วงจรการสืบพันธุ์ของปลากระบอกดำในบริเวณทะเลสาบสงขลา

Reproductive cycle of mullet (*Liza subviridis*, Forsskal) in outer part of Songkhla lake

วิชัย วัฒนกุล [1] และ มาวิทย์ อัศวอารีย์ [1]

Vichai Vatanakul[1] and Mavit Assavaaree[1]

บทคัดย่อ

ศึกษาวงจรการสืบพันธุ์ของปลากระบอกดำ (*Liza subviridis*)บริเวณปากทะเลสาบสงขลา สุ่มตัวอย่างปลามาศึกษาการเปลี่ยนแปลงดัชนีการสืบพันธุ์ (GSI) และการเปลี่ยนแปลงทางด้านเนื้อเยื่อพบว่าดัชนีการสืบพันธุ์มีการเปลี่ยนแปลงสัมพันธ์กับพัฒนาการของรังไข่และสเปอร์ม และผลการศึกษาทางด้านเนื้อเยื่อของรังไข่พบว่าพีค (peak) ของระยะไข่แก่ พบสูงสุดอยู่ 3 ช่วงช่วงแรกระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคม ระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงเดือนกรกฎาคม และระหว่างเดือนตุลาคมถึงเดือนพฤศจิกายน สำหรับเดือนอื่นๆพบว่ารังไข่อยู่ในระยะพัก ส่วนผลการศึกษาทางด้านเนื้อเยื่อของอัณฑะพบว่าดัชนีการสืบพันธุ์มีการเปลี่ยนแปลงตลอดทั้งปี คุณสมบัติของน้ำในระหว่างการเก็บตัวอย่างปลาบริเวณปากทะเลสาบสงขลามีค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ระหว่าง 7.5-8.4 ความเค็ม 9-34 ppt ปริมาณค่าความเป็นด่าง (alkalinity) 44-218 ppm ไนไตรท์-ไนโตรเจน 0-0.004 ppm ไนเตรท-ไนโตรเจน 0-0.0041 ppm แอมโมเนียม-ไนโตรเจน 0.0005-0.028 ppm และออร์โธฟอสเฟต 0.001-0.032 ppm

ABSTRACT

The reproductive cycle of mullet (*Liza subviridis*) at the outer part of Songkhla lake was investigated . The histological analysis of the ovary was highly correlated with GSI, testis and oocyte development. Peaks of mature oocyte of mullet were January-March, May-July and October-November. Water properties during observation period were pH 7.5-8.4, salinity 9-34 ppt , alkalinity 44-218 ppm, nitrite, nitrate and ammonia –N and orthophosphate were 0-0.004; 0-0.0041; 0.0005-0.028 and 0.001-0.032 ppm respectively.

Keywords : reproductive cycle, mullet,Songkhla Lake

1 กลุ่มชีววิทยาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง อำเภอ เมือง จังหวัด สงขลา

