รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

วงจรชีวิตแมงกะพรุนหนัง *Rhopilema hispidum* (Vanhöffen, 1888) ภายในห้องปฏิบัติการ

Life cycle of the edible jellyfish *Rhopilema hispidum* (Vanhöffen, 1888) (Scyphozoa: Rhizostomeae) under laboratory conditions

วิไลวรรณ พวงสันเทียะ
ศิริวรรณ ชูศรี
ศิรประภา ฟ้ากระจ่าง
วรเทพ มุธุวรรณ

“โครงการวิจัยประเภทงบประมาณเงินรายได้ (เงินอุดหนุนจากรัฐบาล) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2562 มหาวิทยาลัยบูรพา”

รหัสโครงการ IACUC 033/2561

สัญญาเลขที่ 45.3/2562

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

วงจรชีวิตแมงกะพรุนหนัง *Rhopilema hispidum* (Vanhöffen, 1888) ภายในห้องปฏิบัติการ

Life cycle of the edible jellyfish *Rhopilema hispidum* (Vanhöffen, 1888) (Scyphozoa: Rhizostomeae) under laboratory conditions

วิไลวรรณ พวงสันเทียะ

ศิริวรรณ ชูศรี

ศิรประภา ฟ้ากระจ่าง

วรเทพ มุธุวรรณ

สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา

กันยายน พ.ศ. 2562

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้ (เงินอุดหนุนจากรัฐบาล) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2562 มหาวิทยาลัยบูรพา ผ่านสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ เลขที่สัญญา 45.3/2562 คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณบุคลากรสถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล กองบริหารการวิจัยและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยบูรพา ในการประสานงาน ให้ความอนุเคราะห์ความสะดวกในการทำงานวิจัยครั้งนี้ได้เสร็จสิ้นไปด้วยดี

คณะผู้วิจัย

กันยายน พ.ศ. 2562

บทคัดย่อ

วงจรชีวิตแมงกะพรุนหนัง *Rhopilema hispidum* (Vanhöffen, 1888) ภายในห้องปฏิบัติการ มีระยะเวลาพัฒนาการตั้งแต่พลานูล่าจนถึงระยะที่มีรูปร่างแบบเมดูซ่าขนาดเล็กใช้เวลาทั้งสิ้น 45 วัน พบว่าในวงจรชีวิตมีการสืบพันธุ์ 2 แบบ คือ การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ (Sexual reproduction) ในระยะที่มีรูปร่างแบบเมดูซ่า และการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (Asexual reproduction) ในระยะโพลิป วงจรชีวิตของแมงกะพรุนหนัง ประกอบด้วย ระยะพลานูล่า (Planula stage) ระยะโพลิป (Polyp stage) ระยะสตรอบิลา (Strobila stage) ระยะเอฟิร่า (Ephyra stage) และระยะที่มีรูปร่างแบบเมดูซ่าขนาดเล็ก (Small medusa) โดยระยะพลานูล่าพบครั้งแรกเมื่อ 12-24 ชั่วโมง พลานูล่าจะเจริญเติบโตในมวลน้ำ 4-5 วัน ก่อนลงเกาะกับวัสดุและเปลี่ยนแปลงรูปร่างเป็นระยะโพลิป ที่มีรูปร่างทรงกระบอกยึดเกาะกับวัสดุ ระยะนี้มีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศแบบ Podocyst ซึ่งจะเจริญเป็นโพลิปใหม่ต่อไป เมื่ออายุ 12 วัน โพลิปเกิดการแบ่งชั้นบริเวณแผ่นปากเป็นระยะสตรอบิลามี 2 แบบ คือ Polydisk strobilation และแบบ Monodisk strobilation เมื่ออายุ 25 วัน แผ่นชั้นจะเริ่มหลุดออกมาในมวลน้ำ เรียกว่าเอฟิร่า จากนั้น 45 วัน พบว่าเอฟิร่าเจริญเติบโตเข้าสู่ระยะที่มีรูปร่างแบบเมดูซ่าขนาดเล็กต่อไป

คำสำคัญ: วงจรชีวิต, ระยะพัฒนาการ และแมงกะพรุนหนัง *Rhopilema hispidum* (Vanhöffen, 1888)

Abstract

Life cycle of the edible jellyfish *Rhopilema hispidum* (Vanhöffen, 1888) within the laboratory condition. The complete period time from a planula to a small medusa stage was about 45 days. Was to investigate their revealed an alternation of reproduction between sexual reproduction in medusa stage and asexual reproduction in polyp stage, life cycle and rate of development through the stages from planula, polyp, strobila, ephyra and small medusa stage. The study found that the planula within 12-24 hours, 4-5 -day-old planula larva settled on substrata and developed to polyp has cylindrical shape and settles on substrata reproduced asexually via the formation of podocyst, a new polyp was found in this stage. 12-day-old planula larva a transverse constriction appears at the top of its mouth and the polyp subsequently develops into the strobila stage, which exhibits a form of polydisk strobilation and monodisk strobilation. 25-day-old planula larva, layer is released into the water column, which is referred to as the ephyra stage. And then, developed to small medusa stage. (45-day-old larva)

Keywords: Life cycle, Development and Edible jellyfish *Rhopilema hispidum* (Vanhöffen, 1888)

สารบัญเรื่อง

	หน้าที่
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อ	ข
สารบัญเรื่อง	ค
สารบัญภาพ	ง
บทนำ	1
วัตถุประสงค์โครงการวิจัย	2
ขอบเขตของโครงการวิจัย	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
ทฤษฎี สมมุติฐาน และกรอบแนวคิดของโครงการวิจัย	3
การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (information) ที่เกี่ยวข้อง	4
วิธีดำเนินการวิจัย	8
ผลการวิจัย	14
อภิปราย/วิจารณ์	24
สรุปและเสนอแนะ	26
ผลผลิต (Output)	27
ผลงานตีพิมพ์ในวารสารวิชาการ	28
รายงานการเงิน	39
เอกสารอ้างอิง	40
ภาคผนวก	43
ประวัตินักวิจัยและคณะ	44

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้าที่
1 วงจรชีวิตของแมงกะพรุน *C. mosaicus*	5
2 วงจรชีวิตของแมงกะพรุน *L. lucerna*	6
3 การเก็บตัวอย่างแมงกะพรุนหนัง *R. hispidum* (Vanhöffen, 1888) จากธรรมชาติ	9
4 ลักษณะพลานูล่าแมงกะพรุนหนัง *R. hispidum* (Vanhöffen, 1888); สังเกตด้วยสายตา (ก) และสังเกตภายใต้กล้องจุลทรรศ์แบบสเตอริโอ (ข)	10
5 การวัดขนาดโพลิปจากฐาน จนถึง Hypostome	12
6 การวัดขนาดเอฟิร่า	12
7 การวัดขนาดเมดูซ่า	13
8 วงจรชีวิตแมงกะพรุนหนัง *R. hispidum* (Vanhöffen, 1888)	15
9 ตัวอ่อนพลานูล่าของแมงกะพรุนหนัง *R. hispidum* (Vanhöffen, 1888)	16
10 พัฒนาการของโพลิปแมงกะพรุนหนัง *R. hispidum* (Vanhoffen, 1888); โพลิปที่เพิ่งลงเกาะ (ก,ข)โพลิประยะหนวด 8 เส้น (ค) และระยะโพลิปที่สมบูรณ์ (ง)	17
11 ลักษณะอวัยวะของโพลิปแมงกะพรุนหนัง *R. hispidum* (Vanhoffen, 1888)	18
12 ลักษณะการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศแบบโพโดซีสต์ แมงกะพรุนหนัง *R. hispidum* (Vanhoffen, 1888)	18
13 โพลิปแมงกะพรุนหนัง *R. hispidum* (Vanhoffen, 1888) กำลังจับเหยื่อกินเป็นอาหาร	19
14 รูปแบบการเกิดสตรอบิล่าแมงกะพรุนหนัง *R. hispidum* (Vanhoffen, 1888); แบบ Polydisk strobilation (ก) และแบบ Monodisk strobilation (ข)	19
15 การเปลี่ยนแปลงระหว่างการเกิดการแบ่งชั้นของระยะสตรอบิล่าแมงกะพรุนหนัง *R. hispidum* (Vanhoffen, 1888); การสร้างแฉก (ก), การแยกชั้นเนื้อเยื่อ (ข), สร้างแล็ปเพท (ค) และเอฟิร่าเกือบสมบูรณ์ (ง)	20
16 ลักษณะโครงสร้างเอฟิร่าแมงกะพรุนหนัง *R. hispidum* (Vanhoffen, 1888)	22
17 ลักษณะเอฟิร่าแมงกะพรุนหนัง *R. hispidum* (Vanhoffen, 1888); เอฟิร่าที่เพิ่งหลุด ออกจากสตรอบิล่า (ก), เอฟิร่าอายุ 4-5 วัน (ข), เอฟิร่าอายุ 8-12 วัน (ค) และเอฟิร่าอายุ 15-20 วัน (Metaephyra) (ง)	22

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้าที่**

18 ลักษณะโครงสร้างของระยะที่มีรูปร่างแบบเมดูซ่าแมงกะพรุนหนัง R. hispidum (Vanhoffen, 1888) 23

บทนำ

การเกิดปรากฏการณ์รวมตัวของแมงกะพรุนเกิดขึ้นในหลายประเทศทั่วโลก และขยายตัวเป็นวงกว้างเพิ่มมากขึ้นทุกปี (Purcell et al., 2007; Uye, 2008) ซึ่งการรวมตัวของแมงกะพรุนส่งผลกระทบทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อกิจกรรมมนุษย์ ได้แก่ การกีดขวางการทำประมง การอุดตันกระชัง อวน ที่ใช้ในการทำประมง สัตว์น้ำตายจากพิษของแมงกะพรุน (Kawahara et al., 2006; Purcell et al., 2007; Uye, 2008) ส่งผลเสียต่ออุตสาหกรรมการท่องเที่ยว (Purcell et al., 2007) อุดตันระบบสูบน้ำเข้าโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ (Pucells et al.,1999) รวมถึงเป็นประโยชน์ในด้านการทำการประมง และแปรรูปแมงกะพรุนเพื่อการบริโภคและส่งออก (Omori & Nakano, 2001) ดังนั้นในต่างประเทศจึงมีการศึกษากันมากถึง ชนิดของแมงกะพรุนที่มีการรวมตัวกัน ลักษณะทางชีววิทยา วงจรชีวิต รวมถึงระยะเวลาพัฒนาการของแมงกะพรุนในแต่ละระยะ เพื่อให้ได้ข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญ อันเป็นองค์ความรู้ที่สำคัญอันดับแรก ๆ เพื่อนำข้อมูลดังกล่าวไปประกอบกับข้อมูลปัจจัยสิ่งแวดล้อม และนำไปพยากรณ์การเกิดปรากฏการณ์การรวมตัวของแมงกะพรุนที่จะเกิดขึ้นในอนาคตได้ (Uye, 2008)

ในประเทศไทยบริเวณหาดบางแสน จังหวัดชลบุรี ในรอบ 2 ปีที่ผ่านมา มีการรวมตัวกันของแมงกะพรุนหนัง *R. hispidum* (Vanhöffen, 1888) เป็นจำนวนมาก และมีแนวโน้มเพิ่มจำนวนมากขึ้นทุกปี (เดลินิวส์ ฉบับวันศุกร์ที่ 29 กันยายน 2559; คม ชัด ลึก ฉบับวันที่ 13 สิงหาคม 2560) ซึ่งการรวมตัวของแมงกะพรุนดังกล่าวทำให้นักท่องเที่ยวที่ลงเล่นน้ำได้รับบาดเจ็บจากการสัมผัสพิษแมงกะพรุนหนัง บริเวณหาดบางแสนในปี 2559-2560 มากถึงปีละ 100-200 คน แต่การรวมตัวของแมงกะพรุนหนัง *R. hispidum* (Vanhöffen, 1888) ก็มีประโยชน์ด้านการสร้างมูลค่าเพิ่มด้านการทำการประมง และการแปรรูปแมงกะพรุนด้วย แต่การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับแมงกะพรุนหนัง *R. hispidum* (Vanhöffen, 1888) ในประเทศไทย ทั้งด้านลักษณะวงจรชีวิต ลักษณะตัวอ่อนแต่ละระยะ ระยะเวลาพัฒนาการ เพื่อตอบโจทย์ถึงปรากฏการณ์การเกิดการรวมตัวของแมงกะพรุนหนัง *R. hispidum* (Vanhöffen, 1888) ในประเทศไทยยังไม่พบว่ามีการศึกษา ดังนั้นจึงขาดองค์ความรู้พื้นฐานที่สำคัญ เพื่อเป็นประโยชน์ในด้านการนำไปพยากรณ์การเกิดการรวมตัวของแมงกะพรุนหนังได้ในอนาคต

ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวงจรชีวิต การเปลี่ยนแปลงพัฒนาการ ระยะเวลาในการพัฒนาการของแมงกะพรุนหนัง *R. hispidum* (Vanhöffen, 1888) ภายใต้สภาพห้องปฏิบัติการ เพื่อใช้คาดการณ์การเกิดการรวมตัวของแมงกะพรุนหนังในอนาคตได้ และเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการเฝ้าระวัง และการจัดการการรวมตัวของแมงกะพรุนหนังบริเวณหาดบางแสน จังหวัดชลบุรีได้ต่อไป อีกทั้งข้อมูลพื้นฐานจากการวิจัยในครั้งนี้ ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ในการจำลองสภาวะเพื่อการเพาะเลี้ยง การศึกษาวงจรชีวิตของแมงกะพรุนชนิดอื่น ๆ ได้ต่อไป

วัตถุประสงค์โครงการวิจัย

เพื่อศึกษาวงจรชีวิต การเปลี่ยนแปลงพัฒนาการ ระยะเวลาพัฒนาการของแมงกะพรุนหนัง *R. hispidum* (Vanhöffen, 1888) ภายในห้องปฏิบัติการ

ขอบเขตของโครงการวิจัย

ทำการศึกษาวงจรชีวิต การเปลี่ยนแปลงพัฒนาการ ขนาด ระยะเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลงของแต่ละพัฒนาการ และระยะเวลาในการพัฒนาการของแมงกะพรุนหนัง *R. hispidum* (Vanhöffen, 1888) ตั้งแต่ระยะพลานูล่า จนถึงระยะที่มีลักษณะรูปร่างแบบเมดูซ่าขนาดเล็ก โดยทำการเลี้ยงที่สภาวะแวดล้อมปกติภายใต้สภาพห้องปฏิบัติการ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. จากการศึกษาในครั้งนี้ จะทำให้ทราบวงจรชีวิต การเปลี่ยนแปลง และระยะเวลาในการพัฒนาการของแมงกะพรุนหนัง *R. hispidum* (Vanhöffen, 1888) ภายในห้องปฏิบัติการ ตั้งแต่ระยะพลานูล่า จนถึงระยะที่มีลักษณะรูปร่างแบบเมดูซ่าขนาดเล็กเมื่อทราบวงจรชีวิตแล้ว สามารถนำไปใช้ในการคาดการณ์ ถึงช่วงเวลาการเกิดแมงกะพรุนในระยะต่างๆ และใช้ในการประเมินการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของแมงกะพรุนหนัง รวมถึงการเพาะเลี้ยงเพื่อประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น การจัดแสดงในสถานแสดงพันธุ์สัตว์น้ำ การนำตัวอ่อนแมงกะพรุนไปใช้ในการทดสอบปัจจัยสภาพแวดล้อมและสารพิษ พิษวิทยาของแมงกะพรุน และรวมถึงการเพาะเลี้ยงเพื่อเป็นอาหารหรือสกัดสารที่เป็นประโยชน์ เป็นการสร้างมูลค่าให้กับเศรษฐกิจได้ต่อไป

2. ให้ข้อมูลทางวิชาการแก่หน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชนที่สนใจ

3. การเผยแพร่ในวารสารทางวิชาการ บทความทางวิชาการ สื่ออิเลกทรอนิกส์ (website)

4. ชุมชนประมงชายฝั่ง ผู้ประกอบการ นักท่องเที่ยว และประชาชนทั่วไปได้ตระหนักถึงความสำคัญของการอยู่อาศัยร่วมกันของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศทางทะเล เข้าใจถึงลักษณะของแมงกะพรุน วงจรชีวิต ส่งผลให้เกิดความร่วมมือกันในการบริหารจัดการในชุมชนและใช้ประโยชน์ทรัพยากรธรรมชาติทางทะเลอย่างยั่งยืนต่อไป

5. องค์ความรู้ในการวิจัยที่ได้จากงานวิจัยนี้จะเป็นการช่วยกระตุ้นการท่องเที่ยวทางทะเล และภาคธุรกิจที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎี สมมุติฐาน และกรอบแนวคิดของโครงการวิจัย

บริเวณหาดบางแสน จังหวัดชลบุรี เป็นพื้นที่ติดทะเลฝั่งอ่าวไทย และมีนักท่องเที่ยวนิยมมาท่องเที่ยวพักผ่อนตลอดทั้งปี และยังเป็นสถานที่ท่องเที่ยวหนึ่งที่สามารถสร้างรายได้ให้กับจังหวัดชลบุรี ทำให้ติดอันดับจังหวัดที่มีรายได้จากการท่องเที่ยวสูงสุดอยู่ใน 5 อันดับแรกของประเทศไทย (กระทรวงการทองเที่ยวและการกีฬา, 2552) และยังพบว่าในปี 2558 หาดบางแสนสามารถดึงดูดนักท่องเที่ยวทั้งไทยและต่างประเทศได้มากถึง 779,854 คน (กระทรวงการทองเที่ยวและการกีฬา, 2559) ซึ่งเป็นสถานที่ท่องเที่ยวที่มีอัตราการเจริญเติบโตที่เป็นไปในแบบกาวกระโดดและถูกพัฒนาอยางตอเนื่องจากภาครัฐและเอกชน (มยุรี ศิริยม, 2560)

