

**ชีววิทยาการสืบพันธุ์และปัจจัยที่มีผลต่อความสมบูรณ์เพศของหอยโข่งพื้นเมือง
(*Pila ampullacea* Linnaeus, 1758) ในพื้นที่นาข้าวอำเภอสว่างเมืองใหม่
จังหวัดอุบลราชธานี**

**Study on Reproductive Biology and Some Relating Factors on Sexual
Maturation of Thai Native Apple Snail (*Pila ampullacea* Linnaeus, 1758) in the
Rice Field Si Muang Mai, Ubon Ratchathani Province**

เดชณรงค์ โพธิ์ศรี และ ธนาทิพย์ แผลมคม*

สาขาวิชาประมง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จ.อุบลราชธานี 34190

*Email: thanathip.l@ubu.ac.th

บทคัดย่อ

ปัจจุบันหอยโข่ง (*Pila ampullacea* Linnaeus, 1758) ในธรรมชาติลดจำนวนลงอย่างมาก เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมและผลกระทบจากมนุษย์ การศึกษาค้นคว้าวิจัยเพื่อศึกษาข้อมูลทางชีววิทยาการสืบพันธุ์ เพื่อเป็นแนวทางสำหรับการนำหอยโข่งจากธรรมชาติมาเลี้ยงให้เป็นพ่อแม่พันธุ์ในโรงเพาะฟัก โดยรวบรวมตัวอย่างเดือนมกราคม-ธันวาคม พ.ศ. 2558 ในพื้นที่นาข้าว อำเภอสว่างเมืองใหม่ จังหวัดอุบลราชธานี จากการศึกษาพบหอยโข่งในช่วงเดือนเมษายน-พฤศจิกายน และไม่พบตัวอย่างในธรรมชาติในเดือนธันวาคม-มีนาคม หอยโข่งเพศผู้จะมีขนาดตัวและน้ำหนักน้อยกว่าเพศเมีย อัตราส่วนเพศผู้และเพศเมียเท่ากับ 1:1.15 ดัชนีความสมบูรณ์เพศของเพศผู้มีการพัฒนา ก่อนเข้าสู่ช่วงฤดูฝน (พฤษภาคม 8.09±1.6 % และมีมิถุนายน 8.08±2.79 %) ดัชนีความสมบูรณ์เพศของเพศเมียเพิ่มขึ้นในช่วงเดือนเมษายน (6.23±4.54 %) ถึงกรกฎาคม (12.43±11.83 %) คุณภาพน้ำและคุณภาพดินในพื้นที่นาข้าวที่มีความเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของหอยโข่ง พบว่า ความสมบูรณ์เพศของหอยโข่งมีความสัมพันธ์กับความชื้นของดินและความหนาแน่นของหอยโข่ง จากการศึกษาวัยสะสมสืบพันธุ์ด้วยวิธีทางเนื้อเยื่อวิทยา พบเซลล์ไข่ 3 ระยะ (ช่วงยังไม่พัฒนา ช่วงกำลังพัฒนา และ ช่วงพร้อมผสมพันธุ์) ในช่วงฤดูผสมพันธุ์ (มิถุนายน-สิงหาคม) จะพบระยะที่กำลังพัฒนาและระยะที่พร้อมผสมพันธุ์จำนวนมาก ในขณะที่เซลล์สืบพันธุ์เพศผู้แบ่งได้เป็น 4 ระยะ (Spermatogonia, spermatocyte, spermatid และ spermatozoa) ช่วงฤดูผสมพันธุ์ (พฤษภาคม-กันยายน) พบเซลล์ spermatid และ spermatozoa จำนวนมาก

คำสำคัญ : หอยโข่ง ชีววิทยาการสืบพันธุ์ ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง

Abstract

Currently, the environmental changes and human activities may affect on Thai apple snail (*Pila ampullacea* Linnaeus, 1758). The objectives of this study were to determine reproductive biology of Thai apple snail and some relating factors for domesticating in the captivity. Thai apple snail samples were collected annually during January-December 2015 in the rice field area of Si Muang Mai, Ubon Ratchathani province. The results revealed that snail samples were found only in April to November, while no sample was in December to March. The total body weight, body weight, shell length, and shell width of male snails were lower than female. The sex ratio of male and female was 1:1.5. The increasing gonadosomatic index (GSI) of male was found before the rainy season (May-Jun = 8.09±1.6, and

8.08±2.79 respectively), while GSI of female accelerated from April (6.23±4.54 %) to July (12.43±11.83 %). Water and soil quality revealed optimal level for aquatic animals, including Thai apple snail. With Principle component analysis (PCA), GSI related significantly with snail density and soil moisture. The histological studies of reproductive organs revealed that oocytes can be divided into 3 stages (immature, developing and mature stage). The mature stage of oocytes were detected in spawning season (June-August), while sex cell of male composed of 4 stages (Spermatogonia, spermatocyte, spermatid and spermatozoa). Spermatozoa was found in longer period (May-September).

Keywords: *Pila ampullacea*, Reproductive biology, Relating factors

บทนำ

หอยโข่ง (Thai native apple snail, *Pila ampullacea* Linnaeus, 1758) เป็นหอยฝาเดียวในวงศ์แอมพูลลาริดี (Family Ampullariidae) ซึ่งหอยในวงศ์นี้พบได้ทั่วไปในพื้นที่แหล่งน้ำจืดเขตร้อนทั่วโลก ลักษณะที่สำคัญของสกุลฟิลล่า (*Pila*) มีรูปร่างเปลือกเป็นทรงกลมขนาดใหญ่ (Globose shape) ส่วนปลายยอด (Spine) เตี้ยหรือเกือบแบนราบ วงสุดท้ายพองออกมา ผิวเรียบเป็นมัน มีสีเขียวอมน้ำตาลหรือสีเขียวมะกอก มีลายคาดยาว มีความกว้าง และความยาวอยู่ในช่วง 45-80 และ 55-86 มิลลิเมตร ช่องสะดือ (Umbilicus) กว้างและลึกเมื่อเทียบกับหอยชนิดอื่น แผ่นปิดเปลือก (Operculum) หนาและแข็ง สามารถปิดปากเปลือกได้สนิท ลายบนแผ่นปิดเปลือกเป็นแบบคอนเซนทริก (Concentric) ด้านในแผ่นปิดเปลือกมีสีขาวเป็นมันวาว ขอบปากเปลือกด้านใน (Inner lip) เป็นสีขาวและมีลายสีม่วงสลับขาว [1],[2] (รูปที่ 1)



รูปที่ 1 หอยโข่ง (*Pila ampullacea* Linnaeus, 1758)

หอยโข่งมีการกระจายตัวอยู่ในพื้นที่แหล่งน้ำ ความลึกประมาณ 30 เซนติเมตร ได้แก่ นาข้าว แหล่งน้ำตื้น บ่อน้ำ และแหล่งน้ำทางการชลประทาน มักพบ

เกาะอยู่กับพืชน้ำ และพบมากในช่วงฤดูฝน และพบได้น้อยลงในช่วงที่แห้งแล้ง (ฤดูหนาวและฤดูร้อน) [2] อาจเนื่องจากหอยโข่งมีการจำศีลโดยฝังตัวอยู่ใต้ดินและปิดเปลือกแน่นจึงทำให้พบได้น้อยลง หอยโข่งเป็นสัตว์แยกเพศ (Dioecious animal) เพศผู้มีขนาดเล็กกว่าเพศเมีย มีการสืบพันธุ์ในน้ำที่ความลึกไม่เกิน 30 เซนติเมตร สามารถสืบพันธุ์ได้ตลอดทั้งปี พบการจับคู่ในฤดูฝน (พฤษภาคม-กันยายน) ใช้เวลาในการจับคู่ผสมพันธุ์ประมาณ 30-60 นาที อาจพบการขุดหลุมขนาดเล็กกับบริเวณริมฝั่งและจับคู่ด้านในหลุม [3], [4]

จากการที่ประชากรหอยโข่งในธรรมชาติลดจำนวนลง เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติ ผลกระทบจากมนุษย์ ทั้งสารเคมีที่ใช้ในการเกษตร และการถูกบุกรุกและสูญเสียถิ่นอาศัย รวมถึงน้ำเสียที่ถูกปล่อยจากบ้านเรือนและโรงงานอุตสาหกรรม [5] การแก่งแย่งอาหารและที่อยู่อาศัยกับหอยชนิดอื่น นอกจากนี้ ยังพบว่า การระบาดของหอยเขอริ (Exotic species) ที่มีพื้นที่อยู่อาศัยเดียวกับหอยโข่ง สามารถแย่งอาหารและพื้นที่อยู่อาศัย ทำให้พบหอยโข่งในธรรมชาติได้น้อยลง รวมถึงการตกเป็นเหยื่อของสัตว์อื่น [6]

