

THAY ĐỔI HÀM LƯỢNG CHOLESTEROL TRONG BUỒNG TRỨNG CÁ CHỀM (*LATES CALCARIFER* BLOCH, 1790) NGOÀI TỰ NHIÊN THEO GIAI ĐOẠN THÀNH THỰC

Phạm Xuân Kỳ¹ và Đào Việt Hà¹

¹ Viện Hải dương học, Nha Trang

Thông tin chung:

Ngày nhận: 14/05/2014

Ngày chấp nhận: 30/10/2014

Title:

Change in cholesterol level of ovary in the wild Asian seabass (*Lates calcarifer* Bloch, 1790) during ovarian maturation

Từ khóa:

Cholesterol, buồng trứng, các giai đoạn thành thực, cá chẻm

Keywords:

Cholesterol, ovary, ovarian stages, Asian seabass

ABSTRACT

Changes in cholesterol level of ovary during maturational stages from II to VI of wild Asian seabass (*Lates calcarifer*) were investigated. The gonadal somatic index (GSI) increased significantly from the II to IV stages, then dropped after spawning in the VI stage. Lipid content in ovary significantly increased (2.69 - 5.5%) from the II-IV stages when the fish was proceeding ovarian maturation, decreased after ovulation and spawning. The cholesterol content was lowest in the II stage (266.7 mg/100 g wet weight), elevated in the III stage (390.9 mg/100 g) in the fish starting recrudescence, and maintained at a high level in the IV stage (374.5 mg/100 g). It dropped in the V (219.2 mg/100 g) and VI stages (251.9 mg/100 g) when the fish was in the competence of oocytes and post-spawn period. The results showed that there was a relationship between cholesterol levels and ovarian maturation and it could be used as a biochemical indication of the reproductive status in Asian seabass.

TÓM TẮT

Thay đổi hàm lượng cholesterol trong buồng trứng ở các giai đoạn thành thực từ II-VI của cá chẻm cái tự nhiên đã được khảo sát. Hệ số thành thực (GSI) tăng đáng kể từ giai đoạn II-IV, giảm sau khi đẻ ở giai đoạn VI. Hàm lượng lipid buồng trứng gia tăng đáng kể (2,69 - 5,50%) từ các giai đoạn II-IV khi trứng phát triển và giảm dần ở các giai đoạn sau đó khi cá thành thực và đẻ. Hàm lượng cholesterol buồng trứng thấp ở giai đoạn II (266,7 mg/100 g trọng lượng tươi), tăng cao đáng kể ở giai đoạn III (390,9 mg/100 g) khi cá khởi phát quá trình tái thành thực và ở giai đoạn IV (374,5 mg/100 g). Hàm lượng chất này giảm thấp đáng kể vào giai đoạn V (219,2 mg/100 g) và VI (251,9 mg/100 g) khi buồng trứng hầu như chứa các trứng đã thành thực hoàn toàn và khi cá đã đẻ. Các kết quả này cho thấy sự liên quan của cholesterol với sự thành thực và nó có thể được xem là một chỉ tiêu sinh hóa để đánh giá tình trạng sinh sản của cá chẻm

1 GIỚI THIỆU

Quá trình sinh sản của cá có sự tham gia của các nguồn vật chất khác nhau, trong đó có các sterol. Cholesterol là một dạng sterol chủ yếu ở màng tế bào mô động vật. Ở một số loài cá, hàm lượng cholesterol chiếm tới 99% trong thành phần

sterol (Jong *et al.*, 1997). Cholesterol phần lớn tồn tại dưới dạng ester và được vận chuyển trong huyết tương bởi các lipoprotein. Cholesterol là tiền chất chính để tổng hợp vitamin D, một số hormon steroid liên quan đến quá trình sinh sản như cortisol, progesteron, estrogen, testosterone. Ở cá

cái, estrogen kích hoạt sự tổng hợp vitellogenin-thành phần chính của noãn hoàng, thúc đẩy sự phát triển và thành thực của buồng trứng. Cholesterol đã được phát hiện ở các cơ quan sinh tổng hợp steroid và có ảnh hưởng đến hàm lượng steroid trong tuyến sinh dục ở một số loài cá (Perevozchikov, 2008).

