บทที่ 4
ผลการศึกษา

ลักษณะภายนอกและภายในของหอยมะระดำ

หอยมะระดำที่นำมาศึกษาในครั้งนี้มีความยาวอยู่ในช่วง 21-58 มิลลิเมตร (N=1432) โดยมีความยาวเฉลี่ย 41.80±4.18 มิลลิเมตร เมื่อสังเกตลักษณะภายนอกจะไม่สามารถแยกเพศได้ เมื่อเอาเปลือกออกจะพบว่าที่บริเวณโคนหนวดด้านขวาจะมีติ่งเพศยื่นออกมา คือ เพศผู้ ส่วนในเพศเมียจะไม่พบติ่งเพศยื่นออกมาในบริเวณเดียวกัน ในเพศผู้จะพบ Testis มีสีน้ำตาลออกสีเทาอยู่บริเวณต่อมย่อยอาหาร (Digestive Gland) ส่วนในหอยเพศเมีย Gonad จะมีสีส้มหรือสีเหลืองอ่อน ขยายออกไปถึงบริเวณต่อมย่อยอาหาร (Digestive Gland)

อัตราส่วนเพศของหอยมะระดำ

จากการนำหอยมะระดำมาศึกษาทางเนื้อเยื่อวิทยาจำนวน 130 ตัว พบว่าเป็นเพศผู้ 72 ตัว (ร้อยละ 55.38) เพศเมีย 58 ตัว (ร้อยละ 44.62) สัดส่วนเพศผู้ต่อเพศเมีย คือ 1.24: 1

จากการนำหอยมะระดำมาศึกษาสัดส่วนของน้ำหนักเนื้อต่อน้ำหนักแห้งจำนวน 100 ตัว พบว่าเป็นเพศผู้ 59 ตัว (ร้อยละ 59) เพศเมีย 41 ตัว (ร้อยละ 41) สัดส่วนเพศผู้ต่อเพศเมีย คือ 1.44: 1

จากการศึกษาพฤติกรรมการจับคู่ผสมพันธุ์วางฝักไข่ของหอยมะระดำ พบหอยที่มารวมกลุ่มวางฝักไข่ทั้งหมด 1202 ตัว (163 กลุ่ม) เป็นเพศผู้ 698 ตัว (ร้อยละ 58.07) เพศเมีย 504 ตัว (ร้อยละ 41.93) สัดส่วนเพศผู้ต่อเพศเมีย คือ 1.38: 1

สรุปจากการศึกษาครั้งนี้ใช้หอยมะระดำทั้งหมด 1432 ตัว เป็นเพศผู้ 829 ตัว (ร้อยละ 57.89) เพศเมีย 603 ตัว (ร้อยละ 42.11) สัดส่วนเพศผู้ต่อเพศเมีย คือ 1.37: 1

การเจริญเติบโตของหอยมะระดำในธรรมชาติ

จากการศึกษาการเจริญเติบโตของหอยมะระดำในธรรมชาติในรอบ 1 ปี และวัดความยาวเปลือกทุก 6 เดือน โดยการติดเครื่องหมาย (Tagging) ในเดือนมีนาคม 2546 จำนวน 993 ตัว จากนั้นอีก 6 เดือน คือ เดือนกันยายน 2546 ทำการเก็บหอยมะระดำจากพื้นที่ศึกษามาวัดความยาวเปลือก ในครั้งนี้พบหอยมะระดำที่ติดเครื่องหมาย 285 ตัว (ร้อยละ 30.55) และทำการวัดความยาวเปลือกครั้งสุดท้ายในเดือนมีนาคม 2547 ในครั้งนี้พบหอยมะระดำที่ติดเครื่องหมาย 63 ตัว (ร้อยละ 6.75)

พบหอยมะระดำที่มีความยาวเปลือกเพิ่มขึ้นสูงสุดในรอบ 1 ปี จาก 28.17 มิลลิเมตร เป็น 46 มิลลิเมตร ซึ่งเพิ่มขึ้น 17.83 มิลลิเมตร การศึกษาครั้งนี้เกิดข้อผิดพลาดหลายอย่าง คือเครื่องหมายที่ติดบนตัวหอยมะระดำได้หลุดหายไปอันเนื่องมาจากหลายสาเหตุ เช่น คุณภาพของกาว และ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

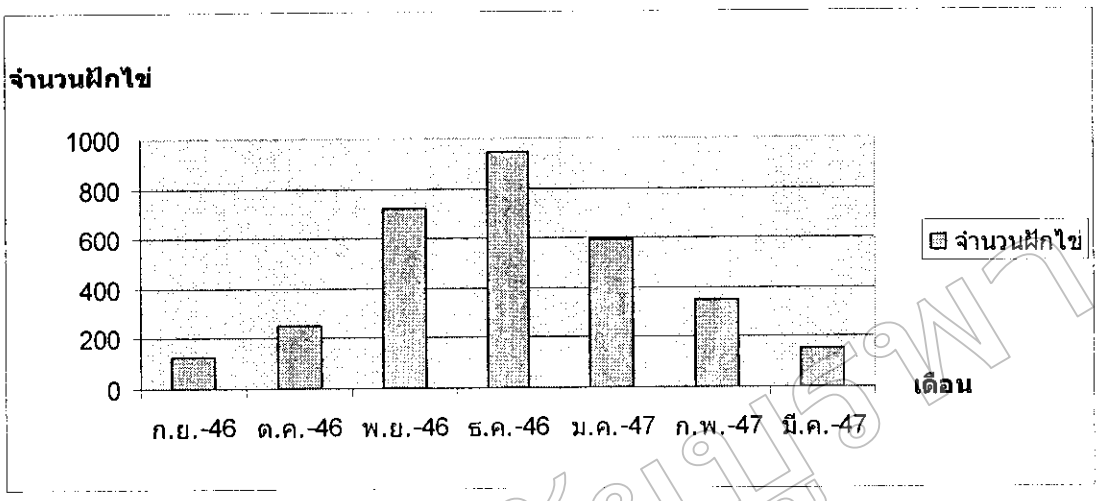
หอยมะระดำมีการฝังตัวในพื้นทรายและอาศัยอยู่ในน้ำทะเล ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เครื่องหมายที่ติดหลุดหายได้และหอยมะระดำที่นำมาศึกษามีขนาดที่โตเต็มที่แล้ว คือ ร้อยละ 94.96 เป็นหอยที่มีความยาวเปลือก 30-59 มิลลิเมตร ส่วนหอยมะระดำที่มีขนาดเล็กที่นำมาศึกษามีเพียงร้อยละ 5.04 เป็นหอยที่มีความยาวเปลือก 15-29 มิลลิเมตร และเปลือกของหอยมะระดำมีการสึกกร่อน

พฤติกรรมการจับคู่ผสมพันธุ์วางฝักไข่

จากการศึกษาพฤติกรรมการจับคู่ผสมพันธุ์วางฝักไข่ของหอยมะระดำในพื้นที่ศึกษาบริเวณป่าชายเลน คลองบางโปรง จังหวัดชลบุรี ตลอดระยะเวลา 1 ปี พบว่าหอยมะระดำมีการรวมกลุ่มวางฝักไข่ติดกับวัสดุบริเวณที่หลบซ่อนต่าง ๆ เช่น บริเวณต้นโกงกาง บริเวณก้อนหิน และในช่องว่างบริเวณแนวผนังคอนกรีต ซึ่งไม่พบหอยมะระดำวางไข่บนพื้นทรายในที่โล่งแจ้ง จากการสังเกตพบว่า หอยมะระดำเริ่มวางฝักไข่ในเดือนกันยายน 2546 ถึง เดือนมีนาคม 2547 โดยพบว่า หอยมะระดำมีการวางฝักไข่สูงสุดในเดือนธันวาคมจำนวน 52 กลุ่ม (ภาพที่ 4-1) มีฝักไข่ทั้งหมด 944 ฝัก (ภาพที่ 4-2) หอยมะระดำที่รวมกลุ่มวางฝักไข่มีขนาดความยาวเปลือกตั้งแต่ 21-58 มิลลิเมตร โดยความยาวเปลือกระหว่าง 35-44 มิลลิเมตรพบมากถึง 893 ตัว (ร้อยละ 69.8) ฝักไข่ของหอยมะระดำมีสีขาว (ฝักไข่ใหม่) และเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเข้มขึ้นจนเป็นสีน้ำตาล (ฝักไข่เก่า) (ภาพที่ 4-3)

ภาพที่ 4-1 กลุ่มฝักไข่ของหอยมะระดำ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



ภาพที่ 4-2 จำนวนฝักไข่ของหอยมะระดำ

ภาพที่ 4-3 ลักษณะฝักไข่ที่วางใหม่ของหอยมะระดำ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สัดส่วนของน้ำหนักเนื้อต่อน้ำหนักแห้ง

จากการนำหอยมะระดำมาศึกษาสัดส่วนของน้ำหนักเนื้อต่อน้ำหนักแห้งจำนวน 100 ตัว พบว่าเป็นเพศผู้ 59 ตัว (ร้อยละ 59) เพศเมีย 41 ตัว (ร้อยละ 41) สัดส่วนเพศผู้ต่อเพศเมีย คือ 1.44: 1

ซึ่งจากการวิเคราะห์ด้วยรีเกรซชั่นเส้นตรง (Linear Regression) พบว่า ความยาวเปลือกมีความสัมพันธ์ต่อน้ำหนักตัวอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.01 (ตารางที่ 4-2) ซึ่งความสัมพันธ์เป็นไปในทิศทางบวกและน้ำหนักเนื้อมีความสัมพันธ์ต่อน้ำหนักแห้งอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.01 ซึ่งความสัมพันธ์เป็นไปในทิศทางบวก (ตารางที่ 4-1) แล้วยังพบว่าหอยเพศเมียมีความยาวเฉลี่ยมากกว่าหอยเพศผู้ 2.05$\pm$0.29 มิลลิเมตร (ภาพที่ 4-4) พบว่า หอยเพศเมียมีน้ำหนักเฉลี่ยมากกว่าหอยเพศผู้ 0.06$\pm$0.31 กรัม (ภาพที่ 4-5) พบว่า หอยเพศเมียมีน้ำหนักเนื้อเฉลี่ยมากกว่าหอยเพศผู้ 0.39$\pm$0.13 กรัม (ภาพที่ 4-6) และพบว่า หอยเพศเมียมีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยมากกว่าหอยเพศผู้ 0.15$\pm$0.03 (ภาพที่ 4-7)

