

## การพัฒนาอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์และขนาดแรกสืบพันธุ์ของหอยฝาเดียว *Stenothyra* sp.

### Gonadal Development and Size at First Maturity of *Stenothyra* sp.

วรเชษฐ์ ท่วมสุวรรณ<sup>1</sup> อีซาโอะ ซุซุยอิ<sup>2</sup> ดุสิต เอื้ออำนวย<sup>1</sup> และปวีณา ทวีกิจการ<sup>1</sup>  
Worachet Thuamsuwan<sup>1</sup>, Isao Tsutsui<sup>2</sup>, Dusit Aue-umneoy<sup>1</sup> and Praveena Taveekijakam<sup>1</sup>

#### บทคัดย่อ

ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา อัตราส่วนเพศ การพัฒนาอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ และขนาดแรกสืบพันธุ์ ของหอยฝาเดียว *Stenothyra* sp. ทำการเก็บตัวอย่างในแหล่งน้ำนิ่งซึ่งเป็นน้ำกร่อย ที่จังหวัดสมุทรสงคราม ตั้งแต่เดือนมกราคม 2561 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2562 พบว่าหอยชนิดนี้มีขนาดตั้งแต่ 0.80-3.00 มิลลิเมตร เปลือกมีรูปทรงรีลักษณะบางผิวเรียบ มีสีน้ำตาลเข้ม ขดวนขวาเป็นเกลียว 5 รอบ สามารถแยกเพศผู้และเพศเมียได้จากอวัยวะสืบพันธุ์ที่พบในเพศผู้เท่านั้น โดยสังเกตได้อย่างชัดเจนในหอยที่มีขนาดตั้งแต่ 1.60 มิลลิเมตรขึ้นไป อัตราส่วนระหว่างเพศผู้และเพศเมีย มีค่าเท่ากับ 0.71:1.00 ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) ระยะการพัฒนาอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของหอย *Stenothyra* sp. ทั้งเพศผู้และเพศเมียสามารถแบ่งได้เป็น 5 ระยะ คือ ระยะเซลล์สืบพันธุ์พักตัว ระยะพัฒนาการของเซลล์สืบพันธุ์ ระยะเซลล์สืบพันธุ์เจริญเต็มที่ ระยะปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ และระยะหลังปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ หอยชนิดนี้มีค่าขนาดแรกสืบพันธุ์ในแต่ละฤดู (ฤดูร้อน ฤดูฝน และฤดูหนาว) เท่ากับ 1.71, 1.71 และ 1.63 มิลลิเมตร ตามลำดับ ซึ่งข้อมูลดังกล่าวสามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นแนวทางในการศึกษาวงจรการสืบพันธุ์ ช่วงของการเปลี่ยนแปลงประชากร ของหอย *Stenothyra* sp. ในรอบปี และการนำหอยชนิดนี้ไปใช้ประโยชน์ในการเลี้ยงร่วมกับสัตว์น้ำ

**คำสำคัญ:** อัตราส่วนเพศ การพัฒนาอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ ขนาดแรกสืบพันธุ์ *Stenothyra* sp.

#### Abstract

The morphology, sex ratio, gonadal development, and size at first maturity were studied for *Stenothyra* sp. collected from a stagnant brackish water pond at Samut Songkhram province from January 2018 to February 2019. The size range of *Stenothyra* sp. were 0.80-3.00 mm in shell length (SL). The shells were of ovate shape, thin, smooth surfaced and dark brown in color. Each shell had 5 dextral whorls. The males, which were longer than 1.60 mm SL, were identifiable due to their conspicuous sex organs. The sex ratio between males and females of *Stenothyra* sp. was about 0.71:1.00, which was a significant difference ( $P < 0.05$ ). The gonadal development stage of *Stenothyra* sp. in males and female was classified into 5 stages: resting stage, developing stage, maturing stage, spawning stage, and spent stage. The sizes of individuals at first maturity in each season (summer, rainy, and winter) were studied, and the results were approximately 1.71, 1.71, and 1.63 mm SL, respectively. This study is unique in that it is the first in-depth study of the maturation of the snail. The researchers believe that their methods and results can be applied to the further study of the *Stenothyra* sp. reproductive cycle, seasonal population dynamics, and to the utilization of this snail in aquaculture.

**Keywords:** sex ratio, gonadal development, size at first maturity, *Stenothyra* sp.

<sup>1</sup> คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

<sup>1</sup> Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Ladkrabang, Bangkok 10520

<sup>2</sup> ฝ่ายประมง ศูนย์วิจัยวิทยาศาสตร์การเกษตรนานาชาติแห่งประเทศไทย สึกุบะ อิบารากิ 305-8686 ประเทศญี่ปุ่น

<sup>2</sup> Fisheries Division, Japan International Research Center for Agricultural Sciences (JIRCAS), 1-1 Ohwashi, Tsukuba, Ibaraki 305-8686, Japan

\*Corresponding author, Email: cong@affrc.go.jp

### คำนำ

หอยฝาเดียวที่อาศัยอยู่ตามแนวป่าชายเลนหรือบริเวณน้ำกร่อย มีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศเนื่องจากเป็นผู้บริโภคอันดับต้น ๆ ของห่วงโซ่อาหาร เป็นแหล่งอาหารที่สำคัญของสัตว์น้ำชนิดอื่น หอยฝาเดียวเป็นสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในกลุ่มสัตว์หน้าดินที่มีบทบาทสำคัญในการหมุนเวียนธาตุอาหารในระบบนิเวศ จำนวนและชนิดของหอยฝาเดียวยังใช้เป็นตัวบ่งชี้ความอุดมสมบูรณ์ของระบบนิเวศป่าชายเลน มลพิษในแหล่งน้ำ รวมทั้งใช้ในการติดตามและประเมินผลการฟื้นตัวกลับคืนสู่สภาวะสมดุลของป่าชายเลนได้ หอยฝาเดียวเป็นสิ่งมีชีวิตหน้าดินที่มีจำนวนมากที่สุดในระบบนิเวศป่าชายเลน (ณัฐกิติ์ ไตอ่อน, 2560) โดยชนิดของหอยฝาเดียวที่พบในระบบนิเวศป่าชายเลนมีหลายชนิดตัวอย่างที่พบได้แก่ *Planaxis* sp., *Stenothyra* sp. และ *Assimineia* sp. เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีรายงานพบหอยฝาเดียวในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำซึ่งหอยฝาเดียวเหล่านี้มีความสำคัญในการหมุนเวียนธาตุอาหารภายในบ่อเลี้ยง และหอยฝาเดียวยังสามารถเป็นอาหารเสริมให้สัตว์น้ำที่เลี้ยงอีกด้วย (Fujioka et al., 2007)