อย่างไรก็ตามบริเวณหาดบางแสน เป็นพื้นที่ที่ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม ทำให้ฝนตก และมีคลื่นลมแรงบริเวณชายฝั่งอ่าวไทยตอนบนและฝั่งตะวันออก และพบการรวมตัวของแมงกะพรุนหนัง *R. hispidum* (Vanhöffen, 1888) โดยเฉพาะช่วงเดือนกรกฎาคม ถึงเดือนตุลาคมของทุกปี ซึ่งการรวมตัวของแมงกะพรุนหนังก่อให้เกิดผลกระทบทั้งด้านบวกและด้านลบ ซึ่งด้านประโยชน์ต่อชุมชน ได้แก่ การทำประมงแมงกะพรุน การแปรรูปแมงกะพรุนเพื่อการบริโภคและส่งออก และยังพบว่าการรวมตัวของแมงกะพรุนดังกล่าวยังก่อให้เกิดผลกระทบด้านลบ คือ พิษของแมงกะพรุนต่อการบาดเจ็บของนักท่องเที่ยว โดยพบว่าในปี 2559 มีนักท่องเที่ยวบาดเจ็บจากการสัมผัสพิษจากแมงกะพรุนหนังมากถึง 100 คน (เดลินิวส์ ฉบับวันที่ 29 กันยายน 2559) และในปี 2560 พบว่ามีนักท่องเที่ยวเข้ารับการรักษาจากการสัมผัสพิษจากแมงกะพรุนหนังมากถึง 200 คน (คม ชัด ลึก ฉบับวันที่ 13 สิงหาคม 2560) จะเห็นได้ชัดเจนว่าจำนวนแมงกะพรุนมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นทุกปี และก่อให้เกิดผลกระทบ โดยเฉพาะผลกระทบโดยตรงต่อมนุษย์ที่ก่อให้เกิดอาการบาดเจ็บจากพิษแมงกะพรุนที่เพิ่มจำนวนมากขึ้นทุกปี นอกจากการรวมตัวของแมงกะพรุนหนังแล้ว ยังพบว่าบริเวณหาดบางแสนยังพบการแพร่กระจายของแมงกะพรุนหลายชนิด ได้แก่ แมงกะพรุนถ้วยหางขน (*Acromitus flagellates* (Maas, 1903)) แมงกะพรุนถ้วย (*Catostylus townsendi*) แมงกะพรุนขี้ไก่ (*Phyllorhiza panctata*) และแมงกะพรุนลอดช่อง (*Lobonemoides robustus*) (Nontivich, 2001) ซึ่งชนิดแมงกะพรุนหนังและแมงกะพรุนชนิดที่พบบริเวณหาดบางแสนส่วนใหญ่เป็นแมงกะพรุนในกลุ่ม Order Rhizostomeae ที่นิยมนำมาแปรรูปเป็นอาหารได้ (พิสิฐ วงศ์สง่าศรี, พูลทรัพย์ วิรุฬหกุล และเบญจวรรณ ธรรมธนารักษ์, 2551) จากผลกระทบการรวมตัวของแมงกะพรุนทั้งด้านประโยชน์ในการประมง การแปรรูปเป็นอาหาร และผลกระทบด้านลบด้านพิษของแมงกะพรุนต่ออาการบาดเจ็บของนักท่องเที่ยวบริเวณหาดบางแสนแล้ว กลับพบว่าในประเทศไทยการศึกษาเกี่ยวกับแมงกะพรุนยังพบข้อมูลเกี่ยวกับการศึกษาแมงกะพรุนค่อนข้างจำกัด ทั้งข้อมูลด้านชีววิทยาของแมงกะพรุนแต่ละชนิด การศึกษาลักษณะวงจรชีวิต และลักษณะเฉพาะของแมงกะพรุนวัยอ่อน เพื่อใช้ตอบโจทย์ถึงระยะเวลาการเกิดแมงกะพรุน เพื่อใช้คาดการณ์การเกิดการรวมตัวของแมงกะพรุนในอนาคตได้ และข้อมูลเหล่านี้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำคัญอันดับแรกที่มีความสำคัญ เพื่อใช้เป็นข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการทดลองด้านอื่น ๆต่อไป จะ

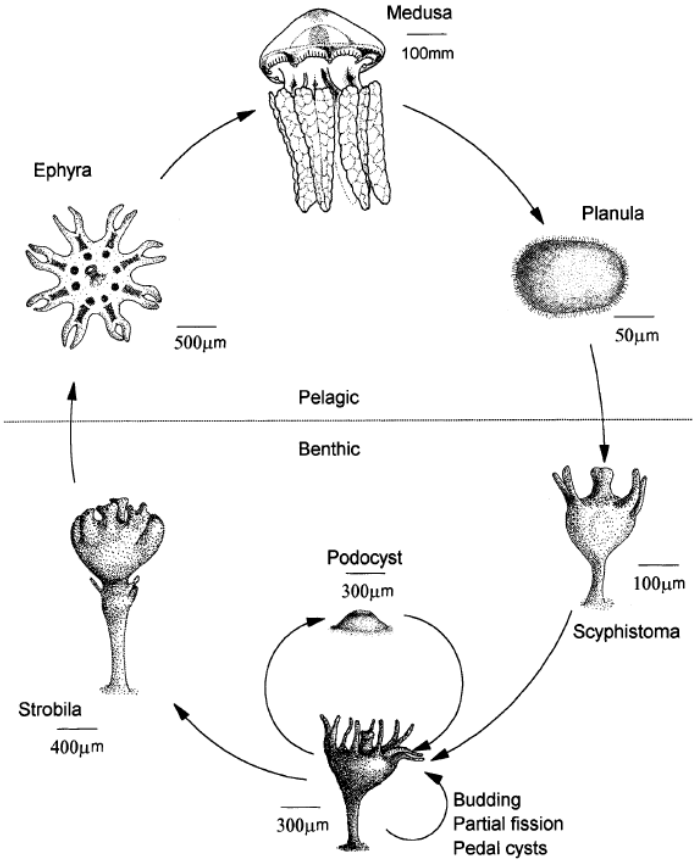
เห็นได้ว่าข้อมูลการศึกษาด้านชีววิทยาดังกล่าวในประเทศไทยยังมีผู้ศึกษาน้อยมาก พบเพียงการศึกษาด้านอนุกรมวิธาน ด้านการสำรวจการแพร่กระจายในธรรมชาติ และสารสกัดเท่านั้น (สุภาพร องศารา, ถนอมพงศ์ บัวบรรจง และธนัญญา ไทยกลาง, 2555; Nontivich, 2001)

การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (information) ที่เกี่ยวข้อง

แมงกะพรุนหนัง หรือแมงกะพรุนส้มโอ *R. hispidum* (Vanhöffen, 1888) อยู่ในไฟลัมไนดาเรีย (Cnidaria) เป็นแพลงก์ตอนสัตว์ที่มีขนาดใหญ่กินแพลงก์ตอนสัตว์ ลูกปลาและสัตว์น้ำขนาดเล็กเป็นอาหาร (Arai, 1997; Larson, 1999) พบการแพร่กระจายทั้งในประเทศและต่างประเทศ ซึ่งในประเทศไทย พบทั้งทะเลอ่าวไทยและอันดามัน (สุภาพร องศารา, ถนอมพงศ์ บัวบรรจง และธนัญญา ไทยกลาง, 2555; สถาบันวิจัยและทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งทะเล และป่าชายเลน, 2558) และต่างประเทศพบในมหาสมุทรแปซิฟิก น่านน้ำญี่ปุ่น น่านน้ำจีน ฟิลิปปินส์ มาเลเซีย อันโดนีเซีย และมหาสมุทรอินเดีย (Omori & Nakano, 2001) ซึ่งพบว่าแมงกะพรุนหนังที่พบ ส่วนใหญ่จะมีความสำคัญในด้านการสร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจทั้งการทำการประมง และการแปรรูปเพื่อการบริโภคและการส่งออก โดยมีการทำการประมงมากบริเวณประเทศแถบเอเชีย ได้แก่ จีน ไทย มาเลเซีย อินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ เวียดนาม และพม่า (Omori & Nakano, 2001) และนิยมแปรรูปแมงกะพรุนแบบดองเกลือ และแบบดองเค็มกึ่งแห้ง (Hon et al., 1978; Hsieh & Rudloe, 1994; Hsieh et al., 2001)

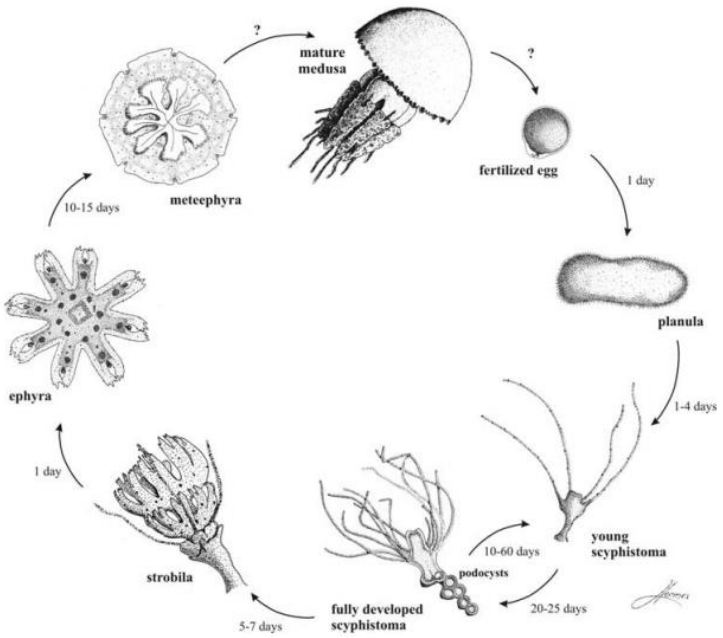
ด้านการศึกษาลักษณะทางชีววิทยาของแมงกะพรุนหนัง เนื่องจากมีข้อมูลค่อนข้างจำกัด จึงนำกรณีศึกษาของแมงกะพรุนชนิด *Catostylus mosaicus* ที่มีการเพาะเลี้ยงและศึกษาในห้องห้องปฏิบัติการโดยวัตถุประสงค์ของการทำการทดลองเนื่องจากแมงกะพรุน *C. mosaicus* มีการรวมตัวกันมากบริเวณออสเตรเลีย เมื่อทำการลากเก็บตัวอ่อนแมงกะพรุนในธรรมชาติ กลับพบว่าไม่สามารถแยกชนิดแมงกะพรุนได้ ดังนั้นจึงนำพ่อแม่พันธุ์ของแมงกะพรุน *C. mosaicus* เข้ามาเลี้ยงและศึกษาลักษณะตัวอ่อนในวงจรชีวิต เพื่อจำแนกชนิดของแมงกะพรุนจากลักษณะแมงกะพรุนแต่ละระยะที่นำมาเพาะเลี้ยง สังเกตจากลักษณะสัณฐานวิทยาได้ และสามารถนำข้อมูลดังกล่าวไปคาดการณ์ได้ว่าเมื่อพบตัวอ่อนแมงกะพรุนชนิดนี้ในธรรมชาติ ในอนาคตแมงกะพรุน *C. mosaicus* จะเกิดการรวมตัวเมื่อใด โดยนำพ่อแม่พันธุ์แมงกะพรุน *C. mosaicus* จากธรรมชาติ ที่เข้าสู่วัยเจริญพันธุ์นำมาแยกเพศ และเลี้ยงกักขังในภาชนะพลาสติกขนาด 20 ลิตร โดยทำการปรับค่าคุณภาพน้ำทั้งอุณหภูมิและความเค็มให้ใกล้เคียงกับบริเวณที่เก็บตัวอย่างแมงกะพรุนดังกล่าว เลี้ยงนาน 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นจึงสังเกตหาตัวอ่อนที่มีรูปร่างทรงรี มีซิเลียรอบตัว เคลื่อนที่อยู่ในน้ำตลอดเวลา นำมาศึกษาพัฒนาการ สังเกตลักษณะสัณฐานวิทยาต่อไป จากรายงานของ Pitt (2000) วงจรชีวิตของแมงกะพรุน *C. mosaicus* (ภาพที่ 1) มีการสืบพันธุ์ 2 แบบ คือ แบบอาศัยเพศ (Sexual reproduction) ในระยะเมดูซ่า และการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (Asexual reproduction) ในระยะโพลิป เมื่อพ่อแม่พันธุ์ปล่อยไข่และสเปิร์มมาปฏิสนธิกัน จะเกิดการแบ่งตัวและพัฒนาเป็นตัวอ่อนแมงกะพรุนระยะพลานูล่า (Planula) มีรูปร่าง

ทรงรี มีซิเลียรอบตัวและเคลื่อนที่อยู่ในมวลน้ำ หลังจากนั้นพลานูล่าจะลงเกาะกับวัสดุเปลี่ยนแปลงรูปร่างเป็นทรงกระบอกยึดเกาะกับพื้นวัสดุในมวลน้ำ และสามารถกินแพลงก์ตอนสัตว์เป็นอาหารได้ ระยะนี้มีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ ได้แก่ การแตกหน่อ (Budding) และการสร้างซีสต์ (Cyst) เช่นเดียวกับรายงานของ Arai (1997); Pitt (2000); Kawahara et al. (2008) ที่พบว่ารูปแบบการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศของแมงกะพรุนมีหลายรูปแบบ ได้แก่ การแตกหน่อ, การแตกหน่อแบบโมไทล์บัดด์ (Motile bud), พาเชียลฟิสชัน (Partial fission), การแตกหน่อแบบสโตลอน (Stolon budding) , การสร้างซีสต์ และการสร้างโพโดซีสต์ (Podocyst) เมื่อโพลิปมีความสมบูรณ์จะเกิดการแบ่งชั้นบริเวณแผ่นปาก เรียกว่า ระยะสตรอบิล่า (Strobila) แบบ Monodisk strobilation และ Polydisk strobilation แผ่นปากบริเวณโพลิป เรียกว่า เอฟิร่า (Ephyra) เมื่อเอฟิร่าหลุดออกจากโพลิป จะเคลื่อนที่อยู่ในมวลน้ำ และเจริญเติบโตเป็นระยะเมดูซ่า (Medusa) มีการพัฒนาของร่ม รยางค์ ระบบท่อบริเวณร่ม



ภาพที่ 1 วงจรชีวิตของแมงกะพรุน *C. mosaicus*
ที่มา; Pitt (2000)

เช่นเดียวกับการศึกษาวงจรชีวิตของแมงกะพรุน *Lychnorhiza lucerna* ภายในห้องปฏิบัติการ (ภาพที่ 2) ของ Schiariti et al., (2008) ซึ่งแมงกะพรุน *L. lucerna* มีการรวมตัวกันมากบริเวณชายฝั่งทะเลอาร์เจนตินา การรวมตัวของแมงกะพรุนดังกล่าวไปกีดขวางการทำการประมง อุดตันอวน กระชัง ส่งผลกระทบโดยตรงต่อชาวประมง ทำให้รายได้จากการทำการประมงลดลง และแมงกะพรุน *L. lucerna* มีแนวโน้มเพิ่มจำนวนมากขึ้น ดังนั้นจึงทำการศึกษาวงจรชีวิตของแมงกะพรุน *L. lucerna* เพื่อใช้พยากรณ์การเกิดการรวมตัวที่จะเกิดขึ้นได้ในอนาคต และเพื่อหากระบวนการจัดการและการแก้ไขได้ต่อไป การศึกษาวงจรชีวิตแมงกะพรุน *L. lucerna* เริ่มจากนำพ่อแม่พันธุ์แมงกะพรุน *L. lucerna* จากธรรมชาติมากระตุ้นให้ได้ตัวอ่อนในห้องปฏิบัติการ และทำการศึกษาวงจรชีวิต และลักษณะวัยอ่อนแต่ละระยะ ในระหว่างการศึกษาจะทำการสังเกตการลงเกาะบนเปลือกหอย กับก้อนหิน ซึ่งพบว่าตัวอ่อนแมงกะพรุนลงเกาะบนเปลือกหอยมากที่สุด ในระหว่างการเลี้ยงตัวอ่อนแมงกะพรุนจะเริ่มให้อาหารเป็นโรติเฟอร์และอาร์ทีเมีย์ เมื่อพัฒนาเข้าสู่ระยะโพลิปที่มีหนวด 4-6 เส้น โดยความถี่ในการให้อาหารทุก ๆ 2-3 วัน และเมื่อให้อาหาร 3-4 ชั่วโมงจะเปลี่ยนถ่ายน้ำ โดยดูดตะกอนอาหารเหลือ และเปลี่ยนน้ำในอัตรา 20 เปอร์เซ็นต์ ระหว่างการทดลองสังเกตเอฟิร่า เมื่อพบเอฟิร่าในน้ำจึงแยกออกมาเลี้ยงในตู้ Planktonkreisel ปริมาตรประมาณ 4 ลิตร การสังเกตพัฒนาการทำการส่องภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบว่าในวงจรชีวิตมีการพัฒนาตัวอ่อน 5 ระยะ ได้แก่ พลานูล่า, โพลิป, สตรอบิล่า, เอฟิร่า และเมดูซ่า



ภาพที่ 2 วงจรชีวิตของแมงกะพรุน *L. lucerna*
ที่มา; Schiariti et al., (2008)

นอกจากนี้ยังพบว่าการเพิ่มพื้นที่ และลักษณะวัสดุยังมีผลต่อการลงเกาะของโพลิป ทำให้จำนวนตัวอ่อนของแมงกะพรุนเพิ่มจำนวนมากขึ้น จากรายงานของ Holst and Jarms (2007) ทำการทดลองเลือกวัสดุที่อาจจะมีผลต่อการลงเกาะของโพลิปแมงกะพรุน 5 ชนิด คือ *Aurelia aurita, Cyanea capillata, Cyanea lamarckii, Chrysaora hysoscella* และ *Rhizostoma octopus* โดยมีวัสดุล่อเพื่อการลงเกาะ 5 ชนิด ได้แก่ เปลือกหอย *Mya arenaria* (วัสดุธรรมชาติ) ,แผ่นคอนกรีต, ไม้, Polyethylene และแผ่นกระจก (วัสดุสำเร็จรูป) การเพิ่มวัสดุล่อการลงเกาะ จะช่วยให้เพิ่มจำนวน และช่วยเพิ่มพื้นที่การลงเกาะของโพลิป ซึ่งอาจจะทำให้มีจำนวนเอฟิร่า และแมงกะพรุนระยะเมดูซ่าในทะเลเพิ่มขึ้นตามมาด้วย และงานวิจัยนี้จะศึกษาการพัฒนาช่วงต้นของวงจรชีวิต ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในการพัฒนาของแมงกะพรุนต่อไป เริ่มจากทำการรวบรวมพ่อแม่พันธุ์แมงกะพรุนทั้ง 5 ชนิดจากทะเลรอบเกาะ Helgoland ทางเหนือของเยอรมัน ในช่วงเดือน กรกฎาคม และสิงหาคม ปี 2003 และกรกฎาคม 2004 นำพ่อแม่พันธุ์แมงกะพรุนที่เก็บรวบรวมได้มาแยกเพศในห้องปฏิบัติการ เมื่อได้ตัวอ่อนพลานูล่า ทั้ง 5 ชนิด (แยกกลุ่ม) มาใส่บีกเกอร์ 2,000 มิลลิลิตร (ml) และตรวจสอบพัฒนาการจากการส่องกล้องจุลทรรศน์ นำตัวอ่อนพลานูล่าของแต่ละชนิดใส่ในน้ำ 250 ml และเลือกใช้เฉพาะตัวอ่อนพลานูล่าที่ลอยอยู่ที่ผิวน้ำ ใส่ในชุดการทดลองละ 50 ml. และเติมน้ำทะเลใหม่เข้าไปก่อนถึงขอบถ้วย 10 mm. ทำการทดลองชุดการทดลองละ 5 ซ้ำ และทำซ้ำ 2 ครั้ง ที่อุณหภูมิ 18±1 องศาเซลเซียส ทิ้งไว้ 2 วัน จึงทำการนับจำนวนโพลิปทุก ๆ 2 วัน และจะหยุดนับหลังจากไม่มีพลานูล่าแล้ว พบว่า *A. aurita* ลงเกาะที่วัสดุแผ่นพลาสติก Polyethylene มากที่สุด, *C. lamarckii* ลงเกาะที่วัสดุแผ่นพลาสติก Polyethylene มากที่สุด, *C. hysoscella* ลงเกาะที่วัสดุแผ่นพลาสติก Polyethylene และแผ่นกระจกมากที่สุด และ *C. capillata* และ *R. octopus* ลงเกาะทุกวัสดุไม่แตกต่างกัน จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าสิ่งก่อสร้างในทะเล (วัสดุสำเร็จรูป) มีผลต่อการลงเกาะโพลิปมากขึ้น ทำให้มีผลต่อการรวมตัวแมงกะพรุนในธรรมชาติได้มากขึ้นเช่นกัน

