

长毛对虾血细胞与血淋巴的生化特性初步研究

贾永红 裘洁圆 周秋燕 陈吉刚

(浙江万里学院生物与环境学院 宁波 315100)

摘要: 长毛对虾 (*Fenneropenaeus penicillatus*) 是我国东南沿海一带一种主要的水产经济动物。为了解其血淋巴的基本特性,借助显微观察、生化实验等方法对长毛对虾的血细胞和血浆的细胞化学特征进行了初步研究。结果表明,长毛对虾血细胞密度为 $(0.43 \pm 0.11) \times 10^7$ 个/ml;可明显分无颗粒细胞:长径 $(9.7 \pm 1.4) \mu\text{m}$ 、短径 $(5.8 \pm 0.8) \mu\text{m}$,占细胞总数的 $16.2\% \pm 1.8\%$;大颗粒细胞:长径 $(11.3 \pm 1.3) \mu\text{m}$ 、短径 $(6.7 \pm 1.7) \mu\text{m}$,占细胞总数的 $46.6\% \pm 3.2\%$;小颗粒细胞:长径 $(7.1 \pm 0.4) \mu\text{m}$ 、短径 $(5.4 \pm 0.4) \mu\text{m}$,占细胞总数的 $35.7\% \pm 4.5\%$ 。在 16~18 下,60 min 的反应时间内,血细胞对金黄色葡萄球菌 (*Staphylococcus aureus*) 菌体细胞悬液 ($10^6 \sim 10^7$ 个/ml) 的吞噬率为 $67\% \pm 5\%$ 。长毛对虾血浆蛋白浓度为 11.78 mg/ml,对 3% 的鸡血红细胞悬液的溶血相对活性为 2.6,对 5% 的鸡血红细胞悬液的凝集效价为 15~18。血浆平板抑菌实验表明,长毛对虾血浆对金黄色葡萄球菌有明显的抗菌效果,抑菌圈大小为 $(10 \pm 1) \text{mm}$,对大肠杆菌 (*Escherichia coli*) 的抑菌圈大小为 $(6 \pm 2) \text{mm}$ 。本工作为长毛对虾血浆中诸多活性多肽的后续研究奠定了基础。

关键词: 长毛对虾;血细胞;血浆

中图分类号: Q24, Q955 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263(2008)05-104-06

Biochemical Properties of Hemocytes and Hemolymph of *Fenneropenaeus penicillatus*

JIA Yong-Hong QIU Jie-Yuan ZHOU Qiu-Yan CHEN Ji-Gang

(College of Biological and Environmental Sciences, Zhejiang Wanli University, Ningbo 315100, China)

Abstract: *Fenneropenaeus penicillatus* is one of the main aquatic creatures widely distributed in southern-east coast of Ningbo, China. To understand the cellular and chemical characteristics, the hemocytes and hemolymph of *F. penicillatus* were isolated and primarily studied using microscope and chemical analysis. The results showed that the density of hemocyte was $(0.43 \pm 0.11) \times 10^7/\text{ml}$. A total of three types of hemocytes were isolated including agranular hemocyte (AH): length $9.7 \pm 1.4 \mu\text{m}$, width $5.8 \pm 0.8 \mu\text{m}$, occupying $16.2\% \pm 1.8\%$ of the total hemocytes; large-granule hemocyte (LGH): length $11.3 \pm 1.3 \mu\text{m}$, width $6.7 \pm 1.7 \mu\text{m}$, occupying $46.6\% \pm 3.2\%$ of the total hemocytes; small-granule hemocyte (SGH): length $7.1 \pm 0.4 \mu\text{m}$, width $5.4 \pm 0.4 \mu\text{m}$, occupying $35.7\% \pm 4.5\%$ of the total hemocytes. Under the condition of 16-18 °C and 60 min incubation time, the phagocytic rate of hemocytes on *Staphylococcus aureus* ($10^6 - 10^7/\text{ml}$) was $67\% \pm 5\%$. The protein content of hemolymph of the shrimp was 11.78 mg/ml, the relative hemolysis activity of the hemolymph to 3% cock red cells was 2.6, and the coagulant value of the hemolymph to 5% cock red cells was 15-18. The hemolymph showed obvious antimicrobial