*Stenothyra* sp. จัดอยู่ใน Family Stenothyridae จัดเป็นหอยฝาเดียวขนาดเล็ก มีขนาดตั้งแต่ 1-10 มิลลิเมตร พบการกระจายทั่วไปในทวีปเอเชียใต้ เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และยังพบการกระจายในประเทศจีน ประเทศญี่ปุ่น รวมไปถึงทางตอนเหนือของทวีปออสเตรเลีย สามารถแบ่งกลุ่มตามที่อยู่อาศัยได้เป็น 2 กลุ่ม คือหอยที่อาศัยอยู่ในบริเวณแม่น้ำ บึง คลอง เช่น *Stenothyra koratensis* (รุจิรา จำปาปน และคณะ, 2556) และหอยที่อาศัยอยู่ในบริเวณน้ำกร่อยในเขตน้ำขึ้น-น้ำลง เช่น *Stenothyra polita*, *Stenothyra prasongi* (Hena et al., 2004) ในประเทศไทยพบการกระจายจำนวนมากของ *Stenothyra* sp. ในบริเวณน้ำกร่อย มีพบเพียง 2-3 สายพันธุ์ที่พบในน้ำจืด แต่การศึกษาเกี่ยวกับหอยชนิดนี้ยังมีไม่มากนัก และยังไม่มีการศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์และการสืบพันธุ์ ทำให้ข้อมูลพื้นฐานของหอยชนิดนี้มีน้อย

การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา อัตราร่วนเพศ การพัฒนาอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ และขนาดแรกสืบพันธุ์ของหอย *Stenothyra* sp. เป็นข้อมูลที่ยังไม่มีการศึกษามาก่อน โดยข้อมูลดังกล่าวสามารถใช้เป็นแนวทางในการศึกษาวงจรการสืบพันธุ์ ช่วงของการเปลี่ยนแปลงประชากรของหอย *Stenothyra* sp. ในรอบปี และการนำหอยชนิดนี้ไปใช้ประโยชน์ในการเลี้ยงร่วมกับสัตว์น้ำ

### วิธีการศึกษา

#### พื้นที่การศึกษาและการเก็บตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างในแหล่งน้ำธรรมชาติบริเวณพื้นที่ใกล้คลองลาดใหญ่ ตำบลบางแก้ว อำเภอมะนัง จังหวัดสมุทรสงคราม ตั้งอยู่ที่ละติจูด 13 องศา 21 ลิปดา 01.2 พิลิปดาเหนือ ลองจิจูด 100 องศา 02 ลิปดา 55 พิลิปดาตะวันออก มีทางเข้าออกของน้ำจากคลองส่งน้ำบางแก้ว (Figure 1) เก็บตัวอย่างหอยทุกเดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม 2561 - กุมภาพันธ์ 2562 เป็นระยะเวลา 14 เดือน โดยทำการสุ่มวาง quadrat ขนาด 10x10 เซนติเมตร จำนวน 3 ซ้ำในพื้นที่ทำการสำรวจ ทำการเก็บตัวอย่างหอยทั้งหมดใน quadrat และเก็บตัวอย่างน้ำ เพื่อนำกลับไปศึกษาที่ห้องปฏิบัติการ



Figure 1 Location and characteristics of the sample area A: sample area, B: water inlet, C: canal.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### การศึกษาลักษณะทางสัณฐานและอัตราส่วนเพศ

ทำการศึกษาลักษณะภายนอกและทำการวัดขนาดของหอย *Stenothyra* sp. จากตัวอย่างที่เก็บมา หลังจากนั้นนำหอยมาคัดแยกขนาดผ่านตะแกรงร่อน ขนาด 2.00, 1.60, 1.00 และ 0.50 มิลลิเมตร ทำการสังเกตอวัยวะสืบพันธุ์ (conspicuous penis) ของหอยเพศผู้ด้วยวิธีการส่องใต้กล้องจุลทรรศน์ เมื่อหอยเปิดปากเปลือกและยื่นส่วนหัวออกมาหอยเพศผู้จะพบอวัยวะที่ใช้ในการสืบพันธุ์ (conspicuous penis) อยู่หลังส่วนหัว พบว่าสามารถสังเกตอวัยวะสืบพันธุ์ของหอยเพศผู้ได้ชัดเจนในหอยที่มีขนาด 1.60 มิลลิเมตรขึ้นไป จึงทำการเลือกหอยที่ไม่ผ่านตะแกรงร่อนขนาด 1.60 และ 2.00 มิลลิเมตร มาหาอัตราส่วนระหว่างหอยเพศผู้และเพศเมีย ทำการบันทึกข้อมูลและวิเคราะห์หาความแตกต่างของสัดส่วนเพศของประชากรหอย *Stenothyra* sp. ด้วยโปรแกรม SPSS, Chi-square ( $P < 0.05$ )

### ศึกษาระยะของการพัฒนาอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์

หลังจากทำการแยกเพศของหอย *Stenothyra* sp. นำหอยเหล่านั้นมาผ่านกระบวนการตามวิธีทางเนื้อเยื่อวิทยา (histological technique) เพื่อทำ paraffin section และย้อมสีเนื้อเยื่อด้วย Harris's Hematoxylin และ Eosin ตามวิธีการของ Bancroft and Gamble (2002) เพื่อตรวจสอบการพัฒนากลไกของเซลล์สืบพันธุ์ โดยจำแนกจากจำนวนและระยะการพัฒนาของเซลล์สืบพันธุ์ภายในอวัยวะสืบพันธุ์ โดยแบ่งระยะการพัฒนาของอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ทั้งในเพศผู้และเพศเมียเป็น 5 ระยะ ซึ่งตัดแปลงจากการจำแนกของ จินตมาศ สุวรรณจรัส และคณะ (2551) ดังนี้