วิธีดำเนินการวิจัย

วัสดุและอุปกรณ์

1. แมงกะพรุนหนัง *R. hispidum* (Vanhöffen, 1888)
2. ภาชนะพลาสติกใส มีฝาปิด ขนาดกว้าง x ยาว x สูง (5x5x2) เซนติเมตรความจุน้ำ 150 มิลลิลิตร
3. น้ำเค็มผ่านการกรอง โดยใช้ไส้กรองขนาด 5 ไมโครเมตร
4. หลอดหยด (Dropper) พลาสติก ขนาด 10 มิลลิลิตร
5. กระบวยตักน้ำ ปริมาตร 100 มิลลิลิตร
6. สวิงขนาดตาข่าย 45 ไมโครเมตร
7. ภาชนะที่ใช้ในการเปลี่ยนถ่ายน้ำ เช่น กะละมัง เหยือกพลาสติก
8. ตู้กระจกฐานรองตะกร้าใส่ภาชนะพลาสติกใสไซพิสโตม่าสำหรับทดลอง
9. กล่องโฟม ขนาดกว้าง x ยาว x สูง (43x130x25) ขอบแต่ละด้านหนา 4 เซนติเมตร ตามลำดับ ที่ความจุน้ำ 103 ลิตร
10. เครื่องสูบน้ำขนาดเล็ก (Water pump) ยี่ห้อ Sonic รุ่น AP2500
11. เครื่องวัดค่าความเค็ม (Salinity refractometer) ยี่ห้อ ATAGO รุ่น Master - S/millM Cat. No. 2493
12. เครื่องวัดอุณหภูมิ (เทอร์โมมิเตอร์ชนิดวัดค่าสูงสุด – ต่ำสุด ในรอบวัน) ยี่ห้อ FUJI รุ่น MAXIMA – MINIMA
13. เครื่องปรับลดอุณหภูมิน้ำ (Chiller) ยี่ห้อ HAILEA รุ่น HS-28A และอุปกรณ์ติดตั้ง
14. กล้องจุลทรรศน์ (Stereo microscope) ยี่ห้อ NIKON รุ่น SMZ-U Zoom 1:10
15. กล้องจุลทรรศน์ (Compound microscope) ยี่ห้อ OLYMPUS รุ่น CHS
16. เครื่องคอมพิวเตอร์และโปรแกรม Image-Pro PLUS
17. กล้องถ่ายภาพดิจิตอล ยี่ห้อ CANNON รุ่น D1100 และตัวปรับต่อกับเลนน์ตากล้องจุลทรรศน์ (Adapter for microscope) รุ่น CA-NIK-CAN-SLR
18. ไม้บรรทัด

วิธีการดำเนินการ

ทำการศึกษาวงจรชีวิต การเปลี่ยนแปลงพัฒนาการ ระยะเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลงของแต่ละพัฒนาการของแมงกะพรุนหนัง โดยทำการศึกษาตั้งแต่ระยะพลานูล่า จนถึงระยะที่มีลักษณะรูปร่างแบบเมดูซ่าขนาดเล็ก ทำการเลี้ยงที่สภาวะแวดล้อมปกติภายใต้สภาพห้องปฏิบัติการ โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. การจัดหาพ่อแม่พันธุ์แมงกะพรุนหนัง ทำการเก็บตัวอย่างพ่อแม่พันธุ์แมงกะพรุนหนัง *R. hispidum* (Vanhöffen, 1888) จากธรรมชาติ ทำการเก็บตัวอย่างพ่อแม่พันธุ์แมงกะพรุนหนังด้วยสวิงขนาดตาข่าย 1 เซนติเมตร ช้อนตัวอย่างแมงกะพรุนที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางร่ม ตั้งแต่ 30 เซนติเมตรเป็นต้นไป ใส่ถังที่มีน้ำความเค็ม (ภาพที่ 3) นำมาบรรจุในถุงพลาสติกใสก้นกลมมัดถุงให้แน่นไม่ให้มีฟองอากาศเหลืออยู่ภายในถุง บรรจุลังโฟม ปิดฝาให้สนิท และนำตัวอย่างมาที่สถานที่ทำการทดลอง (ห้องปฏิบัติการเพาะเลี้ยง สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล)

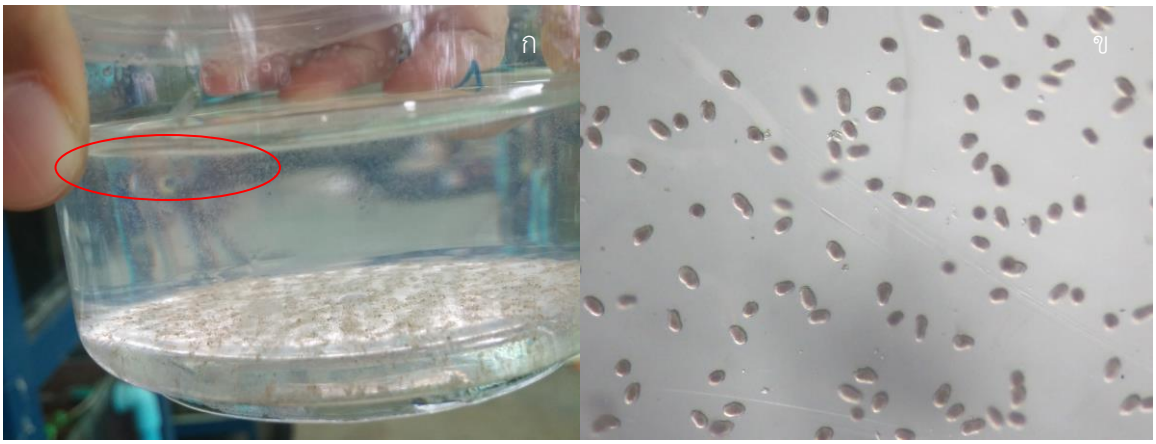
ภาพที่ 3 การเก็บตัวอย่างแมงกะพรุนหนัง *R. hispidum* (Vanhöffen, 1888) จากธรรมชาติ

การคัดเลือกความสมบูรณ์พ่อแม่พันธุ์ สามารถตรวจสอบได้โดยใช้หลอดหยดดูดเซลล์สืบพันธุ์ออกมาตรวจสอบภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ซึ่งแมงกะพรุนเพศเมียจะมีการพัฒนาเซลล์ไข่ ทรงกลม สีน้ำตาลอ่อน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไข่ประมาณ 150 ไมโครเมตรขึ้นไป ส่วนเพศผู้จะมีการพัฒนาฝักไข่สเปิร์ม ในขณะที่ทำการเก็บตัวอย่างจะทำการตรวจวัดความเค็มมีค่าความเค็มระหว่าง 20-25 ส่วนในพัน (ppt) และวัดค่าอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 28-30 องศาเซลเซียส ค่า pH 8.0 จากบริเวณที่เก็บตัวอย่าง เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับการเลี้ยงในห้องปฏิบัติการ ซึ่งขั้นตอนการเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์จะปรับค่าความเค็มและอุณหภูมิน้ำให้ใกล้เคียงกันกับค่าคุณภาพน้ำในธรรมชาติที่ตรวจวัดได้ อย่างไรก็ตามในการศึกษาครั้งนี้พบว่าระดับอุณหภูมิและความเค็มมีผลต่อการอยู่รอดของแมงกะพรุนหนังวัยอ่อนซึ่งมีค่าอุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส และความเค็ม 20 ppt (ซึ่งทำการกำหนดระดับอุณหภูมิที่มีผลต่อการอยู่รอดโดยใช้เครื่องปรับลดอุณหภูมิ (Chiller) ต่อเข้ากับเครื่องสูบน้ำขนาดเล็กและกล่องโฟม เพื่อกำหนดและควบคุมระดับอุณหภูมิในระหว่างการเลี้ยงและศึกษาทดลอง) นอกจากนี้ทำการตรวจวัดค่าคุณภาพน้ำระหว่างการเลี้ยง พบว่ามีความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) อยู่ระหว่าง 7.8-8.0, ค่า

แอมโมเนียรวม (Ammonia) อยู่ระหว่าง 0.1-0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร (mg/L), ค่าไนไตรท์-ไนโตรเจน (Nitrite) อยู่ระหว่าง 0.01-0.02 mg/L และความเป็นด่างของน้ำ (Alkalinity) อยู่ระหว่าง 100-110 mg/L

นำถุงที่บรรจุแมงกะพรุนลอยในถังน้ำเค็มที่มีการเตรียมไว้ล่วงหน้าที่ปริมาตร 700-1,000 ลิตรต่อจำนวนความหนาแน่นแมงกะพรุน 4 ตัว โดยมีการปรับความเค็มและอุณหภูมิให้ใกล้เคียงกับค่าคุณภาพน้ำที่เก็บตัวอย่างพ่อแม่พันธุ์แมงกะพรุนหนังจากธรรมชาติ ให้อากาศเบา ๆ และก่อนปล่อยแมงกะพรุนลงในถังเลี้ยง จะทำการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางร่ม และตรวจสอบความสมบูรณ์เพศแมงกะพรุนและแยกเพศ โดยการใช้หลอดหยดดูดอวัยวะสืบพันธุ์มาตรวจสอบภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ (Stereo microscope) เพื่อตรวจสอบความสมบูรณ์ของเซลล์สืบพันธุ์ นำพ่อแม่พันธุ์แมงกะพรุนที่มีความสมบูรณ์เพศปล่อยในถังเลี้ยงเป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง จึงนำน้ำมาตรวจสอบหาตัวอ่อนพลานูล่าภายใต้กล้องจุลทรรศน์

2. การเตรียมตัวอย่างแมงกะพรุนวัยอ่อน เพื่อใช้ในการศึกษาทดลอง สุ่มตักน้ำในถังเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์ มาตรวจหาตัวอ่อนพลานูล่า ถ้าสังเกตด้วยตาเปล่าพบว่าพลานูล่ามีลักษณะคล้ายฝุ่นที่อยู่ในมวลน้ำ สีขาวขุ่นไม่ใส เมื่อนำน้ำมาส่องภายใต้กล้องจุลทรรศน์พบตัวอ่อนระยะพลานูล่ามีลักษณะรูปร่างทรงรี มีซิเลียรอบตัว ล่องลอยอยู่ในน้ำ (ภาพที่ 4 ก,ข) ทำการกรองด้วยสวิงขนาดตาข่าย 45 ไมโครเมตร จากนั้นใช้หลอดหยดพลาสติกดูดแยกตัวอ่อนพลานูล่าออกมาใส่ในภาชนะพลาสติกใส ที่ปริมาตรความจุน้ำ 150 มิลลิลิตร ที่ความหนาแน่นของพลานูล่า 10 ตัวต่อมิลลิลิตร และใส่วัสดุเพื่อล่อการลงเกาะ ได้แก่ เปลือกหอยนางรม แผ่นกระจกอะคริลิค และแผ่นโพลีโพรพีลีน เป็นต้น จึงเริ่มดำเนินการศึกษาวิจัยโดยการวัดขนาดและบันทึกภาพของพลานูล่าภายใต้กล้องจุลทรรศน์



ภาพที่ 4 ลักษณะพลานูล่าแมงกะพรุนหนัง *R. hispidum* (Vanhöffen, 1888); สังเกตด้วยสายตา (ก) และสังเกตภายใต้กล้องจุลทรรศ์แบบสเตอริโอ (ข)

3. การเลี้ยงและการจัดการระหว่างการศึกษา จะเริ่มให้อาหารเมื่อแมงกะพรุนวัยอ่อนเข้าสู่ระยะโพลิปที่มีหนวด 4 เส้น โดยจะให้อาหารเป็นโรติเฟอร์ผสมอาร์ทีเมียแรกฟัก ที่ความหนาแน่น 5 ตัวต่อมิลลิลิตร เท่ากันทุกการทดลอง จนถึงสิ้นสุดการทดลอง ความถี่ในการให้อาหารจะให้ทุกเช้าเวลา 09.00 น. ทุก 2 วัน และจะทำการเปลี่ยนถ่ายน้ำในตอนบ่ายในอัตรา 20 เปอร์เซ็นต์ และเติมน้ำเค็มใหม่ให้ได้ระดับเดิม น้ำเค็มที่ใช้ในการเปลี่ยนถ่ายน้ำจะกรองผ่านไส้กรองขนาด 5 ไมโครเมตร

4. บันทึกการเปลี่ยนแปลง และพัฒนาการแมงกะพรุน ทำการสังเกตการเปลี่ยนแปลงพัฒนาการ วัดขนาด ระยะเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลงของแต่ละพัฒนาการ บันทึกภาพพร้อมสเกลวัดขนาด บันทึกวันเดือนปีที่พบการเปลี่ยนแปลงพัฒนาการ โดยใช้ตัวอย่างแมงกะพรุนวัยอ่อนแต่ละระยะ จำนวน 10 ตัวอย่าง

5. การเก็บข้อมูลและการประเมินผลการทดลอง ทุกระยะพัฒนาการทำการบันทึกภาพภายใต้กล้องจุลทรรศน์พร้อมสเกลวัดขนาด และข้อมูลวัน เดือน ปี ที่พบการเปลี่ยนแปลงพัฒนาการ และแต่ละระยะพัฒนาการจะมีการสังเกตโครงสร้างที่สำคัญ ดังนี้

5.1 การเปลี่ยนแปลงพัฒนาการของแมงกะพรุน

5.1.1 ระยะพลานูล่า บันทึกภาพรูปร่างลักษณะทั่วไปของพลานูล่า สี และลักษณะการเคลื่อนที่ของพลานูล่า

5.1.2 ระยะโพลิป สังเกตลักษณะรูปร่าง สี จำนวนหนวด และรูปแบบการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศว่าเป็นรูปแบบใด เช่น การแตกหน่อ การแบ่งตัว และการสร้างซีสต์ เป็นต้น

5.1.3 ระยะสตรอบิล่า มีลักษณะการแบ่งชั้น (Strobilation) เป็นแบบใด เช่น Monodisk strobilation หรือ Polydisk strobilation เป็นต้น

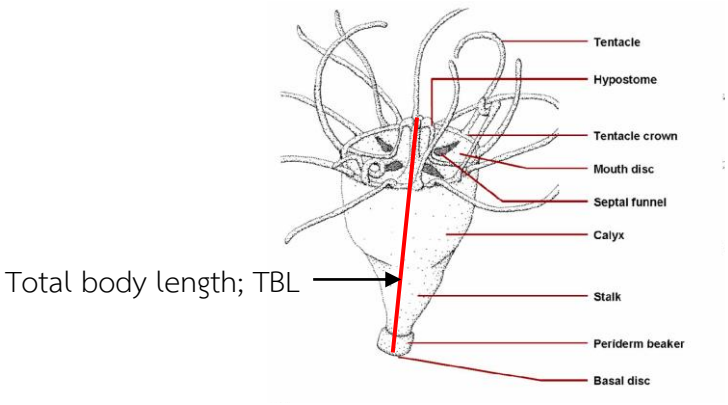
5.1.4 ระยะเอฟิร่า สังเกตรูปร่าง สี จำนวนการเกิดเอฟิร่าต่อสตรอบิล่า จำนวนแล็ปเพท และลักษณะทั่วไปของแล็ปเพท

5.1.5 ระยะที่มีลักษณะรูปร่างแบบเมดูซ่าขนาดเล็ก สังเกตจำนวนรยางค์ ลักษณะระบบท่อบริเวณร่ม ลักษณะเฉพาะที่พบในระยะที่มีรูปร่างแบบเมดูซ่าของแมงกะพรุนหนัง

5.2 การวัดขนาด ทำการวัดขนาดตัวอย่างแต่ละระยะพัฒนาการ โดยใช้วิธีการถ่ายภาพเทียบกับสเกลวัดขนาดภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ และทำการบันทึกภาพจากกล้องจุลทรรศน์โดยใช้กล้องถ่ายภาพดิจิตอลบันทึกภาพต่อกับอุปกรณ์ปรับต่อกับเลนน์ตากล้องจุลทรรศน์ ใช้เวลาสังเกตภายใต้กล้องจุลทรรศน์ไม่เกิน 10 นาที เพื่อป้องกันผลกระทบต่อพัฒนาการของแมงกะพรุน นำข้อมูลที่ได้จากการวัดขนาดของแต่ละระยะมาหาค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (±SD) ซึ่งการวัดขนาดในระยะต่าง ๆ จะแตกต่างกัน ดังนี้

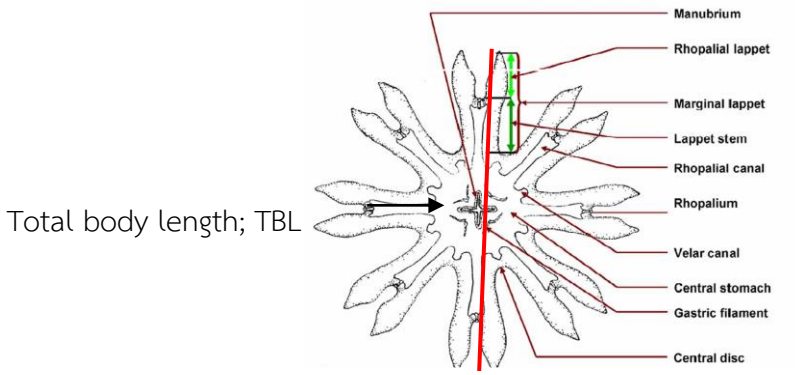
5.2.1 ระยะพลานูล่า วัดความยาวและความกว้างของพลานูล่า

5.2.2 ระยะโพลิป ทำการวัดความยาวทั้งหมด (Total body length; TBL) ทำการบันทึกภาพพร้อมสเกล เมื่อไซพิสโตม่าอยู่ในระยะที่มีการยืดตัว และหนวดอย่างเต็มที่ โดยทำการวัดจากฐาน (Basal disc) จนถึง Hypostome (ภาพที่ 5)