基金项目 宁波市博士基金项目 (No. 2005A610026), 宁波市自然科学基金项目 (No. 2007A610070), 浙江省教育厅项目 (No. 20050223), 浙江万里学院项目和博士启动基金;

第一作者介绍 贾永红,男,博士,讲师;研究方向:海洋活性分子;E-mail:jiayh_2006@yahoo.com.cn。

收稿日期: 2008-01-10, **修回日期:** 2008-06-27

activity by measuring the area of inhibition of growth around the disc with 10 ± 1 mm to *Staphylococcus aureus* and 6 ± 2 mm to *Escherichia coli*. The work laid a foundation to the further research of the active peptides.

Key words: *Fenneropenaeus penicillatus*; Hemocyte; Hemolymph

虾类属无脊椎动物,主要依靠体内血淋巴系统主导的非特异性免疫反应来抵抗外界病原的入侵,血细胞和血浆是血淋巴系统重要组成部分^[1]。在免疫反应中,血细胞通过吞噬、包裹、凝集、沉淀以及释放酚氧化酶和黑色素等生理反应作用于病原体,同时血细胞受此激发而释放出多种活性分子,在二者共同作用下达到免疫效果^[2,3]。研究表明,虾类血细胞依据其形态大小的差异和细胞内部电子颗粒物密度的高低分三类,即无颗粒细胞、大颗粒细胞和小颗粒细胞,前者的功能是吞噬包裹,后两者的功能是产生免疫因子,在免疫反应中三者协同来完成生理作用^[1,3]。不同种属和不同地域来源的虾,血淋巴液中这三类血细胞在数量、形态和大小上相差不大,但在免疫刺激或疾病状态下,虾个体因自身机能的不同,血细胞表现却差别很大^[4]。血浆中的免疫反应因子主要包括酚氧化酶(phenoloxidase, PO)^[2]、过氧化物酶(peroxidase)、凝集素(lectin)^[5,6]和溶血素(hemolysin)^[7]等,它们分别具有不同的生物学特性和作用机制,在不同种属的虾中,各自的生化特性和酶学特性也不尽相同。当前,国内外已经有许多关于虾类非特异性免疫系统方面的研究报道,结果表明,因环境因素的影响,虾类在漫长的演化过程中,形成了结构多样、功能各异的进化特征,而血淋巴系统正是其中重要的一方面,体现在血浆中免疫因子蛋白家族结构与功能的多样性和相对稳定性,以及血细胞形态、数目、结构的差异性和相对稳定性^[8]。这些免疫特性对虾类自身正常的生命活动,以及水产病害的研究都有重要的意义。我国东南沿海一带水资源丰富,气候温和,生存有自然栖息和人工养殖的多个种属的虾,例如凡纳滨对虾(*Litopenaeus vannamei*)^[9]、中国明对虾(*Fenneropenaeus chinensis*)^[10]、克氏原螯虾(*Procambarus clarkii*)^[11]和长毛对虾(*F.*

penicillatus)等。其中,前三者的血细胞和血浆的免疫学特性已有报道,而长毛对虾例外,可能因为该虾引进的时间较短,系列工作还没有充分展开的缘故。本工作研究了长毛对虾血淋巴液的基本生物学特征,为后续工作奠定基础。

1 材料与方法

1.1 实验材料 长毛对虾购自宁波市水产批发市场,鸡血采自宁波邱隘动物饲养厂,病原性金黄色葡萄球菌(*Staphylococcus aureus*)和大肠杆菌(*Escherichia coli*)由本学院微生物研究所提供,其他化学试剂购买自宁波奥博化学试剂公司,均为分析纯。