ระยะที่ 1 ระยะเซลล์สืบพันธุ์พักตัว (resting stage) เป็นระยะที่อวัยวะสืบพันธุ์พักตัว หรือเตรียมเริ่มวงจรใหม่ระยะนี้เซลล์สืบพันธุ์มีจำนวนน้อย

ระยะที่ 2 ระยะพัฒนาการของเซลล์สืบพันธุ์ (developing stage) เป็นระยะที่อวัยวะสืบพันธุ์มีการฟื้นตัว เพื่อเข้าสู่วงจรใหม่ มีพัฒนาการของเซลล์สืบพันธุ์เกิดขึ้นต่อเนื่อง

ระยะที่ 3 ระยะเซลล์สืบพันธุ์เจริญเต็มที่ (maturing stage) เป็นระยะที่อวัยวะสืบพันธุ์สมบูรณ์ มีเซลล์ สืบพันธุ์เจริญเต็มที่

ระยะที่ 4 ระยะปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ (spawning stage) เป็นระยะที่อวัยวะสืบพันธุ์ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ออกสู่ภายนอกเพื่อการปฏิสนธิ

ระยะที่ 5 ระยะหลังปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ (spent stage) เป็นระยะที่เซลล์สืบพันธุ์ถูกขับออกจากร่างกาย อวัยวะ เซลล์สืบพันธุ์ที่พบเป็นเซลล์สืบพันธุ์ที่พัฒนาไม่สมบูรณ์

### ขนาดแรกสืบพันธุ์

ตรวจสอบขนาดแรกสืบพันธุ์ของหอย *Stenothyra* sp. ในแต่ละฤดู โดยในฤดูร้อนจะสุ่มตัวอย่างหอยที่เก็บในช่วงเดือน มีนาคม - พฤษภาคม ฤดูฝน เดือน มิถุนายน - ตุลาคม ฤดูหนาว เดือนพฤศจิกายน - กุมภาพันธ์ ทำการแบ่งขนาดหอยออกเป็น 6 ขนาด คือ 0.70-1.00, 1.10-1.40, 1.50-1.80, 1.90-2.20, 2.30-2.60 และ 2.70-3.00 มิลลิเมตร ขนาดละ 10 ตัว มาผ่านกระบวนการตามวิธีทางเนื้อเยื่อวิทยา (histological technique) เพื่อทำ paraffin section และย้อมสีเนื้อเยื่อด้วย Harris's Hematoxylin และ Eosin ตามวิธีการของ Bancroft and Gamble (2002) โดยหอยที่ตรวจพบเซลล์สืบพันธุ์ที่พัฒนาอยู่ในระยะ 2-5 จะถือว่าถึงวัยเจริญพันธุ์แล้ว หลังจากนั้นจะทำการบันทึกผล และทำการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของหอยกับสัดส่วนของสัตว์น้ำในวัยเจริญพันธุ์ต่อสัตว์น้ำทั้งหมดด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติก (logistic model) ตามวิธีการของ Pauly (1984) และคำนวณหาขนาดแรกสืบพันธุ์ที่สัดส่วน 50 เปอร์เซ็นต์ จากสูตรซึ่งตัดแปลงจากการคำนวณของ เสรี นิยมเดชา (2558)

$$P(L) = 1/1 + e^{a+bl}$$

โดย  $P(L)$  = สัดส่วนสัตว์น้ำวัยเจริญพันธุ์ต่อสัตว์น้ำทั้งหมด

$L$  = ความยาว

$a, b$  = ค่าคงที่

แทนค่าสมการเพื่อคำนวณหาความยาวของหอย *Stenothyra* sp. ที่เจริญพันธุ์ 50 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งหมายความว่าจำนวนของหอยในขนาดที่คำนวณได้จะพบว่าเป็นวัยเจริญพันธุ์แล้ว 50 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ผลการศึกษาและวิจารณ์

#### การศึกษาลักษณะทางสัณฐาน

ลักษณะทางชีววิทยาของหอยชนิดนี้จะมีเปลือกที่เป็นทรงรีสีน้ำตาลเข้มและขดขวาเป็นเกลียว 5 เกลียว เปลือกบางและผิวเรียบ ส่วนบอร์ดีเวิร์ล (body whorl) มีขนาดใหญ่กว่าสไปร์ (spires) มีขนาด 3 ใน 4 ของความยาวเปลือก ขนาดของหอย *Stenothyra* sp. ในบริเวณที่ทำเก็บตัวอย่างมีขนาดตั้งแต่ 0.80-3.00 มิลลิเมตร เมื่อโตเต็มวัยปากเปลือกมีขนาดเฉลี่ยประมาณ 0.50-0.90 มิลลิเมตร และเป็นรูปรี โดยใช้ลักษณะของปากเปลือกในการแยกชนิดของหอย *Stenothyra* sp. (Figure 2A) ในบริเวณส่วนหัวจะมีดวงตาดำหนึ่งคู่ที่โคนของหนวด หนวดมักมีความยาวมากกว่าส่วนของงอยปาก และพบจุดสีดำและเหลืองกระจายอยู่ทั่วตามหัว หนวดและเท้า โดยหอยชนิดนี้มีลักษณะภายนอกของเปลือก และลำตัวไม่มีความแตกต่างกันระหว่างเพศผู้และเพศเมีย แต่จะสามารถแยกเพศของหอยเพื่อทำการหาอัตราส่วนของหอยเพศผู้และเพศเมีย ด้วยวิธีการส่องใต้กล้องจุลทรรศน์ หลังจากหอยเปิดเปลือกและยื่นส่วนหัวออกมาหอยเพศผู้จะพบอวัยวะที่ใช้ในการสืบพันธุ์ (conspicuous penis) (Figure 2B) เมื่อนำหอย *Stenothyra* sp. มาผ่านกระบวนการทางเนื้อเยื่อวิทยา บริเวณปากเปลือกจะพบเท้า (foot) อวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ (gonad) อยู่ตรงตำแหน่งสไปร์ของหอย อยู่ติดกับเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (connective tissue) และต่อมย่อยอาหาร (digestive gland) เหมือนกันทั้งเพศผู้และเพศเมีย ขนาดของอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์จะเปลี่ยนไปตามวงจรการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ (Figure 2C )