Một số nghiên cứu đã chỉ ra mối quan hệ giữa hàm lượng cholesterol trong cơ thể và sự thành thực ở một số loài cá có đặc điểm sinh học sinh sản khác nhau. Ví dụ như, hàm lượng cholesterol trong gan, tuyến sinh dục và plasma liên quan đến thành thực ở cá trê cái *Heteropneustes fossilis* (Singh and Singh, 1979), cá lóc *Channa punctatus* (Mukherjee and Bhattacharya, 1982), cá mập *Scyliorhinus canicula* (Garcia-Garrido *et al.*, 1990), cá rô *Etroplus suratensis* (Diwan and Krishnan, 1986), cá hồi cầu vồng *Onchorhynchus mykiss* (Kocaman *et al.*, 2005). Ở những loài này, hàm lượng cholesterol gia tăng cùng với hệ số thành thực sinh dục (GSI) suốt thời kì bắt đầu mùa sinh sản đến kết thúc giai đoạn đẻ. Ở cá trê đực *H. fossilis* (Singh and Singh, 1984) và cá thát lát *Notopterus notopterus* (Shankar and Kulkarni, 2005), hàm lượng cholesterol ở tinh sào và gan thấp trước và sau sinh sản, cao vào mùa đẻ. Đối với cá cái *N. notopterus*, hàm lượng cholesterol trong gan và trứng gia tăng đáng kể ở giai đoạn đẻ cùng với sự gia tăng của hệ số thành thực sinh dục (Shankar and Kulkarni, 2007). Tương tự như vậy, ở loài *S. canicula*, hàm lượng cholesterol tổng số trong huyết thanh của cá đực và cái đều gia tăng với sự thành thực (Garcia-Garrido *et al.*, 1990). Những kết quả này đã chỉ ra sự liên quan của cholesterol trong quá trình thành thực của cá. Tuy nhiên, những nghiên cứu tương tự ở cá đẻ nhiều lần trong năm chưa thấy công bố.

Cá chêm *Lates calcarifer*, là loài sinh sản nhiều lần trong năm, có giá trị thương mại cao đang được nuôi ở một số nước Châu Á, trong đó có Việt Nam. Trong số các công trình nghiên cứu sinh hóa về loài cá này, thành phần các axit amin trong trứng và ấu trùng (Dayal *et al.*, 2003), thành phần axit béo trong cơ của cá từ tự nhiên (Ho and Paul, 2009), thành phần và hàm lượng các axit béo trong trứng thụ tinh và ấu trùng (Lục Minh Diệp và *ctv.*, 2009), đánh giá chất lượng trứng qua lipid và các axit béo (Nocillado *et al.*, 2000), thành phần và hàm lượng các axit béo trong buồng trứng theo giai đoạn thành thực cá tự nhiên (Phạm Xuân Kỳ và *ctv.*, 2012) đã được nghiên cứu. Các kết quả cho thấy trong thành phần axit amin và axit béo, một số axit thiết yếu liên quan đến sự thành thực và có thể

dùng để chỉ thị cho chất lượng trứng. Trong bài báo này, chúng tôi nghiên cứu hàm lượng cholesterol trong buồng trứng cá chêm theo sự thành thực trong một chu kỳ sinh sản nhằm làm sáng tỏ một vai trò của cholesterol trong sinh sản ở loài cá này.

2 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Mẫu cá

Cá chêm tự nhiên được đánh bắt ở đầm Nha Phu bằng lưới hoặc câu với mồi sống từ tháng 3 đến tháng 8 năm 2010. Cá đánh bắt được giữ vài ngày trong lồng nổi ở biển trước khi được vận chuyển về phòng thí nghiệm.

2.2 Xử lý mẫu

Sau khi cân trọng lượng cơ thể (BW) và đo chiều dài toàn thân (TL), cá được mổ để lấy buồng trứng. Với cá đã thành thực, phần trứng rụng nằm trong khoang bụng cùng với buồng trứng cũng được thu. Buồng trứng và trứng rụng được cân trọng lượng để tính hệ số thành thực sinh dục {GSI (%) = [trọng lượng buồng trứng + trọng lượng trứng rụng]/trọng lượng cơ thể bỏ nội tạng}. Một phần buồng trứng từ các cá thể được ngâm trong dung dịch formon 10% để làm tiêu bản xác định các giai đoạn thành thực bằng phương pháp nhuộm Hematoxylin-Eosin. Phần lớn buồng trứng còn lại được giữ ở -30°C dùng để chiết tách lipid. Số cá thể được dùng phân tích ở mỗi giai đoạn của buồng trứng là 04 cá cái với TL 42-105 cm và BW 4,8-11,5 kg.