1.2 实验方法

1.2.1 血浆的抽提和血细胞的制备 参照 Rodriguez 等^[12]和 Barracco 等^[13]的方法。选取健康成体长毛对虾,雌雄不限,用无菌注射器从围心腔内抽取血淋巴液约 0.2 ml,等比例与抗凝剂(27 mmol/L 柠檬酸钠,336 mmol/L 氯化钠,115 mmol/L 葡萄糖,9 mmol/L EDTA, pH 7)充分混合,多个虾重复收集,之后于 $4 \sim 2\ 000$ r/min 离心 15 min,吸取上层液即为血浆样品, - 20 保存备用。离心后的沉淀中加入 600 μ l 抗凝剂,进行 2 000 r/min 离心 15 min,弃上清液,然后将沉淀再悬浮于 200 μ l 抗凝剂,2 000 r/min 离心 15 min,弃上清液,沉淀即为长毛对虾血细胞。

1.2.2 血细胞形态和计数 参照王国江等^[14]的方法并改进。随机选取长毛对虾 3 尾,抽取血淋巴液制作血涂片,各 3 片/尾,晾干,38 下用姬姆萨染液染色 15 min,后用 50%乙醇分色,烘干,镜检。在 400 倍的光镜下,依据血淋巴细胞形态和内部颗粒着色情况区分类别。对已辨析清楚的三类血淋巴细胞每类随机选择 3 个,镜台测微尺测定不同类型细胞的长短径并计算平均值;血球计数板法确定血细胞的总数和不

同类型细胞所占比例。

1.2.3 血浆蛋白浓度测定 用 Ultrospec 3300 Pro 型紫外分光光度计测定血浆蛋白吸光度,利用克莉斯汀和瓦氏方程 (equation of Christian and Warburg) 计算血浆蛋白浓度。计算公式为:蛋白浓度 (mg/ml) = 1.55 × OD₂₈₀ - 0.76 × OD₂₆₀。

1.2.4 溶血素活性 参照江晓露等^[15]的方法并加以改进。Alsever's 液采集新鲜鸡血,3 000 r/min 离心 5 min,弃上清,洗涤并重复离心一次,用生理盐水制成 3% 的鸡红细胞悬液。取 100 μl 红细胞悬液与 10 μl 血浆混合,25 °C 保温 1 h,2 000 r/min 离心 5 min,上清液 540 nm 测定吸光度。对照用 10 μl 生理盐水取代血浆,溶血素相对活性为:OD₅₄₀ × 血浆稀释倍数。

1.2.5 血凝活性 参照江晓路等^[15]的方法,血浆中凝集素的相对活性用凝集效价表示。用抗凝剂采集新鲜鸡血,用 0.9% 生理盐水充分洗涤,然后 1 000 r/min 离心 3 min,弃上清液,重复洗涤 4 次,最后一次 2 500 r/min 离心 3 min,用 0.9% 生理盐水配制成体积分数 5% 的红细胞悬液。取 25 μl 5% 的红细胞悬液分别与等体积不同稀释度的血浆混合后 25 °C 保温 40 min,镜检,观察有无凝集块形成,以形成明显凝集块的最高血浆稀释度作为血浆的凝集效价。

1.2.6 血浆抗菌实验和血细胞吞噬活性 血浆抗菌实验参照王刚等^[16]的平板抑菌方法。血细胞吞噬实验参照杜爱芳等^[17]的方法并改进。抗凝取血于 6 个离心管中,2 500 r/min 5 min 后弃上清。离心管中加入 80 μl 抗凝剂,加

入预先培养、洗涤并调节为 10⁶ ~ 10⁷ 个/ml 的金黄色葡萄球菌体细胞悬液,用人工海水使最终体积达到 2 ml。在 16 ~ 18 °C 反应 60 min 后,制片、染色、镜检。每管制 3 片,结果取平均值。其中,判断吞噬的标准为:凡菌体细胞被血淋巴细胞包裹一半,就认为被吞噬,聚集成团或破裂的血细胞不计算在内。吞噬率 = (有吞噬作用的细胞数/被计数细胞的总数) × 100%。