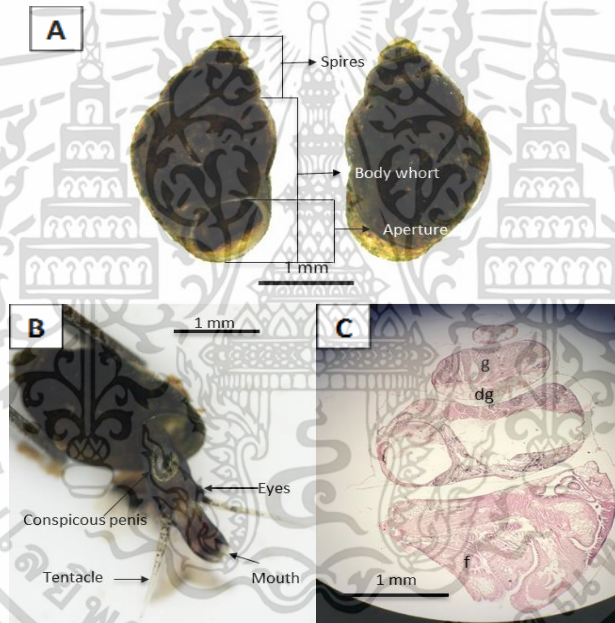


Figure 2 *Stenothyra* sp., A: external morphology, B: position of head, C: Histological characteristics of *Stenothyra* sp.; g = gonad, dg = digestive gland and f = foot.

#### อัตราส่วนเพศ

จากการศึกษาอัตราส่วนเพศของหอย *Stenothyra* sp. ตั้งแต่เดือนมกราคม 2561 ถึง เดือนกุมภาพันธ์ 2562 ติดต่อกันเป็นเวลา 14 เดือน ได้ทำการคัดเลือกหอยที่ไม่ผ่านตะแกรงร่อนขนาด 1.60 มิลลิเมตรขึ้นไป พบว่ามีจำนวนตัวอย่างหอยทั้งหมด 1,130 ตัว พบว่าเป็นเพศผู้ 469 ตัว และเพศเมีย 661 ตัว จากการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติพบว่าอัตราส่วนระหว่างหอยเพศผู้และหอยเพศเมีย มีค่าเท่ากับ 0.71:1.00 ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) เมื่อแยกวิเคราะห์อัตราส่วนเพศของหอยในแต่ละเดือนพบว่าหอย *Stenothyra* sp. มีอัตราส่วนระหว่างหอยเพศผู้และหอยเพศเมียแตกต่างกันคือ เดือนมกราคม กุมภาพันธ์ มีนาคม พฤษภาคม และธันวาคม 2561 จะพบหอยเพศเมียมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) (Figure 3) การศึกษาอัตราส่วนเพศมีความสำคัญในการคาดการณ์ขนาดของประชากรและผลต่อสิ่งแวดล้อม รายงานศึกษาอัตราส่วนเพศของหอยฝาเดียวมีทั้งอัตราส่วนระหว่างหอยเพศผู้และเพศเมียไม่แตกต่างกัน และอัตราส่วนระหว่างหอยเพศผู้และหอยเพศเมียแตกต่างกัน โดยพบหอยเพศเมียมากกว่า อย่างเช่น หอย *Babylonia areolate* (จินตมาศ สุวรรณจรัส และคณะ, 2551) และหอย *Helicon pruinosa* (Henninger and Hodgson, 2001) สัดส่วนเพศของหอยฝาเดียวยังขึ้นอยู่กับไม่เท่ากันใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่วงของการสืบพันธุ์ โดยพบว่าหอยฝาเดียวเพศผู้จะกินอาหารน้อยลงและเริ่มจับคู่จึงทำให้เคลื่อนที่น้อยลง ในขณะที่หอยเพศเมียเคลื่อนที่มากขึ้นเพื่อหาที่วางไข่ที่เหมาะสม จึงทำให้หอยเพศเมียถูกสุ่มได้มากกว่าในฤดูสืบพันธุ์ ตัวอย่างเช่น หอย *Nepunea antique* (Power and Keegan, 2001) โดยผลอัตราส่วนเพศของหอยฝาเดียว *Stenothyra* sp. พบว่ามีความแตกต่างกันในเดือนที่มีอุณหภูมิของน้ำเฉลี่ยตั้งแต่ 27.9-31.2 องศาเซลเซียส ซึ่งอยู่ในช่วงที่ฤดูหนาว ในขณะที่ช่วงเดือนที่ไม่พบความแตกต่างของอัตราส่วนเพศจะมีอุณหภูมิของน้ำเฉลี่ยตั้งแต่ 32.2-37.9 องศาเซลเซียส (Figure 4) ซึ่งอยู่ในช่วงฤดูฝนและฤดูร้อน ช่วงของการสืบพันธุ์ของหอยฝาเดียวแต่ละชนิดก็มีความแตกต่างกัน โดยทั่วไปหอยฝาเดียวมีช่วงของการสืบพันธุ์และปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในฤดูร้อน เมื่ออุณหภูมิเริ่มสูงขึ้น เช่น ในหอย *Strombus gigas* (Aranda et al., 2003), *Adelomelon brasilana* (Cledon et al., 2005), *Littoraria arduiniana* (Gimenez and Penchaszadeh, 2002), *Iravadia sakaguchii* (Kobayashii and Wada, 2004), *Zidona dufresnei* (Ng and Williams, 2012) และ *Adelomelon ancilla* (Penchazadeh et al., 2009) แต่การศึกษาในหอยฝาเดียวเหล่านี้เป็นการศึกษาในประเทศเขตอบอุ่นซึ่งมีความแตกต่างกันของอุณหภูมิในแต่ละฤดูค่อนข้างมาก ในขณะที่ประเทศไทยมีความแตกต่างของอุณหภูมิในแต่ละฤดูไม่มากนัก จากการศึกษาอัตราส่วนของหอยเพศผู้และเพศเมียของหอย *Stenothyra* sp. พบความแตกต่างกันในช่วงเดือนที่มีอุณหภูมิต่ำ ซึ่งอาจจะเป็นช่วงที่หอยชนิดนี้สืบพันธุ์และปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ จึงทำให้พบหอยเพศเมียมากกว่าเพศผู้ แต่ทั้งนี้ยังไม่สามารถสรุปได้อย่างชัดเจนว่าช่วงของการสืบพันธุ์และปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของหอยฝาเดียว *Stenothyra* sp. อยู่ในช่วงใด แต่จากการศึกษาเบื้องต้นพบว่าหอยชนิดนี้มีการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ตลอดทั้งปี ดังนั้นจึงเป็นข้อมูลที่ผู้ทำการศึกษาจะทำการศึกษาวงจรของการพัฒนาของอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของหอยฝาเดียว *Stenothyra* sp. ในรอบปี เพื่อที่จะได้ข้อมูลช่วงของการสืบพันธุ์และปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของหอยฝาเดียวชนิดนี้ต่อไป

