วงจรการสืบพันธุ์ของปลาเห็ดโคนเพศเมียในบริเวณทะเลสาบสงขลา

Reproductive cycle of female sand whiting (*Sillago sihama*, Forsskal) in outer part of Songkhla lake

วิชัย วัฒนกุล [1] และเจนจิตต์ คงกำเนิด [1]

Vichai Vatanakul[1] and Janjit Kongkumnerd[11]

บทคัดย่อ

ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของวงจรการสืบพันธุ์ของปลาเห็ดโคน (*Sillago sihama*) โดยใช้ตัวอย่างที่จับได้ บริเวณปากทะเลสาบสงขลา สุ่มตัวอย่างปลามาศึกษาอวัยวะสืบพันธุ์ พบว่าปลาเห็ดโคนเป็นปลาที่แยกเพศผู้และเพศเมียได้อย่างชัดเจน มีการผสมภายนอก (external fertilization) การพัฒนาของรังไข่ปลาเห็ดโคนแบ่งออกได้ 7 ระยะ และดัชนีการสืบพันธุ์ (GSI) มีการเปลี่ยนแปลงสัมพันธ์กับพัฒนาการของรังไข่ และผลการศึกษาทางด้านเนื้อเยื่อพบว่าพีค (peak) ของระยะไข่แก่ พบสูงสุดอยู่ระหว่างเดือนเมษายน-มิถุนายน ส่วนเดือนอื่นๆพบว่าระยะการเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อรังไข่อยู่ในระยะพัก ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างค่า GSI และ ค่าHSI ในระหว่างการเก็บตัวอย่างปลาคุณสมบัติของน้ำบริเวณปากทะเลสาบสงขลามีค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ระหว่าง 7.5-8.4 ความเค็ม 11-33 ppt ปริมาณค่าความเป็นด่าง (alkalinity) 48-220 ppm ไนไตรท์-ไนโตรเจน 0-0.004 ppm ไนเตรท-ไนโตรเจน 0-0.0042 ppm แอมโมเนียม-ไนโตรเจน 0.0006-0.026 ppm และออร์โธฟอสเฟต 0.001-0.030 ppm

คำสำคัญ วงจรการสืบพันธุ์ , ปลาเห็ดโคน

Abstract

The reproductive cycle of the female sand whiting (*Sillago sihama*) at the outer part of Songkhla lake was investigated . The fish is heterosexual, exhibiting external fertilization. Seven maturity stages can be macroscopically identified in the ovaries. The histological analysis of the ovary was highly correlated with GSI (gonadosomatic index) and oocyte development. Peak of mature oocyte of sand whiting was between April-June. Also, there were no correlation between GSI and HIS in this study. Water qualities during the observation period were pH 7.5-8.4, salinity 11-33 ppt , alkalinity 48-220 ppm, nitrite, nitrate and ammonia –N and orthophosphate were 0-0.004; 0-0.0042; 0.0006-0.026 and 0.001-0.030 ppm , respectively.

Keywords : reproductive cycle, sand whiting

---

[1] กลุ่มชีววิทยาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง อำเภอ เมือง จังหวัดสงขลา

[1] Reproductive Research Division, National Institute of Coastal Aquaculture, Songkhla

