

河川沙塘鳢雌鱼性成熟过程中卵黄蛋白原含量变化^{*}

李加敏¹, 朱嘉洁¹, 杨 崑¹, 胡先成²

(1. 重庆师范大学 生命科学学院; 2. 动物生物学重庆市市级重点实验室, 重庆 400047)

摘要 以处于性腺发育期为Ⅲ期、Ⅳ期和Ⅴ期的河川沙塘鳢(*Odontobutis potamophila*)雌鱼为研究对象,采用碱不稳定性蛋白结合磷法测定该鱼肝脏、血清和卵巢中的磷含量,以磷的含量来反应卵黄蛋白原的含量。结果显示,在河川沙塘鳢雌鱼的性成熟过程中,肝脏中的 VTG 含量先升后降,在Ⅳ期达到最高,其含量为 $(39.91 \pm 3.80) \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$,在Ⅲ期和Ⅳ期,VTG 合成比较活跃 血清中的 VTG 含量逐渐增加,从Ⅲ期的 $(15.45 \pm 1.77) \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 增加到Ⅴ期的 $(33.31 \pm 5.57) \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 卵巢中的 VTG 含量也逐渐增加,Ⅲ期到Ⅳ期增长速度较快($p < 0.05$),是 VTG 沉积的最重要时期,Ⅴ期达到高峰,为 $(422.25 \pm 29.98) \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 。研究揭示河川沙塘鳢性成熟过程中,VTG 的合成活跃,转运高效,为其大量沉积奠定基础,保证了胚胎发育及后续发育的营养需要。

关键词 河川沙塘鳢 肝脏 血清 卵巢 卵黄蛋白原

中图分类号 Q959.483; Q344+.5

文献标志码 A

文章编号 1672-6693(2013)02-0017-05

卵黄蛋白原(Vitellogenin, VTG)是卵黄蛋白的前体,而卵黄蛋白则是鱼类卵黄的主要成分,在卵黄发生期迅速积累,提供氨基酸、脂肪、维生素、磷和硫等营养和功能性物质,是鱼类胚胎和幼体发育的主要营养物质,对鱼类的繁殖和发育起着至关重要的作用^[1]。鱼类的卵黄蛋白原由肝脏合成,通过血液运输到卵巢,并在卵巢中沉积^[2]。

目前对鱼类卵黄蛋白原的研究已有很多报道,梁勇等人^[3]对鲤(*Cyprinus carpio*)和团头鲂(*Megalobrama amblycephala*)幼鱼卵黄蛋白原进行诱导、纯化及电泳, Linares-Casenave 等人^[4]采用 ELISA 法对高首鲟(*Acipenser transmontanus*)血清的卵黄蛋白原进行了分析,师晓栋^[5]对玫瑰无须鲃(*Puntius conchoni*)卵黄蛋白原的纯化、鉴定、免疫分析和功能进行了研究,任华等人^[6]采用 RT-PCR 法检测斑马鱼(*Danio rerio*)卵黄蛋白原的 mRNA 表达, Yan 等人^[7]采用分子克隆的方法对青鳉(*Oryzias latipes*)的卵黄蛋白原基因表达进行研究,吴鹰等人^[8]采用 PAGE 确定了河川沙塘鳢(*Odontobutis potamophila*)卵黄蛋白原的分子量、并且使用 SDS-PAGE 对其中的亚基组成进行了分析,程艳等人^[9]研究了全氟辛烷磺酸对斑马鱼(*Danio rerio*)血浆和组织匀浆中卵黄蛋白原含量的影响。但对性腺发育不同时期

的鱼的肝脏、血清、卵巢中 VTG 含量进行测定和分析,尚不多见。

河川沙塘鳢隶属鲈形目(Perciformes)沙塘鳢科(Odontobutidae),常见于长江中下游、钱塘江及闽江等水系和太湖流域,是一种底栖肉食性经济鱼类,深受当地居民的喜爱,现已成为一种重要的人工养殖鱼类^[10]。在对河川沙塘鳢的生物学、胚胎发育、器官发育、HG 的发生及孵化酶的分泌等研究基础上^[11-16],本研究采用碱不稳定性蛋白结合磷方法测定了河川沙塘鳢雌鱼性成熟过程中肝脏、血液、卵巢 VTG 的含量,并分析其中的动态变化,从而揭示河川沙塘鳢雌鱼卵黄蛋白原的产生、转运和沉积的机制,以期为鱼类的生殖生物学提供更丰富的基础资料。

