

โครงสร้างของรังไข่และกระบวนการพัฒนาของเซลล์ไข่ปลาข้าวเม่า
Ambassis vachellii Richardson, 1846 จากปราณบุรี ประเทศไทย
Ovarian Structure and Oogenesis of the *Ambassis vachellii*
Richardson, 1846 from Paknam Pranburi, Thailand

ปิยากร บุญยัง*

ภาควิชากายวิภาคศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

ตำบลคอหงส์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90110

ศิลาชัย เสนารัตน์ และเจษฎ์ เกษตรระพี

ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร 10330

พิสิษฐ์ พูลประเสริฐ

สาขาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

ตำบลพลายชุมพล อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000

วรรณีย์ จีรอังกูรสกุล

ภาควิชาพยาธิชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

แขวงทุ่งพญาไท เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร 10400

Piyakorn Boonyoung*

Department of Anatomy, Faculty of Science, Prince of Songkla University, Hat Yai Campus,

Kho Hong, Hat Yai, Songkhla 90110

Sinlapachai Senarat and Jes Kettratad

Department of Marine Science, Faculty of Science, Chulalongkorn University,

Wangmai, Pathumwan, Bangkok 10330

Pisit Poolprasert

Department of Biology, Faculty of Science and Technology, Pibulsongkram Rajabhat University,

Phlai Chumphon, Muang, Phitsanulok 65000

Wanee Jiraungkoorskul

Department of Pathobiology, Faculty of Science, Mahidol University,

Thung Phaya Thai, Ratchathewi, Bangkok 10400

*ผู้รับผิดชอบบทความ : Piyakorn.b@psu.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาโครงสร้างทางจุลกายวิภาคของรังไข่และกระบวนการพัฒนาของเซลล์ไข่ปลาข้าวเม่า *Ambassis vachellii* Richardson, 1846 ระยะวัยรุ่น จากปากแม่น้ำปราณบุรี ประเทศไทย ด้วยเทคนิคด้านมิถุวิทยา ผลการศึกษาพบว่ารังไข่ของปลาชนิดนี้ห่อหุ้มด้วยทูนิกา อัลบูจิเนีย ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ germinal compartment และ stromal compartment ภายใน stromal compartment ประกอบด้วยกระบวนการพัฒนาเซลล์ไข่ที่แบ่งได้เป็น 2 ระยะ คือ ระยะการพัฒนาเซลล์ไข่ขั้นแรก (ระยะโครมาติน นิวคลีโอลัส ระยะเพอรินิวคลีโอลาร์ และระยะลิพิด ดรอปเลต แอน คอทิเคิล เอลวรโอไล) และระยะการพัฒนาเซลล์ไข่ขั้นปลาย (ระยะการสร้างและสะสมโวล์คั้นแรกและระยะการสร้างและสะสมโวล์คั้นท้าย) ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ศึกษาวัฏจักรการสืบพันธุ์ (reproductive cycle) และจุลพยาธิวิทยา (histopathology) ในอนาคตต่อไป

คำสำคัญ : Ambassade; มิถุวิทยา; เซลล์ไข่; ประเทศไทย

Abstract

Investigation of the ovarian structure and oogenesis of the *Ambassis vachellii* Richardson, 1846 during juvenile stage from *Paknam Pranburi* Estuary, Thailand were determined by the standard histological technique. The results revealed that the ovarian structure of this species was surrounded by a thick of the tunica albuginea. Two parts including germinal and stromal compartments were observed in the ovarian histology. Especially, the stromal compartment with consisting of primary oocyte growth (chromatin nucleolus, perinucleolar and lipid droplet and cortical alveolar stages) and secondary oocyte growth (early vitellogenic and late vitellogenic stages) was present. Overall of the current observation could be applied to further studies such as reproductive cycle and histopathology

Keywords: Ambassade; histology; oocytes; Thailand

1. บทนำ

ปลาข้าวเม่า มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Ambassis vachellii* Richardson, 1846 และจัดอยู่ในวงศ์ Ambassidae มักพบการกระจายตัวเด่นบริเวณป่าชายเลนของประเทศไทย โดยเฉพาะปากแม่น้ำปราณบุรีของประเทศไทย เนื่องจากช่วงชีวิตในป่าชายเลนของปลาข้าวเม่าสามารถพบได้ระยะวัยอ่อนและวัยรุ่น จากนั้นเมื่อปลาข้าวเม่าเจริญเข้าสู่ระยะตัวเต็มวัยจะเคลื่อนที่ออกสู่ทะเล และจะกลับสู่ป่าชายเลนอีกครั้ง