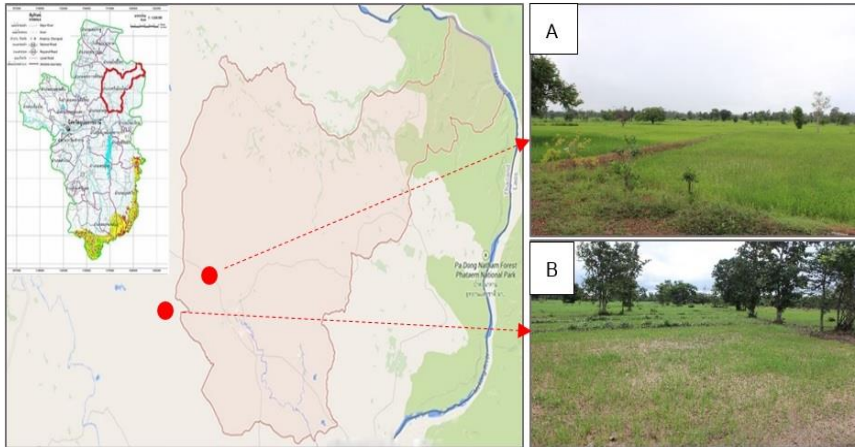
ในการศึกษานี้เพื่อศึกษาข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับระบบสืบพันธุ์ของหอยเพื่อเป็นแนวทางสำหรับการนำหอยโข่งจากธรรมชาติมาเพาะเลี้ยงให้เป็นพ่อแม่พันธุ์ในโรงเพาะพัก และสามารถเพาะพันธุ์หอยโข่งให้มีจำนวนเพียงพอต่อความต้องการบริโภคลดการจับจากธรรมชาติ เพื่อเป็นแนวทางในการอนุรักษ์พันธุ์หอยโข่งได้อีกทางหนึ่ง

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการดำเนินการวิจัย

1. การรวบรวมหอยโข่ง

ตัวอย่างหอยโข่งถูกรวบรวมจากพื้นที่นาข้าว หมู่บ้านคำเตย (15°30'14.8"N และ 105°19'13.1"E) และบ้านหนองซุ่น (15°26'07.5"N และ 105°14'30.2"E) อำเภอศรีเมืองใหม่ จังหวัดอุบลราชธานี (มกราคม-ธันวาคม พ.ศ. 2558) เดือนละ

1 ครั้ง ด้วยวิธีการเก็บด้วยมือ (Hand picking) โดยใช้กรอบพลาสติกสีเหลืองสำหรับสุ่มเก็บตัวอย่างหอยขนาด 1x1 ตารางเมตร วางลงบนพื้นดินที่เป็นบริเวณนาข้าว และแหล่งน้ำที่มีระดับน้ำความลึกไม่เกิน 30 เซนติเมตร โดยสุ่มพื้นที่ละ 5 ซ้ำ ตัวอย่างหอยโข่งทั้งหมดถูกทำความสะอาด จำแนกชนิดของหอยโข่งโดยใช้ลักษณะสัณฐานของเปลือก [1], [2]



รูปที่ 2 พื้นที่การรวบรวมตัวอย่างหอยโข่ง (A)

บ้านคำเตย ตำบลนาคำ และ (B) บ้านหนองซุ่น ตำบลวาริน อำเภอศรีเมืองใหม่ จังหวัดอุบลราชธานี [7]

2. การเก็บตัวอย่างน้ำและดิน

พารามิเตอร์ทางเคมี และทางกายภาพ (ตารางที่ 1) โดยเก็บตัวอย่างน้ำด้วยขวดโพลีเอททิลีนปริมาตร 1 ลิตร ความลึกประมาณ 30 เซนติเมตร จากระดับผิวน้ำ และพารามิเตอร์ของดินประกอบด้วย ชนิดของดินโดยการประเมินประเภทและองค์ประกอบเนื้อดิน การวัดความชื้น โดยวิธี Gravimetric method และความเป็นกรดเป็นด่างของดิน โดยใช้ pH meter [8]

3. การศึกษาดัชนีความสมบูรณ์เพศ

ตัวอย่างหอยโข่งทั้งหมดถูกนำมาชั่งน้ำหนักทั้งหมด (Total weight) ความยาว (Shell length) และความกว้าง (Shell width) จากนั้นถูกนำมาสลับด้วยน้ำมันกานพลู เพื่อตรวจสอบลักษณะของอวัยวะสืบพันธุ์ ในเพศผู้ สังเกตลักษณะของอวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ (Penis) อยู่ในเปลือกภายใต้ช่องของแมนเทิล มีลักษณะคดงอเหมือนเลขหนึ่ง

ไทย สำหรับเพศเมียสามารถสังเกตจากลักษณะของปลายสุดท่อหน้าไข่เป็นกระเปาะและมีสีขาวขุ่น [3] (รูปที่ 3) ส่วนการศึกษาดัชนีความสมบูรณ์เพศ หอยโข่งที่ถูกรวบรวมได้ในแต่ละเดือน ถูกแยกเปลือกออกเพื่อนำมาชั่งน้ำหนักลำตัว (Body weight) และน้ำหนักอวัยวะสืบพันธุ์ (Gonad weight) จากนั้นทำการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศของหอยโข่งเพศผู้และเพศเมีย [10]

4. การศึกษาระยะและพัฒนาการของเซลล์สืบพันธุ์ด้วยเทคนิคเนื้อเยื่อวิทยา

ตัวอย่างเนื้อเยื่ออวัยวะสืบพันธุ์ของหอยโข่งเพศผู้ (อันทะ) และเพศเมีย (รังไข่) ถูกรวบรวมและแช่ในสารละลายฟอร์มาลิน ความเข้มข้น 10 % เป็นเวลาอย่างน้อย 24 ชั่วโมง ทำการขจัดน้ำ (Dehydration) และแยกส่วนของรังไข่และอันทะจากเนื้อเยื่ออื่น จากนั้นตรึงในพาราฟิน (Paraffin wax) ตัดเนื้อเยื่อที่ความบาง 7 ไมโครเมตร ย้อมสี

ด้วย Haematoxylin & Eosin (H&E) [10] แล้วจึงสังเกตโครงสร้างของเนื้อเยื่อภายใต้กล้องจุลทรรศน์และถ่ายภาพ จากนั้นแยกกระยะของรังไข่และเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ เนื้อเยื่ออวัยวะสืบพันธุ์ของหอยโข่งถูกนำมาศึกษาองค์ประกอบและเปรียบเทียบกับเนื้อเยื่อของหอยเชอรี่ (*Pomacea canaliculata*) [11], [12]



รูปที่ 3 ลักษณะเพศของหอยโข่งเพศผู้ (A) และเพศเมีย (B) (P = Penis V= vagina)

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ตารางที่ 1 พารามิเตอร์ด้านคุณภาพน้ำที่ทำการศึกษา [9]

พารามิเตอร์	หน่วย	อุปกรณ์ / วิธีการ
อุณหภูมิ	องศาเซลเซียส	Thermometer
ความเป็นกรดเป็นด่าง	-	pH meter
ความกระด้าง	mg/l as CaCO ₃	Titration method
ความเป็นด่าง	mg/l as CaCO ₃	Titration method
ก๊าซออกซิเจนที่ละลายในน้ำ	mg/l - O ₂	Winkler method
ไนเตรท	mg/l NO ₃ ⁻ - N	Cadmium reduction
ไนไตรท์	mg/l NO ₂ ⁻ - N	Sulphanilamide spectrophotometric
แอมโมเนีย	mg/l NH ₃ - N	Phenate spectrophotometric

ผลการวิจัย

1. การสำรวจหอยโข่งในพื้นที่นาข้าว

จากการสำรวจหอยโข่งในพื้นที่นาข้าวบ้านคำเตยและบ้านหนองซุ่น อำเภอศรีเมืองใหม่ จังหวัดอุบลราชธานี สามารถพบตัวอย่างได้เฉพาะเดือนเมษายน-เดือนพฤศจิกายน (8 เดือน) ลักษณะดินที่อาศัยมีความชื้น และมีแหล่งน้ำที่ขังอยู่บางส่วน ในขณะที่เดือนธันวาคม-มีนาคม (4 เดือน) ซึ่งเป็นช่วง

