

การศึกษาลักษณะทางเนื้อเยื่อและรูปแบบการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย ของกั้งตักแตนสามแฉบ *Miyakea nepa* (Latreille, 1828)

Histological patterns and ovarian development of the female Smalleyed squillid mantis shrimp *Miyakea nepa* (Latreille, 1828)

รชนิมุข หริรัญสัจจาเดศ^{1*}, จิณดา คงศิริ¹ และ เบญจมาภรณ์ ทองไพบูลย์¹

Rachanimuk Hiransuchalert^{1*}, Jilanda Kongsiri¹ and Benchamaporn Thongpajit¹

บทคัดย่อ: งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะทางเนื้อเยื่อและรูปแบบการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์เพศเมียของกั้งตักแตนสามแฉบ (*Miyakea nepa*) เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการเพาะเลี้ยงและการอนุรักษ์กั้งตักแตน โดยเก็บตัวอย่างกั้งตักแตนสามแฉบเพศเมียจำนวน 50 ตัว ในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงธันวาคม พ.ศ. 2554 ตรวจสอบการพัฒนารังไข่จากลักษณะภายนอกของกั้งตักแตนสามแฉบโดยผสานเกต้าจากสีบริเวณแพนหางและแนวกระเบาะเก็บน้ำเข้า สามารถแบ่งการพัฒนารังไข่จากลักษณะภายนอกได้เป็น 3 ระยะ เมื่อตรวจสอบระยะการพัฒนารังไข่ตามสีของรังไข่ ลักษณะเซลล์ไข่ และดัชนีความสมบูรณ์เพศของรังไข่ระหว่าง 0 - 1.50 สีของรังไข่เป็นสีขาวใส (ขนาด 35.27 ± 8.94 มิลลิเมตร) ระยะที่ 2 มีดัชนีความสมบูรณ์เพศของรังไข่ระหว่าง 1.50 - 3.00 สีของรังไข่เป็นสีขาวขุ่น (ขนาด 70.54 ± 10.51 มิลลิเมตร) ระยะที่ 3 มีดัชนีความสมบูรณ์เพศของรังไข่ระหว่าง 3.00 - 5.00 สีของรังไข่เป็นสีเหลือง (ขนาด 139.78 ± 30.16 มิลลิเมตร) และระยะที่ 4 มีดัชนีความสมบูรณ์เพศของรังไข่ตั้งแต่ 5.00 ขึ้นไป สีของรังไข่เป็นสีส้ม (ขนาด 264.84 ± 64.09 มิลลิเมตร) และเมื่อพิจารณาลักษณะทางเนื้อเยื่อของเซลล์ไข่ พบเซลล์ไข่ทั้งหมด 6 ระยะ คือ โอลอกาเนีย พรีไวเทลโลเจนิกตอนต้น พรีไวเทลโลเจนิกตอนปลาย ไวเทลโลเจนิกตอนต้น ไวเทลโลเจนิกตอนปลาย และระยะก่อนวางไข่ ตามลำดับ จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักรังไข่กับดัชนีความสมบูรณ์เพศของรังไข่ และขนาดของกั้งตักแตน พบร่วมด้วยดัชนีความสมบูรณ์เพศของรังไข่ต่อหนึ่งหนักรังไข่ และน้ำหนักตัวต่อหนึ่งหนักรังไข่ของกั้งตักแตน มีความผันแปรตามกันโดยมีค่าสัมประสิทธิ์ทั้งหมดเป็น 0.9316 และ 0.2565 ตามลำดับ ($p < 0.05$)

คำสำคัญ: กั้งตักแตนสามแฉบ, เซลล์ไข่, ดัชนีความสมบูรณ์เพศของรังไข่, การพัฒนาเซลล์ไข่

ABSTRACT: This research aimed to study the ovarian development as well as histological patterns of ovaries of female mantis shrimp (*Miyakea nepa*), which will be useful for economically culture and conservation of this species. Fifty samples of female mantis shrimp were collected during November to December 2012. By monitoring the changes in external appearance of mantis shrimp (i.e., color of the telson as well as the appearance of semen), the ovarian development can be classified into 3 stages. However, by monitoring the color of ovaries, pattern of oocytes and Gonadosomatic Index (GSI), the development of ovaries can be classified into 4 stages. For stage 1, GSI was in the range of 0 - 1.50 with light white color of ovaries (35.27 ± 8.94 mm of diameter). For stage 2, GSI was in the range of 1.50 - 3.00 with turbid white color of ovaries (70.54 ± 10.51 mm of diameter). For stage 3, GSI was in the range of 3.00 - 5.00 with yellow color of ovaries (139.78 ± 30.16 mm of diameter). For the stage 4, GSI was not less

¹ คณะเทคโนโลยีทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตจันทบุรี 22170

Faculty of Marine Technology, Burapha University, Chanthaburi campus, Chanthaburi 22170

* Corresponding author: rachanimuk@buu.ac.th

than 5.00 with orange color of ovaries (264.84 ± 64.09 mm of diameter). Moreover, histological description showed six oocyte developmental stages in *Miyakea nepa*. These included Oogonia (immature), Early previtellogenetic, Late previtellogenetic, Early vitellogenetic, Late vitellogenetic and Pre-spawn stages, respectively. According to the study of the relationship among the ovarian weight, GSI and the body weight of mantis shrimp, the results showed that the following factors had the correlation between each other. The coefficients of determination (R^2) of ovarian weight on GSI and body weight were 0.9316 and 0.2565, respectively ($p < 0.05$).

