



## มิถุนวิทยารังไข่ของปลาบู่เขือ *Trypauchen vagina* (Bloch & Schneider, 1801)

### ช่วงฤดูสืบพันธุ์ จากจังหวัดสมุทรสงคราม

### Ovarian histology of *Trypauchen vagina* (Bloch & Schneider, 1801)

### during breeding season from Samut Songkhram Province

พนิดา พึ่งเถื่อน<sup>1</sup> ศิลปชัย เสนารัตน์<sup>2</sup> พิสิษฐ์ พูลประเสริฐ<sup>3</sup> ทศพร กาญจนเรชา<sup>2</sup>

เจษฎ์ เกษตรระทัต<sup>2\*</sup> และพหล โกสิยะจินดา<sup>4</sup>

<sup>1</sup>สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์ 60000

<sup>2</sup>ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

<sup>3</sup>สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000

<sup>4</sup>ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ราชเทวี กรุงเทพฯ 10400

\*Corresponding Author, E-mail: Kettratad.j@chula.ac.th; jes.kettratad@gmail.com

#### บทคัดย่อ

การศึกษาเบื้องต้นของโครงสร้างมิถุนวิทยารังไข่ของปลาบู่เขือ *Trypauchen vagina* (Bloch & Schneider, 1801) ช่วงฤดูสืบพันธุ์ ก่อนที่จะมีการศึกษาโครงสร้างละเอียดและวงจรการสืบพันธุ์ต่อไป ปลาทั้งหมดถูกรวบรวมจากอ่าวไทยตอนบน บริเวณจังหวัดสมุทรสงคราม ผลการศึกษาพบว่าลักษณะโครงสร้างเนื้อเยื่อรังไข่ของปลาชนิดนี้ที่ถูกห่อหุ้มด้วยชั้นทูนิกา อัลบูจิเนีย โดยภายในรังไข่ประกอบด้วยเนื้อเยื่อสองส่วน คือ เจอมินอล และสโตรมอล คอมพาร์ทเมนต์ โดยสโตรมอล คอมพาร์ทเมนต์ พบการพัฒนาของเซลล์ไข่ 2 ระยะ คือ ระยะการพัฒนาเซลล์ไข่ขั้นปฐมภูมิ (ระยะโครมาติน นิวคลีโอลัส ระยะเพอร์นิวคลีโอลัส และ ระยะลิพิด ดรอปเลท และ คอติเคิล เอลวีโอไล) และระยะการพัฒนาเซลล์ไข่ขั้นทุติยภูมิ (ระยะแรกและสุดท้ายของการสร้างและสะสมยolk)

#### ABSTRACT

Preliminary study of the ovarian histology of *Trypauchen vagina* (Bloch & Schneider, 1801) during its breeding season was observed before entering to study the ultrastructure and reproductive cycle for further studies. All fish were collected from the Upper Gulf of Thailand, Samut Songkhram Province. The present study revealed that the ovarian structure of this fish was surrounded by tunica albuginea. Within the ovarian tissue, it consists of two parts: germinal and stromal compartments. The stromal compartments contained differential stage of oocytes, which were divided into two phases i.e. primary oocyte growth (chromatin nucleolus, perinucleolar and lipid droplet and cortical alveolar stages) and secondary oocyte growth (early and late vitellogenic stages).

