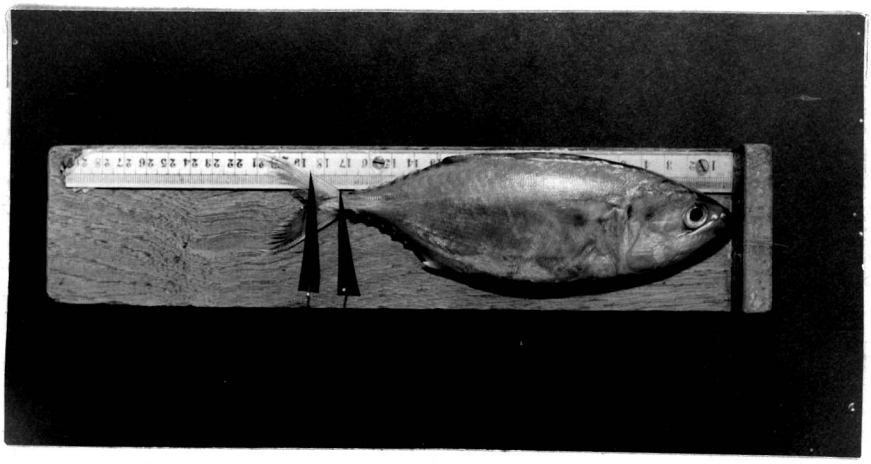
สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ ๑ ปลาทู Rastrelliger neglectus.

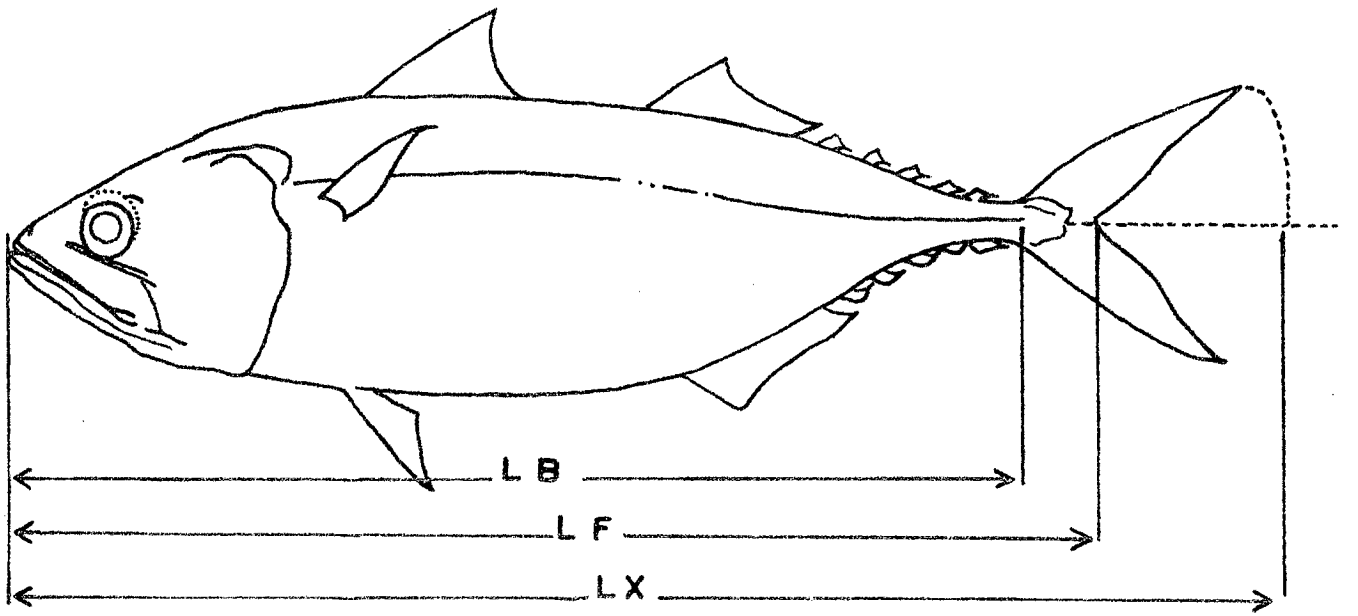


Fig. 2 Morphometric measurements of chub mackerel (R. neglectus)

ภาพที่ 2 การวัดสัดส่วนต่างๆของปลาทู (R. neglectus)

คำนำ

ปลาทู (short-bodied mackerel หรือ Indo-Pacific chub mackerel : Herre, 1953) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า Rastrelliger neglectus (van Kampen, 1907) เป็นปลาที่อยู่ในสกุลเดียวกับ ปลาลัง (Rake-gill mackerel ; Munro, 1955) ซึ่งมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า R. Kanagurta (Cuvier, 1817) ทั้งปลาทูและปลาลังเป็นปลาผิวน้ำ อยู่รวมกันเป็นฝูง ในอ่าวไทย ชาวประมงจับปลาทูได้เป็นปริมาณมากกว่าปลาลัง

ปลาทูจัดเป็นปลาชนิดหนึ่งที่สำคัญที่สุดทางเศรษฐกิจของประเทศไทย ประชาชนชาวไทยนิยมรับประทานเป็นอาหารหลัก เนื่องจากราคาไม่แพงมากนัก และมีรสอร่อย และนอกจากนี้ ปลาทูยังเป็นอาหารที่มีคุณค่าทางโปรตีนสูง พิจารณาจากปริมาณสัตว์น้ำทะเลที่นำมาขึ้นที่สะพานปลากรุงเทพ พบว่ามีปลาทูมากที่สุด ในปี พ.ศ. ๒๕๐๕ มีปลาทูเป็นจำนวนถึง ๑๑,๗๕๘ ตัน ในสัตว์น้ำทะเลทั้งหมด ๔๕,๒๐๒ ตัน และในปี พ.ศ. ๒๕๐๙ มีปลาทูเป็นจำนวน ๓๘,๓๕๕ ตัน ในจำนวนสัตว์น้ำทะเลทั้งหมด ๗๕,๔๘๒ ตัน และตามสถิติปริมาณสัตว์น้ำทำเค็มชนิดต่าง ๆ ที่นำมาขึ้นที่สะพานปลากรุงเทพ ปลาทูก็มีปริมาณเป็นอันดับหนึ่ง คือมีตั้งแต่ ๑๗๐,๔๔๓ กิโลกรัม ในปี พ.ศ. ๒๕๐๕ และ ๔๑๒,๕๒๙ กิโลกรัม ในปี พ.ศ. ๒๕๐๙ (สถิติการประมงของประเทศไทย ๒๕๐๙) และนอกจากนี้ ปลาทูเค็มยังเป็นสินค้าออกที่สำคัญของประเทศ เช่น ในปี พ.ศ. ๒๕๐๙ ส่งออกเป็นจำนวนถึง ๑๘๓ ตัน คิดเป็นมูลค่า ๗๒๒,๓๒๖ บาท (กรมศุลกากร)

ปัจจุบันนี้ ประชากรของประเทศได้เพิ่มมากขึ้นทุกปี ในอัตราการเกิดร้อยละ ๓.๒ รัฐบาลได้สนับสนุนให้มีการพัฒนาการประมงให้กว้างขวาง โดยเฉพาะทางด้านการประมงทะเล ซึ่งเป็นแหล่งผลิตผลที่อุดมสมบูรณ์ เพื่อเพิ่มผลผลิต โดยได้รับความช่วยเหลือจากต่างประเทศ เช่น ญี่ปุ่น เยอรมัน เดนมาร์ค ซึ่งส่งผู้เชี่ยวชาญมาแนะนำการใช้เครื่องมือประมงใหม่ ๆ และวิธีทำการประมง รวมทั้งให้คำแนะนำในการวิจัยทรัพยากรประมง หรือให้ทุนส่งเจ้าหน้าที่ไปอบรมดูงานต่างประเทศ (ชมจุรัยและผู้ร่วมงาน, ๒๕๐๘) และในขณะเดียวกัน รัฐบาลได้ดำเนินงานทางด้านการอนุรักษ์ทรัพยากรณ์ประมงและการนำมาใช้ให้เป็นประโยชน์และถูกต้องตามหลักวิชาการ

เพื่อให้ประเทศได้รับผลประโยชน์จากทรัพยากรดังกล่าวอย่างเต็มที่ และติดต่อกันไปในอนาคต กรมประมงได้วางแผนดำเนินงานสอบสวนปลาทู โดยทำการรวบรวมข้อมูลและความรู้ที่เกี่ยวกับประชากรปลาทูมาประกอบพิจารณาการดำเนินการออกมาตรการเพื่ออนุรักษ์ทรัพยากรปลาทูในอ่าวไทย โดยได้เริ่มงานสอบสวนปลาทูตั้งแต่ปี พ.ศ. ๒๕๐๐ (สุคนธมาน, ศรีเรืองชีพ, ๒๕๐๕) และได้เริ่มอย่างจริงจังเมื่อ พ.ศ. ๒๕๐๓ (ชมจุรัย, ๒๕๐๘) โดยกองสำรวจและค้นคว้ากรมประมงได้แบ่งงานสอบสวนปลาทูเป็นหน่วยงานต่าง ๆ ดังนี้

๑. สอบสวนสถิติชีวะ (Biological Statistics)

๒. งานติดเครื่องหมายปลาทู (Tagging experiments)

๓. งานศึกษาเกี่ยวกับแหล่งวางไข่ของปลาทูและชีวประวัติเบื้องต้น (Spawning ground and early life history study)

๔. งานศึกษาเกี่ยวกับแพลงค์ตอนและอาหารของปลาทู (Analysis of stomach contents)

๕. งานศึกษาเกี่ยวกับการแยกเผ่าพันธ์ปลาทูในอ่าวไทย (Racial study)

จึงเห็นได้ว่า งานศึกษาเกี่ยวกับชีวประวัติของปลาทูมีความสำคัญอย่างยิ่ง กรมประมงจึงได้ดำเนินงานในเรื่องนี้ควบคู่กันไปกับงานศึกษาประชากรปลาทู เพื่อนำข้อมูลมาใช้เป็นพื้นฐานในการวางมาตรการอนุรักษ์ทรัพยากรส่วนนี้ให้ถูกต้องและโดยรอบคอบ

และโดยที่การวิจัยเกี่ยวกับระยะการเจริญเติบโตของรังไข่และถุงน้ำเชื้อของปลาทูในอ่าวไทยเป็นงานวิจัยหน่วยหนึ่ง ซึ่งใช้ในการสนับสนุนหน่วยงานสอบสวนปลาทูที่กล่าวมาแล้วข้างต้น โดยจะได้นำข้อมูลที่ได้ไปประเมินหาฤดูและแหล่งวางไข่ของปลาทูให้แน่นอนยิ่งขึ้น จึงได้เลือกทำการศึกษาเรื่องนี้โดยละเอียดเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงขนาดของรังไข่และถุงน้ำเชื้อ และได้ศึกษาเกี่ยวกับลักษณะของเนื้อเยื่อของรังไข่ โดยการย้อมสีและทำภาคตัดต่อเนื่องกันเป็นชุด (serial section) ทั้งนี้ เพื่อใช้ประกอบการพิจารณาในการศึกษาเกี่ยวกับชีวประวัติของปลาทูของหน่วยงานสอบสวนปลาทูของกรมประมงต่อไป

และเนื่องด้วยการศึกษาชีวประมงของสัตว์น้ำไม่ว่าชนิดใด ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวและน้ำหนัก (Length-Weight relationship) ถือเป็นข้อมูลเบื้องต้นที่สำคัญที่จะต้องทราบเพื่อประกอบการศึกษา และในการศึกษาเกี่ยวกับการเจริญเติบโตของอวัยวะเพศของปลาจำเป็นจะต้องทราบขนาดของปลา พร้อมที่จะวางไข่หรือปล่อยน้ำเชื้อ ซึ่งข้อมูลเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของความยาวและน้ำหนักของปลาทูในอ่าวไทยเคยมีผู้รายงานมาบ้างแล้ว (หงสกุลและวณิชย์กุล, ๒๕๐๖ และหงสกุลและเพ็ชรหอย, ๒๕๑๑) แต่ก็ยังเป็นเรื่องจำเป็นที่จะต้องศึกษาเพื่อหาว่าในเวลาที่เปลี่ยนแปลงไป ความสัมพันธ์นี้จะคงที่หรือไม่ เพราะความสัมพันธ์อันนี้อาจเปลี่ยนแปลงได้ตามรุ่นของปลา แหล่งจับ ตลอดจนเวลาที่แตกต่างกัน (หงสกุลและเพ็ชรหอย, ๒๕๑๑ อ้างถึง Chatwin, 1959 ; Bayliff, 1965)

ฉะนั้น นอกจากจะศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างความยาวและน้ำหนักแล้ว ยังมีความประสงค์หาสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวเหยียด (LX = Extreme length) กับความยาวลำตัว (LB = body length) และสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวเหยียด (LX) กับความยาวถึงซอมหาง (LF = fork length) ทั้งนี้ เพื่อสะดวกในการศึกษาต่อไป ซึ่งอาจจะทำการวัดปลาเพียงอย่างใดอย่างหนึ่งก็สามารถเปลี่ยนเป็นความยาวที่ต้องการได้ โดยใช้สมการแสดงความสัมพันธ์ที่เคยหาไว้แล้ว เช่นเดียวกับเมื่อทราบความยาวของปลาก็สามารถทราบน้ำหนักโดยใช้สมการ ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวและน้ำหนัก

วัตถุประสงค์

ในการศึกษาเกี่ยวกับระยะการเจริญเติบโตของรังไข่และถุงน้ำเชื้อ มีวัตถุประสงค์ซึ่งกำหนดไว้ ดังนี้

๑. ศึกษาระยะการเจริญเติบโตของรังไข่และถุงน้ำเชื้อของปลาทูในอ่าวไทย โดยการสุ่มตัวอย่างจากปลาทูที่นำมาขึ้นที่ท่าองค์การสะพานปลากรุงเทพ ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ ๒๕๑๑ ถึง มกราคม ๒๕๑๒ และหาความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญเติบโตของรังไข่และถุงน้ำเชื้อ เพื่อเป็นแนวทางในการหาฤดูวางไข่ของปลานี้ให้แน่นอนยิ่งขึ้น

๒. ศึกษาระยะต่าง ๆ ของการเจริญเติบโตของไข่ (ova) จากขั้นไข่อ่อน (immature ova) จนถึงไข่แก่ขั้นเต็มวัย (mature ova) โดยทำภาคตัดที่ต่อเนื่องกัน (serial section) และย้อมสีเพื่อศึกษาถึงองค์ประกอบของไข่ปลา

๓. หาอัตราส่วนระหว่างเพศของปลาทูในแต่ละเดือน

๔. หาความสัมพันธ์ระหว่างความยาวเหยียดและน้ำหนักของปลาทูแต่ละเพศ (Length - Weight relationship)