Keywords: Mantis Shrimp, *Miyakea nepa*, Ovarian, Gonadosomatic Index, Oocyte development

บทนำ

กั้งตีกแต่นสามແຕບ (*Miyakea nepa*) จัดอยู่ในออเดอร์ Stomatopoda แฟมili Squillidae เป็นกั้งตีกแต่นที่มีขนาดเล็กถึงปานกลาง ความยาวเฉลี่ย 15 เซนติเมตร เปลือกที่หุ้มส่วนหัวและทรวงอก 3 ปล้อง มีขอบทางด้านหลัง เรียบไม่มีรอยเว้า ตาเป็นรูปไข่อยู่บนก้านตาสั้นๆ เปลือกทางด้านบนของส่วนห้องมีสันเรียงตัวกันตามยาวจำนวน 8 เส้น รวมทั้งขอบด้านข้างด้วย พื้นผิวมีสีน้ำตาลอ่อนอมเขียว บริเวณกลางปล้องที่สอง ปล้องที่ห้าและแพนหางมีคาดสีดำตามขวางแห่งละແຕບ ขาเดินและรยางค์ของส่วนห้องมีสีเหลือง อาศัยอยู่บริเวณที่มีพื้นทรายปนเลน โดยชุดอยู่ตามพื้นน้ำ (สมโภชน์, 2528) กั้งตีกแต่นสามແຕບพบพร้อมราษฎรตั้งแต่ในบริเวณอ่าวไทย ประเทศไทย ประเทศฟิลิปปินส์ และบริเวณทะเลจีนใต้ (Moosa, 2000) โดยในภาคตะวันออกของประเทศไทย มีรายงานการพบมากที่สุดในจังหวัดชลบุรี (สาธิต, 2537) ผลงานให้กั้งตีกแต่นชนิดนี้เป็นที่นิยมบริโภคมาที่สุดชนิดหนึ่ง

กั้งตีกแต่นเป็นสัตว์ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ เป็นที่ต้องการทั้งตลาดภายในและต่างประเทศ เช่น ฮ่องกง สิงคโปร์ ไต้หวัน และญี่ปุ่น (สถานีเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งจังหวัดนครศรีธรรมราช, 2545) ปริมาณกั้งตีกแต่นเพื่อการบริโภคทั้งหมดได้มาจากธรรมชาติ โดยส่วนใหญ่ได้จากการทำกากประมงของลากในปริมาณมาก (ราชนิมุข และคณะ, 2558) หรือเป็นผลผลิตพลอยได้จากการวางอวนล้อยกุ้ง (อวนสามหัน) โดยเรือประมงพื้นบ้านที่มีขนาดไม่เกิน 7 เมตร (เสาวลักษณ์, 2556) กั้งตีกแต่นเป็นสัตว์เศรษฐกิจที่ได้

รับความนิยมบริโภคมากขึ้น ในขณะที่จำนวนกั้งตีกแต่นที่จับได้จากธรรมชาติเริ่มลดน้อยลง (ศูนย์สารสนเทศกรมประมง, 2552) เนื่องจากกั้งตีกแต่นเป็นสัตว์ที่มีเปลือกเป็นหนามทำให้ชาวประมงละเลยในการปลดกั้งตีกแต่นออกจากอวน เพื่อบล่อยกั้งตีกแต่นที่มีขนาดเล็กเกินไปไม่ได้ขนาดตามที่ตลาดต้องการ หรือกั้งที่มีไกลับสูตรธรรมชาติ ทำให้ทรัพยากรกั้งตีกแต่นอยู่ในภาวะเสื่อมโทรมและลดจำนวนลง โดยกรมประมง มีความพยายามพัฒนาวิธีแบบการเพาะเลี้ยงกั้งตีกแต่นทางจุด *Harpiosquilla raphidea* ซึ่งเป็นกั้งตีกแต่นชนิดที่มีขนาดใหญ่ที่สุด แต่ยังไม่ประสบความสำเร็จ และมีอัตราดอที่ต่ำ (บงอรา และ สรันณ์, 2537; สุพัฒน์ และคณะ, 2555; วีระ และคณะ, 2555; วีระ และคณะ, 2557)

จากการศึกษาจะทราบว่าการพัฒนาระบลีบพันธุ์ของกั้งตีกแต่น *Squilla empusa* และ *H. raphidea* เพศเมีย โดยการเปลี่ยนแปลงของกระเบageen น้ำเชื้อ (seminal receptacle) สามารถแบ่งการพัฒนาเป็น 3 ระยะ (Wortham-Neal, 2002; Yusli and Ali, 2010) ในขณะที่กั้งตีกแต่น *Oratosquilla oratoria* แบ่งการพัฒนาเป็น 10 ระยะตามลักษณะทางเนื้อเยื่อและขนาดของเซลล์ไป (Kodama et al., 2009) ส่วนกั้งตีกแต่น *O. massavensis* แบ่งเป็น 6 ระยะ รวมทั้งระยะหลังวางไข่ด้วย (El-Sherif et al., 2012) นอกจากนี้ จากการตรวจสอบการพัฒนาเซลล์ไข่ภายในได้กล้องจุลทรรศน์ พบว่าขั้นตอนการพัฒนาของระยะเซลล์ไข่ในรังไข่ของกั้งตีกแต่นตัวใดตัวหนึ่งเกิดขึ้นพร้อมๆ กัน แสดงให้เห็นว่ากั้งตีกแต่นวางไข่เกือบทั้งหมดในรังไข่ในเวลาเดียวกัน (El-Sherif et al., 2012)

ข้อมูลที่นักวิทยาการสืบพันธุ์ ร่วมกับการศึกษาสัณฐานวิทยาและสรีรวิทยาของระบบสืบพันธุ์ เป็นสิ่งจำเป็นในการกำหนดครอบครองสืบพันธุ์ ของสัตว์ และมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการกำหนดแนวทางการบริหารจัดการด้านการประมงที่เหมาะสม สำหรับสิ่งมีชีวิตนั้นๆ (Perdizizzi et al., 2012) กระบวนการไขโอดเจเนซิส (ooogenesis) เป็นกระบวนการที่ซับซ้อนของการเปลี่ยนแปลงและการเจริญของเซลล์ต้นกำเนิดเซลล์ของสืบพันธุ์เพศเมีย (germinal cells) (ราชนิมุข, 2556) การศึกษารูปแบบการพัฒนาของเซลล์ในกระบวนการการนี้ เป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งต่อความเข้าใจสัณฐานด้านการสืบพันธุ์ในสัตว์ที่ต้องการควบคุมกระบวนการสืบพันธุ์ได้ในโรงเรือน (El-Sherif et al., 2012) งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา และลักษณะทางเนื้อเยื่อของเซลล์ไข่ในรังไข่ของกั้งตักแต่น้ำตามแบบ *M. nepa* ที่รวบรวมจากท่าเรือในจังหวัดจันทบุรี เพื่อให้เข้าใจถึงสรีรวิทยาของระบบสืบพันธุ์ และรูปแบบการพัฒนาของเซลล์ไข่ในกั้งตักแต่น้ำชนิดนี้