1 材料和方法

1.1 材料

河川沙塘鳢亲鱼购于上海市铜川路水产品集贸市场,空运至重庆。选取雌鱼并获取卵粒,透明液处理,镜检,选择性腺发育时期为Ⅲ期、Ⅳ期、Ⅴ期的雌鱼为研究材料,首先从尾静脉取血,放入加入肝素钠的离心管中,4℃静置4~6h,10 000 r·min⁻¹离心3min,取上清于-80℃超低温冰箱保存,待用 然后摘取肝脏和

* 收稿日期 2012-11-07 修回日期 2012-12-13 网络出版时间 2013-03-16 13 37

资助项目 重庆市教委科学技术研究项目(No. KJ090827);重庆市科技创新能力建设项目(No. 2010CA1010);重庆师范大学重点科研项目(No. 08XLB001)

作者简介 李加敏,男,硕士研究生,研究方向为水生动物发育学,E-mail 11jiamin1985@126.com 通讯作者 胡先成,E-mail 11hww@cqnu.edu.cn

网络出版地址 11http://www.cnki.net/kcms/detail/50.1165.N.20130316.1337.201302.17_004.html

卵巢组织,用滤纸吸去表面的体液,称重, $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ 超低温保存。

1.2 样品预处理

1.2.1 血清 血清样品的预处理方法在林浩然^[17]介绍的测定方法基础上稍加改进。取适量血清,加 10% 的 TCA 溶液适量, $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 过夜; $1600\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$ 离心 10 min, 弃上清;再加 5% 的 TCA 溶液在 $90\text{ }^{\circ}\text{C}$ 孵育 30 min 后 $1600\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$ 离心 10 min, 弃上清;先后依次用乙醇、氯仿-乙醚-乙醇混合溶液(氯仿、乙醚、乙醇的体积比为 1:2:2)、丙酮和乙醚清洗沉淀,每次洗完后 $1600\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$ 离心 8 min, 弃上清。加入浓度为 $5\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 NaOH 溶液,将离心管密封后于 $110\text{ }^{\circ}\text{C}$ 中水解 2 h,待测^[17-19]。

1.2.2 肝脏 取超低温保存的肝脏组织,解冻后放入小玻璃杯,加 0.86% 冷生理盐水(该盐水体积与肝脏组织重量比为 9:1),眼科小剪快速剪碎,然后移入匀浆玻璃管,并迅速把匀浆玻璃管置于冰水混合物中进行匀浆,将制备好的 10% 匀浆液与 $3000\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$ 离心 12 min, 取上清,加适量 10% 的 TCA 溶液, $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 过夜;过夜后,后续实验步骤同血清。

1.2.3 卵巢 实验步骤同肝脏预处理方法。

1.3 VTG 的测定

将水解后的样品移入比色管中,加入浓度为 $5\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 HCl 溶液中和,再加入显色液并用蒸馏水定容;将比色管在 $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ 中孵育 1.5~2 h,在分光光度计 780 nm 波长处比色。溶液中磷含量与所测吸光度值呈正相关关系,故可算出磷含量,进而反应 VTG 含量^[17]。标准液为无水磷酸二氢钾溶液,实验前配成磷浓度 $0.1\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$, $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 保存,用时稀释为 $0.25\sim2.5\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 共 10 个浓度梯度,其中每一浓度比前一浓度增加 $0.25\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 。

1.4 数据处理

实验结果以“平均值 $\pm$ 标准误”(Mean $\pm$ SD)表示,采用 Excel 2007 以及 SPSS17 软件进行整理及统计分析,进行单因素方差分析,以 $p < 0.05$ 作为达到显著性水平的标准。