2.3 Xác định các giai đoạn thành thực

Buồng trứng được quan sát bằng mắt thường để xác định các đặc điểm bên ngoài. Ngoài ra các tiêu bản lát cắt buồng trứng (10 μm) nhuộm với Hematoxyline- Eosin được quan sát dưới kính hiển vi và ảnh được chụp với vật kính có độ phóng đại 20 lần. Kích thước trứng được đo trên hình ảnh chụp sử dụng phần mềm Image J do Viện sức khỏe quốc gia Mỹ (Bethesda, MD) cung cấp miễn phí qua Internet. Các giai đoạn phát triển của buồng trứng cá chêm được phân chia căn cứ vào sự xuất hiện của trứng ở giai đoạn phát triển cao nhất theo Kuldeep and Pandey (1998).

2.4 Tách chiết lipid và xác định hàm lượng cholesterol

2.4.1 Chiết lipid

Lipid được tách chiết theo phương pháp của Bligh and Dyer (1959) với một sự thay đổi nhỏ. 1-3 g mẫu trứng cá tươi sau khi làm nhuyễn được ngâm trong hỗn hợp dung môi chloroform -

methanol - H₂O (Merk, P.A) theo tỷ lệ 1:2:0,4 trong 24 giờ. Mẫu được chiết lại với hỗn hợp dung môi trên từ 2-3 lần. Dịch chiết sau khi thu được lắc với chloroform (Merk, P.A) và một thể tích nước để có tỷ lệ chloroform - methanol - H₂O cuối cùng 1:1:0,5, để phân lớp và thu lớp chloroform. Mẫu được cô trên máy chân cô không (Laborota 4000, Heidolph, Đức) ở nhiệt độ 40 - 45°C.

2.4.2 Xà phòng hóa (saponified)

Để tách cholesterol từ các thành phần trong hỗn hợp, mẫu lipid được xà phòng hóa theo phương pháp của Careau and Dubacg (1978). 30 mg lipid được thêm 1 ml 3% KOH (Wako, P.A) trong methanol, đun ở 80°C trong 1 giờ. Hỗn hợp sau khi để nguội thêm 1 ml nước cất và chiết 2 lần với 2 ml hexane (Merk, P.A). Pha hexane (phân đoạn không xà phòng hóa, unsaponified) được làm bay hơi và hòa với 1 ml dichloromethane (Merk, P.A).

2.4.3 Tách chiết cholesterol

Phân đoạn không xà phòng hóa trong dichloromethane được chạy sắc ký bản mỏng (TLC) trên các bản được tráng silicagel để tách các thành phần lipid. Hệ dung môi được sử dụng chloroform: methanol: axit acetic: nước theo tỷ lệ 85CHCl₃: 15CH₃OH: 10CH₃COOH: 3,5H₂O và vết cholesterol được hiện màu bằng hỗn hợp dung dịch ferric chloride (FeCl₃) (Sigma) trong axit acetic, axit sulfuric (H₂SO₄) (Merk, P.A) và nước. Cholesterol được rửa giải và thu hồi dùng để đo hàm lượng.

2.4.4 Xác định hàm lượng cholesterol

Trước khi đo, cholesterol được phản ứng với o-phthalaldehyde (OPA) - axit acetic - axit sulfuric. Các bước có thể được mô tả ngắn gọn như sau: cho vào ống nghiệm có chứa cholesterol 1 ml dung dịch OPA (50 mg OPA trong 100 ml acid acetic), lắc trên máy 10 phút, sau đó thêm 0,5 ml axit sulfuric đậm đặc. Sau 15 phút phản ứng, mật độ quang của cholesterol của mẫu chuẩn và các mẫu nghiên cứu được đo trên một máy quang phổ ở bước sóng 550 nm. Hàm lượng cholesterol trong mẫu đo được tính toán dựa trên phương trình tương quan được thiết lập giữa hàm lượng của dãy các nồng độ cholesterol chuẩn (Sigma) là 0,2; 0,5; 1,0; 1,5 và 2,0 µg/ml, với $r^2 = 0,9603$ và mật độ quang tương ứng.

2.5 Xử lý số liệu

Các giá trị dữ liệu được thể hiện ở dạng trung bình ± sai số chuẩn (SE). Sự sai khác về chiều dài, trọng lượng, hệ số thành thực, hàm lượng lipid và cholesterol ở các giai đoạn thành thực được phân

tích sử dụng phép thử one way ANOVA với Tukey test trên phần mềm Prism 2.01. Sự khác biệt có ý nghĩa được xem xét ở $p < 0,05$.