เพื่ออนุบาล [1] ถึงแม้ว่าปลาชนิดนี้พบได้เป็นจำนวนมาก แต่กลับมีการศึกษาด้านชีววิทยาพื้นฐานน้อยมาก เพราะเนื้อแข็งและมีกลิ่นเฉพาะ จึงไม่ได้รับความสนใจและนิยมรับประทาน จึงมักถูกนำไปใช้ปลาปน [1] ในการศึกษาครั้งนี้จึงมีความสนใจศึกษาโครงสร้างรังไข่และกระบวนการพัฒนาของเซลล์ไข่ของปลาข้าวเม่าในระยะวัยรุ่น จากปากแม่น้ำปราณบุรี ด้วยเทคนิคทางมิถุวิทยา (histological analysis) เนื่องจากอวัยวะนี้มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อสิ่งมีชีวิตเพื่อการดำรงเผ่าพันธุ์

และขยายพันธุ์ ข้อมูลที่ได้ไม่เพียงแต่ทำให้ทราบถึงชีววิทยาการสืบพันธุ์ขั้นพื้นฐาน แต่ยังสามารถประยุกต์สำหรับการศึกษาวงจรการสืบพันธุ์ (reproductive cycle) และจุลพยาธิวิทยา (histopathology) ในอนาคตต่อไป

2. อุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย

เก็บตัวอย่างปลาข้าวเม่าในระยะวัยรุ่นที่มีความยาวเหยียดมากกว่า 5 เซนติเมตร จำนวน 10 ตัว จากบริเวณใกล้ปากแม่น้ำปรางบุรี ของจังหวัดประจวบ-คีรีขันธ์ จำนวน 2 สถานี (N 12°24'15.8" / E 099°58'25.6" และ N 12°24'21.6" / E 099°58'37.1") แต่ละจุดห่างกันประมาณ 2 กิโลเมตร ด้วยวิธีการลงวนที่มีขนาดตาห่างประมาณ 3 เซนติเมตร ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558 ตัวอย่างที่เก็บได้ในแต่ละเดือนนำมาสลับปลาด้วยวิธีการแช่น้ำแข็ง (rapid cooling method) [2] โดยการแช่ในน้ำเย็นจัด (น้ำผสมน้ำแข็งในอัตราส่วน 1 : 1) อุณหภูมิ 2-4 องศาเซลเซียส เพื่อนำตัวอย่างปลามาผ่าตัดเปิดช่องท้อง นำเนื้อเยื่อรังไข่มารักษาสภาพเนื้อเยื่อในน้ำยาทองแดงดีวิดสัน (Davidson's fixative)

หลังจากนั้นนำเนื้อเยื่อรังไข่มาผ่านกระบวนการทางมีถวิทยาตามวิธีของ Bancroft และ Gamble [3] แล้วย้อมสีฮีมาทอกซิลินและอีโอซิน (Harris's hematoxylin and eosin; H&E) ท้ายสุดนำมาศึกษาโครงสร้างรังไข่ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (10x และ 40x)

3. ผลการวิจัยและอภิปราย

3.1 โครงสร้างรังไข่ (ovarian structure)