ตารางที่ 4-1 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวต่อน้ำหนักและน้ำหนักเนื้อต่อน้ำหนักแห้ง

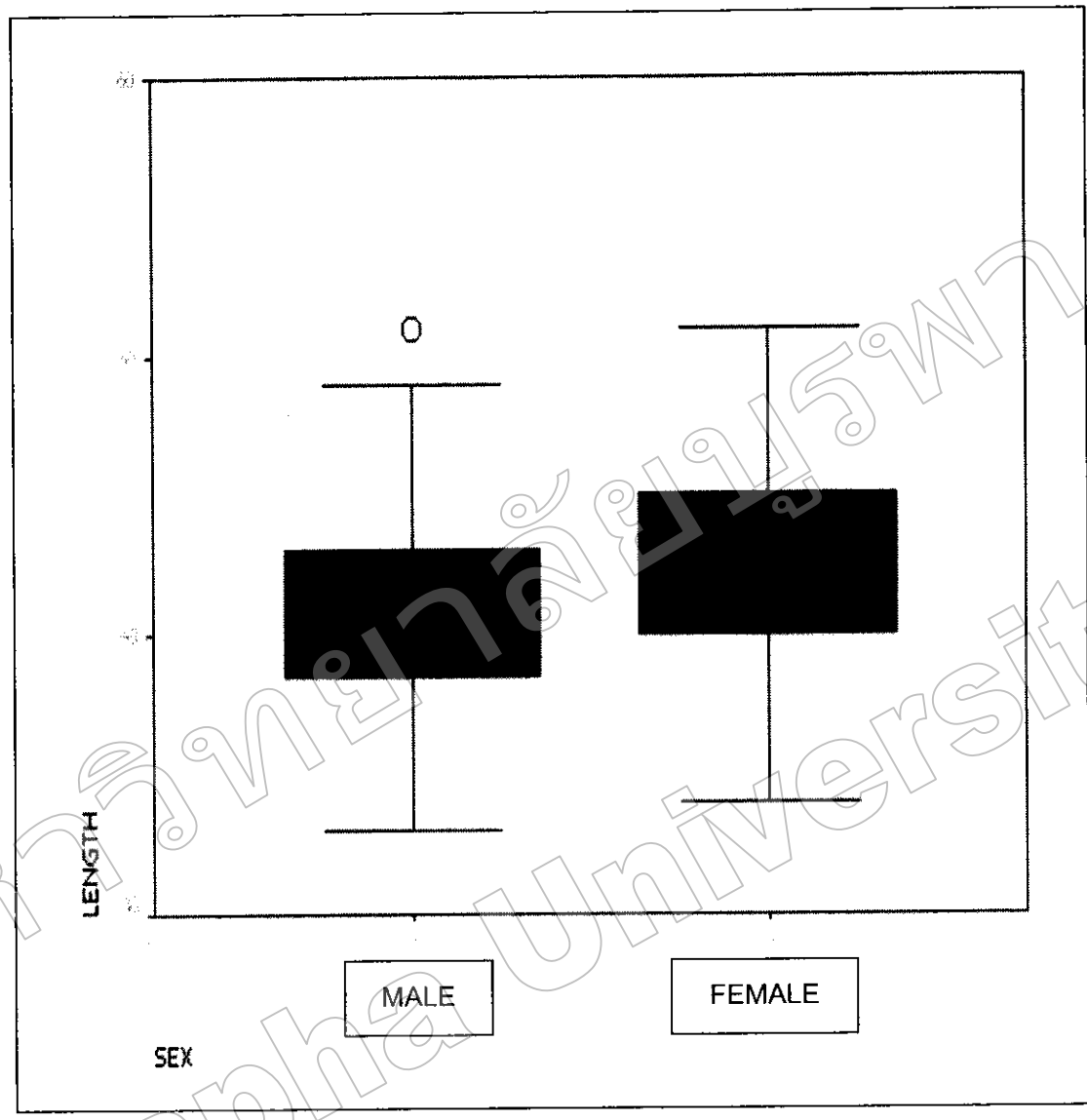
Correlations

		ความยาว	น้ำหนักเปลือก	น้ำหนักรวม	น้ำหนักเนื้อ	น้ำหนักแห้ง	เพศ
ความยาว	Pearson Correlation	1	.927**	.939**	.801**	.650**	.276**
	Sig. (2-tailed)	.	.000	.000	.000	.000	.006
	N	100	100	100	100	100	100
น้ำหนักเปลือก	Pearson Correlation	.927**	1	.980**	.763**	.565**	.216*
	Sig. (2-tailed)	.000	.	.000	.000	.000	.031
	N	100	100	100	100	100	100
น้ำหนักรวม	Pearson Correlation	.939**	.980**	1	.871**	.678**	.271**
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.	.000	.000	.006
	N	100	100	100	100	100	100
น้ำหนักเนื้อ	Pearson Correlation	.801**	.763**	.871**	1	.831**	.364**
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.	.000	.000
	N	100	100	100	100	100	100
น้ำหนักแห้ง	Pearson Correlation	.650**	.565**	.678**	.831**	1	.355**
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.000	.	.000
	N	100	100	100	100	100	100
เพศ	Pearson Correlation	.276**	.216*	.271**	.364**	.355**	1
	Sig. (2-tailed)	.006	.031	.006	.000	.000	.
	N	100	100	100	100	100	100

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-Tailed).

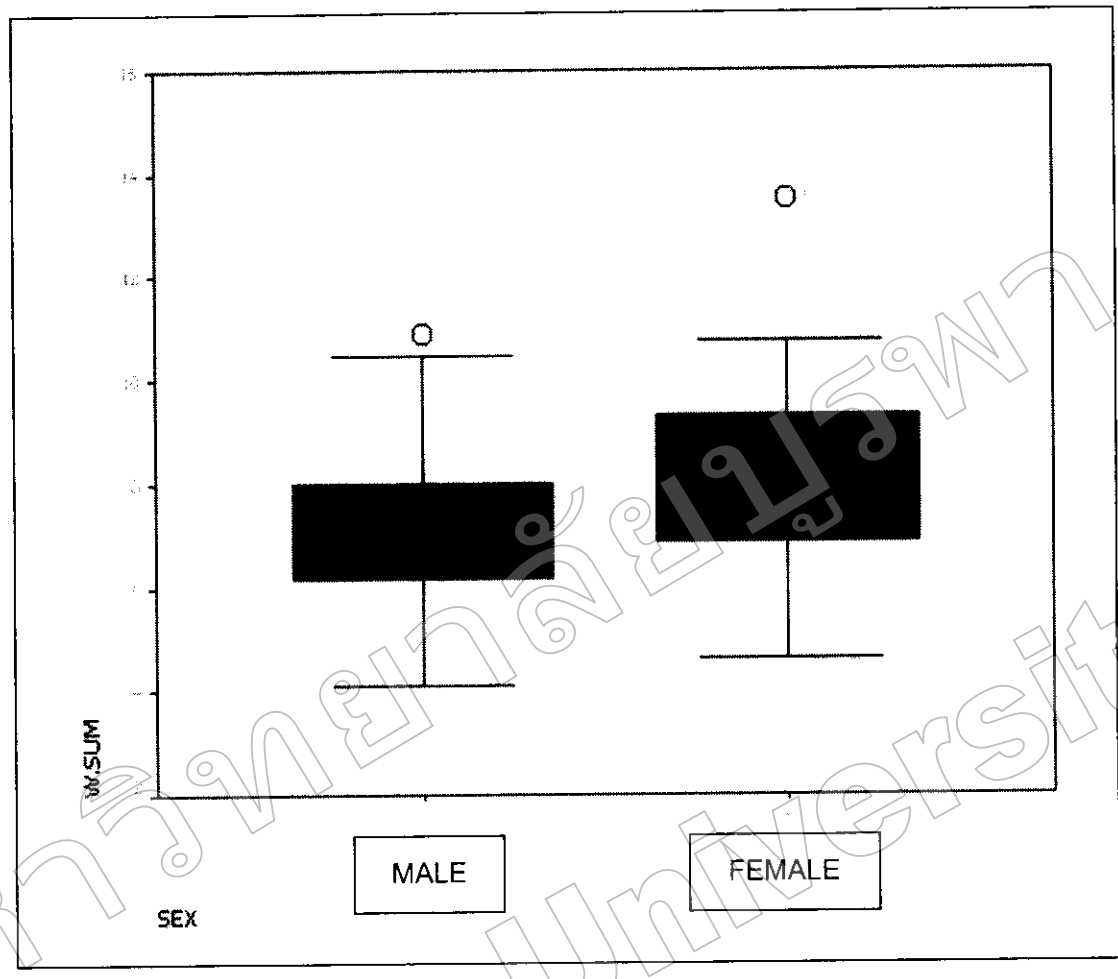
*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-Tailed).