3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1 Các giai đoạn thành thực của cá chêm

Dựa theo mô tả của Kuldeep and Pandey (1998), buồng trứng cá chêm tự nhiên thu ở đầm Nha Phu năm 2010 trong nghiên cứu này được phân chia thành 5 giai đoạn thành thực như sau (Hình 1, 2):

Giai đoạn II: buồng trứng nghỉ. Vỏ bọc buồng trứng dày, trong hoặc đỏ hồng, có trứng giai đoạn chất nhiễm sắc (chromatin) nhưng trứng giai đoạn tiền nhân (perinucleolus) ưu thế. Đường kính trứng lớn nhất 140 µm.

Giai đoạn III: tái khởi phát thành thực. Buồng trứng gia tăng kích thước, trong và màu kem, có trứng giai đoạn tiền nhân nhưng trứng có vỏ trứng với lỗ khí nhỏ (cortical alveoli) ưu thế. Đường kính trứng lớn nhất 270 µm.

Giai đoạn IV: phát triển. Kích thước buồng trứng lớn hơn, vỏ mỏng, màu vàng xuất hiện, có trứng chứa noãn hoàn giai đoạn đầu và muộn, có cả trứng giai đoạn tiền nhân. Đường kính trứng lớn nhất 500 µm.

Giai đoạn V: thành thực hoàn toàn và rụng trứng. Buồng trứng màu vàng, vỏ mỏng, kích cỡ lớn chiếm đầy khoang bụng, có trứng thành thực cuối cùng, túi mầm di chuyển, vỡ túi mầm, trứng chứa giọt dầu hoặc trứng ở các giai đoạn noãn hoàn khác nhau. Đường kính trứng lớn nhất 700 µm.

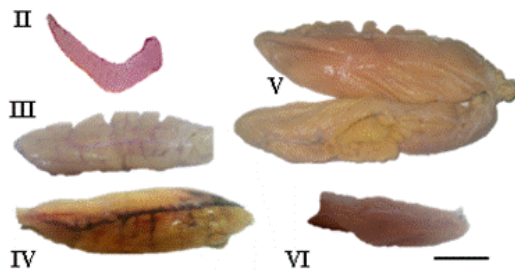
Giai đoạn VI: sau khi đẻ. Buồng trứng mềm, kích thước giảm, màu hồng tím, vỏ cứng chắc, còn một ít trứng có noãn hoàng với sự ưu thế của trứng noãn hoàng giai đoạn đầu. Đường kính trứng lớn nhất 140 µm.

3.2 Thay đổi hệ số thành thực sinh dục (GSI)

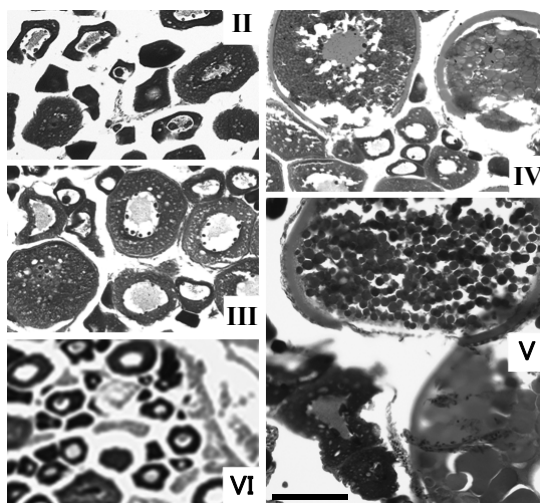
GSI (%) tăng đáng kể suốt quá trình phát triển và thành thực của buồng trứng từ giai đoạn II-IV (dữ liệu giai đoạn V không trình bày do giai đoạn này trứng đã rụng, một phần trứng có thể chảy ra ngoài nên chỉ số GSI không chính xác), giảm sau khi đẻ (giai đoạn VI) ($p < 0,05$) (Hình 3A).

3.3 Hàm lượng lipid và cholesterol ở các giai đoạn thành thực

Hàm lượng lipid trung bình (% trọng lượng tươi, TLT) và cholesterol (mg/ 100 g TLT) của buồng trứng các cá thể cá chêm ở các giai đoạn thành thực được trình bày lần lượt trong Hình 3B, 3C.