คำนำ

ปลาเห็ดโคนหรือปลาซ่อนทราย (sand whiting (*Sillago sihama*, Forsskal)) เป็นปลาชนิดหนึ่งที่มีความชุกชุมในบริเวณทะเลสาบสงขลาและชายฝั่งใกล้เคียง (ทรงชัย, 2515 ; ไพโรจน์ และอังสุนีย์, 2538 และอังสุนีย์, 2541) เป็นปลาที่มีรสชาติดี ราคาแพง เป็นที่นิยมบริโภคกันโดยทั่วไป ในประเทศไทยยังไม่มีการเลี้ยงปลาชนิดนี้ แต่สามารถเพาะขยายพันธุ์ปลาเห็ดโคนได้สำเร็จครั้งแรกในประเทศไทยเมื่อปี 2541 (เจนจิตต์ และคณะ 2542) อย่างไรก็ตามการพัฒนาเทคนิคต่างๆจำเป็นต้องเข้าใจในขบวนการพัฒนาของระบบสืบพันธุ์ในรอบปีเพื่อใช้ในการควบคุมการสืบพันธุ์ของปลา การเก็บตัวอย่างปลามาศึกษาอวัยวะสืบพันธุ์ตลอดปีทำให้ทราบว่าฤดูวางไข่ที่แท้จริงของปลาชนิดนั้นๆอยู่ในช่วงใดการศึกษาจะดูจากสัดส่วนเป็นร้อยละของน้ำหนักอวัยวะสืบพันธุ์เทียบกับน้ำหนักตัว ค่าดังกล่าวเรียกว่าดัชนีการสืบพันธุ์ (gonadotsomatic index,GSI) (Nikolsky, 1963) ค่า GSI จะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆจนสูงสุดในฤดูวางไข่ และค่า GSI ของปลาแต่ละชนิดมีค่าแตกต่างกัน ทั้งนี้เพราะปลาแต่ละชนิดสร้างไข่จำนวนไม่เท่ากัน เช่นปลาทั่วๆไปเมื่อมีไข่แก่จะมีค่า GSI อยู่ในช่วง 8-12 เปอร์เซ็นต์ในขณะที่ปลานิลมีค่า GSI 0.16-0.45 เปอร์เซ็นต์ทั้งนี้เพราะปลานิลสร้างไข่ได้น้อย นอกจากนั้นค่าดังกล่าวของปลาเพศเมียมีค่าสูงกว่าปลาเพศผู้โดยเฉพาะในฤดูวางไข่ (อุทัยรัตน์, 2535) ปัจจุบันในอุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งในประเทศไทย ยังไม่มีการศึกษาวงจรการสืบพันธุ์ของปลาทะเลอย่างจริงจัง โดยทั่วไปการศึกษาในต่างประเทศจะเน้นไปในกลุ่มปลาแซลมอน (salmonid) ซึ่งเป็นปลาในเขตหนาว (Crim and Idler, 1978; Lambert et. al., 1978; Fostier and Jalabert ,1982 ; Scott et. al., 1980; scott and Sumpter ,1983 Whitehead et. al.,1983; Ueda et. al., 1984) ส่วนในประเทศไทยในปลาน้ำจืดได้เริ่มมีการศึกษาวงจรการสืบพันธุ์ในรอบปีของปลาตะเพียนขาว (นฤพลและวัฒนะ, 2532) การทดลองครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจะศึกษาการพัฒนาระบบสืบพันธุ์ในรอบปีของปลาเห็ดโคนเพศเมียที่อยู่บริเวณปากทะเลสาบสงขลา โดยใช้ค่า gonadosomatic index (GSI), hepatosomatic index (HSI) และการเปลี่ยนแปลงทางเนื้อเยื่อ (Histology)ของรังไข่และตับเป็นตัวบ่งชี้พัฒนาการของระบบสืบพันธุ์

อุปกรณ์และวิธีการ

สุ่มตัวอย่างปลาเห็ดโคนเพศเมียปลาที่รวบรวมได้จากธรรมชาติบริเวณปากทะเลสาบสงขลา ที่มีน้ำหนักเฉลี่ย 19.23 กรัมขึ้นไป เดือนละ 25 ตัว ทุกเดือน เป็นเวลา 11 เดือน (มกราคม 2538 ถึง มีนาคม 2539 เว้นเดือนกันยายน 2538 ถึงเดือนธันวาคม 2538) ชั่งน้ำหนักและวัดความยาวปลาแต่ละตัว แล้วเก็บตัวอย่างรังไข่และตับมาชั่งน้ำหนักแล้วนำไปคำนวณค่า GSI (น้ำหนักรังไข่ x 100/น้ำหนักตัว) และค่า HSI (น้ำหนักตับx100/น้ำหนักตัว) เก็บรักษาตัวอย่างรังไข่และตับ ดองในสารละลาย Bouin (3:1 vv/wt) สำหรับนำไปศึกษาทางเนื้อเยื่อตามวิธีการของ Kesteven (1960) นำตัวอย่างมาแต่ละระยะมาแยกปริมาณของไข่แต่ละระยะบันทึกภายใต้กล้องจุลทรรศน์ นอกจากนั้นได้ศึกษาคุณภาพน้ำ เช่น ความเค็ม ความเป็นกรดเป็นด่าง ปริมาณค่าความเป็นด่าง (alkalinity) ไนไตรท์-ไนโตรเจน ไนเตรท-ไนโตรเจน แอมโมเนียม-ไนโตรเจน และฟอสฟอรัสรวม ในระหว่างดำเนินการเก็บตัวอย่างควบคู่ไปด้วย

ผลการศึกษา

1.การพัฒนาของระบบสืบพันธุ์ของปลาเห็ดโคนเพศเมีย

การพัฒนาของระบบสืบพันธุ์ของปลาเห็ดโคนเพศเมียในแต่ละเดือนพบว่าค่าเฉลี่ยดัชนีการสืบพันธุ์ในแต่ละเดือนมีค่าต่ำในเดือนมกราคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2538 และเริ่มสูงขึ้นเป็นลำดับตั้งแต่เดือนมีนาคมและสูงสุดในเดือนมิถุนายน 2538 แล้วค่อยๆ ลดลงและต่ำที่สุดในเดือนมกราคม ถึง เดือนกุมภาพันธ์ 2539 และเริ่มสูงขึ้นในเดือนมีนาคม 2539 (รูปที่ 1)