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

คำนำ

ปลากระบอกดำ(*Liza subviridis*)เป็นปลาชนิดหนึ่งที่มีความชุกชุม ในบริเวณทะเลสาบสงขลาและชายฝั่งใกล้เคียง (ทรงชัยและไพโรจน์, 2511 ; ไพโรจน์ และอังสุนีย์, 2538 ; วิชัยและคณะ, 2537และอังสุนีย์, 2537) เป็นปลาที่มีรสชาติดี ราคาแพง เป็นที่นิยมบริโภคกันโดยทั่วไป ในประเทศไทยมีการเลี้ยงปลาชนิดนี้บ้างแต่ยังไม่แพร่หลาย สามารถเพาะขยายพันธุ์ปลากระบอกดำได้สำเร็จครั้งแรกในประเทศไทยเมื่อปี 2536 (นิเวศน์ และคณะ 2536) อย่างไรก็ตามการพัฒนาเทคนิคต่างๆจำเป็นต้องเข้าใจในขบวนการพัฒนาของระบบสืบพันธุ์ในรอบปีเพื่อใช้ในการควบคุมการสืบพันธุ์ของปลา การเก็บตัวอย่างปลามาศึกษาอวัยวะสืบพันธุ์ตลอดปีทำให้ทราบว่าฤดูวางไข่ที่แท้จริงของปลาชนิดนั้นๆอยู่ในช่วงใดการศึกษาจะดูจากสัดส่วนเป็นร้อยละของน้ำหนักอวัยวะสืบพันธุ์เทียบกับน้ำหนักตัว ค่าดังกล่าวเรียกว่าดัชนีการสืบพันธุ์ (gonadosomatic index,GSI) ค่า GSI จะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆจนสูงสุดในฤดูวางไข่ และค่า GSI ของปลาแต่ละชนิดมีค่าแตกต่างกัน ทั้งนี้เพราะปลาแต่ละชนิดสร้างไข่จำนวนไม่เท่ากัน เช่นปลาทั่วๆไปเมื่อมีไข่แก่จะมีค่า GSI อยู่ในช่วง 8-12 เปอร์เซ็นต์ในขณะที่ปลานิลมีค่า GSI 0.16-0.45 เปอร์เซ็นต์ทั้งนี้เพราะปลานิลสร้างไข่ได้น้อย นอกจากนั้นค่าดังกล่าวของปลาเพศเมียมีค่าสูงกว่าปลาเพศผู้โดยเฉพาะในฤดูวางไข่ (อุทัยรัตน์, 2535) ปัจจุบันในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งในประเทศไทย มีการศึกษาวงจรการสืบพันธุ์ของปลาทะเลกันน้อย โดยทั่วไปการศึกษาในต่างประเทศจะเน้นไปในกลุ่มปลาแซลมอน (salmonid) ซึ่งเป็นปลาในเขตหนาว (Crim and Idler, 1978) ส่วนในประเทศไทยในปลาน้ำจืดได้เริ่มมีการศึกษาวงจรการสืบพันธุ์ในรอบปีของปลาตะเพียนขาว (นฤพล และวัฒนะ, 2537) การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจะศึกษาการพัฒนาระบบสืบพันธุ์ในรอบปีของ**ปลากระบอกดำ**ที่อยู่บริเวณปากทะเลสาบสงขลา โดยใช้ค่า gonadosomatic index (GSI), hepatosomatic index (HSI) และการเปลี่ยนแปลงทางเนื้อเยื่อ (Histology)ของรังไข่และอัณฑะเป็นตัวบ่งชี้ พัฒนาการของระบบสืบพันธุ์

อุปกรณ์และวิธีการ

สุ่มตัวอย่างปลากระบอกดำทั้งเพศผู้และเพศเมียที่รวบรวมได้จากธรรมชาติบริเวณปากทะเลสาบสงขลาที่มีน้ำหนักเฉลี่ย 100 กรัมขึ้นไป เดือนละ 100 ตัว ทุกเดือน เป็นเวลา 12 เดือน (ธันวาคม 2537 ถึง พฤศจิกายน 2538) ชั่งน้ำหนักและวัดความยาวปลาแต่ละตัวแล้วฆ่าปลาเพื่อเก็บตัวอย่างรังไข่ อัณฑะและตับมาชั่งน้ำหนักแล้วนำไปคำนวณค่า GSI (น้ำหนักรังไข่ x 100/น้ำหนักตัว) และค่า HSI (น้ำหนักตับx100/น้ำหนักตัว) ตัวอย่างรังไข่ อัณฑะและตับ ถูกนำมาดองในสารละลาย Bouin (3:1 vv/wt) สำหรับนำไปศึกษาทางเนื้อเยื่อ ตามวิธีการของ Kesteven (1960) นำตัวอย่างมาแยกปริมาณของไข่แต่ละระยะบันทึกภายใต้กล้องจุลทรรศน์ นอกจากนั้นได้ศึกษาคุณภาพน้ำ เช่น ความเค็ม ความเป็นกรดเป็นด่าง ปริมาณค่าความเป็นด่าง (alkalinity) ไนไตรท์-ไนโตรเจน ไนเตรท-ไนโตรเจน แอมโมเนียม-ไนโตรเจน และฟอสฟอรัสรวม ในระหว่างดำเนินการเก็บตัวอย่างควบคู่ไปด้วย