Hình 1: Hình thái ngoài của buồng trứng cá chêm tự nhiên (II-VI) thu ở đầm Nha Phu năm 2010. Thước tỷ lệ: 3 cm

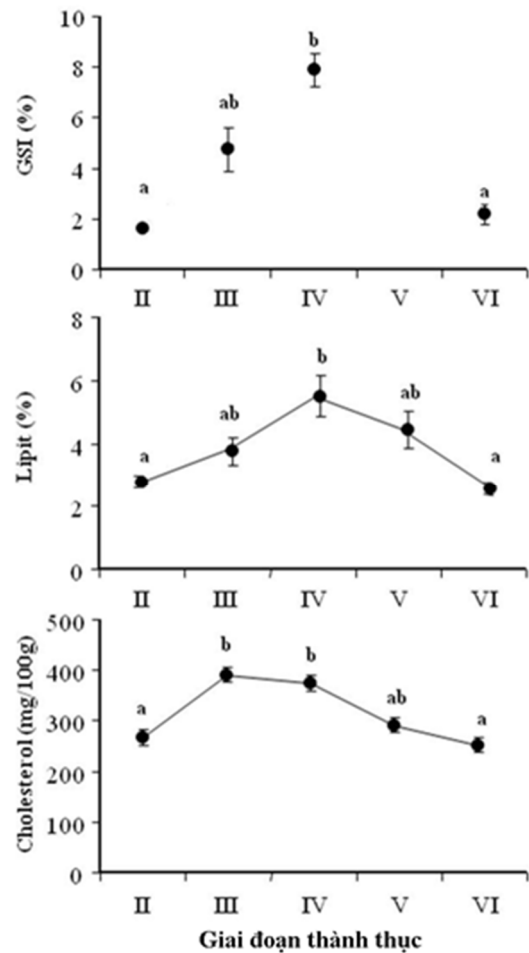


Hình 2: Tổ chức mô học của buồng trứng cá chêm tự nhiên (II-VI) thu ở đầm Nha Phu năm 2010. Thước tỷ lệ: 200 μm

Hàm lượng lipid buồng trứng gia tăng đáng kể ($p < 0,05$) vào các giai đoạn III-IV khi trứng phát triển và giảm dần ở các giai đoạn sau đó khi đã thành thực (V) và đẻ (VI).

Hàm lượng cholesterol buồng trứng thấp ở giai đoạn II, tăng cao đáng kể ($p < 0,05$) ở giai đoạn III khi cá khởi phát quá trình tái thành thực tuyến sinh dục và duy trì ở mức cao ở giai đoạn IV. Hàm lượng chất này giảm dần vào giai đoạn V khi buồng trứng hầu như chứa các trứng đã thành thực hoàn toàn và giảm thấp đáng kể ($p < 0,05$) ở giai đoạn VI khi cá đã đẻ.

Sự thay đổi hàm lượng lipid buồng trứng cá chêm trong quá trình thành thực và đẻ trứng cho



Hình 3: Thay đổi (A) GSI (%), (B) hàm lượng lipid (%) và (C) cholesterol (mg/100 g TLT) buồng trứng theo giai đoạn thành thực cá chêm. Các ký tự khác nhau chỉ ra sự khác biệt đáng kể ($n=4, p < 0,05$)

thấy sự liên quan của nguồn vật chất này đến sinh sản. Sự gia tăng thành phần này ở buồng trứng trong mùa sinh sản cho thấy một vai trò cần thiết của lipid trong quá trình phát triển buồng trứng như cung cấp năng lượng và tham gia các tổng hợp sinh học như tổng hợp noãn hoàng. Nhìn chung, biến động hàm lượng lipid trong buồng trứng ở cá chêm có xu hướng tương tự như một vài loài cá đẻ nhiều lần như cá ngừ vây xanh *Thunnus thynnus thynnus* (Mourente *et al.*, 2002) và *Mummichog Fundulus heteroclitus* (Jensen và Taylor, 2002) nhưng mức độ thay đổi có khác nhau.

