L B, et al. Haematological and biochemical characteristics of male jundi (*Rhamdia quelen* Quoy & Gaimard Pimelodidae): changes after acute stress [J]. Aquacult Res, 2003, 34(15):1465-1469.

[12] 余红卫,薛良义. 加州鲈血液生理生化指标的测定[J]. 水利渔

业, 2004, 24(4):41-42.

[13] 郑卫东,李大鹏. 中华鲟幼鱼的血液生化特性[J]. 华中农业大学学报,2007,26(1):95-97.

[14] 杨严鸥,余文斌,姚 峰,等. 5 种鲤科鱼类血细胞数量、大小及血清生化成分的比较[J]. 长江大学学报 B(自然科学版), 2006, 3(2):159-160,164.

[15] 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[J]. 水生生物学报,1998,22(1):39-47,101-103.

[16] 周 玉,郭文场,杨振国,等. 欧洲鳊鲌外周血细胞的显微和亚显微结构[J]. 动物学报,2002,48(3):393-401.

[17] 龙 华,陈建武,汪登强,等. 11 种鲇形目鱼的血液检测与比较分析[J]. 安徽师范大学学报(自然科学版),2006,29(1):55-59,87.

[18] Meseguer J, Esteban M A, Rodriguez A. Are thrombocytes and platelets true phagocytes[J]. Microscopy Research and Technique, 2002, 57:491-497.

[19] Esteban M A, Muo Z J, Meseguer J. Blood cells of sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.), flow cytometric and microscopic studies [J]. Anat Record, 2002, 58:80-89.