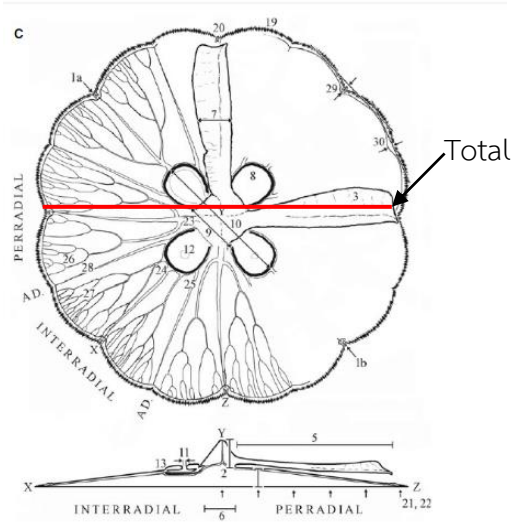
ภาพที่ 5 การวัดขนาดโพลิปจากฐาน จนถึง Hypostome
ที่มา: Straehler-Pohl et al. (2011)

5.2.3 ระยะเอฟิร่า ทำการบันทึกภาพพร้อมสเกล เมื่อเอฟิร่ามีการขยายตัวได้เต็มที่ โดยการวัดเส้นผ่านศูนย์กลาง (Total body diameter; TBD) ของเอฟิร่า ทำการวัดจากปลายของแล็ปเพทด้านหนึ่ง ผ่านศูนย์กลางไปยังอีกปลายของแล็ปเพทด้านตรงข้ามกัน (ภาพที่ 6) ดังนี้



ภาพที่ 6 การวัดขนาดเอฟิร่า
ที่มา: Straehler-Pohl et al. (2011)

5.1.4 ระยะที่มีลักษณะรูปร่างแบบเมดูซ่าขนาดเล็ก ทำการบันทึกภาพพร้อมสเกล เมื่อตัวเต็มวัยมีการขยายตัวได้เต็มที่ โดยทำการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของร่มกะพรุน จากขอบร่มหนึ่งผ่านจุดศูนย์กลางไปยังขอบร่มอีกด้านตรงข้ามกัน (ภาพที่ 7)



ภาพที่ 7 การวัดขนาดเมดูซ่า
ที่มา: Scorrano et al. (2016)

5.3 ระยะเวลาในแต่ละพัฒนาการ บันทึกวันเดือนปี ที่พบการเปลี่ยนแปลง

6. บันทึกการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและความเค็ม ทำการบันทึกทุกวัน โดยการวัดค่าอุณหภูมิใช้ Thermometer ชนิดวัดค่าอุณหภูมิสูงสุด – ต่ำสุด ในรอบวัน และวัดค่าความเค็ม โดยใช้ Salinity-refractometer

7. การวิเคราะห์และสรุปผล ทำการรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการศึกษาทั้งด้านพัฒนาการ และระยะเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลงของแต่ละพัฒนาการของแมงกะพรุนหนัง มาเปรียบเทียบกับแมงกะพรุนชนิดที่มีรายงานปรากฏว่ามีความเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

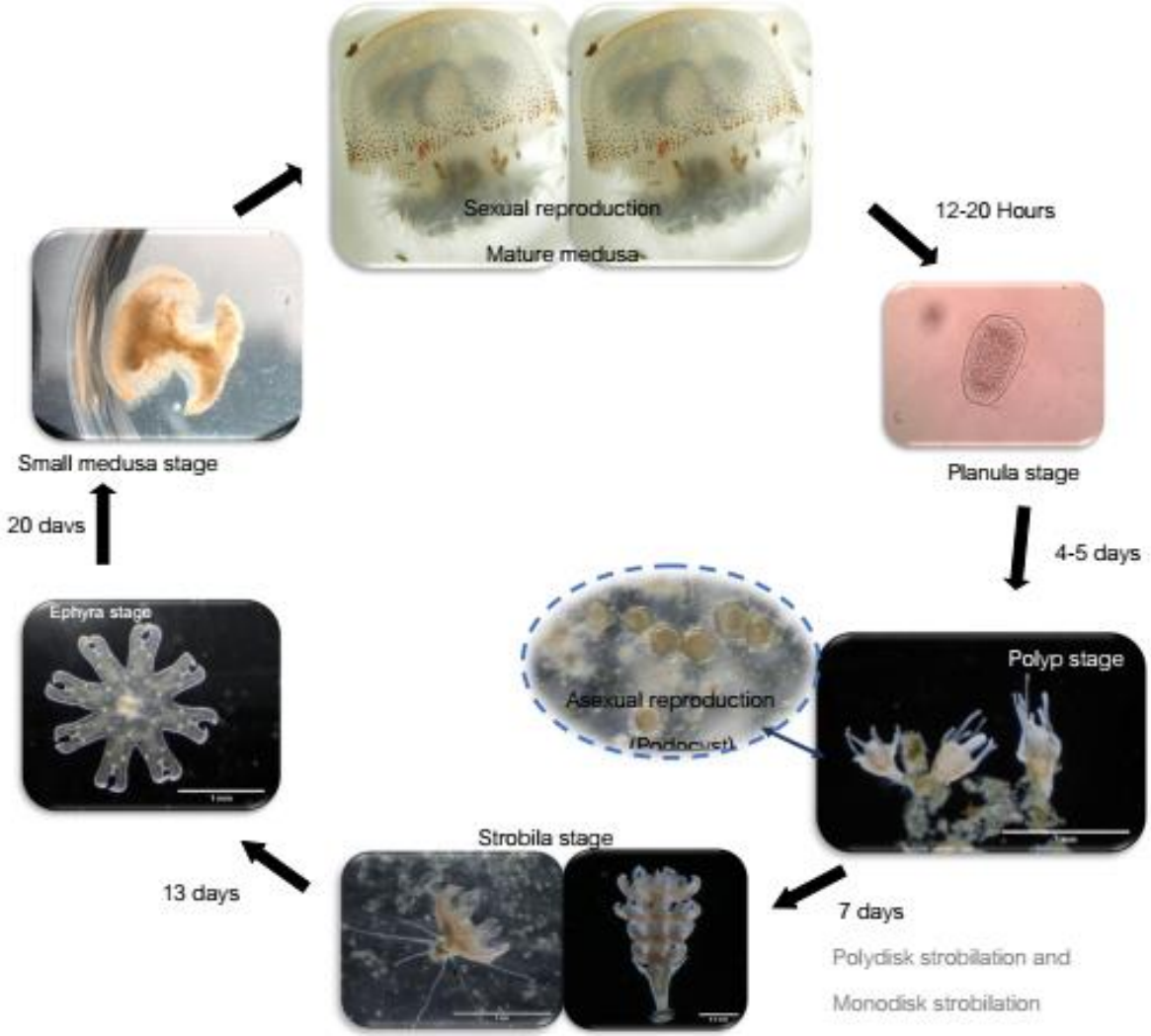
ผลการวิจัย

จากการศึกษาวงจรชีวิต การเปลี่ยนแปลงพัฒนาการ ระยะเวลาพัฒนาการของแมงกะพรุนหนัง *R. hispidum* (Vanhöffen, 1888) โดยทำการศึกษาตั้งแต่ระยะพลานูล่า จนถึงระยะที่มีลักษณะรูปร่างแบบเมดูซ่าขนาดเล็ก ทำการเลี้ยงที่สภาวะแวดล้อมปกติภายใต้สภาพห้องปฏิบัติการ ซึ่งมีผลการศึกษา ดังนี้

1. วงจรชีวิตของแมงกะพรุนหนัง *R. hispidum* (Vanhöffen, 1888)

ทำการรวบรวมพ่อแม่พันธุ์แมงกะพรุนหนัง จากบริเวณอ่าวไทยตอนบน ตั้งแต่บริเวณจังหวัดเพชรบุรี ในช่วงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2561 และบริเวณจังหวัดชลบุรี ระยอง จันทบุรี ตราด ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ จนถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2562 พ่อแม่พันธุ์แมงกะพรุนหนังที่สมบูรณ์เพศจะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางร่ม (Bell diameter) ตั้งแต่ 25 เซนติเมตรเป็นต้นไป เมื่อนำเซลล์สืบพันธุ์เพศ (Gonad) มาสังเกตภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบว่าแมงกะพรุนเพศเมีย มีการพัฒนาไข่เป็นทรงกลม สีขาวออกเหลืองอ่อน นิวเครียสอยู่ติดกับวงรอบไข่ และแมงกะพรุนหนังเพศผู้มีการพัฒนาของฝักสเปิร์ม (Sperm sac) แมงกะพรุนหนังเป็นสัตว์ที่แยกเพศผู้และเพศเมียอยู่คนละตัวกัน (Dioeciously) และมีการปฏิสนธิภายนอก (External fertilization) คือการปฏิสนธิระหว่างไข่และสเปิร์มภายนอกร่างกาย โดยแมงกะพรุนเพศผู้และเพศเมียปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ออกมาปฏิสนธิกันในมวลน้ำ

จากการศึกษาวงจรชีวิตของแมงกะพรุนหนังตั้งแต่ระยะระยะพลานูล่า จนถึงระยะที่มีลักษณะรูปร่างแบบเมดูซ่าขนาดเล็ก พบว่าใช้ระยะเวลาทั้งสิ้น 45 วัน (n=10) โดยเริ่มขึ้นหลังจากที่พ่อแม่พันธุ์มีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ (Sexual reproduction) คือ ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ (ไข่และสเปิร์ม) ออกมาปฏิสนธิกันในมวลน้ำ ไซโกตใช้เวลา 12-20 ชั่วโมงพัฒนาเป็นตัวอ่อนพลานูล่า (Planula) รูปร่างทรงรี เคลื่อนที่อยู่ในมวลน้ำ ขนาดความยาวอยู่ระหว่าง 90-101 มิลลิเมตร และความกว้างอยู่ระหว่าง 60-65 มิลลิเมตร ซึ่งระยะนี้เป็นแพลงก์ตอนล่องลอยอยู่ในมวลน้ำ จากนั้นอายุ 4-5 วัน พลานูล่าเปลี่ยนแปลงรูปร่างและพฤติกรรม คือ เป็นรูปร่างเป็นทรงกระบอก มีกระเปาะ (Calyx) และหนวด (Tentacles) อยู่ด้านบน และปลายด้านล่างเรียวยาวยึดเกาะกับพื้นวัสดุ เปลือกหอย พื้นตู้ หัวทราย เรียกว่าระยะโพลิป (Polyp) สีขาวน้ำนม ในระยะโพลิปนี้มีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (Asexual reproduction) แบบโพโดซีสต์ (Podoysts) บริเวณรอบ ๆ ฐานของโพลิปเดิม พบว่ามีจำนวน 1-15 ซีสต์ต่อโพลิป จากนั้นจะเจริญเติบโตเป็นโพลิปใหม่อีกครั้ง เมื่ออายุ 12 วัน โพลิปมีการแบ่งชั้นบริเวณแผ่นปาก เรียกว่าระยะสตรอบิล่า (Strobila stage) 2 แบบ คือ 1 เอฟิร่าต่อสตรอบิล่า (Monodisk strobilation) และมากกว่า 1 เอฟิร่าต่อสตรอบิล่า (Polydisk strobilation) หลังจากนั้น 25 วัน แผ่นเอฟิร่าหลุดออกมาในมวลน้ำ เรียกว่าระยะเอฟิร่า (Ephyra stage) และเมื่ออายุ 45 วัน เอฟิร่าพัฒนาร่ม รยางค์ และท่อบริเวณรอบ ๆ ขอบร่ม ดังแสดงในภาพที่ 8



ภาพที่ 8 วงจรชีวิตแมงกะพรุนหนัง *R. hispidum* (Vanhöffen, 1888)

2. การเปลี่ยนแปลงพัฒนาการ ระยะเวลาพัฒนาการของแมงกะพรุนหนัง *R. hispidum* (Vanhöffen, 1888)

จากการศึกษาวงจรชีวิตของแมงกะพรุนหนัง ตั้งแต่ระยะพลานูล่า จนถึงระยะที่มีรูปร่างแบบเมดูซ่าขนาดเล็ก สามารถแบ่งระยะพัฒนาการเป็น 5 ระยะ และมีลักษณะสำคัญ ดังนี้

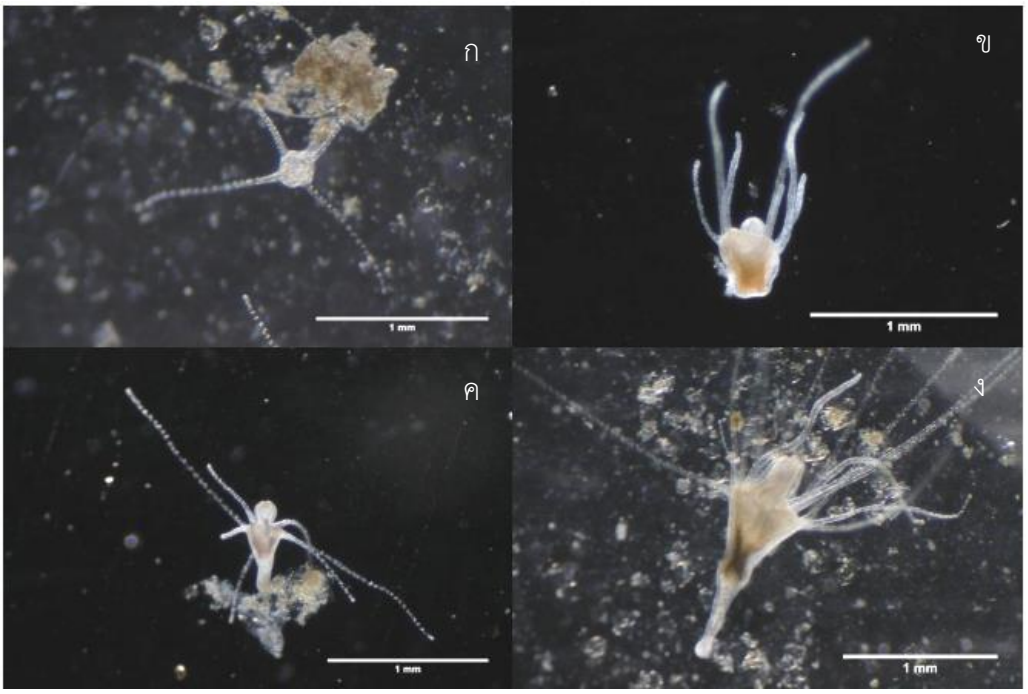
ระยะพลานูล่า (Planula stage) หลังจากที่พ่อแม่พันธุ์มีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ (Sexual reproduction) คือ ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ (ไข่และสเปิร์ม) ออกมาปฏิสนธิกันในมวลน้ำ ไซโกตใช้เวลา 12-20 ชั่วโมงพัฒนาเป็นตัวอ่อนพลานูล่า ตัวอ่อนระยะพลานูล่ามีรูปร่างทรงรี มีซิเลีย (Cilia) รอบตัว ช่วยในการเคลื่อนที่ในมวลน้ำในลักษณะหมุนรอบตัวเองตามแกนยาวของลำตัวในแนวนอน พลานูล่ามีโครงสร้างร่างกายแบ่งออกเป็น 3 ชั้น คือ เนื้อเยื่อภายนอก (Ectoderm) เนื้อเยื่อชั้นใน (Endoderm) และเนื้อเยื่อตรงกลาง (Mesoglea) ลักษณะทึบแสง สีน้ำตาลอ่อน ขนาดพลานูล่ามีขนาดความยาวทั้งหมดอยู่ระหว่าง 0.10-0.14 มิลลิเมตร (ความยาวแฉลี่ย (± SD) เท่ากับ 0.12±0.02 มิลลิเมตร (n=10) และความกว้างอยู่ระหว่าง 0.04-0.06 มิลลิเมตร (ความกว้างแฉลี่ย (± SD) เท่ากับ 0.06±0.01 มิลลิเมตร (n=10)) ดังแสดงในภาพที่ 9 ก,ข

ภาพที่ 9 ตัวอ่อนพลานูล่าของแมงกะพรุนหนัง *R. hispidum* (Vanhöffen, 1888)

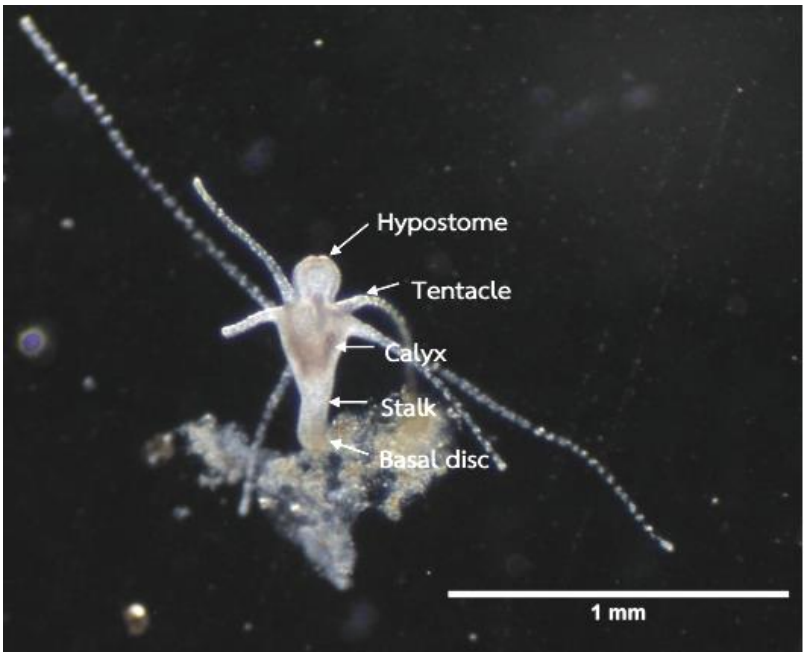
ระยะโพลิป (Polyp stage) หรือระยะไซพิสโตม่า (Scyphistoma) พบครั้งแรกเมื่ออายุ 4-5 วัน ระยะนี้พลานูล่าเปลี่ยนแปลงรูปร่างและพฤติกรรม เป็นทรงกระบอก มีกระเปาะ (Calyx) และหนวด (Tentacles) อยู่ด้านบน และปลายด้านล่างเรียวยาวยึดเกาะกับพื้นวัสดุ เปลือกหอย พื้นตู้ หัวทราย โพลิปมีสีขาวน้ำนม ซึ่งโพลิปแบ่งแยกย่อยออกเป็น 3 ระยะ ตามลักษณะของโพลิป คือ 1) โพลิปที่เพิ่งลงเกาะ (Newly metamorphosed scyphistoma) หรือระยะหนวด 4 เส้น (Young scyphistoma or four-tentacled scyphistoma) พบครั้งแรกเมื่ออายุ 4-5 วัน ระยะนี้เป็นระยะแรกของโพลิป ปลายด้านล่าง เริ่มยึดเกาะกับพื้นผิววัสดุ หรือขอบภาชนะเป็นครั้งแรก ปลายด้านบนเริ่มมีการงอกของตุ่มเซลล์ออกมา 4 มุม ลักษณะตุ่มเซลล์อยู่ตรงข้ามตั้งฉากกัน ตุ่มเซลล์นี้เจริญเติมโตเป็นหนวด (Tentacle) ได้ต่อไปในอนาคต (ภาพที่ 10 ก,ข)