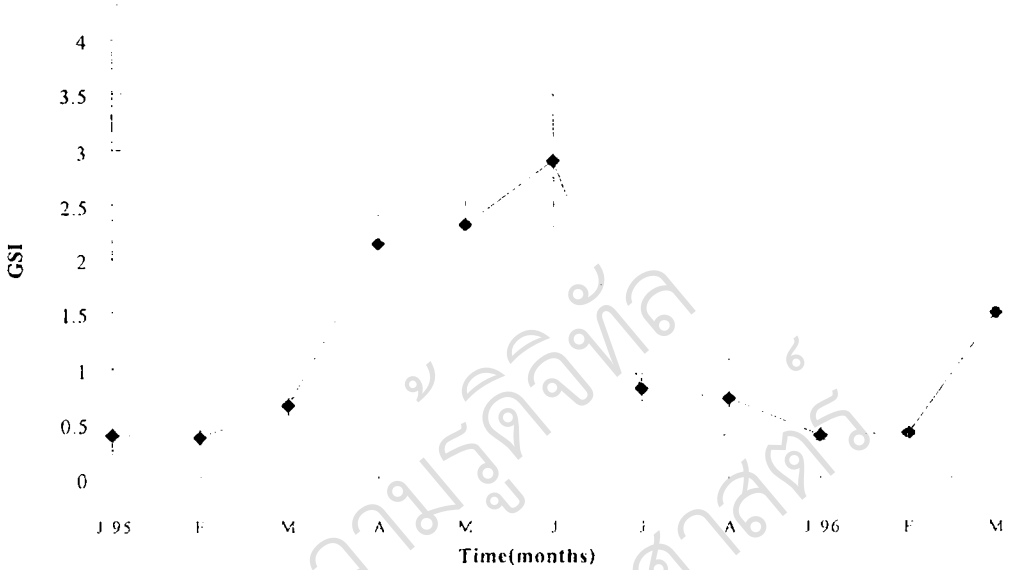


Table 1 Variation of gonadrosatosomatic index (GSI) in sand whiting at outer part of Songkhla lake

สำหรับการศึกษาค่าเฉลี่ยของดัชนีตับ(HSI)ของปลาเห็ดโคนเพศเมียในแต่ละเดือนมีค่าต่ำสุดในเดือนกุมภาพันธ์ 2538 และเริ่มสูงขึ้นเป็นลำดับตั้งแต่เดือนมีนาคม 2538 และสูงสุดในเดือนเมษายน 2538 แล้วค่อยๆ ลดลงตามลำดับจนมีค่าต่ำสุดกรกฎาคม 2538 แล้วกลับค่อยๆ เพิ่มขึ้นสูงสุดอีกครั้งในเดือนสิงหาคม 2538 จากนั้นลดลงต่ำสุดในเดือนกุมภาพันธ์ 2539 (รูปที่ 2)

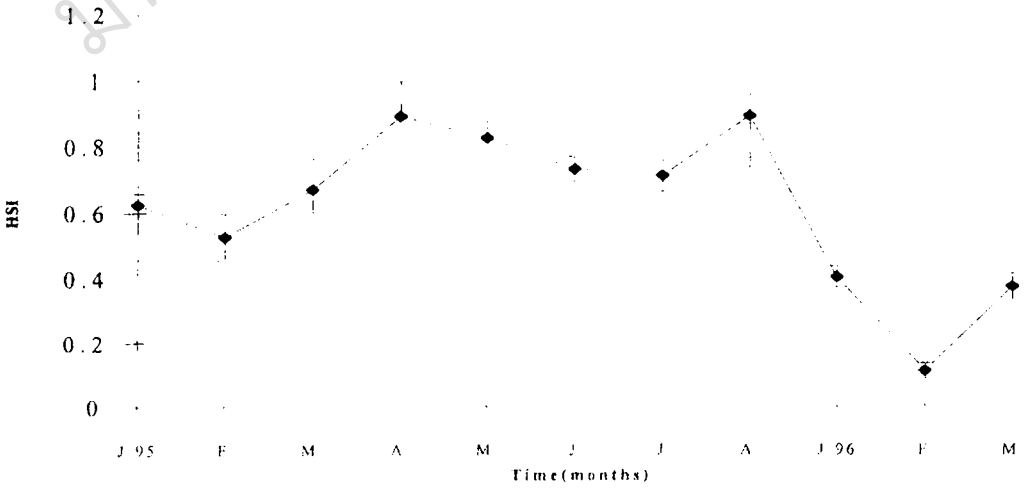


Table 2 Variation of hepatosomatic index (HSI) in sand whiting at outer part of Songkhla lake

2.การเปลี่ยนแปลงทางเนื้อเยื่อของรังไข่

รังไข่ของปลาเห็ดโคนประกอบด้วยไข่ระยะต่างๆ กระจายอยู่ทั่วไป โดยแบ่งระยะการพัฒนาโดยอ้างอิงจาก Kesteven (1960) พบว่ารังไข่ปลามี 7 ระยะคือ 1) chromatin nucleolus stage 2) perinucleolus stage 3) Cortical alveoli stage 4) Yolk granule stage 5) Mature oocyte 6) Post ovulatory stage 7) Atresia (รูปที่3) และไข่แต่ละระยะจะแพร่กระจายมากหรือน้อยในระยะเวลาต่างกันดังนี้