๕. หาความสัมพันธ์ระหว่างความยาวเหยียดกับความยาวลำตัว และความยาวเหยียดกับความยาวถึงซอมหางของแต่ละเพศ (Extreme length - Body length relationship and Extreme length - Fork length relationship)

ผลการศึกษาจากเอกสาร

๑. วิธีที่อาจใช้หาฤดูวางไข่ของปลา

นักวิทยาศาสตร์หลายท่านได้ใช้วิธีวัดเส้นผ่าศูนย์กลางของไข่เพื่อหาความเต็มวัยทางเพศ (sexual maturity) ของรังไข่ของปลาหลายชนิด (Thompson 1915 ; Clark 1934; Brock, 1954) อันเป็นงานที่ต้องใช้ความพยายามมาก และต้องใช้ปลาหลายตัว วิธีที่ง่ายขึ้นและได้ผลคือ หาการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักของรังไข่ หรือถุงน้ำเชื้อที่สัมพันธ์กับขนาดของช่วงตัว (Farran, 1938; Masterman, 1913 aa และ1913 b; Oslen และ Merriman, 1946) ต่อมา June, 1953; Yuen, 1955, Schaefer และ Orange, 1956 ได้หาความสัมพันธ์ของไข่ที่อยู่ภายในรังไข่ และ ovary index (O.I.) โดยใช้สูตร

$$O.I. = \frac{W \times 10^7}{L^3}$$

(W = น้ำหนักของรังไข่ทั้ง ๒ ข้าง L = ความยาวถึงซอมหาง) และจากการศึกษาของ Highham และ Nicholson 1964 หาความสัมพันธ์ของ Ova diameter freguency และ ovary index ของปลาชนิดหนึ่ง (Brevoortia tyrannus) พบว่ามีความสัมพันธ์กัน เพราะฉะนั้น ค่าของ ovary index อาจใช้เป็นดัชนีแสดงว่าปลาอยู่ในระยะวางไข่หรือในระยะใดระยะหนึ่งของการเจริญเติบโตของอวัยวะสืบพันธ์ได้

Belsare (1962) ได้ศึกษาเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยของไข่ปลา กับค่าของ gonado somatic index (G.I.) ในปลาช่อนชนิดหนึ่ง (Ophicephalus punctatus, Bloch) ซึ่งค่า G.I. = $\frac{\text{น.น.ของ Gonad} \times 100}{\text{น.น.ของตัว}}$ พบว่ามีความสัมพันธ์กัน และ รัตนโชติ (๒๕๑๐) ได้รายงานเกี่ยวกับไข่ปลาทูว่า มีเส้นผ่าศูนย์กลางและค่า G.I. สัมพันธ์กัน ฉะนั้น จากการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้ Gonado somatic index อย่างเดียว ในการหาระยะเวลาที่ปลาทูจะวางไข่ มิได้วัดเส้นผ่าศูนย์กลางของไข่ทุกรังไข่ แต่วัดเฉพาะบางตัว เพื่อนำมาจัดกลุ่มขนาดของไข่ และนำมาทำภาคตัดต่อเนื่องกัน และย้อมสี เพื่อศึกษาถึงองค์ประกอบของไข่ปลา

Palekar และ Karandikar (1950, 1952, 1953) ใช้เส้นผ่าศูนย์กลางของไข่เป็นหลักในการศึกษาระยะเวลาวางไข่ของปลากุเลา (Eleutheronema tetradactylum, Shaw) ปลาแมว (Thrissocleas purava Ham) และปลาหางไก่ (Coilia dussumieri, Cuv. และ Val.)

Prabhn (1950, 1955 และ 1956) ได้ศึกษาลักษณะการเต็มวัย (maturation) ของปลาดาบเงิน (Trichiurus huamela (Forskal) และปลาอีกหลายชนิด โดยพิจารณาจากไข่ที่อยู่ในรังไข่ เช่นเดียวกับ Sarojini (1957) ศึกษาปลากะบอก (Grey mullet) และ Krishnamoorthi (1958) ศึกษาปลาพวกอินทรีจุด (Spotted seer) เพื่อหาฤดูวางไข่ และความดกของไข่ (fecundity)

Pradhan และ Palekar (1956) ได้ศึกษาลักษณะของอวัยวะเพศภายใน (gonad) ของปลาลัง (Indian mackerel) และทำ key แสดงถึงขั้นเต็มวัย (maturity stages) สำหรับปลาทูในอ่าวไทย บุญประกอบ (๒๕๐๙) ได้ศึกษาความดกของไข่ของปลาทู และปลาลังในอ่าวไทย โดยอาศัยการวัดเส้นผ่าศูนย์กลางของไข่

จากการสังเกตของ Walford (1932), Hickling และ Rutenberg (1936), De Jong (1939), Prabhn (1956) และ Dharmamba (1959) ซึ่งศึกษาไข่ในรังไข่ และได้แบ่งการวางไข่ของปลาเป็น ๓ พวกใหญ่ ๆ ดังต่อไปนี้ คือ

๑. พวกที่มีการผสมพันธ์เกิดขึ้นครั้งเดียวใน ๑ ปี พวกนี้ภายในรังไข่ที่แก่เต็มที่จะประกอบด้วยไข่แก่เต็มที่ (mature) เห็นได้ชัดเจนแตกต่างจากพวกไข่อ่อน (immature)

๒. พวกที่มีฤดูผสมพันธ์ ๒ ครั้ง ใน ๑ ปี ภายในรังไข่จะมีกลุ่มไข่แก่เต็มที่ซึ่งเห็นแตกต่างจากไข่พวกที่กำลังเจริญเติบโต (maturing ova)

๓. พวกที่ใช้เวลาผสมพันธ์เป็นเวลายาวนานเกือบตลอดปี และหยุดชั่วระยะหนึ่ง พวกนี้ในรังไข่มีไข่หลายรุ่น มองไม่ค่อยเห็นความแตกต่างอย่างชัดเจน จะมีทั้งไข่อ่อน ไข่ที่กำลังเจริญเติบโต และไข่ที่แก่เต็มที่แล้ว แสดงให้เห็นว่า มีไข่หลายรุ่นและจากไข่รุ่นหนึ่ง ๆ (batch) เจริญไปต่อเนื่องกัน

๒. <u>ชีวประวัติของปลาทูโดยสังเขป</u>

๒.๑ <u>การแพร่กระจาย</u> Rosa (1959) รายงานว่า ปลาในสกุล <u>Rastrelliger</u> พบในบริเวณที่อุณหภูมิผิวน้ำไม่ต่ำกว่า 17° C ตลอดปี หงสกุล (๒๕๐๙) กล่าวว่า ปลาทูพบมากบริเวณที่เรียกว่าคาบสมุทรอินโด-แปซิฟิค คือบริเวณบรรจบระหว่างมหาสมุทรอินเดียกับแปซิฟิค ได้แก่บริเวณมหาสมุทรอินเดียฝั่งตะวันออกแถบหมู่เกาะอันดามัน สิงค์โปร์ หมู่เกาะชะวา อ่าวไทย ทะเลจีนใต้ถึงฟิลิปปินส์ และเกาะฟิจิ สำหรับมหาสมุทรอินเดียฝั่งตะวันตก มีรายงานพบน้อยมาก และไม่ปรากฏว่าพบปลาทูทางฝั่งตะวันออกของมหาสมุทรแปซิฟิคเลย หงสกุล (๒๕๐๙) ยังกล่าวต่อไปว่าในอ่าวไทยพบปลาทูอยู่ทั่วไปโดยอยู่รวมกันเป็นฝูงใกล้ฝั่งทั้ง ๒ ของอ่าวไทยในบริเวณที่พื้นทะเลเป็นโคลนปนทรายพอควร และไม่พบในบริเวณน้ำใส เช่น เกาะหินปะการัง นอกจากนี้ อาจพบบริเวณชายฝั่งโดยรอบ ตั้งแต่จังหวัดตราด จนถึงนราธิวาส และพบมากในบริเวณที่น้ำจืดไหลลงสู่ทะเล เช่น ตอนก้นอ่าว ปากแม่น้ำบ้านดอน และปากแม่น้ำตราด ซึ่งเป็นบริเวณที่มีแร่ธาตุและอาหารอุดมสมบูรณ์ ทำให้ปลาทูอพยพมาหากิน

Pradhan (1956) รายงานว่าปลาจำพวกปลาทูอยู่ในน้ำเค็มที่มีความเค็มต่ำสุดเพียง ๒๐.๔๐‰ ฉะนั้น เราอาจพบปลาทูในบริเวณน้ำกร่อยได้

๒.๒ อาหาร หงสกุล (๒๕๐๙) กล่าวว่า ปลาทูกินอาหารด้วยการกรองพืชหรือสัตว์ขนาดเล็กจากน้ำทะเลที่ไหลผ่านซี่เหงือก (gill raker) ซี่เหงือกของปลาทูมีลักษณะเป็นเส้นยาวเรียว เรียงอยู่ด้านในของเหงือก (gill arch) ซึ่งบนซี่เหงือกแต่ละซี่จะมีแขนงเล็กละเอียดคล้ายขนอ่อนเรียงอยู่โดยตลอด น้ำทะเลที่ผ่านเข้าปากจะถูกกรอง ทำให้สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่ปนเข้ามาติดอยู่บนซี่เหงือก และถูกกลืนลงสู่กะเพาะ ส่วนน้ำทะเลก็จะไหลผ่านซี่เหงือกไปผ่านพู่เหงือก (gill filaments) เพื่อแลกเปลี่ยนก๊าซในการหายใจ ก่อนที่จะไหลออกภายนอกทางช่อง operculum

เหลือสินทรัพย์ (๒๕๐๘) ได้วิเคราะห์อาหารในกะเพาะปลาทูพบว่า ปลาทูในอ่าวไทยกินแพลงค์ตอนพวกพืชโดยเฉพาะพวก diatoms เป็นส่วนใหญ่ (๖๙.๘๕%) ที่เหลือเป็นพวกแพลงค์ตอนพวกสัตว์ เช่น พวก dinoflagellates, copepods decapods และตัวอ่อนของหอย ถ้าเปรียบเทียบชนิดอาหารปลาทูกับปลาลัง ซึ่ง Bhimachar (1952) รายงานว่า เป็น crustacean 78%, lamellibranch larvae 5.5%, fish egg larval 4%, phytoplakton 11 % จะเห็นว่าปลาลังกินแพลงค์ตอนพวกสัตว์ถึง ๘๙% ส่วนปลาทูกินแพลงค์ตอนพวกพืชเป็นส่วนใหญ่ คือถึง ๗๐%

๒.๓ การสืบพันธ์และแหล่งวางไข่ หงสกุล (๒๕๐๙) กล่าวว่า ปลาทูเป็นสัตว์แยกเพศ ผสมพันธ์แบบ Polygamous mating โดยปลาทูตัวผู้ตัวหนึ่งผสมกับตัวเมียได้หลายตัว และเป็นแบบผสมพันธ์ภายนอก (External fertilization) ในอ่าวไทยปลาทูเริ่มสืบพันธ์เมื่อมีความยาวเหยียด ๑๘๐ ม.ม. ขึ้นไป

Matsui (1959 - 1961) สำรวจอ่าวไทยและทะเลจีนตอนใต้ตามโครงการพญานาค (Naga Expedition) รายงานว่า ปลาทูวางไข่เกือบตลอดปี โดยพบลูกปลาวัยอ่อน (Larval stage) เกือบตลอดฤดูสำรวจ แต่อาจวางไข่มากสุดในเดือนกุมภาพันธ์ ถึง กันยายน และวางไข่น้อยสุด ระหว่างเดือน ตุลาคม ถึง ธันวาคม

บุญประกอบ (๒๕๐๙) รายงานว่า ในอ่าวไทยปลาทูวางไข่ ๒ ครั้ง ในรอบปี คือ ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ ถึง มีนาคม ครั้งหนึ่ง และ เดือน กรกฎาคม ถึง สิงหาคม อีกครั้งหนึ่ง

ชมจุรัย และผู้ร่วมงาน (๒๕๐๘) รายงานว่า ปลาทูในอ่าวไทยวางไข่เกือบตลอดปี เพราะมีปลาทูหลายรุ่นเติบโตทะยอยกันมา การวางไข่ติดต่อกันเป็นเวลา ๗ - ๑๑ เดือน แต่วางไข่มากในเดือน มกราคม ถึง มีนาคม กับเดือน มิถุนายน ถึง สิงหาคม

หงสกุล (๒๕๐๙) กล่าวว่า ถึงแม้ขณะนี้ยังอยู่ในระหว่างการสำรวจแหล่งวางไข่ที่แน่นอน แต่มีเหตุผลพอจะเชื่อได้ว่า ปลาทูในอ่าวไทยมีการวางไข่และเจริญเติบโตในอ่าวไทย มิได้วางไข่แถบทะเลจีนใต้แล้วมาหากินในอ่าวไทยดังที่เคยเข้าใจแต่เดิม

๓. <u>การจับปลาทู</u>

๓.๑ <u>เครื่องมือ</u> หงสกุล (๒๕๐๙) กล่าวว่า เครื่องมือประมงที่ใช้ในการจับปลาทูที่สำคัญคือ โป๊ะ อวนติด อวนตังเก อวนลาด หรือ อวนฉลอม อวนลอย และอวนดำ เป็นต้น ซึ่งแต่เดิมชาวประมงไทยใช้แต่โป๊ะ นอกจากนี้ อวนลากหน้าดินก็อาจจับปลาทูติดขึ้นมาได้บ้าง แต่ไม่มากนัก และไม่ได้เป็นเครื่องมือหลักในการจับปลาทู

หากจะพิจารณาถึงประสิทธิภาพของเครื่องมือประมงแต่ละชนิดในการจับปลาทู ก็อาจดูได้จากปริมาณปลาทูที่จับได้ในปี พ.ศ. ๒๕๐๔ ซึ่งปรากฏว่า ปริมาณจับทั้งหมด ๓๐,๓๑๒,๔๑๗ กิโลกรัม จับได้โดยโป๊ะ ๑๒.๕๕% ตังเก ๔๗.๘๕% อวนติด ๒๐.๑๖% และอื่น ๆ อีก ๑๙.๔๖% (ข้อมูลจากรายงานประจำปี พ.ศ. ๒๕๐๔, กรมประมง, ๒๕๐๗) จะเห็นได้ว่าอวนตังเกสามารถจับปลาทูได้มากกว่าเครื่องมือชนิดอื่น ๆ ซึ่งทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการที่ปลาทูเป็นปลาที่ว่ายน้ำเป็นฝูง หากเรือประมงตังเกติดตามพบฝูงปลาทูเข้า ก็สามารถทำการจับได้ทั้งฝูง หรือเกือบทั้งฝูงนั่นเอง (หงสกุล, ๒๕๐๙)