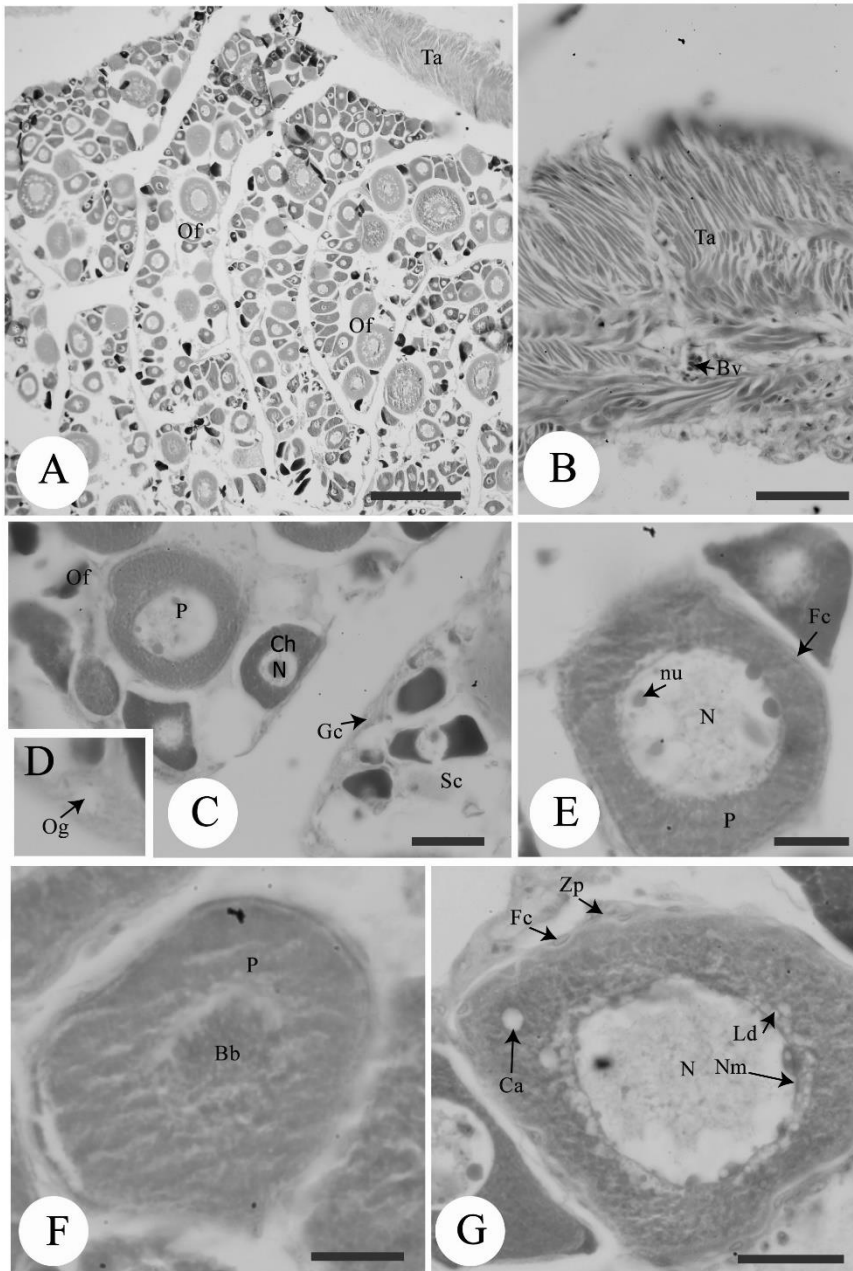
การศึกษาลักษณะจุลกายวิภาคของโครงสร้างรังไข่ของปลาข้าวเม่าระยะวัยรุ่นภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง พบว่ารังไข่ด้านนอกมีเนื้อเยื่อประสานบาง ๆ ล้อมรอบชั้นทูนิกา อัลบูจิเนีย (tunica

albuginea) ที่หนา โดยชั้นนี้ประกอบด้วยเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่มีเซลล์กล้ามเนื้อและหลอดเลือดแทรกอยู่ภายในรังไข่ มีส่วนของโอวิเกอร์รัส โฟลด์ (ovigerous fold) ซึ่งเป็นโครงสร้างเรียงตัวจากทูนิกา อัลบูจิเนียยื่นเข้าไปยังศูนย์กลาง เมื่อพิจารณาภายใต้กำลังขยายสูง ส่วนนี้สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ germinal compartment และ stromal compartment (รูปที่ 1A - 1C) คล้ายคลึงกับการศึกษาในปลาหู (Rastreliger brachysoma) (Senarat *et al.*, unpublished) ปลากระมัง (*Puntioplites proctozylon*) [4] และปลาอีกหลายชนิด [5,6] ในส่วนของ germinal compartment มีการห่อหุ้มด้วยชั้น germinal epithelium แบบเยื่อผิวหนังชั้นเดียวแบนบาง (simple squamous epithelium) ถัดมาของส่วนนี้ประกอบด้วยเซลล์ไข่ระยะแรก หรือเรียกว่าระยะโอโอโกเนีย (oogonial stage) ที่ถูกบรรจุอยู่ภายในถุง (oogonial cysts) แต่ละโอโอโกเนียจัดเป็นเซลล์ขนาดเล็ก นิวเคลียสขนาดใหญ่และล้อมรอบด้วยไซโตพลาสซึมติดสัสมพูบาง (รูปที่ 1D)