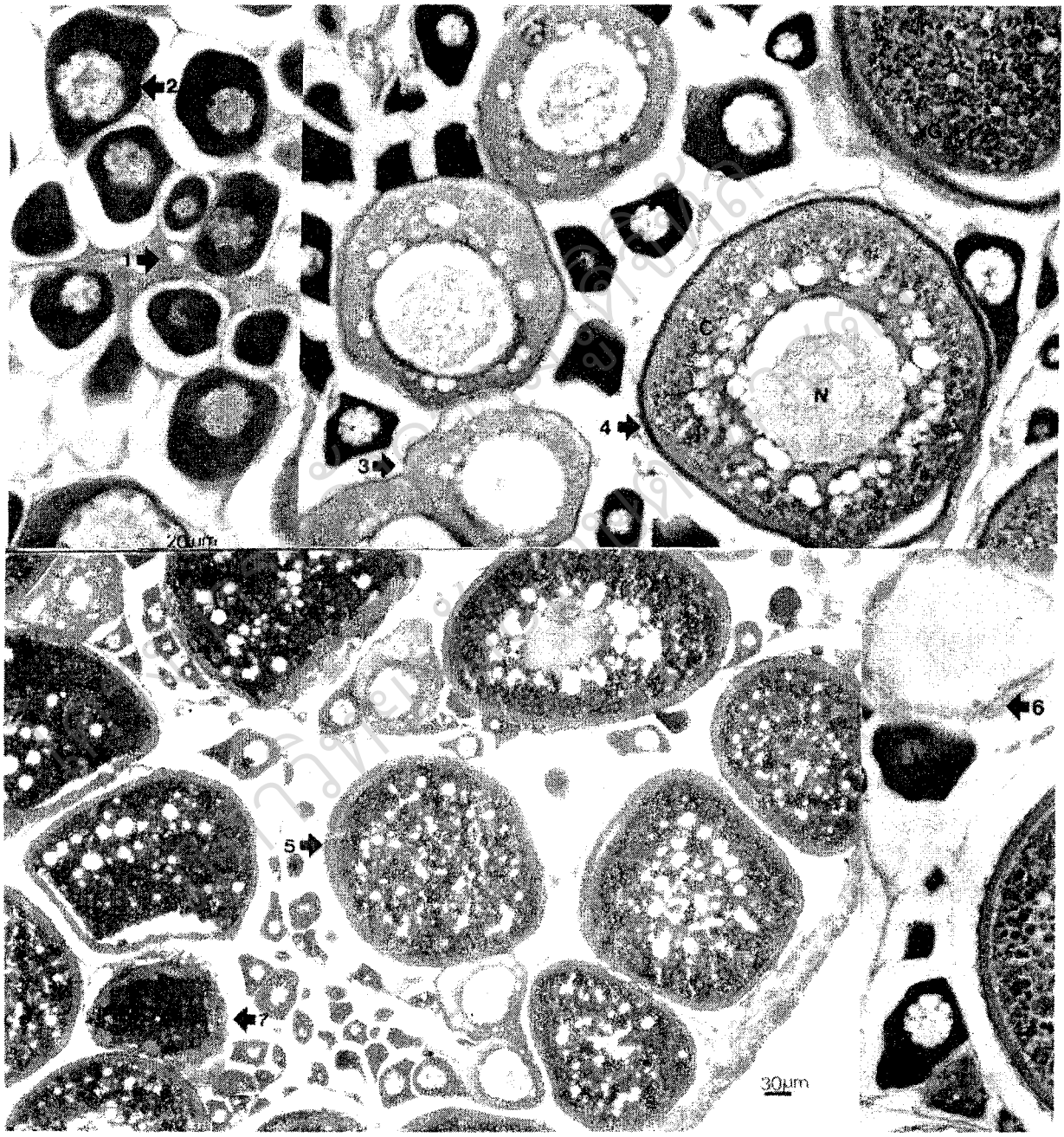


Table 3 Oocyte development; 1-3: previtellogenin, 4-5 : vitellogenin 6: Post ovlatory stage, and 7: atresia N : nucleus ,C : cytoplasm , YG : yolk granule

ระยะที่1 : Chromation nucleolus stage เป็นระยะแรกที่ไข่เริ่มมีการพัฒนาซึ่งส่วนมากเป็นการเปลี่ยนแปลงภายในนิวเคลียสและการเพิ่มปริมาณของไซโตพลาสซึม โดยยังไม่มีการสร้างและสะสมอาหาร จัดเป็นระยะไข่อ่อน ไข่ในระยะนี้จะปรากฏในปริมาณน้อยและพบได้ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ถึงมีนาคม 2538และเดือนกุมภาพันธ์ถึงมีนาคม 2539 เท่านั้น