ข้อมูลน้ำหนักทั้งหมด น้ำหนักตัว ความยาว ความกว้าง ค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศ และพารามิเตอร์ของคุณภาพน้ำทางเคมีและกายภาพ ความชื้น และความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ถูกนำเสนอในรูปของค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบความแตกต่างข้อมูลข้อมูลน้ำหนักทั้งหมด น้ำหนักตัว ความยาว ความกว้าง ค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศแต่ละเดือนด้วยการทดสอบความแปรปรวน (Analysis of Variance; ANOVA) จากนั้นทำการเปรียบเทียบหาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Least Significant Difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % วิเคราะห์อัตราส่วนเพศโดยใช้ ไคสแควร์ (Chi-square test) และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของดัชนีความสมบูรณ์เพศ คุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี ความชื้นของดิน ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน และความหนาแน่นของหอยโข่งด้วย Principal Component Analysis (PCA) โดยประมวลผลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป R โปรแกรมเวอร์ชัน 2.15.1 [13]

ฤดูหนาวและฤดูร้อน แหล่งน้ำ และดินมีลักษณะแห้งทำให้หาตัวอย่างของหอยโข่งได้ยาก เนื่องจากหอยโข่งมีการจำศีลอยู่ใต้พื้นดิน ตัวอย่างหอยโข่งที่รวบรวมได้ทั้งหมด 215 ตัว แบ่งเป็นเพศเมีย 115 ตัว และเพศผู้ 100 ตัว มากที่สุดในเดือนกรกฎาคม (40 ตัว) และเดือนสิงหาคม (39 ตัว) เพศเมียมีน้ำหนักทั้งหมดมากที่สุดในเดือนพฤศจิกายน (16.74±8.04 กรัม) และสิงหาคม (15.35±6.91 กรัม) น้ำหนักลำตัวมากที่สุด

เดือนกันยายน (6.85 ± 3.17 กรัม) ความกว้างมากที่สุดในเดือนพฤศจิกายน (34.09 ± 4.49 มิลลิเมตร) สิงหาคม (33.97 ± 4.79 มิลลิเมตร) กรกฎาคม (32.99 ± 3.76 มิลลิเมตร) และกันยายน (32.33 ± 4.81 มิลลิเมตร) และความยาวมากที่สุดในเดือนสิงหาคม (36.76 ± 5.42 มิลลิเมตร) พฤศจิกายน (36.58 ± 4.19 มิลลิเมตร) และกรกฎาคม (35.55 ± 4.09 มิลลิเมตร) ($P < 0.05$)

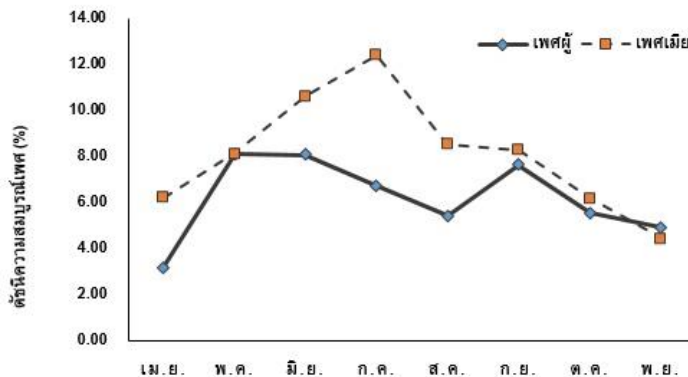
ในขณะที่เพศผู้มีน้ำหนักทั้งหมดมากที่สุดในเดือนพฤศจิกายน (14.37 ± 2.16 กรัม) น้ำหนักลำตัวมากที่สุดในเดือนพฤศจิกายน (5.92 ± 1.39 กรัม) และกันยายน (4.62 ± 1.89 กรัม) ความกว้างมากที่สุดในเดือนพฤศจิกายน (34.15 ± 2.42 มิลลิเมตร) และความยาวมากที่สุดในเดือนพฤศจิกายน (35.67 ± 1.88 มิลลิเมตร) ($P < 0.05$) (ตารางที่ 2) อัตราส่วนเพศของหอยโข่งเพศเมียและเพศผู้ในธรรมชาติใกล้เคียงกันเท่ากับ 1:1.15 ($P = 0.306$)

ความหนาแน่นของหอยโข่งในพื้นที่บ้านคำเตยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2 ± 0.97 ตัวต่อตารางเมตร และบ้านหนองซุ่นมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.87 ± 0.92 ตัวต่อตารางเมตร พบว่า ความหนาแน่นของหอยโข่งจะเพิ่ม

สูงขึ้นเมื่อเข้าสู่ฤดูฝน จะพบความหนาแน่นของหอยโข่งได้มากที่สุดที่บ้านคำเตยในเดือนกรกฎาคม (3.4 ตัวต่อตารางเมตร) แตกต่างไปจากเดือนอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) และต่ำสุดในเดือนพฤษภาคม (1 ตัวต่อตารางเมตร) บ้านหนองซุ่นมีความหนาแน่นของหอยโข่งมากที่สุด (3.8 ตัวต่อตารางเมตร) แตกต่างไปจากเดือนอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) และต่ำสุดในเดือนตุลาคมและพฤศจิกายน (1 ตัวต่อตารางเมตร)

2. การศึกษาดัชนีความสมบูรณ์เพศ

จากการศึกษาดัชนีความสมบูรณ์เพศของตัวอย่างหอยโข่งเพศผู้และเพศเมีย จากตัวอย่างที่รวบรวมได้ (ตารางที่ 2) พบว่า เพศเมียมีค่าเฉลี่ยดัชนีความสมบูรณ์เพศต่ำที่สุดในเดือนพฤศจิกายน ($4.43 \pm 5.53\%$) และสูงที่สุดในเดือนกรกฎาคม ($12.43 \pm 11.83\%$) ในส่วนของหอยโข่งเพศผู้มีค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศต่ำที่สุดในเดือนเมษายน ($3.16 \pm 1.00\%$) และสูงที่สุดในเดือนพฤษภาคมและเดือนมิถุนายน (8.09 ± 1.6 และ $8.08 \pm 2.79\%$) ตามลำดับ (รูปที่ 4)



รูปที่ 4 ดัชนีความสมบูรณ์เพศของหอยโข่ง

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักทั้งหมด น้ำหนักลำตัว ความกว้างเปลือก ความยาวเปลือก ความสมบูรณ์เพศหอยโข่งเพศเมีย และเพศผู้ในแต่ละเดือน