เนื่องจากเป็นระยะที่เพิ่งลงเกาะติดกับวัสดุ ระยะนี้จึงยังไม่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำ ซึ่งหากได้รับการกระทบกระเทือน สามารถหลุดออกจากที่ยึดเกาะได้ ตรงกลางระหว่างตุ่มเซลล์ทั้ง 4 มุม มีการพัฒนาตุ่มเซลล์เพื่อใช้เป็นอวัยวะของ Manubrium หรือส่วนของปาก แต่ยังไม่สามารถกินอาหารได้ จึงยังไม่มีการให้อาหารในระยะนี้ 2) โพลิประยะหนวด 8 เส้น (Intermediate scyphistoma or eight-tentacled scyphistoma) มีการเพิ่มจำนวนหนวดจาก 4 เส้นเป็น 8 เส้น มีการเจริญเติบโตส่วนของก้าน (Stalk) ยืดยาวขึ้นอย่างชัดเจน ปลายด้านบนเซลล์มีการขยายตัวออกเป็นกระเปาะ (Calyx) อย่างชัดเจน ระยะนี้มีการพัฒนาปากอย่างชัดเจน สามารถกินอาหารได้ จึงเริ่มให้อาหาร (อาร์ทีเมียแรกฟัก) และเริ่มมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำในช่วงบ่ายดังภาพที่ 10 ค และ 3) ระยะโพลิปที่สมบูรณ์ (Fully developed scyphistoma) ดังภาพที่ 11 ง ระยะนี้มีจำนวนหนวด 16 เส้นขึ้นไป และมีอวัยวะต่าง ๆ ขึ้นอย่างชัดเจน (ภาพที่ 11) ระยะนี้เกิดการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ แบบโพโดซีสต์ (Podocyst) เกิดขึ้น

ขนาดความยาวทั้งหมดของโพลิปวัดตั้งแต่ Hypostome จนถึง Basal disc อยู่ระหว่าง 0.13-1.43 มิลลิเมตร (ความยาวแฉลี่ย (± SD) เท่ากับ 0.64±0.37 มิลลิเมตร (n=10))

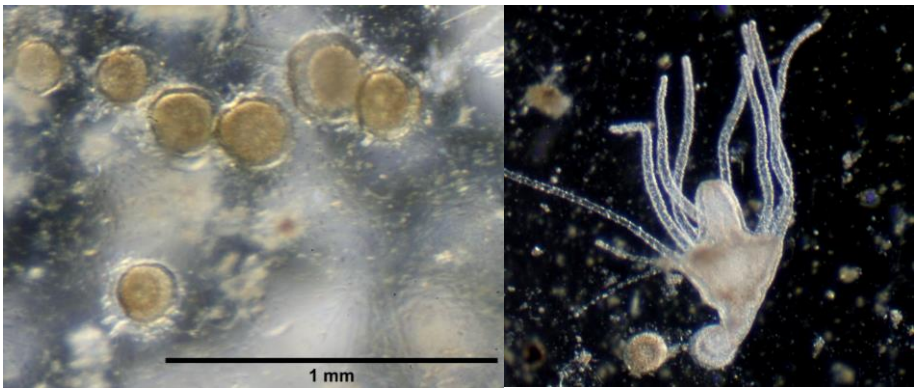


ภาพที่ 10 พัฒนาการของโพลิปแมงกะพรุนหนัง *R. hispidum* (Vanhoffen, 1888); โพลิปที่เพิ่งลงเกาะ (ก,ข) โพลิประยะหนวด 8 เส้น (ค) และระยะโพลิปที่สมบูรณ์ (ง)



ภาพที่ 11 ลักษณะอวัยวะของโพลิปแมงกะพรุนหนัง *R. hispidum* (Vanhoffen, 1888)

ในระยะโพลิปนี้มีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (Asexual reproduction) แบบโพโดซีสต์ (Podoysts) ดังแสดงในภาพที่ 12 ซึ่งโพโดซีสต์เกิดบริเวณรอบ ๆ ฐานของโพลิปเดิม พบว่ามีจำนวน 1-15 ซีสต์ต่อโพลิป รูปร่างทรงกลม สีน้ำตาล ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 0.16-0.30 มิลลิเมตร (ความยาวเฉลี่ย (± SD) เท่ากับ 0.21±0.06 มิลลิเมตร (n=10) โพโดซีสต์เจริญเติบโตเป็นโพลิปใหม่อีกครั้งเมื่ออายุ 30 วัน ที่ระดับอุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส และความเค็ม 20 ppt และโพโดซีสต์หยุดพัฒนาเป็นโพลิปเมื่อเลี้ยงที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และความเค็ม 30 ppt (n=10)



ภาพที่ 12 ลักษณะการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศแบบโพโดซีสต์ แมงกะพรุนหนัง *R. hispidum* (Vanhoffen, 1888)

อาหารที่นิยมให้โพลิปเป็นอาหาร ได้แก่ อาร์ทีเมียแรกฟัก (*Artemia* sp.) โพลิปเริ่มจับอาหารกินโดยยืดหนวดออกไปในมวลน้ำ เพื่อดักจับเหยื่อ เมื่อจับเหยื่อได้หนวดจะหดม้วนตัวเหยื่อและหดสั้นลงเข้ามาบริเวณปาก และค่อย ๆ ม้วนส่งเหยื่อเข้าปาก เมื่ออาหารเข้าสู่ช่องว่างกลางตัว หนวดจะคลายตัวออกจากช่องปากและยืดตัวเหยียดยาวในมวลน้ำ เพื่อจับเหยื่อใหม่อีกครั้ง (ภาพที่ 13)

ภาพที่ 13 โพลิปแมงกะพรุนหนัง *R. hispidum* (Vanhoffen, 1888) กำลังจับเหยื่อกินเป็นอาหาร

ระยะสตรอบิล่า (Strobila stage) ระยะนี้มีการแบ่งชั้น (Strobilation) บริเวณแผ่นปาก โดยพบว่าในแมงกะพรุนหนังมีการแบ่งชั้น 2 แบบ คือ แบบ Polydisk strobilation ที่มีแผ่นเอฟิร่ามากกว่า 1 เอฟิร่าต่อสตรอบิล่า โดยพบว่าแมงกะพรุนหนังมีการสร้างสตรอบิล่ามีมากถึง 5 เอฟิร่าต่อครั้ง ดังแสดงในภาพที่ 15 ก และแบบ Monodisk strobilation ที่มีเพียง 1 เอฟิร่าต่อสตรอบิล่าเท่านั้น ดังแสดงในภาพที่ 14 ข

ภาพที่ 14 รูปแบบการเกิดสตรอบิล่าแมงกะพรุนหนัง *R. hispidum* (Vanhoffen, 1888); แบบ Polydisk strobilation (ก) และแบบ Monodisk strobilation (ข)

รายละเอียดการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเกิดการแบ่งชั้นของระยะสตรอบิล่า โดยจะเริ่มเกิดในระยะโพลิปสมบูรณ์ คือ โพลิปมีหนวด 16 เส้นขึ้นไป ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

- การสร้างแฉก (Tentacular lobes) พบว่าเป็นระยะเริ่มแรกของการเริ่มเกิดการสร้างการแบ่งชั้น สังเกตได้จากโคนหนวดเริ่มมีเนื้อเยื่อขยายขนาดขึ้น มีการสร้างแฉกบริเวณโคนหนวดลักษณะคล้ายสามเหลี่ยม ภาพที่ 15 ก

- การแยกชั้นเนื้อเยื่อ (Segments) ระยะนี้สังเกตได้ว่าหนวดเริ่มหดสั้นลง มีการคอดของเนื้อเยื่อ ลักษณะคล้ายขอบวงแหวน เพื่อการแบ่งแยกชั้นเนื้อเยื่อบริเวณผแนปากออกเป็นชั้น ภาพที่ 15 ข

- สร้างแล็ปเพท (Lappet) การแบ่งชั้นชัดเจนแยกออกเป็นแผ่นมากขึ้น สังเกตเห็นแล็ปเพทในระยะเอฟิร่าได้ชัดเจนมากขึ้น ภาพที่ 15 ค

- เอฟิร่าเกือบสมบูรณ์ ระยะนี้มีการสร้างแผ่นเอฟิร่าที่สมบูรณ์ เอฟิร่าสามารถเคลื่อนไหวได้ เพื่อเตรียมหลุดออกมาในมวลน้ำ ระยะนี้จะสังเกตเห็นหนวดงอกใหม่ใต้ฐานเอฟิร่า เพื่อเตรียมกินอาหาร และสร้างแผ่นปากต่อไป ภาพที่ 15 ง

ขนาดสตรอบิล่าวัดตั้งแต่ Hypostome จนถึง Basal disc อยู่ระหว่าง 0.75-2.35 มิลลิเมตร (ความยาวเฉลี่ย (± SD) เท่ากับ1.47±0.61 มิลลิเมตร (n=10)

ภาพที่ 15 การเปลี่ยนแปลงระหว่างการเกิดการแบ่งชั้นของระยะสตรอบิล่าแมงกะพรุนหนัง *R. hispidum* (Vanhoffen, 1888); การสร้างแฉก (ก), การแยกชั้นเนื้อเยื่อ (ข), สร้างแล็ปเพท (ค) และเอฟิร่าเกือบสมบูรณ์ (ง)

ระยะเอฟิร่า (Ephyra stage) เอฟิร่าแมงกะพรุนหนังมีรูปร่างคล้ายดอกไม้ บริเวณ lappet และกึ่งกลางลำตัว (Central disc) ดังแสดงในภาพที่ 16 เอฟิร่าแมงกะพรุนหนังมีลักษณะเฉพาะคือ มีตุ่มเซลล์ลักษณะเป็นจุดกลมขนานกัน พบได้ตั้งแต่บริเวณแผ่นกลางตัว และบริเวณก้านหรือลักษณะคล้ายแขนที่ยื่นออกมาจากแผ่นกลางลำตัว หรือเรียกว่า Marginal lobes ดังแสดงในวงกลมภาพที่ 17 ข มี lappet 16 lappet เอฟิร่ามีสีน้ำตาลอ่อน เอฟิร่าแมงกะพรุนหนังมีรายละเอียดการเจริญเติบโต ดังนี้

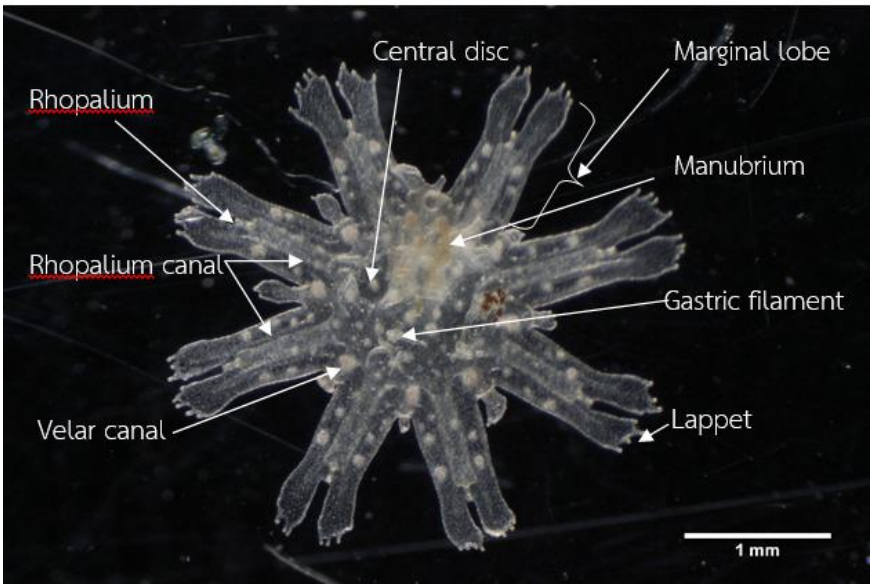
- เอฟิร่าที่เพิ่งหลุดออกจากสตรอบิล่า ลักษณะสีน้ำตาลอ่อน บริเวณปลายแล็ปเพทโค้งมน หุบงอเข้าหากัน สามารถสังเกตเห็นลักษณะตุ่มเซลล์บริเวณแผ่นกลางตัวและก้านแล็ปเพทได้ตั้งแต่ระยะนี้ และมีการพัฒนาของปาก สามารถกินอาหารได้ทันที มีการเคลื่อนที่ได้ในมวลน้ำ แต่พบว่าจังหว่ะการเคลื่อนที่จะช้า ภาพที่ 17 ก

- เอฟิร่าอายุ 4-5 วัน เอฟิร่ามีสีน้ำตาลเริ่มใสมากขึ้น บริเวณปลายแล็ปมีรูปร่างคล้ายใบมีดผ่าตัด (Lancet-like) และเริ่มกางออก บริเวณปากเริ่มมีก้านยาวขึ้น และมีการพัฒนา Septa funnal ยืดยาวขึ้น ระยะนี้เอฟิร่าเคลื่อนที่ในมวลน้ำได้เร็วขึ้น ภาพที่ 17 ข

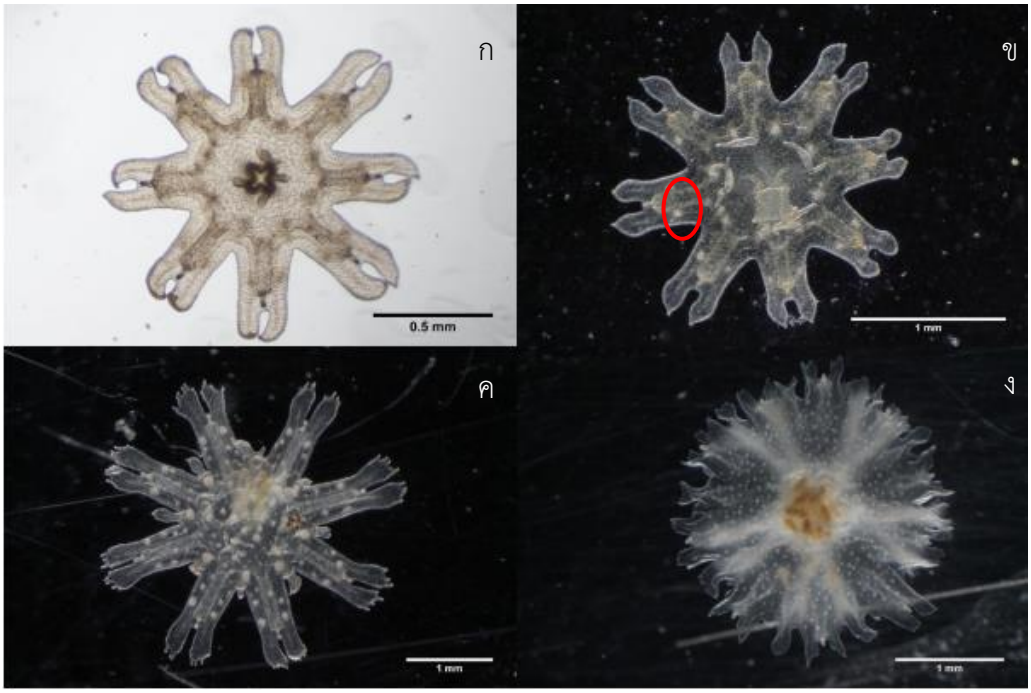
- เอฟิร่าอายุ 8-12 วัน เอฟิร่าเริ่มใสไม่มีสี เนื้อเยื่อบริเวณด้านปลายแล็ปเพทเริ่มมีการแยกออกจากกัน ลักษณะคล้ายปลายส้อม (Fork-like) และเริ่มมีการงอกของเนื้อเยื่อระหว่าง Marginal lobes เพื่อเจริญเติบโตเป็นขอบร่มในระยะที่มีรูปร่างแบบเมดูซ่าต่อไป ระยะนี้จะสังเกตเห็นช่องว่างกลางตัว (Gastrovascula cavity) ยืดยาวชัดเจนขึ้น บริเวณด้านปลายพบการแตกแขนง เพื่อพัฒนาเป็นรยางค์ แต่ยังไม่สามารถนับจำนวนได้ ภาพที่ 17 ค

- เอฟิร่าอายุ 15-20 วัน (Metaephyra) เอฟิร่าเริ่มมีขอบร่ม แต่ไม่เรียบ ยังพบรอบหยักของแล็ปเพทอยู่โดยรอบขอบร่ม แต่ยังไม่มีการพัฒนาท่อขนส่งน้ำและอาหาร (Canal) บริเวณรอบขอบร่ม บริเวณร่มด้านนอก (Exumbrellar) ผิวสัมผัสเริ่มมีตุ่มเซลล์ใสกระจายรอบ ๆ ร่ม ทำให้ผิวร่มสาก ระยะนี้เริ่มสังเกตเห็นบริเวณโคนของช่องว่างกลางตัวเริ่มมีเนื้อเยื่อเจริญเติบโตชี้ออกด้านข้าง เรียกว่า Inner wing หรือรยางค์ชั้นใน ซึ่งลักษณะเฉพาะที่พบได้ในแมงกะพรุนหนัง และยังไม่สามารถนับจำนวนรยางค์ได้ ภาพที่ 17 ง

ขนาดของเอฟิร่าวัดจากปลายของแล็ปเพทด้านหนึ่งไปยังปลายด้านตรงข้ามอยู่ระหว่าง 1.20-3.45 มิลลิเมตร มีค่าเฉลี่ย (± SD) เท่ากับ 1.89±0.82 มิลลิเมตร (n=10)



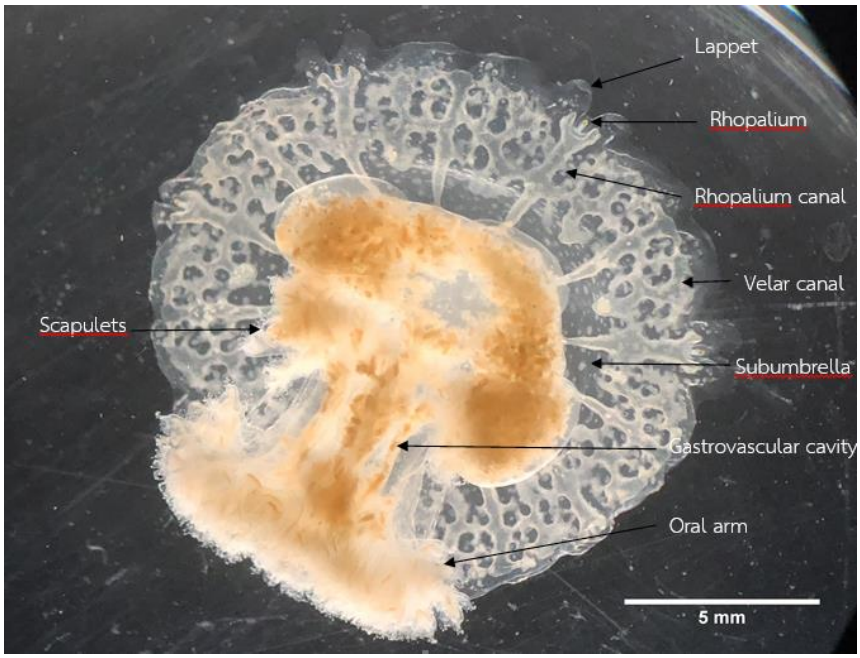
ภาพที่ 16 ลักษณะโครงสร้างเอฟิร่าแมงกะพรุนหนัง *R. hispidum* (Vanhoffen, 1888)