**คำสำคัญ:** กระบวนการสร้างเซลล์ไข่ ไข่ไข่ ประเทศไทย ปลาบู่

**Keywords:** Oogenesis, Ovary, Thailand, Goby

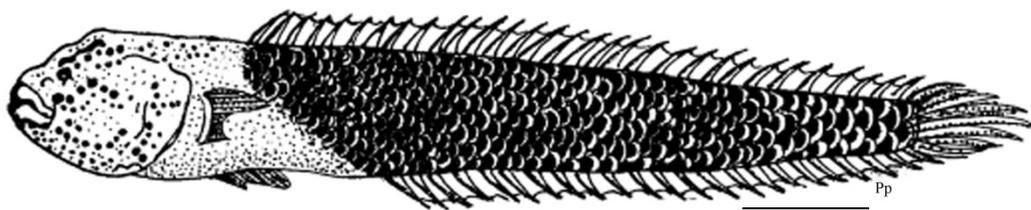
## บทนำ

ปลาบู่ชื่อ *Trypauchen vagina* จัดอยู่ในวงศ์ Gobiidae สามารถพบปลาชนิดนี้ได้หลายบริเวณทั้งทะเลเมดิเตอร์เรเนียน (Salameh et al., 2010) ทะเลด้านตะวันตกของมหาสมุทรแปซิฟิก มหาสมุทรอินเดีย (Froese and Pauly, 2010) และทะเลฝั่งอ่าวไทยของประเทศไทย สันฐานวิทยาโดยทั่วไปของปลาบู่คือ มีลำตัวยาวและมีสีชมพู บริเวณครีบบน (dorsal fin) และครีบก้น (anal fin) เชื่อมโยงติดกับครีบท้อง ครีบท้องเชื่อมกันเป็นอวัยวะที่ใช้ในการยึดเกาะ (sucking disc) (Akamca et al., 2011) ถึงแม้ว่าปลาชนิดนี้พบได้เป็นจำนวนมากและนำมาใช้ประโยชน์สำหรับการบริโภคอย่างต่อเนื่องในประเทศไทย แต่หากความต้องการทรัพยากรปลาบู่เชิงอุตสาหกรรมชาติในอนาคตมากขึ้น อาจทำให้ประชากรลดลงอย่างต่อเนื่อง (population decline) ดังนั้นการริเริ่มวางแผนเกี่ยวกับการพัฒนาระบบเพาะเลี้ยงปลาบู่เชิง (aquaculture system) จึงอาจเป็นทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยในการแก้ไขปัญหาเหล่านี้ได้ การทบทวนเอกสารพบว่าการพัฒนาระบบนี้จำเป็นต้องใช้ความรู้ด้านชีววิทยาพื้นฐานให้ครอบคลุมทุกมิติ แต่อย่างไรก็ตาม ความรู้ดังกล่าวกลับมีน้อยมากในปลาชนิดนี้ (Akamca et al., 2011; Froese and Pauly 2010) อีกทั้งยังไม่เคยรายงานครอบคลุมถึงชีววิทยาการสืบพันธุ์เลย ทั้งที่ระบบนี้มีความสำคัญในแง่ของการดำรงเผ่าพันธุ์และขยายพันธุ์ของสิ่งมีชีวิต ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้จึงเริ่มต้นงานวิจัยด้วยการศึกษา

โครงสร้างของรังไข่และการพัฒนาของเซลล์ไข่ ก่อนที่จะนำไปสู่การศึกษาโครงสร้างละเอียดของเซลล์ไข่ (ultrastructure) วงจรการสืบพันธุ์ (reproductive cycle) และจุลกายพยาธิวิทยา (histopathology) ต่อไปในอนาคต

## วิธีการดำเนินการวิจัย

สุ่มเก็บตัวอย่าง (voucher specimens) ปลาบู่เชิงเพศเมียในช่วงฤดูสืบพันธุ์ (ความยาวเฉลี่ยมากกว่า 15 เซนติเมตร จำนวน 10 ตัว (รูปที่ 1) ช่วงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2556 – เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2557 จากอ่าวไทยตอนบน บริเวณจังหวัดสมุทรสงคราม (13°16'18.4" N, 100°02'13.4" E) ด้วยวิธีการเก็บจากโป๊ะ (bamboo strake trap) แต่ครั้งของการเก็บตัวอย่างทำการสลบปลาด้วยวิธีการแช่น้ำแข็งเย็นจัด (rapidly cooling shock) ตามวิธีของ Wilson et al. (2009) อุณหภูมิอยู่ในช่วง 2-4 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นทำการผ่าตัดเปิดช่องท้องของปลาบู่เชิง นำเนื้อเยื่อรังไข่ออกมาและเก็บในน้ำยา凍เดวิดสัน (Davidson's fixative) ทำยาสูดนำตัวอย่างเนื้อเยื่อรังไข่มาผ่านกระบวนการทางด้านมิถุนวิทยา (histological technique) (Bancroft and Gamble, 2002) และย้อมสีฮีมาทอกซิลินและอีโอซิน (Harris's hematoxylin and eosin; H&E) เพื่อนำมาศึกษาโครงสร้างและการจัดเรียงของเนื้อเยื่อรังไข่ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง



รูปที่ 1 แสดงภาพวาดทางสันฐานวิทยาของปลาบู่เชิง *Trypauchen vagina*. Scale bar = 1 cm

## ผลการวิจัยและวิจารณ์ผลการวิจัย

### โครงสร้างรังไข่ (Ovarian structure)

จากการศึกษาโครงสร้างของรังไข่ปลาบูเขือ พบว่า ผิวด้านนอกของรังไข่ถูกหุ้มด้วยชั้นทูนิกา อัลบูจิเนีย (tunica albuginea) (รูปที่ 2A) ที่ค่อนข้างบางประกอบด้วยเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่ถูกแทรกด้วยเซลล์กล้ามเนื้อและหลอดเลือด ภายในรังไข่มีโครงสร้างมีส่วนที่ต่อมาจากส่วนทูนิกา อัลบูจิเนียเข้าไปในศูนย์กลางของเนื้อเยื่อรังไข่ กลายเป็นส่วนที่เรียกว่า โอวิเกอร์รัส โฟลด์ (ovigerous fold) (รูปที่ 2A) รังไข่ของปลาบูเขือเป็นแบบ asynchronous oocyte development เนื่องจากพบไข่ได้ทุกระยะ (รูปที่ 2A-2B) สอดคล้องกับการเจริญของรังไข่ของปลาบูเขือ *Tridentiger obscures* (Jin et al., 2006), ปลาบู *Pseudogobius olorum* (Gill et al., 1996), ปลากระมัง *Puntioplites proctozylon* (Senarat et al., 2011) ปลาไน *Cyprinus carpio* (Smith and Walker, 2004) และปลาม้าลาย *Brachydanio rerio* (Selman et al., 1993) เมื่อพิจารณาภายใต้กำลังขยายสูงองค์ประกอบและการจัดเรียงของเนื้อเยื่อรังไข่สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน คือ เจอมินอล คอมพาร์ตเมนต์ (germinal compartment) และ สโตรมอล คอมพาร์ตเมนต์ (stromal compartment) (รูปที่ 2A) เป็นลักษณะเดียวกับที่พบในปลา *Rastrelliger brachysoma* (Senarat et al., 2017) และปลาคอมมอนสนู้ค *Centropomus undecimalis* (Grier, 2000) จากการศึกษาในส่วนของเจอมินอล คอมพาร์ตเมนต์ พบว่าถูกห่อหุ้มด้วยชั้นเยื่อบุผิวของรังไข่ (germinal epithelium) ชนิดเยื่อบุผิวชั้นเดียวแบนบาง (simple squamous epithelium) ซึ่งภายในของส่วนนี้ประกอบด้วยเซลล์ไข่ ระยะโอโอโกเนีย (oogonial stage) ที่มีกลุ่มอยู่ร่วมกันเป็นกลุ่ม 3-4 เซลล์ภายในถุง (oogonial cysts) แต่ละโอโอโกเนียมีขนาดเล็ก รูปร่างกลมรี นิวเคลียสขนาดใหญ่และล้อมรอบด้วยไซโตพลาสซึมติดสีชมพูบาง (รูปที่ 2C) คล้ายคลึงกับการศึกษาในปลา *Dicentrarchus labrax* (Mayer et al., 1988)