ระยะที่2 : Peri-nucleolus stage เป็นระยะที่ไข่เริ่มมีการพัฒนาซึ่งส่วนมากเป็นการเปลี่ยนแปลงภายในนิวเคลียสและการเพิ่มปริมาณของไซโตพลาสซึม ยังไม่มีการสร้างและสะสมอาหาร จัดเป็นระยะไข่อ่อนโดยเริ่มพัฒนาจากระยะ Chromation nucleolus พบว่าฟอลลิเคิลมีขนาดใหญ่ขึ้น ไข่ในระยะนี้จะปรากฏในตัวอย่างทุกๆ เดือน โดยพบได้ตั้งแต่เดือนมกราคม 2538 และมีค่าสูงสุดในเดือนกุมภาพันธ์ 2538 (91.12%) ถึงเดือนมีนาคม 2538 และค่อยๆ ลดลงจากเดือนเมษายน 2538 (23.48%) และลดลงต่ำสุดในเดือนมิถุนายน (10.77%) แล้วค่อยๆเพิ่มในเดือนกรกฎาคม 2538 ยกเว้นในเดือนสิงหาคม 2538 และเพิ่มขึ้นสูงสุดในเดือนกุมภาพันธ์ 2539 (86.52%)

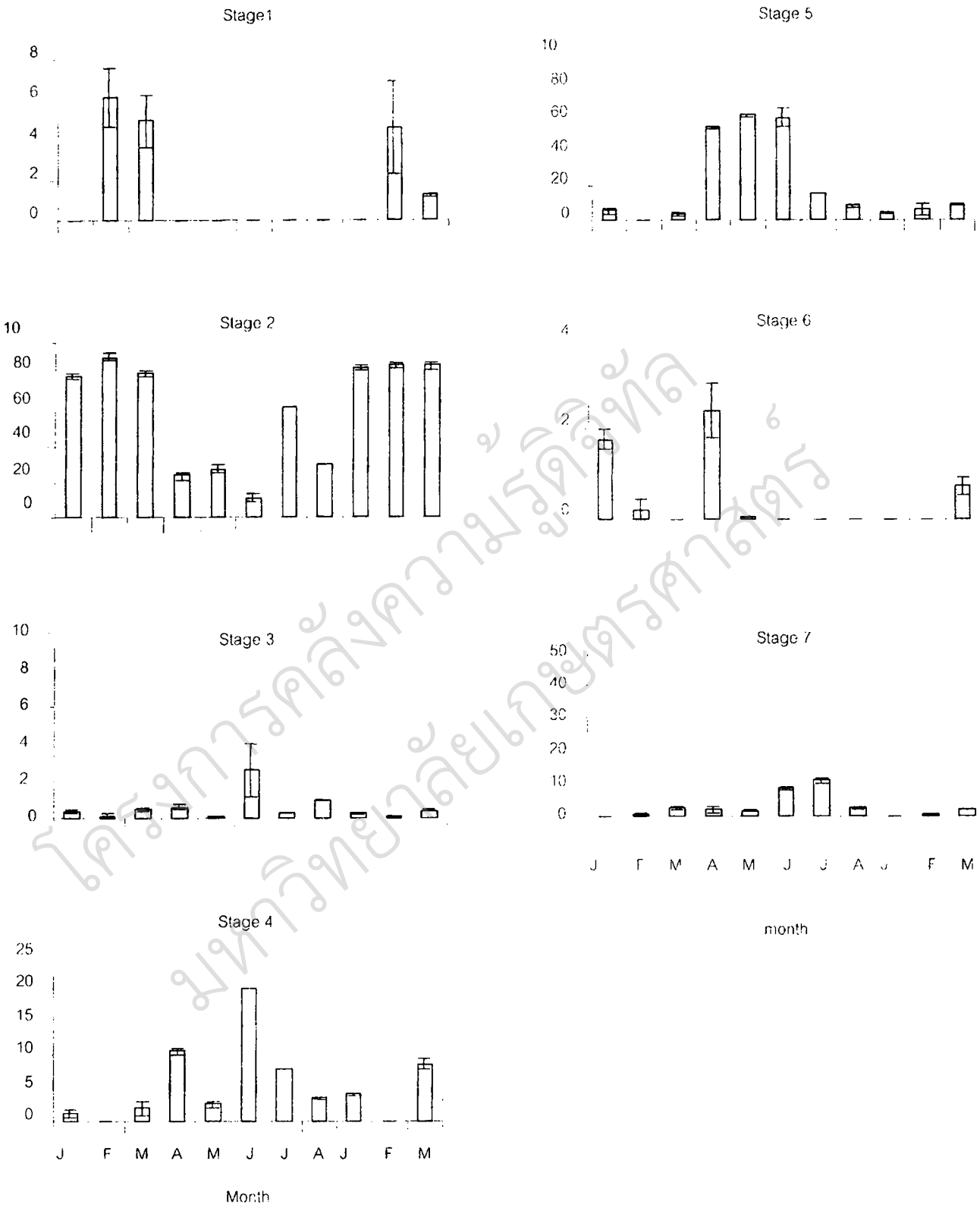
ระยะที่ 3 : Cortical alveoli stage ในระยะนี้ไข่มีการพัฒนามากขึ้น โดยการสร้างและสะสมโยล์คไว้ภายในไซโตพลาสซึมและสะสมไวเทลโลจีนินและสะสมอาหารจำพวกโพลีแซคคาไรด์เป็นหลักอยู่ในรูปของ yolk vesicle ทำให้เซลล์มีขนาดใหญ่ขึ้นจะพบระยะนี้มากที่สุดในเดือนมิถุนายน (25.56%) และลดลงเหลือ 0.48% ในเดือนกุมภาพันธ์