Như đã đề cập, cholesterol là tiền chất để tổng hợp các loại hormon steroid như testosterone ở cá đực và estradiol ở cá cái để thúc đẩy quá trình

thành thực và đẻ trứng. Quá trình chuyển hóa này liên quan đến các hệ thống enzym trong quá trình thành thực ở nhiều loài động vật nói chung và cá nói riêng (Perevozchikov, 2008). Ở cá chêm, sự thay đổi hàm lượng cholesterol trong buồng trứng cũng phản ánh mức độ phát triển và thành thực của trứng trong một chu kỳ sinh sản trong năm. Đầu mùa sinh sản, tất cả các hệ thống tham gia sinh sản, đặc biệt hệ thống nội tiết sinh sản có lẽ trong trạng thái bất hoạt một thời gian dài kể từ khi cá đẻ lần cuối cùng. Quá trình tổng hợp các nguồn vật chất sinh sản, trong đó có cholesterol cũng ở trạng thái ngưng trệ, tương tự như được phát hiện ở một số loài cá khác như *O. mykiss* (Kocaman *et al.*, 2005), cá chép *Cyprinus carpio* (Abassi *et al.*, 2011). Hàm lượng thấp cholesterol trong buồng trứng cá chêm phản ánh sự bất hoạt này.

Bắt đầu thời điểm giai đoạn buồng trứng tái khởi phát thành thực và thời kỳ buồng trứng phát triển ở cá chêm, có sự gia tăng việc tổng hợp các nguồn vật chất, trong đó có lipid, axit béo và cholesterol. Người ta nhận thấy rằng, hàm lượng cholesterol trong máu loài *O. mykiss* thay đổi đáng kể theo giai đoạn thành thực (Kocaman *et al.*, 2005) và hàm lượng của chất này ở cá chép *Cyprinus carpio* gia tăng suốt thời kỳ thành thực, liên quan đến quá trình chín noãn hoàng (vitellogenesis) (Abassi *et al.*, 2011). Như vậy, sự gia tăng hàm lượng cholesterol cùng với sự xuất hiện của trứng chứa noãn hoàng và sự gia tăng kích thước trứng của cá chêm cho thấy mối liên quan của cholesterol với sự thành thực buồng trứng ở loài cá này. Kết quả một nghiên cứu khác cho thấy rằng hàm lượng estradiol trong plasma gia tăng đồng thời với hàm lượng một số axit béo như 20:5 n-3 và 22:6n-3 trong buồng trứng cá chêm vào giai đoạn buồng trứng phát triển (Phạm Xuân Kỳ và *ctv.*, 2012). Mặt khác nghiên cứu của Sharpe *et al.* (2006) đã xác nhận khả năng tổng hợp cholesterol ở buồng trứng cá vàng *Carassius auratus* vào giai đoạn đầu và giữa của thời kỳ tái thành thực. Ở loài cá trê *Clarias batrachus*, sự thay đổi hàm lượng cholesterol có liên quan đến sự tích lũy của các hormon như estrogen ở cá cái và androgen ở cá đực và sự gia tăng khối lượng buồng trứng liên quan đến sự tích lũy steroid và hàm lượng steroid giảm nhanh sau khi đẻ (Jayashree and Srinivasachar, 1979). Cùng với những kết quả nêu trên, các kết quả trong nghiên cứu này cho thấy rằng buồng trứng của cá chêm có khả năng tổng hợp cholesterol suốt thời kỳ thành thực và nó có thể liên quan đến quá trình tổng hợp estradiol- hormon

kích thích sự tổng hợp vitellogenin. Tuy nhiên, buồng trứng cá chêm cho thấy sự phát triển không đồng bộ của trứng (oocytes) trong mùa sinh sản nên sự tổng hợp và chuyển hóa nguồn vật chất này là tương đối phức tạp. Do đó, một nghiên cứu liên quan giữa hàm lượng cholesterol, estradiol và vitellogenin trong plasma và buồng trứng ở cá chêm sẽ làm sáng tỏ hơn vai trò sinh lý của cholesterol trong sinh sản.

Sự suy giảm đáng kể hàm lượng cholesterol vào thời kỳ buồng trứng chứa đa số trứng thành thực hoàn toàn có thể phản ánh sự suy giảm việc tổng hợp cholesterol trong buồng trứng đồng thời với sự tăng mạnh quá trình chuyển hóa cholesterol sang estradiol cần thiết cho sự phát triển của trứng. Điều đó có nghĩa rằng nhu cầu cholesterol tăng cao vào thời kỳ trước khi trứng thành thực cuối cùng ở buồng trứng cá chêm. Cuối mùa sinh sản, khi cá đã đẻ xong, hệ thống trục não-tuyến yên- tuyến sinh dục trở nên bất hoạt, bắt đầu cho một thời kỳ buồng trứng nghỉ kéo dài đến đầu mùa sinh sản tiếp theo. Lúc này nhu cầu vật chất trong đó có cholesterol cho buồng trứng hầu như rất thấp và cholesterol cũng không được tổng hợp. Giống như giai đoạn buồng trứng ở đầu mùa sinh sản, hàm lượng thấp cholesterol trong buồng trứng vào cuối mùa sinh sản cũng phản ánh trạng thái không hoạt động của hệ thống sinh sản của cá chêm.