### กระบวนการพัฒนาของเซลล์ไข่ (Oogenesis)

กระบวนการสร้างเซลล์ไข่เกิดขึ้นในส่วนของสโตรมอล คอมพาร์ตเมนต์ที่แบ่งระยะการพัฒนาก่อเป็น 2 ระยะ คือ ระยะการพัฒนาระยะเซลล์ไข่ขั้นปฐมภูมิ (primary oocyte growth) และระยะการพัฒนาระยะเซลล์ไข่ขั้นทุติยภูมิ (secondary oocyte growth)

ระยะการพัฒนาเซลล์ไข่ขั้นปฐมภูมิ แบ่งเป็น 3 ระยะย่อยคือ

1. ระยะโครมาติน นิวคลีโอลัส (Chromatin nucleolar stage oocyte) มีขนาดใหญ่ขึ้น นิวเคลียสติดสีชมพูเกือบเต็มเซลล์และภายในบรรจุด้วยนิวคลีโอลัส (nucleolus) หนึ่งอันติดสีน้ำเงินเข้ม ไซโตพลาสซึมเริ่มติดสีน้ำเงินมากขึ้น (รูปที่ 2B, D) เหมือนกับการรายงานในปลาแป้นแก้ว *Parambassis siamensis* (Okutsu et al., 2011), ปลาทูนาคีร์บน้ำเงินแปซิฟิก *Thunnus orientalis* (Chen et al., 2006) ปลาตะเพียนทอง *Barbonymus altus* (ศิลป์ชัย และคณะ 2556) และปลาทูนาคีร์บน้ำเงินแปซิฟิก *Thunnus thynnus* (Sarasquete et al., 2002) ทั้งนี้การที่ไซโตพลาสซึมติดสีน้ำเงินเนื่องจากมีการสังเคราะห์อาร์เอ็นเอ (RNA synthesis) และการสร้างไรโบโซม ที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาของเซลล์ไข่ในระยะขั้นต้น (Wallace and Selman, 1981) ในระยะนี้ชั้นฟอลลิเคิล (follicular layer) ไม่สามารถแยกได้อย่างชัดเจน ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง

2. ระยะเพอรินิวคลีโอลัส (Perinucleolar stage) มีนิวเคลียสกลมและขนาดใหญ่ ภายในมีหลายนิวคลีโอลัสขนาดเล็กกลมหลายอันติดสีน้ำเงินอยู่ใกล้ผนังนิวเคลียส (รูปที่ 2B-2C) คล้ายคลึงกับการศึกษาในปลา *Tridentiger trigonocephalus* (Hwang and Baek, 2013) และปลากระดุกแข็งทั่วไป (Senarat et al., 2011; Boonyoung et al., 2016) นอกจากนี้ยังพบโครงสร้างพิเศษภายในไซโตพลาสซึมหรือที่เรียกว่า บัลเบียนนิ บอดี้ (balbiani body) (รูปที่ 2C) หนึ่งอัน เช่นเดียวกับการศึกษาในเซลล์ของปลาแป้นแก้ว *P. siamensis* (Okutsu et al., 2011) และปลาข้าวสาร *Oryzias latipes* (Wallace and Selmann, 1981) ตรงกันข้ามกับการศึกษาในปลากลุ่มปลาเนื้ออ่อน (Silurids) ที่มีบัลเบียนนิ บอดี้หลายอัน (Nayyar, 1964) หน้าที่ของบัลเบียนนิ บอดี้มีความเชื่อว่าจะเกี่ยวข้องกับกระบวนการสร้างอแกเนลล์ เนื่องจากมีองค์ประกอบเป็นอาร์เอ็นเอ และโปรตีนเป็นจำนวนมาก (Wallace and Selman, 1981) และพบว่ามีชั้นฟอลลิเคิล ในระยะเพอรินิวคลีโอลัส