๓.๒ <u>แหล่งจับ</u> ปลาทูเป็นปลาชายฝั่งที่จับได้ทั่วไปตลอดบริเวณรอบอ่าวไทย นับตั้งแต่นราธิวาสขึ้นมาจนจรดตราด แต่แหล่งที่จับปลาทูได้มากเป็นพิเศษนั้นอาจแบ่งได้เป็น ๓ บริเวณ คือ บริเวณอ่าวไทยตอนใน หรือก้นอ่าว บริเวณอ่าวไทยฝั่งตะวันตกตั้งแต่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ลงไป จนถึงจังหวัดนครศรีธรรมราช และบริเวณน่านน้ำแถบจังหวัดตราด นอกจากนี้ ยังมีแหล่งจับปลาทูอีกแห่งหนึ่ง ซึ่งกำลังได้รับการส่งเสริมให้ทำการประมง คือ บริเวณน่านน้ำทางฝั่งมหาสมุทรอินเดีย ตั้งแต่จังหวัดระนองลงไป

ในบริเวณดังกล่าวนี้ เป็นบริเวณชายฝั่งที่มีแม่น้ำไหลลงสู่อ่าว จึงมีความอุดมสมบูรณ์มาก (หงสกุล, ๒๕๐๙)

๓.๓ ฤดูจับ ชมจุรัยและผู้ร่วมงาน (๒๕๐๘) กล่าวว่า ในอ่าวไทยตั้งแต่จังหวัดสุราษฎร์ธานี ถึงจังหวัดตราด มีฤดูทำการประมงต่างกัน ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับสภาพลมฟ้าอากาศโดยเฉพาะ ลมมรสุมที่พัดเป็นประจำในอ่าวไทยทุกปี มี ๒ ประเภท คือ

๑. ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ เริ่มตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน ถึงมีนาคม จะนำเอาฝนไปตกในจังหวัดชายทะเลฝั่งตะวันตก ตลอดจนฝั่งทะเลในภาคนี้มีคลื่นจัด ทำให้ชาวประมงออกจับปลาได้เป็นครั้งคราว ในฤดูนี้ชาวประมงส่วนใหญ่จึงไปจับปลาทางฝั่งตรงข้าม คือ อ่าวไทยฝั่งตะวันออก ซึ่งคลื่นลมสงบและทะเลเรียบ

๒. ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ เริ่มแต่เดือนเมษายน ถึง ตุลาคม ทำให้ชาวประมงตามชายทะเลฝั่งตะวันออกทำการประมงไม่ได้ ชาวประมงข้ามไปจับปลาทางฝั่งตะวันตก ซึ่งคลื่นลมสงบ

เพราะฉะนั้น ฤดูทำการประมงทางฝั่งตะวันตกของอ่าวไทย จึงเริ่มเดือนมีนาคม ถึงสิงหาคม ส่วนฤดูทำการประมงทางฝั่งตะวันออกเริ่มเดือนพฤศจิกายน ถึง กุมภาพันธ์ ส่วนบริเวณอ่าวไทยตอนในเป็นส่วนที่อยู่ลึกเข้ามาในฝืนแผ่นดิน ดังนั้นการกระทบกระเทือนจากคลื่นลมมรสุมทั้งสองประเภทมีน้อยลง ฤดูทำการประมงในเขตนี้จึงยาวกว่าทั้ง ๒ ฝั่งอ่าว คือเริ่มตั้งแต่เดือนสิงหาคม ถึง กุมภาพันธ์ ถึง ๗ เดือน ฉะนั้น ปลาทูที่จับได้ในบริเวณนี้จึงมีปริมาณมาก

อุปกรณ์และวิธีการศึกษา

๑. อุปกรณ์

๑. ไม้วัดความยาวของปลา
๒. เครื่องชั่งน้ำหนักแบบสปริง และแบบใช้ตุ้มน้ำหนัก
๓. เครื่องมือผ่าตัด
๔. กล้องจุลทัศน์แบบตาเดียว (Monocular microscope)

๕. Occular และ Stage micrometer

๖. น้ำยาทำภาคตัด (section) และย้อมสี formaldehyde 40%, acetic acid, ethyl alcohol, butyl alcohol, xylol, delafield's haematoxylin, eosin, egg albumin, paraffin จุดหลอมเหลว 58° C และ kanada balsm

๗. Microtome สำหรับตัดเนื้อเยื่อ

๘. slide ชนิดเป็นหลุม slide และ cover glass

๙. เอกสารอ้างอิง

๒. <u>วิธีการศึกษา</u>

ได้ทำการสุ่มตัวอย่างปลาทูสดที่นำมาขึ้นที่องค์การสพานปลากรุงเทพ เป็นแบบคละ (random sampling) ๕ วัน ต่อครั้ง เก็บตัวอย่างครั้งละประมาณ ๓๐ ตัว ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ ๒๕๑๑ จนถึงเดือนมกราคม ๒๕๑๒ เป็นเวลา ๑ ปี ได้ปลาตัวเมีย ๑,๐๐๐ ตัว และตัวผู้ ๗๓๖ ตัว เมื่อได้ตัวอย่างมาแต่ละครั้ง ได้ดำเนินการดังต่อไปนี้

๒.๑ <u>การจัดขนาดปลา</u> ใช้ไม้วัดปลาของกรมประมงวัดสัดส่วนต่าง ๆ ซึ่งกำหนดไว้เป็นมาตรฐาน โดยศูนย์การอบรมเกี่ยวกับการสอบสวนปลาทูระหว่างชาติ (The International Training Centre on the Methodology and Techniques of Research on Mackerel. Holt, 1958) ข้อมูลเกี่ยวกับสัดส่วนต่าง ๆ ที่ใช้ในการศึกษาตามรายงานฉบับนี้ มีดังต่อไปนี้

ก. วัดความยาวสุดจากจงอยปากเวลาหุบปากถึงสุดปลายหาง โดยดูปลายหางส่วนบนเข้าหาแกนกลางตัว (Median line) ความยาวนี้เรียกว่า "<u>ความยาวเหยียด</u>" (LX = dorsal extreme length)

ข. วัดความยาวของตัวปลาจากจงอยปากเวลาหุบปาก ถึงโคนครีบหางบน (LB = Body length) ความยาวระยะนี้เรียกว่า "<u>ความยาวของลำตัว</u>"

ค. วัดความยาวของตัวปลาเวลาหุบปากจากจงอยปากถึงตอนลึกสุดของซอมหาง (LF = Fork length) ความยาวนี้เรียกว่า "<u>ความยาวถึงซอมหาง</u>" ในการศึกษาครั้งนี้ ได้วัดความยาวของตัวปลาให้ละเอียดถึง ๐.๑ ม.ม.

(ภาพที่ ๒)

๒.๒ <u>การชั่งน้ำหนักตัวปลา</u> ได้นำปลาแต่ละตัวไปชั่งน้ำหนัก ใช้ตาชั่งแบบสปริง มีหน่วยเป็นกรัม

๒.๓ <u>การตรวจอวัยวะเพศ</u> ได้ทำการผ่าท้องปลาด้วยกรรไกรเพื่อแยกเพศผู้และเพศเมีย และสังเกตลักษณะของการเจริญเติบโตของอวัยวะเพศด้วยตาเปล่า เสร็จแล้วได้ตัดอวัยวะเพศออกไปชั่ง โดยใช้ตาชั่งแบบตุ้มน้ำหนัก แล้วนำไปชั่งโดยละเอียด ให้มีค่าใกล้เคียงกับ ๐.๐๑ กรัม หลังจากนั้น ได้เปิดรังไข่ออกเพื่อศึกษาลักษณะของไข่อย่างปราณีต โดยใช้กล้องจุลทัศน์แบบตาเดียว (Monocular microscope) และใช้กำลังขยายต่ำสุด เพื่อดูว่าไข่มีลักษณะอย่างไร เช่น ทึบแสงหรือโปร่งแสง มีจุดน้ำมันหรือไม่ ฯลฯ

๓. <u>วิธีทำภาคตัด</u> (serial section)

ได้เลือกเก็บรังไข่ชั้นต่าง ๆ มารักษาไว้ ในน้ำยา AFA Fixative ซึ่งมีส่วนประกอบดังนี้ formaldehyde 40% = 10 c.c., acetic acid 5 c.c., ethyl alcohol 95% 85 c.c. แช่รังไข่ในน้ำยานี้ประมาณ ๒๔ - ๔๘ ชั่วโมง โดยเก็บไว้ในตู้เย็น แล้วจึงย้ายไข่ลงใน ethyl alcohol 70 % เพื่อเก็บไว้วัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของไข่ และทำภาคตัดและย้อมสีต่อไป

๓.๑ <u>วิธีวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของไข่</u> ได้ดำเนินการตามวิธีของ Clark (1934) และบุญประกอบ (๒๕๐๙) ดังต่อไปนี้

จากรังไข่ฝักซ้ายตรงส่วนกลาง ตัดรังไข่มาชิ้นเล็ก ๆ ยีให้ไข่หลุดออกจากเยื่อเหนี่ยวรั้ง (Connective tissue) และค่อย ๆ แยกไข่จากกันโดยใช้เข็มผ่าตัดช่วย นำไข่ไปใส่ลงใน ethyl alcohol 70 % ใช้หลอดแก้วดูดขึ้นมาใส่ใน slide ที่เป็นหลุมเพื่อมิให้ไข่แห้ง นำมาวัดโดยใช้กล้องจุลทัศน์แบบตาเดียวกำลังขยายต่ำสุด และวัดด้วย ocular micrometer ซึ่งมีมาตราวัด ๘ หน่วย มีค่าเท่ากับ ๐.๑ ม.ม. ๑ หน่วย จึงมีค่าเท่ากับ ๐.๐๑๒๕ ม.ม.

เนื่องจากรังไข่ทุกชั้นมีไข่ขนาดเล็ก ฉะนั้น จึงวัดไข่ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ ๑๖ หน่วยไมโครมิเตอร์ขึ้นไป (๐.๒ ม.ม.) และเนื่องจากไข่ที่ Fix แล้วไม่กลมทีเดียว ฉะนั้น เพื่อหลีกเลี่ยงการเลือกวัดไข่ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางด้านที่ยาว

ที่สุด หรือสั้นที่สุด จึงใช้การวัดแบบสุ่มโดยวางสเกลของ ocular micrometer ไว้ใน eye piece ตามแนวระดับราบ และไม่เคลื่อน ocular micrometer เลยตลอดการวัด วัดเส้นผ่าศูนย์กลางของไข่ในแนวที่ขนานกับสเกลของไมโครมิเตอร์ ซึ่งจะทำให้วัดไข่ในด้านที่ยาวบ้างหรือสั้นบ้างคละกันไป (Clark 1934, June 1953; Yuen 1955, Schaefer และ Orange 1956)

ในการศึกษาครั้งนี้ได้วัดขนาดของไข่ประมาณ ๕๐๐ ฟองต่อผักไข่ ๑ ผัก

๓.๒ <u>วิธีทำภาคตัด</u> ตัดรังไข่ขนาดยาวประมาณ $\frac{๑}{๒}$ ซ.ม. จากส่วนกลางของรังไข่ผักซ้าย นำมาแช่ลงในน้ำยา ethyl alcohol, butyl alcohol, xylol แล้วฝังไว้ใน Paraffin ซึ่งมีจุดหลอมเหลว 58° C นำมาตัด Serial Section ด้วย Microtome ขนาดหนา 8 Microns ย้อมสีด้วย Delafield's haematoxylin กับ alcoholic eosin เพื่อศึกษารายละเอียดของเนื้อเยื่อและไข่ในรังไข่

๔. <u>การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ</u>

๔.๑ <u>หาระยะการวางไข่</u> โดยพิจารณาจากค่า Gonadosomatic Index

$$(G.I.) = \frac{\text{น.น.ของ gonad}}{\text{น.น.ของตัวปลา}} \times 100\%$$

โดยคำนวณค่า G.I. ของปลาแต่ละตัว โดยแยกเพศผู้และเพศเมีย แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยแต่ละเดือน ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ ๒๕๑๑ ถึง มกราคม ๒๕๑๒

นำค่า G.I. ของแต่ละเดือนของทั้งตัวเมียและตัวผู้มาเขียนลงกระดาษกราฟ เพื่อเปรียบเทียบกันตามแกน Y และระยะเวลาเป็นเดือนตามแกน X ถ้าเดือนใดค่า G.I. สูง แสดงว่าปลาใกล้ระยะ Spawning

(ตารางที่ ๑ กราฟที่ ๑)

๔.๒ <u>หาความสัมพันธ์ของค่า G.I. ระหว่างตัวเมียและตัวผู้</u> โดยให้ค่า G.I. ของตัวเมียเป็นค่า X และค่า G.I. ของตัวผู้เป็นค่า Y

๔.๒.๑ <u>คำนวณหาสมการแสดงความสัมพันธ์ของค่า G.I. ของตัวเมียและตัวผู้ โดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด</u> (Least square method)

$$Y = a + bX$$

$$b = \frac{\Sigma XY - \frac{\Sigma X \Sigma Y}{n}}{\Sigma X^2 - \frac{(\Sigma X)^2}{n}}$$

$$a = \bar{Y} - b\bar{X}$$

เมื่อได้ค่า a และ b แล้วเอามาแทนในสมการ $Y = a + bX$ b จะเป็นค่าของ slope และ a เป็นค่า intercept

(ตารางที่ ๑ กราฟ ที่ ๒)

๔.๒.๒ <u>คำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์</u> (Coefficient = r)

$$r = \frac{\text{Covariance}}{\sqrt{(\text{variance X})(\text{Variance Y})}}$$

$$\text{Covariance} = \frac{\Sigma XY}{n} - \bar{X}\bar{Y} \quad (\bar{X} = \frac{\Sigma X}{n}, \bar{Y} = \frac{\Sigma Y}{n})$$

$$\text{Variance X} = \frac{\Sigma X^2}{n} - (\bar{X})^2$$

$$\text{Variance Y} = \frac{\Sigma Y^2}{n} - (\bar{Y})^2$$

(ตารางที่ ๑)

๔.๓ <u>คำนวณหาอัตราส่วนเพศเมียและเพศผู้แต่ละเดือน</u> ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ ๒๕๑๑ ถึง มกราคม ๒๕๑๒ และทดสอบทางสถิติโดยตั้งสมมุติฐานว่า ในแต่ละเดือน อัตราส่วนเพศไม่เปลี่ยนแปลงไปจาก 1 โดยใช้ χ^2 test degree of freedom = 1 ที่ระดับความเชื่อมั่น ๙๕%