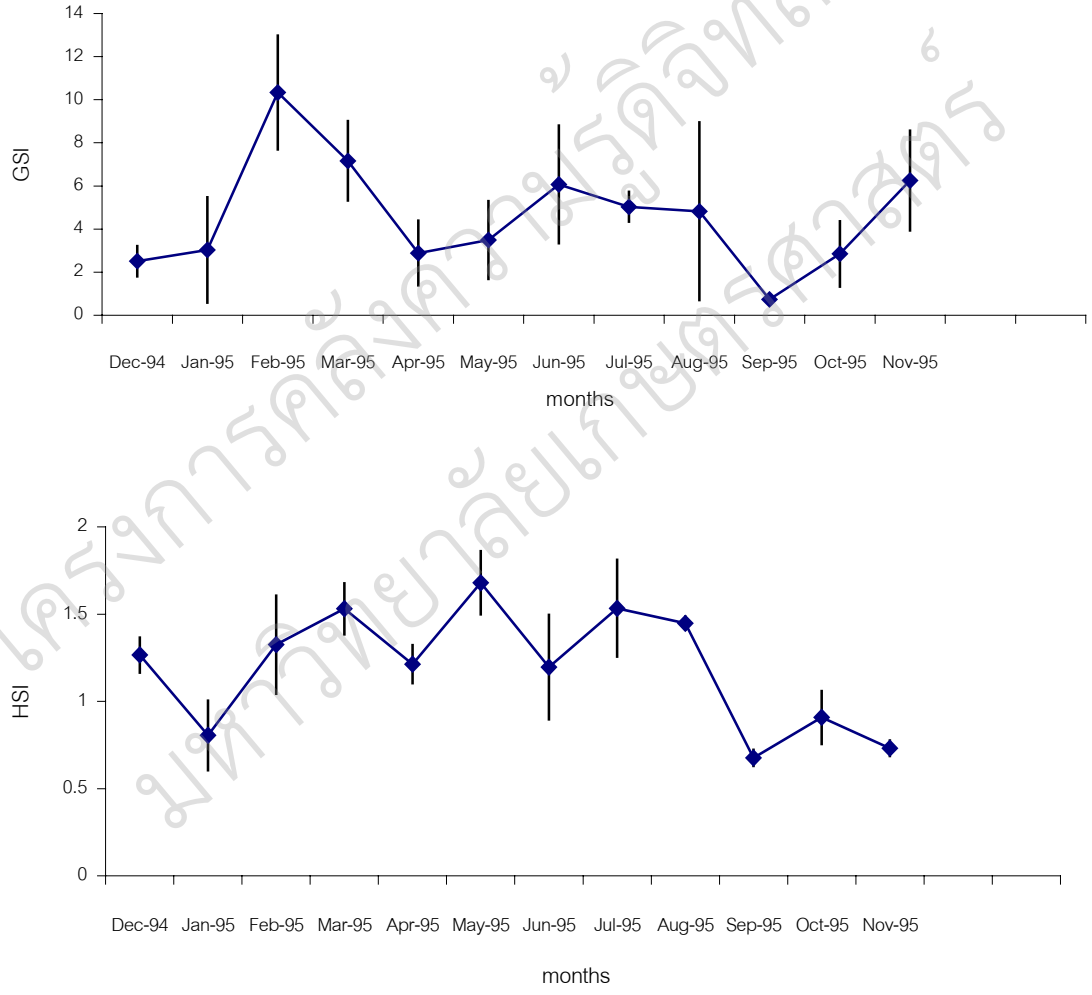
ผลการศึกษา

1.การพัฒนาของระบบสืบพันธุ์ของปลากระบอกดำ

1.1. การพัฒนาของระบบสืบพันธุ์ของปลากระบอกดำเพศเมีย

การพัฒนาของระบบสืบพันธุ์ของปลากระบอกดำเพศเมียในแต่ละเดือนพบว่า ค่าเฉลี่ยดัชนีการสืบพันธุ์ในแต่ละเดือนมีค่าต่ำในเดือนธันวาคม 2537 ถึงเดือนมกราคม 2538 และมีค่าสูงอยู่ 3 ช่วง ช่วงแรกระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคม ระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงเดือนกรกฎาคม และระหว่างเดือนตุลาคมถึงเดือนพฤศจิกายน 2538 (รูปที่ 1)

สำหรับการศึกษาค่าเฉลี่ยของดัชนีตับ (HSI) ของปลากระบอกดำเพศเมียในแต่ละเดือนมีค่าต่ำสุดในเดือนมกราคม 2538 และเริ่มสูงขึ้นเป็นลำดับตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2538 และสูงสุดในเดือนมีนาคม 2538 แล้วค่อยๆ ลดลงตามลำดับจนมีค่าต่ำสุดในเดือนเมษายน 2538 แล้วกลับค่อยๆ เพิ่มขึ้นสูงขึ้นดังแสดงในรูปที่ 1