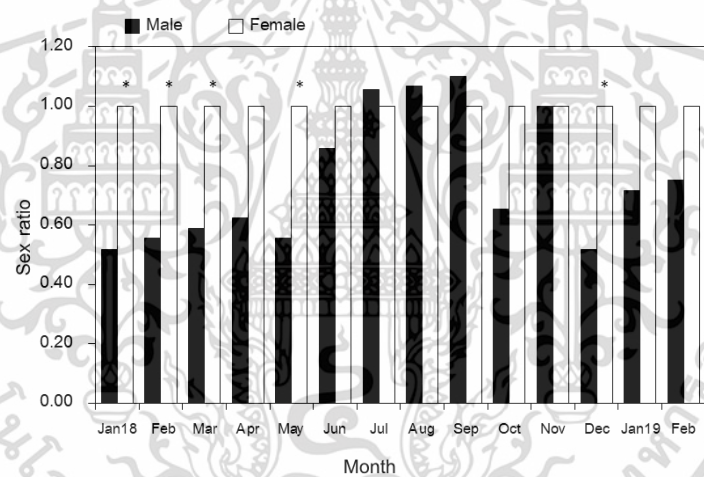


Figure 3 Sex ratio of *Stenothyra* sp. from January 2018 to February 2019.

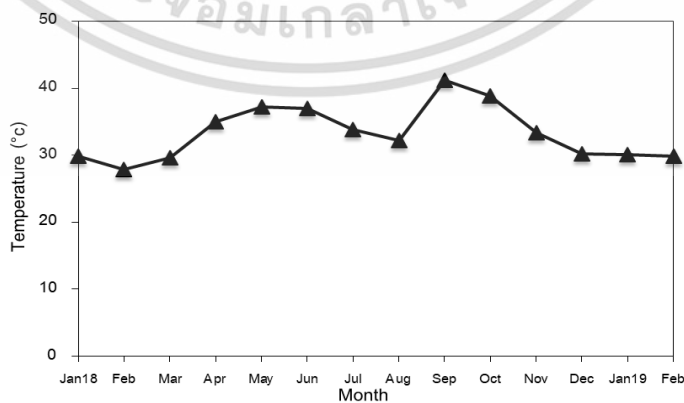


Figure 4 Water temperature at sample area from January 2018 to February 2019.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ระยะของการพัฒนาของอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์

จากการตรวจสอบการพัฒนาของอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของตัวอย่างหอยที่ย้อมด้วยสี H&E ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ หอยทั้งเพศผู้และเพศเมียสามารถแบ่งระยะของการพัฒนาอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ได้ออกเป็น 5 ระยะ ตามพัฒนาการและปริมาณของเซลล์สืบพันธุ์ที่แตกต่างกันในแต่ละระยะการพัฒนาซึ่งมีลักษณะดังนี้

ระยะที่ 1 ระยะเซลล์สืบพันธุ์พักตัว (resting stage) เป็นระยะพักตัวและเตรียมเริ่มวงจรการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ใหม่ ในระยะนี้ขนาดของอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์มีขนาดเล็ก ภายในพบเยื่อผนังฟอลลิคูล (follicle) ที่หนา เซลล์สืบพันธุ์ที่พบในระยะนี้มีจำนวนไม่มากนัก ในเพศผู้จะพบเพียง spermatogonia และ spermatocytes ตามขอบของเยื่อผนังฟอลลิคูลเท่านั้น (Figure 5A) ส่วนในหอยเพศเมียพบเซลล์สืบพันธุ์ในระยะ oogonia เพียงระยะเดียว (Figure 6A)

ระยะที่ 2 ระยะพัฒนาการของเซลล์สืบพันธุ์ (developing stage) ในระยะนี้จะเริ่มพบการพัฒนาของเซลล์สืบพันธุ์ ขนาดของอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์จะมีขนาดใหญ่ขึ้นจากการขยายตัวของเยื่อผนังฟอลลิคูล ในหอยเพศผู้จะเริ่มมีจำนวนของ spermatogonia และ spermatocytes มากขึ้น และยังสามารถพบ spermatid และเริ่มพบหางของ spermatozoa บ้างเล็กน้อย อยู่ตรงกลางของเยื่อผนังฟอลลิคูล (Figure 5B) ในหอยเพศเมียพบเซลล์ไข่ที่มีขนาดเล็กติดอยู่กับเยื่อผนังฟอลลิคูล ซึ่งเป็นเซลล์ไข่ในระยะ previtellogenic oocytes ในระยะนี้พบนิวเคลียสที่อยู่ภายในไซโตพลาสซึม มีขนาดประมาณ 10  $\mu\text{m}$  (Figure 6B)

ระยะที่ 3 ระยะเซลล์สืบพันธุ์เจริญเต็มที่ (maturing stage) ระยะนี้เป็นระยะที่เซลล์สืบพันธุ์อยู่ในระยะที่สมบูรณ์พร้อมปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ ในหอยเพศผู้พบเยื่อผนังฟอลลิคูลมีลักษณะที่ขยายใหญ่ขึ้นมีผนังที่บางลงสามารถแยกขอบของผนังได้อย่างชัดเจน พบ spermatozoa ซึ่งเป็นเซลล์สืบพันธุ์ที่อยู่ในระยะสมบูรณ์ เป็นจำนวนมากรวมตัวอยู่ส่วนกลางของเยื่อผนังฟอลลิคูล และยังสามารถพบเซลล์สืบพันธุ์ระยะอื่นอยู่บ้างตามขอบของเยื่อผนังฟอลลิคูล (Figure 5C) ในหอยเพศเมียเยื่อผนังฟอลลิคูลขยายติดกับเนื้อเยื่อของอวัยวะที่อยู่ใกล้เคียงจนไม่สามารถเห็นขอบผนังได้อย่างชัดเจน ภายในไซโตพลาสซึมของเซลล์ไข่พบ yolk granule จำนวนมาก (vitellogenic oocytes) ซึ่งเป็นเซลล์ไข่ในระยะสมบูรณ์ มีขนาดประมาณ 25  $\mu\text{m}$  (Figure 6C)