(ตารางที่ ๒)

๔.๔ ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวเหยียดและน้ำหนักของปลาทู (Length Weight relationship)

สูตรที่ใช้ทั่วไปที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวและน้ำหนักของปลา คือ

$$W = cL^n$$

W = น้ำหนักของตัวปลาเป็นกรัม

L = ความยาวเหยียดของปลาเป็น ซ.ม.

n, c = ค่าคงตัว

n = exponential constant

มีค่า = 2.5 - 4.0 (Hile ; 1936, Martin ; 1949)

เปลี่ยนสมการ $W = cL^n$ ให้อยู่ในรูปของลอการิทึม เพื่อให้อยู่ในรูปของสมการเส้นตรง สะดวกในการหาค่า c, n

$$\log W = \log c + n\log L$$

เปรียบเทียบกับสมการ $Y = a + bX$ ซึ่งเป็นสมการเส้นตรง

ตลอดระยะที่ศึกษาได้ปลาทูตัวเมีย ๑,๐๐๐ ตัว ตัวผู้ ๗๓๖ ตัว

ข้อมูลแต่ละเพศแยกกัน จัดแบ่งปลาทูเป็นพวกตามความยาวเหยียดซึ่งมีอันตรภาคชั้นเท่ากับ ๕ เซนติเมตร หาความถี่และน้ำหนักเฉลี่ยที่ได้จากการชั่งของแต่ละชั้น

ให้ $Y = \log W$

$a = \log C$

$b = n$

$X = \log L$

b จะเป็นค่าของ slope และ log C เป็นค่า intercept โดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดจะหาค่า b และ a ได้ จากค่า a, b สามารถกำหนดสมการ

$$\log W = \log C + n\log L$$

$$\therefore W = cL^n$$

และคำนวณค่าน้ำหนักจากสมการเสร็จแล้ว นำค่า L เขียนตามแกน X และค่า W เป็นน้ำหนักเฉลี่ยที่หาได้จากการชั่งปลาและน้ำหนักเฉลี่ยที่ได้จากการคำนวณจากสมการ นำมาเขียนลงบน

กระดาษกราฟธรรมดา ตามแกน Y

(ตารางที่ ๓ กราฟที่๓, ๔)

๔.๕ ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวเหยียด กับความยาวตัว (Extreme length-body length relationship) และ ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวเหยียดกับความยาวถึงซ่อมหาง (Extreme length - fork length relationship) โดยให้อันตรภาคชั้นของความยาวเหยียดเท่ากับ ๕ ซ.ม. เช่นเดียวกับหา L-Wt. relationship แล้วหาค่าเฉลี่ยของความยาวลำตัว และความยาวถึงซ่อมหาง (LF) จากนี้ใช้วิธีกำลังน้อยที่สุด คำนวณหาสมการแสดงความสัมพันธ์ข้อมูลแต่ละเพศแยกกัน แล้วมาเขียนกราฟโดยให้ LX เขียนตามแกน X และ LB กับ LF ตามแกน Y

(ตารางที่ ๔ กราฟที่ ๕,๖)

004635

ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

จากตัวอย่างปลาที่รวบรวมจากองค์การสะพานปลากรุงเทพ ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ ๒๕๑๑ ถึงมกราคม ๒๕๑๒ เป็นเวลา ๑ ปี ได้ปลาตัวเมียเป็นจำนวน ๑,๐๐๐ ตัว และตัวผู้ ๗๓๖ ตัว แยกเพศไม่ได้อีก ๓๖ ตัว มีความยาวเหยียดตั้งแต่ ๑๔๖ ม.ม. ถึง ๒๒๘ ม.ม. และมีน้ำหนักตัวตั้งแต่ ๓๗.๕ กรัม ถึง ๑๓๐ กรัม ปลาเหล่านี้มีน้ำหนักของอวัยวะเพศตั้งแต่ ๐.๐๕ ถึง ๑๒.๘ กรัมส่วนมากเป็นปลาที่จับได้ทางฝั่งตะวันตกและบริเวณน่านน้ำไทย โดยอวนติด อวนดำ และอวนตังเก ได้ผลดังต่อไปนี้ คือ

๑. ฤดูวางไข่ ได้คำนวณหาค่า gonadosomatic index (G.I.) จากน้ำหนักของตัวปลาและน้ำหนักของอวัยวะเพศจากตารางที่ ๑ กราฟที่ ๑ พบว่า ค่า G.I. ของปลาตัวเมียและตัวผู้จะน้อยสุดในระยะระหว่างเดือนกันยายน ตุลาคม พฤศจิกายน และจะค่อย ๆ เพิ่มมากขึ้นเป็นลำดับ จากเดือนธันวาคม มกราคม กุมภาพันธ์ และค่า G.I. ของตัวเมียจะสูงสุดในเดือนมีนาคม ส่วนค่า G.I. ของตัวผู้จะสูงสุดในเดือนกุมภาพันธ์และมีนาคม หลังจากนั้นค่า G.I. ของทั้งสองเพศจะเริ่มลดลง ในเดือนเมษายน พฤษภาคม และมิถุนายน ตามลำดับ และกลับสูงขึ้นอีกในเดือนกรกฎาคม

และค่อยลดลงในเดือนสิงหาคม

ถ้าหากพิจารณาจากค่า G.I. โดยถือหลักว่า ถ้าหาก G.I. มีค่าสูง ก็จะเป็นระยะที่ปลาเริ่มจะวางไข่ ฉะนั้น ปลาทูจะเริ่มวางไข่ในระยะเดือนมีนาคมระยะหนึ่ง และเดือนกรกฎาคมอีกระยะหนึ่ง แต่เมื่อพิจารณาอย่างอื่นประกอบด้วยการที่ค่า G.I. เริ่มสูงขึ้นตั้งแต่เดือนธันวาคม มกราคม กุมภาพันธ์ และสูงสุดในเดือนมีนาคมเป็นระยะที่รังไข่มีการเจริญเติบโตและเริ่มวางไข่ และค่า G.I. ลดลงในเดือนเมษายน พฤษภาคม และมิถุนายน ทั้งนี้ อาจเนื่องจากสาเหตุ ๒ ประการ คือ

๑. ตัวอย่างที่นำมาศึกษาในระหว่างพฤษภาคม และมิถุนายน ประกอบด้วยปลาทูขนาดยาวเหยียด ๑๕๐ - ๑๗๐ ม.ม. ซึ่งเป็นปลาทูขนาดเล็กเริ่มที่จะสืบพันธ์ได้เป็นจำนวนมาก และมีแม่ปลาขนาดยาวเหยียดตั้งแต่ ๑๘๐ ม.ม. ขึ้นไป มีจำนวนน้อย ฉะนั้น ทำให้ค่าเฉลี่ย G.I. ของเดือนนั้นน้อยลง

๒. แม่ปลาตัวอย่างที่มีขนาดยาวเหยียด ๑๘๐ ม.ม. ขึ้นไป ค่า G.I. ก็น้อย เมื่อเทียบกับเดือนมีนาคม ซึ่งอาจสันนิษฐานว่า ปลาที่มีขนาดพอจะสืบพันธ์ได้มีการปล่อยไข่และน้ำเชื้อตัวผู้ ไปผสมกันในระหว่างเดือนเมษายน พฤษภาคม มิถุนายน จึงทำให้น้ำหนักรังไข่และถุงน้ำเชื้อลดลงเป็นเหตุให้ค่า G.I. ลดลง

การที่ค่า G.I. ในเดือนกรกฎาคมกลับสูงขึ้นอีก แต่ก็ยังน้อยกว่าในเดือนมีนาคม เนื่องจากในเดือนกรกฎาคมยังมีปลาที่มีอวัยวะเพศที่เจริญเติบโต ทำให้ค่า G.I. สูง และนอกจากนี้ จากการสุ่มตัวอย่างจะพบว่ามีปลาทูขนาดเล็ก มีความยาวเหยียด ๑๕๐ - ๑๗๐ ม.ม. ในเดือนกรกฎาคม มีน้อยกว่าในเดือนพฤษภาคม และมิถุนายน จึงทำให้ค่า G.I. สูงขึ้นในเดือนกรกฎาคม

เทียบผลที่ได้กับผลตามรายงานของ บุญประกอบ (๒๕๐๘ - ๒๕๐๙) กล่าวว่า จากข้อมูลต่าง ๆ ในระยะ ๕ ปี พอจะอนุมานได้ว่า ปลาทูควรจะมีการวางไข่เกือบตลอดปี แต่ฤดูวางไข่ที่แท้จริงเริ่มแต่ปลายเดือนมกราคม หรือต้นกุมภาพันธ์ และฤดูวางไข่ไปเสร็จสิ้นประมาณเดือนสิงหาคม ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์และกรกฎาคม นับได้ว่า เป็นระยะวางไข่มากที่สุด ฉะนั้น จึงตรงตามข้อมูลที่ได้ คือมีค่า G.I. สูงสุดในเดือนมีนาคม และกรกฎาคม

(กราฟที่ ๑)

จากข้อมูลที่ได้ตรงกับรัตนโชติ (๒๕๑๐) ซึ่งหาน้ำหนักเฉลี่ยของรังไข่และถุงน้ำเชื้อ ตั้งแต่ กรกฎาคม ถึง มกราคม เป็นเวลา ๗ เดือน ได้ค่าน้ำหนักของอวัยวะเพศภายใน (Gonad) สูงสุดในเดือนกรกฎาคม และมกราคม และค่าต่ำสุดในเดือนกันยายน ตุลาคม และพฤศจิกายน

บุญประกอบ (๒๕๑๑) รายงานว่า จากการสำรวจเรือประมงระหว่างวันที่ ๑๕ - ๒๕ ธันวาคม ๒๕๐๗ ซึ่งเป็นระยะที่ตรวจพบว่ารังไข่และถุงน้ำเชื้อของปลาทูมีน้ำหนักน้อยที่สุด คาดว่าเป็นนอกฤดูวางไข่ ได้ตรวจพบไข่ปลาลอยน้ำที่คาดว่าเป็นไข่ปลาทูและปลาลังรวมอยู่ด้วย แต่มีน้อยมาก โดยพบสถานีเดียวที่หนังจังหวัดชุมพร และตลอดฤดูสำรวจเที่ยวนี้ ไม่พบลูกปลาทูวัยอ่อนเลย แต่ Matsui (1963) รายงานว่า เคยตรวจพบลูกปลาทูวัยอ่อนในเดือนตุลาคม และพฤศจิกายน เหมือนกัน แต่มีปริมาณน้อยมาก ทั้งนี้อาจเป็นข้อสันนิษฐานว่ายังมีปลาทูจำนวนน้อยที่อาจจะวางไข่อยู่บ้างนอกฤดูวางไข่ ซึ่งตรงตามผลที่ได้ เพราะในเดือนธันวาคมยังพบปลาทูที่มีไข่แก่ลักษณะใสอยู่ในขั้นสุดท้ายสุกเต็มช่องท้อง

จากผลของการศึกษาแสดงให้เห็นว่า ในการศึกษาครั้งต่อไป ถ้าหากสามารถเก็บตัวอย่างแม่ปลาทูที่มีขนาดสืบพันธุ์ได้คือ ตั้งแต่ขนาดความยาวเหยียด ๑๘๐ ม.ม. ขึ้นไป เป็นจำนวนเท่า ๆ กันทุกเดือน ก็อาจใช้ในการพิจารณาเกี่ยวกับฤดูผสมพันธุ์ให้แน่นอนได้ดีกว่านี้

๒. <u>ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์</u> (Correlation coefficient = r)
จากการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างค่า G.I. ของตัวเมีย และตัวผู้ ได้ค่า r = 0.9621 ซึ่งพบว่ามีความสัมพันธ์กันมากตลอดระยะเวลา ๑๒ เดือน ที่ศึกษา คือถ้าหากค่า G.I. ของรังไข่สูง หมายถึงรังไข่มีการเจริญเติบโต ค่าของ G.I. ของถุงน้ำเชื้อก็จะสูงขึ้นด้วย หรือถ้าหากต่ำ ก็จะต่ำด้วยกันทั้ง ๒ เพศ แสดงให้เห็นว่าปลาทั้ง ๒ เพศ พร้อมที่จะวางไข่ หรือปล่อยน้ำเชื้อเพื่อผสมกันในน้ำ และได้คำนวณหาสมการแสดงความสัมพันธ์โดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Least square method) พบว่ามีความสัมพันธ์กันเป็นแบบเส้นตรง (กราฟที่ ๒) ได้สมการดังนี้ คือ

Y = -0.2756 + 1.4363 (X - ตัวเมีย Y - ตัวผู้)

๓. การคำนวณหาอัตราส่วนเพศเมียและเพศผู้ในแต่ละเดือน จากการสุ่มตัวอย่างที่สะพานปลากรุงเทพ ตลอดระยะ ๑ ปี (ตารางที่ ๑) พบว่ามีอัตราส่วนของเพศบางเดือนต่างไปจากหนึ่งมาก ฉะนั้น ได้ทดสอบทางสถิติ (ตารางที่ ๒) โดยการแจกแจง χ^2 degree of freedom = 1 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % $\chi^2_{(1)\ \alpha = 0.05} = 3.84$ ในเดือนพฤษภาคม มิถุนายน และ พฤศจิกายน อัตราส่วนเพศเมียต่อเพศผู้มีค่าเท่ากับ 1 : 0.66, 1 : 0.60, 1 : 0.56 ตามลำดับ

จากการทดสอบ χ^2 พบว่าอัตราส่วนนี้ผิดไปจาก ๑ อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งในเดือนเหล่านี้ สุ่มตัวอย่างได้ปลาขนาดเล็กมาก คือมีความเหยียด 14.5 - 17.0 ซ.ม. แต่ในเดือนอื่น ๆ โดยเฉพาะในเดือนมีนาคม และกรกฎาคม ที่ค่า G.I. สูง อัตราส่วนเพศเมีย : เพศผู้ ใกล้เคียง ๑ มาก คือ 1 : 0.97 และ 1 : 0.83 ตามลำดับ แสดงว่าทั้งเพศเมียและเพศผู้มีการรวมฝูงกัน และปริมาณปลาทูเพศเมียและเพศผู้ในประชากรในแหล่งประมงมีปริมาณไม่แตกต่างกัน ยกเว้นบางเดือนที่สุ่มตัวอย่างได้ปลาขนาดเล็กอัตราส่วน เพศเมีย : เพศผู้ จะไม่เท่ากัน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ

๑. ปลาทูตัวเมียและตัวผู้ขนาดเล็ก ไม่รวมฝูงกัน

๒. ปลาขนาดเล็กยังไม่มีอวัยวะเพศให้เห็นได้แน่ชัด แต่ในข้อนี้ผู้เขียนก็ได้พยายามสังเกตอย่างดีที่สุด และเห็นความแตกต่าง เพราะถ้าเป็นรังไข่ในระยะแรก ๆ จะเป็นสีชมพูหรือสีแดง แต่ถ้าหากเป็นถุงน้ำเชื้อ จะเป็นสีครีมหรือขาว

๓. การสุ่มตัวอย่างอาจไม่ดีพอ

๔. ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวและน้ำหนักของปลาทูที่สุ่มตัวอย่างได้ จากจำนวนปลาเพศเมีย ๑,๐๐๐ ตัว เพศผู้ ๗๓๖ ตัว ได้ถูกแบ่งออกเป็นพวกตามความยาวเหยียด ซึ่งมีอันตรภาคชั้น เท่ากับ ๕ ซ.ม. หาความถี่และคำนวณหาน้ำหนักเฉลี่ยที่ได้จากการชั่งปลา (ตารางที่ ๓) แล้วจึงได้คำนวณหาสมการแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวและน้ำหนักของปลาทู ซึ่งพบว่ามีความสัมพันธ์กันเป็นแบบเส้นโค้งและมีสมการดังต่อไปนี้

Log W = -1.8391 + 2.9245 log L สำหรับปลาตัวเมีย

หรือ W = 0.0690 $L^{2.9245}$

Log W = -1.8315 + 2.9224 log L สำหรับปลาตัวผู้

หรือ W = 0.0678 $L^{2.9224}$

(W คือน้ำหนักของปลาเป็นกรัม L คือความยาวเหยียดของปลาเป็น ซ.ม.)