2 结果

2.1 血细胞形态、大小和数目 依据细胞大小和颗粒染色特征,显微镜下观察到 3 类血细胞,分别为无颗粒细胞、大颗粒细胞和小颗粒细胞 (图 1)。无颗粒细胞染色很浅,一般为卵圆形,细胞质通常无色透明,胞质中不含颗粒或仅见个别颗粒,部分细胞伴随少量伪足伸出;大颗粒细胞染色很深,为卵圆形或椭圆形,细胞体积较大,胞质中含有高密度的蓝色颗粒,颗粒越成熟,染色越深;小颗粒细胞有部分颗粒染色,颜色相对较浅,为卵圆形或椭圆形,细胞相对较小,胞质中仅见少量蓝色颗粒。其中,无颗粒细胞大小约为:长径 (9.7 ± 1.4) μm、短径 (5.8 ± 0.8) μm,占细胞总数 16.2% ± 1.8%;大颗粒细胞大小约为:长径 (11.3 ± 1.3) μm、短径 (6.7 ± 1.7) μm,占细胞总数 46.6% ± 3.2%;小颗粒细胞大小约为:长径 (7.1 ± 0.4) μm、短径 (5.4 ± 0.4) μm,占细胞总数 35.7% ± 4.5%。血淋巴液中细胞总密度为 (0.43 ± 0.11) × 10⁷ 个/ml。

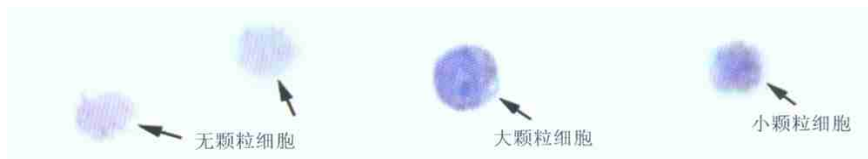


图 1 长毛对虾血细胞形态 (×400)

Fig. 1 Hemocyte shape of *Fenneropenaeus penicillatus*

2.2 血浆蛋白浓度 经测定并计算,长毛对虾血浆蛋白浓度为 11.78 mg/ml。

2.3 溶血素相对活性 经测定,长毛对虾血浆

对鸡血 3% 红细胞悬液的溶血活力单位为 2.6。

2.4 血浆凝集效价 实验结果表明,长毛对虾血浆对鸡血 5% 红细胞悬液的凝集效价在 15 ~

18 之间(图 2)。其中,图 2A、B、C 分别为血浆稀释 5、10、20 倍时,对鸡血细胞悬液的凝集效果。从图中可以看出,在稀释 5 倍时,视野中的红细胞非常明显地凝集在一起,而在稀释 10 倍时情况稍好,到了稀释 20 倍时,细胞已经严重

分离,视野中很少见到细胞。由此推断,血浆对红细胞的凝集效价大概在 15~18 之间。

2.5 血浆抗菌和血细胞吞噬活力 血浆抗菌抑菌圈的大小和细胞吞噬结果见表 1。

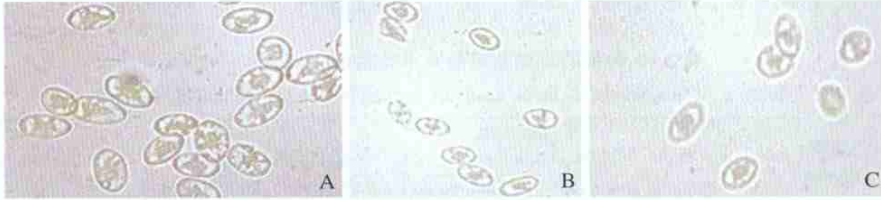


图 2 长毛对虾血浆对鸡血 5% 红细胞悬液的凝集效果 (×400)

Fig. 2 Agglutination of 5% cock red cell suspension by hemolymph from Fenneropenaeus penicillatus

A. 血浆稀释 5 倍时红细胞凝集效果;B. 血浆稀释 10 倍时红细胞凝集效果;C. 血浆稀释 20 倍时红细胞凝集效果。

A. Agglutination of 5% cock red cell suspension by 5 times diluted hemolymph;B. Agglutination of 5% cock red cell suspension by 10 times diluted hemolymph;C. Agglutination of 5% cock red cell suspension by 20 times diluted hemolymph.