วิธีการศึกษา

เก็บตัวอย่างกั้งตักแต่น้ำตามแบบเพศเมียจากท่าเรือบริเวณหาดเจ้าหลาวในจังหวัดจันทบุรีจำนวน 50 ตัว ในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงธันวาคม พ.ศ. 2554 และนำไปยังห้องปฏิบัติการเพื่อซึ่งน้ำหนักและวัดขนาดลำตัว ตรวจสอบระยะการพัฒนาระบบสืบพันธุ์ ของกั้งตักแต่น้ำจากลักษณะภายนอกตามรายงานของ Wortham-Neal (2002) จากนั้นนำเข้าเปลือกบริเวณส่วนกลางของลำตัวเพื่อ leakage เอาไว้ ออกมากั้งหมดศึกษาดูนิ่มความสมบูรณ์เพศของรังไข่ของกั้งตักแต่น้ำ (*Gonadosomatic index; GSI*) โดยคำนวณ ตามวิธีการของ Yuen and June (1957) จากสมการ

$$[(น้ำหนักรังไข่ / น้ำหนักตัว) \times 100]$$

จากนั้นนำมาศึกษาลักษณะทางเนื้อเยื่อของเซลล์ไข่โดยตัดชิ้นรังไข่ให้มีขนาดประมาณ 5×5 มิลลิเมตร และแช่ในน้ำยา Modified Davidson's Fixative ประมาณ 16-24 ชั่วโมง จากนั้นเตรียมเนื้อเยื่อตามวิธีของ Humason (1979) ตัดเนื้อเยื่อที่ความหนา 5 ไมครอน และย้อมสีด้วยสีมาร์กอกซิลิน และอิโอดิน ตรวจสอบและถ่ายภาพภายใต้กล้องจุลทรรศน์ห้อง ZEISS (ประเทศเยอรมันนี) ที่ติดตั้งระบบการวิเคราะห์ภาพ EOS utility-digital photo professional 3.8 (กล้องถ่ายภาพ CANON EOS500D, ประเทศญี่ปุ่น) วัดเส้นรอบวงและเส้นผ่านศูนย์กลางของเซลล์ไข่ของ กั้งตักแต่น้ำตามแบบแต่ละระยะ โดยวัดเส้นผ่านศูนย์กลางเซลล์ไข่สองตำแหน่งคือ ส่วนที่ยาวที่สุดและกว้างที่สุดของเซลล์ไข่แล้วหาค่าเฉลี่ย

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักรังไข่ และเปอร์เซ็นต์ไข่ต่อขนาดของกั้งตักแต่น้ำตามแบบ โดยใช้สูตรตามวิธีของ Tesch (1971) ดังสมการ

$$Y = ax^b \quad (\text{โดย } Y \text{ คือ ปัจจัยที่ 1 และ } X \text{ คือ ปัจจัยที่ 2)$$

เมื่อคำนวณได้สมการความสัมพันธ์ และค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (R^2) แล้วคำนวณค่า t จากสูตร

$$t = \sqrt{(n-2)R^2 / (1-R^2)}$$

นำค่า t ที่คำนวณได้ไปเปรียบเทียบกับค่า t ที่เปิดจากตาราง t - distribution ที่ $t_{0.05}$ ($n-2$) หากค่าที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าค่า t ที่เปิดจากตาราง แสดงว่าเส้นสมการแสดงความสัมพันธ์ความเชื่อมั่นในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลการศึกษาและวิจารณ์

จากการเก็บตัวอย่างกั้งตักแต่น้ำตามแบบเพศเมียจำนวน 50 ตัวอย่าง ในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงธันวาคม พ.ศ. 2554 เพื่อศึกษาการรูปแบบการพัฒนา

เซลล์สีบพันธุ์ โดยกั้งตักแต่นสามແຕบเพศเมีย ในงานวิจัยนี้มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 25.29 ± 4.98 กรัม และความยาวทั้งหมดเฉลี่ย 12.49 ± 0.82 เซนติเมตร ตามลำดับ ในการตรวจสอบการพัฒนารังไข่ของกั้งตักแต่นสามແຕบจากลักษณะภายนอก สามารถแบ่งได้เป็น 3 ระยะ คือ ระยะที่ 1 แนวกระปาเก็บน้ำเชื้อยังไม่พbn้ำเชื้อ บริเวณส่วนกลางของปล้องทางยังไม่ปรากฏสี และรังไข่มีสีขาวใส ($n = 25$) ระยะที่ 2 แนวกระปาเก็บน้ำเชื้อเห็นเป็นสีขาวบางๆ บริเวณส่วนกลางของปล้องทางเห็นเป็นสีเหลือง และรังไข่มีสีเหลือง ($n = 12$) และระยะที่ 3 แนวกระปาเก็บน้ำเชื้อเห็นเป็นสีเหลือง ขนาดกันหนาทึบมาก และมีการเข้าคอมต่อ กันบริเวณตรงกลางปล้องอกที่ 6 ถึง 8 บริเวณส่วนกลางของปล้องทางเห็นเป็นสีส้ม รังไข่มีสีส้ม ($n = 13$) (Figure 1) กระปาเก็บน้ำเชื้อ (Seminal receptacle) เป็นอวัยวะสำหรับจัดเก็บน้ำเชื้อที่พบบริเวณปล้องอกที่ 6 ถึง 8 ใน กั้งตักแต่นสามเพศเมีย มีการพัฒนาไปพร้อมกับการพัฒนา