Xu thế biến động hàm lượng cholesterol ở buồng trứng cá chêm trong một chu kỳ sinh sản tương tự một số loài cá khác. Ở loài cá *O. mykiss*, hàm lượng cholesterol trong buồng trứng và plasma dao động suốt mùa sinh sản, giảm nhanh sau đẻ. Trong huyết thanh cá hồi *Salmo trutta*, hàm lượng cholesterol giảm trong khi ở trứng và gan loài *O. nerka* hàm lượng này gia tăng trong quá trình hoạt động sinh sản (Kocaman *et al.*, 2005). Còn ở loài *E. suratensis*, hàm lượng cholesterol trong plasma và buồng trứng cao nhất khi GSI thấp nhất ở pha đầu và thấp nhất khi GSI cao nhất vào pha sau của thời kỳ buồng trứng thành thực (Diwan and Krishnan, 1986). Như vậy, cùng với những nghiên cứu đã đề cập nói trên, sự thay đổi hàm lượng cholesterol buồng trứng trong quá trình thành thực có thể được xem là một yếu tố chỉ thị tình trạng sinh lý sinh sản ở cá chêm. Tuy nhiên cần có thêm những nghiên cứu về sự chuyển hóa cholesterol hay các mối liên quan với các thành phần sinh hóa khác để làm rõ hơn vai trò của cholesterol trong sinh sản của cá chêm và đề ra một chế độ dinh dưỡng thích hợp trong việc nuôi vỗ cá bố mẹ.

4 KẾT LUẬN

Tóm lại, các kết quả đạt được đã cho thấy hàm lượng cholesterol bùng tăng thay đổi trong mùa sinh sản và liên quan đến sự tái khởi phát thành thực và phát triển bùng tăng của cá chêm tự nhiên. Cholesterol có thể được sử dụng như là một chỉ tiêu sinh hóa dùng để đánh giá tình trạng sinh sản của cá chêm.