表 1 血浆抑菌圈和血细胞吞噬率

Table 1 Inhibition ring of hemolymph and phagocytic rate of hemocytes

活性指标 Activity index	组别 Group						平均结果 Average result
	1	2	3	4	5	6	
抑菌圈 A Inhibition ring A(mm)	9 ±1	12 ±1	10 ±2	8 ±1	11 ±1	10 ±1	10 ±1
抑菌圈 B Inhibition ring B(mm)	6 ±1	6 ±2	6 ±2	7 ±2	5 ±1	6 ±1	6 ±2
吞噬率 Phagocytic rate (%)	68	73	59	61	77	62	67

抑菌圈 A 表示血浆对金黄色葡萄球菌,抑菌圈 B 表示血浆对大肠杆菌。

Inhibition ring A means the hemolymph to *Staphylococcus aureus*; Inhibition ring B means the hemolymph to *Escherichia coli*.

3 讨论

本文对中国东南沿海一带广泛分布的经济水产养殖动物长毛对虾血淋巴系统中的血细胞和血浆的细胞化学特性进行了初步研究。结果表明,长毛对虾血细胞包括形态大小和细胞内颗粒染色差异的三类细胞,即无颗粒细胞、大颗粒细胞和小颗粒细胞。比较长毛对虾与其他虾类的三类血细胞形态大小,发现存在一定差异。总体上看,凡纳滨对虾、日本对虾 (*Penaeus japonicus*)、斑节对虾 (*P. monodon*) 和近缘新对虾 (*Metapenaeus affinis*) 中,大颗粒细胞 > 小颗粒细胞 > 无颗粒细胞^[18] (表 2),而长毛对虾却不同:大颗粒细胞 > 无颗粒细胞 > 小颗粒细胞。同时,在长毛对虾血细胞内部颗粒的观察中发现,细胞质中颗粒的大小和数量也是相对的,在

大颗粒细胞与小颗粒细胞之间还有中等大小的颗粒细胞,而且同一个细胞中也可能同时含有大小差别很大的颗粒,完全观察不到颗粒的血细胞极少(图 1)。



图 3 长毛对虾血细胞的变形细胞 (×400)

Fig. 3 Distortion hemocytes from

Fenneropenaeus penicillatus

不同虾类血细胞所表现出形态大小和颗粒特点的差异,有可能是自然生理代谢的结果,也

有可能是细胞吞噬免疫反应进行中的表现,或者是血细胞在抽提过程中对外界机械压力所做出的反应。特别值得一提的是,本实验还发现了一定数量两端渐尖、细胞核大的梭形细胞(图3),目前普遍认为,在甲壳类血细胞中梭形细胞是一种较早出现而未经分化的幼稚细胞^[19]。

Toney^[20]和Hearing^[21]先后在对克氏原螯虾血细胞分类研究中也遇到同样问题,而且曾得出了不尽相同的结果。虽然不同学者对虾血淋巴细胞形态表现进行了一定的分类描述,但实验中出现的这些问题无不表明虾血淋巴细胞分类的复杂性。

表2 5种虾的三类血细胞大小比较(μm, Means ±SD)

Table 2 Comparison to three kinds of hemocyte size of five shrimp species

物种 Species	大颗粒细胞		小颗粒细胞		无颗粒细胞	
	Large-granule hemocyte		Small-granule hemocyte		Agranule hemocyte	
	长径 Length	短径 Width	长径 Length	短径 Width	长径 Length	短径 Width
长毛对虾 <i>Fenneropenaeus penicillatus</i>	11.3 ±1.3	6.7 ±1.7	7.1 ±0.4	5.4 ±0.4	9.7 ±1.4	5.8 ±0.8
凡纳滨对虾 <i>Litopenaeus vannamei</i> ^[18]	9.9 ±1.3	7.1 ±0.9	8.0 ±1.2	6.5 ±1.4	6.7 ±1.3	5.9 ±1.5
日本对虾 <i>Penaeus japonicus</i> ^[18]	11.6 ±1.4	7.5 ±1.1	8.2 ±0.9	6.6 ±1.0	7.1 ±2.2	5.4 ±0.7
斑节对虾 <i>P. monodon</i> ^[18]	13.3 ±3.1	7.0 ±1.3	10.7 ±0.8	6.1 ±1.2	8.3 ±2.0	5.0 ±1.1
近缘新对虾 <i>Metapenaeus affinis</i> ^[18]	9.8 ±1.1	5.2 ±0.6	7.4 ±1.0	4.8 ±0.8	4.9 ±1.0	4.5 ±1.0