2 结果

2.1 肝脏中 VTG 的合成及含量变化

河川沙塘鳢雌鱼的 VTG 在肝脏中合成,肝脏中 VTG 含量变化如图 1 所示。IV 期时 VTG 含量达到最大,为 $(39.91 \pm 3.80)\text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$,与 III 期时 $(29.84 \pm 1.70)\text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ 相比,增长显著($p < 0.05$);V 期时 VTG 含量为 $(28.31 \pm 5.31)\text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$,与 IV 期相比显著降低($p < 0.05$);可见处于性腺发育 III 期、IV 期、V 期的肝脏中 VTG 含量变化呈现先升后降的趋势。

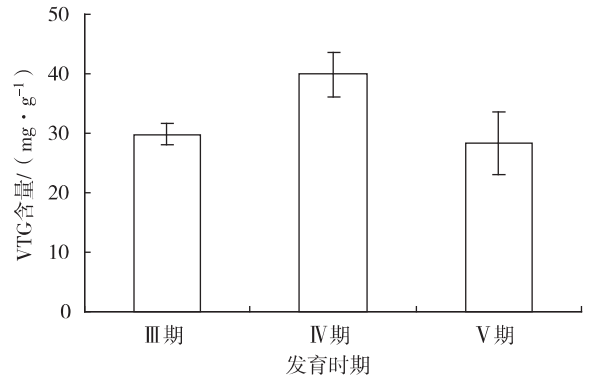


图1 不同发育时期肝脏的 VTG 水平变化曲线

Fig.1 Variation in the level of VTG of hepar at different development stages

2.2 血液中 VTG 的运输及含量变化

在河川沙塘鳢雌鱼 VTG 的转运过程中,血清中 VTG 含量变化结果如图 2 所示。在 V 期时血清中 VTG 含量达到最大值,为 $(33.31 \pm 5.57)\text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ 。血清中 VTG 含量从 III 期的 $(15.45 \pm 1.77)\text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ 到 IV 期的 $(25.44 \pm 3.13)\text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$,增长水平显著($p < 0.05$);从 IV 期到 V 期,血清中 VTG 含量增长水平亦显著($p < 0.05$)。可见在处于性腺发育时期为 III 期、IV 期、V 期的血清中,VTG 含量是逐渐增加的。

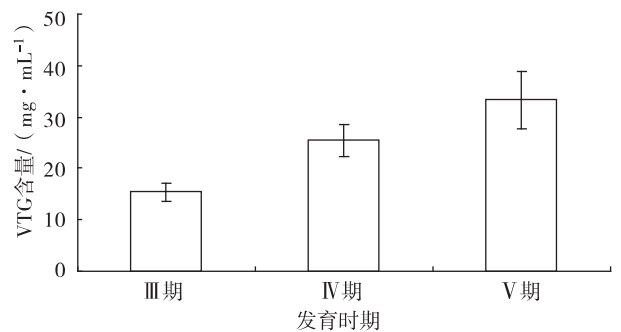


图2 不同发育时期血清的 VTG 水平变化曲线

Fig.2 Variation in the level of VTG of blood serum at different development stages

2.3 卵巢中 VTG 的沉积及含量变化

图 3 显示了河川沙塘鳢雌鱼 VTG 的沉积过程中卵巢内 VTG 含量的变化。在 V 期时卵巢中 VTG 含量达到最大值,为 $(422.25 \pm 29.98)\text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ 。卵巢中 VTG 含量从 III 期的 $(181.46 \pm 30.35)\text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ 增加至 IV 期的 $(384.11 \pm 8.38)\text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$,增长水平差异显著($p < 0.05$);而从 IV 期到 V 期,其含量增长不显著。可见,在 III 期、IV 期、V 期的卵巢中,III 期到 IV 期的成熟过程中 VTG 含量也是逐渐增加的。