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



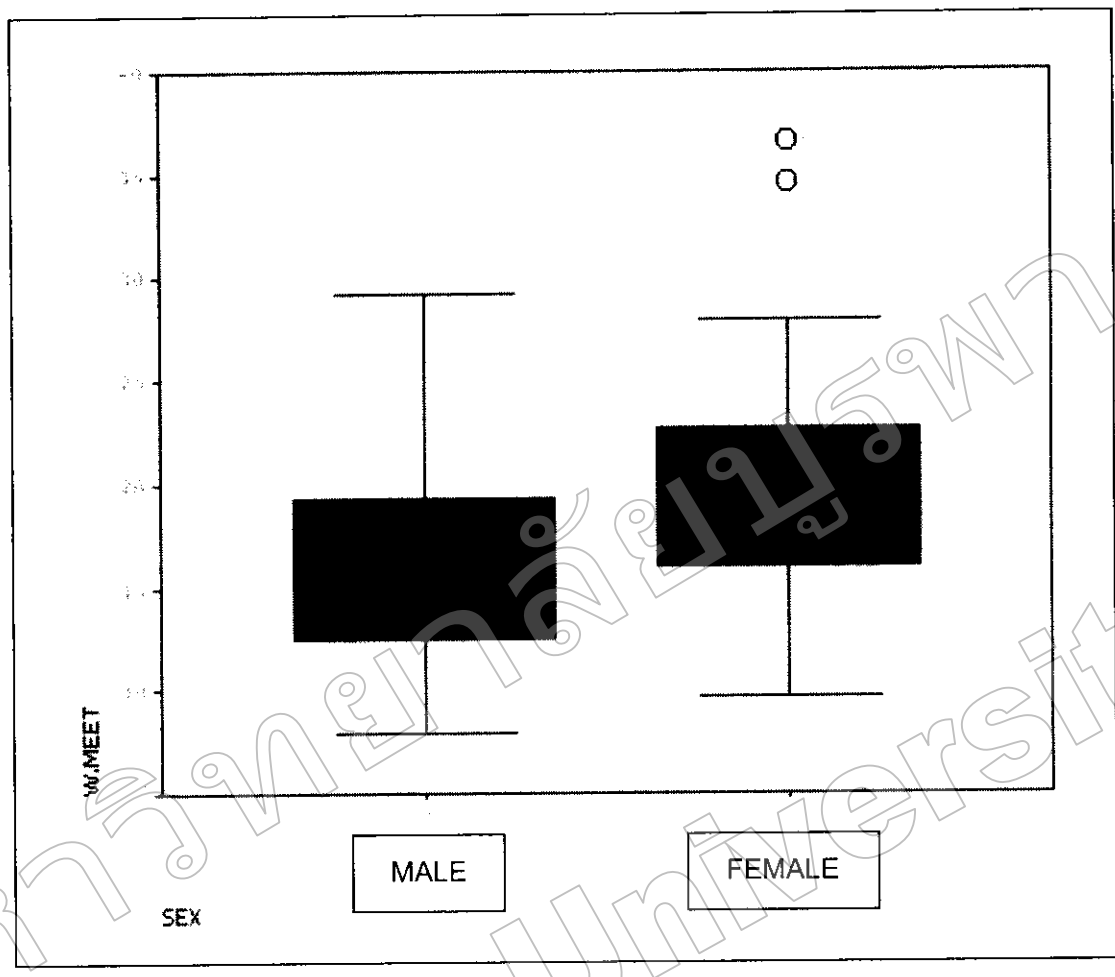
ภาพที่ 4-4 ความสัมพันธ์ของความยาวเปลือกในหอยมะระดำเพศผู้และเพศเมีย

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



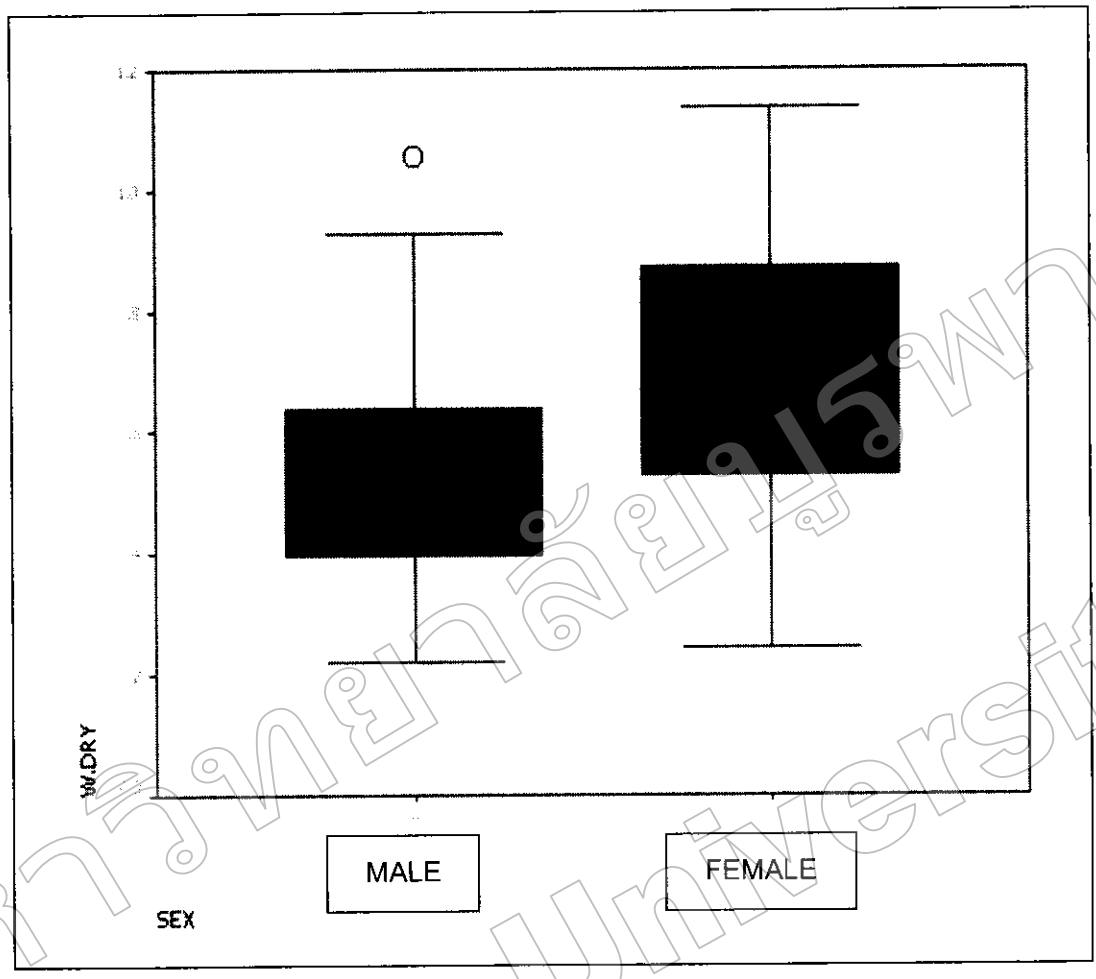
ภาพที่ 4-5 ความสัมพันธ์ของน้ำหนักรวมในหอยมะระดำเพศผู้และเพศเมีย

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



ภาพที่ 4-6 ความสัมพันธ์ของน้ำหนักเนื้อในหอยมะระดำเพศผู้และเพศเมีย

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



ภาพที่ 4-7 ความสัมพันธ์ของน้ำหนักแห้งในหอยมะระดำเพศผู้และเพศเมีย

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ลักษณะของเซลล์สืบพันธุ์

1. ลักษณะเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ จากการศึกษาทางเนื้อเยื่อวิทยาของหอยมะระดำ พบว่า เซลล์สืบพันธุ์เพศผู้จะอยู่ภายในท่อเซมินิเฟอรัส (Seminiferous Tubules) อยู่ติดกับบริเวณต่อมย่อยอาหาร (Digestive Gland) บริเวณท่อเซมินิเฟอรัสมีเซลล์สืบพันธุ์ (Germ Cell) เกาะติดอยู่ เซลล์สืบพันธุ์ที่อยู่ในระยะต้น เช่น สเปอร์มาโทโกเนียมจะมองเห็นอยู่ชิดกับผนังท่อเซมินิเฟอรัส ในระยะกลาง เช่น ระยะสเปอร์มาโตไซต์ เห็นแยกออกมาจากผนังท่อเซมินิเฟอรัสมากขึ้น ในระยะเซลล์สืบพันธุ์สุก เช่น สเปอร์มาโตซัว พบว่า อยู่ในท่อนำสเปริ์ม (Tubulus Rectus) อย่างสมบูรณ์ (ภาพที่ 4-8) ลักษณะเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ภายในท่อเซมินิเฟอรัสพบเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้เป็นเซลล์ที่มีลักษณะกลมขนาด อยู่รวมกันอย่างหนาแน่น สเปอร์มาโตซัวที่เจริญเต็มที่แล้วจะพบว่าติดสีน้ำเงินเข้มของ Hematoxylin เนื่องจากสเปอร์มาโตซัวประกอบไปด้วยนิวเคลียสจึงทำให้ติดสีน้ำเงินของ Hematoxylin

จากการเนื้อเยื่อของหอยมะระดำ *Chicoreus capucinus* ครั้งนี้ พบว่า เซลล์สืบพันธุ์เพศผู้เท่าที่สังเกตได้จากกล้องจุลทรรศน์ แบ่งออกเป็น 4 ระยะ ตามขนาด รูปร่าง และลักษณะการติดสีของ Hematoxylin และ Eosin ดังนี้ (ภาพที่ 4-9)

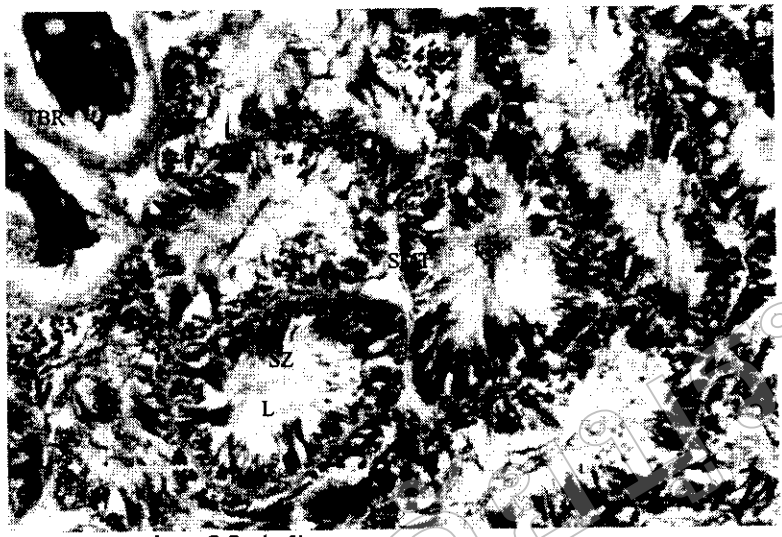
1.1 สเปอร์มาโตโกเนีย (Spermatogonia, SG) เป็นเซลล์ตั้งต้นในการสร้างสเปอร์มาโตซัวพบเซลล์มีรูปร่างกลมขนาดเล็กติดสีน้ำเงินจางของ Hematoxylin อยู่บริเวณรอบ ๆ ผนังท่อเซมินิเฟอรัส มีขนาด 2.42±1.81 (N=50) ไมครอน