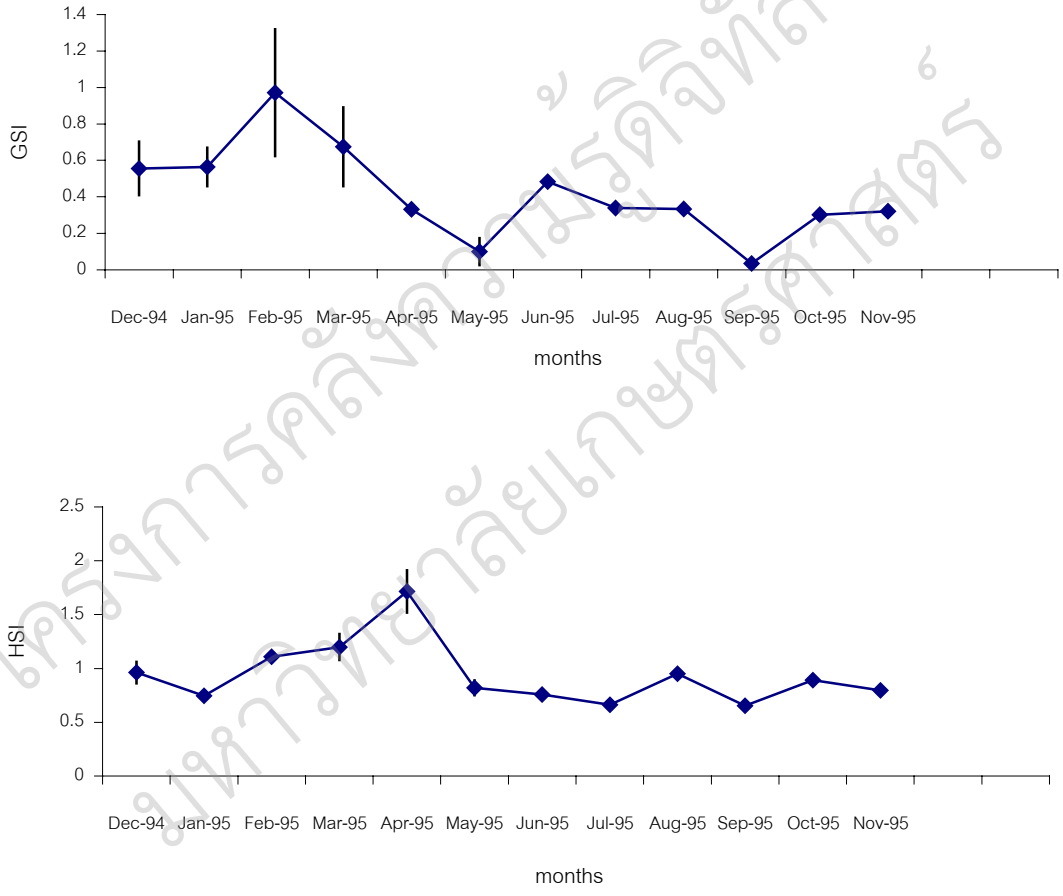
โครงการคลังความรู้ดิจิทัล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Figure 1 Variation of gonadosomatic index (GSI) and hepatosomatic index (HSI) in female mullet at outer part of Songkhla Lake

1.2.การพัฒนาของระบบสืบพันธุ์ของปลากระบอกดำเพศผู้

การพัฒนาของระบบสืบพันธุ์ของปลากระบอกดำเพศผู้ในแต่ละเดือนพบว่าค่าเฉลี่ยดัชนีการสืบพันธุ์ในแต่ละเดือนมีค่าต่ำในเดือนธันวาคมถึงเดือนมกราคม 2537 และมีค่าสูงอยู่ระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคม (รูปที่ 2)

สำหรับการศึกษาค่าเฉลี่ยของดัชนีตับ(HSI)ของปลากระบอกดำเพศผู้ในแต่ละเดือนมีค่าต่ำสุดในเดือนมกราคม 2538 และเริ่มสูงขึ้นเป็นลำดับ และสูงสุดในเดือนกุมภาพันธ์ 2538 แล้วค่อยๆ ลดลงตามลำดับจนมีค่าต่ำสุดกรกฎาคม 2538 แล้วกลับค่อยๆ เพิ่มขึ้นสูงสุดอีกครั้งในเดือนสิงหาคม 2538 จากนั้นลดลงต่ำสุดในเดือนกันยายน 2538 (รูปที่ 2)



โครงการคลังความรู้ดิจิทัล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Figure 2 Variation of gonadosomatic index (GSI) and hepatosomatic index (HSI) in male mullet at outer part of Songkhla Lake