ระยะที่4 : Yolk granule stage ในระยะนี้ไข่มีการพัฒนามากขึ้น มีการสร้างและสะสมโยล์คซึ่งเป็นไวเทลโลจีนินจากภายนอกมาเก็บไว้ในเซลล์ไข่ในรูปของ yolk granule ภายในไซโตพลาสซึม และจะเพิ่มจำนวนมากขึ้นเรื่อยๆ ทำให้ไข่มีขนาดใหญ่ขึ้น ไข่ในระยะนี้จะค่อยๆ เพิ่มขึ้นจากเดือนกุมภาพันธ์ 2538 และเพิ่มขึ้นสูงสุดในเดือนมิถุนายน 2538 จากนั้นค่อยๆ ลดลงและต่ำสุดในเดือนกุมภาพันธ์ 2539

ระยะที่5 : Mature oocyte เป็นระยะที่ไข่มีการพัฒนาขั้นสุดท้าย โดยหลังจากสิ้นสุดระยะสะสมไวเทลโลจีนินแล้ว และ yolk granule ค่อยๆ รวมตัวเป็นเนื้อเดียวกัน ไข่ในระยะนี้จะค่อยๆ เพิ่มขึ้นจากเดือนกุมภาพันธ์และเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในเดือนเมษายน (55.29%)โดยเพิ่มขึ้นสูงสุดในเดือนพฤษภาคมจากนั้นค่อยๆ ลดลงตามลำดับ จากนั้นจะค่อยๆ ลดลงและต่ำสุดในเดือนมกราคมและกุมภาพันธ์

ระยะที่6: Post ovlatory stage เป็นรังไข่ระยะหลังสิ้นสุดการวางไข่แล้ว รังไข่จะอยู่ในระยะพักก่อนที่จะเริ่มมีการพัฒนาเพื่อการสืบพันธุ์ในปีถัดไป ภายในรังไข่จะพบไข่ระยะก่อนการสะสมไวเทลโลจีนินซึ่งไข่ในระยะดังกล่าวพบได้ในเดือนมกราคม 2538 ถึงเดือนพฤษภาคม 2538 แต่พบได้ในปริมาณน้อยมาก

ระยะที่7 : Atresia เป็นระยะที่สิ้นสุดการวางไข่ หรือเมื่อสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมที่จะพัฒนาในขั้นต่อไป ไข่ที่กำลังพัฒนาจะสลายตัวไปเอง ไข่ในระยะนี้จะพบได้ในระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2538 ถึงเดือนสิงหาคม 2538 แต่พบได้มากที่สุดในระหว่างเดือนมิถุนายน 2538ถึงเดือนกรกฎาคม 2538 (รูปที่ 4)



โครงการคลังความรู้ดิจิทัล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Table 4 Percentage of oocyte of sand whiting at each development stage

3. การเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำ

คุณสมบัติของน้ำบริเวณปากทะเลสาบสงขลาในระหว่างการเก็บตัวอย่างปลามีค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ระหว่าง 7.5-8.4 ความเค็ม 11-33 ppt ปริมาณค่าความเป็นด่าง (alkalinity) 48-220 ppm ไนไตรท์-ไนโตรเจน 0-0.004 ppm ไนเตรท-ไนโตรเจน 0-0.0042 ppm แอมโมเนียม-ไนโตรเจน 0.0006-0.026 ppm และออร์โธฟอสเฟต 0.001-0.030 ppm

สรุปและวิจารณ์ผล

ผลการศึกษาวงจรการสืบพันธุ์ของปลาเห็ดโคนเพศเมียที่รวบรวมมาจากบริเวณปากทะเลสาบสงขลา พบว่าพัฒนาการของรังไข่มีความสัมพันธ์กับค่า GSI เมื่อการพัฒนาการของรังไข่ของปลามีค่าสูง GSI ก็มีค่าสูงตาม โดยพบว่าค่า GSI และรังไข่มีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อยๆจากเดือนมีนาคม และมีค่าสูงสุดในเดือนมิถุนายน สอดคล้องกับการศึกษาของอังสุนีย์ (2541) และ สง่า (2516) ซึ่งพบว่าปลาเห็ดโคนมีการวางไข่สูงสุดในเดือนเมษายนถึงเดือนมิถุนายน เพราะเมื่อไข่พัฒนาสูงสุดก็วางไข่ และพบลูกปลาเห็ดโคนมากในเดือนกรกฎาคม ผลการศึกษานี้สนับสนุนแนวความคิดของการใช้ GSI เป็นตัวชี้การพัฒนาการของไข่ในปลา (อุทัยรัตน์ ,2535; Clemens and Reed, 1967; Munkittrick and Leatherland, 1984)