3.2 กระบวนการสร้างเซลล์ไข่ (oogenesis)

ส่วนของ stromal compartment นั้นประกอบด้วยกระบวนการพัฒนาเซลล์ไข่หลากหลายระยะที่เรียกว่า asynchronous oocyte development โดยที่ระยะเซลล์ไข่ในปลาข้าวเม่าสามารถแบ่งได้ 2 ช่วงระยะการพัฒนา ได้แก่ ระยะการพัฒนาเซลล์ไข่ขั้นแรก (primary oocyte growth) และระยะการพัฒนาเซลล์ไข่ขั้นปลาย (secondary oocyte growth)

ระยะการพัฒนาเซลล์ไข่ขั้นแรก ในระยะนี้แบ่งเป็น 3 ระยะย่อย คือ ระยะโครมาติน นิวคลีโอลัส (chromatin nucleolus stage) เพอรินิวคลีโอลาร์ (perinucleolar stage) และระยะลิพิด ดรอปเลต แอนคอคติเคิล เอลวอร์โอไล (lipid droplet and cortical alveolar stage)



รูปที่ 1 โครงสร้างภาพตัดตามขวางของเนื้อเยื่อรังไข่และกระบวนการพัฒนาของเซลล์ไข่ของปลาข้าวเม่า (Bb = balbiani body, Bv = blood vessel, Ca = cortical alveoli, Ch = chromatin nucleolus, Fc = follicular cell, Gc = germinal compartment, Ld = lipid droplet, N = nucleus, Nm = nuclear membrane, nu = nucleolus, Of = ovigerous fold, Og = oogonium, P = perinucleolar stage, Ta = tunica albuginea, Zp = zona pellucida) (Scale bar: A = 300 μ m, B,E,F,G = 20 μ m, C = 50 μ m)