ของเซลล์สีบพันธุ์เพศเมีย โดยลักษณะภายนอกนี้สามารถตรวจสອบได้ด้วยตาเปล่า (Wortham-Neal, 2002) และพบในกั้งตักแต่นหลายชนิด เช่น *O. mas-savensis* (El-Sherif et al., 2012) *S. holoschista* (Deecaraman and Subramoniam, 1983) และ *S. empusa* (Wortham-Neal, 2002)

เมื่อกั้งตักแต่นเพศเมียได้รับน้ำเชื้อจากการผสมพันธุ์กับกั้งตักแต่นเพศเมียผู้ จะเก็บน้ำเชื้อไว้ในกระปาเก็บน้ำเชื้อจนกว่าไข่พัฒนาเต็มที่จะมีการปฏิสนธิและวางไข่เกิดขึ้น โดยการปฏิสนธิเกิดขึ้นภายในร่างกายของกั้งตักแต่นเพศเมีย และไข่ที่ปฏิสนธิแล้วจะถูกปล่อยออกไปด้านนอกตัวผ่านช่องวางไข่ (Wortham-Neal, 2002) หลังจากวางไข่กั้งตักแต่นเพศเมียจะอุ้มไข่ไว้ประมาณ 2-3 สัปดาห์ จนกระทั่งถูกกั้งตักแต่นพักเป็นตัว (Wortham-Neal, 2002; Kodama et al., 2009)

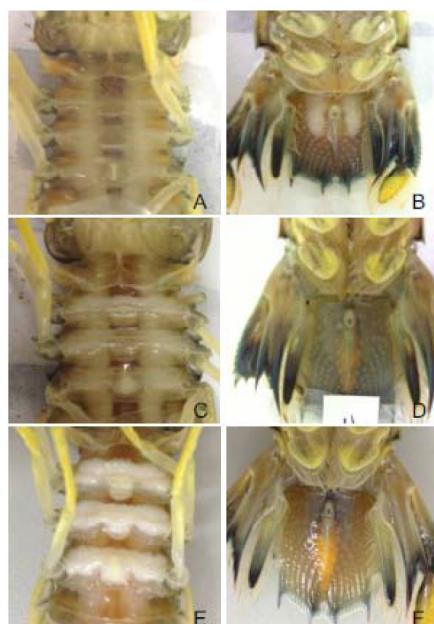


Figure 1 The external morphology of the different reproductive stages of *Miyakea nepa*. A and B = the reproductive stage I, C and D = the reproductive stage II and E and F = the reproductive stage III, respectively.

เมื่อตรวจสอบระยะการพัฒนารังไข่จากลักษณะภายนอกของกั้งตักแต่นสามແຕบเพศเมียโดยพิจารณาจากรังไข่ สีของรังไข่ ลักษณะเซลล์ไข่ และดัชนีความ

สมบูรณ์เพศของรังไข่ สามารถแบ่งระยะการพัฒnarangไข่ได้เป็น 4 ระยะ โดยระยะที่ 1 มีดัชนีความสมบูรณ์เพศของรังไข่ระหว่าง 0-1.50 สีของรังไข่เป็นสีขาวใส มี

ขนาดเส้นรอบวงและเส้นผ่านศูนย์กลางของเซลล์ไข่ประมาณ 78.37 ± 14.41 และ 35.27 ± 8.94 ไมโครเมตร ตามลำดับ ประกอบด้วย เซลล์ไข่ระยะโอิโอกาเนียและ พรีไวเทลโลเจนิกตอนต้น ($N=145$) ระยะที่ 2 มีดัชนีความสมบูรณ์เพศของรังไข่ระหว่าง $1.50-3.00$ สีของรังไข่เป็นสีขาวขุ่น มีขนาดเส้นรอบวงและเส้นผ่านศูนย์กลางของเซลล์ไข่ประมาณ 402.07 ± 100.78 และ 70.54 ± 10.51 ไมโครเมตร ตามลำดับ ประกอบด้วย เซลล์ไข่ระยะพรีไวเทลโลเจนิกตอนปลาย และไวเทลโลเจนิกตอนต้น ($N=150$) ระยะที่ 3 มีดัชนีความสมบูรณ์เพศของรังไข่ระหว่าง $3.00-5.00$ สีของรังไข่เป็นสีเหลือง มีขนาดเส้นรอบวงและเส้นผ่านศูนย์กลางของเซลล์ไข่ประมาณ 428.49 ± 127.96 และ 139.78 ± 30.16 ไมโครเมตร ตามลำดับ ประกอบด้วย เซลล์ไข่ระยะไวเทลโลเจนิกตอนต้น และไวเทลโลเจนิกตอนปลาย ($N=120$) และระยะที่ 4 มีดัชนีความสมบูรณ์เพศของรังไข่ตั้งแต่ 5.00 ขึ้นไป สีของรังไข่เป็นสีส้ม มีขนาดเส้นรอบวงและเส้นผ่านศูนย์กลางของเซลล์ไข่ประมาณ 765.98 ± 114.95 และ 264.84 ± 64.09 ไมโครเมตร ตามลำดับ ประกอบด้วย เซลล์ไข่ระยะไวเทลโลเจนิกตอนปลาย และระยะก่อนวางไข่ ($N=450$) ชนิดมุข และคณะ (2558) ศึกษาลักษณะชีววิทยาบางประการและสัดส่วนเพศของกั้งตักแต่น้ำแบบ *M. nepa* ที่จับได้จากการทำการประมงโดยวิธีอวนลากบริเวณท่าเทียบเรือ อ.แรมสิงห์ จ.จันทบุรี พบร่วมกับตัวอย่างกั้งตักแต่น้ำแบบ *O. oratoria* ที่มีค่าต่อที่สุดในเดือนมิถุนายน ($7.51 \pm 1.52\%$) และมีค่าต่ำที่สุดในเดือนมีนาคม ($0.90 \pm 0.12\%$) โดยในงานวิจัยนี้เก็บตัวอย่างกั้งตักแต่น้ำแบบในเดือนพฤษภาคมถึงเดือนธันวาคม และพบค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศของรังไข่ระหว่าง $0.66-10.33$

จากการวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่า รังไข่ของกั้งตักแต่น้ำแบบ ประกอบด้วย พู 2 พู ที่ยึดติดกันด้วยเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน และพอดอยู่บนตับ/ตับอ่อน (hepatopancreas) ตามแนวลำตัวตั้งแต่บริเวณปล้องออกผ่านซ่องห้องไปจนถึงหาง เช่นเดียวกับรังไข่ของกั้งตักแต่น้ำ *O. massavensis* (El-Sherif et al., 2012) *O. oratoria*

(Kodama et al. 2009) และ *H. raphidea* (Yusli and Ali, 2010) ในระหว่างกระบวนการไขอโภเจนีส รังไข่ของกั้งตักแต่น้ำแบบมีการเปลี่ยนแปลงจากสีขาวใสเป็นสีขาวขุ่น สีเหลือง และสีส้ม ตามลำดับ ซึ่งเป็นผลมาจากการสังเคราะห์และสะสมแครอทินอยด์ในรังไข่ นอกจากนี้ Harrison (1990) และ Chang (1993) รายงานว่า ในครัสเตเชียน แครอทินอยด์มีความสามารถในการจับกับโปรตีนไวเทลลิน (vitelline) เป็น lipo-glycol-carotene protein complex เพื่อสะสมไมเลกุลในอโภพลาสซึมของเซลล์ไข่ ในงานวิจัยนี้พบว่าระยะการพัฒนาไข่ในกั้งตักแต่น้ำแบบจากการศึกษาลักษณะเนื้อเยื่อของไข่ แบ่งเป็น 6 ระยะ คือ โอิโอกาเนีย พรีไวเทลโลเจนิกตอนต้น พรีไวเทลโลเจนิกตอนปลาย ไวเทลโลเจนิกตอนต้น ไวเทลโลเจนิกตอนปลาย และระยะก่อนวางไข่ ตามลำดับ ซึ่งคล้ายคลึงกับที่พบในกั้งตักแต่น้ำชนิดอื่นๆ เช่น *S. holoschista* (Deecaraman and Subramoniam, 1983) *O. oratoria* (Yamazaki and Fuji, 1980; Kodama et al., 2009) และ *O. massavensis* (El-Sherif et al., 2012) ซึ่งจากการศึกษาลักษณะของเนื้อเยื่อ พофอลิเดลเซลล์จำนวนมากล้อมรอบเซลล์ไข่ของกั้งตักแต่น้ำแบบในระยะต้นๆ และค่อนข้างเรียงตัวเป็นแนวเดียว เมื่อไข่มีระยะการพัฒนามากขึ้น จนในไข่ระยะสุดท้ายเซลล์ไข่บางเซลล์ไม่พบพофอลิเดลเซลล์ล้อมรอบ สอดคล้องกับที่มีรายงานในกั้งตักแต่น้ำ *O. massavensis* (El-Sherif et al., 2012) และกุ้ง *Marsupenaeus japonicus* (Yano, 1988) ดังนี้

(1) เซลล์ไข่ระยะโอิโอกาเนีย (*Oogonia, Og*) เซลล์ไข่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเซลล์ไข่น้อยกว่า 10 ไมโครเมตร มีนิวเคลียสขนาดใหญ่ ภายในนิวเคลียส เห็นนิวคลีโอไลด์ชัดเจน ใชอโภพลาสซึมมีพื้นที่น้อยกว่า นิวเคลียส และติดสีม่วงของไฮมาท็อกซิลินอย่างชัดเจน (Figure 2A) (2) เซลล์ไข่ระยะพรีไวเทลโลเจนิกตอนต้น (*Early previtellogenic, Ep*) เซลล์ไข่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 15-40 ไมโครเมตร นิวเคลียสขนาดใหญ่ ภายในนิวเคลียสเห็นโครงสร้างระดับเป็นกลุ่มๆ ติดสีม่วงของไฮมาท็อกซิลินอย่างชัดเจน พофอลิเดลเซลล์

ไม่ล้อมรอบเซลล์ไป (Figure 2B, 2C) (3) เซลล์ไปร่วงไพรีไวเทลโลเจนิกตอนปลาย (Late previtellogenic, Lv) เซลล์ไปมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 40-70 ไมโครเมตร เซลล์วูปว่างเป็นวงรี ติดสีม่วงของฮีมาที่อกซิลินอย่างชัดเจน เห็นฟอลลิคูลเซลล์ล้อมรอบเซลล์ไป พบฟอลลิคูลเซลล์เรียงตัวหนาล้อมรอบเซลล์ไป โอลอพลาสซีมของเซลล์ไปติดสีม่วงของเบส (basophilic) เกิดจากการระดับการทำงานของเซลล์ที่เกิดกระบวนการการเมtabolismภายในออร์แกเนลล์ต่างๆ เช่น ในโทคอนเดรีย กอลจิคอมเพล็กซ์ เคนดิพลาสมิกเตติคุลัม ไโรบอซม และไกลโคเจน ซึ่งอาจจะมีส่วนร่วงในการข้อมติดสีเบสของโอลอพลาสซีม (Brown, 2009) (Figure 2A, 2C) (4) เซลล์ไปร่วงไไวเทลโลเจนิกตอนต้น (Early vitellogenic, EVg) เซลล์ไปมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 45-200 ไมโครเมตร นิวเคลียสอยู่กลางเซลล์ นิวคลีโอล์มักพบอยู่ชิดผนังนิวเคลียส โอลอพลาสซีมเต็มไปด้วยเม็ดไขมันที่ย้อมติดสีแดงของอิโอชินอย่างชัดเจน พบฟอลลิคูลเซลล์เรียงตัวล้อมรอบเซลล์ไป เม็ดไขมัน (oil globules) เป็นองค์ประกอบสำคัญที่ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการสะสมของโปรตีนไปแดง (yolk protein) ในสตอร์กกลุ่มกุ้งและปูโดยแสดงให้เห็นจากการที่โอลอพลาสซีมย้อมติดสีแดงของอิโอชินแทนสีม่วงของฮีมาที่อกซิลิน (Yano, 1988) (Figure 2C, 2D) (5) เซลล์ไปร่วงไไวเทลโลเจนิกตอนปลาย (Late vitellogenic, LVg) เซลล์ไปมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 200-600 ไมโครเมตร วูปว่างของเซลล์มีลักษณะเหลี่ยมและเรียงตัวชิดติดกันมากจนบดบังฟอลลิคูลเซลล์นิวเคลียสอยู่กลางเซลล์และมีขนาดเล็กเมื่อเทียบกับขนาดเซลล์โอลอพลาสซีมขนาดใหญ่ขึ้นและเต็มไปด้วยเม็ดไขมันที่ย้อมติดสีแดงของอิโอชินอย่างชัดเจน การปรากฏของไอล์ดและเม็ดไขมันในปริมาณมากจนเห็นได้ชัด มีความสัมพันธ์กับลักษณะของสีเหลืองของเซลล์ไปในร่วงไไวเทลโลเจนิก King (1948) รายงานว่าสีเหลืองที่ปรากฏขึ้นในรังไปของกุ้ง *Penaeus setiferus* มีความเกี่ยวข้องกับการเพิ่มขึ้น