3. ระยะ คอติเคิล เอลวอร์โอไล (Cortical alveolar stage) เซลล์ไข่ในระยะนี้มีขนาดใหญ่ขึ้นกว่าสองระยะที่กล่าวมาข้างต้นอย่างเห็นได้ชัด เริ่มพบหยดไขมันหลากหลายขนาดบริเวณใกล้ของเยื่อหุ้มนิวเคลียส ตรงกันข้ามกับถุงคอติเคิล เอลวอร์โอไลที่

พบในบริเวณขอบของไซโตพลาสซึม (รูปที่ 2E) สอดคล้องกับการศึกษาในปลากระพง *Dicentrarchus labrax* (Mayer et al., 1988) ในแง่ของหน้าที่พบว่าหยดไขมันมีหน้าที่เป็นอาหารของตัวอ่อน (embryo) (Wiegand, 1996) ส่วนคอทิกเคิล เอลวรโอไล คาดว่าอาจมีหน้าที่เกี่ยวกับการป้องกันการเข้ามาของอสุจิหลายตัวหรือการปฏิสนธิซ้อน (polyspermy) ภายใต้ปฏิกิริยาคอร์ติคัล (cortical reaction) (Nagahama, 1983) เริ่มพบโซนาเรดิเอตา (zona radiata) เป็นชั้นบางๆ ล้อมรอบเซลล์ไข่

ระยะการพัฒนาเซลล์ไข่ชั้นทุติยภูมิ สามารถแบ่งออกเป็น 2 ระยะย่อย คือ

1. ระยะการสร้างและสะสมโพล์ชั้นแรก (Early vitellogenic stage) มีขนาดเซลล์ที่ใหญ่ขึ้น เนื่องจากเริ่มมีการสะสมของโพล์ แกรนูล (yolk granule) ขนาดเล็กย้อมติดสีชมพู สัมบริเวณใกล้กับผนังของเซลล์ไข่ (รูปที่ 2F) คล้ายคลึงเซลล์ไข่ของปลา *Trimma okinawae* (Kobayashi et al., 2005) หน้าที่ของโพล์ แกรนูลมีความสำคัญมาก เนื่องจากจะเป็นสารอาหารสำหรับกระบวนการเมตาบอลิซึมของปลาในระยะตัวอ่อน ดังการรายงาน ในปลเซอราสแปนิช *Scomberomorus brasiliensis* (Chellappa et al., 2010) และปลาสติกเกิดแบคสามหนาม *Gasterosteus aculeatus* (Selman and Wallace, 1989) สำหรับหยดไขมันและถุงคอทิกเคิล เอลวรโอไลมีการกระจายอยู่ทั่วไปในไซโตพลาสซึม ชั้นโซนา เรดิเอตาขยายกว้างและปรากฏชัดเจนมากขึ้น ย้อมติดสีม่วงแดง และล้อมรอบด้วยชั้นเซลล์แกรนูลโลซาและชั้นเซลล์ทีคา (theca cell)