จะเห็นว่าสมการของปลาตัวเมีย และปลาตัวผู้ ค่า a คือ intercept และค่า b คือ slope ใกล้เคียงกันมาก แสดงว่าปลาทูตัวผู้และตัวเมียมีการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกัน

อนึ่ง ทั้งปลาทูตัวผู้และตัวเมีย เมื่อมีความยาวเท่ากัน น้ำหนักที่หาได้จากค่าเฉลี่ยโดยการชั่งปลา (observed weight) และน้ำหนักที่คำนวณได้จากสมการ (calculated weight) มีความแตกต่างกันน้อย ซึ่งถือว่าไม่แตกต่างกันเลย ยกเว้นบางจุดในตัวเมียที่มีความยาวเหยียด ๒๑.๓ ซ.ม. ค่าน้ำหนักที่คำนวณได้จากสมการน้อยกว่าน้ำหนักที่หาได้จากการชั่งปลาถึง ๕.๒ กรัม และปลาที่มีความยาวเหยียด ๒๒.๘ ซ.ม. มีค่าน้ำหน้าที่คำนวณได้มากกว่าน้ำหนักที่หาได้จากการชั่งปลา ๕.๗ กรัม ทั้งนี้ อาจเนื่องจากจำนวนตัวอย่างน้อย คือ ๕ ตัว และ ๔ ตัว ตามลำดับ จึงเป็นตัวแทนที่ไม่ดี ส่วนในตัวผู้มีความแตกต่างกันที่ความยาวสูง ๆ แต่ก็ไม่มีค่าใดเลยที่ต่างกันเกิน ๒.๕ กรัม สังเกตจากกราฟที่ ๓,๔ จะเห็นชัดเจนขึ้น แต่ส่วนมากแล้วจุดเกือบจะทับกัน หรือบางจุดเป็นจุดเดียวกันเลย เมื่อเปรียบเทียบกับรายงานของ หงสกุลและวณิชย์กุล (๒๕๐๘) และหงสกุลและเพ็ชรหอย (๒๕๑๑) ซึ่งปรากฏดังนี้

ในปี ๒๕๐๖ Y = -1.7965 + 2.9097 X

๒๕๐๗ Y = -2.1940 + 3.1947 X

๒๕๐๘ Y = -2.0713 + 3.1600 X

๒๕๐๙ Y = -2.2145 + 3.2290 X

สมการถดถอยรวม ปี ๒๕๐๗ - ๒๕๐๙ คือ

Y = -2.2120 + 3.2130 X

ของผู้เขียนในปี ๒๕๑๑ Y = -1.8391 + 2.9245 X - สำหรับตัวเมีย

Y = -1.8315 + 2.9224 X - สำหรับตัวผู้

จะเห็นว่าค่า b - coefficient และค่า a ไม่เท่ากันในแต่ละปี ฉะนั้น การที่จะใช้สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวและน้ำหนัก จะต้องคำนึงถึงว่าข้อมูลที่จะนำมาวิเคราะห์เป็นของปีใด

หงสกุลและเพ็ชรหอย (๒๕๑๑) กล่าวว่า การวิเคราะห์บางอย่างที่จำเป็นต้องใช้ค่าความสัมพันธ์แต่เพียงค่าเดียว เพื่อเป็นตัวแทนของปลาทูทั้งอ่าวไทย โดยที่ความแม่นยำและการแบ่งแยกภายในประชากรไม่ได้มีความสำคัญมากนัก เช่น การเปลี่ยนตัวอย่างความยาวของปลา เป็นน้ำหนักของปลา อาจใช้สมการถดถอยรวมแทนได้ (Total pooled regression equation) (Hennemuth; 1959, Chatwin; 1959)

๕. <u>ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวเหยียด (LX) กับความยาวของลำตัว (LB)</u>

จากตัวเมีย ๑,๐๐๐ ตัว ตัวผู้ ๗๓๖ ตัว โดยให้อันตรภาคชั้นของความยาวเหยียด เท่ากับ ๕ เซนติเมตร และหาค่าเฉลี่ยความยาวถึงซ่อมหางของปลาแต่ละชั้นแล้ว ได้คำนวณหาความสัมพันธ์ระหว่าง LX กับ LB โดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด ได้สมการดังต่อไปนี้

$$LB = 0.4440 + 0.7751\ LX \quad \text{สำหรับปลาตัวเมีย}$$

$$LB = 0.4061 + 0.7773\ LX \quad \text{สำหรับปลาตัวผู้}$$

(ตารางที่ ๔ กราฟที่ ๕, ๖)

จากสมการจะเห็นว่าค่าของ slope คือ b และ intercept คือ a ของปลาตัวเมีย และปลาตัวผู้มีค่าใกล้เคียงกันมาก ซึ่งถือว่าไม่ต่างกัน แสดงว่าปลาทูทั้งตัวเมียและตัวผู้เมื่อมีความยาวเหยียดเท่ากัน จะมีความยาวของลำตัวเท่ากันด้วย และความยาวเหยียดกับความยาวของลำตัวมีความสัมพันธ์กันเป็นแบบเส้นตรง

(ตารางที่ ๔ กราฟที่ ๕, ๖)

๖. <u>ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวเหยียด (LX) กับความยาวถึงซ่อมหาง (LF)</u>

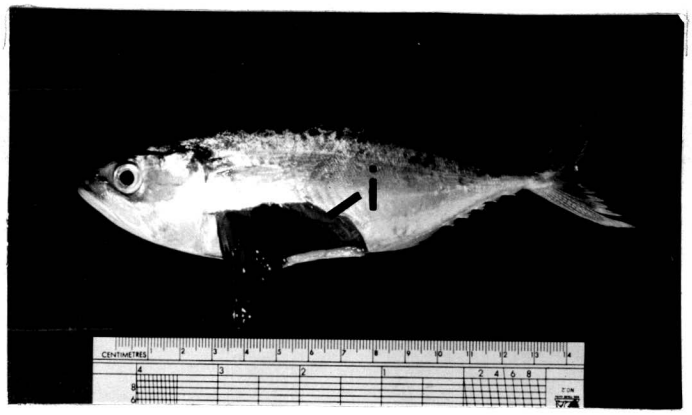
ทำวิธีเดียวกับข้อ ๕. ได้สมการดังต่อไปนี้

$$LF = 0.6843 + 0.8376\ LX \quad \text{สำหรับปลาตัวเมีย}$$

$$LF = 0.7154 + 0.8364\ LX \quad \text{สำหรับปลาตัวผู้}$$

จากสมการจะเห็นว่า ค่าของ slope คือ b และ intercept คือ a ของปลาตัวเมียและปลาตัวผู้ มีค่าใกล้เคียงกัน ซึ่งถือว่าไม่ต่างกัน แสดงว่าปลาทั้งตัวเมียและตัวผู้เมื่อมีความยาวเหยียดเท่ากัน จะมีความยาวถึงซ่อมหางเท่ากันด้วย และความยาวเหยียดกับความยาวถึงซ่อมหางมีความสัมพันธ์กันเป็นแบบเส้นตรง

(ตารางที่ ๕ กราฟที่ ๕, ๖)



หอสมุดกลาง
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Fig. 3 Immature ovary of R. neglectus (i)

Fig. 4 Immature ova of R. neglectus x 65
N = nucleus

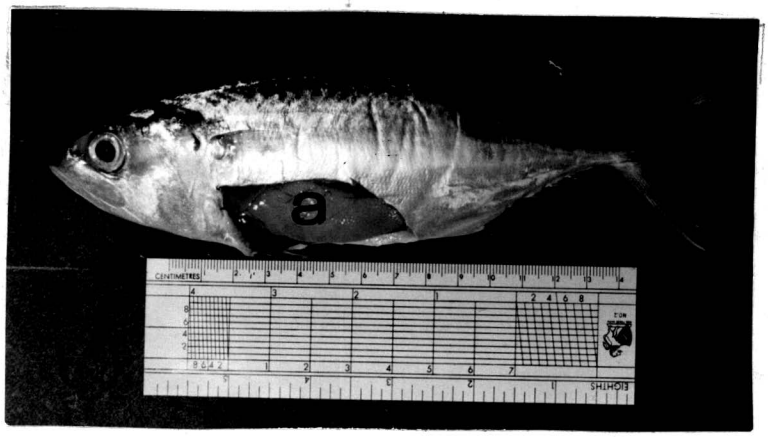


Fig. 5 Mature ovary of R. neglectus (a)

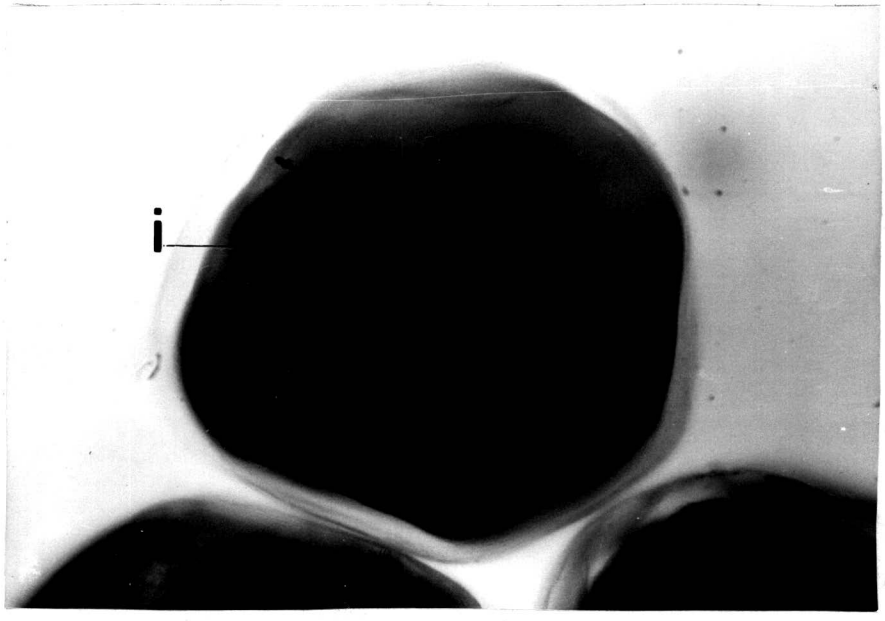


Fig. 6 Mature ova of R. neglectus × 65
i = oil globule

๗. ลักษณะของรังไข่ โดยการสังเกตลักษณะภายนอกและการทำภาคตัดของรังไข่ปลาทู ได้รายละเอียดเกี่ยวกับรังไข่ ดังต่อไปนี้คือ

๗.๑ ลักษณะภายนอกโดยทั่วไปของรังไข่ ปลาทูมีรังไข่ยาว รังไข่ฝักซ้ายมักจะใหญ่กว่าฝักขวาเล็กน้อย รังไข่ทั้ง ๒ ข้างแยกจากกันแต่จะเชื่อมติดกันที่ปลายด้านหลังตลอดระยะประมาณ $\frac{๒}{๓}$ ของความยาวรังไข่ เพื่อทำหน้าที่เป็นท่อ นำไข่ออกสู่ภายนอกตัว รังไข่มีเยื่อยึดบาง ๆ ตามแนวยาวติดกับตัวทางด้านบน เรียก mesovarium ซึ่งบนเยื่อนี้จะมีเส้นเลือดฝอยผ่านเข้ามาในรังไข่ ลักษณะของรังไข่ขนาดความยาว ความกว้าง และสีจะเปลี่ยนแปลงไปตามการเจริญระยะต่าง ๆ ของรังไข่

๗.๒ ลักษณะเนื้อเยื่อของรังไข่ รังไข่ของปลาทูมีลักษณะดังต่อไปนี้

๗.๒.๑ ผนังรังไข่ แบ่งออกเป็นสองชั้น ชั้นนอกเรียกว่า tunica albuginea ชั้นนี้ประกอบด้วย connective tissue cells, fibres และเส้นเลือด ส่วนชั้นในเป็นพวก germinal epithelium

๗.๒.๒ ช่องภายในรังไข่ ประกอบด้วย ovigerous lamellae แต่ละ lamella ประกอบด้วย connective tissue fibre เส้นเลือดฝอย และ germinal epithelium ซึ่งประกอบไปด้วยไข่ที่มีการเจริญหลายระยะ และไข่จะอยู่ภายใน ovigerous lamellae เยื่อหุ้มไข่ชั้นนอกเรียกว่า theca ชั้นถัดเข้ามาเรียกว่า granulosa

๗.๓ ระยะสมบูรณ์เพศของปลาทู (Maturity stages) แบ่งตามขนาดลักษณะของไข่ เช่น การสะสมไข่แดง หรือลักษณะของจุดน้ำมัน แบ่งได้เป็น ๗ ระยะ ดังต่อไปนี้คือ

๗.๓.๑ ระยะที่ ๑ (ภาพที่ ๓, ๔) ขนาดของรังไข่เล็กกว่า $\frac{๑}{๒}$ ของช่องท้อง ลักษณะผอม กลมยาว สีแดง ผนังรังไข่ไม่เห็นเม็ดไข่ แต่จากกล้องจุลทัศน์จะเห็นไข่พวกนี้ใสมาก เห็น nucleus ได้ชัดเจน ลักษณะของเซลล์ไข่ไม่กลม ยังไม่มีไข่แดง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ ๐.๐๑๒๕ - ๐.๒๐๐๐ ม.ม. แต่ที่มีมากเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ ๐.๐๗๕๐ ม.ม.