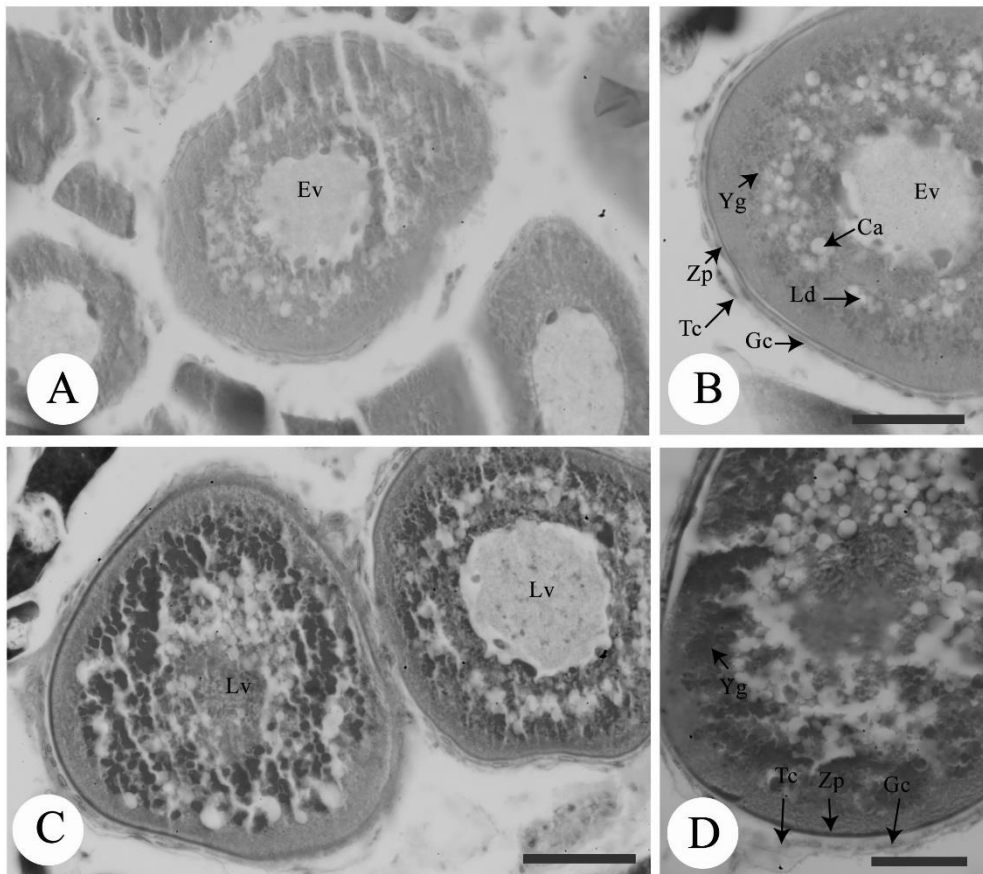
ระยะโครมาติน นิวคลีโอลัสมีขนาดใหญ่ขึ้น นิวเคลียสติดสีชมพูและบรรจุด้วยนิวคลีโอลัส (nucleolus) หนึ่งอันติดสีน้ำเงินเข้มเห็นได้อย่างชัดเจน ไซโทพลาสซึมเริ่มติดสีน้ำเงินมากขึ้น (รูปที่ 1C) เนื่องจากการสังเคราะห์อาร์เอ็นเอ (RNA synthesis) และการสร้างไรโบโซม เพื่อควบคุมการพัฒนาของเซลล์ไข่ [7] คล้ายคลึงกับปลาแป้นแก้ว (*Parambassis siamensis*) [8] บูลฟินทูน่า (*Thunnus orientalis*) [9] และปลาทูน่าครีบน้ำเงิน (*Thunnus thynnus*) [10] ในระยะนี้ชั้นฟอลลิเคิล (follicular layer) ยังไม่สามารถสังเกตเห็นได้อย่างชัดเจน ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบแสง ระยะเพอร์นิวคลีโอลาร์ มีนิวเคลียสขนาดใหญ่ที่อยู่ในมีหลายนิวคลีโอลัสเม็ดกลมติดสีน้ำเงิน (รูปที่ 1E) คล้ายคลึงกับการศึกษาในปลากระมัง (*P. proctozyon*) [4] ปลาทุ (*R. brachysoma*) (Senarat et al., unpublished) และปลาชีวไบไฟ (*Devario regina*) [11] บริเวณใกล้นิวเคลียสยังเห็นโครงสร้าง บัลเบียนนิบอดี (balbiani body) (ภาพที่ 1F) คล้าย คลึงกับการศึกษาในปลาแป้นแก้ว [7] ปลาชีวไบไฟ [11] ปลาชีวข้าวสารญี่ปุ่น *Oryzias latipes* [12] และปลาตะเพียนทอง (*B. altus*) [13] บทบาทของโครงสร้างบัลเบียนนิบอดีมีการศึกษาน้อยมาก แต่มีความเชื่อว่าเกี่ยวข้องกับกระบวนการสร้างออแกเนลล์ นอกจากนี้ยังประกอบด้วยกรดนิวคลีอิก อาร์เอ็นเอ และโปรตีนเป็นจำนวนมาก ชั้นฟอลลิเคิลที่ปรากฏชัดเจนมากขึ้นในระยะเพอร์นิวคลีโอลาร์

ระยะลิตทิ ดรอปลิท แอน คอติเคิล เอลวรโอไล เซลล์มีขนาดใหญ่กว่าสองระยะที่กล่าวมาข้างต้น มีลักษณะโครงสร้างเด่นเกิดขึ้นของไซโทพลาสซึมคือ พบหยดไขมันบริเวณใกล้ของเยื่อหุ้มนิวเคลียส ขณะที่ถูกคอติเคิล เอลวรโอไลพบบริเวณขอบของไซโทพลาสซึมของเซลล์ไข่ (รูปที่ 1G) บทบาทของหยดไขมันอาจมี