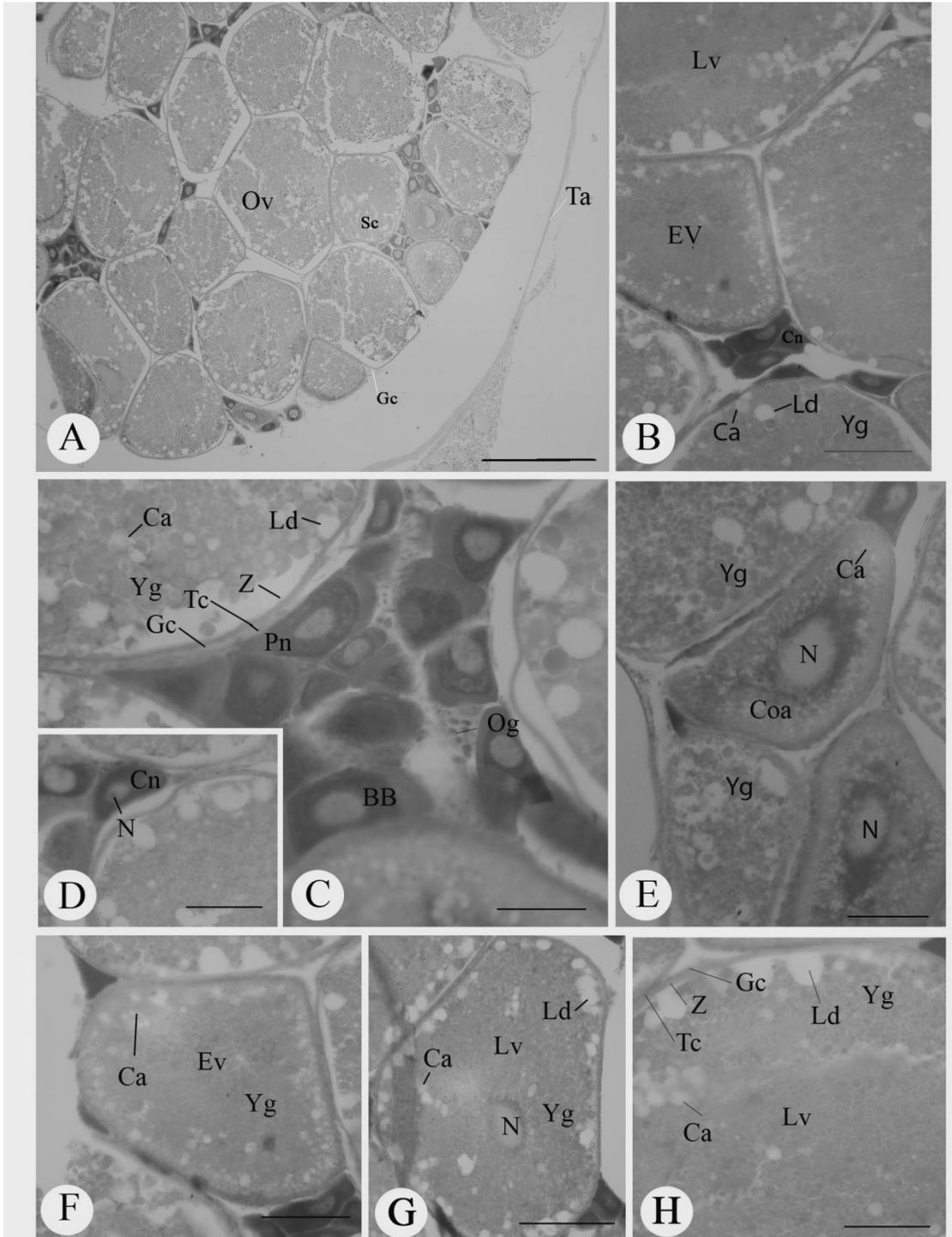
2. ระยะสร้างและสะสมโพล์ชั้นท้าย (Late vitellogenic stage) สามารถพบภายในเซลล์ที่มีการสะสมโพล์ แกรนูลมากขึ้นและกระจายตัวจนเต็มเซลล์ ขณะที่หยดไขมันและถุงคอทิกเคิล เอลวรโอไล เคลื่อนที่ไปอยู่ในบริเวณขอบของเซลล์ไข่นอกจากนี้ชั้นโซนา เพลลูซิดาโซนา ชั้นเซลล์แกรนูลโลซาและชั้นเซลล์ทีคา ปรากฏได้อย่างชัดเจน (รูปที่ 2G-H)

### สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาโครงสร้างของรังไข่ปลาปูเขือคล้ายคลึงกับการรายงานในปลากระดุกเชิงทั่วไป โดยภายในรังไข่ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ เจมินอล คอมพาร์ทเมนต์และสโตรมอล คอมพาร์ทเมนต์ โดยส่วนสโตรมอล คอมพาร์ทเมนต์ประกอบด้วยระยะการพัฒนาเซลล์ไข่ชั้นปฐมภูมิ และระยะการพัฒนาเซลล์ไข่ชั้นทุติยภูมิ งานวิจัยขั้นต่อไปคือการศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (electron microscope) และกลไกการสร้างฮอร์โมนเพศในรังไข่ที่จะถูกเผยแพร่ในขั้นต่อไป

### กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณ นายภากร ณ ลำปาง และนางสาวอัมภรณ์พรรณ พลาศัย ที่ช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่างปลาปูเขือ และขอขอบคุณกลุ่มวิจัยชีววิทยาของปลา ภาควิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ช่วยอนุเคราะห์อุปกรณ์สำหรับการเตรียมและวิเคราะห์ตัวอย่าง



รูปที่ 2

มีอวัยวะของรังไข่ (A) และกระบวนการพัฒนาของเซลล์ไข่ (B-J) ปลาปูเขี้ยว *Trypauchen vagina*. C-E. แสดงระยะการพัฒนาเซลล์ไข่อันปฐมภูมิ (primary oocyte growth) และ B, F-J แสดงระยะการพัฒนาเซลล์ไข่อันทุติยภูมิ (secondary oocyte growth). (BB = balbiani body, Ca= Cortical alveoli, Cn= Chromatin nucleolar, Coa = Cortical alveolar oocyte, Ev= Early vitellogenic stage, Gc= Granulosa, Ld= Lipid, Lv= Late vitellogenic stage, N= Nucleus, Og= Oogonium, Ov= Ovigerous fold, Pn= Perinucleolar stage oocyte, Ta= Tunica albuginea, Tc= Theca ell, Yg= Yolk granule, Z= Zona radiate, Scale bar A = 250  $\mu\text{m}$ , B, E-J = 100  $\mu\text{m}$ , C-D = 50  $\mu\text{m}$ .