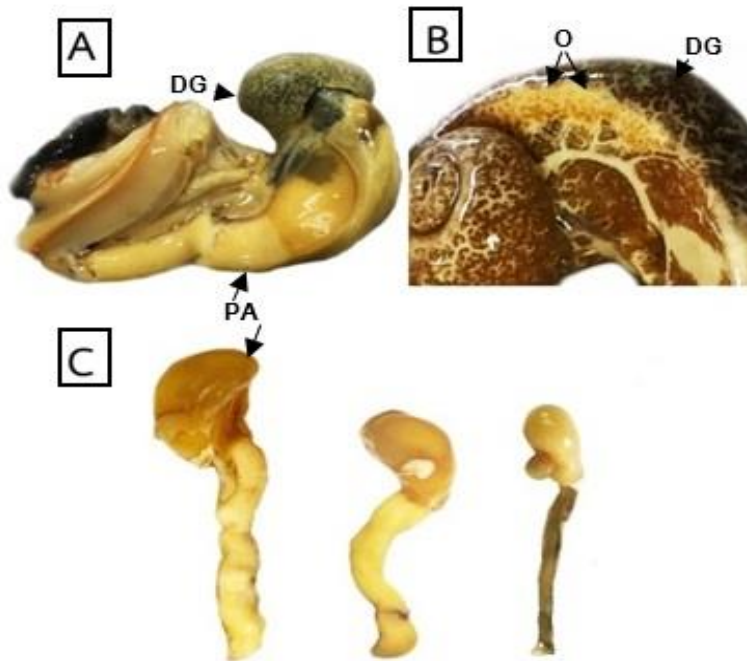
เดือน	เพศเมีย						เพศผู้					
	จำนวน	น้ำหนักทั้งหมด (กรัม)	น้ำหนักลำตัว (กรัม)	ความกว้าง (มิลลิเมตร)	ความยาว (มิลลิเมตร)	ความสมบูรณ์เพศ (%)	จำนวน	น้ำหนักทั้งหมด (กรัม)	น้ำหนักลำตัว(กรัม)	ความกว้าง (มิลลิเมตร)	ความยาว (มิลลิเมตร)	ความสมบูรณ์เพศ (%)
เม.ย.	14	6.63±3.13 ^d	3.04±1.22 ^c	28.37±3.51 ^b	30.15±3.81 ^c	6.23±4.45 ^b	8	3.83±1.17 ^d	2.25±0.84 ^b	23.78±2.43 ^d	25.44±2.59 ^d	3.16±1.00 ^c
พ.ค.	18	9.29±3.06 ^{cd}	3.29±1.48 ^{bc}	29.24±5.53 ^b	32.00±3.58 ^{bc}	8.13±5.92 ^b	11	6.64±2.61 ^{cd}	2.73±1.14 ^b	26.01±3.43 ^{cd}	28.92±2.79 ^{cd}	8.09±1.64 ^a
มี.ย.	12	9.79±4.44 ^{bcd}	4.09±2.13 ^{abc}	28.62±5.06 ^b	31.38±5.93 ^c	10.63±8.42 ^{ab}	13	10.08±4.05 ^b	2.98±0.68 ^b	28.15±2.45 ^{bc}	30.69±2.67 ^{bc}	8.08±2.79 ^a
ก.ค.	19	12.97±4.39 ^{abc}	5.17±1.95 ^{abc}	32.99±3.76 ^a	35.55±4.09 ^a	12.43±11.83 ^a	21	8.35±3.36 ^{bc}	3.12±1.27 ^b	28.45±2.96 ^{bc}	30.66±3.69 ^{bc}	6.74±3.74 ^{ab}
ส.ค.	21	15.35±6.91 ^a	5.68±2.93 ^{abc}	33.97±4.79 ^a	36.76±5.42 ^a	8.55±7.48 ^{ab}	18	9.24±3.41 ^{bc}	3.82±1.98 ^{ab}	28.71±3.48 ^b	30.60±3.71 ^{bc}	5.40±2.19 ^{bc}
ก.ย.	17	13.30±5.57 ^{ab}	6.85±3.17 ^a	32.33±4.81 ^a	34.75±4.82 ^{ab}	8.29±4.22 ^{ab}	19	9.83±3.92 ^b	4.62±1.89 ^a	29.56±4.19 ^b	31.53±4.12 ^b	7.64±2.53 ^a
ต.ค.	5	13.01±7.47 ^{abcd}	5.32±3.12 ^{abc}	31.51±6.53 ^{ab}	33.04±6.82 ^{abc}	6.19±2.58 ^b	5	9.66±3.43 ^{bc}	3.74±0.96 ^{ab}	30.71±4.13 ^{ab}	32.70±386 ^{ab}	5.55±1.95 ^{ab}
พ.ย.	9	16.74±8.04 ^a	6.55±3.22 ^{ab}	34.09±4.49 ^a	36.58±4.19 ^a	4.43±5.53 ^b	4	14.37±2.16 ^a	5.92±1.39 ^a	34.15±2.42 ^a	35.67±1.88 ^a	4.93±0.57 ^{bc}

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างทางสถิติ ($P < 0.05$)

3. การศึกษาลักษณะภายนอกของอวัยวะสืบพันธุ์

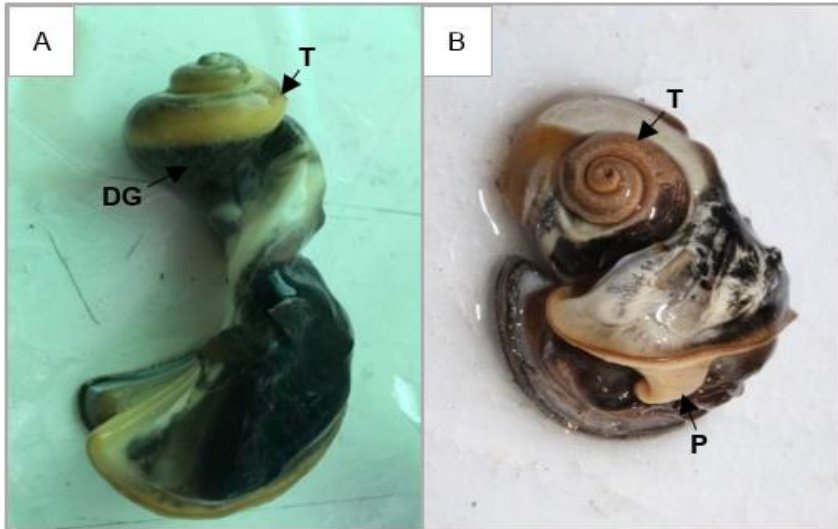
อวัยวะสืบพันธุ์ของหอยโข่งเพศเมียประกอบด้วย รังไข่ (Ovary) เป็นพู่สีเหลืองส้มอยู่ติดกับส่วนของต่อมย่อยอาหาร (Digestive glands) (รูปที่ 5A) เชื่อมกับส่วนท่อนำไข่ เพื่อไปเชื่อมต่อกับพาเรียล โอวิดัก (Pallial oviduct) (รูปที่ 5B) ซึ่งประกอบด้วยรีเซพตาคิวลัม เซมินิ (Receptaculum seminis) ที่ทำหน้าที่เก็บเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ (Spermatozoa) มีลักษณะเป็นกระเปาะสีขาวขุ่น (รูปที่ 5C) เชื่อมต่ออยู่กับ แอลบูมินแกลนด์ (Albumen gland) มีสีเหลืองส้ม ทำหน้าที่เพิ่มสารอาหารให้กับเซลล์ไข่ที่ได้รับการผสม

พันธุ์แล้ว และส่วนแคปซูล แกลนด์ (Capsule gland) ที่ทำหน้าที่เพิ่มแคลเซียมให้กับเปลือกสำหรับหุ้มไข่ ในช่วงฤดูสืบพันธุ์จะสังเกตเห็นได้ว่าพาเรียล โอวิดัก (Pallial oviduct) จะขยายขนาดขึ้น และเชื่อมต่อออกสู่ด้านนอกทางอวัยวะสืบพันธุ์เพศเมีย (Vagina) ในขณะที่เพศผู้มีลักษณะของอวัยวะสืบพันธุ์ (Testis) เป็นพู่สีเหลือง พบที่ส่วนด้านท้ายของ Spine และมีท่อเชื่อมต่อเพื่อปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ออกจากอวัยวะสืบพันธุ์ (Penis) ในช่วงฤดูผสมพันธุ์ ส่วนของอวัยวะสืบพันธุ์ (Testis) ขยายขนาดขึ้นจนสามารถสังเกตเห็นว่าขนาดของต่อมย่อยอาหารลดลง (รูปที่ 6)



รูปที่ 5 พัฒนาการและลักษณะภายนอกของระบบสืบพันธุ์ของหอยโข่งเพศเมีย

- (A) อวัยวะสืบพันธุ์ของหอยโข่งเพศเมีย
 - (B) รังไข่ติดกับต่อมย่อยอาหาร
 - (C) พาเรียล โอวิดัก ที่แตกต่างกันแต่ช่วงเวลา
- (PA = Pallial oviduct; DG = Digestive gland; O = Ovary)



รูปที่ 6 พัฒนาการและลักษณะภายนอกของระบบสืบพันธุ์ของหอยโข่งเพศผู้

(A) ช่วงฤดูผสมพันธุ์

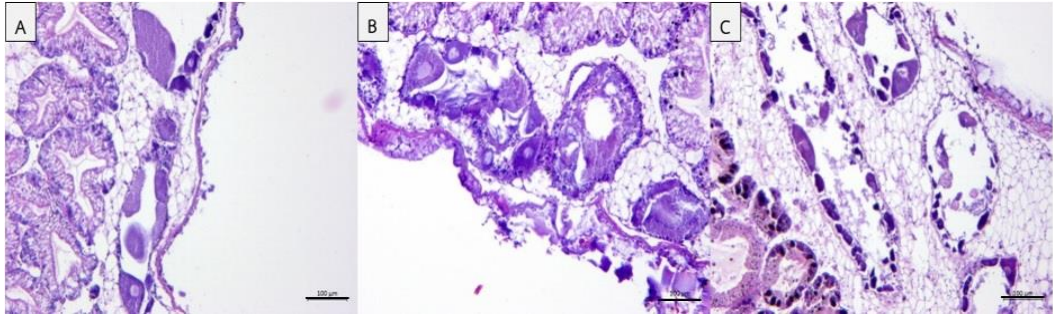
(B) ช่วงก่อนฤดูผสมพันธุ์

(P=Penis; T=Testis; DG = Digestive gland)