ของปริมาณเม็ดไขมันในโอลอพลาสซีมของเซลล์ไปตัวอย (Figure 2E) (6) ระยะก่อนวางไข่ (Pre-spawn, Ps) เซลล์ไปมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใกล้เคียงกับเซลล์ไปร่วงไไวเทลโลเจนิกตอนปลาย นิวเคลียสมีขนาดเล็กมากเมื่อเทียบกับขนาดเซลล์ บางเซลล์พบการสลายของเยื่อหุ้มนิวเคลียส (germinal vesicle breakdown) โอลอพลาสซีมขนาดใหญ่ขึ้นและเต็มไปด้วยเม็ดไขมันที่ย้อมติดสีแดงของอิโอชินอย่างชัดเจน ไม่พบฟอลลิคูลเซลล์ล้อมรอบเซลล์ไปในระยะนี้ เซลล์ไปบางเซลล์อาจพบการเจริญของเปลือกไข่ แสดงให้เห็นว่าไปร่วงไว้มีการพัฒนาถึงระยะสุดท้ายก่อนที่กั้งตัวแทนสามແบบจะปฏิสนธิและวางไข่ออกมานอกลำตัวในไม่ช้า ซึ่งมีความคล้ายคลึงกับที่มีรายงานในกั้งตัวแทน *O. oratoria* (Kodama et al., 2009) ในกั้ง *M. japonicus* การสลายของเยื่อหุ้มนิวเคลียสเริ่มขึ้นในตอนเย็นและจะแล้วเสร็จภายใน 5-11 ชั่วโมง หลังจากนั้นกุ้งจะวางไข่ภายในเวลา rádew (Yano, 1988) (Figure 2F)

ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักรังไข่ และเปอร์เซ็นต์ชนิดไข่ต่อขนาดของกั้งตัวแทนสามແบบ

จากการศึกษาตัวอย่างกั้งตัวแทนสามແบบ เพศเมียจำนวน 50 ตัวอย่าง มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย เท่ากับ 25.29 ± 4.98 กรัม และมีน้ำหนักรังไข่เฉลี่ยเท่ากับ 1.02 ± 0.76 กรัม พบร่วมมีดัชนีความสมบูรณ์เพศของรังไข่ตั้งแต่ $0.66-10.33$ เมื่อนำมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักรังไข่กับดัชนีความสมบูรณ์เพศของรังไข่ พบร่วม มีความสัมพันธ์กัน ($p < 0.05$) โดยสมการเป็น $y = 0.222x^{1.0925}$ มีค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนดเป็น 0.9316 แสดงให้เห็นว่ากั้งตัวแทนที่มีน้ำหนักรังไข่มากจะมีดัชนีความสมบูรณ์เพศของรังไข่มาก และเมื่อนำมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักรังไข่กับน้ำหนักตัวกั้งตัวแทน พบร่วม มีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำ ($p < 0.05$) โดยสมการเป็น $y = 0.0011x^{2.0308}$ มีค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนดเป็น 0.2565 (Figure 3)