2.การเปลี่ยนแปลงทางเนื้อเยื่อของอวัยวะสืบพันธุ์

2.1. การเปลี่ยนแปลงทางเนื้อเยื่อของรังไข่

รังไข่ของปลากระบอกดำประกอบด้วยไข่ระยะต่างๆ กระจายอยู่ทั่วไป โดยแบ่งระยะการพัฒนาตาม

วิธีการของ 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 และไข่แต่ละระยะจะแพร่กระจายมากหรือน้อยในระยะเวลาต่างกันดังนี้

ระยะที่1 : Chromation nucleolus stage เป็นระยะแรกที่ไข่เริ่มมีการพัฒนาซึ่งส่วนมากเป็นการเปลี่ยนแปลงภายในนิวเคลียสและการเพิ่มปริมาณของไซโตพลาสซึม โดยยังไม่มีการสร้างและสะสมอาหาร จัดเป็นระยะไข่อ่อน ไข่ในระยะนี้จะปรากฏในปริมาณน้อยและพบได้ตั้งแต่เดือนธันวาคม 2537 มกราคม 2538 เมษายน พฤษภาคม และเดือนกันยายน 2538 เท่านั้น

ระยะที่2 : Peri-nucleolus stage เป็นระยะที่ไข่เริ่มมีการพัฒนาซึ่งส่วนมากเป็นการเปลี่ยนแปลงภายในนิวเคลียสและการเพิ่มปริมาณของไซโตพลาสซึม ยังไม่มีการสร้างและสะสมอาหาร จัดเป็นระยะไข่อ่อนโดยเริ่มพัฒนาจากระยะ Chromation nucleolus พบว่าฟอลลิเคิลมีขนาดใหญ่ขึ้น ไข่ในระยะนี้จะปรากฏในตัวอย่างทุกๆ เดือน โดยพบได้ตั้งแต่เดือนธันวาคม 2537 เมษายน 2538 และค่อยๆ ลดลงจากเดือนเมษายน 2538 และลดลงต่ำสุดในเดือนพฤษภาคม แล้วค่อยๆเพิ่มในเดือนกรกฎาคม 2538 โดยพบว่าไข่ในระยะนี้มีความสัมพันธ์ผกผันกับ GSI

ระยะที่ 3 : Cortical alveoli stage ในระยะนี้ไข่มีการพัฒนามากขึ้น โดยการสร้างและสะสมโยล์คไว้ภายในไซโตพลาสซึมและสะสมไวเทลโลจีนินและสะสมอาหารจำพวกโพลีแซคคาไรด์เป็นหลักอยู่ในรูปของ yolk vesicle ทำให้เซลล์มีขนาดใหญ่ขึ้น ไข่ในระยะนี้พบกระจายตลอดทั้งปีและพบระยะนี้มากที่สุดในเดือนธันวาคม 2537 (81.12%) และลดลงเหลือ 25.38% ในเดือนพฤศจิกายน 2538

ระยะที่4 : Yolk granule stage ในระยะนี้ไข่มีการพัฒนามากขึ้น มีการสร้างและสะสมโยล์คซึ่งเป็นไวเทลโลจีนินจากภายนอกมาเก็บไว้ในเซลล์ไข่ในรูปของ yolk granule ภายในไซโตพลาสซึม และจะเพิ่มจำนวนมากขึ้นเรื่อยๆ ทำให้ไข่มีขนาดใหญ่ขึ้น ไข่ในระยะนี้พบกระจายตลอดทั้งปี

ระยะที่5 : Mature oocyte เป็นระยะที่ไข่มีการพัฒนาขั้นสุดท้าย โดยหลังจากสิ้นสุดระยะสะสมไวเทล-โลจีนินแล้ว และ yolk granule ค่อยๆ รวมตัวเป็นเนื้อเดียวกัน ไข่ในระยะนี้จะค่อยๆ เพิ่มขึ้นจากเดือนมกราคมและเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและเพิ่มขึ้นสูงสุดในเดือนกุมภาพันธ์ จากนั้นค่อยๆ ลดลง ตามลำดับ การเปลี่ยนแปลงของไข่ระยะนี้มีความสัมพันธ์โดยตรงกับการเปลี่ยนแปลง GSI และการเปลี่ยนแปลงความเค็มของน้ำบริเวณปากทะเลสาบสงขลา

ระยะที่6: Post ovulatory stage เป็นรังไข่ระยะหลังสิ้นสุดการวางไข่แล้ว รังไข่จะอยู่ในระยะพักก่อนที่จะเริ่มมีการพัฒนาเพื่อการสืบพันธุ์ในปีถัดไป ภายในรังไข่จะพบไข่ระยะก่อนการสะสมไวเทลโลจีนินซึ่งไข่ในระยะดังกล่าวพบได้ตลอดทั้งปี