หน้าที่เป็นอาหารของตัวอ่อน (embryo) [14] ส่วนคอติเคิล เอลวรโอไลคาดว่าจะมีหน้าที่เกี่ยวกับการป้องกันการเข้ามาของอสุจิ (polyspermy) [15] ในระยะนี้สังเกตเห็นว่าเริ่มปรากฏชั้นโซนา เพลลูซิดา (zona pellucida) ระหว่างเซลล์ไข่กับเซลล์ฟอลลิเคิล (รูปที่ 1G)

ระยะการพัฒนาเซลล์ไข่ชั้นปลาย สามารถแบ่งออกเป็น 2 ระยะย่อย คือ ระยะการสร้างและสะสมโวลต์ชั้นแรก (early vitellogenic stage) และระยะสร้างและสะสมโวลต์ชั้นท้าย (late vitellogenic stage) โดยที่ลักษณะทางจุลกายวิภาคของระยะการสร้างและสะสมโวลต์ชั้นแรกนิวเคลียสมีลักษณะกลม ย่อมติดสีน้ำเงินจางและมีนิวคลีโอลัสหลายอัน ลักษณะเด่นของระยะนี้ คือ เริ่มปรากฏโวลต์ แกรนูล (yolk granule) ขนาดเล็กบริเวณใกล้กับผนังของเซลล์ไข่ (รูปที่ 2A-2B) ซึ่งเป็นที่ทราบกันดีว่าหน้าที่ของโวลต์ แกรนูลมีบทบาทสำคัญในฐานะเป็นสารอาหารและกระบวนการเมตาบอลิซึมสำหรับตัวอ่อน ดังการรายงานในหลากหลายงานวิจัย [9,12] ในปลา (*Serra spanish*) [16] ปลาสตึกเกล็ดสามหนาม (*Gasterosteus aculeatus*) และปลา (*Apeltes quadracus*) [17] สำหรับชั้นโซนา เพลลูซิดาปรากฏชัดเจนมากขึ้น ย่อมติดสีม่วงแดง เมื่อย้อมด้วย H & E และล้อมรอบด้วยชั้นเซลล์ แกรนูลูลา (granulosa cell) และชั้นเซลล์ทีคา (theca cell) ปรากฏอย่างชัดเจน (รูปที่ 2B)

ระยะสร้างและสะสมโวลต์ชั้นท้ายสามารถพบในรังไข่ของปลาข้าวเม่า อาจเป็นไปได้ว่าปลาข้าวเม่าในระยะวัยรุ่นกำลังพัฒนาเป็นระยะตัวเต็มวัยก่อนที่จะเดินทางสู่ทะเล เซลล์ในระยะนี้มีการสะสมของโวลต์-แกรนูลมากขึ้นและกระจายตัวจนเต็มเซลล์ ชั้นโซนา-เพลลูซิดา ชั้นเซลล์แกรนูลูลาและชั้นเซลล์ทีคา ยังคงปรากฏอย่างชัดเจน (รูปที่ 2C-2D)



รูปที่ 2 โครงสร้างภาพตัดตามขวางกระบวนการพัฒนาของเซลล์ไข่ของปลาข้าวเม้า (Ca = cortical alveoli, Ev = early vitellogenic stage, Gc = granulosa cell, Ld = lipid droplet, Lv = late vitellogenic stage, Tc = theca cell, Yg = yolk granule, Zp = zona pellucida) (Scale bar: B, D = 50 μ m, C = 80 μ m)

4. สรุป

ข้อมูลดังที่กล่าวมาทั้งหมดแสดงให้เห็นว่า โครงสร้างรังไข่ของปลาข้าวเม้าถูกล้อมรอบชั้นฟูลิกูลา อีพิทีเลียที่หนา ภายในรังไข่ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ germinal compartment และ stromal compartment โดยส่วน stromal compartment ประกอบด้วยระยะการพัฒนาเซลล์ไข่ชั้นแรก (ระยะโครมาติน นิวคลีโอลัส ระยะเพอรินิวคลีโอลาร์ และระยะลิพิด ทรอปเลท แอน คอทีเคิล เอลวาร์โวล) และระยะการ

พัฒนาเซลล์ไข่ชั้นปลาย (ระยะการสร้างและสะสม โยล์คชั้นแรกและระยะการสร้างและสะสมโยล์คชั้น ท้าย) อย่างไรก็ตาม สิ่งที่ควรทำเพิ่มเติมในอนาคตคือ การศึกษาในระดับกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน เพื่อให้ทราบและเข้าใจโครงสร้างละเอียดของเซลล์ไข่ให้มากขึ้น