1.2 สเปอร์มาโตไซต์ (Spermatocyte, SC) เป็นเซลล์ที่อยู่ถัดเข้ามาในท่อกลวงของท่อเซมินิเฟอรัส เซลล์มีลักษณะกลมมีนิวเคลียสขนาดกลมใหญ่ พบเป็นเซลล์มีรูปร่างกลมติดสีชมพูม่วงเข้มขึ้นของ Hematoxylin อยู่ถัดมาจากสเปอร์มาโตโกเนีย มีขนาด 6.30±1.31 (N=50) ไมครอน

1.3 สเปอร์มาติด (Spermatid) เป็นเซลล์ขนาดเล็กมีรูปร่างกลมและจะไม่มีการแบ่งตัวอีก โดยจะมีการเปลี่ยนรูปร่างจนกลายเป็นเซลล์สเปอร์มาโตซัว เซลล์ติดสีน้ำเงินเข้มของ Hematoxylin มีขนาด 4.21±1.09 (N=50) ไมครอน

1.4 สเปอร์มาโตซัว (Spermatozoa, SZ) เซลล์มีรูปร่างผอมยาวติดสีน้ำเงินเข้มของ Hematoxylin มีหางเป็นแฟลกเจลลัม (Flagellum) ช่วยในการเคลื่อนที่แต่ในระยะแรกยังไม่มีการเคลื่อนไหวเป็นเซลล์ขั้นสุดท้ายในขบวนการสร้างอสุจิ พบอยู่ถัดมาจากสเปอร์มาโตไซต์เข้ามาสู่ศูนย์กลางของท่อนำสเปอร์มโดยหันหางเข้าสู่ศูนย์กลางลูเมน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



หมายเหตุ: SMT = ท่อเซมินิเฟอรัส (Seminiferous Tubules)

L = ลูเมน (Lumen)

TBR = ท่อนำสเปริ์ม (Tubulus Rectus)

SZ = สเปอร์มาโตซัว (Spermatozoa)

ภาพที่ 4-8 ลักษณะเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ภายในท่อเซมินิเฟอรัส

หมายเหตุ: SG = สเปอร์มาโตโกเนีย (Spermatogonia)

ST = สเปอร์มาติด (Spermatid)

SC = สเปอร์มาโตไซต์ (Spermatocyte)

SZ = สเปอร์มาโตซัว (Spermatozoa)

ภาพที่ 4-9 ลักษณะเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

2. ลักษณะเซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย มีลักษณะเป็นฟอลลิเคิลภายในมีเซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย มีรูปร่างกลม (ภาพที่ 4-10) มีขนาดและคุณสมบัติในการย้อมติดสี Hematoxylin และ Eosin แตกต่างกันไป โอโอไซต์ที่อยู่ในระยะสมบูรณ์จะพบว่าบริเวณนิวคลีโอลัสและนิวเคลียสติดสีน้ำเงินของ Hematoxylin (ภาพที่ 4-11) เซลล์สืบพันธุ์เพศเมียแบ่งออกเป็น 6 ระยะ โดยเป็นระยะโอโอโกเนียม 1 ระยะ และระยะโอโอไซต์ 5 ระยะ ตามขนาดโอโอไซต์และขนาดของนิวเคลียส รูปร่าง และลักษณะการติดสี Hematoxylin และ Eosin ของไซโต พลาสซึม โครมาตินในนิวเคลียสและนิวคลีโอลัสดังนี้

2.1 โอโอโกเนียม (Oogonium, OG) โอโอไซต์มีลักษณะเป็นรูปยาวรีมีขนาด 2.40±2.24 (N=50) อยู่ตรงบริเวณผนังฟอลลิเคิล ภายในพบนิวเคลียสซึ่งมีขนาดใหญ่เกือบเท่าขนาดของโอโอไซต์ ติดสีน้ำเงินเข้มของ Hematoxylin พบยูโครมาตินติดสีน้ำเงินจางอยู่กระจายกันอย่างหนาแน่นในนิวเคลียสจนอาจทำให้มองเห็นเยื่อหุ้มนิวเคลียสไม่ชัดเจน

2.2 โอโอไซต์ระยะที่หนึ่ง (Primary Young Oocyte, OC1) โอโอไซต์มีการเพิ่มขนาดใหญ่ขึ้นมีขนาด 5.65±1.15 ไมครอน (N=50) นิวเคลียสกลมขนาด 2.80±1.13 ไมครอน (N=50) ภายในพบยูโคมาตินกระจายอยู่ทั่วไปเต็มนิวเคลียส ไซโตพลาสซึมติดสีน้ำเงินของ Hematoxylin แต่มีจำนวนน้อย

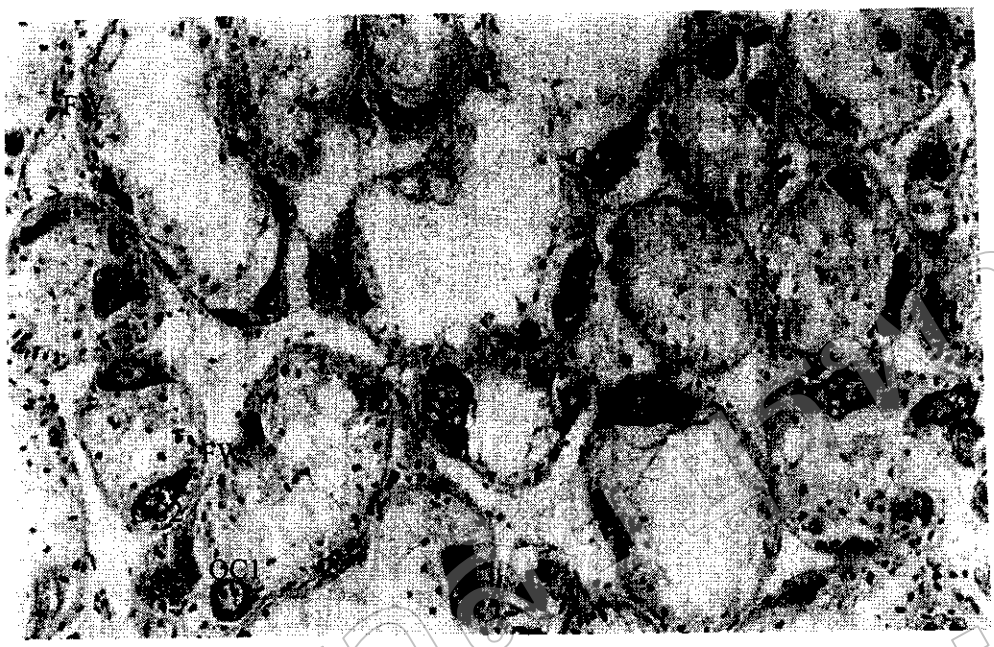
2.3 โอโอไซต์ระยะที่สอง (Secondary Young Oocyte, OC2) โอโอไซต์มีขนาดใหญ่ขึ้นมีขนาด 11.40±1.09 ไมครอน (N=50) นิวเคลียสกลมมีขนาด 3.30±0.71 ไมครอน (N=50) ภายในนิวเคลียสพบยูโครมาตินอยู่กระจายกันอย่างหนาแน่น นิวคลีโอลัสติดสีน้ำเงินเข้ม ไซโตพลาสซึมติดสีน้ำเงินของ Hematoxylin กระจายอยู่ในไซโตพลาสซึม

2.3 โอโอไซต์ระยะที่สาม (Previtellogenic Oocyte, OC3) โอโอไซต์มีขนาดใหญ่ขึ้นมีขนาด 15.90±1.19 ไมครอน (N=50) นิวเคลียสมีขนาดใหญ่ขึ้นมีขนาด 4.66±1.22 ไมครอน (N=50) เริ่มเคลื่อนตัวมาอยู่กลางฟอลลิเคิล ภายในนิวเคลียสพบยูโครมาตินอยู่กระจายกันอย่างหนาแน่น นิวคลีโอลัสติดสีน้ำเงินเข้ม ไซโตพลาสซึมติดสีน้ำเงินของ Hematoxylin

2.4 โอโอไซต์ระยะที่สี่ (Vitellogenic Oocyte, OC4) โอโอไซต์กลมขนาดใหญ่มีขนาด 24.24±1.96 ไมครอน (N=50) นิวเคลียสติดสีน้ำเงินเข้มมีขนาดใหญ่ 6.24±1.24 ไมครอน (N=50) ภายในฟอลลิเคิลเริ่มมีการสะสมแกรนูลพบติดสีชมพูของ Eosin

2.5 โอโอไซต์ระยะที่ห้า (Mature Oocyte, OC5) โอโอไซต์มีขนาดใหญ่มีขนาด 33.70±3.85 ไมครอน (N=50) นิวเคลียสกลมมีขนาด 8.19±1.09 ไมครอน (N=50) ติดสีน้ำเงินเข้มออกชมพู ระยะนี้เซลล์เคลื่อนที่มาอยู่กลางฟอลลิเคิล พบว่า มีการสะสมอาหารมากขึ้น จะเห็นว่ามีแกรนูลกระจายเต็มฟอลลิเคิล ติดสีชมพูแดง

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



หมายเหตุ: FW = ผนังฟอลลิเคิล

OG = โอโอโกเนียม (Oogonium)

OC1 = โอโอไซต์ระยะที่หนึ่ง (Primary Young Oocyte)