ภาพที่ 17 ลักษณะเอฟิร่าแมงกะพรุนหนัง *R. hispidum* (Vanhoffen, 1888); เอฟิร่าที่เพิ่งหลุดออกจากสตรอบิล่า (ก), เอฟิร่าอายุ 4-5 วัน (ข), เอฟิร่าอายุ 8-12 วัน (ค) และเอฟิร่าอายุ 15-20 วัน (Metaephyra) (ง)

<u>ระยะที่มีรูปร่างแบบเมดูซ่าขนาดเล็ก (Small medusa)</u> ระยะนี้มีการพัฒนาร่มที่มีลักษณะใส สีน้ำตาลอ่อน บริเวณผิวร่มด้านนอก (Exumbrellar) มีลักษณะเป็นตุ่มสาก ไม่เรียบ บริเวณร่มด้านใน (Subumbrellar) มีระบบท่อ (Canal) รอบ ๆ ร่ม ใช้ในการขนส่งน้ำและอาหาร บริเวณกึ่งกลางร่มมีช่องว่างกลางลำตัว (Gastrovascular cavity) ทำงานคล้ายกระเพาะช่วยในการย่อยอาหาร บริเวณส่วนต้นของ Gastrovascular cavity มีเนื้อเยื่อเจริญเติบโตรอบ ๆ เป็นวงกลม เรียกว่า Scapulets เป็นลักษณะเฉพาะที่พบในแมงกะพรุนหนัง ที่ช่วยในการว่ายน้ำและกินอาหาร และส่วนปลายของ Gastrovascular cavity เจริญเติบโตเป็นรยางค์ (Oral arm) ช่วยในการว่ายน้ำและกินอาหาร ภาพที่ 18

ขนาดของเมดูซ่าขนาดเล็กมีเส้นผ่านศูนย์กลางร่มตั้งแต่ 11.10 มิลลิเมตรขึ้นไป (n=10)



ภาพที่ 18 ลักษณะโครงสร้างของระยะที่มีรูปร่างแบบเมดูซ่าแมงกะพรุนหนัง *R. hispidum* (Vanhoffen, 1888)

อภิปราย/วิจารณ์

วงจรชีวิตของแมงกะพรุนหนัง *R. hispidum* (Vanhöffen, 1888)

จากการศึกษาวงจรชีวิตของแมงกะพรุนหนังตั้งแต่ระยะระยะพลานูล่า จนถึงระยะที่มีลักษณะรูปร่างแบบเมดูซ่าขนาดเล็ก พบว่าใช้ระยะเวลาทั้งสิ้น 45 วัน ซึ่งช้ากกว่าวงจรชีวิตของแมงกะพรุนถ้วยหางขน ที่พบว่าในวงจรชีวิตมีระยะพัฒนาการเพียง 33 วัน (วิไลวรรณ, 2560) ซึ่งอาจจะมีความเป็นไปได้ที่แมงกะพรุนหนังมีระยะพัฒนาการที่ช้ากว่า เพราะขนาดเอฟิร่าเริ่มต้นของแมงกะพรุนหนังมีขนาดเล็กกว่า 1 เท่าของเอฟิร่าแมงกะพรุนหางขน (เอฟิร่าแมงกะพรุนหางขนขนาด 2 มิลลิเมตร) ซึ่งส่งผลต่อการกินอาหารและการเจริญเติบโตในช่วงแรกที่ต้องใช้อาหารขนาดเล็กกว่าอาร์ทีเมียแรกฟัก คือ โรติเฟอร์ *Brachionus rotundiformis* ซึ่งมีขนาดเล็กเพียง 45-100 ไมโครเมตร ทำให้การเจริญเติบโตช้ากว่าแมงกะพรุนถ้วยหางขนกว่า 12 วัน และพบว่าในแมงกะพรุนหนังมีการสืบพันธุ์ 2 แบบ คือ แบบอาศัยเพศ และแบบไม่อาศัยเพศ วงจรชีวิตแมงกะพรุนหนังเริ่มจากไซโกตพัฒนาเป็นตัวอ่อนประกอบด้วย 5 ระยะ คือ พลานูล่า, โพลิป (ระยะนี้มีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศแบบโพโดซีสต์) , สตรอบิล่า, เอฟิร่า และระยะที่มีรูปร่างแบบเมดูซ่า ซึ่งมีความคล้ายคลึงกับระยะพัฒนาการของแมงกะพรุนถ้วยหางขน *Acromuitus flagellatus* แมงกะพรุน *Catostylus mosaicus* (วิไลวรรณ, 2560; Pitt, 2000) แต่พบว่ารูปแบบการสืบพันธุ์แมงกะพรุนแต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน ทั้งนี้สามารถใช้ในการจำแนกชนิดของแมงกะพรุนได้ (Arai, 1997)

2. การเปลี่ยนแปลงพัฒนาการ ระยะเวลาพัฒนาการของแมงกะพรุนหนัง *R. hispidum* (Vanhöffen, 1888)

<u>ระยะพลานูล่า</u> ตัวอ่อนระยะพลานูล่ามีรูปร่างทรงรี มีซิเลียรอบตัว ซึ่งคล้ายคลึงกับพลานูล่าแมงกะพรุนถ้วยหลากสี *C. townsendi*, แมงกะพรุนถ้วยหางขน *A. flagellatus* (วิไลวรรณ, 2560; วิไลวรรณและคณะ, 2561) นอกจากนี้ยังพบว่ารูปร่างพลานูล่ามีหลายรูปแบบ เช่น รูปร่างแบบรองเท้าแตะ (Slipper-shaped) ในแมงกะพรุน *Somolophus meleagris*, รูปร่างเรียวยาว ในแมงกะพรุน และรูปร่างแบบลูกแพร์ (Pear-shape and elongate) ในแมงกะพรุน *Chrysaora lactea* (Clader, 1982; Morandini et al., 2004) แต่ก็พบว่ามีพลานูล่าแมงกะพรุนบางชนิด คือ *Manania disticta* มีเคลื่อนที่คืบคลานอยู่บริเวณพื้นเท่านั้น เนื่องจากไม่มีซิเลียรอบตัว จึงไม่สามารถเคลื่อนที่ในมวลน้ำได้ (Arai, 1997)

<u>ระยะโพลิป</u> ระยะนี้พลานูล่าเปลี่ยนแปลงรูปร่างและพฤติกรรม เป็นทรงกระบอก มีกระเปาะ และหนวดอยู่ด้านบน และปลายด้านล่างเรียวยาวยึดเกาะกับพื้นวัสดุ เปลือกหอย พื้นตู้ หัวทราย เช่นเดียวกับลักษณะโพลิปแมงกะพรุนใน Class Scyphozoa ที่พบว่าลักษณะโพลิปแมงกะพรุนมีลักษณะทรงกระบอกเกาะติดวัสดุ (Arai, 1997) และพบว่าในแมงกะพรุนหนังมีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศแบบโพโดซีสต์ เกิดบริเวณรอบ ๆ ฐานของโพลิปเดิม พบว่ามีจำนวน 1-15 ซีสต์ต่อโพลิป รูปร่างทรงกลม สีน้ำตาล ขนาดเส้นผ่าน

ศูนย์กลาง 0.21±0.06 มิลลิเมตร ซึ่งรูปแบบการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศของแมงกะพรุนแต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน เช่น Budding พบการสร้าง bud บริเวณกระเปาะของโพลิป พบในแมงกะพรุน *A. flagellatus*, *C. mosaicus* , *Aureria* sp., *Cassiopea andromeda* (วิไลวรรณ, 2560; วิไลวรรณ และคณะ, 2561; วิไลวรรณ และคณะ, 2561) Stolon budding เป็นรูปแบบการยืดยาวของเนื้อเยื่อบริเวณก้านของโพลิป เพื่อสร้างโพลิปใหม่ พบในแมงกะพรุน *A. flagellatus*, *A. aurita* (วิไลวรรณ, 2560; Arai, 1997) และ Cyst พบในแมงกะพรุน *C. capillata* (Holst, 2012) อย่างไรก็ตามจากรูปแบบการเกิดการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศที่แตกต่างกันนี้ เป็นลักษณะของแมงกะพรุนแต่ละชนิด สามารถใช้ในการจำแนกชนิดแมงกะพรุนได้ (Arai, 1997)

ระยะสตรอบิล่า ระยะนี้มีการแบ่งชั้น (Strobilation) บริเวณแผ่นปาก โดยพบว่าในแมงกะพรุนหนังมีการแบ่งชั้น 2 แบบ คือ แบบ Polydisk strobilation และแบบ Monodisk strobilation ซึ่งพบว่ามีความคล้ายคลึงกับแมงกะพรุน *C. mosaicus* ที่พบรูปแบบการเกิดสตรอบิล่าทั้ง 2 แบบเช่นกัน (Pitt, 2000)

ระยะเอฟิร่า เอฟิร่าแมงกะพรุนหนังมีรูปร่างคล้ายดอกไม้ มีลักษณะเฉพาะ คือ บริเวณ lappet และกึ่งกลางลำตัว มีจุดกลมขนานกัน มี lappet 16 lappet เอฟิร่ามีสีน้ำตาลอ่อน ซึ่งแตกต่างกันกับเอฟิร่าแมงกะพรุน *A. flagellatus* ที่พบลักษณะเฉพาะ คือ เอฟิร่ามีสีแดงอ่อน, แมงกะพรุน *C. andromeda* ที่มีลักษณะเฉพาะ คือ มี lappet มากถึง 50-54 lappet (วิไลวรรณ, 2560; วิไลวรรณ และคณะ, 2561)

ระยะที่มีรูปร่างแบบเมดูซ่าขนาดเล็ก ระยะนี้มีการพัฒนาร่มที่มีลักษณะใส สีน้ำตาลอ่อน บริเวณผิวร่มด้านนอก มีลักษณะเป็นตุ่มสาก ไม่เรียบ บริเวณส่วนต้นของ Gastrovascular cavity มีเนื้อเยื่อเจริญเติบโตรอบ ๆ เป็นวงกลม เรียกว่า Scapulets เป็นลักษณะเฉพาะที่พบในแมงกะพรุนหนัง ที่ช่วยในการว่ายน้ำและกินอาหาร ลักษณะดังกล่าวเป็นลักษณะเฉพาะของแมงกะพรุนแต่ละชนิด (Arai, 1997) เช่น แมงกะพรุน *A. flagellatus* มีแส้ (Filament) ยาวออกมาบริเวณปลาย Oral arm, แมงกะพรุน *C. andromeda* เมดูซ่าของแมงกะพรุนหัวกลับมีลักษณะเฉพาะ คือ มีส่วนร่มติดลงกับพื้นท้องน้ำ และส่วนรยางค์หงายขึ้นชี้ไปในมวลน้ำ มีเนื้อเยื่อคล้ายพู่สีขาวและเขียวอยู่บริเวณรยางค์ แมงกะพรุน *C. townsendi* เมดูซ่ามีร่มใส ไม่มีสี รยางค์มีสีดำ น้ำตาล น้ำเงิน เป็นต้น (วิไลวรรณ, 2560; วิไลวรรณ และคณะ, 2561; วิไลวรรณ และคณะ, 2561)

สรุปและเสนอแนะ

สรุป

จากผลการศึกษาวงจรชีวิตของแมงกะพรุนหนัง *R. hispidum* (Vanhöffen, 1888) มีระยะเวลาตั้งแต่พลานูล่าจนถึงระยะที่มีรูปร่างแบบเมดูซ่าขนาดเล็กใช้เวลาทั้งสิ้น 45 วัน พบว่าในวงจรชีวิตมีการสืบพันธุ์ 2 แบบ คือ การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศในระยะพ่อแม่พันธุ์ และการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศในระยะโพลิป ซึ่งในวงจรชีวิตมีการพัฒนาตัวอ่อน 5 ระยะพัฒนาการ ดังนี้

1. ระยะพลานูล่า เริ่มขึ้นหลังจากปล่อยพ่อแม่พันธุ์ลงในถังเลี้ยง 12-20 ชั่วโมง ไซโกตพัฒนาเป็นตัวอ่อนระยะพลานูล่า ทรงรี เคลื่อนที่อยู่ในมวลน้ำ ขนาดความยาวเฉลี่ย 0.12±0.02 มิลลิเมตร

2. ระยะโพลิป พบเมื่ออายุ 4-5 วัน รูปร่างทรงรี ปลายด้านบนมีแผ่นปากและหนวด ปลายด้านล่างลงเกาะกับพื้นวัสดุ ขนาดความยาวเฉลี่ย 0.64±0.37 มิลลิเมตร ระยะนี้มีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศแบบโพโดซีสต์ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 0.21±0.06 มิลลิเมตร

3. ระยะสตรอบิล่า พบเมื่ออายุ 12 วัน เกิดการแบ่งชั้นบริเวณแผ่นปากเรียกว่าระยะสตรอบิลา (Strobila) 2 แบบ คือ Polydisk strobilation และแบบ Monodisk strobilation ขนาดความยาวเฉลี่ย 1.47±0.61 มิลลิเมตร

4. ระยะเอฟิร่า พบเมื่ออายุ 25 วัน รูปร่างคล้ายดอกไม้ มี lappet 16 lappet สีน้ำตาลอ่อน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 1.89±0.82 มิลลิเมตร

5. ระยะที่มีรูปร่างแบบเมดูซ่าขนาดเล็ก มีการพัฒนาส่วนร่มคล้ายระฆังคว่ำ ร่มด้านนอกมีตุ่มสาก บริเวณส่วนต้นของ Gastrovascular cavity มีเนื้อเยื่อเจริญเติบโตรอบ ๆ เป็นวงกลม เรียกว่า Scapulets มีเส้นผ่านศูนย์กลางร่มตั้งแต่ 11.10 มิลลิเมตรขึ้นไป

เสนอแนะ

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ทำการศึกษาเกี่ยวกับวงจรชีวิต พัฒนาการ และระยะเวลาพัฒนาการของแมงกะพรุนหนัง *R. hispidum* (Vanhöffen, 1888) ซึ่งทำการศึกษาในวัยอ่อน ในขั้นตอนการเลี้ยงควรมีการแยกภาชนะทดลอง และน้ำเค็มที่ใช้เลี้ยงควรผ่านการกรองด้วยไส้กรองขนาดความถี่ 5 ไมโครเมตร เพื่อป้องกันการปนเปื้อนของตัวอ่อนแมงกะพรุนชนิดอื่น

สำหรับผู้ที่สนใจการศึกษาวิจัยในอนาคต สามารถนำผลการศึกษาในครั้งนี้ไปต่อยอดในการจำแนกชนิดแมงกะพรุนวัยอ่อนที่ได้จากการสำรวจในธรรมชาติได้ รวมถึงใช้ในการคาดการณ์การเกิดปรากฏการณ์การรวมตัวของแมงกะพรุนชนิดนี้ได้ในอนาคต

ผลผลิต (Output)

(5.1) ผลงานตีพิมพ์ในวารสารวิชาการทั้งในระดับชาติ (ระบุชื่อผู้แต่ง ชื่อเรื่อง ชื่อวารสาร ปี เล่ม เลขที่และหน้า)

- วิไลวรรณ พวงสันเทียะ, ศิริวรรณ ชูศรี, ศิรประภา ฟ้ากระจ่าง และวรเทพ มุธุวรรณ. (2563). วงจรชีวิตแมงกะพรุนหนัง *Rhopilema hispidum* (Vanhöffen, 1888) ในวารสารแก่นเกษตรปีที่ 48 (ฉบับพิเศษ 1) 2563, 907-916

  *พร้อมรางวัลระดับดีเด่น ในการนำเสนอผลงานวิจัยแบบโปสเตอร์

ตัวชี้วัดที่ ๑ จำนวนผลการวิจัยที่แล้วเสร็จพร้อมนำไปประยุกต์ใช้เป็นแนวทางในการกำหนดนโยบายของหน่วยงานภาครัฐ ภาคเอกชน หรือนำไปใช้ประโยชน์ทางสังคม ชุมชน ร้อยละ ๕๐

ผลที่คาดว่าจะได้รับ เมื่อสิ้นสุดโครงการวิจัย เรื่อง “วงจรชีวิตแมงกะพรุนหนัง *Rhopilema hispidum* (Vanhöffen, 1888) ภายในห้องปฏิบัติการ” ผลงานวิจัยที่แล้วเสร็จพร้อมนำไปเผยแพร่ความรู้ให้กับ นิสิต นักศึกษา หน่วยงานรัฐบาลที่มีภารกิจเกี่ยวข้อง ประชาชนที่สนใจ ดังนี้

๑. ได้ผลงานวิจัยที่เผยแพร่ในงานประชุมระดับชาติ

๒. ได้จัดการองค์ความรู้และเผยแพร่ความรู้ให้กับชุมชนและสังคม เช่น ติดป้ายให้ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาวิจัยในครั้งนี้

๓. เป็นองค์ความรู้ประกอบการจัดการการแก้ปัญหาบางประการในอนาคต

๔. ความรู้ที่ได้จากการวิจัยในครั้งนี้เป็นข้อมูลประกอบ สามารถใช้เป็นสื่อในการเรียนการสอนในชั้นเรียนได้

ผลงานตีพิมพ์ในวารสารวิชาการ

วิไลวรรณ พวงสันเทียะ, ศิริวรรณ ชูศรี, ศิรประภา ฟ้ากระจ่าง และวรเทพ มุธุวรรณ. (2563). วงจรชีวิตแมงกะพรุนหนัง *Rhopilema hispidum* (Vanhöffen, 1888) ในวารสารแก่นเกษตรปีที่ 48 (ฉบับพิเศษ 1) 2563, 907-916

*พร้อมรางวัลระดับดีเด่น ในการนำเสนอผลงานวิจัยแบบโปสเตอร์

KHON KAEN AGR. J. 48 SUPPL. 1: (2020). 907

วงจรชีวิตแมงกะพรุนหนัง *Rhopilema hispidum* (Vanhöffen, 1888)

Life cycle of the edible jellyfish *Rhopilema hispidum* (Vanhöffen, 1888)

วิไลวรรณ พวงสันเทียะ[1*], ศิริวรรณ ชูศรี[1], ศิรประภา ฟ้ากระจ่าง[1] และวรเทพ มุธุวรรณ1

Wilaiwan Phuangsanthia[1*], Siriwan Choosri[1], Siraprapa Fakrajang[1] and Vorathep Muthuwan[1]