ระยะที่7 : Atresia เป็นระยะที่สิ้นสุดการวางไข่ หรือเมื่อสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมที่จะพัฒนาในขั้นต่อไป ไข่ที่กำลังพัฒนาจะสลายตัวไปเอง ไข่ในระยะนี้จะพบได้ในระหว่างเดือนพฤษภาคม 2538 ถึงเดือนกรกฎาคม 2538 (รูปที่ 3)

2.2. การเปลี่ยนแปลงทางเนื้อเยื่อของอัณฑะ

จากการศึกษาทางด้านเนื้อเยื่อของอัณฑะในปลากระบอกดำเพศผู้มีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ได้ตลอดทั้งปี โดยมีการพัฒนาของสเปอร์มาติดในอัณฑะตลอดทั้งปี

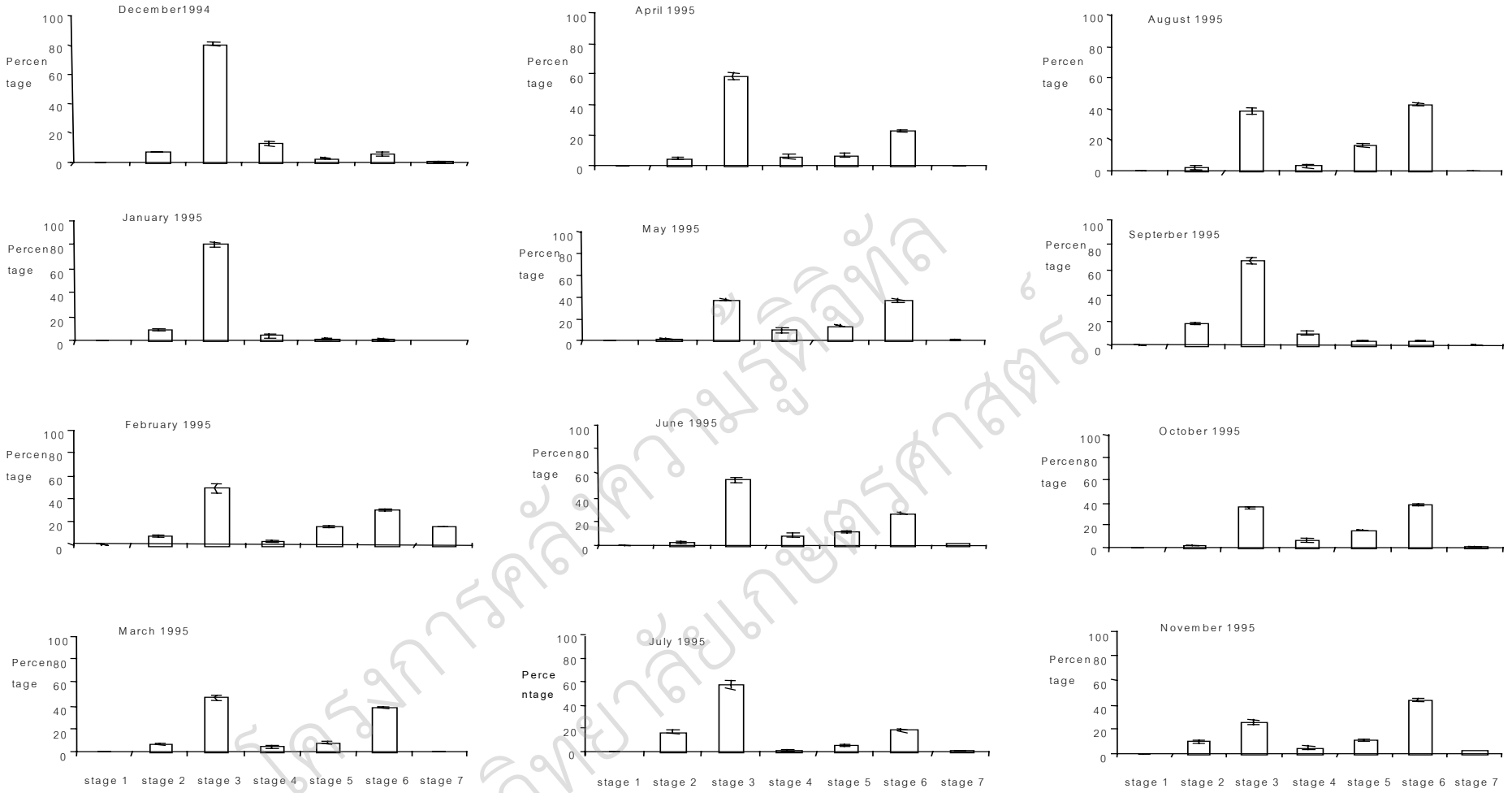


Figure 3 Percentage of oocyte of mullet at each development stage

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.การเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำ

คุณสมบัติของน้ำบริเวณปากทะเลสาบสงขลาในระหว่างการเก็บตัวอย่างปลามีค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ระหว่าง 7.5-8.4 ความเค็ม 9-34 ppt ปริมาณค่าความเป็นด่าง (alkalinity) 44-218 ppm ไนไตรท์-ไนโตรเจน 0-0.004 ppm ไนเตรท-ไนโตรเจน 0-0.0041 ppm แอมโมเนียม-ไนโตรเจน 0.0005-0.028 ppm และออร์โธฟอสเฟต 0.001-0.032 ppm

สรุปและวิจารณ์ผล

ผลการศึกษาวงจรการสืบพันธุ์ของปลากระบอกดำที่รวบรวมมาจากบริเวณปากทะเลสาบสงขลา พบว่าพัฒนาการของรังไข่และอัณฑะมีความสัมพันธ์กับค่า GSI และมีความสัมพันธ์สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของความเค็มของน้ำทะเล เมื่อการพัฒนาการของรังไข่และอัณฑะของปลามีค่าสูง GSI ก็มีค่าสูงตาม พบว่าค่า GSI มีค่าสูงในเดือนกุมภาพันธ์ มิถุนายนและพฤศจิกายน ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าปลากระบอกดำวางไข่ในเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน เดือนมิถุนายนถึงสิงหาคม และเดือนตุลาคมถึงธันวาคม สอดคล้องกับการศึกษาของทรงชัยและไพโรจน์(2511)และสมชาติ(2517)ซึ่งพบว่าปลากระบอกดำมีการวางไข่สูงสุดในเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนสิงหาคมและเดือนตุลาคมถึงธันวาคมเพราะเมื่อไข่พัฒนาสูงสุดก็วางไข่และพบลูกปลากระบอกดำตลอดทั้งปี สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำโดยเฉพาะความเค็มของน้ำบริเวณปากทะเลสาบสงขลา