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ นายภากร ณ ลำปาง และนางสาว

อัมภรณ์พรรณ พลาคัย ที่ช่วยเหลือในขณะเก็บตัวอย่างปลาข้าวเม่า หน่วยวิจัยสัตว์น้ำ ภาควิชาพยาธิวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล และภาควิชากายวิภาคศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ช่วยอนุเคราะห์อุปกรณ์สำหรับการเตรียมและวิเคราะห์ตัวอย่าง

6. รายการอ้างอิง

- [1] นิฐารัตน์ ประภาวสิทธิ์, อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์, อิชณิกา ศิวายพราหมณ์ และพรเทพ พรรณรักษ์, 2545, ป่าชายเลนปรานบุรี...การเก็บกูดสรพชีวิตชายฝั่ง, บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน), กรุงเทพฯ.
- [2] 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*), J. Am. Assoc. Lab. Anim. Sci. 48: 785-789.
- [3] Bancroft, J.D. and Gamble, M., 2002, Theory and Practice of Histological Techniques, Churchill Livingstone, London.
- [4] Senarat, S., Kitana, N., Varanusupakul, P. and Kitana, J., 2011, A histological study of the gonads of Smith's barb *Puntio-plites proctozysron* (Teleosti: Cyprinidae). 37th Conference on Science and Technology of Thailand, กรุงเทพฯ.
- [5] Selman, K., Wallace, R.A. and Sarka, Q.I.X., 1993, Stages of oocyte development in the zebra fish, *Brachydanio rerio*, J. Morphol. 218: 203-224.
- [6] Grier, H.J., 2000, Ovarian germinal epithelium and folliculogenesis in the common snook, *Centropomus undecimalis* (Teleostei: Centropomidae), J. Morphol. 243: 265-281.
- [7] Wallace, R.A. and Selman, K. 1990. Ultrastructural aspects of oogenesis and oocyte growth in fish and amphibians, J. Electron Microsc. Tech. 16: 175-201.
- [8] Okutsu, T., Morioka, S., Shinji, J. and Chanthasone, P., 2011, Growth and reproduction of the glassperch *Parambassis siamensis* (Teleostei: Ambassidae) in Central Laos, Ichthyol. Explor. Fres. 22: 97-106.
- [9] Chen, K., Crone, P. and Hsu, C., 2006, Reproductive biology of female Pacific Bluefin tuna *Thunnus orientalis* from South-Western North Pacific Ocean, Fisheries Sci. 72: 985-994.
- [10] 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, Histol. Histopathol. 17: 775-788.
- [11] Boonyoung, P., Senarat, S., Kettratad, J., Poolprasert, P., Yenchum, W. and Angsiri-jinda, W., 2016, Histological organization of the female queen *Devario regina* (Fowler, 1934) during its juvenile stage, Songklanakarin J. Sci, 38: 67-72.
- [12] Wallace, R.A. and Selman, K., 1981, Cellular and dynamic aspects of oocyte growth in teleost. Amer. Zool. 21: 325-343.

- [13] ศิลปชัย เสนารัตน์, พิสิษฐ์ พูลประเสริฐ และวชิพร เย็นฉ่ำ, 2556, การเปลี่ยนแปลงจุลกายวิภาคของ อวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของปลาตะเพียน ทอง *Barbonymus altus* (Günther, 1868) จาก แม่น้ำตาปี จังหวัดนครศรีธรรมราช, ว.วิชาการ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี 15: 10-20.
- [14] Wiegand M., 1996, Composition, accumulation and utilization of yolk lipids in teleost fish, Rev. Fish Biol. Fisher. 6: 259-286.
- [15] Nagahama, Y., 1983, The functional morphology of teleost gonads, pp. 223-275, In Hoar, W.S., Randall, D.J. and Donaldson, E.M. (Eds.), Fish Physiology Vol. 9A, Academic Press, New York.
- [16] 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 North-eastern Brazil, Braz. J. Biol. 70: 451-456.
- [17] Selman, K. and Wallace, R.A., 1989, Cellular aspects of oocyte growth in teleost, Zool. Sci. 6: 211-231.