จากการทำภาคตัด (ภาพที่ ๗) ภายในรังไข่ประกอบด้วย ovigerous lamellae เห็นได้ชัดเจน ยื่นออกมาจากผนังรังไข่ด้านใน เข้ามาสู่ lumen ของรังไข่ ภายใน ovigerous lemellae มีไข่อ่อนมากมาย ตรงบริเวณที่อยู่ชิดกับผนังรังไข่เป็นพวก oogonia ไม่ค่อยติดสี ถัดออกมาเป็นพวก Immature oocyte พวกนี้มีแนวโน้มที่จะติดสี haematoxylin เห็น nucleus ใหญ่ชัดเจน ซึ่งภายในผนังมี nucleolus เป็นเม็ดเล็ก ๆ อยู่ที่บริเวณ nuclear membrane ผนังของรังไข่หนา

๗.๓.๒ ระยะที่ ๒ รังไข่ยาวกว่า $\frac{1}{2}$ ของช่องท้องเล็กน้อย สีแดงอมชมพู ขนาดของไข่เพิ่มขึ้น ไข่บางใบเริ่มมีสีขุ่นขาว มองไม่เห็น nucleus

จากการทำภาคตัด (ภาพที่ ๘) ระยะนี้เป็นระยะที่เจริญต่อจากไข่อ่อน เป็นระยะที่ oocyte เริ่มมีการเจริญเติบโต (Maturing stage) โดยขยายขนาด ฉะนั้น ทำให้ lumen ในรังไข่แคบลง เนื่องจากการเจริญของ ovigerous lamellae ที่หุ้ม oocyte ยื่นเข้าไปใน lumen มากขึ้น ภายในรังไข่มีทั้ง undifferentiate oocyte และ early differentiate oocyte ซึ่งมีลักษณะกลมขึ้น เส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ ๐.๑๖๒๕ - ๐.๒๖๒๕ ม.ม. ระยะนี้มีทั้งพวกที่ยังไม่มีการสะสมไข่แดง และพวกที่เริ่มมีการสะสมไข่แดงเริ่มมี yolk granules ติดสีเข้มภายใน cytoplasm ฉะนั้น จึงทำให้ไข่มีลักษณะขุ่น เมื่อมองด้วยตาเปล่า

๗.๓.๓ ระยะที่ ๓ รังไข่ขยายขนาดพองขึ้น และยาวมากกว่า $\frac{1}{2}$ ของช่องท้อง หรือประมาณ $\frac{2}{3}$ ของช่องท้อง รังไข่มีสีครีมอมชมพู หรือสีเหลือง ผนังรังไข่เริ่มเห็นเป็นเม็ด ๆ และเริ่มมีเส้นเลือดบนผนังรังไข่บ้าง ขนาดไข่เพิ่มขึ้น ทึบแสงมากขึ้น และมีสีขาว เพราะมีการสะสมไข่แดงเพิ่มขึ้น เส้นผ่าศูนย์กลางของไข่กลุ่มนี้ขนาดใหญ่เท่ากับ ๐.๒๐๕๐ - ๐.๕๒๕๐ ม.ม.

จากการทำภาคตัด (ภาพที่ ๙) ระยะนี้ lumen ในรังไข่ลดลงเหลือนิดเดียว เนื่องจากการเจริญของ ovigerous lamellae ยื่นเข้าไปพร้อม ๆ กับขนาดของ oocyte เพิ่มมากขึ้น ส่วนใหญ่เป็นพวก differentiate oocyte แต่ยังมีช่องว่างระหว่าง follicle ใน cytoplasm มี yolk granules มากขึ้น โดยที่ตรงริม

follicle จะเห็นติดสีเข้มเป็นจุด ๆ มีจุดน้ำมันขนาดเล็ก ๆ กระจัดกระจายอยู่ทั่วไป ไม่ค่อยติดสี

๗.๓.๔ ระยะที่ ๔ รังไข่ขยายขนาดทั้งทางด้านกว้างและยาว มีความยาวมากกว่า $\frac{๒}{๓}$ ของช่องท้องเล็กน้อย รังไข่มีสีครีมหรือเหลือง เห็นผนังรังไข่เป็นเม็ดไข่ชัดขึ้น เส้นเลือดบนผนังรังไข่มีมากขึ้น ขนาดไข่เพิ่มมากขึ้น และไข่มีสีเหลือง ไข่ทึบแสงหมด แต่ตรงขอบ membrane ของไข่ใส เส้นผ่าศูนย์กลางของกลุ่มไข่ขนาดใหญ่เท่ากับ ๐.๒๕๐๐๐ - ๐.๕๓๗๐ ม.ม.

จากการทำภาคตัด (ภาพที่ ๑๐) ในระยะนี้ lumen ของรังไข่แคบลงอีก และ oocyte ขนาดเพิ่มขึ้น ช่องว่างระหว่าง follicle ไม่มี เป็นข้อแตกต่างจากระยะที่ ๓ ภายใน follicle มี yolk granules ตรงริม ๆ มากขึ้นกว่าระยะที่ ๓ จุดน้ำมันมีมากขึ้น กระจายอยู่ทั่วไป เห็น perivitelline space ซึ่งเป็นช่องอยู่ระหว่างไข่แดงกับ granulosa cell ฉะนั้น มองด้วยตาเปล่าจึงเห็นตรงขอบ ๆ ของไข่มีลักษณะใส

๗.๓.๕ ระยะที่ ๕ รังไข่เกือบเต็มช่องท้อง หรือเต็ม สีเหลืองสด เส้นเลือดบนผนังรังไข่มีมากขึ้นเห็นได้ชัดเจน ไข่เห็นเป็นเม็ด ๆ ชัด ดันผนังรังไข่โป่งเป็นลอน ๆ ขนาดของไข่เพิ่มมากขึ้นเป็น ๐.๓๐๐๐ - ๐.๖๑๒๕ ม.ม. ลักษณะไข่ทึบแสงหมดสีเหลือง ไข่เกาะติดกับ ovigerous lamellae หลวม ๆ หลุดออกได้ง่าย (ระยะที่ ๑ - ๔ ไข่จะเกาะติดกับ lamallae แน่น)

จากการทำภาคตัด (ภาพที่ ๑๑) ระยะนี้ลักษณะเหมือนระยะที่ ๔ แต่ขนาดไข่ใหญ่ขึ้น จากภาพแสดงให้เห็นถึง granulosa cell ที่หุ้มอยู่รอบ yolk มี active secretion ของ yolk grannules เพราะเห็น yolk granules ติดสีเข้มตรงบริเวณใกล้ granulosa cell เป็นจำนวนมาก จุดน้ำมันก็ยังคงเป็นหยดเล็ก ๆ กระจายอยู่ทั่วไป ระยะนี้การจัดเรียงตัวของ maturing oocyte อยู่ชิดกันมาก

ตั้งแต่ระยะที่ ๓, ๔ และ ๕ ลักษณะของรังไข่และไข่ไม่แตกต่างกันมากนัก ต่างกันแต่ในเรื่องของขนาดของไข่ ฉะนั้น อาจจัดรวมอยู่ในระยะเดียวกัน คือ เป็นระยะที่รังไข่เจริญไปสู่ขั้นสมบูรณ์เพศ (ovary advanced towards maturity)

มีการสร้าง yolk granules เพิ่มมากขึ้น โดย granulosa cellและมีจุดน้ำมันกระจายอยู่ทั่วไป เห็นช่องว่าง vitelline space ค่อยชัดเจนขึ้น และมีเส้นเลือดผ่านเข้ามาในผนังของรังไข่ชั้น tunica ซึ่งมีสาขาแยกเข้าไปสู่ส่วนต่าง ๆ ที่อยู่ภายในรังไข่ แต่ ovigerous lamella จะค่อย ๆ มองไม่เห็น ผนังรังไข่ชั้นนอกสุดบางลง (tunica albuginea)

๗.๓.๖ ระยะที่ ๖ อาจแบ่งได้เป็น ๒ ระยะย่อย ดังนี้ คือ

ก. รังไข่ขยายขนาดจนเต็มหรือเกือบเต็มช่องท้อง (ภาพที่ ๕ - ๖) รังไข่มีสีเหลืองอมชมพู มีเส้นเลือดบนผนังรังไข่มาก ไข่สีเหลืองใส แต่ไม่ใสเท่าระยะที่ ๑ กระจายอยู่ในรังไข่เป็นไข่ที่แก่เต็มที่ (mature) พร้อมที่จะถูกปล่อยลงน้ำ มีจุดน้ำมันขนาดใหญ่สีเหลือง เห็นชัดเจน ๑ จุด กลุ่มไข่ที่ขนาดใหญ่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง ๐.๖๐๐๐ - ๑.๐๐๐๐ ม.ม. membrane ของไข่ใสช่องว่างระหว่างไข่และ membrane เห็นได้ชัดเจน ไข่เกาะติดกับ ovigerous lamellae หลวมมากหลุดออกได้ง่าย

ข. ลักษณะเหมือนข้อ ก. แต่พบไข่ใสสุกเต็มที่อยู่ภายใน lumen ของรังไข่กดเบา ๆ ที่ท้องไข่จะหลุดออกมาได้

รังไข่ในระยะที่ ๖ นี้ เป็นระยะที่ไข่แก่เต็มที่ (ripe หรือ mature หรือ running ovary)

จากการทำภาคตัด (ภาพที่ ๑๖) ระยะนี้ไข่จะอยู่ห่างกัน ทั้งนี้ เนื่องจากมีไข่บางใบที่แก่เต็มที่หลุดออกมาอยู่ใน lumen ของรังไข่แล้ว จึงเห็นช่องว่างระหว่างไข่ภายใน follicle จะมี yolk granules กระจัดกระจายอยู่ทั่วไป ไม่เรียงอยู่ตรงริมอย่างระยะก่อน ๆ ในระยะนี้อาจจะพบ atretic follicle หรือ atresia คือไข่ที่เจริญไม่ถึงขั้นระยะสมบูรณ์เพศ หรือไข่ที่แก่แล้วแต่ไม่ได้ถูกผสมจะถูก resorp กลับเป็นหน้าที่ของ granulosa cell ซึ่งจะเห็นใหญ่ขึ้นเพื่อทำหน้าที่กำจัด yolk และ follicle ที่เหลืออยู่ (phagocytosis) จะเห็นได้ชัดเจนจากภาพที่ ๑๖ ลักษณะที่กล่าวมานี้เป็นการตั้งต้นการเกิด corpus luteum แสดงให้เห็นถึง primitive phagocytotic function ของ corpus luteum

๗.๓.๗ ระยะที่ ๗ ระยะนี้รังไข่หดเหี่ยวย่นและเล็ก ขนาดประมาณ $\frac{1}{2}$ ของช่องท้องหรือน้อยกว่า บนรังไข่เห็นเป็นจุดเลือดสีแดง รังไข่สีชมพูอมแดง ระยะนี้รังไข่ได้

ปล่อยไข่ออกไปแล้ว แต่อาจพบไข่แก่ที่เหลือค้างอยู่มีสีคล้ำกำลังจะสลายตัวไปอยู่ใน lumen ของรังไข่ ระยะนี้ต้องสังเกตดี ๆ เพราะถ้าหากเอามาดองไว้แล้ว ลักษณะจะคล้ายกับระยะที่ ๒ มาก ระยะนี้เรียกว่า spent ovary

จากการทำภาคตัด (ภาพที่ ๑๓) ระยะนี้จะมีพวก degenerating follicle เห็นระยะ degenerating stage หลายระยะมีทั้งระยะ phagocytosis และระยะการเกิดเป็น corpus luteum แล้ว มีเส้นเลือกมากมายที่เข้ามาภายใน ovigerous lamellae และ ovigerous lamellae ขาดมองเห็นไม่ชัด เป็นข้อแตกต่างจากระยะ ๑ - ๓ ซึ่งเห็น ovigerous lamellae ชัดเจน ผนังชั้นนอกของรังไข่บางมาก เมื่อเทียบกับระยะที่ ๑ ผนังรังไข่หนา

ผลการวัดเส้นผ่าศูนย์กลางของไข่ ๕๐๐ ฟอง ต่อรังไข่หนึ่งฝัก และจากการทำภาคตัดและย้อมสี แสดงให้เห็นว่าภายในรังไข่ของปลาทูประกอบด้วยไข่หลายระยะ อย่างน้อยที่สุด ๓ พวกในรังไข่ที่เจริญเต็มที่ ฉะนั้นอาจแสดงว่ามีไข่หลายรุ่นเจริญเติบโตทะยอยกันมา ซึ่งอาจเป็นผลทำให้ระยะการวางไข่ของปลาทูยาวนาน นอกจากนี้ตลอดระยะเวลาที่ศึกษาหนึ่งปี ในแต่ละเดือนพบรังไข่เจริญอยู่ในระยะต่าง ๆ กัน ตั้งแต่ระยะที่ ๑ ถึงระยะที่ ๕ แต่ในระยะที่ ๖ ซึ่งเป็นระยะที่ไข่แก่เต็มที่ และระยะที่ ๗ ซึ่งเป็นระยะที่ปลาได้วางไข่ไปแล้วพบเป็นจำนวนน้อยมาก โดยเฉพาะระยะที่ ๗ ที่มี corpus luteum พบในเดือนเมษายน ปลายเดือนกรกฎาคม ซึ่งตรงกับระยะที่มีค่า G.I. ต่ำ

การสร้าง oocytes รุ่นใหม่เชื่อว่าเจริญมาจาก follicle cell (Wheeler, 1924; Yamamoto; 1956 a) แต่นักวิทยาศาสตร์บางท่านเชื่อว่า oocytes รุ่นใหม่เจริญมาจาก germinal epithelium บริเวณ ovigerous lamellae (Mendoza; 1943, Trom-Blom; 1957, และ Bara, 1960)

Belsare, 1962 ได้อธิบายลักษณะของ yolk granule ของปลาจำพวกปลาช่อน Ophicephalus ว่ามีลักษณะเหมือนกับปลาจำพวกปลาอกแร (Clupea sp.; Yamamote, 1957) คือมีลักษณะเป็นเม็ดไม่ต่อเนื่องกัน ซึ่งลักษณะนี้เหมือนกับลักษณะที่พบในปลาทู

นักวิทยาศาสตร์หลายท่านได้ถกเถียงกันเกี่ยวกับเรื่องของ Atretic follicle Craig-Bennet (1931) กล่าวว่า Atretic follicle เหมือนกับ Corpus luteum ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม แต่นักวิทยาศาสตร์หลายท่านแย้งว่าไม่เหมือนกับ Corpus luteum ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม (Mendoza; 1943, Gokhale; 1957, Trom-Bloom; 1959, Stenger; 1959 และ Bara, 1960)