จากการศึกษาทางด้านเนื้อเยื่อของปลากระบอกดำพบว่ารังไข่ของปลากระบอกดำมีการพัฒนาแบบไม่สม่ำเสมอ (asynchronous oocyte development) คือมีไข่ทุกระยะพัฒนาในรังไข่ตลอดทั้งปี โดยพบว่ามีไข่ในระยะที่ 3 (cortical alveoli stage) กระจายตลอดทั้งปีในปริมาณที่สูง สอดคล้องกับการศึกษา de Vlaming (1983)ซึ่งพบว่าส่วนมากปลาที่มีการพัฒนาของรังไข่แบบนี้เป็นปลาที่มีช่วงฤดูสืบพันธุ์ที่ยาว ในการศึกษาในปลาตะเพียนขาว ในปลาเห็ดโคน ซึ่งนฤพล และวัฒนะ(2537) วิชัย และเจนจิตต์ (2545)ได้ศึกษาไว้พบว่า การพัฒนาของรังไข่แบบไม่สม่ำเสมอเช่นกัน และสอดคล้องกับการสำรวจของ อังสุนีย์ (2537) และจากการศึกษาในการเพาะขยายพันธุ์ปลากระบอกดำของนิเวศน์ และคณะ (2536) ซึ่งพบว่าพ่อแม่พันธุ์ปลากระบอกดำวางไข่ได้หลายครั้ง การพัฒนาของระบบสืบพันธุ์ของปลากระบอกดำ ปลาจะเริ่มสะสมสารอาหาร คือ ไวเทลโลจีนิน ซึ่งไวเทลโลจีนินจะถูกสังเคราะห์ขึ้นในตับแล้วปล่อยเข้าสู่กระแสเลือด ในขณะที่ไวเทลโลจีนินถูกสังเคราะห์ขึ้นในตับ ดัชนีตับ(HIS) จะมีค่าสูงขึ้นแล้วค่าค่อย ๆ ลดลงเมื่อไวเทลโลจีนินนั้นถูกสังเคราะห์แล้วปล่อยเข้าสู่กระแสเลือด ไปยังรังไข่ ทำให้รังไข่ของปลากระบอกดำมีขนาดและน้ำหนักเพิ่มขึ้น จึงพบว่า GSI จึงมีค่าสูงขึ้นเรื่อย ๆ เช่นเดียวกับการพัฒนาของรังไข่ ในขณะที่ในปลากระบอกเพศผู้พบว่า HIS กับค่า GSI ไม่มีความสัมพันธ์ ซึ่งจะเห็นได้ชัดเจนจากเนื้อเยื่อรังไข่ของปลากระบอกดำซึ่งติดสีม่วงของสีย้อม heamatoxylin & eosin การเปลี่ยนแปลงของจำนวนไข่แก่มีตลอดทั้งปี นอกจากนั้นยังพบว่าการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของขนาดของไข่ในระยะ perinucleolus ซึ่งจะมีการพัฒนาเป็นระยะสะสมไวเทลโลจีนินตอนปลาย (Cortical aveoli and yolk granule) และระยะไข่แก่ด้วยเหตุนี้ปลากระบอกดำแต่ละตัววางไข่หลายครั้งในช่วง 2-3 เดือนของฤดูวางไข่ เนื่องจากเป็นปลาที่มีไข่สุกไม่พร้อมกัน (asynchronous oocyte development) กล่าวคือ ภายในรังไข่ของปลาตัวหนึ่ง มีไข่ที่กำลังพัฒนาอยู่ในระยะต่างๆ กัน ปลากระบอกดำจึงทะยอยวางไข่เป็นรุ่นๆ ไป หลังจากวางไข่รุ่นหนึ่งไปแล้วภายในรังไข่ ยังมีไข่ที่กำลังพัฒนาอยู่ในระยะการสะสมไวเทลโลจีนิน ดังนั้น GSI จึงยังคงมีระดับสูงอยู่หลายเดือน จวบจนสิ้นฤดูวาง

ไข่ในปีนั้น ไข่แก่และไข่ที่กำลังพัฒนาที่ยังหลงเหลืออยู่ภายในรังไข่จะสลายตัวไปเหลือแต่ไข่อ่อนระยะก่อนสะสมไวเทลโลจีนิน คือรังไข่อยู่ในระยะพักจึงมีค่า GSI ต่ำ (Chan et al., 1991)

เอกสารอ้างอิง

ทรงชัย วัชรินทร์และไพโรจน์ พรหมานนท์. 2511. ชีวประวัติบางประการของปลากระบอกดำ(*Mugil dussumieri*) ในทะเลสาบสงขลา รายงานประจำปี 2511. สถานีประมงทะเลสงขลา, กรมประมง. หน้า 102-130.

นิเวศน์ เรืองพานิช เรณู ยาชิโรและวิชัย วัฒนกุล. 2536. การเพาะและอนุบาลปลากระบอกดำ. เอกสารวิชาการฉบับที่ 18/2536. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง. 13 หน้า.

นฤพล สุขุมาสวิน และวัฒนะ ลีลาภัทร. 2537. วงจรการสืบพันธุ์ในรอบปีของแม่ปลาตะเพียนขาว. วารสารการประมง 47(1) : 21-30.

ไพโรจน์ สิริมนตาภรณ์ และอังสุนีย์ ชุณหปราณ. 2538. ชีวประวัติของปลากระบอกดำในทะเลสาบสงขลาและบริเวณใกล้เคียง . เอกสารวิชาการฉบับที่ 11/2537. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง. 21 หน้า.

วิชัย วัฒนกุลและเจนจิตต์ คงกำเนิด. 2545. วงจรการสืบพันธุ์ของแม่ปลาเห็ดโคนเพศเมียในบริเวณทะเลสาบสงขลา. การประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 40 ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 9 หน้า.

สมชาติ สุขวงศ์. 2517. การศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับการผสมเทียมปลากระบอกดำ (*Mugil dussumieri*) (gv.) รายงานผลการปฏิบัติงานทางวิชาการประจำปี 2516 – 2517 : 84 – 102.

อังสุนีย์ ชุณหปราณ. 2537. การศึกษาชนิดปลาเห็ดโคนในภาคใต้ตอนล่างของไทย. เอกสารวิชาการฉบับที่ 16/2538. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง. 14 หน้า.

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

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.

Crim, L.W. 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.

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

โครงการวิทยานิพนธ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์