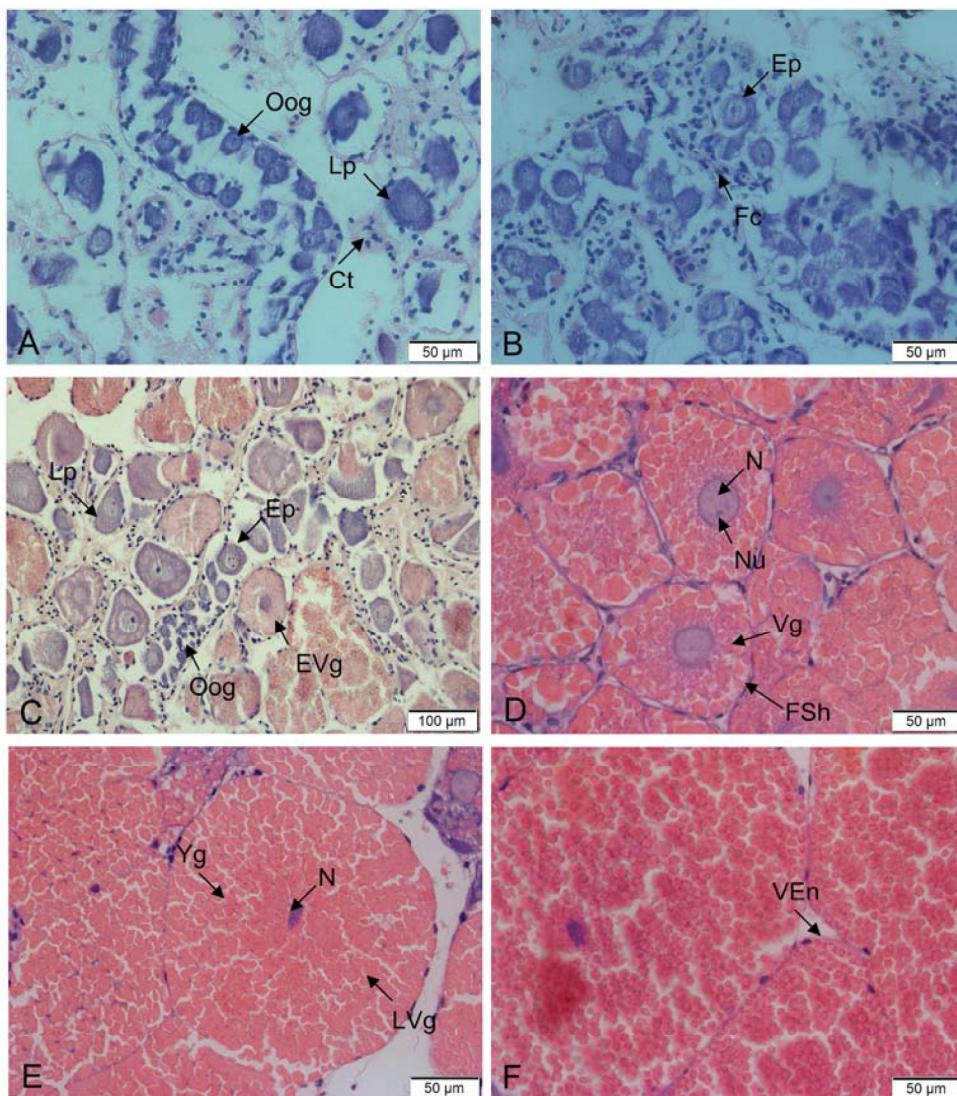


Figure 2 Hematoxylin and eosin staining showing oocyte development of *Miyakea nepa* in Chanthaburi province. (A) Oogonium and previtellogenic stage; (B) previtellogenic stage; (C) previtellogenic and early vitellogenic stage; (D) vitellogenic stage; (E) late vitellogenic stage and (F) maturation stage. Ct, connective tissue; Ep, early previtellogenic oocyte; EVg, early vitellogenic oocyte; Fc, follicle cell; FSh, follicle sheet; Lp, late previtellogenic oocyte n, nucleus; nu, nucleolus; oi, oil globule; Oog, oogonium; VEn, vitelline envelope; Vg, vitellogenic oocyte; Yg, yolk granule.

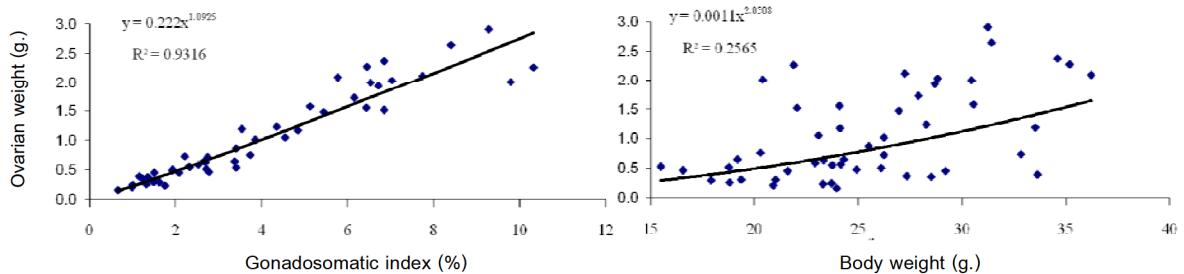


Figure 3 The relationships among ovarian weight, Gonadosomatic index and body weight of the female mantis shrimp *M. nepa*

สรุป

ระยะการพัฒนารังไข่ของกั้งตื๊กแตนสามแฉบสามารถตรวจสอบได้จากสัณฐานภายนอกซึ่งมีความสัมพันธ์กับสีของรังไข่และระยะการพัฒนาของเซลล์ไข่โดยเมื่อพิจารณาร่วมกับลักษณะทางเนื้อเยื่าของเซลล์ไข่พบการพัฒนาของเซลล์ไข่ที่แตกต่างกัน ข้อมูลพื้นฐานด้านสัณฐานวิทยาและรูปแบบการพัฒนาเซลล์ไข่ของกั้งตื๊กแตนสามแฉบที่ได้จากการวิจัยนี้ มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการกำหนดแนวทางการบริหารจัดการด้านการประมงที่เหมาะสมสมสำหรับกั้งตื๊กแตนสามแฉบในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