OC2 = โอโอไซต์ระยะที่สอง (Secondary Young Oocyte)

OC3 = โอโอไซต์ระยะที่สาม (Previtellogenic Oocyte)

OC4 = โอโอไซต์ระยะที่สี่ (Vitellogenic Oocyte)

OC5 = โอโอไซต์ระยะที่ห้า (Mature Oocyte)

ภาพที่ 4-10 ลักษณะเซลล์สืบพันธุ์เพศเมียที่อยู่ภายในฟอลลิเคิล

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

หมายเหตุ: OC = โอโอไซต์ (Oocyte)
N = นิวเคลียส (Nucleus)
NC = นิวคลีโอลัส (Nucleus)
YG = แกรนูล (Yolk Granule)

ภาพที่ 4-11 ลักษณะเซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย

การพัฒนาของเซลล์สืบพันธุ์

จากการศึกษาทางเนื้อเยื่อวิทยาของหอยมะระดำ โดยการย้อมสี Hematoxylin และ Eosin พบว่า หอยมะระดำมีการพัฒนาการของเซลล์สืบพันธุ์แบ่งออกเป็น 6 ระยะทั้งในเพศผู้และเพศเมีย

ขั้นตอนการพัฒนาการของเซลล์สืบพันธุ์ในหอยมะระดำเพศผู้ แบ่งออกได้เป็นระยะต่าง ๆ ได้ ดังนี้

ระยะที่ 1 ระยะก่อนการพัฒนา (Prefollicular Development) พบกลุ่มเซลล์ขนาดเล็กในระยะโอโอโกเนียภายในท่อเซมินิเฟอรัส ในระยะนี้จะพบกลุ่มเซลล์เป็นจุดเล็ก ๆ ติดสีม่วงแดงของ Eosin (ภาพที่ 4-12)

ระยะที่ 2 ระยะเริ่มพัฒนาการ (Intial Development) ท่อเซมินิเฟอรัสเริ่มขยายใหญ่ขึ้น เซลล์สืบพันธุ์สเปอร์มาโตโกเนียมีลักษณะกลมรูปไข่ขนาดเล็กติดสีม่วงแดงและมีการแบ่งเซลล์ให้สเปอร์มาโตไซต์และสเปอร์มาติด ติดสีน้ำเงินจาง (ภาพที่ 4-13)

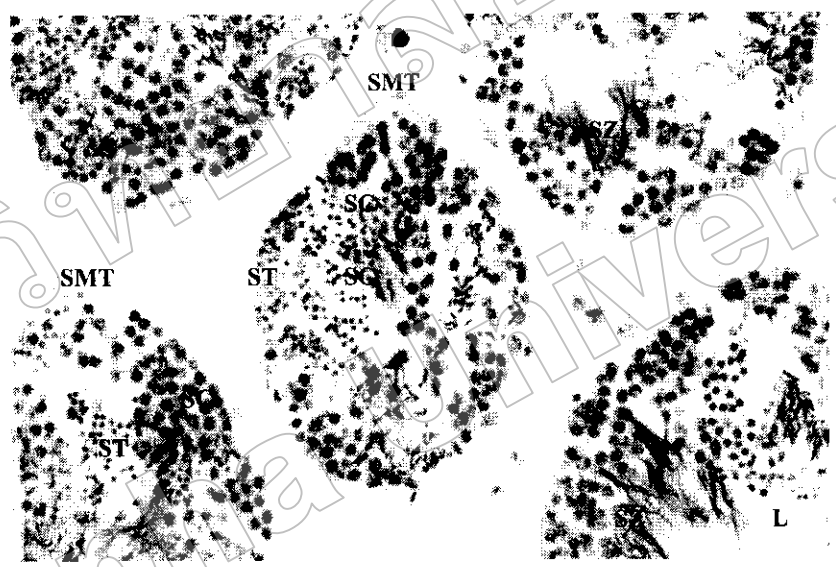
ระยะที่ 3 ระยะกำลังพัฒนา (Developing) พบเซลล์สืบพันธุ์ระยะสเปอร์มาโตซัว แต่มีจำนวนน้อยซึ่งจะมีรูปร่างผอมยาว มีหางเป็นแฟลกเจลลัม ส่วนหัวติดสีน้ำเงินเข้ม แถบหางติดสีชมพู (ภาพที่ 4-14)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ระยะที่ 4 ระยะเซลล์สืบพันธุ์สุก (Mature) พบเซลล์สืบพันธุ์ขั้นสเปอร์มาโตซัวมากที่สุด รวมตัวกันอยู่กลางท่อนำสเปริ์ม (Tubulus Rectus) โดยติดสีน้ำเงินเข้มของ Hematoxylin (ภาพที่ 4-15)

ระยะที่ 5 ระยะเริ่มวางบางส่วน (Partially Spawned) พบสเปอร์มาโตซัวถูกปล่อยออกจากท่อนำสเปริ์ม (Tubulus Rectus) ไปบางส่วนจะเห็นเซลล์สืบพันธุ์ที่เหลืออยู่ภายในท่อนำสเปริ์ม (Tubulus Rectus) มีลักษณะเป็นหย่อมบาง ๆ (ภาพที่ 4-16)

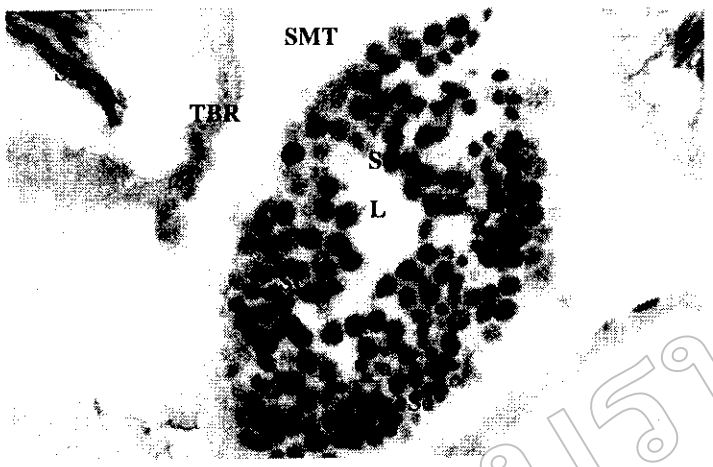
ระยะที่ 6 ระยะหลังวางเซลล์สืบพันธุ์ (Spent) เป็นระยะที่สเปอร์มาโตซัวถูกปล่อยออกไปจนหมดท่อนำสเปริ์ม (Tubulus Rectus) ภายในท่อนำสเปริ์ม (Tubulus Rectus) ว่างเปล่า บางท่อนำสเปริ์ม (Tubulus Rectus) อาจมีเซลล์สืบพันธุ์หลงเหลืออยู่บ้าง (ภาพที่ 4-17)



หมายเหตุ: SMT = ท่อเซมินิเฟอรัส (Seminiferous Tubules)
L = ลูเมน (Lumen)
TBR = ท่อนำสเปริ์ม (Tubulus Rectus)
OG = โอโอโกเนียม (Oogonium)
SG = สเปอร์มาโตโกเนีย (Spermatogonia)
SC = สเปอร์มาโตไซต์ (Spermatocyte)
ST = สเปอร์มาติด (Spermatid)
SZ = สเปอร์มาโตซัว (Spermatozoa)

ภาพที่ 4-12 การพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ของหอยมะระดำเพศผู้ระยะก่อนการพัฒนา

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



หมายเหตุ: SMT = ท่อเซมินิเฟอรัส (Seminiferous Tubules)

L = ลูเมน (Lumen)

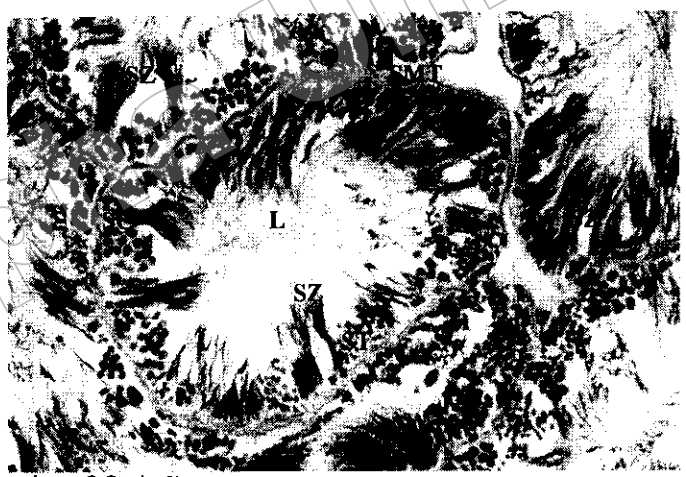
TBR = ท่อนำสเปริ์ม (Tubulus Rectus)

SC = สเปอร์มาโตไซต์ (Spermatocyte)

ST = สเปอร์มาติด (Spermatid)

SZ = สเปอร์มาโตซัว (Spermatozoa)

ภาพที่ 4-13 การพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ของหอยมะระดำเพศผู้ระยะเริ่มพัฒนาการ



หมายเหตุ: SMT = ท่อเซมินิเฟอรัส (Seminiferous Tubules)

L = ลูเมน (Lumen),

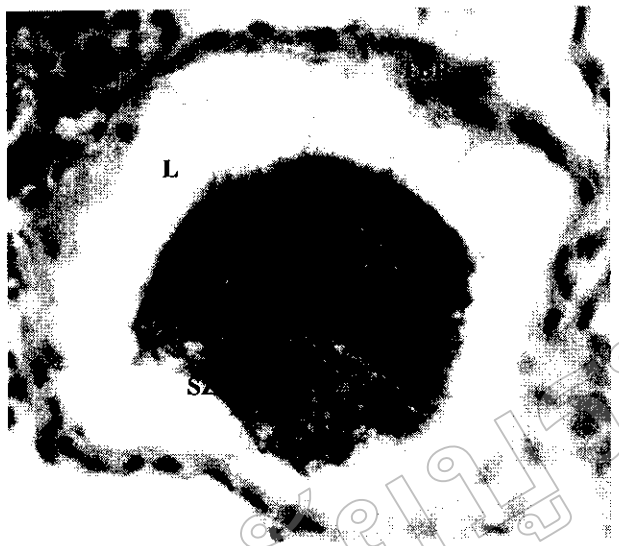
ST = สเปอร์มาติด (Spermatid)