ระยะที่ 4 ระยะปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ (spawning stage) ในระยะนี้เป็นช่วงที่มีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์เกิดขึ้น เยื่อผนังฟอลลิคูลบางส่วนจะเริ่มสลาย ในหอยเพศผู้พบ spermatozoa ที่มีปริมาณลดน้อยลง และพบช่องว่างเนื่องจาก spermatozoa บางส่วนได้ถูกปล่อยไปแล้ว โดยบริเวณขอบของผนังฟอลลิคูลยังสามารถพบ spermatocytes อยู่บ้างเพียงเล็กน้อย (Figure 5D) ในหอยเพศเมียพบว่าเซลล์ไข่ลดลงอย่างเห็นได้ชัด และปรากฏช่องว่างจากเซลล์ไข่ที่ถูกปล่อยไปแล้ว yolk ที่อยู่ภายในเยื่อผนังฟอลลิคูลก็จะหายไป โดยจะพบ vitellogenic oocytes หลงเหลืออยู่บ้างเล็กน้อย (Figure 6D)

ระยะที่ 5 ระยะหลังปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ (spent stage) หลังจากที่มีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ขนาดของอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์จะมีขนาดเล็กลง เยื่อผนังฟอลลิคูลที่อยู่ภายในเริ่มสลายเพื่อนำสารอาหารกลับไปใช้ใหม่ในการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์รอบต่อไป ในระยะนี้จะพบเซลล์สืบพันธุ์หลงเหลืออยู่ไม่มากนัก ในหอยเพศผู้จะพบ spermatozoa อยู่บ้างเล็กน้อย (Figure 5E) ในหอยเพศเมียปรากฏช่องว่างอย่างชัดเจนจากการที่เยื่อผนังฟอลลิคูลเริ่มสลาย เซลล์ไข่ที่พบเหลืออยู่จะเป็นเซลล์ไข่ที่ยังพัฒนาไม่สมบูรณ์ (Figure 6E)

การพัฒนาอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของหอยฝาเดียวส่วนใหญ่สามารถแบ่งได้ออก เป็น 5 ระยะ ซึ่งตรงกับการศึกษาในหอย *Babylonia areolate* (จินตมาศ สุวรรณจรัส และคณะ, 2551), *Strombus gigas* (Aranda et al., 2003), *Adelomelon brasillana* (Cledon et al., 2005) และ *Adelomelon ancilla* (Penchazadeh et al., 2009) โดยหอยฝาเดียวมีการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์อยู่ตลอด ทำให้บางครั้งในระยะหลังปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ ในหอยเพศผู้และเพศเมียสามารถพบ spermatogonia และ oogonia ซึ่งเป็นเซลล์สืบพันธุ์ในระยะเริ่มต้นที่เกิดขึ้นใหม่เพื่อการพัฒนาอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ในรอบต่อไป ทำให้สังเกตระยะการพัฒนาของอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ ในระยะหลังปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ และ ระยะเซลล์สืบพันธุ์พักตัว ได้ค่อนข้างยาก โดยทำให้ในหอยฝาเดียวบางชนิด เช่น *Hexaplex trunculus* (Elhasni et al., 2010) สามารถแบ่งระยะของการพัฒนาอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ได้เพียง 4 ระยะ และจากการที่หอยฝาเดียวมีการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์อยู่ตลอดทำให้ ในหอยฝาเดียวเพศผู้บางชนิดพบว่าอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์อยู่ในระยะเซลล์สืบพันธุ์พัฒนาสมบูรณ์ตลอดทั้งปี เช่น ในหอย *Adelomelon ancilla* (Penchazadeh et al., 2009) ข้อมูลการพัฒนาของอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์เป็นข้อมูลที่สำคัญเมื่อศึกษาอย่างต่อเนื่องทำให้สามารถรู้ช่วงของการสืบพันธุ์และปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ และทราบแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากรในรอบปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

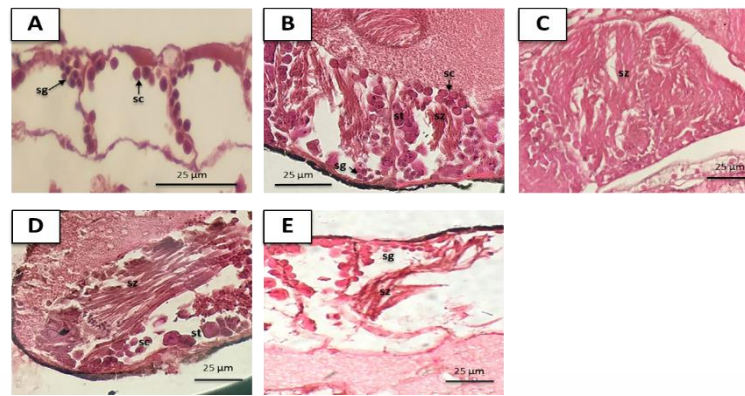


Figure 5 Histological section of testis, A: resting stage, B: developing stage, C: maturing stage, D: spawning stage and E: spent stage; sg = spermatogonia, sc = spermatocytes, st = spermatid, and sz = spermatozoa.

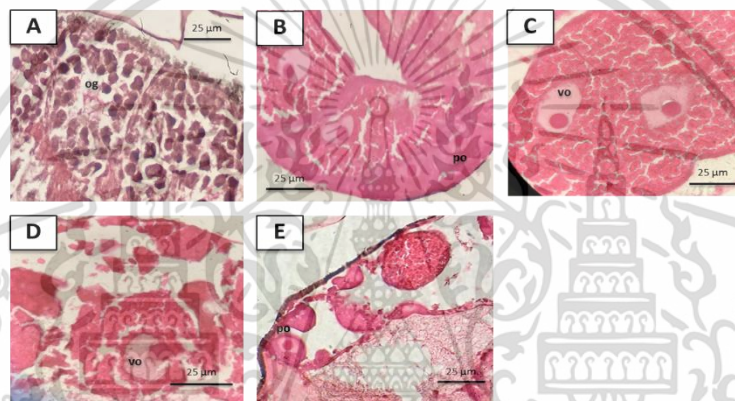


Figure 6 Histological section of ovary A: resting stage, B: developing stage, C: maturing stage, D: spawning stage and E: spent stage; og = oogonia, po = previtellogenic oocytes, and vo = vitellogenic oocytes.