4. การศึกษาระยะและการพัฒนาการเซลล์สืบพันธุ์ของหอยโข่งด้วยเทคนิคทางเนื้อเยื่อวิทยา

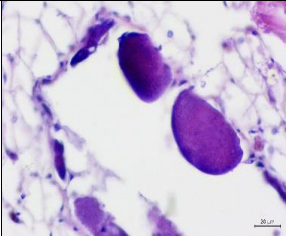
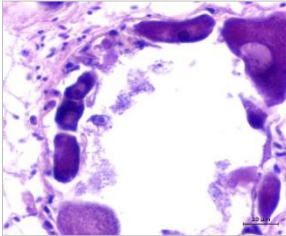
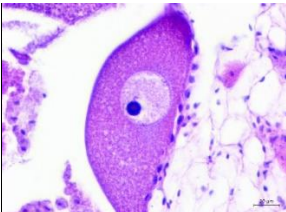
จากการศึกษาพบเซลล์สืบพันธุ์ของหอยโข่งเพศเมียพบว่า โอโอไซต (Oocyte) สามารถถูกแบ่งได้เป็น 3 ระยะ แต่ละระยะมีขนาดของไข่และการพัฒนาที่ต่างกัน ซึ่งมีความแตกต่างไปตามช่วงเวลาของตัวอย่างที่รวบรวมได้ (ตารางที่ 3) ในช่วงก่อนฤดูผสมพันธุ์และวางไข่ (เมษายน-พฤษภาคม) โอโอไซตที่ยังไม่พัฒนา ระยะที่ 1 (Immature stage) เริ่มมีการพัฒนาจนเต็มรังไข่ และพบเซลล์ไข่ได้ทุกระยะ ในช่วงฤดูผสมพันธุ์และวางไข่ (มิถุนายน-สิงหาคม) พบโอโอไซตระยะกำลังพัฒนา (ระยะที่ 2 Developing stage) และระยะที่พร้อมผสมพันธุ์ (ระยะที่ 3 Maturing stage) จำนวนมาก และในช่วงหลังฤดูผสมพันธุ์ (กันยายน-พฤศจิกายน) พบโอโอไซตระยะที่ 1 และ 2 (รูปที่ 7A, B และ C)

เซลล์สืบพันธุ์เพศผู้เริ่มต้น (Spermatogenic cell) พบได้ตลอดความยาวของอันทะ ประกอบด้วยระยะที่ 1 spermatogonia (SG) เป็นช่วงที่ยังไม่พัฒนา (Immature stage) ระยะที่ 2 spermatocytes (SC) เข้าสู่ช่วงที่กำลังพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ (Developing stage) ระยะที่ 3 spermatid (ST) และ ระยะที่ 4 spermatozoa (SZ) เริ่มพัฒนาส่วนหางขึ้น (รูปที่ 8) ในช่วงฤดูผสมพันธุ์ spermatid พัฒนาเป็น spermatozoa อยู่ภายในท่ออันทะจำนวนมาก (Mature stage) หลังจากช่วงการสืบพันธุ์ พบว่ายังคงพบเซลล์สืบพันธุ์ยังเหลืออยู่ภายในท่อ แต่มีจำนวนน้อยขนาดของอันทะ และท่อลดลง รวมถึง follicles มีการกระจายหลวมๆ ในเนื้อเยื่อเกี่ยวพันส่วนใหญ่จะกระจายในพื้นที่ วางแทนที่เซลล์สืบพันธุ์ ซึ่งการพัฒนาของเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ มีความแตกต่างไปในแต่ละช่วงเวลา

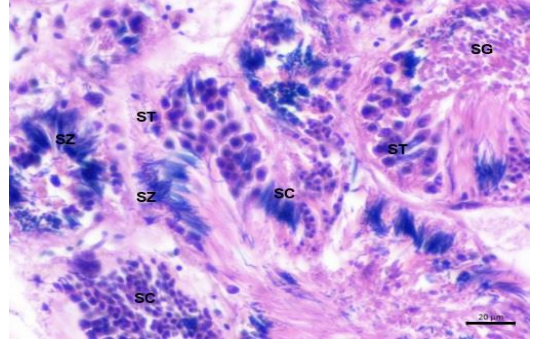


รูปที่ 7 ภาพตัดขวางการพัฒนาของโอโอไซต์ของหอยโข่งในช่วงต่างๆ
 (A) ช่วงก่อนฤดูผสมพันธุ์ (เมษายน-พฤษภาคม)
 (B) ช่วงฤดูผสมพันธุ์ (มิถุนายน-สิงหาคม)
 (C) ช่วงหลังฤดูผสมพันธุ์ (กันยายน-พฤศจิกายน)

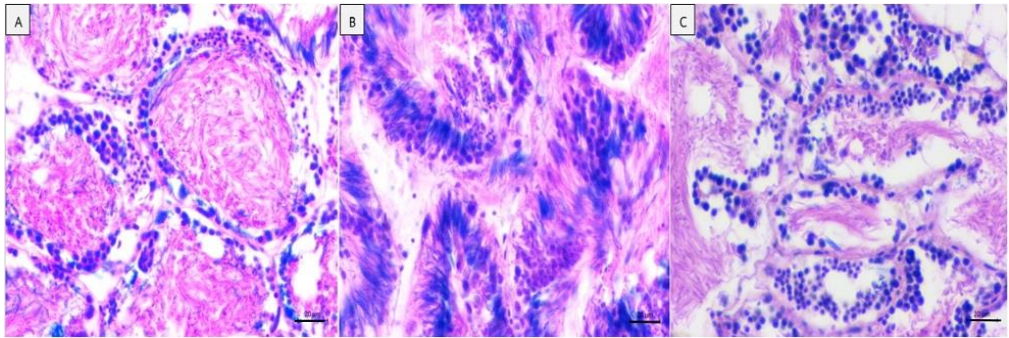
ตารางที่ 3 ระยะของโอโอไซต์ในรังไข่ของหอยโข่ง

ระยะการพัฒนา	ลักษณะ	เพศเมีย
ช่วงที่ยังไม่พัฒนา (Immature stage)		primary germ cell แสดงให้เห็นโอโอโกเนีย (Oogonia) มีขนาดเล็ก มีขนาดความกว้าง 11.218 ± 4.996 ไมโครเมตร และมีความยาว 16.508 ± 5.505 ไมโครเมตร
ช่วงกำลังพัฒนา (Developing stage)		มีการพัฒนาของเซลล์เยื่อฟอลลิคูลา (Follicular) กลุ่มของโอโอไซต์ มีนิวเคลียสขนาดใหญ่ขึ้น พบ primary oocyte อยู่ในระยะ previtellogenic stage และ พบ secondary oocyte โอโอไซต์ที่มีความกว้าง 33.580 ± 14.619 ไมโครเมตร และมีความยาว 42.556 ± 16.662 ไมโครเมตร
ช่วงพร้อมผสมพันธุ์ (Mature stage)		โอโอไซต์ที่พัฒนาสมบูรณ์ มีการสะสมสารวิทเทลโลเจนิน (Vitellogenin) เซลล์มีลักษณะกลม และมีจำนวนมาก โดยเฉพาะใน tubules มีความกว้าง 64.609 ± 15.015 ไมโครเมตร และมีความยาว 97.138 ± 29.760 ไมโครเมตร

ช่วงก่อนฤดูผสมพันธุ์ (เมษายน) พบเซลล์สืบพันธุ์ spermatogonia (SG) spermatocytes (SC) และ spermatid (ST) กระจายอยู่เป็นจำนวนมาก (รูปที่ 9A) ช่วงฤดูผสมพันธุ์ (พฤษภาคม-กันยายน) พบเซลล์สืบพันธุ์ spermatid และ spermatozoa (SZ) จำนวนมากขึ้น จนทำให้เนื้อเยื่อเกี่ยวพันบางลง รวมทั้งพบเซลล์สืบพันธุ์ spermatozoa (SZ) เจริญอย่างเต็มที่ภายในท่อ (รูปที่ 9B) และช่วงหลังฤดูผสมพันธุ์ (ตุลาคม-พฤศจิกายน) พบเซลล์สืบพันธุ์ในท่ออันตะบ้าง เซลล์สืบพันธุ์และผนังด้านในของ tubules เริ่มสลายตัว จนสามารถมองเห็นช่องว่างภายใน (รูปที่ 9C)



รูปที่ 8 ภาพตัดขวางอันตะของหอยโข่งเพศผู้ (SG=Spermatogonia; SC=Spermatocytes; ST=Spermatid; SZ=Spermatozoa)