จากการศึกษาทางด้านเนื้อเยื่อ พบว่ารังไข่ของปลาเห็ดโคนมีการพัฒนาแบบไม่สม่ำเสมอ (asynchronous oocyte development) คือมีไข่ทุกระยะพัฒนาในรังไข่ตลอดทั้งปี โดยพบว่ามีไข่ในระยะที่ 2 (perimucleolus stage) กระจายตลอดทั้งปีในปริมาณที่สูง ซึ่งส่วนมากปลาที่มีการพัฒนาของรังไข่แบบนี้เป็นปลาที่มีช่วงฤดูสืบพันธุ์ที่ยาว (de Vlaming ,1983) สอดคล้องกับการศึกษาในปลาตะเพียนขาวซึ่ง นฤพลและวัฒนะ(2537)ได้ศึกษาไว้และพบว่าการพัฒนาของรังไข่แบบไม่สม่ำเสมอเช่นกัน และสอดคล้องกับการสำรวจของ อังสุนีย์ (2541) และจากการศึกษาในการเพาะขยายพันธุ์ปลาเห็ดโคนของเจนจิตต์ และคณะ (2542) ซึ่งพบว่าพ่อแม่พันธุ์ปลาเห็ดโคนวางไข่ได้หลายครั้ง จึงสรุปได้ว่าการพัฒนาของระบบสืบพันธุ์ของปลาเห็ดโคน เริ่มต้นจากเดือนมกราคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ ซึ่งช่วงนี้ปลาจะเริ่มสะสมสารอาหาร คือ ไวเทลโลจีนินเก็บไว้ในไข่ ซึ่งจะเห็นได้ชัดเจนจากเนื้อเยื่อรังไข่ของปลาเห็ดโคนซึ่งติดสีม่วงของสีย้อม heamatoxylin & eosin การเปลี่ยนแปลงของจำนวนไข่แก่มีตลอดทั้งปี นอกจากนั้นยังพบว่าการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของขนาดของไข่ในระยะ perinucleolus ซึ่งจะมีการพัฒนาเป็นระยะสะสมไวเทลโลจีนินตอนปลาย (Cortical aveoli and yolk granule) และระยะไข่แก่ พบได้มากในระหว่างเดือนเมษายนถึงเดือนมิถุนายน ด้วยเหตุนี้ปลาเห็ดโคนแต่ละตัววางไข่หลายครั้งในช่วง 3-4 เดือนของฤดูวางไข่ เนื่องจากเป็นปลาที่มีไข่สุกไม่พร้อมกัน (asynchronous oocyte development) กล่าวคือ ภายในรังไข่ของปลาตัวหนึ่ง มีไข่ที่กำลังพัฒนาอยู่ในระยะต่างๆ กัน ปลาเห็ดโคนจึงทะยอยวางไข่เป็นรุ่นๆ ไป หลังจากวางไข่รุ่นหนึ่งไปแล้วภายในรังไข่ ยังมีไข่ที่กำลังพัฒนาอยู่ในระยะการสะสมไวเทลโลจีนิน ดังนั้น GSI จึงยังคงมีระดับสูงอยู่หลายเดือน จวบจนสิ้นฤดูวางไข่ในปีนั้น ไข่แก่และไข่ที่กำลังพัฒนาที่ยังหลงเหลืออยู่ภายในรังไข่จะสลายตัวไปเหลือแต่ไข่อ่อนระยะก่อนสะสมไวเทลโลจีนิน คือรังไข่อยู่ในระยะพัก จึงมีค่า GSI ต่ำ (Chan et al., 1991)

นอกจากนี้ยังพบว่าการเปลี่ยนแปลงของจำนวนไข่แก่ในรอบปีที่ศึกษา ยังมีความสัมพันธ์โดยตรงกับการเปลี่ยนแปลงความเค็มของน้ำทะเล หลังจากผ่านฤดูฝนและฤดูมรสุมไปแล้ว และระยะเวลาที่พบไข่แก่มากที่สุดจะพบที่ความเค็มค่อนข้างคงที่ พบว่าปลาเห็ดโคนมีไข่แก่เกิดขึ้นในระหว่างเดือนเมษายนถึงเดือนมิถุนายน ซึ่ง

จะพบว่าความเค็มบริเวณปากทะเลสาบสงขลาจะเริ่มคงที่และผ่านฤดูมรสุมไปแล้ว เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงตัวของลูกปลาวัยอ่อนตามธรรมชาติสอดคล้องกับข้อมูลของสง่า (2516) โดยพบว่ามีลูกปลาวัยอ่อนในธรรมชาติมากในช่วงเดือน กรกฎาคม แต่ในการศึกษาครั้งนี้ไม่สามารถเก็บตัวอย่างได้ในเดือนกันยายน-ธันวาคม 2538 เนื่องจากอยู่ในช่วงฤดูมรสุมมีคลื่นลมจัด ทำให้ไม่สามารถเก็บตัวอย่างได้

จากการศึกษาครั้งนี้สามารถสรุปได้ว่าการพัฒนามีความสัมพันธ์โดยตรงกับการเปลี่ยนแปลงความเค็มของน้ำ แต่การวางไข่ของปลาเห็ดโคนจะเกิดขึ้นในเดือนเมษายน-มิถุนายน และสามารถเกิดขึ้นได้หลายครั้งในหนึ่งฤดูและพบความสัมพันธ์นี้สอดคล้องกับค่า GSI

เอกสารอ้างอิง

เจนจิตต์ คงกำเนิด, สุนิตย์ โรจนพิทยากุล, วิชัย วัฒนกุล, เรณู ยาชิโร และสรณัฏฐ์ ศิริสวย. 2542. การเพาะและอนุบาลลูกปลาเห็ดโคน. เอกสารวิชาการฉบับที่ 3/2542. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง. 16 หน้า.