**ขนาดแรกสืบพันธุ์**

หอยฝาเดียว *Stenothyra* sp. ที่ทำการสุ่มตัวอย่างตั้งแต่เดือนมกราคม 2561 - เดือนกุมภาพันธ์ 2562 มีขนาดตั้งแต่ 0.80-3.00 มิลลิเมตร หลังจากสุ่มตัวอย่างหอยของแต่ละฤดู จึงทำการแบ่งขนาดหอยแต่ละฤดูออกเป็น 6 ขนาด ขนาดละ 10 ตัว โดยความยาวเฉลี่ยของแต่ละขนาดคือ 0.95, 1.35, 1.75, 2.15, 2.35 และ 2.75 มิลลิเมตร เมื่อนำตัวอย่างหอยมาผ่านกระบวนการตามวิธีทางเนื้อเยื่อวิทยา (histological technique) และไปส่งให้กล้องจุลทรรศน์เพื่อตรวจสอบการพบเซลล์สืบพันธุ์ภายในอวัยวะสืบพันธุ์ พบว่าในฤดูร้อน และฤดูฝน หอยในขนาดที่ 1 และ 2 ไม่พบการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ และหอยในขนาดที่ 3 พบว่ามีการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ 60 เปอร์เซ็นต์ ส่วนหอยในขนาดที่ 4, 5 และ 6 พบการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ทั้งหมด ส่วนในฤดูหนาว หอยในขนาดที่ 1 ไม่พบ การพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ หอยในขนาดที่ 2 และ 3 พบว่ามีการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ 20 และ 60 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนหอยในขนาดที่ 4, 5 และ 6 พบการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ทั้งหมด เมื่อนำข้อมูลมาทำการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของหอยกับสัดส่วนของสัตว์น้ำในวัยเจริญพันธุ์ต่อสัตว์น้ำทั้งหมด ด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติก (logistic model) ตามวิธีการของ Pauly (1984) เพื่อหาขนาดแรกสืบพันธุ์ที่สัดส่วน 50 เปอร์เซ็นต์ พบว่าขนาดแรกสืบพันธุ์ของตัวแทนประชากรหอยในฤดูร้อน ฤดูฝน และฤดูหนาว มีค่าเท่ากับ 1.71, 1.71 และ 1.63 มิลลิเมตร ตามลำดับ ซึ่งหมายความว่าจำนวนของหอยฝาเดียว *Stenothyra* sp. ในขนาดเหล่านี้จะเป็นวัยเจริญพันธุ์ 50 เปอร์เซ็นต์ (Figure 7) เมื่อเทียบกับความยาวเปลือกสูงสุดของหอย *Stenothyra* sp. ที่พบในบริเวณที่ทำการศึกษา ซึ่งเท่ากับ 3.00 มิลลิเมตร พบว่าหอย *Stenothyra* sp. จะถึงวัยเจริญพันธุ์เมื่อความยาวเปลือกมีสัดส่วนเป็น 54 เปอร์เซ็นต์ ของความยาวเปลือกสูงสุด ซึ่งตรงกับการศึกษาของ Elhasni et al. (2010) ในหอย *Hexaplex trunculus* มีขนาดความยาวเปลือกสูงสุดเท่ากับ 68.70 มิลลิเมตร โดยพบว่าหอยชนิดนี้มีขนาดแรกสืบพันธุ์เมื่อมีความยาวเปลือก 36.90 มิลลิเมตร ซึ่งคิดเป็น 54 เปอร์เซ็นต์ของความยาวเปลือกสูงสุด สัดส่วนของขนาดแรกสืบพันธุ์ต่อความยาวสูงสุดยังมีค่าน้อย แสดงถึงโอกาสที่มากขึ้นของการได้ผสมพันธุ์ของสัตว์น้ำเหล่านั้นไม่เว้นกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยพบว่า ในหอย *Iravadia sakaguchii* เป็นหอยที่ใกล้จะสูญพันธุ์ มีสัดส่วนของขนาดแรกสืบพันธุ์ต่อขนาดสูงสุดถึง 78 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ยังไม่มีการศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์และขนาดแรกสืบพันธุ์ของหอยฝาเดียว *Stenothyra* sp. โดยข้อมูลของขนาดแรกสืบพันธุ์มีความสำคัญต่อการรักษาประชากรของสัตว์น้ำชนิดต่าง ๆ โดยการเก็บเกี่ยวสัตว์น้ำหรือการนำสัตว์น้ำมาใช้ประโยชน์ ควรที่จะมีขนาดมากกว่าขนาดแรกสืบพันธุ์เพื่อเป็นการยืนยันว่าสัตว์น้ำเหล่านั้นจะมีการสืบพันธุ์อย่างน้อยหนึ่งครั้งก่อนที่จะถูกนำไปใช้ประโยชน์ เพื่อที่จะให้ประชากรของสัตว์น้ำเหล่านั้นคงอยู่ต่อไปได้ (Marian et al., 2012)

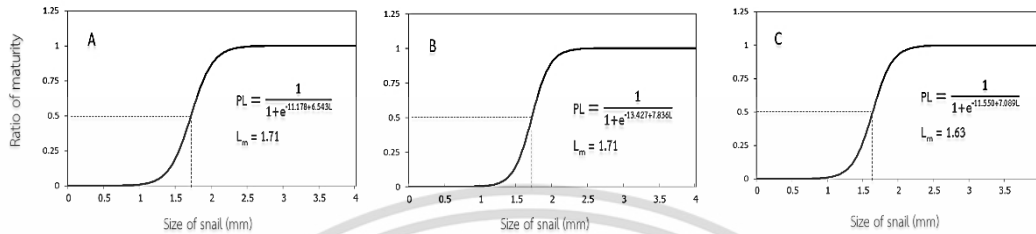


Figure 7 Ratio of maturity and size of *Stenothyra* sp. A: summer season, B: rainy season and C: winter season,  $L_m$  = size at first maturity.

### สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาพบว่าอัตราส่วนระหว่างเพศผู้และเพศเมียของหอย *Stenothyra* sp. แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการพัฒนาของอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของหอยชนิดนี้สามารถแบ่งออกได้เป็น 5 ระยะ และจากการศึกษาขนาดแรกสืบพันธุ์ของหอยชนิดนี้จากกลุ่มตัวอย่างจากฤดูร้อน ฤดูฝน และฤดูหนาว พบว่ามีขนาดแรกสืบพันธุ์เท่ากับ 1.71, 1.71 และ 1.63 มิลลิเมตร ตามลำดับ จากการศึกษาทำให้ได้ทราบถึงข้อมูลทางสัณฐานวิทยา อัตราส่วนเพศ การพัฒนาอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ และขนาดแรกสืบพันธุ์ของหอย *Stenothyra* sp. ซึ่งข้อมูลเบื้องต้นดังกล่าวสามารถใช้เป็นแนวทางในการศึกษาวงจรการพัฒนาวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ ช่วงของการเปลี่ยนแปลงประชากรของหอย *Stenothyra* sp. ในรอบปี และการนำหอยชนิดนี้ไปใช้ประโยชน์ในการเลี้ยงร่วมกับสัตว์น้ำในอนาคต

### เอกสารอ้างอิง

- จินตมาศ สุวรรณจรัส, ชัชวาล หมั่นโพธิ์ และละม้าย ทองบุญ. 2551. จวงจรการสืบพันธุ์ของหอยหวานในอ่าวไทย. *วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ* 11(2): 71-86.
- ณัฐกิติ์ ไชยอ่อน. 2560. สัตว์ทะเลหน้าดินขนาดกลางในพื้นที่ป่าชายเลนปลูกปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสงคราม. *วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ* 9(11): 13-23.
- รุจิรา จำปาปน, ชนวิวัฒน์ ต้นติวารักษ์ และพงษ์รัตน์ คำวงโรจน์วัฒนา. 2556. ความหลากหลายชนิดของหอยน้ำจืดในพื้นที่เขตหนองจอก กรุงเทพมหานคร. *วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา* 18(2): 124-131.
- เสรี นิยมเดชา. 2558. การเปรียบเทียบวงจรการสืบพันธุ์ และขนาดแรกสืบพันธุ์ของหอยแมลงภู่ (*Nerita viridis*) ระหว่างบริเวณชายฝั่งทะเลอ่าวไทย และทะเลอันดามัน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสัตววิทยา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.
- Aranda, D. A., Cardenas, E. B., Morales, I. M., Baez, R. I. O., and Brule, T. 2003. Gonad behavior during peak reproduction period of *Strombus gigas* from Banco chinchorro. *Bulletin of Marine Science* 73(1): 241-248.
- Bancroft, J. D., and Gamble, M. 2002. *Theory and Practical of Histological Techniques*. Edinburgh, UK: Churchill Livingstone. 796 p.
- Cledon, M., Arntz, W., and Panchazadeh, P. E. 2005. Gonadal cycle in an *Adelomelon brasiliense* (Neogastropoda: Volutidae) population of Buenos Aires province, Argentina. *Marine Biology* 147: 439-445.
- Elhasni, K., Ghorbel, M., Vasconcelos, P., and Jarboui, O. 2010. Reproductive cycle and size at first sexual maturity of *Hexaplex trunculus* (Gastropoda: Muricidae) in the Gulf of Gabès (southern Tunisia). *Invertebrate Reproduction and Develop Dent* 54: 213-225.
- Fujioka, Y., Shimada, T., and Srithong, C. 2007. Diversity and community structure of microbenthic fauna in shrimp aquaculture pond of the gulf of Thailand. *Japan Agricultural Research Quarterly* 41(2): 163-172.
- Gimenez, J., and Penchaszadeh, P. E. 2002. Reproductive cycle of *Zidona dufresnei* (Caenogastropoda: Volutidae) from the southwestern Atlantic Ocean. *Marine Biology* 140: 755-761.
- Hena, M. K., Hshamuddin, O., Misri, O., Abdullah, F., and Loo, K. K. 2004. Benthic faunal composition of *Penaeus monodon fabricius* culture pond in west coast of Peninsular Malaysia. *Journal of Biological Sciences* 4(5): 631-636.

ไม่ทำการตีพิมพ์ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Henninger, T. O., and Hodgson, A. L. 2001. The reproductive cycle of *Helicon pruinosus* (Patellogastropoda) on two South African boulder shores. *Journal of molluscan studies* 67: 385-394.
- Kobayashi, Y., and Wada, K. 2004. Growth, reproduction and recruitment of the endangered brackish water snail *Iravadia* (Fairbankia) *sakaguchii* (Gastropoda:Iravadiidae). *Mollucan Research* 24: 33-42.
- Marian, A. C., Marcial, A. M., and Benthe, P. V. C. 2012. Particular features of gonadal maturation and size at first maturity in *Atrina maura* (Bivalvia: Pinnidae). *Scientia marina* 16(3): 539-548.
- Ng, T. P. T., and Williams, G. A. 2012. Contrasting reproduction traits in two species of mangrove dwelling littorinid snails in a seasonal tropical habitat. *Invertebrate biology* 131(3): 177-186.
- Pauly, D. 1984. *Fish Population Dynamic in Tropical Water a Manual for Use with Programmable Calculator*. Manila, Philippines: The international center for living aquatic resources management. 325 p.
- Panchaszadeh, P. E., Antelo, C. S., Zabala, S., and Bigatt, G. 2009. Reproduction and imposex in the edible snail *Adelomelon ancilla* from northern Patagonia, Argentina. *Marine Biotechnology* 156: 1929-1939.
- Power, A. J., and Keegan, B. F. 2001. The significance of imposex levels and TBT contamination in the red whelk, *Neptunea antiqua* (L.) from the offshore Irish Sea. *Marine Pollution Bulletin* 42(9): 761-772.

---

วันรับบทความ (Received date) : 15 พ.ย. 62

วันแก้ไขบทความ (Revised date) : 15 ม.ค. 63

วันตอบรับบทความ (Accepted date) : 17 ก.ค. 63



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้