SC = สเปอร์มาโตไซต์ (Spermatocyte)

SZ = สเปอร์มาโตซัว (Spermatozoa)

ภาพที่ 4-14 การพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ของหอยมะระดำเพศผู้ระยะกำลังพัฒนา

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

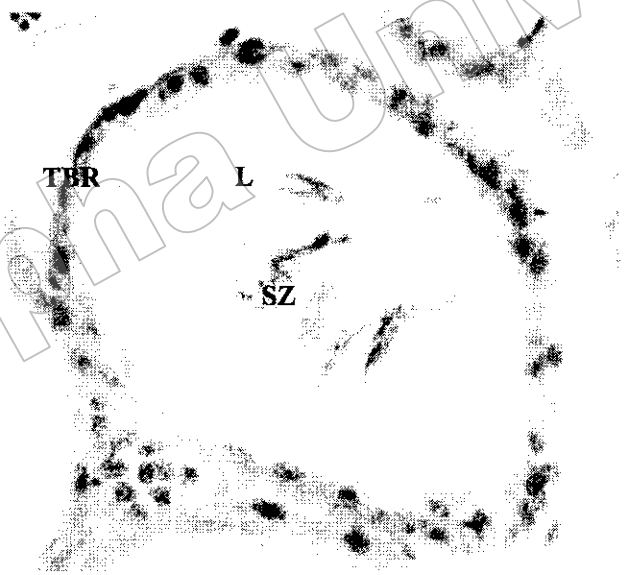


หมายเหตุ: TBR = ท่อนำสเปริ์ม (Tubulus Rectus)

L = ลูเมน (Lumen)

SZ = สเปอร์มาโตซัว (Spermatozoa)

ภาพที่ 4-15 การพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ของหอยมะระดำเพศผู้ระยะเซลล์สืบพันธุ์สุก



หมายเหตุ: TBR = ท่อนำสเปริ์ม (Tubulus Rectus)

L = ลูเมน (Lumen)

SZ = สเปอร์มาโตซัว (Spermatozoa)

ภาพที่ 4-16 การพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ของหอยมะระดำเพศผู้ระยะเริ่มวางบางส่วน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

หมายเหตุ: TBR = ท่อนำสเปริ์ม (Tubulus Rectus)

L = ลูเมน (Lumen)

SZ = สเปอร์มาโตซัว (Spermatozoa)

ภาพที่ 4-17 การพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ของหอยมะระดำเพศผู้ระยะหลังวางเซลล์สืบพันธุ์

ขั้นตอนการพัฒนาการของเซลล์สืบพันธุ์ในหอยมะระดำเพศเมีย แบ่งออกได้เป็นระยะต่าง ๆ ได้ ดังนี้

ระยะที่ 1 ระยะก่อนการพัฒนา (Prefollicular Development) พบเนื้อเยื่อเกี่ยวพันเป็นเซลล์บาง ๆ มีกลุ่มเซลล์เป็นจุดเล็ก ๆ ติดสีน้ำเงินเข้มรอบ ๆ บริเวณที่เป็นฟอลลิเคิล ซึ่งฟอลลิเคิลยังมีขนาดเล็ก พบโอโอไซต์ระยะที่ 1 (ภาพที่ 4-18)

ระยะที่ 2 ระยะเริ่มพัฒนาการ (Intial Development) พบเซลล์สืบพันธุ์ขนาดเล็กรอบ ๆ ผนังฟอลลิเคิล พบโอโอไซต์ระยะที่ 2 และโอโอไซต์ระยะที่ 3 (ภาพที่ 4-19)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ระยะที่ 3 ระยะกำลังพัฒนา (Developing) พบผนังฟอลลิเคิลหนาติดสีน้ำเงินเข้ม มีการแบ่งเซลล์ให้โอโอไซต์ระยะที่ 3 และโอโอไซต์ระยะที่ 4 (Secondary Oocyte) ซึ่งจะเจริญใหญ่ขึ้นไปเป็นโอโอไซต์ที่สมบูรณ์ (Mature Oocyte) (ภาพที่ 4-20)

ระยะที่ 4 ระยะเซลล์สืบพันธุ์สุก (Mature) พบถุงฟอลลิเคิลมีขนาดใหญ่ขึ้น ภายในบรรจุด้วยโอโอไซต์ที่สมบูรณ์อยู่กลางฟอลลิเคิล ส่วนที่ผนังพบโอโอไซต์ที่ยังไม่สมบูรณ์ (Young Oocyte) แต่มีขนาดเล็กกว่าผนังหุ้มไข่จะหนาพบโอโอไซต์ระยะที่ 5 (ภาพที่ 4-21)

ระยะที่ 5 ระยะเริ่มวางบางส่วน (Partially Spawned) บางฟอลลิเคิลพบเซลล์สืบพันธุ์อยู่ในระยะสมบูรณ์ และบางฟอลลิเคิลเซลล์สืบพันธุ์ถูกปล่อยออกจากถุงไปบางส่วน ส่วนที่เหลือจะเจริญไปเป็นโอโอไซต์ที่สมบูรณ์ (ภาพที่ 4-22)

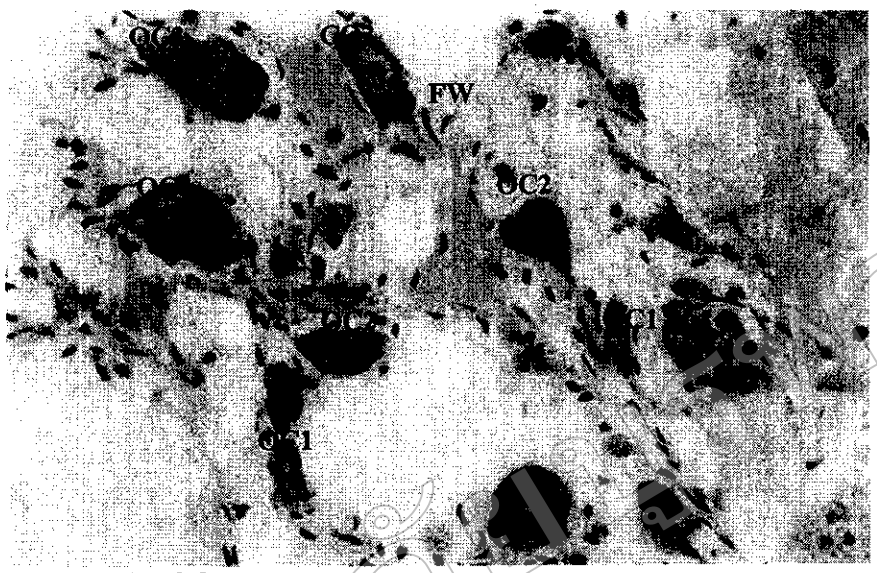
ระยะที่ 6 ระยะหลังวางเซลล์สืบพันธุ์ (Spent) ภายในถุงว่างเปล่าเนื่องจากไข่ถูกปล่อยออกไปหมด ผนังของถุงจะเหี่ยวเล็กลงจนเหลือเป็นช่องว่างเล็กๆซึ่งอยู่ระหว่างเซลล์เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (ภาพที่ 4-23)

หมายเหตุ: FW = ผนังฟอลลิเคิล

OG = โอโอโกเนียม (Oogonium)

OC1 = โอโอไซต์ระยะที่หนึ่ง (Primary Young Oocyte)

ภาพที่ 4-18 การพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ของหอยมะระดำเพศเมียระยะก่อนการพัฒนา



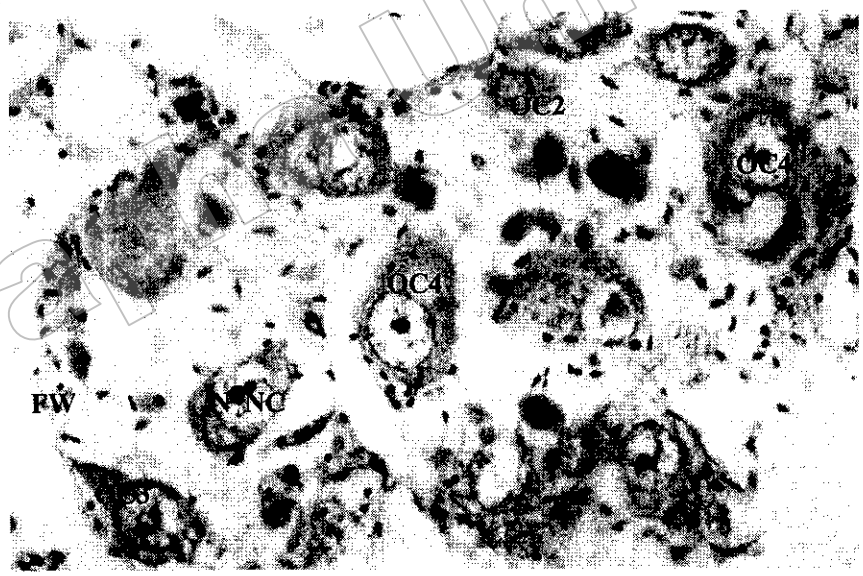
หมายเหตุ: FW = ผนังฟอลลิเคิล

OC1 = โอโอไซต์ระยะที่หนึ่ง (Primary Young Oocyte)

OC2 = โอโอไซต์ระยะที่สอง (Secondary Young Oocyte)

OC3 = โอโอไซต์ระยะที่สาม (Previtellogenic Oocyte)

ภาพที่ 4-19 การพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ของหอยมะระดำเพศเมียระยะเริ่มพัฒนาการ



หมายเหตุ: FW = ผนังฟอลลิเคิล

OC3 = โอโอไซต์ระยะที่สาม (Previtellogenic Oocyte),

OC4 = โอโอไซต์ระยะที่สี่ (Vitellogenic Oocyte)