ในปลากระดูกแข็ง Corpus luteum อาจหมายถึง post หรือ preovulatory corpus luteum ได้ คือ corpus luteum ที่เกิดขึ้นก่อนระยะวางไข่หรือวางไข่ไปแล้ว มีรายงานโดย Matthews, 1938 ว่าพบ corpus luteum ในปลา Fundulus heterclitus หลังจากมี ovulation แล้ว และลักษณะที่คล้ายกันเช่นนี้ก็เคยมีรายงานในปลา Xiphophorus helleri (Bailey, 1933)

Bretschneider และ Duyvené de Wit (1947) พบ preovulatory corpus luteum ในปลาพวกที่สืบพันธุ์โดยการวางไข่หลายชนิด และพบในปลาพวกที่ออกลูกเป็นตัวด้วย และเขายังกล่าวถึงหน้าที่ของ preovulatory corpus luteum ในปลาพวก Rhodeus ว่าเกี่ยวกับการสร้างฮอร์โมน oviductine ซึ่งเป็น progesterone like substance ฮอร์โมนชนิดนี้จะไปกระตุ้นให้ ovipositor ขยายขนาดใหญ่ขึ้น เช่นเดียวกับ Hoar (1955) คิดว่า preovulatory corpus luteum เป็นศูนย์กลางของการสร้างฮอร์โมนของรังไข่ปลา Polder (1964) เชื่อว่า preovulatory corpus luteum เป็นพวก atretic follicle และหน้าที่ขั้นแรก คือ resorption แต่ฮอร์โมนที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับ follicular atresia ยังไม่มีใครรู้แน่ Bretschneider Duyvené de Wit, 1941 พบว่า corpus luteum จะเกิดขึ้นมากมายเมื่อเอา carp pituitary extract ฉีดเข้าไปในปลา ซึ่งทำให้เขาคิดว่า pituitary hormone จะทำหน้าที่เกี่ยวกับการเกิด corpus luteum แต่ตาม Smit (1955) กล่าวว่า แม้จะไม่มี pituitary hormone ก็เกิด corpus luteum ได้ ผลอันนี้ ตรงกับการทดลองของ Sundararaj และ Goswami, 1968 โดยทำ hypophysectomy ในปลาจีด (Heteropneustes fossilis) ก็ทำให้เกิด corpus luteum ได้ ฉะนั้น จะเห็นว่าปัญหาเหล่านี้ยังต้องการค้นคว้าต่อไปอีกมาก เกี่ยวกับหน้าที่ของ grannulosa cell ที่สัมพันธ์กับการสร้างฮอร์โมน แต่ถ้าในสัตว์เลี้ยงลูก

ด้วยนม เชื่อกันว่าการสร้าง estrogen เป็นหน้าที่ของ Theca และการสร้าง progesterone เป็นหน้าที่ของ luteinized granulosa (Hisaw, 1947) ในปลาทูเข้าใจว่า granulosa cell ทำหน้าที่ในการย่อยละลาย yolk เช่นเดียวกับในปลา Carassius (Beach, 1959) และในปลา Plecoglossus (Honma,1961) ทั้งนี้เนื่องจากพบ granulosa cell ขยายขนาดใหญ่ขึ้นมาก อยู่ภายในรังไข่ของปลาทูที่มีการปล่อยไข่ไปบ้างแล้ว แต่ภายในรังไข่อันนี้ยังคงมีไข่แก่ซึ่งเต็มไปด้วย yolk granules กระจัดกระจายอยู่ทั่วไป หลงเหลืออยู่ แต่ถ้าหาก follicle อันใดมี granulosa cell ขยายขนาด และเจริญยื่นเข้าไปข้างในเซลล์ โดยเยื่อหุ้ม yolk ขาด ภายในเซลล์นั้นจะมี yolk granules น้อย หรือบาง follicle เห็น yolk granules อยู่ใน granulosa ด้วย แสดงให้เห็นถึงหน้าที่ของ corpus luteum ในการ phagocytosis และนอกจากนี้ยังพบว่า corpus luteumของปลาทูจะเกิดขึ้นหลังจากมีการวางไข่แล้วเท่านั้น เป็นชนิด post ovulatory corpus luteum ระยะก่อนวางไข่ไม่เคยพบเลยตลอดระยะเวลาที่ศึกษา เปรียบเทียบกับรังไข่ของปลา Rhodeus amarus จะมี corpus luteum ทั้งระยะก่อนวางไข่ และหลังจากที่วางไข่ไปแล้ว (The ovary, 1962)

และเนื่องจากในปลาทูพบ yolk granules อยู่หนาแน่นตรงริมขอบของไข่บริเวณถัด granulosa cell เข้ามา เป็นเครื่องยืนยันหน้าที่ของ granulosa cell ในการสร้าง yolk

Explanation of Figures
Rastrelliger neglectus

Figure 7 - 14 are photomicrographs;
the sections are stained with hematoxylin - eosin
****

หอสมุดกลาง
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

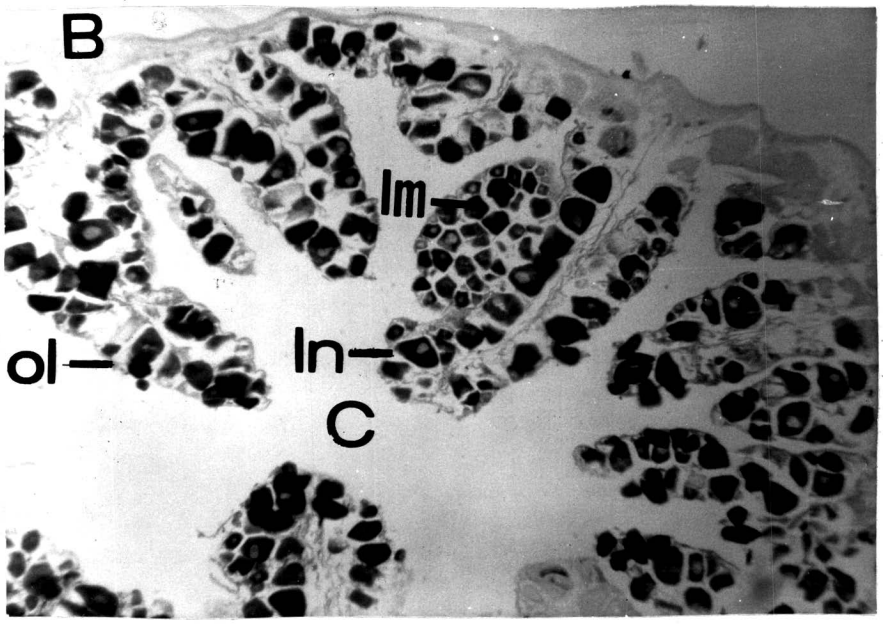


Fig. 7 Section through the immature ovary showing prominent ovigerous lamellae (O_1) having oogonia and numerous indifferentiate oocytes (Im). × 65

In = interfollicular space
C = ovarian cavity
B = blood capillaries

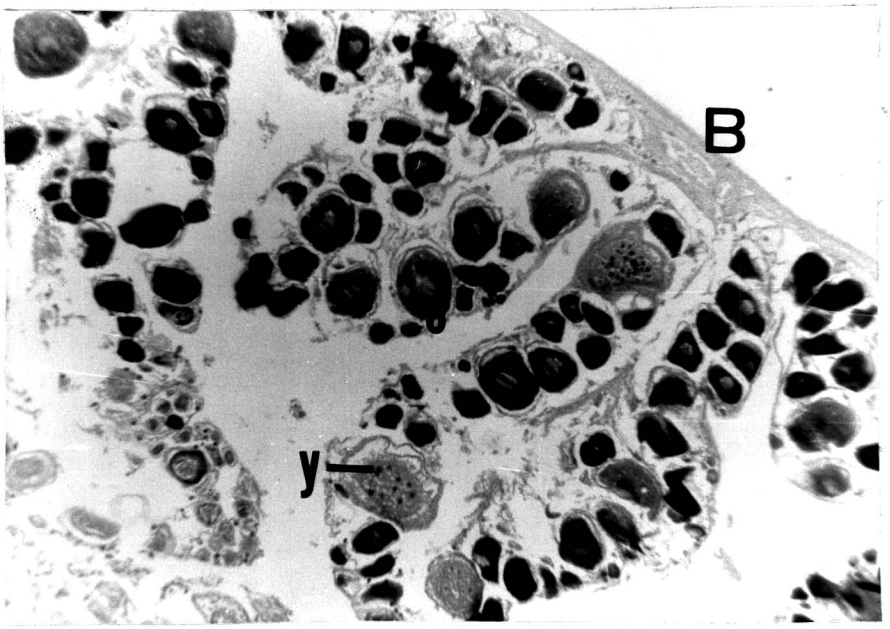


Fig. 8 Section through the early phase of the ovary which is advanced towards maturity.

Note The beginning of differentiation in some smaller oocytes (O), larger maturing oocytes ( ) with yolk granules (Y) and the blood capillaries (B) can also be seen in the ovarian wall. × 65

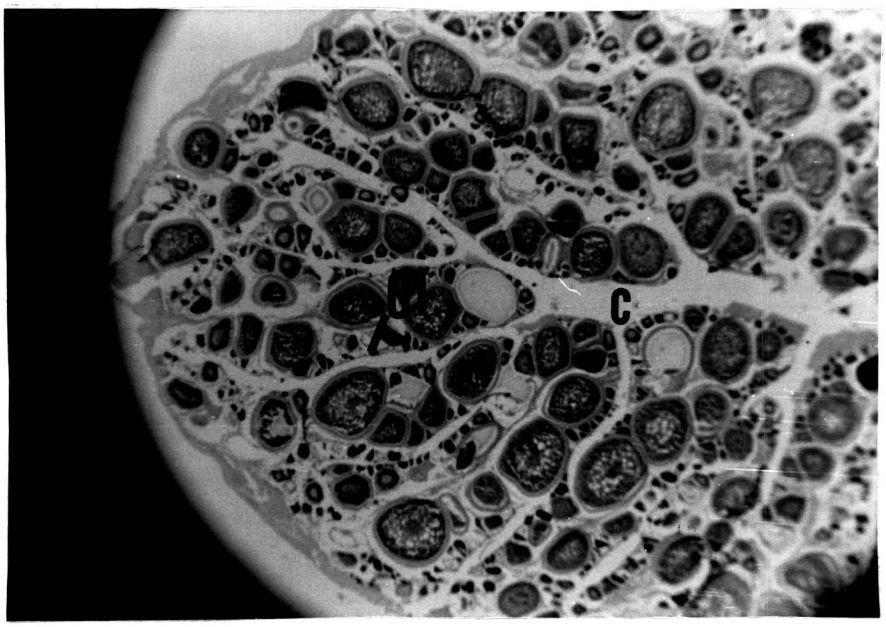


Fig. 9 Section through the late phase of the ovary showing prominent ovigerous lamellae (Ol) and further decrease in size of the ovarian cavity (C). ×15

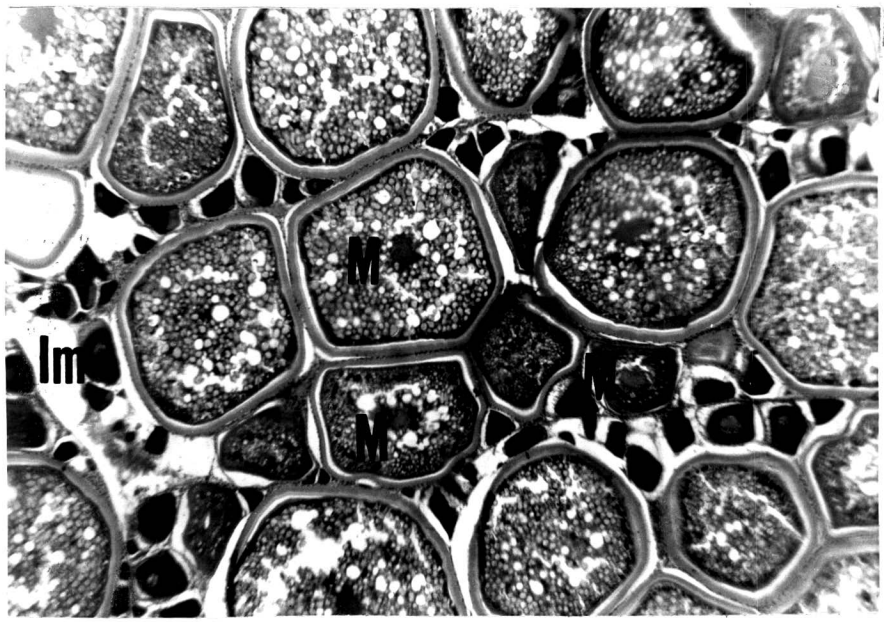


Fig. 10 Section through the late phase of the ovary which is advanced toward maturity showing furthur increase in size of maturing ova (Im, M , M , M) and reduction in interfollicular spaces. × 45

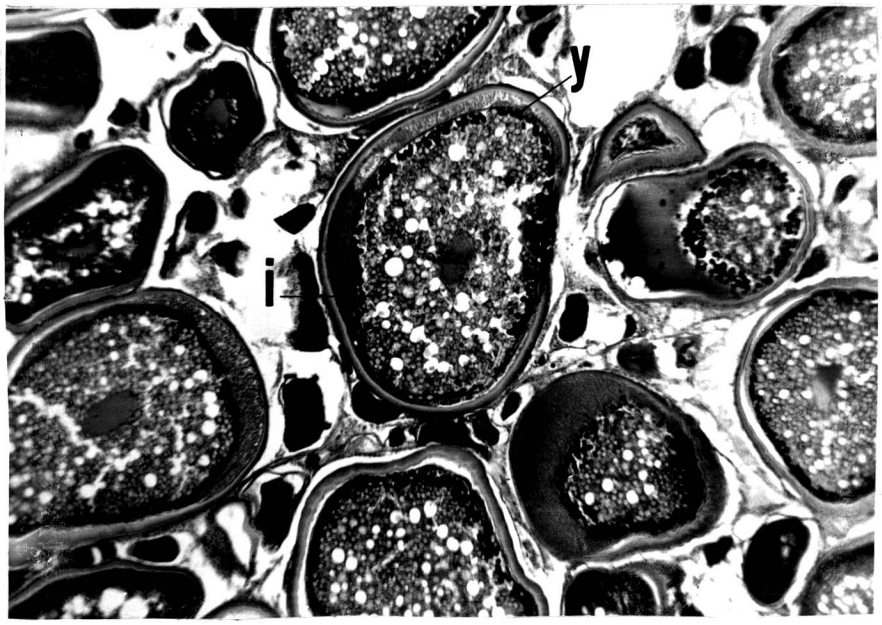


Fig. 11 Section through the late phase of the ovary and the increase in diameter of maturing ova

Note Large follicle having active secretion of yolk (Y) by normal granulosa cell and oil droplets (i). × 45

I1735084O

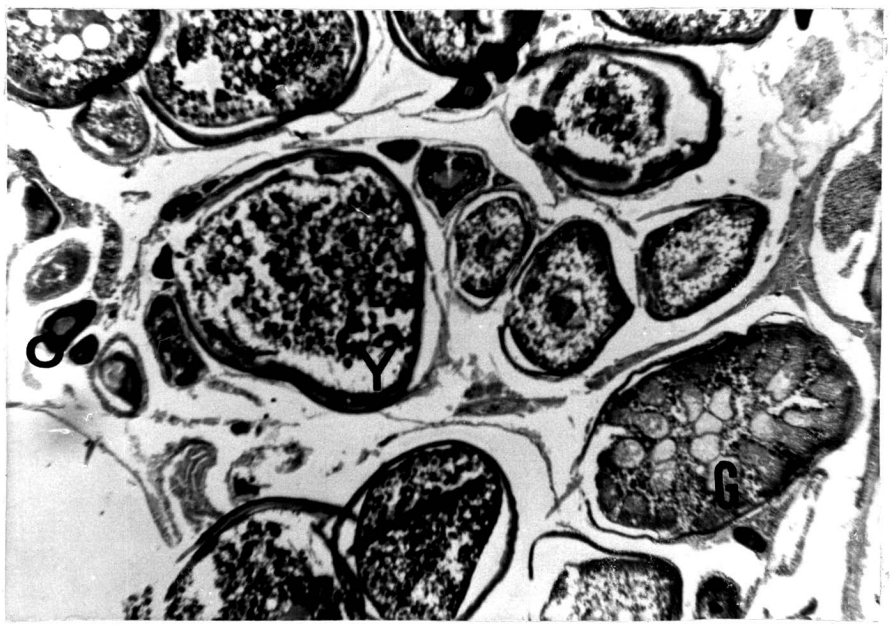


Fig. 12 Section through the mature ovary which have shed some batches of eggs.