รูปที่ 9 ลักษณะการเปลี่ยนแปลงเซลล์สืบพันธุ์ของหอยโข่งเพศผู้ (A) ก่อนฤดูผสมพันธุ์ (B) ฤดูผสมพันธุ์ (C) หลังฤดูผสมพันธุ์

5. ความสัมพันธ์ของดัชนีความสมบูรณ์เพศและความหนาแน่นของหอยโข่งกับคุณภาพน้ำและดินในพื้นที่ศึกษา

คุณภาพน้ำบ้านคำเตย และบ้านหนองขุ่นที่มีการรวบรวมหอยโข่งพบว่า มีค่าก้ำขอกซิเจนที่ละลายได้ในน้ำ (5.68 ± 1.97 และ 5.29 ± 1.29 มิลลิกรัมต่อลิตร (ppm)) ความเป็นกรดเป็นด่าง (7.12 ± 1.05 และ 6.11 ± 0.95) อุณหภูมิของน้ำ (31.33 ± 2.07 และ 29.15 ± 1.15 องศาเซลเซียส) ค่าของแอมโมเนียทั้งหมด (0.90 ± 0.32 และ 0.98 ± 0.32 ppm-NH₃) ไนโตรท์ (0.116 ± 0.021 และ 0.139 ± 0.016 ppm-NO₂) ไนโตรท์ (0.110 ± 0.064 และ 0.184 ± 0.070 ppm-NO₃) ความเป็นด่างทั้งหมด (39.02 ± 15.68 และ 13.86 ± 4.43

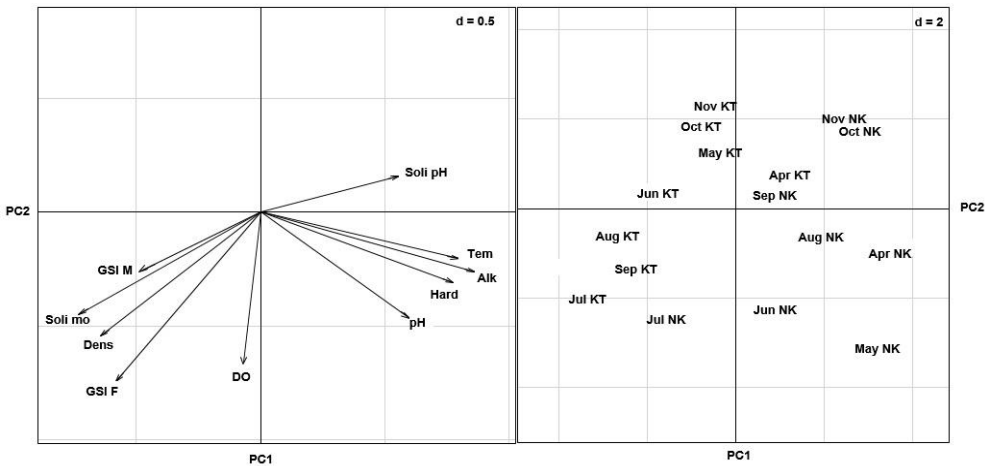
ppm as CaCO₃) ค่าความกระด้าง (41.25 ± 8.60 และ 21.71 ± 9.39 ppm as CaCO₃) ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (5.06 ± 0.48 และ 4.42 ± 0.36) ความชื้นของดิน (11.83 ± 6.18 และ 14.79 ± 6.30 %) คุณภาพน้ำโดยรวมอยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการอยู่อาศัยของสัตว์น้ำ [14]

ระดับแอมโมเนียทั้งหมด และไนโตรท์มีค่าที่สูงมากในช่วงฤดูฝน (กรกฎาคม-กันยายน) เนื่องจากการใช้ปุ๋ยเคมีในช่วงการทำเกษตรกรรม ในส่วนค่าความเป็นกรดต่างของดินพบว่าในพื้นที่ศึกษาค่อนข้างเป็นกรด ลักษณะเนื้อดินเนื้อดินในพื้นที่ศึกษาเป็นดินร่วนปนทราย (ดินเหนียว 7 % ทรายแป้ง 45 % และทราย 48 %) จากลักษณะของดินพบว่า

เหมาะสมสำหรับการดำรงชีวิตของหอยโข่งในธรรมชาติเนื่องจากในช่วงของฤดูหนาวและฤดูร้อน หอยโข่งจะมีการขุดโพรงเพื่อจำศีล

จากการศึกษาการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal Component Analysis; PCA) สามารถอธิบายรวมสองแกน ค่า eigen value ของความผันแปรทั้งหมด 62.55 % จากข้อมูลทั้งหมด จากค่า eigen value ของแกนที่ 1 (PCA1) และแกนที่ 2

(PCA2) มีค่าความแปรปรวน 41.81 และ 20.73 % ตามลำดับ พบว่า ดัชนีความสมบูรณ์เพศผู้และเพศเมียในพื้นที่ศึกษามีความสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์ความชื้นของดิน (% Solid moisture) ความหนาแน่นของหอยโข่ง (ตัวต่อตารางเมตร) ซึ่งมีความสัมพันธ์กับจุดเก็บตัวอย่างโดยเฉพาะที่บ้านคำเตย ในเดือนกรกฎาคม สิงหาคม และกันยายน และที่บ้านหนองซุ่นในเดือนกรกฎาคม (รูปที่ 10)



รูปที่ 10 การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal component analysis, PCA) ของดัชนี ความสมบูรณ์เพศ ค่าคุณภาพน้ำ ความชื้นดิน และความหนาแน่นของหอยโข่ง (DO=ก๊าซออกซิเจนที่ละลายในน้ำ; pH=ความเป็นกรดเป็นด่าง; Tem= อุณหภูมิ; Alk=ความเป็นด่าง; Hard=ความกระด้าง; Soil pH=ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน; Soil mo=ความชื้นดิน; Dens=ความหนาแน่นของหอยโข่ง; GSI M=ดัชนีความสมบูรณ์เพศของเพศผู้; GSI F=ดัชนีความสมบูรณ์เพศของเพศเมีย)

สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

จากการรวบรวมตัวอย่างหอยโข่งในธรรมชาติในรอบปี ทั้ง 2 สถานีศึกษา สามารถพบตัวอย่างหอยโข่งได้ในเดือนเมษายนถึงเดือนพฤศจิกายน ที่พื้นดินมีความชื้นและเหมาะสมต่อการหาอาหารและการผสมพันธุ์ ในช่วงที่สภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม (ธันวาคม-มีนาคม) จะไม่สามารถพบตัวอย่างหอยโข่ง เนื่องจากพื้นดินมีลักษณะแห้งแล้ง หอยโข่งจะฝังตัวและจำศีลอยู่ใต้พื้นดิน ส่วนใหญ่หอยโข่งที่พบในธรรมชาติ อยู่ในระยะที่โตเต็มวัย (Mature stage) (ความยาวเพศเมีย 31.39±2.35 และ เพศผู้ 28.69±3.07 มิลลิเมตร) ซึ่งมีความใกล้เคียงกันกับหอยเซอร์รี่ (Apple snail) [6] ที่มี

ขนาดโตเต็มวัยสามารถสืบพันธุ์ได้อยู่ในช่วงความยาวมากกว่า 25 มิลลิเมตร เมื่อเข้าสู่ฤดูฝน (พฤษภาคม) เริ่มมีความชื้นในพื้นที่ดิน สามารถพบความหนาแน่นของหอยโข่งได้มากที่สุดในเดือนกรกฎาคมทั้งบ้านคำเตย และบ้านหนองซุ่น (3.4 และ 3.8 ตัวต่อตารางเมตร ตามลำดับ) หอยโข่งจะเริ่มปรากฏตัวขึ้นจากการจำศีลใต้พื้นดินหลังจากเริ่มเข้าสู่ฤดูฝน จะพบได้มากในเดือน กรกฎาคม ถึงเดือนตุลาคม นอกจากนี้อาจเป็นไปได้ว่าหอยอาจมีการจำศีลอยู่ใต้พื้นดิน [2] อัตราส่วนเพศของหอยโข่งจากพื้นที่ศึกษา พบว่ามีอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมีย เท่ากับ 1:1.15 แสดงให้เห็นว่าหอยโข่งเพศผู้และเพศเมียจากพื้นที่ศึกษาไม่มี