YG = แกรนูล (Yolk Granule)

ภาพที่ 4-20 การพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ของหอยมะระดำเพศเมียระยะกำลังพัฒนา

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

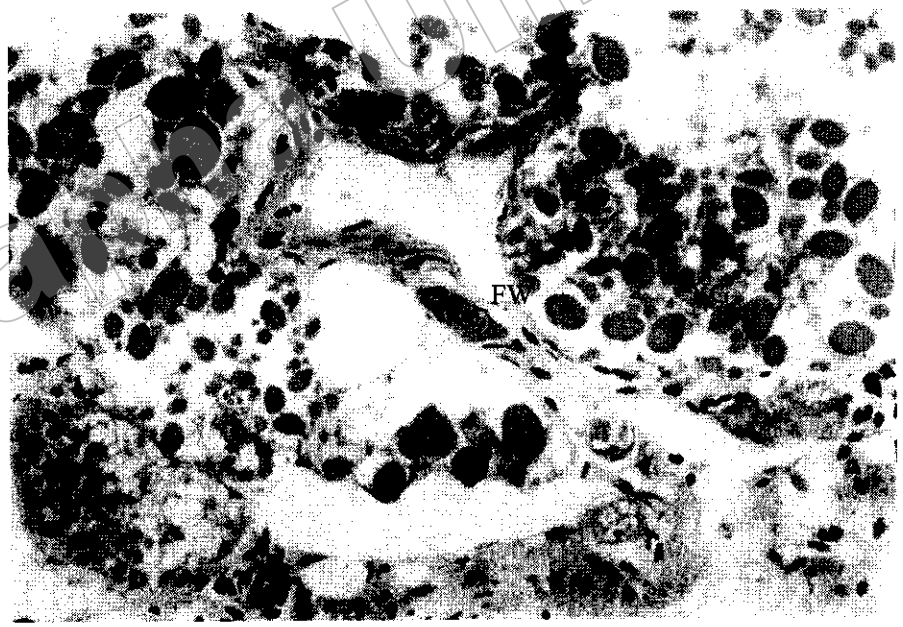
หมายเหตุ: YG = แกรนูล (Yolk Granule)

NC = นิวคลีโอลัส (Nucleolus)

N = นิวเคลียส (Nucleus)

OC5 = โอโอไซต์ระยะที่ห้า (Mature Oocyte)

ภาพที่ 4-21 การพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ของหอยมะระดำเพศเมียระยะเซลล์สืบพันธุ์สุก

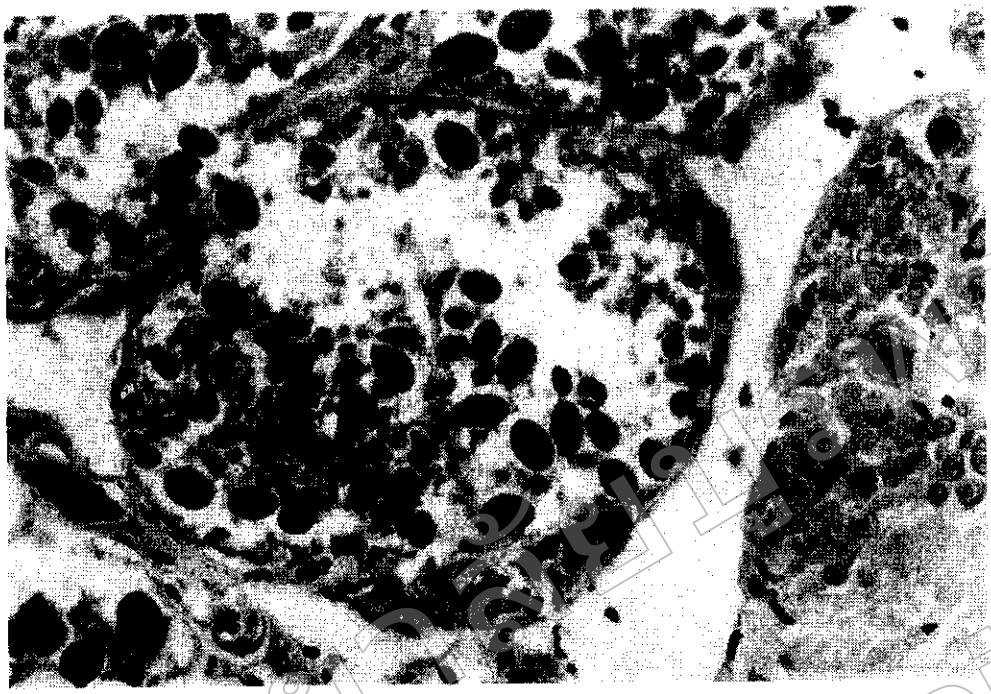


หมายเหตุ: FW = ผนังฟอลลิเคิล

YG = แกรนูล (Yolk Granule)

ภาพที่ 4-22 การพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ของหอยมะระดำเพศเมียระยะเริ่มวางบางส่วน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



หมายเหตุ: FW = ผนังฟอลลิเคิล

YG = แกรนูล (Yolk Granule)

ภาพที่ 4-23 การพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ของหอยมะระดำเพศเมียระยะหลังวางเซลล์สืบพันธุ์

ชีววิทยาการสืบพันธุ์ของหอยมะระดำ

ระยะที่ 1 คือ ระยะก่อนการพัฒนา หอยมะระดำเพศผู้เริ่มพบระยะนี้ได้ในเดือนมีนาคม 2546 พบมากที่สุดในเดือนมิถุนายน 2546 ซึ่งพบร้อยละ 8.29 ระยะนี้พบได้ตลอดตั้งแต่เดือนมีนาคม 2546 ถึง เดือนกันยายน 2546 เปอร์เซ็นต์ที่พบเริ่มลดลง และหอยมะระดำเพศเมียเริ่มมีการเตรียมฟอลลิเคิลในเดือนพฤษภาคม 2546 และพบมากที่สุดในเดือนสิงหาคม 2546 ซึ่งพบร้อยละ 38 ระยะนี้ พบได้ตลอดตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงเดือนธันวาคมเปอร์เซ็นต์ที่พบเริ่มลดลง (ตารางที่ 4-2)

ระยะที่ 2 คือ ระยะเริ่มพัฒนาการ ในหอยมะระดำเพศผู้พบระยะนี้ได้ในทุกเดือน พบมากที่สุดในเดือนธันวาคม 2546 พบร้อยละ 55.78 และในหอยมะระดำเพศเมียพบระยะนี้ ได้เกือบทุกเดือน พบมากที่สุดในเดือนกันยายน 2546 ซึ่งพบร้อยละ 71.08

ระยะที่ 3 คือ ระยะกำลังพัฒนา ในหอยมะระดำเพศผู้พบระยะนี้ได้ในทุกเดือน พบมากที่สุดในเดือนธันวาคม 2546 ซึ่งพบร้อยละ 73.10 และในหอยมะระดำเพศเมีย พบระยะนี้ได้เกือบทุกเดือน พบมากที่สุดในเดือนกุมภาพันธุ์ 2547 ซึ่งพบร้อยละ 38.80 (ภาพที่ 4-33)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ระยะที่ 4 คือ ระยะเซลล์สืบพันธุ์สุก ในหอยมะระดำเพศผู้พบระยะนี้ได้ในทุกเดือน พบมากที่สุดในเดือนพฤษภาคม 2546 ซึ่งพบร้อยละ 29.41 และในหอยมะระดำเพศเมีย พบระยะนี้ได้เกือบทุกเดือน พบมากที่สุดในเดือนมีนาคม 2547 ซึ่งพบร้อยละ 65.98

ระยะที่ 5 คือ ระยะเริ่มวางบางส่วน ในหอยมะระดำเพศผู้พบระยะนี้มากที่สุดในเดือนมกราคม 2547 ซึ่งพบร้อยละ 1.43 และในหอยมะระดำเพศเมีย พบระยะนี้มากที่สุดในเดือนมีนาคม 2546 ซึ่งพบร้อยละ 34.44

ระยะที่ 6 คือ ระยะหลังวางเซลล์สืบพันธุ์ ในหอยมะระดำเพศผู้พบระยะนี้มากที่สุดในเดือนมีนาคม 2546 ซึ่งพบร้อยละ 7.50 และในหอยมะระดำเพศเมีย พบระยะนี้มากที่สุดในเดือนเมษายน 2546 ซึ่งพบร้อยละ 66.44 (ภาพที่ 4-33)