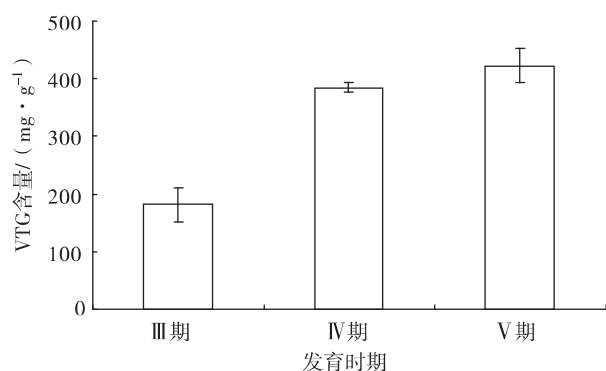


图3 不同发育时期卵巢的 VTG 水平变化曲线

Fig. 3 Variation in the level of VTG of ovary at different development stages

3 讨论

卵黄蛋白原是一种含有脂类和磷的蛋白质,且磷含量相对稳定,鱼类的卵黄蛋白原的磷含量一般为 0.60%^[20]。肝脏在雌激素信号的刺激下,开始启动 VTG mRNA 的表达,合成卵黄蛋白原,在高尔基体的帮助下运出肝脏,进入血液^[21]。本研究对处于不同发育时期河川沙塘鳢雌鱼肝脏中 VTG 含量的测定结果显示,在Ⅳ期时该值最高,为 $(39.91 \pm 3.80) \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$,而后含量降低,呈先升高后下降的趋势。本研究认为之所以出现先升后降的现象,是因为Ⅲ期时的河川沙塘鳢雌鱼肝脏大量合成 VTG,合成的速度大于分泌到血液的速度,致使肝脏中积累一部分;而在Ⅳ期 VTG 的合成依然很活跃,从而使测得的河川沙塘鳢雌鱼Ⅳ期时的肝脏中的 VTG 含量最高,而进入Ⅴ期,VTG 合成的速度减慢,测得的Ⅴ期时的 VTG 的含量低于Ⅲ期和Ⅳ期时的含量。由此可见,河川沙塘鳢雌性成熟过程中,Ⅲ期和Ⅳ期是肝脏合成 VTG 的活跃时期。

本研究中河川沙塘鳢雌鱼血液中 VTG 的含量呈逐渐增加的趋势,这与杨武等人^[22]对斑鳊(*Siniperca scherzeri*)的研究结果一致。然而本研究结果也显示河川沙塘鳢雌鱼血液中 VTG 含量一直较高,在Ⅴ期时高达 $(33.31 \pm 5.57) \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$,与许多鱼类测定的结果相比较而言,其含量明显偏高。如王友惠等人^[23]对瓦氏黄颡鱼(*Pelteobagrus vachelli*)的测定结果中,VTG 含量为 $8.92 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$,So 等人^[24]对大西洋鲑(*Salmo salar ouananiche*)测定结果中 VTG 含量最高值也不过 $21.6 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$,而 Copeland 和 Thomas^[25]对斑点海鲈(*Cynoscion Nebulosus*)测定的 VTG 含量最高值为 $4 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$,Johnsen 等人^[26]测定北极红点鲑(*Salvelinus alpinus*) VTG 含量最高值为 $22 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 。这一差异的出现一是与鱼种差异有关;另一方面,本研究推测由于河川沙塘鳢个体较小,血液量较少,但同时又需要大

量转运肝脏中合成的 VTG 至卵巢中,所以血液中的含量就会一直维持在较高水平,可见这与血液作为转运的功能是相适应的。

河川沙塘鳢卵巢中 VTG 的含量在Ⅲ期、Ⅳ期、Ⅴ期逐渐增加,尤其是Ⅲ期以后,VTG 重量占卵巢组织总重的 30% 以上,这与卵巢是作为营养物质沉积的部位相适应。从Ⅲ期到Ⅳ期,VTG 的含量增长了 1 倍多,可见在这个时期其沉积速度很快,是 VTG 沉积的重要时期。而从Ⅳ期到Ⅴ期,增长不明显,则是由于性腺发育进入Ⅴ期,甚至在Ⅳ期末时,卵母细胞相继开始发育成熟,VTG 转换为卵黄蛋白,主要为卵黄高脂蛋白(Lipovitellin)和卵黄高磷蛋白(Phosvitin)^[27-28],为排卵前作营养物质储备,以参与胚胎发育及后续发育。

参考文献:

- [1] 张士瑾,孙旭彤,李红岩. 卵黄蛋白研究及其进展[J]. 海洋科学,2002,26(7): 32-35.
Zhang S C, Sun X T, Li H Y. Review on vitellogenin[J]. Marine Science, 2002, 26(7): 32-35.
- [2] Leonardi M, Vera J, Tarifeño E, et al. Vitellogenin of the Chilean flounder *Paralichthys adspersus* as a biomarker of endocrine disruption along the marine coast of the South Pacific. Part I: induction, purification, and identification[J]. Fish Physiology and Biochemistry, 2010, 36(3): 757-765.
- [3] 梁勇,徐盈,杨方星,等. 鲤和团头鲂幼鱼卵黄蛋白原的诱导,纯化及电泳比较[J]. 水生生物学报,2002,26(4): 317-321.
Liang Y, Xu Y, Yang F X, et al. Induction, purification and electrophoretic comparison of vitellogenin from two cyprinid fish species: Carp (*Cyprinus carpio*) and Wuchang fish (*Megalobrama amblycephala* Yih)[J]. Acta Hydrobiological Sinica, 2002, 26(4): 317-321.
- [4] Linares-Casenave J, Kroll K J, Van Eenennaam J P, et al. Effect of ovarian stage on plasma vitellogenin and calcium in cultured white sturgeon[J]. Aquaculture, 2003, 221(1/2/3/4): 645-656.
- [5] 师晓栋. 玫瑰无须鲷卵黄蛋白原和卵黄脂磷蛋白的纯化、鉴定、免疫分析和功能研究[D]. 山东青岛: 中国海洋大学, 2004: 1-119.
Shi X D. Purification, characterization, immunoassay and function study of vitellogenin and lipovitellin from Rosy barb (*Puntius conchoni*) [D]. Qingdao, Shandong: Ocean University of China, 2004: 1-119.
- [6] 任华,顾建华,孙竹筠,等. RT-PCR 法检测斑马鱼(*Danio rerio*)卵黄蛋白原 mRNA 表达[J]. 上海师范大学学报: 自然科学版, 2004, 33(增刊): 79-82.
Ren H, Gu J H, Sun Z Y, et al. A reverse transcription-polymerase chain reaction for Zebrafish (*Danio rerio*) vitellogenin mR-