- บังอร ศรีมุกด้า และ สารัญช์ จำปาศรี. 2537. การศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับการเพาะและอนุบาลกั้งตื๊กแตน. เอกสารวิชาการฉบับที่ 12/2537. ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งจังหวัดจันทบุรี, กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, กรมประมง. 51 หน้า.
- ราชนิมุข หิรัญส์จาราเดช. 2556. ไวนิลโอลเจนีชีส: กระบวนการสร้างไข่แดงของกุ้งกุลาดำ (*Penaeus monodon*). วารสารวิทยาศาสตร์ มข. 41(2): 281-297.
- ราชนิมุข หิรัญส์จาราเดช, วงศ์ทร บุกบุญ, ดาวราวรรณ พมมาศ และจิลันดา คงศรี. 2558. การศึกษาชีววิทยาบางประการของกั้งตื๊กแตนสามแฉบ *Miyakea nepa* (Latreille, 1828) บริเวณจังหวัดจันทบุรี. แก่นเกษตร. 43(1): 29-38.
- วีระ เจริญพักตร์, อกนศ แสงประดับ, สุพัฒน์ กำลังเกื้อ, ปราณี อ่อนแก้ว และอดิเทพ บุญเจริญ. 2555. การทดลองอนุบาลกั้งตื๊กแตนทางจุล *Harpisquilla raphidea* (Fabricius, 1798) ด้วยอาหาร 3 ชนิดในตะกั่วพลาสติก. เอกสารวิชาการฉบับที่ 24/2555. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งสงขลา, สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง, กรมประมง. 24 หน้า.
- วีระ เจริญพักตร์, ปราณี อ่อนแก้ว, อกนศ แสงประดับ และสุภาวดี จิตต์หมื่น. 2557. ผลของการดับป่าโปรตีนต่อการเจริญเติบโตของกั้งตื๊กแตนทางจุล *Harpisquilla raphidea* (Fabricius, 1798). รายงาน การประชุมวิชาการประมงประจำปี 2557, กรมประมง. หน้า 66-77.
- ศูนย์สารสนเทศกรมประมง. 2552. สถิติการประมงแห่งประเทศไทย. เอกสารฉบับที่ 9/2554., กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 96 หน้า.
- สถานีเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งจังหวัดครรคีธรรมราช. 2535. กั้งตื๊กแตน. วารสารการประมง. 45: 993-998.
- สาขิต โกวิทวี. 2537. การศึกษาอนุกรรมวิธานของกั้งตื๊กแตนบริเวณชายฝั่งทะเลวันออก. หน้า 524-531. ใน: การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 32 สาขาสัตว์ สัตวแพทยศาสตร์ ประมง, 3-5 กุมภาพันธ์ 2537. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สมโภชน์ นิมสันติเจริญ. 2528. ชีววิทยาของกั้งตื๊กแตน. สถานีวิจัยเพื่อการพัฒนาชายฝั่งอันดามัน, สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- เสาวลักษณ์ บุญสม. 2556. การสำรวจการทำประมงกั้งตื๊กแตนบริเวณจังหวัดจันทบุรี. ปัญหาพิเศษปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีทางทะเล, คณะเทคโนโลยีทางทะเล, มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตจันทบุรี.
- สุพัฒน์ กำลังเกื้อ, ปราณี อ่อนแก้ว และอดิเทพ บุญเจริญ. 2555. การอนุบาลลูกกั้งตื๊กแตนทางจุล *Harpisquilla raphidea* (Fabricius, 1798) โดยใช้วิธีการต่างกัน. เอกสารวิชาการฉบับที่ 38/2555. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งสงขลา, สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง, กรมประมง. 26 หน้า.
- Brown, C.E. 2009. Ovarian morphology, oogenesis and changes through the annual reproductive cycle of the female blue crab *Callinectes sapidus* Rathbun, M.Sc. Theses. University of South Florida.
- Chang, E.S. 1993. Comparative endocrinology of molting and reproduction: insect and crustaceans. Ann. Rev. Entomol. 38: 161-180.
- Deecaraman, M. and Subramoniam, T. 1983. Mating and its effect on female reproductive physiology with special reference to the fate of male accessory sex gland secretion in the stomatopod *Squilla holoschista*. Mar. Biol. 77: 161-170.
- El-Sherif, S.S., El-Khodary, G.M., and Ghonim, A.Z. 2012. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2090989612000239> - cor1mailto:gihankhodary@hotmail.com Ovarian cycle and scanning electron micrographs of the spawned egg of female mantis shrimp *Oratosquilla massavensis* (Alexandria, Egypt). The Journal of Basic and Applied Zoology. 65(2): 116-124.
- Harrison, K.E. 1990. The role of nutrition in maturation, reproduction and embryonic development of Decapod crustacean: a review. J. Shellfish. 6: 1-28.
- Humason, G.L. 1979. *Animal tissue techniques*. 4th edition. WH Freeman & CO, San Francisco.

- King, J.E. 1948. A study of the reproductive organs of the common shrimp *Penaeus setiferus* (Linnaeus). Biol. Bull. 94: 224-262.
- Kodama, K., Shiraishi, H., Morita, M., and Horiguchi, T. 2009. Reproductive biology of the Japanese mantis shrimp *Oratosquilla oratoria* (Crustacea: Stomatopoda): annual cycle of gonadal development and copulation. Mar. Biol. 5: 415-426.
- Moosa M.K. 2000. Marine biodiversity of the South China Sea: a checklist of stomatopod Crustacea. Raf. Bull. Zool. 8: 405-457.
- Perdichizzi, A., Porrera, L., Micale, V., Muglia, U., and Rinelli, P. 2012. A Histological Study of Ovarian Development in the Giant Red Shrimp *Aristaeomorpha foliacea* (Crustacea: Decapoda: Aristeidae) from the Southern Tyrrhenian Sea (Western Mediterranean). The Scientific World Journal. 2012:1 9.
- Tesch, F.W. 1971. *Age and Growth*. p. 98-130 In: Ricker W.E. (ed.) *Method for Assessment of Fish Production in Freshwater*, 2nd Edition. IBP. Handbook No 3, International Biological Program, 7 Maryland Road, NW 1, Blackwell Scientific Publication, London. 348 pp.
- Wortham-Neal, J. 2002. Intraspecific agonistic interactions of *Squilla empusa* (Crustacea: Stomatopoda). Behaviour. 139: 463-485.
- Yamazaki, M., Fuji, A., 1980. Reproductive system of *Oratosquilla oratoria* de Haan, in Mutsu Bay. Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ. 31, 161-168.
- Yano, I. 1988. Oocyte development in the kuruma prawn *Penaeus japonicus*. J. Mar. Biol. 99 (4): 547-553.
- Yuen, H.S.H., and June, F.C. 1957. Yellowfin tuna spawning in the central equatorial pacific. U.S. Fish. Wild. Serv. Fish. Bull. 112: 250-264.
- Yusli, W., and Ali, M. 2010. Biological information on the mantis shrimp, *Harpiosquilla raphidea* (Fabricius, 1798) (Stomatopoda, Crustacea) in Indonesia with a highlight of its reproductive aspects. J. Trop. Biol. Conserv. 7: 65-73.