## เอกสารอ้างอิง

- คิลปชัย เสนารัตน์, พิสิษฐ์ พูลประเสริฐ และวชิพร เย็นฉ่ำ. (2556). การเปลี่ยนแปลงจุลกายวิภาคของอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของปลาตะเพียนทอง *Barbonymus altus* (Günther, 1868) จากแม่น้ำตาปี จังหวัดนครศรีธรรมราช. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี 15: 10-20.
- Akamca, E., Mavruk, S., Ozyurt, C.E. and Kiyaga, V.B. (2011). First record of the Indo-Pacific burrowing goby *Trypauchen vagina* (Bloch and Schneider, 1801) in the North-Eastern Mediterranean Sea. Aquatic Invasions 6: 19–21.
- Bancroft, J.D. and Gamble, M. (2002). Theory and Practice of Histological Techniques, Churchill Livingstone, London, UK.
- Boonyoung, P., Senarat, S., Kettratad, J., Poolprasert, P., Yenchum'W. and Angsirijinda, W. (2016). Histological organization of the female queen *Devario regina* (Fowler, 1934) during its juvenile stage. Songklanakarin Journal of Science and Technology 38(1): 67-72.
- Chellappa, S., Lima, J.T.A.X., Araújo, A. and Chellappa, N.T. (2010). Ovarian development and spawning of serra spanish mackerel in coastal waters of Northeastern Brazil. Brazilian Journal of Biology 70: 451–456.
- Chen, K., Crone, P. and Hsu, C. (2006). Reproductive biology of female Pacific Bluefin tuna *Thunnus orientalis* from South-Western North Pacific Ocean. Fisheries Science 72: 985–994.
- Froese, R. and Pauly, D. (2010) Fishbase. Worldwide WebElectronicPublication:<http://www.fishbase.org> (Accessed 15 December 2016)
- Gill, H.S., Wise, B.S., Potter, I.C. and Chaplin, J.A. (1996). Biannual spawning periods and resultant divergent patterns of growth in the estuarine goby *Pseudogobius olorum*: temperature-induced? Marine Biology. 125: 453–466.
- Grier, H.J. (2000). Ovarian germinal epithelium and folliculogenesis in the common snook, *Centropomus undecimalis* (Teleostei: Centropomidae). Journal of Morphology 243: 265–281.
- Hwang, I.J. and Baek, H.J. (2013). Reproductive Cycle of Chameleon Goby, *Tridentiger trigonocephalus* in the Southern Coastal Waters of Korea 17: 353-361.
- Jin, Y.S, Park, C.B, Kim, H.J, Lee, C.H, Song, Y.B, Kim, B.H. and Lee, Y.D. 2006. Reproductive cycle of dusky tripletooth goby, *Tridentiger obscurus* in Jeju Island, Korea. Kor Journal of Ichthyology 18: 184–192.
- Kobayashi, Y., Sunobe, T., Kobayashi, T., Nagahama, Y. and Nakamura, M. 2995. Gonadal structure of the serial-sex changing gobiid fish *Trimma okinawae*. Development. Growth & Differentiation 47: 7-13.
- Mayer, L., Shackley, S.E. and Ryland, J.S. (1986). Aspects of the reproductive biology of the bass, *Dicentrarchus labrax* L. I. A histological and histochemical study of oocyte development. Journal of Fish Biology 33: 609-622.
- Nagahama, Y. (1983). The functional morphology of teleost gonads. In Fish Physiology: New York, Academic Press., pp 223–275.
- Nayyar, P.R. (1964). The yolk nucleus of fish oocytes. Journal of Microscopic Science 105: 353–358.
- Okutsu, T., Morioka, S., Shinji, J. and Chanthasone, P. (2011). Growth and reproduction of the glassperch *Parambassis siamensis* (Teleostei: Ambassidae) in Central Laos. Ichthyological Exploration of Freshwaters 22: 97–106.
- Sarasquete, C., Cardenas, S., de Gonzalez, C.M. and Pascual, E. (2002). Oogenesis in the bluefin tuna, *Thunnus thynnus* L.: A histological and histochemical study. Histology and Histopathology 17: 775–788.
- Selman, K. and Wallace, R.A. (1989). Cellular aspects of oocyte growth in teleost. Zoological Science 6: 211–231.
- Selman, K., Wallace, R.A. and Sarka, Q.I.X. (1993). Stages of oocyte development in the zebra fish, *Brachydanio rerio*. Journal of Morphology 218: 203–224.
- Senarat, S., Kitana, N., Varanusupakul, P. and Kitana, J. (2011). A histological study of the gonads of Smith's barb *Puntioplites proctozysron* (Teleostei: Cyprinidae). Proceeding 37<sup>th</sup> Congress on Science and Technology of Thailand, October 10-12, 2011, Bangkok, Thailand.
- Senarat, S., Kettretad, J. and Jiraungkoorskul, W. (2016). Ovarian histology and reproductive health of short mackerel, *Rastrelliger brachysoma* (Bleeker, 1851), as threatened marine fish in Thailand. Songklanakarin Journal of Science and Technology 39: 225–235.
- Salameh, P., Sonin, O. and Golani, D. (2010). First record of the burrowing goby, *Trypauchen vagina* (Actinopterygii: Gobiidae: Amblyopinae), in the Mediterranean. Acta Ichthyologica Et Piscatoria 40: 109–111.

- Smith, L.S. and Walker, K.F. (2004). Spawning dynamics of common carp in the River Murray, South Australia, shown by macroscopic and histological staging of gonads. *Journal of Fish Biology* 64: 336–354.
- Wallace, R.A. and Selman, K. (1981). Cellular and dynamic aspects of oocyte growth in teleosts. *American Zoologist* 21: 325–343.
- Wiegand MD (1996) Composition, accumulation and utilization of yolk lipids in teleost fish. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 6: 259–286.
- Wilson, J.M., Bunte, R.M. and Carty, A.J. (2009). Evaluation of rapid cooling and tricaine methanesulfonate (MS222) as methods of euthanasia in zebrafish (*Danio rerio*). *American Association for Laboratory Animal Science* 48: 785-789.