บทคัดย่อ: วงจรชีวิตแมงกะพรุนหนัง *Rhopilema hispidum* (Vanhöffen, 1888) ภายในห้องปฏิบัติการ มีระยะเวลาพัฒนาการตั้งแต่พลานูล่าจนถึงระยะที่มีรูปร่างแบบเมดูซ่าขนาดเล็กใช้เวลาทั้งสิ้น 45 วัน พบว่าในวงจรชีวิตมีการสืบพันธุ์ 2 แบบ คือ การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ (Sexual reproduction) ในระยะที่มีรูปร่างแบบเมดูซ่า และการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (Asexual reproduction) ในระยะโพลิป วงจรชีวิตของแมงกะพรุนหนัง ประกอบด้วย ระยะพลานูล่า (Planula stage) ระยะโพลิป (Polyp stage) ระยะสตรอบิลา (Strobila stage) ระยะเอฟิร่า (Ephyra stage) และระยะที่มีรูปร่างแบบเมดูซ่าขนาดเล็ก (Small medusa) โดยระยะพลานูล่าพบครั้งแรกเมื่อ 12-24 ชั่วโมง พลานูล่าจะเจริญเติบโตในมวลน้ำ 4-5 วัน ก่อนลงเกาะกับวัสดุและเปลี่ยนแปลงรูปร่างเป็นระยะโพลิป ที่มีรูปร่างทรงกระบอกยึดเกาะกับวัสดุ ระยะนี้มีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศแบบ Podocyst ซึ่งจะเจริญเป็นโพลิปใหม่ต่อไป เมื่ออายุ 12 วัน โพลิปเกิดการแบ่งชั้นบริเวณแผ่นปากเป็นระยะสตรอบิลามี 2 แบบ คือ Polydisk strobilation และแบบ Monodisk strobilation เมื่ออายุ 25 วัน แผ่นชั้นจะเริ่มหลุดออกมาในมวลน้ำ เรียกว่าเอฟิร่า จากนั้น 45 วัน พบว่าเอฟิร่าเจริญเติบโตเข้าสู่ระยะที่มีรูปร่างแบบเมดูซ่าขนาดเล็กต่อไป

คำสำคัญ: วงจรชีวิต, ระยะพัฒนาการ และแมงกะพรุนหนัง *Rhopilema hispidum* (Vanhöffen, 1888)

ABSTRACT: Life cycle of the edible jellyfish *Rhopilema hispidum* (Vanhöffen, 1888) within the laboratory condition, the complete period time from a planula to a small medusa stage was about 45 days. This investigation revealed an alternation of reproduction between sexual reproduction in medusa stage and asexual reproduction in polyp stage, life cycle and rate of development through the stages from planula, polyp, strobila, ephyra and small medusa stage. The planula was firstly found within 12-24 hours, 4-5 -days-old planula larva settled on substrata and developed to polyp has cylindrical shape and settles on substrata reproduced asexually via the formation of podocyst, a new polyp was found in this stage. 12-days-old planula larva a transverse constriction appears at the top of its mouth and the polyp subsequently develops into the strobila stage, which exhibits a form of polydisk strobilation and monodisk strobilation. 25-days-old planula larva, layer is released into the water column, which is referred to as the ephyra stage. And then, developed to small medusa stage. (45-day-old larva)

Keywords: Life cycle, Development and Edible jellyfish *Rhopilema hispidum* (Vanhöffen, 1888)

[1] สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา
Institute of Marine Science Burapha University
* Corresponding author: wilaiwanp@go.buu.ac.th

บทนำ

ในรอบ 2 ปีที่ผ่านมา บริเวณหาดบางแสน จังหวัดชลบุรี มีการรวมตัวกันของแมงกะพรุนหนัง *R. hispidum* (Vanhöffen, 1888) เป็นจำนวนมาก และมีแนวโน้มเพิ่มจำนวนมากขึ้นทุกปี (เดลินิวส์ ฉบับวันศุกร์ที่ 29 กันยายน 2559; คม ชัด ลึก ฉบับวันที่ 13 สิงหาคม 2560) ซึ่งการรวมตัวของแมงกะพรุนดังกล่าวทำให้นักท่องเที่ยวที่ลงเล่นน้ำได้รับบาดเจ็บจากการสัมผัสพิษแมงกะพรุนหนังบริเวณหาดบางแสนในปี 2559-2560 มากถึงปีละ 100-200 คน การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับแมงกะพรุนหนัง *R. hispidum* (Vanhöffen, 1888) ทั้งสาเหตุการรวมตัวกัน พิษวิทยา การป้องกันการรักษาอาการบาดเจ็บเบื้องต้น การสำรวจเพื่อติดตามการรวมตัวของแมงกะพรุนหนังเพื่อใช้คาดการณ์การรวมตัวได้ในอนาคต รวมถึงการศึกษาลักษณะทางชีววิทยาเบื้องต้นซึ่งเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญ และปัจจัยที่ส่งผลต่อการอยู่รอดของแมงกะพรุนหนัง

อย่างไรก็ตามผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงความจำเป็นที่ต้องศึกษาข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญอันดับแรกทั้งด้านวงจรชีวิต ระยะเวลาพัฒนาการของแมงกะพรุนหนัง ซึ่งถือได้ว่าเป็นข้อมูลอันดับต้น ๆ ที่นำไปสู่การศึกษาด้านอื่น ๆ ต่อไป แต่การเก็บตัวอย่างแมงกะพรุนหนังในธรรมชาติเพื่อศึกษาวงจรชีวิตและระยะเวลาพัฒนาการแต่ละระยะนั้นเป็นไปได้ยาก และอาจจะมีความสับสนในการจำแนกชนิดแมงกะพรุนวัยอ่อนที่รวบรวมจากธรรมชาติได้ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องศึกษากระบวนการ วิธีการเพาะเลี้ยงแมงกะพรุน รวมถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อการอยู่รอดของแมงกะพรุนที่เกิดจากการเพาะเลี้ยง เพื่อนำข้อมูลดังกล่าวไปใช้ประโยชน์ด้านการศึกษาวงจรชีวิต และระยะเวลาพัฒนาการ อนาคต รวมทั้งยังสามารถนำตัวอ่อนแมงกะพรุนหนังที่เพาะเลี้ยงได้ในแต่ละระยะไปจัดแสดงในสถานแสดงพันธุ์สัตว์น้ำ เพื่อให้ความรู้กับผู้เข้าชมได้อีกด้วย และสามารถนำมาใช้คาดการณ์ถึงปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดปรากฏการณ์การเกิดการรวมตัวของแมงกะพรุนหนังในธรรมชาติได้

ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการเพาะเลี้ยง และศึกษาวงจรชีวิต ระยะเวลาในการพัฒนาการของแมงกะพรุนหนัง *R. hispidum* (Vanhöffen, 1888) ภายใต้สภาพห้องปฏิบัติการ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ในการจำลองสภาวะเพื่อการเพาะเลี้ยง การศึกษาวงจรชีวิตของแมงกะพรุนชนิดอื่น ๆ ได้ต่อไป

วิธีการศึกษา

1. **วางแผนการทดลอง** นำตัวอ่อนแมงกะพรุนหนังที่ได้ระยะพลานูล่ามาศึกษาวงจรชีวิต ระยะเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลงของแต่ละพัฒนาการ จำนวน 10 (ตัวอย่าง) ซ้ำ โดยทำการศึกษาตั้งแต่ระยะพลานูล่า (Planula stage) จนถึงระยะที่มีลักษณะรูปร่างแบบเมดูซ่าขนาดเล็ก (Small medusa stage) ภายใต้สภาพห้องปฏิบัติการ โดยมีขั้นตอนดังนี้

2. **การเตรียมพ่อแม่พันธุ์**

2.1 การจัดหาพ่อแม่พันธุ์แมงกะพรุนหนัง ทำการเก็บตัวอย่างพ่อแม่พันธุ์แมงกะพรุนหนัง จากธรรมชาติ ทำการเก็บตัวอย่างพ่อแม่พันธุ์แมงกะพรุนหนังด้วยสวิงขนาดตาข่าย 1 เซนติเมตร ช้อนตัวอย่างแมงกะพรุนที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางร่ม ตั้งแต่ 30 เซนติเมตรเป็นต้นไป ใส่ถังที่มีน้ำความเค็ม นำมาบรรจุในถุงพลาสติกใสก้นกลมมัดถุงให้แน่นไม่ให้มีฟองอากาศเหลืออยู่ภายในถุง บรรจุลังโฟม ปิดฝาให้สนิท และนำตัวอย่างมาที่สถานที่ทำการทดลอง (ห้องปฏิบัติการเพาะเลี้ยง สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล) การคัดเลือกความสมบูรณ์พ่อแม่พันธุ์ สามารถตรวจสอบได้โดยใช้หลอดหยดดูดเซลล์สืบพันธุ์ออกมาตรวจสอบภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ซึ่งแมงกะพรุนเพศเมียจะมีการพัฒนาเซลล์ไข่ ทรงกลม สีน้ำตาลอ่อน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไข่ประมาณ 150 ไมโครเมตรขึ้นไป ส่วนเพศผู้จะมีการพัฒนาฝักไข่สเปิร์ม

ในขณะที่ทำการเก็บตัวอย่างจะทำการตรวจวัดความเค็มมีค่าความเค็มระหว่าง 20-25 ส่วนใน

พัน (ppt) และวัดค่าอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 28-30 องศาเซลเซียส ค่า pH 8.0 จากบริเวณที่เก็บตัวอย่าง เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับการเลี้ยงในห้องปฏิบัติการ ซึ่งขั้นตอนการเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์จะปรับค่าความเค็ม และอุณหภูมิน้ำให้ใกล้เคียงกันกับค่าคุณภาพน้ำในธรรมชาติที่ตรวจวัดได้ อย่างไรก็ตามในการศึกษาครั้งนี้พบว่าระดับอุณหภูมิและความเค็มมีผลต่อการอยู่รอดของแมงกะพรุนหนังวัยอ่อนซึ่งมีค่าอุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส และความเค็ม 20 ppt นอกจากนี้ทำการตรวจวัดค่าคุณภาพน้ำระหว่างการเลี้ยง พบว่ามีความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) อยู่ระหว่าง 7.8-8.0, ค่าแอมโมเนียรวม (Ammonia) อยู่ระหว่าง 0.1-0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร (mg/L), ค่าไนไตรท์-ไนโตรเจน (Nitrite) อยู่ระหว่าง 0.01-0.02 mg/L และความเป็นด่างของน้ำ (Alkalinity) อยู่ระหว่าง 100-110 mg/L

2.2 นำถุงที่บรรจุแมงกะพรุนลอยในถังน้ำเค็มที่มีการเตรียมไว้ล่วงหน้าที่ปริมาตร 1,000 ลิตรต่อจำนวนความหนาแน่นแมงกะพรุน 4 ตัว โดยมีการปรับความเค็มและอุณหภูมิให้ใกล้เคียงกับค่าคุณภาพน้ำที่เก็บตัวอย่างพ่อแม่พันธุ์แมงกะพรุนหนังจากธรรมชาติ ให้อากาศเบา ๆ (ก่อนปล่อยแมงกะพรุนลงในถังเลี้ยง จะทำการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางร่ม และตรวจสอบความสมบูรณ์เพศแมงกะพรุนและแยกเพศ โดยการใช้หลอดหยดดูดอวัยวะสืบพันธุ์มาตรวจสอบภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ (Stereo microscope) เพื่อตรวจสอบความสมบูรณ์ของเซลล์สืบพันธุ์ นำพ่อแม่พันธุ์แมงกะพรุนที่มีความสมบูรณ์เพศปล่อยในถังเลี้ยงเป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง) จึงนำน้ำมาตรวจสอบหาตัวอ่อนพลานูล่าภายใต้กล้องจุลทรรศน์

3. **การเตรียมตัวอ่อน** การเตรียมตัวอย่างแมงกะพรุนวัยอ่อน เพื่อใช้ในการศึกษาทดลอง สุ่มตักน้ำในถังเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์ มาตรวจหาตัวอ่อนพลานูล่า ภายใต้กล้องจุลทรรศน์เมื่อนำน้ำมาตรวจพบตัวอ่อนระยะพลานูล่ามีลักษณะรูปร่างทรงรี มีซิเลียรอบตัว ล่องลอยอยู่ในน้ำ ทำการกรองด้วยสวิงขนาดตาข่าย 45 ไมโครเมตร จากนั้นใช้หลอดหยดพลาสติกดูดแยกตัวอ่อนพลานูล่าออกมาใส่ในภาชนะพลาสติกใส ที่ปริมาตรความจุน้ำ 150 มิลลิลิตร ที่ความหนาแน่นของพลานูล่า 10 ตัวต่อมิลลิลิตร และใส่วัสดุเพื่อล่อการลงเกาะ ได้แก่ แผ่นกระจกอะคริลิค และแผ่นโพลีโพรพีลีน เป็นต้น

4. **การให้อาหาร** การเลี้ยงและการจัดการระหว่างการศึกษา จะเริ่มให้อาหารเมื่อแมงกะพรุนวัยอ่อนเข้าสู่ระยะโพลิปที่มีหนวด 4 เส้น โดยจะให้อาหารเป็นโรติเฟอร์ผสมอาร์ทีเมียแรกฟัก ที่ความหนาแน่น 5 ตัวต่อมิลลิลิตรเท่ากันทุกการทดลองจนถึงสิ้นสุดการทดลอง ความถี่ในการให้อาหารจะให้ทุกเช้าเวลา 09.00 น. ทุก 2 วัน และจะทำการเปลี่ยนถ่ายน้ำในตอนบ่ายในอัตรา 20 เปอร์เซ็นต์ และเติมน้ำเค็มใหม่ให้ได้ระดับเดิม น้ำเค็มที่ใช้ในการเปลี่ยนถ่ายน้ำจะกรองผ่านไส้กรองขนาด 5 ไมโครเมตร

5. **การเก็บรวบรวมผล**

5.1 บันทึกการเปลี่ยนแปลง และพัฒนาการแมงกะพรุน ทำการสังเกตการเปลี่ยนแปลงพัฒนาการ วัดขนาด ระยะเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลงของแต่ละพัฒนาการ บันทึกภาพพร้อมสเกลวัดขนาด บันทึกวันเดือนปีที่พบการเปลี่ยนแปลงพัฒนาการ โดยใช้ตัวอย่างแมงกะพรุนวัยอ่อนแต่ละระยะ จำนวน 10 ตัวอย่าง

5.2 การเก็บข้อมูลและการประเมินผลการทดลอง ทุกระยะพัฒนาการทำการบันทึกภาพภายใต้กล้องจุลทรรศน์พร้อมสเกลวัดขนาด และข้อมูลวัน เดือน ปี ที่พบการเปลี่ยนแปลงพัฒนาการ การวัดขนาด และแต่ละระยะพัฒนาการจะมีการสังเกตโครงสร้างที่สำคัญ และวิธีการวัดขนาด ดังแสดงใน Table 1

Table 1 collection data of development and measurements of jellyfish *R. hispidum* (Vanhöffen, 1888).

Planula stage	Polyp stage	Strobila stage	Ephyra stage	Small medusa stage
<u>Development</u>				
Shape	Shape, Color	Type of strobilation	Shape, Color	Development of umbrellas
Color	Type of asexual	(Monodisk or	Characteristics	and canal (Holst et al., 2006)
Characteristics		Polydisk)	Lappet and numbers	Speciality, Other
			of labppet	Characteristics
<u>Measurements</u>				
Total length	Total Body Length;	Total Body Length;	Total Body Diameter; TBD	Bell diameter(Holst et al.,
width length	TBL (Basal disc to	TBL (Basal disc to	(Straehler-Pohl et al., 2011)	2006)
(Holst et al., 2006)	Hypostome)	Hypostome)		

6. **การวิเคราะห์และสรุปผล** ทำการรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการศึกษาทั้งด้านวงจรชีวิต ระยะเวลาพัฒนาการของแมงกะพรุนหนัง มาเปรียบเทียบกับแมงกะพรุนชนิดที่มีรายงานปรากฏว่ามีความเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

ผลการศึกษา

วงจรชีวิต ระยะเวลาพัฒนาการแมงกะพรุนหนัง *R. hispidum* (Vanhöffen, 1888)

วงจรชีวิต จากการศึกษาวงจรชีวิตของแมงกะพรุนหนังตั้งแต่ระยะระยะพลานูล่า จนถึงระยะที่มีลักษณะรูปร่างแบบเมดูซ่าขนาดเล็ก พบว่าใช้ระยะเวลาทั้งสิ้น 45 วัน (n=10) โดยเริ่มขึ้นหลังจากที่พ่อแม่พันธุ์มีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ (Sexual reproduction) คือ ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ (ไข่และสเปิร์ม) ออกมาปฏิสนธิกันในมวลน้ำ ไซโกตใช้เวลา 12-20 ชั่วโมงพัฒนาเป็นตัวอ่อนพลานูล่า (Planula) รูปร่างทรงรี เคลื่อนที่อยู่ในมวลน้ำ ขนาดความยาวอยู่ระหว่าง 90-101 มิลลิเมตร และความกว้างอยู่ระหว่าง 60-65 มิลลิเมตร ซึ่งระยะนี้เป็นแพลงก์ตอนล่องลอยอยู่ในมวลน้ำ จากนั้นอายุ 4-5 วัน พลานูล่าเปลี่ยนแปลงรูปร่างและพฤติกรรม คือ เป็นรูปร่างเป็นทรงกระบอก มีกระเปาะ (Calyx) และหนวด (Tentacles) อยู่ด้านบน และปลายด้านล่างเรียวยาวยึดเกาะกับพื้นวัสดุ เปลือกหอย พื้นตู้ หัวทราย เรียกว่าระยะโพลิป (Polyp) สีขาวน้ำนม ในระยะโพลิปนี้มีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (Asexual reproduction) แบบโพโดซีสต์ (Podoysts) บริเวณรอบ ๆ ฐานของโพลิปเดิม พบว่ามีจำนวน 1-15 ซีสต์ต่อโพลิป จากนั้นจะเจริญเติบโตเป็นโพลิปใหม่อีกครั้ง เมื่ออายุ 12 วัน โพลิปมีการแบ่งชั้นบริเวณแผ่นปาก เรียกว่าระยะสตรอบิล่า (Strobila stage) 2 แบบ คือ 1 เอฟิร่าต่อสตรอบิล่า (Monodisk strobilation) และมากกว่า 1 เอฟิร่าต่อสตรอบิล่า (Polydisk strobilation) หลังจากนั้น 25 วัน แผ่นเอฟิร่าหลุดออกมาในมวลน้ำ เรียกว่าระยะเอฟิร่า (Ephyra stage) และเมื่ออายุ 45 วัน เอฟิร่าพัฒนาร่ม รยางค์ และท่อบริเวณรอบ ๆ ขอบร่ม ดังแสดงใน Figure 1