LỜI CẢM ƠN

Chúng tôi xin cảm ơn ThS. Lê Trọng Dũng, phòng Thiết bị dùng chung, Viện Hải dương học đã giúp đo hàm lượng cholesterol trên máy quang phổ; đề tài thuộc Quỹ Nafosted - Mã số 106.10.83.09 đã cung cấp mẫu cá. Các tác giả cũng trân trọng cảm ơn sự đóng góp quý báu của các phản biện kín đối với bản thảo của bài báo.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Abassi, Z., Shaikh, S.A. and Abbassi, J. 2011. Serum cholesterol level during vitellogenesis of teleost fish, *Cyprinus carpio*. Pakistan Journal of Zoology. 43: 739-745.
- Bligh, E.G. and Dyer, W.J. 1959. A rapid methods of total lipid extraction and purification. Canadian Journal of Biochemistry and Physiology. 37: 911-917.
- Careau, J.P. and Dubacq, J.P. 1978. Adaptation of a macro-scale method to the micro-scale for fatty acid methylesterification of biological lipid extracts. Journal of Chromatography. 151: 384-390.
- Dayal, S.J., Ahamad Ali, S., Thirunavukkarasu, A.R., Kailasam, M. and Subburaj, R. 2003. Nutrient and amino acid profiles of egg and larvae of Asian seabass, *Lates calcarifer* (Bloch). Fish Physiology and Biochemistry. 29: 141-147.
- Diwan, A.D. and Krishnan, L. 1986. Levels of cholesterol in blood serum and gonads in relation to maturation in *Etroplus suratensis* (Bloch). Indian Journal of Fisheries. 33: 241-245.
- Garcia-Garrido, L., Muñoz-Chapuli, R. and De Andres, A.V. 1990. Serum cholesterol and triglyceride levels in *Scyliorhinus canicula* (L.) during sexual maturation. Journal of Fish Biology. 36: 499-509.
- Ho, B.T. and Paul, D.R. 2009. Fatty acid profile of Tra Catfish (*Pangasius hypophthalmus*) compared to Atlantic Salmon (*Salmo solar*) and Asian Seabass (*Lates calcarifer*). International Food Research Journal. 16: 501-506.
- Jayashree, R. and Srinivasachar, H.R. 1979. Hormonal control of testicular cholesterol levels in the catfish, *Clarias batrachus* (Linn.). Proceedings of the Indian National Science Academy. 45: 526-533.
- Jensen, B.H. and Taylor, M.H. 2002. Lipid transport in female *Fundulus heteroclitus* during the reproductive season. Fish Physiology and Biochemistry. 25: 141-151.
- Jong, J.S, Kucklick, J.R., Kozlova, T. and Harvey, H.R. 1997. Lipid accumulation and fatty acid composition during maturation of three pelagic fish species in lake Baikal. Journal of Great Lakes Research. 23: 241-253.
- Kocaman, E.M., Yanik, T., Erdogan, O. and Ciltas, A.K. 2005. Alterations in cholesterol, glucose and triglyceride levels in reproduction of rainbow trout (*Onchorhynchus mykiss*). Journal of Animal and Veterinary Advances. 4: 801-804.
- Kuldeep, K.L. and Pandey, A.K. 1998. Hypothalamo-neurosecretory system of the female sea bass, *Lates calcarifer* (Bloch), with special reference to gonadal maturation. Indian Journal of Fisheries. 45: 51-60.
- Lục Minh Diệp, Nguyễn Hữu Dũng, Nguyễn Đình Mão, Luis Conceição, Maria Teresa Dinis, Elin Kjørsvik, và Helge R.Reinertsen. 2009. Biến đổi thành phần và hàm lượng axit béo trong quá trình phát triển của trứng, ấu trùng cá chêm *Lates calcarifer* (Bloch, 1790). Tạp chí Khoa học - Công nghệ Thủy sản, số 4: 13-18.
- Mourente, G., Megina, C. and D'iaz-Salvago, E. 2002. Lipids in female northern bluefin tuna (*Thunnus thynnus thynnus* L.) during sexual maturation. Fish Physiology and Biochemistry. 24: 351-363.
- Mukherjee, D. and Bhattacharya, S. 1982. Ovarian cholesterol dynamics in teleost *Channa punctatus* (Bloch): relationship with reproductive cycle and response to gonadotropins. General and Comparative Endocrinology. 46: 141-149.

16. Nocillado, J.N., Peñaflorida, V.D. and Borlongan, I.G. 2000. Measures of egg quality in induced spawns of the Asian sea bass, *Lates calcarifer* (Bloch). *Fish Physiology and Biochemistry*. 22: 1-9.
17. Perevozchikov, A.P. 2008. Sterols and their transport in animal development. *Russian Journal of Developmental Biology*. 39: 131-150.
18. Phạm Xuân Kỳ, Đào Việt Hà, Lê Trọng Dũng và Trần Minh Huệ. 2012. Thay đổi hàm lượng lipid và tỷ lệ axit béo trong cơ, gan và trứng của cá chêm *Lates calcarifer* (Bloch, 1790) theo giai đoạn thành thực. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ biển*. 2: 47-63.
19. Shankar, D.S. and Kulkarni, R.S. 2005. Changes in tissue cholesterol and serum cortisol level during four reproductive phases of the male freshwater fish, *Notopterus notopterus*. *Journal of Environmental Biology*. 26: 701-704.
20. Shankar, D.S. and Kulkarni, R.S. 2007. Tissue cholesterol and serum cortisol level during different reproductive phases of the female freshwater fish *Notopterus notopterus* (Pallas). *Journal of Environmental Biology*. 28: 137-139.
21. Sharpe, R.L., Drolet, M. and MacLatchy, D.L. 2006. Investigation of *de novo* cholesterol synthetic capacity in the gonads of goldfish (*Carassius auratus*) exposed to the phytosterol beta-sitosterol. *Reproductive Biology and Endocrinology*. 4 : 60. Doi: 10.1186/1477-7827-4-60.
22. Singh, A.K. and Singh, T.P. 1979. Seasonal fluctuation in lipid and cholesterol content of ovary, liver and blood serum in relation to annual sexual cycle in *Heteropneustes fossilis* (Bloch). *Endokrinologie*. 73: 47-54.
23. Singh, I.J. and Singh, T.P. 1984. Changes in gonadotrophin, lipid and cholesterol levels during annual reproductive cycle in the freshwater teleost, *Cirrhinus mrigala* (Ham.). *Annales d Endocrinologie*. 45: 131-136.