ความแตกต่างกันในธรรมชาติ (อัตราส่วนเพศ 1:1) ($P=0.306$) เนื่องจากหอยโข่งมีพฤติกรรมในการจับคู่เพื่อสืบพันธุ์ ช่วงระยะเวลาในการสืบพันธุ์ค่อนข้างนาน 30–60 นาที [3] อาจเป็นไปได้ว่าทำให้มีอัตราส่วนเพศในธรรมชาติที่ใกล้เคียงกัน การศึกษาอัตราส่วนเพศของหอยหอยเจดีย์ (mud snail, *Cerithidae cingulata*) ที่อยู่ในบ่อปลา พบว่ามีอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียเท่ากับ 1:2 [10] เช่นเดียวกับกับ หอยสังข์หนาม (murex snail, *Bolinus brandaris*) พบว่ามีอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียเท่ากับ 1:1.15 [15] ซึ่งอัตราส่วนเพศที่แตกต่างกันอาจขึ้นอยู่กับรูปแบบและวิธีการสืบพันธุ์ รวมถึงความสมบูรณ์ของแหล่งที่อยู่อาศัย

ดัชนีความสมบูรณ์เพศของหอยโข่งเพศเมียเพิ่มขึ้นในช่วงเดือนเมษายน ($6.23\pm 4.54\%$) ถึงเดือนกรกฎาคม ($12.43\pm 11.83\%$) ในขณะที่เพศผู้เพิ่มขึ้นจากเดือนเมษายน ($3.16\pm 1.00\%$) เพิ่มขึ้นในเดือนพฤษภาคม-มิถุนายน (8.09 ± 1.6 , $8.08\pm 2.79\%$) จากการศึกษาในหอยเซอร์รี่ (*Pomacea canaliculata*) อาจมีช่วงฤดูการสืบพันธุ์มากกว่า 1 ฤดูกาล ขึ้นกับสภาพแวดล้อมและการดำรงชีวิต [16] สอดคล้องกับการศึกษาความสมบูรณ์เพศในหอยเซอร์รี่ (*Pomacea canaliculata*) และ (*Pomacea scalaris*) พบว่า การพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ และการวางไข่ พบได้ตลอดทั้งปี แต่พบมากในช่วงเดือน มกราคม และกุมภาพันธ์ [17] ซึ่งอาจแตกต่างจากค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศของหอยโข่งเพศเมียที่จะเพิ่มสูงขึ้นในช่วงฤดูฝน และเป็นไปได้ว่าอาจมีการวางไข่มากกว่า 1 ครั้ง แต่ขึ้นกับสภาวะปัจจัยแวดล้อมตามธรรมชาติ เนื่องจากการวางไข่ต้องการความชื้นและน้ำยังเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของตัวอ่อน เนื่องจากต้องการความชื้นและเมื่อตัวอ่อนฟักออกมาต้องการแหล่งน้ำเป็นที่อยู่อาศัย [3] ดังนั้นจึงอาจเป็นสาเหตุให้ไม่พบการสืบพันธุ์และวางไข่ในช่วงฤดูแล้ง

จากค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศของเพศผู้ที่มีการพัฒนาก่อนเข้าสู่ช่วงฤดูฝนเพื่อเตรียมพร้อมสำหรับการสืบพันธุ์ในช่วงฤดูฝน ในเดือนพฤษภาคม ($8.09\pm 1.6\%$) และเดือนมิถุนายน ($8.08\pm 2.79\%$) ซึ่งในเพศผู้จะมีการสืบพันธุ์มากกว่า 1 ครั้งในช่วงฤดูฝน เนื่องจากดัชนีความสมบูรณ์เพศเพิ่มสูงขึ้นอีกครั้งใน

เดือนกันยายน ($7.64\pm 2.53\%$) หอยโข่งที่อาศัยในแหล่งน้ำอุดมสมบูรณ์สามารถจับคู่ผสมพันธุ์ได้ตลอดปี [3] หอยเจดีย์ (mud snail, *Cerithidae cingulata*) มีช่วงฤดูสืบพันธุ์ในช่วงเดือนเมษายนถึงสิงหาคม ใกล้เคียงกับหอยโข่ง แต่ยังไม่พบการสืบพันธุ์และวางไข่ในช่วงอื่นของปีด้วย [9] หอยสังข์หนาม (murex snail, *Bolinus brandaris*) มีช่วงฤดูการสืบพันธุ์ในช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนเมษายน [15] การเพิ่มขึ้นของอวัยวะสืบพันธุ์ เนื่องจากการพัฒนาของรังไข่และการสะสมอาหารของ (Albumen gland) การพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ของหอยเซอร์รี่ และพบการวางไข่ได้ตลอดทั้งปี [17]

คุณภาพน้ำในพื้นที่รวบรวมหอยโข่งอยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ [14] แต่พบว่าระดับแอมโมเนียทั้งหมด และไนโตรเจนที่ค่าที่สูงมากในช่วงฤดูฝน (กรกฎาคม-กันยายน) เนื่องมาจากเป็นช่วงฤดูฝนที่มีการใช้ปุ๋ยเพื่อทำการเกษตร จึงอาจเป็นสาเหตุทำให้แอมโมเนียและไนโตรเจนในแหล่งน้ำเพิ่มสูงขึ้นอย่างมาก การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ในนาข้าวส่งผลให้มีไนโตรเจนในรูปแบบของแอมโมเนีย และปริมาณของแอมโมเนียจะเพิ่มสูงขึ้น เมื่อเพิ่มปริมาณการใช้ปุ๋ยในนาข้าว [18]

ความสมบูรณ์เพศของหอยโข่งมีความสัมพันธ์กับความชื้นของดิน และความหนาแน่นของหอยโข่ง ในส่วนของความชื้นของดินมีผลต่อการเพิ่มความสมบูรณ์เพศได้ เนื่องจากเป็นช่วงที่เริ่มต้นฤดูฝน ดินมีการสะสมความชื้นจากปริมาณฝนที่ตกลงมา จึงกระตุ้นพฤติกรรมทางธรรมชาติของหอยโข่งและออกมาหาอาหารและผสมพันธุ์ นอกจากนี้ยังพบว่าความสมบูรณ์เพศจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณน้ำฝน [19] ฝนเป็นปัจจัยกระตุ้นกิจกรรมต่างๆของหอยโข่งในธรรมชาติรวมถึงการสืบพันธุ์และวางไข่ [2]

จากข้อมูลข้างต้นจึงสามารถแยกช่วงการผสมพันธุ์ได้ ประกอบด้วย ช่วงก่อนฤดูผสมพันธุ์ (เมษายน-พฤษภาคม) ช่วงฤดูผสมพันธุ์ (มิถุนายน-สิงหาคม) และช่วงหลังฤดูผสมพันธุ์ (กันยายน-พฤศจิกายน) Catalan et al. (2006) [12] อธิบายช่วงของการสืบพันธุ์หอยเซอร์รี่ ออกเป็น 3 ช่วง ได้แก่ ช่วงก่อนฤดูการผสมพันธุ์ ช่วงฤดูการผสมพันธุ์ และหลังการผสมพันธุ์ โดยดูจากการพัฒนาในแต่ละช่วงจะ

แสดงลักษณะการทำงานที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างขององค์ประกอบเซลล์ของอะลูมินแกลนด์ (Albumen gland) และแคปซูลแกลนด์ (Capsule gland) จะสามารถเห็นได้ชัดเจนจากการเปลี่ยนแปลงของ parenchymal mass และการเพิ่มจำนวนของเซลล์ไข่

ระบบสืบพันธุ์และอวัยวะที่เกี่ยวข้องของหอยโข่งมีความคล้ายคลึงกับหอยเชอรี่ (*Pomacea* sp.) ที่ประกอบด้วยรังไข่ ท่อนำไข่ และพาเรียล โอวิดัก (Pallial oviduct) ซึ่งประกอบไปด้วย Receptaculum seminis Albumen gland และ Capsule gland [11] โดยเซลล์ไข่เริ่มต้นสร้างขึ้นและพัฒนาในรังไข่จนถึงระยะที่สมบูรณ์เพศ จะเดินทางผ่านท่อนำไข่ เข้าสู่ Pallial oviduct เมื่อมีการผสมพันธุ์ ในส่วนของเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ถูกสร้างขึ้นและพัฒนาขึ้นที่ส่วนท้ายของ spine ที่เป็นตำแหน่งของอวัยวะ การผสมพันธุ์หอยเพศผู้จะทำการจับคู่โดยเพศผู้จะเคลื่อนที่เข้าหาเพศเมียโดยใช้ส่วนของเท้า (Foot) ยึดขอบเปลือกด้านนอกของหอยเพศเมีย (Outer lip) แล้วค่อยๆ ยื่นอวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ (Penis) เข้าไปในช่อง Mantle cavity ของเพศเมีย ผ่านเข้าสู่อวัยวะสืบพันธุ์เพศเมีย (Vagina) ปลอ่ยเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ (Spermatozoa) เข้าสู่ Receptaculum seminis และถูกเก็บไว้ในขณะเดียวกัน หลังจากการสืบพันธุ์เมื่อสภาพแวดล้อมเหมาะสมต่อการวางไข่ เซลล์ไข่ที่ได้รับการผสมแล้วจะเดินทางผ่าน Pallial oviduct เพื่อสะสมสารอาหาร และสะสมแคลเซียมที่หุ้มเปลือกไข่ ก่อนจะถูกวางออกมาภายนอก [3], [11], [20]