血细胞密度与虾类的生理状态密切相关,是虾类血液研究的重要参数。当前,国内外学者测得虾血细胞密度的结果均在($10^6 \sim 10^7$)个/ml数量级内。本研究中,长毛对虾血细胞密度为(0.43 ± 0.11) $\times 10^7$ 个/ml,小于凡纳滨对虾的(0.77 ± 0.22) $\times 10^7$ 个/ml、日本对虾的(1.76 ± 0.26) $\times 10^7$ 个/ml、斑节对虾的(2.07 ± 0.3) $\times 10^7$ 个/ml和近缘新对虾的(1.27 ± 0.18) $\times 10^7$ 个/ml^[18]。血细胞密度结果的不同表明,不同种属的虾的健康状况和抗疾病能力有一定差别,然而不排除人工血细胞计数时存在的误差。

长毛对虾血浆蛋白浓度为11.78 mg/ml,这些蛋白主要是一些非特异性的酶和免疫因子,包括酚氧化酶原、溶血素、凝集素、溶菌酶、抗菌肽和蛋白酶抑制剂等^[3]。虾类的溶血素类似于脊椎动物的补体系统,可溶解破坏异物,参与生理作用,可能还具有溶菌作用。而且,溶血素具有一定的外源刺激物的可诱导性^[3,7]。本实验中,长毛对虾血浆对鸡血3%红细胞悬液的溶血素活力单位约2.6。虾类的凝集素类似于脊椎动物的抗体,是甲壳动物体内的一种免疫识别因子,一般在血细胞内的活性较高,而血浆内的活性较低。凝集素对血细胞分子表面糖蛋白有一定的识别性,凝集强度效价的大小与凝集

素的来源、构型、细胞表面糖分子及构型等因素有关^[3]。本实验中,长毛对虾血浆对鸡血5%红细胞悬液的凝集效价约在15~18之间。同样,溶菌酶和抗菌肽也是虾血浆中的重要组分,对多数革兰阳性及阴性菌的细胞壁或细胞膜具有水解作用。在平板抑菌实验中,长毛对虾血浆对金黄色葡萄球菌的抑菌圈大小为(10 ± 1)mm,对大肠杆菌的抑菌圈大小为(6 ± 2)mm。另外,长毛对虾血细胞对金黄色葡萄球菌菌体细胞悬液($10^6 \sim 10^7$ 个/ml)的吞噬率为67% ± 5%。这表明血浆中存在溶血素和凝集素等多种非特异性免疫防御因子,它们在长毛对虾识别自身机体和异物细胞而抵制外源微生物入侵方面有重要作用。

参 考 文 献

- [1] 李光,樊景凤,林凤翔等. 对虾的免疫机制及其疾病免疫预防的研究进展. 水产科学, 2007, 26(1): 56~60.
- [2] 孟凡伦,张玉臻,孔健等. 甲壳动物中的酚氧化酶原激活系统研究评价. 海洋与湖沼, 1999, 30: 110~116.
- [3] 徐海胜,徐步进. 甲壳动物细胞及体液免疫机理的研究进展. 大连水产学院学报, 2001, 16(1): 49~56.
- [4] 李光友,王青. 中国对虾血细胞及其免疫研究. 海洋与湖沼, 1995, 26(6): 591~597.
- [5] 陈皓,孙丕喜,宋庆云. 外源凝集素——水产动物御敌