Note A large atretic follicle having phagocytotic granulosa cell (G) ingesting yolk and the yolky mature ova (Y) and small oocyte (O) can also be seen. × 40

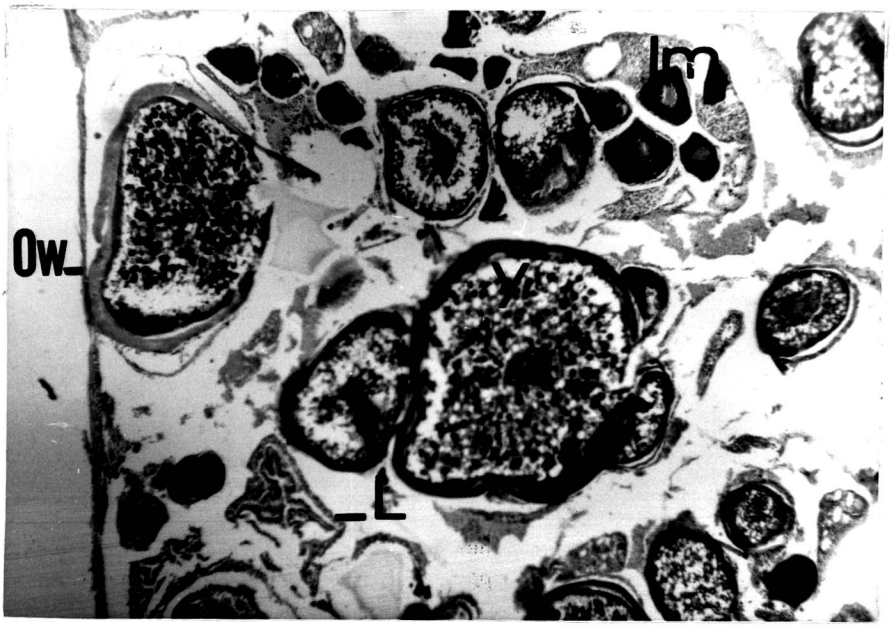


Fig. 13 A Section through the mature ovary which have shed some batches of eggs showing late stage of follicular atresia, corpus luteum (L)

Note The thin ovarian wall (Ow), the loose ovigerous lamellae and the yolky mature ova (Y) and the immature ova (Im) can also be seen. × 40

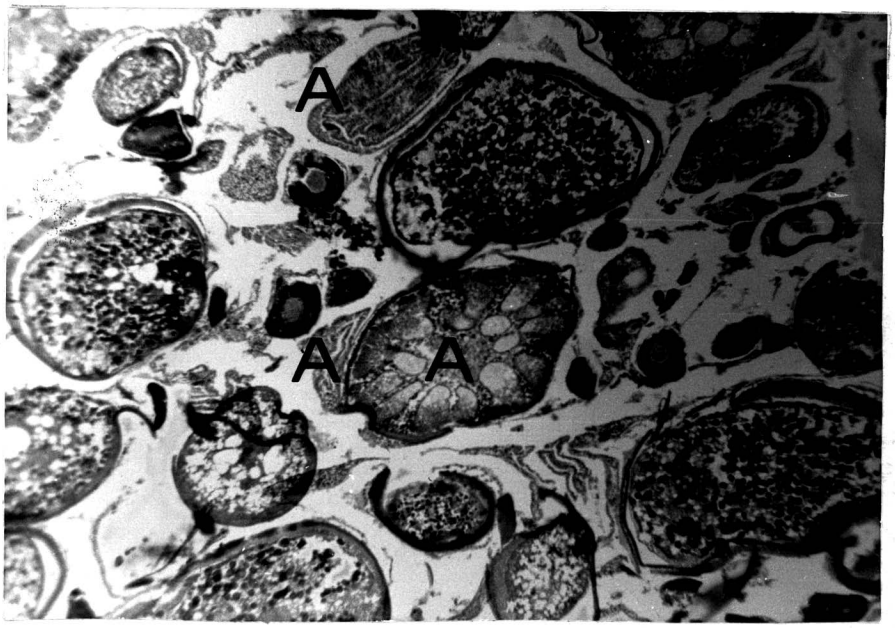


Fig. 13 B Section through the mature ovary which have shed some batches of eggs showing late stage of follicular atresia, corpus luteum

Note The different degenerating stages of the follicular atresia can also be seen. (A_1, A_2, A_3) × 40

๔. <u>ลักษณะของถุงน้ำเชื้อ</u> ได้ทำภาคตัดขวางจากถุงน้ำเชื้อที่คิดว่าอยู่ในระยะ immature คือ มีขนาดเล็กกว่า $\frac{1}{2}$ ของช่องท้อง มีน้ำหนัก ๐.๕ กรัม ถุงน้ำเชื้อที่อยู่ในระยะ maturing และถุงน้ำเชื้อที่อยู่ในระยะ mature ซึ่งมีขนาดเต็มช่องท้อง ลักษณะนิ่ม และหนักถึง ๑๒.๔ กรัม พบว่าภายในถุงน้ำเชื้อเหล่านั้น ประกอบด้วยหลอดสำหรับสร้างเซลล์สืบพันธ์มากมาย (seminiferous tubule) และมีหลายขนาด ทั้งนี้เข้าใจว่าถ้าหากตัดตรงบริเวณที่หลอดขดลงหรือขดขึ้น ทำให้ตัดในด้านภาคตัดขวางจริง ๆ จะเห็นหลอดกลม แต่ถ้าหากตัดเฉียงจะเห็นเป็นหลอดรูปไข่ ภายในหลอดสร้างเซลล์สืบพันธุ์มีลักษณะเซลล์เหมือนกันทั้ง ๓ ระยะ โดยเฉพาะเซลล์ที่ติดสีเข้มเข้าใจว่าเป็น sperm (ภาพที่ ๑๔) ฉะนั้น ปลาทูอาจสร้าง mature sperm ตลอดเวลา แต่อาจจะมีการสร้างมากในระยะที่จะผสมพันธ์พร้อม ๆ กับถุงน้ำเชื้อขยายขนาดใหญ่ขึ้นจนเต็มช่องท้อง ซึ่งมีลักษณะนิ่ม และมีเส้นเลือดไปหล่อเลี้ยงมาก

ผู้เขียนได้พยายามที่จะหาข้อมูลมายืนยันต่อไป โดยวิธีกดเบา ๆ บริเวณท้องปลาตัวผู้ที่ถึงระยะสมบูรณ์เพศแล้ว ทั้งนี้ เพื่อให้น้ำเชื้อไหลออกมา เพื่อจะได้นำมาตรวจดูด้วยกล้องจุลทัศน์ แล้วนำมาเปรียบเทียบกับถุงน้ำเชื้อที่มีขนาดเล็กกว่า $\frac{1}{2}$ ของช่องท้อง เพื่อศึกษาตัวอสุจิ โดยตรง ก็ไม่สามารถเห็นรายละเอียดได้ ทั้งนี้ เนื่องจากปลาทูที่นำมาขึ้นที่สะพานปลากรุงเทพอาจตายมาหลายวันและถูกเก็บแช่น้ำแข็งไว้ ทำให้ตัวอสุจิที่มีขนาดเล็กอยู่แล้วเปลี่ยนรูปร่างไป ฉะนั้น ในการวิจัยครั้งต่อไป ถ้าสามารถออกไปสำรวจโดยตรง และนำถุงน้ำเชื้อของปลาทูที่พึ่งขึ้นจากทะเลใหม่ ๆ มาตรวจหาตัวอสุจิ ซึ่งยังมีชีวิตเปรียบเทียบกันในปลาขนาดต่าง ๆ กัน แล้วนำถุงน้ำเชื้อมา fix ในน้ำยา เก็บไว้มาทำภาคตัดศึกษารายละเอียดของเนื้อเยื่อ จะให้ผลที่เชื่อถือได้มากกว่านี้

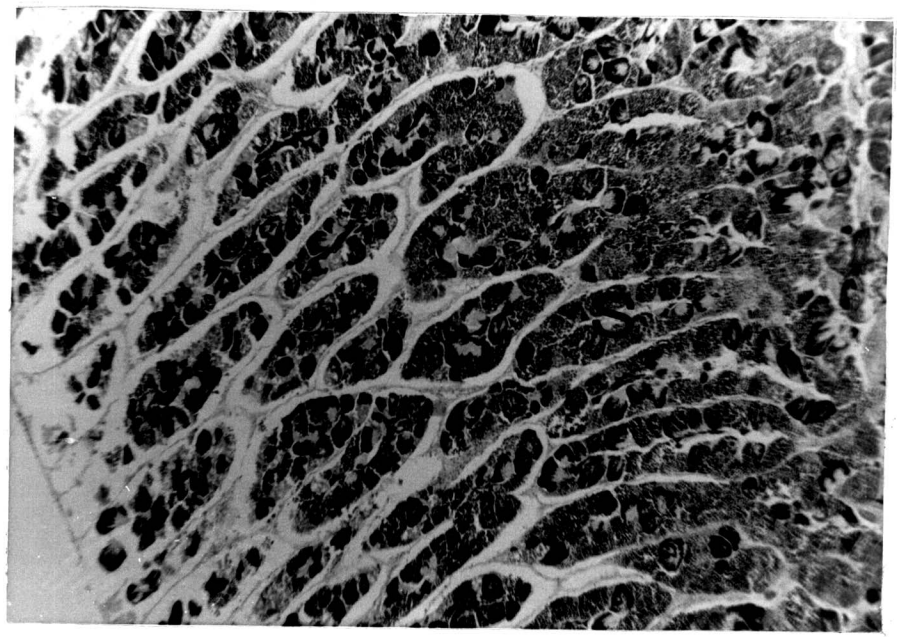


Fig. 14 A × 120

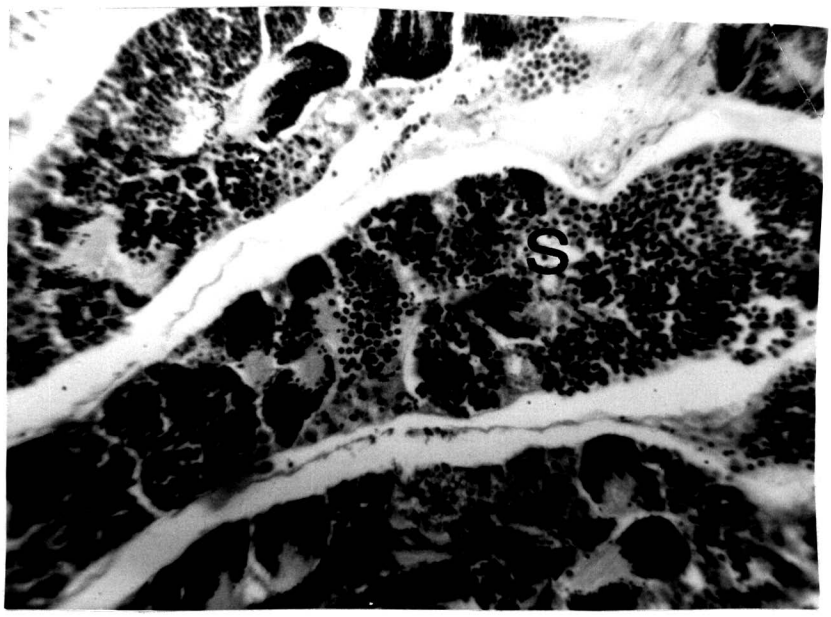


Fig. 14 B × 300

Fig. 14 Section through the Testis showing seminiferous tubules (S.)

Note sperm masses (black) in tubules.

Fig. 15 Immature testis of R. neglectus
S = sperm duct

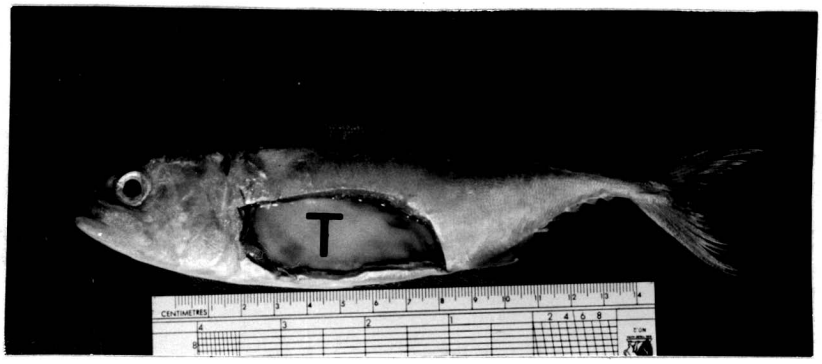


Fig. 16 Mature testis of R. neglectus (T)