จากการศึกษาทางเนื้อเยื่อสามารถแบ่งเซลล์ไข่ได้เป็น 3 ระยะ oogonia และ previtellogenic และ vetellogenic oocyte สอดคล้องกับการศึกษาระยะของเซลล์ไข่ ของหอยเจดีย์ (mud snail, *Cerithidea cingulata*) [10] ในช่วงที่เซลล์ไข่มีความสมบูรณ์เพศ (ฤดูผสมพันธุ์) มีความสอดคล้องกับการขยายตัวของพาเรียลโอวิดัก (Pallial oviduct) เพื่อการสะสมอาหาร และแคลเซียม [11,12] การผลิตเซลล์สืบพันธุ์ที่มีคุณภาพและมีปริมาณมาก จะต้องได้รับสารอาหารอย่างสมบูรณ์ จากการกินเข้าไปหรือที่เก็บสะสมไว้

[20] ดังนั้นในการเลี้ยงหอยโข่งเพื่อการเพาะขยายพันธุ์ ต้องคำนึงถึงความต้องการอาหารและแหล่งแคลเซียม เพื่อให้เพียงพอต่อการสะสมเพื่อวางไข่

ในส่วนของ การสร้างและพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้พบว่าอวัยวะเมื่อเข้าสู่ช่วงฤดูการสืบพันธุ์จะมีสีเหลือง และพบว่ามีการขยายขนาดเพิ่มมากขึ้น จะพบว่า มีเซลล์สืบพันธุ์ระยะ spermatid และ spermatozoa อยู่เป็นจำนวนมาก การศึกษาลักษณะเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ของหอยเจดีย์ (mud snail, *Cerithidae cingulata*) เมื่อถึงช่วงฤดูสืบพันธุ์อวัยวะจะมีสีเหลืองส้ม และมีการขยายขนาดเพิ่มมากขึ้น พบเซลล์สืบพันธุ์ระยะ spermatid และ spermatozoa ภายในตรงกลางของท่ออวัยวะจำนวนมาก [10] หอยสังข์หนาม (murex snail, *Bolinus brandaris*) เมื่อถึงฤดูสืบพันธุ์ขนาดของอวัยวะที่เพิ่มมากขึ้นทำให้ขนาดของ digestive gland ลดขนาดลง [15] แต่พบว่าผลของการจำศีลช่วงระยะเวลาสั้นส่งผลต่อการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ในหอยเชอรี่ [21]

จากการศึกษาประกอบไปด้วย ดัชนีความสมบูรณ์เพศ และลักษณะของเนื้อเยื่ออวัยวะสืบพันธุ์ รวมถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ทำให้ทราบถึงช่วงเวลาและปัจจัยที่เหมาะสม สามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการเพาะพันธุ์หอยโข่ง และสามารถดัดแปลงให้เหมาะสมกับการอยู่อาศัยการสืบพันธุ์วางไข่ของหอยโข่งได้ในที่กักขัง เพื่อเป็นแนวทางสำหรับการเพาะขยายพันธุ์แนวทางในการอนุรักษ์พันธุ์หอยโข่งได้อีกทางหนึ่ง

เอกสารอ้างอิง

- [1] Brandt, R.A.M. 1974. "The non marine aquatic Mollusca of Thailand". *Archiv. Mollusken* 105: 1-423.
- [2] Keawjam, R.S. 1987. "Guide for the identification of freshwater snail of the family Piliidae in Thailand". *Walkerana* 2(8):173-186.

- [3] สมศักดิ์ ปัญหา. 2528. “กลไกการสืบพันธุ์ของหอยโข่ง *Pila ampullacea* (Linnaeus, 1758)”. ใน การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 23 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ หน้า 280-292.
- [4] สุชาติ อุปถัมภ์ และคณะ. 2538. สังขวิทยา กรุงเทพมหานคร: ศักดิ์โสภณาการพิมพ์.
- [5] อรภา นาคจินดา และคณะ. 2548. การใช้ประโยชน์จากหอยน้ำจืดในประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร: กรมประมง.
- [6] วีระชน สว่างไพเราะ และ ไพพรรณ แพเจริญ. 2554. หอยเชอรี่ (Golden apple snail) ชีววิทยาผลกระทบและการจัดการ. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยมหิดล.
- [7] Google Maps. 2016. แผนที่จังหวัดอุบลราชธานี. [https://www.google.co.th/map/@15°30'14.8"N,105°19'13.1"E;15°26'07.5"N105°14'30.2"E/data=5m11e4](https://www.google.co.th/map/@15°30'14.8). January 15.
- [8] มนัส ลอศิริกุล และนพมาศ นามแดง. ม.ป.ป. ปฐพีศาสตร์เบื้องต้น. อุบลราชธานี: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
- [9] American Public Health Association (APHA). 2005. **Standard methods for the examination of water & wastewater**. Washington D.C: American Public Health Association.
- [10] Olaguer, I.L. and Bagarinao, T.U. 2001. “Gonadal maturation, fecundity, spawning, and timing of reproduction in the mud snail, *Cerithidea cingulata*, a pest in milkfish ponds in the Philippines”. **Invertebrate Reproduction and Development** 39(3): 195-207.
- [11] Catalan, M., Fernandez S.N. and Winik B. 2002. “Oviductal structure and provision of egg envelop in the apple snail *Pomacea canaliculata* (Gastropoda: Prosobranchia, Ampullariidae)”. **Biocell Journal** 26(1): 91-100.
- [12] Catalan, M. and et al. 2006. “Pallial oviduct of *Pomacea canaliculata* (Gastropoda) ultrastructure studies of the parenchymal cellular types involved in the metabolism of perivitellins”. **Cell Tissue research** 324(3): 523-533.
- [13] R development team. 2011. **R Project , The R Project for Statistical Computing**. <http://www.r-project.org>. January 20.
- [14] โชคชัย เหลืองรูปราณี. 2548. หลักการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ. กรุงเทพมหานคร: โพรเพช.
- [15] Elhasni, K. and et al. 2013. “Reproductive cycle of *Bolinus brandaris* (Gastropoda: Muricidae) in the Gulf of Gabes (Southern Tunisia)”. **Mediterranean Marine Science** 14(1): 24-35.
- [16] Estebenet, A. L., and Cazzaniga N. J. 1992. “Growth and demography of *Pomacea canaliculata* (Gastropoda: Ampullaariidae) under laboratory condition”. **Malacol Review** 25(1): 1-12.
- [17] Wu J. Y. and et al. 2011. “Reproduction and juvenile growth of the invasive apple snails, *Pomacea canaliculata* and *P. scalaris* (Gastropoda: Ampullariidae) in Taiwan”. **Zoological Study** 50(1): 61-68.
- [18] อุษา ศรีใส, ณรงค์ ทองเหล่ และ เสกสิน ศรีใส. 2554. “การผลิตข้าวอินทรีย์โดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงสุดรกรมพัฒนาที่ดิน”. ใน การประชุมวิชาการดินและปุ๋ยแห่งชาติครั้งที่ 2 ณ มหาวิทยาลัยแม่โจ้. หน้า 659-667.

- [19] กรมชลประทาน. 2558. สถิติฝนรายเดือน ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. ศูนย์ประมวลวิเคราะห์สถานการณ์น้ำ กรมชลประทาน.
- [20] Maximiliaon G. B., Carlos G.L. and Alferdo C.V. 2013. "Function anatomy of male copulatory organs of *Pomacea canaliculata* (Caenogastropoda, Ampullariidae)". **Zoomorphology** 132(2): 129-143.
- [21] ปราสาททอง พรหมเกิด, ชมพูนุช จรรยาเพศ และ เรวดี พรหมเกิด. 2549. "ผลจากการจำศีลต่อคุณภาพของอสุจิและอวัยวะสืบพันธุ์ในหอยเชอร์รี่เพศผู้". ในการประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์ ครั้งที่ 44 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า1-13.