- 的有力兵器. 黄渤海海岸, 1995, 13(3): 61~71.
- [6] 牟海津, 江晓路, 刘树青等. 中国对虾血细胞凝集素的性能研究. 中国水产科学, 1999, 6(3): 32~35.
- [7] 牟海津, 江晓路, 刘树青等. 日本对虾溶血素的活性测定及性能研究. 海洋与湖沼, 1999, 30(4): 362~367.
- [8] Padhi A, Verghese B, Otta S K, *et al.* Adaptive evolution after duplication of penaeidin antimicrobial peptides. *Fish Shellfish Immunol*, 2007, 23: 553~566.
- [9] 刘石林, 刘鹰, 杨红生等. 双齿围沙蚕与赤子爱胜蚓对凡纳滨对虾生长和免疫指标的影响. 中国水产科学, 2006, 13(4): 561~565.
- [10] 黄旭雄, 周洪琪, 宋理平等. 急性感染对中国明对虾非特异免疫水平的影响. 水生生物学报, 2007, 31: 31~37.
- [11] 许第新, 姚娟, 陈昌福. 注射免疫多糖(酵母细胞壁)对克氏原螯虾几种免疫相关酶活性的影响. 淡水渔业, 2004, 5: 56~58.
- [12] Rodriguez J, Boulo V, Mialhe E, *et al.* Characterisation of shrimp haenocytes and plasma components by monoclonal antibodies. *J Cell Sci*, 1995, 108: 1 043~1 050.
- [13] Barracco M A, de Lorgeter J, Gueguen Y, *et al.* Molecular characterization of penaeidins from two Atlantic Brazilian shrimp species, *Fafantepenaeus paulensis* and *Litopenaeus schmitti*. *FEMS Microbiol Lett*, 2005, 250(1): 117~120.
- [14] 王国江, 张亚鹂, 王军霞等. 白洋淀日本沼虾血细胞的初步研究. 河北渔业, 2007, 8: 17~20.
- [15] 江晓路, 刘树青, 牟海津等. 真菌多糖对中国对虾血清及淋巴细胞免疫活性的影响. 动物学研究, 1999, 20(1): 41~45.
- [16] 王刚. 抗菌中草药的筛选试验. 广东畜牧兽医科技, 2001, 26(4): 23~24.
- [17] 杜爱芳, 蔡渭明, 于涟. 中国对虾血细胞吞噬功能的研究. 中国水产科学, 1997, 4(2): 1~6.
- [18] 周晖, 谢数涛. 四种对虾血细胞的分类和形态比较. 湛江海洋大学学报, 2005, 25(4): 84~87.
- [19] 廖永岩, 周右广. 黑斑口虾蛄血细胞的显微观察及与斑节对虾血细胞的比较. 海洋科学, 2000, 24(10): 14~17.
- [20] Toney M E Jr. Morphology of blood cells of some crustacean. *Growth*, 1958, 22: 35~50.
- [21] Hearing V, Vernick S H. Fine structure of blood cells of the lobster *Homoeus americanus*. *Chesapeake Science*, 1967, 8(3): 170~186.

陕西省鸟类新纪录——栗背岩鹡

2007年1月21日,在秦岭南坡陕西佛坪国家级自然保护区三官庙地区进行野外巡护监测时,于海拔2 000 m 庙梁子附近的落叶阔叶林观察并拍摄到未知名的鸟一只。经查阅资料,确认为栗背岩鹡(*Prunella immaculata*)成体,为陕西省新纪录。

该鸟体型较小。头顶暗灰,额部染白;背羽紫栗色,腰至尾上覆羽橄榄灰色,尾羽暗灰染褐。眼先黑色,耳羽较头顶色淡。肩羽以及内侧飞羽栗色,其余翼羽暗褐具淡缘。颈、喉、胸均为灰色,腹棕白,尾下覆羽栗色。虹膜白色,嘴角质色,脚暗橘黄色。观察到该鸟在林下灌木丛中活动,取食灌木种子及草籽等。

栗背岩鹡分布于喜马拉雅山脉东部、缅甸北部、中国北部及中部和青藏高原南部。繁殖于西藏东南部、青海南部、甘肃南部、四川北部及西部,越冬在云南北部及西部。种群数量稀少。在陕西秦岭南坡佛坪三关庙地区发现的栗背岩鹡为陕西第一次记录,且在陕西秦岭最为寒冷的1月份被发现。因此,该鸟在陕西秦岭南坡是否为留鸟有待进一步调查。

马亦生 梁启慧

(陕西佛坪国家级自然保护区管理局 佛坪 723400)