ทรงชัย สหวัชรินทร์. 2515. การศึกษาชีวประวัติของปลาเห็ดโคน. รายงานประจำปี 2514-2515. สถานีประมงทะเลสงขลา, กรมประมง. หน้า 203-210.

นฤพล สุขุมาสวิน และวัฒนะ ลีลาภัทร. 2537. วงจรการสืบพันธุ์ในรอบปีของแม่ปลาตะเพียนขาว. วารสารการประมง ฉบับที่ 1 : 21-30.

ไพโรจน์ สิริมนตาภรณ์ และอังสุนีย์ ชุณหปราณ. 2538. การศึกษาชนิดปลาเห็ดโคนในภาคใต้ตอนล่างของไทย. เอกสารวิชาการฉบับที่ 16/2538. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง. 14 หน้า.

สง่า วัฒนชัย. 2516. ชนิดและความชุกชุมของลูกปลาวัยอ่อนทางฝั่งตะวันตกของอ่าวไทยและความชุกชุมของปลาทูลังวัยอ่อนในฤดูวางไข่ ปี 2515-2516. สถานีประมงจังหวัดสมุทรสาคร กรมประมง. 55 หน้า.

อุทัยรัตน์ ณ นคร. 2535. การเพาะขยายพันธุ์ปลา. ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 239 หน้า.

Aida, K., Korose, K., Yokote, M. and Hibiya, T., 1973. Physiological studies on gonadal maturation of fishes II. Histological changes in the liver cells of Ayu following gonadal maturation and estrogen administration. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 39:1109-1115.

Chan, S. L.,Tan C. H., Pang, M.K. and Lam, T. J. 1991. Vitellogenin purification and Development of Assay for Vitellogenin Receptor in Oocyte membranes of the tilapia (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus 1766) J. Exp. Zool. 257:96-109.

Clemens, H.P. and Reed,C.A.,1967. Long term gonadal growth and maturation of goldfish (*Carassius auratus*) with pituitary injections. Copeia. pp. 465-466.

Crim, LoW. And Idler, D.R. 1978. Plasma gonadotropin, estradiol, and vitellogenin and phosvitin levels in relation to the seasonal reproductive cycles of female brown trout. Ann. Biol. Anim. Biochemm. Biophys. 18:1001-1005.

De Vlaming, V.L. 1983. Oocyte development patterns and hormonal involvements among teleost. In J.C. Rankin, T.J. Pitcher and R.T. Duggan (eds.) Control processes in fish physiology. New York To ronto. A Wiley-Interscience. Publication pp. 176-199.

Fostier, A. and Jalabert, B. 1982. Physiological basis of practical means to induce ovulation in fish. *In* H.J.Th. Goos and C.J.F. Richter (eds.). Proceedings of the international symposium on reproductive physiology of fish. Pudoc, Wageningen, the Netherland. pp. 164-173.

Kesteven,G.L.1960. Manual of methods in fisheries biology. FAO man. Fish.Sci. 1, 152 pp.

Lambert, J.G.D., Bosman,G.I.C.G.M., van den Hurk, R. and van Oordt, P.G.W.J. 1978. Annual cycle of plasma oestradiol-17beta in the female trout *Salmo gairdneri* Ann. Biol. Biochem. Biophys. 18:923-927.

Munkittrick, K.R. and Leatherland, J.F. 1984. Seasonal Changes in the pituitary gonad asis of goldfish, *Carassius auratus* L., from Ontario, Canada. J. Fish Bid. 24: 75-90.

Scott, A.P., Bye, V.J. and Baynes, S.M. 1980. Seasnal variation in sex steroids of female rainbow trout *(Salmo gairdneri Richardson)*. J. Fish Biol. 17:587-592.

Scott, A.P. and Sumpter, J.P. 1983. A comparision of the female reproductive cycles of autumn-spawning and winter-spawning strains of rainbow trout (*Salmo gairdneri Richardson*). Gen. Comp. Endocrinol. 49:128-134.

Selmen.K. and Wallace, R.A. 1989. Cellular aspects of oocyte growth in teleosts. Zool. Sci. 6:211-231.

Ueda, H, Hiroi, O. Hara, A., Yamauchi, K. and Nagaham, Y. 1984. Changes in serum concentration of steroid hormones, thyroxine, and vitellogenin during spawning migration of the chum salmon, *Oncorhynchus keta*. Gen. Com. Endocrino. 53:203-211.

Whitehead, C., Bromage, N.R. and Breton, B. 1983. Changes in serum levels of gonadotropin, estradiol-17beta and vetellogenin during the first and subsequent reproductive cycles of female rainbow trout. Aquaculture. 43:317-326.