- NA[J]. Journal of Shanghai Normal University :Natural Science, 2004, 33(Supp) :79-82.
- [7] Yan T, Tao S, Yew K P, et al. Molecular cloning of zebrafish and medaka vitellogenin genes and comparison of their expression in response to 17β -estradiol[J]. Gene, 2004, 328 :25-36.
- [8] 吴鹰, 孟艳玲, 周忠良. 河川沙塘鳢 *Odontobutis potamophila* (Günther) 卵黄蛋白原(Vtg)和卵黄脂磷蛋白(LV)生化特性的比较[J]. 山西师大体育学院学报研究生论文专刊, 2006, 21 :160-162.
- Wu Y, Meng Y L, Zhou Z L. Comparison of biochemical characters between vitellogenin and lipovitellin in *Odontobutis potamophila* (Günther) [J]. Journal of Physical Education Institute of Shanxi Normal University Graduate Thesis, 2006, 21 :160-162.
- [9] 程艳, 崔媛, 何平, 等. 全氟辛烷磺酸(PFOS)对斑马鱼血浆和组织匀浆中卵黄蛋白原含量的影响[J]. 生态毒理学报, 2012, 7(1) :65-70.
- Cheng Y, Cui Y, He P, et al. Effect of perfluorooctane sulfonate (PFOS) on vitellogenin levels in blood plasma and tissue homogenate of Zebrafish (*Brachydanio rerio*) [J]. Asian Journal of Ecotoxicology, 2012, 7(1) :65-70.
- [10] 伍汉霖, 吴小清, 解玉浩. 中国沙塘鳢属鱼类的整理和一新种的叙述[J]. 上海水产大学学报 :自然科学版, 1993, 2(1) :52-58.
- Wu H L, Wu X Q, Xie Y J. A revision of the genus *Odontobutis* from China with description of a new species[J]. Journal of Shanghai Fisheries University :Natural Science, 1993, 2(1) :52-58.
- [11] 孙帼英, 郭学彦. 太湖河川沙塘鳢的生物学研究[J]. 水产学报, 1996, 20(3) :193-202.
- Sun G Y, Guo X Y. Studies on biology of *Odontobutis potamophila* in Taihu lake [J]. Journal of Fisheries of China, 1996, 20(3) :193-202.
- [12] 谢仰杰, 孙帼英. 河川沙塘鳢的胚胎发育和胚后发育以及温度对胚胎发育的影响[J]. 厦门水产学报, 1996, 18(1) :52-62.
- Xie Y J, Sun G Y. Embryonic and post-embryonic development of *Odontobutis potamophila* (Günther) and the effect of temperature on the embryonic development [J]. Journal of Xiamen Fisheries College, 1996, 18(1) :52-62.
- [13] 胡先成. 河川沙塘鳢的器官发育[J]. 重庆师范学院学报 :自然科学版, 1996, 13(1) :27-31.
- Hu X C. Organs Development of *Odontobutis potamophila* [J]. Journal of Chongqing Normal University :Natural Science, 1996, 13(1) :27-31.
- [14] 胡先成, 周忠良, 赵云龙, 等. 河川沙塘鳢孵化腺的发生及孵化酶的分泌[J]. 动物学报, 2007, 53(3) :511-518.
- Hu X C, Zhou Z L, Zhao Y L, et al. The development of the hatching gland and the secretion of hatching enzyme in *Odontobutis potamophila* [J]. Acta Zoologica Sinica, 2007, 53(3) :511-518.
- [15] 罗颖, 胡先成, 翁敏婵. 河川沙塘鳢孵化腺的超微结构[J]. 重庆师范大学学报 :自然科学版, 2009, 26(4) :20-24.
- Luo Y, Hu X C, Weng M C. The Ultrastructure of the hatching gland of *Odontobutis potamophila* [J]. Journal of Chongqing Normal University :Natural Science, 2009, 26(4) :20-24.
- [16] 翁敏婵, 郭莎园, 胡先成. 河川沙塘鳢早期发育过程中耗氧率及 $\text{NH}_3\text{-N}$ 排泄率的变化[J]. 重庆师范大学学报 :自然科学版, 2010, 27(5) :14-18.
- Weng M C, Guo S Y, Hu X C. Variation of the oxygen consumption rate and $\text{NH}_3\text{-N}$ excretion rate during the early development of *Odontobutis potamophila* [J]. Journal of Chongqing Normal University :Natural Science, 2010, 27(5) :14-18.
- [17] 林浩然, 刘晓春. 鱼类生理学实验技术和方法[M]. 广州 :广东高等教育出版社, 2006 :64-67.
- Lin H R, Liu X C. The experimental technique and method of physiology of fishes [M]. Guangzhou :Guangdong Higher Education Press, 2006 :64-67.
- [18] Reis-Henriques M A, Cruz M M, Pereira J O. The modulating effect of vitellogenin on the synthesis of 17β -estradiol by rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) ovary [J]. Fish Physiology and Biochemistry, 1997, 16(3) :181-186.
- [19] 张艳珍, 陈细华, 危起伟, 等. 中华鲟血清卵黄蛋白原水平的初步观察[J]. 淡水渔业, 2008, 38(5) :10-14.
- Zhang Y Z, Chen X H, Wei Q W, et al. Variation in the serum vitellogenin of Chinese sturgeon (*Acipenser sinensis*) [J]. Freshwater Fisheries, 2008, 38(5) :10-14.
- [20] Norberg B. Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) vitellogenin :Induction, isolation and partial characterization [J]. Fish Physiol Biochem, 1995, 14(1) :1-13.
- [21] Doroshov S I, Moberg G P, Van Eenennaam J P. Observations on the reproductive cycle of cultured white sturgeon, *Acipenser transmontanus* [J]. Environmental Biology of Fishes, 1997, 48(1/2/3/4) :265-278.
- [22] 杨武, 赵金良, 邓燕飞, 等. 斑鳊卵巢发育与血清蛋白磷含量变化关系的初步分析[J]. 上海海洋大学学报 :自然科学版, 2010, 19(2) :162-166.
- Yang W, Zhao J L, Den Y F, et al. A preliminary study on the relationship between ovary development and the content changes of serum phosphoprotein of *Siniperca scherzeri* [J]. Journal of Shanghai Ocean University :Natural Science, 2010, 19(2) :162-166.
- [23] 王友慧, 李云. 瓦氏黄颡鱼血清蛋白磷与性腺发育关系的研究[J]. 水产科学, 2004, 23(10) :5-8.
- Wang Y H, Li Y. Relation between the serum protein-phosphorus and gonadal development in Darkbarel Catfish (*Pel-*