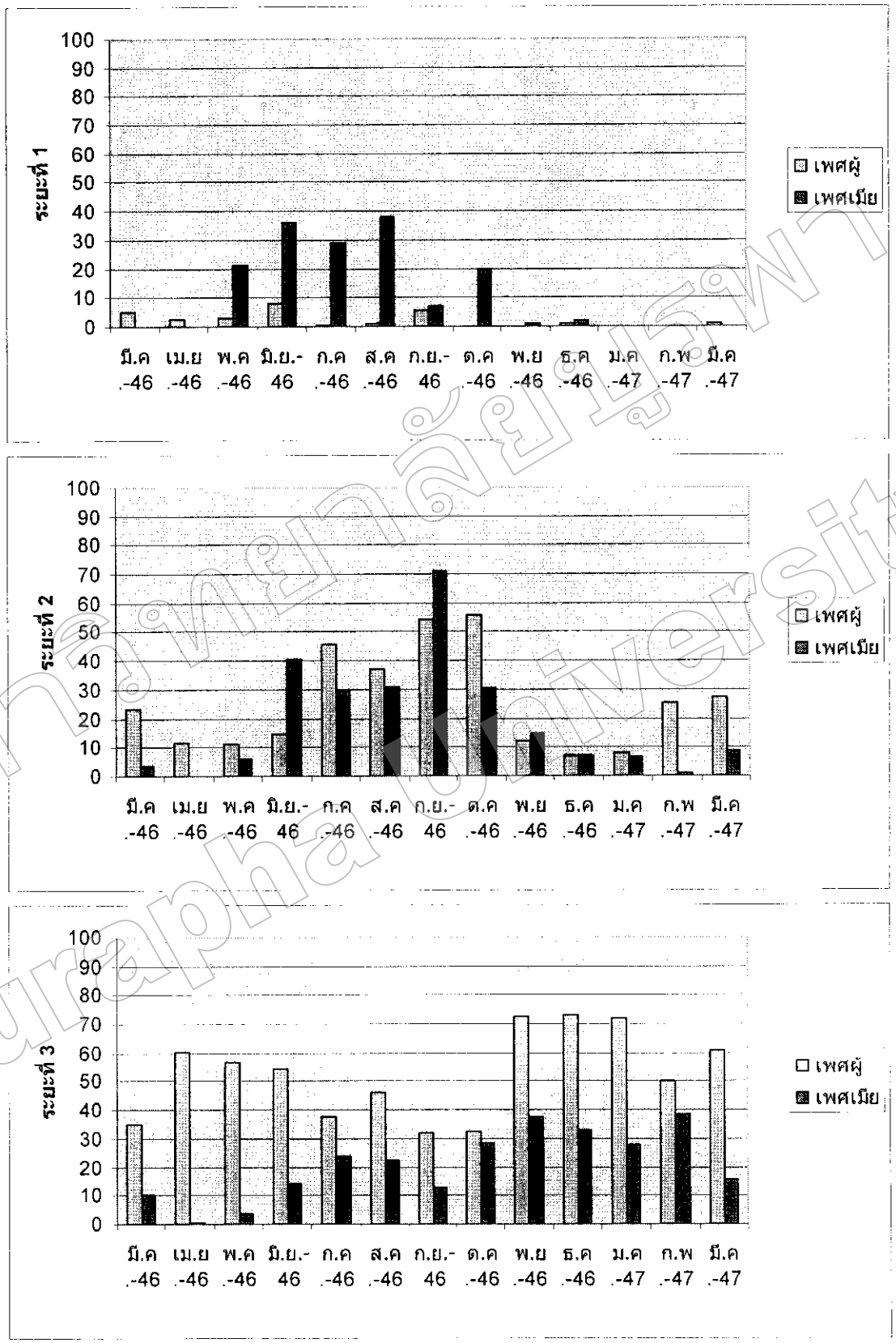
เมื่อหอยมะระดำมีการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์จนถึงระยะที่เซลล์สืบพันธุ์สุกแล้วเริ่มมีการวางเซลล์สืบพันธุ์ในขณะเดียวกันก็เริ่มมีการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ขึ้นเรื่อย ๆ ซึ่งพบเซลล์สืบพันธุ์สุกเกิดขึ้นตลอดทั้งปี ในเพศเมียพบมากที่สุดในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2546 ถึงเดือนมีนาคม 2547 และเริ่มมีการวางเซลล์สืบพันธุ์ทั้งเพศผู้และเพศเมียตั้งแต่เดือนมีนาคม 2546 ถึงเดือนกรกฎาคม 2546 และ เดือนมกราคม 2547 ถึงเดือนมีนาคม 2547 ซึ่งสอดคล้องกับพื้นที่ศึกษาที่พบว่าหอยมะระดำเริ่มวางฝักไข่ตั้งแต่เดือนกันยายน 2546 ถึงเดือนมีนาคม2547

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 4-2 ระยะการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ในหอยมะระดำ

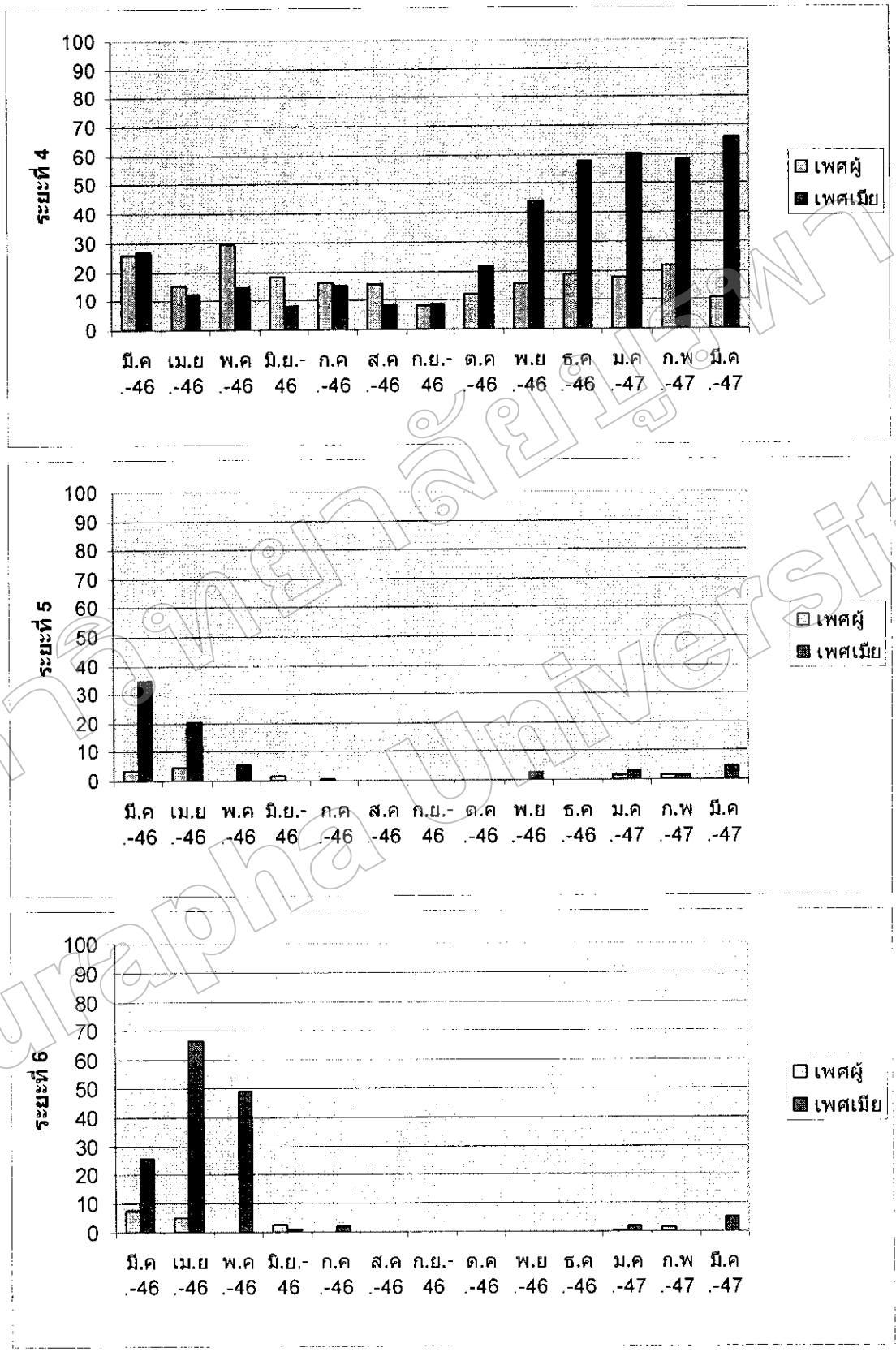
เดือน	ความยาวเฉลี่ย(มม.) $\overline{X}$±SD (N=10)	การพัฒนาเซลล์สืบพันธ์ของหอยมะระดำ เปอร์เซ็นต์											
		ระยะที่ 1		ระยะที่ 2		ระยะที่ 3		ระยะที่ 4		ระยะที่ 5		ระยะที่ 6	
		เพศผู้	เพศเมีย	เพศผู้	เพศเมีย	เพศผู้	เพศเมีย	เพศผู้	เพศเมีย	เพศผู้	เพศเมีย	เพศผู้	เพศเมีย
มี.ค.-46	48.90±3.67	5.00	0.00	23.33	3.33	35.00	10.00	25.84	26.67	3.33	34.44	7.50	25.56
เม.ย.-46	43.00±4.71	2.63	0.00	11.84	0.00	60.53	0.65	15.13	12.26	4.61	20.65	5.26	66.44
พ.ค.-46	41.30±5.74	2.94	21.48	11.04	6.04	56.61	3.36	29.41	14.76	0.00	5.36	0.00	49.00
มิ.ย.-46	40.00±4.29	8.29	35.83	14.91	40.83	54.14	14.17	18.23	8.33	1.66	0.00	2.77	0.84
ก.ค.-46	40.40±4.20	0.33	29.14	45.49	29.80	37.79	23.84	16.05	15.23	0.34	0.00	0.00	1.99
ส.ค.-46	41.60±4.35	1.00	38.00	37.00	31.00	46.33	22.50	15.67	8.50	0.00	0.00	0.00	0.00
ก.ย.-46	41.50±4.77	5.62	7.23	54.21	71.08	32.13	12.85	8.04	8.84	0.00	0.00	0.00	0.00
ต.ค.-46	41.70±2.06	0.00	19.77	55.78	30.23	32.27	28.29	11.95	21.71	0.00	0.00	0.00	0.00
พ.ย.-46	42.20±2.70	0.00	1.00	12.00	14.90	72.50	37.74	15.50	44.04	0.00	2.32	0.00	0.00
ธ.ค.-46	40.20±3.68	0.80	1.99	7.22	7.17	73.10	33.07	18.88	57.77	0.00	0.00	0.00	0.00
ม.ค.-47	42.80±3.77	0.00	0.00	8.29	6.37	72.29	28.03	17.71	60.51	1.43	3.18	0.28	1.91
ก.พ.-47	40.40±2.91	0.00	0.00	25.42	1.20	50.17	38.80	21.69	58.40	1.36	1.60	1.36	0.00
มี.ค.-47	43.80±4.98	0.83	0.00	27.39	8.71	61.00	15.77	10.78	65.98	0.00	4.56	0.00	4.98

Burapha University



ภาพที่ 4-24 ระยะการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ของหอยมะระดำ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



ภาพที่ 4-33 (ต่อ)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University