- teobagrus vachelli*) [J]. Fisheries Science, 2004, 23 (10) 5-8.
- [24] So Y P, Idler D R, Hwang S J. Plasma vitellogenin in landlocked Atlantic salmon (*Salmo salar ouananiche*) : isolation, homologous radioimmunoassay and immunological cross-reactivity with vitellogenin from other teleosts [J]. Comp Biochem Physiol, 1985, 81B(1) 63-71.
- [25] Copeland P A, Thomas P. The measurement of plasma vitellogenin levels in a marine teleost, the spotted seatrout (*Cynoscion Nebulosus*) by homologous radioimmunoassay [J]. Comp Biochem Physiol, 1988, 91B(1) 17-23.
- [26] Johnsen H K, Tveiten H, Willassen N P, et al. Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) vitellogenin : development and validation of an enzyme-linked immunosorbent assay [J]. Comp Biochem Physiol, 1999, 124B(3) 355-362.
- [27] 周忠良, 唐思贤, 堵南山. 河川沙塘鳢早期胚胎发育阶段卵黄蛋白结构特征及其变化的研究 [J]. 华东师范大学学报 : 自然科学版, 1997, 1997 (生物学专辑) 102-106.
Zhou Z L, Tang S X, Du N S. Characterization and changes of egg yolk proteins in the early embryonic development from gobbid fish *Odontobutis potamophila* (Günther) [J]. Journal of East China Normal University : Natural Science, 1997, 1997 (Biology Album) 102-106.
- [28] 周忠良. 河川沙塘鳢卵黄蛋白结构特征及其在积累代谢过程中变化的研究 [D]. 上海 : 华东师范大学, 1998 1-59.
Zhou Z L. Characterization of egg yolk proteins from gobbid fish *Odontobutis potamophila* (Günther) and changes during deposit and metabolization [D]. Shanghai : East China Normal University, 1998 1-59.

Animal Sciences

The Variation of the VTG Level in the Process of Sexual Maturity of the Female Fish of *Odontobutis potamophila*

LI Jia-min¹, ZHU Jia-jie¹, YANG Wei¹, HU Xian-cheng²

(1. School of Life Science ; 2. Chongqing Key Laboratory of Animal Biology, Chongqing Normal University, Chongqing 400047, China)

Abstract : The female fishes of *Odontobutis potamophila* in the experiment were used as the research object, which were in the gonadal development stage III to stage V. The levels of VTG in the serum, liver and ovary of *Odontobutis potamophila* were performed by an indirect method, measuring the alkali-labile phosphorus content of the lipid-free protein fraction. The levels of phosphorus can reflect the VTG levels indirectly. In the experiment, the phosphorus levels in serum, liver and ovary of *Odontobutis potamophila* were measured by the chemical response with the aqueous trichloroacetic acid (TCA). The results showed that the VTG level in the liver increased at first, and then decreased, the highest level was at stage IV, which was $(39.91 \pm 3.80) \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$. At the stage III and stage IV, the synthesis of VTG was very active. The level of VTG in the serum increased gradually, the VTG level from $(15.45 \pm 1.77) \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ at the stage III increased to $(33.31 \pm 5.57) \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ at the stage V. The level of VTG in the ovary also increased gradually, during the stage III to stage IV, the growth was faster, which is the most important stage of the deposition of VTG, the highest level was $(422.25 \pm 29.98) \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ at the stage V. The results indicated that the active synthesis and highly-efficient transport of VTG can lay the foundation of its vast deposits, and would assure the nutritional requirements of embryonic development and subsequent development.

Key words : *Odontobutis potamophila* ; liver ; serum ; ovary ; vitellogenin

(责任编辑 方 兴)