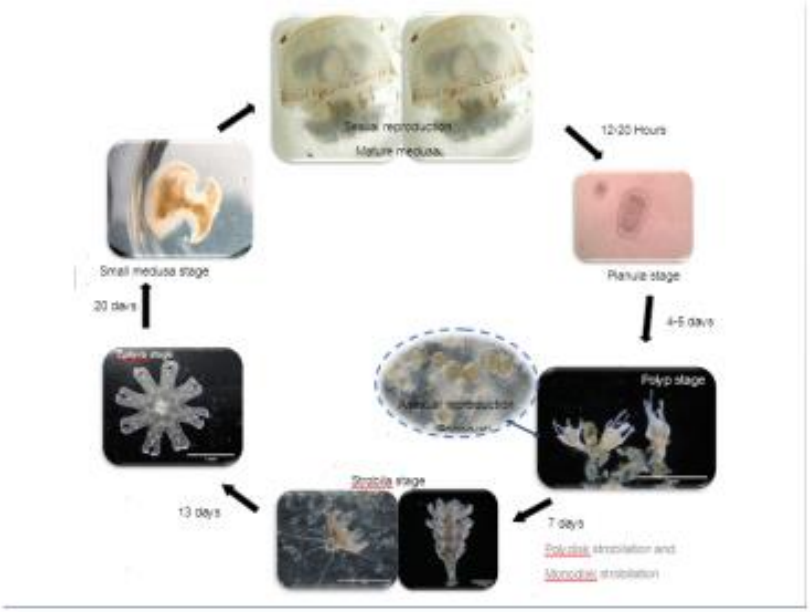


Figure 1 Life cycle of edible jellyfish R. hispidum (Vanhöffen, 1888)

ระยะเวลาพัฒนาการ จากการศึกษาวงจรชีวิตของแมงกะพรุนหนัง ตั้งแต่ระยะพลานูล่า จนถึงระยะที่มีรูปร่างแบบเมดูซ่าขนาดเล็ก สามารถแบ่งระยะพัฒนาการเป็น 5 ระยะ และมีลักษณะสำคัญดังนี้

ระยะพลานูล่า (Planula stage) ตัวอ่อนระยะพลานูล่ามีรูปร่างทรงรี มีซิเลีย (Cilia) รอบตัว ช่วยในการเคลื่อนที่ในมวลน้ำในลักษณะหมุนรอบตัวเองตามแกนยาวของลำตัวในแนวนอน พลานูล่ามีโครงสร้างร่างกายแบ่งออกเป็น 3 ชั้น คือ เนื้อเยื่อภายนอก (Ectoderm) เนื้อเยื่อชั้นใน (Endoderm) และเนื้อเยื่อตรงกลาง (Mesoglea) ลักษณะทึบแสงสีน้ำตาลอ่อน ขนาดพลานูล่ามีขนาดความยาวทั้งหมดอยู่ระหว่าง 0.10-0.14 มิลลิเมตร (ความยาวแฉลี่ย (± SD) เท่ากับ 0.12±0.02 มิลลิเมตร (n=10) และความกว้างอยู่ระหว่าง 0.04-0.06 มิลลิเมตร (ความกว้างแฉลี่ย (± SD) เท่ากับ 0.06±0.01 มิลลิเมตร (n=10)) ดังแสดงใน Figure 2 (a), (b)

Figure 2 Development stages of *R. hispidum* (Vanhöffen, 1888); Planula stage (a,b), Polyp stage (c, d, e), Type of asexual reproduction; Podocyst (e) (arrow), Stobila stage: Polydisk Strobilation (f) and Monodisk strobilation (g), Ephyra stage (h) and Small medusa stage (I, j)

ระยะโพลิป (Polyp stage) ระยะนี้พลานูล่าเปลี่ยนแปลงรูปร่างและพฤติกรรม เป็นทรงกระบอก มีกระเปาะ (Calyx) และหนวด (Tentacles) อยู่ด้านบน และปลายด้านล่างเรียวยาวยึดเกาะกับพื้นวัสดุเปลือกหอย พื้นตู้ หัวทราย โพลิปมีสีขาวน้ำนม ขนาดความยาวทั้งหมดของโพลิปวัดตั้งแต่ Hypostome จนถึง Basal disc อยู่ระหว่าง 0.13-1.43 มิลลิเมตร (ความยาวเฉลี่ย (± SD) เท่ากับ 0.64±0.37 มิลลิเมตร (n=10)) ดังแสดงใน Figure 2 (c), (d), (e)

ในระยะโพลิปนี้มีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (Asexual reproduction) แบบโพโดซีสต์ (Podoysts) ดังลูกศรที่แสดงใน Figure 2 e ซึ่งโพโดซีสต์เกิดบริเวณรอบ ๆ ฐานของโพลิปเดิม พบว่ามีจำนวน 1-15 ซีสต์ต่อโพลิป รูปร่างทรงกลม สีน้ำตาล ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 0.16-0.30 มิลลิเมตร (ความยาวเฉลี่ย (± SD) เท่ากับ 0.21±0.06 มิลลิเมตร (n=10) โพโดซีสต์เจริญเติบโตเป็นโพลิปใหม่อีกครั้งเมื่ออายุ 30 วัน ที่ระดับอุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส และความเค็ม 20 ppt และโพโดซีสต์หยุดพัฒนาเป็นโพลิปเมื่อเลี้ยงที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และความเค็ม 30 ppt (n=10)

ระยะสตรอบิล่า (Strobila stage) ระยะนี้มีการแบ่งชั้น (Strobilation) บริเวณแผ่นปาก โดยพบว่าในแมงกะพรุนหนังมีการแบ่งชั้น 2 แบบ คือ แบบ Polydisk strobilation ที่มีแผ่นเอฟิร่ามากกว่า 1 เอฟิร่าต่อสตรอบิล่า โดยพบว่าแมงกะพรุนหนังมีการสร้างสตรอบิล่ามีมากถึง 5 เอฟิร่าต่อครั้ง และแบบ Monodisk strobilation ที่มีเพียง 1 เอฟิร่าต่อสตรอบิล่าเท่านั้น ขนาดสตรอบิล่าวัดตั้งแต่ Hypostome จนถึง Basal disc อยู่ระหว่าง 0.75-2.35 มิลลิเมตร (ความยาวเฉลี่ย (± SD) เท่ากับ1.47±0.61 มิลลิเมตร (n=10) ดังแสดงใน Figure 2 (f), (g)

ระยะเอฟิร่า (Ephyra stage) เอฟิร่าแมงกะพรุนหนังมีรูปร่างคล้ายดอกไม้ บริเวณ lappet และกึ่งกลางลำตัว (Central disc) มีจุดกลมขนานกัน มี lappet 16 lappet เอฟิร่ามีสีน้ำตาลอ่อน ดังแสดงใน Figure 2 (h) ขนาดของเอฟิร่าวัดจากปลายของแล็ปเพทด้านหนึ่งไปยังปลายด้านตรงข้ามอยู่ระหว่าง 1.20-3.45 มิลลิเมตร มีค่าเฉลี่ย (± SD) เท่ากับ 1.89±0.82 มิลลิเมตร (n=10)

ระยะที่มีรูปร่างแบบเมดูซ่าขนาดเล็ก (Small medusa) ระยะนี้มีการพัฒนาร่มที่มีลักษณะใส สีน้ำตาลอ่อน บริเวณผิวร่มด้านนอก (Exumbrellar) มีลักษณะเป็นตุ่มสาก ไม่เรียบ บริเวณร่มด้านใน (Subumbrellar) มีระบบท่อ (Canal) รอบ ๆ ร่ม ใช้ในการขนส่งน้ำและอาหาร บริเวณกึ่งกลางร่มมีช่องว่างกลางลำตัว (Gastrovascular cavity) ทำงานคล้ายกระเพาะช่วยในการย่อยอาหาร บริเวณส่วนต้นของ Gastrovascular cavity มีเนื้อเยื่อเจริญเติบโตรอบ ๆ เป็นวงกลม เรียกว่า Scapulets เป็นลักษณะเฉพาะที่พบในแมงกะพรุนหนัง ที่ช่วยในการว่ายน้ำและกินอาหาร ดังลูกศรที่ดังแสดงใน Figure 2 (i), (j) และส่วนปลายของ Gastrovascular cavity เจริญเติบโตเป็นรยางค์ (Oral arm) ช่วยในการว่ายน้ำและกินอาหาร ขนาดของเมดูซ่าขนาดเล็กมีเส้นผ่านศูนย์กลางร่มตั้งแต่ 11.10 มิลลิเมตรขึ้นไป (n=10)

วิจารณ์

วงจรชีวิต ระยะเวลาพัฒนาการแมงกะพรุนหนัง *R. hispidum* (Vanhöffen, 1888)

วงจรชีวิต จากการศึกษาวงจรชีวิตของแมงกะพรุนหนังตั้งแต่ระยะระยะพลานูล่า จนถึงระยะที่มีลักษณะรูปร่างแบบเมดูซ่าขนาดเล็ก พบว่าใช้ระยะเวลาทั้งสิ้น 45 วัน ซึ่งช้ากกว่าวงจรชีวิตของแมงกะพรุนถ้วยหางขน ที่พบว่าในวงจรชีวิตมีระยะพัฒนาการเพียง 33 วัน (วิไลวรรณ, 2560) ซึ่งอาจจะมีความเป็นไปได้ที่แมงกะพรุนหนังมีระยะพัฒนาการที่ช้ากว่า เพราะขนาดเอฟิร่าเริ่มต้นของแมงกะพรุนหนังมีขนาดเล็กกว่า 1 เท่าของเอฟิร่าแมงกะพรุนหางขน (เอฟิร่าแมงกะพรุนหางขนขนาด 2 มิลลิเมตร) ซึ่งส่งผลต่อการกินอาหารและการเจริญเติบโตในช่วงแรกที่ต้องใช้อาหารขนาดเล็กกว่าอาร์ทีเมียแรกฟัก คือ โรติเฟอร์ *Brachionus rotundiformis* ซึ่งมีขนาดเล็กเพียง 45-100 ไมโครเมตร ทำให้การเจริญเติบโตช้ากว่าแมงกะพรุนถ้วยหางขนกว่า 12 วัน และพบว่าในแมงกะพรุนหนังมีการสืบพันธุ์ 2 แบบ คือ แบบอาศัยเพศ และแบบไม่อาศัยเพศ วงจรชีวิตแมงกะพรุนหนังเริ่มจากไซโกตพัฒนาเป็นตัวอ่อนประกอบด้วย 5 ระยะ คือ พลานูล่า, โพลิป (ระยะนี้มี

การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศแบบโพโดซีสต์) , สตรอบิล่า, เอฟิร่า และระยะที่มีรูปร่างแบบเมดูซ่า ซึ่งมีความคล้ายคลึงกับระยะพัฒนาการของแมงกะพรุนถ้วยหางขน *Acromuitus flagellatus* แมงกะพรุน *Catostylus mosaicus* (วิไลวรรณ, 2560; Pitt, 2000) แต่พบว่ารูปแบบการสืบพันธุ์แมงกะพรุนแต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน ทั้งนี้สามารถใช้ในการจำแนกชนิดของแมงกะพรุนได้ (Arai, 1997)

ระยะเวลาพัฒนาการ ระยะพลานูล่า ตัวอ่อนระยะพลานูล่ามีรูปร่างทรงรี มีซิเลียรอบตัว ซึ่งคล้ายคลึงกับพลานูล่าแมงกะพรุนถ้วยหลากสี *C. townsendi*, แมงกะพรุนถ้วยหางขน *A. flagellatus* (วิไลวรรณ, 2560; วิไลวรรณ และคณะ, 2561) นอกจากนี้ยังพบว่ารูปร่างพลานูล่ามีหลายรูปแบบ เช่น รูปร่างแบบรองเท้าแตะ (Slipper-shaped) ในแมงกะพรุน *Somolophus meleagris*, รูปร่างเรียวยาว ในแมงกะพรุน และรูปร่างแบบลูกแพร์ (Pear-shape and elongate) ในแมงกะพรุน *Chrysaora lactea* (Clader, 1982; Morandini et al., 2004) แต่ก็พบว่ามีพลานูล่าแมงกะพรุนบางชนิด คือ *Manania disticta* มีเคลื่อนที่คืบคลานอยู่บริเวณพื้นเท่านั้น เนื่องจากไม่มีซิเลียรอบตัว จึงไม่สามารถเคลื่อนที่ในมวลน้ำได้ (Arai, 1997)

ระยะโพลิป ระยะนี้พลานูล่าเปลี่ยนแปลงรูปร่างและพฤติกรรม เป็นทรงกระบอก มีกระเปาะและหนวดอยู่ด้านบน และปลายด้านล่างเรียวยาว ยึดเกาะกับพื้นวัสดุ เปลือกหอย พื้นตู้ หัวทราย เช่น เดียวกับลักษณะโพลิปแมงกะพรุนใน Class Scyphozoa ที่พบว่าลักษณะโพลิปแมงกะพรุนมีลักษณะทรงกระบอกเกาะติดวัสดุ (Arai, 1997) และพบว่าในแมงกะพรุนหนังมีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศแบบโพโดซีสต์ เกิดบริเวณรอบ ๆ ฐานของโพลิปเดิม พบว่ามีจำนวน 1-15 ซีสต์ต่อโพลิป รูปร่างทรงกลม สีน้ำตาล ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.21±0.06 มิลลิเมตร ซึ่งรูปแบบการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศของแมงกะพรุนแต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน เช่น Budding พบการสร้าง bud บริเวณกระเปาะของโพลิป พบในแมงกะพรุน *A. flagellatus*, *C. mosaicus* , *Aurelia* sp., *Cassiopea andromeda* (วิไลวรรณ, 2560; วิไลวรรณ และคณะ, 2561; วิไลวรรณ และคณะ, 2561) Stolon budding เป็นรูปแบบการยืดยาวของเนื้อเยื่อบริเวณก้านของโพลิป เพื่อสร้างโพลิปใหม่ พบในแมงกะพรุน *A. flagellatus*, *A. aurita* (วิไลวรรณ, 2560; Arai, 1997) และ Cyst พบในแมงกะพรุน *C. capillata* (Holst, 2012) อย่างไรก็ตามจากรูปแบบการเกิดการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศที่แตกต่างกันนี้ เป็นลักษณะของแมงกะพรุนแต่ละชนิด สามารถใช้ในการจำแนกชนิดแมงกะพรุนได้ (Arai, 1997)

ระยะสตรอบิล่า ระยะนี้มีการแบ่งชั้น (Strobilation) บริเวณแผ่นปาก โดยพบว่าในแมงกะพรุนหนังมีการแบ่งชั้น 2 แบบ คือ แบบ Polydisk strobilation และแบบ Monodisk strobilation ซึ่งพบว่ามีความคล้ายคลึงกับแมงกะพรุน *C. mosaicus* ที่พบรูปแบบการเกิดสตรอบิล่าทั้ง 2 แบบเช่นกัน (Pitt, 2000)

ระยะเอฟิร่า เอฟิร่าแมงกะพรุนหนังมีรูปร่างคล้ายดอกไม้ มีลักษณะเฉพาะ คือ บริเวณ lappet และกึ่งกลางลำตัว มีจุดกลมขนานกัน มี lappet 16 lappet เอฟิร่ามีสีน้ำตาลอ่อน ซึ่งแตกต่างกันกับเอฟิร่าแมงกะพรุน

A. flagellatus ที่พบลักษณะเฉพาะ คือ เอฟิร่ามีสีแดงอ่อน, แมงกะพรุน *C. andromeda* ที่มีลักษณะเฉพาะ คือ มี lappet มากถึง 50-54 lappet (วิไลวรรณ, 2560; วิไลวรรณ และคณะ, 2561)

ระยะที่มีรูปร่างแบบเมดูซ่าขนาดเล็ก ระยะนี้มีการพัฒนาร่มที่มีลักษณะใส สีน้ำตาลอ่อน บริเวณผิวร่มด้านนอก มีลักษณะเป็นตุ่มสาก ไม่เรียบ บริเวณส่วนต้นของ Gastrovascular cavity มีเนื้อเยื่อเจริญเติบโตรอบ ๆ เป็นวงกลม เรียกว่า Scapulets เป็นลักษณะเฉพาะที่พบในแมงกะพรุนหนัง ที่ช่วยในการว่ายน้ำและกินอาหาร ลักษณะดังกล่าวเป็นลักษณะเฉพาะของแมงกะพรุนแต่ละชนิด (Arai, 1997) เช่น แมงกะพรุน *A. flagellatus* มีแส้ (Filament) ยาวออกมาบริเวณปลาย Oral arm, แมงกะพรุน *C. andromeda* เมดูซ่าของแมงกะพรุนหัวกลับมีลักษณะเฉพาะ คือ มีส่วนร่มติดลงกับพื้นท้องน้ำ และส่วนรยางค์หงายขึ้นชี้ไปในมวลน้ำ มีเนื้อเยื่อคล้ายพู่สีขาวและเขียวอยู่บริเวณรยางค์ แมงกะพรุน *C. townsendi* เมดูซ่ามีร่มใส ไม่มีสีรยางค์มีสีดำ น้ำตาล น้ำเงิน เป็นต้น (วิไลวรรณ, 2560; วิไลวรรณ และคณะ, 2561; วิไลวรรณ และคณะ, 2561)

สรุป

จากผลการศึกษาวงจรชีวิตของแมงกะพรุนหนัง *R. hispidum* (Vanhöffen, 1888) มีระยะเวลาตั้งแต่พลานูล่าจนถึงระยะที่มีรูปร่างแบบเมดูซ่าขนาดเล็กใช้เวลาทั้งสิ้น 45 วัน พบว่าในวงจรชีวิตมีการสืบพันธุ์ 2 แบบ คือ การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศในระยะพ่อแม่พันธุ์ และการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศในระยะโพลิป ซึ่งในวงจรชีวิตมีการพัฒนาตัวอ่อน 5 ระยะพัฒนาการ ดังนี้

1. ระยะพลานูล่า เริ่มขึ้นหลังจากปล่อยพ่อแม่พันธุ์ลงในถังเลี้ยง 12-20 ชั่วโมง ไซโกตพัฒนาเป็นตัวอ่อนระยะพลานูล่า ทรงรี เคลื่อนที่อยู่ในมวลน้ำ ขนาดความยาวเฉลี่ย 0.12±0.02 มิลลิเมตร

2. ระยะโพลิป พบเมื่ออายุ 4-5 วัน รูปร่างทรงรี ปลายด้านบนมีแผ่นปากและหนวด ปลายด้านล่างลงเกาะกับพื้นวัสดุ ขนาดความยาวเฉลี่ย 0.64±0.37 มิลลิเมตร ระยะนี้มีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศแบบโพโดซีสต์ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 0.21±0.06 มิลลิเมตร

3. ระยะสตรอบิล่า พบเมื่ออายุ 12 วัน เกิดการแบ่งชั้นบริเวณแผ่นปากเรียกว่าระยะสตรอบิลา (Strobila) 2 แบบ คือ Polydisk strobilation และแบบ Monodisk strobilation ขนาดความยาวเฉลี่ย 1.47±0.61 มิลลิเมตร

4. ระยะเอฟิร่า พบเมื่ออายุ 25 วัน รูปร่างคล้ายดอกไม้ มี lappet 16 lappet สีน้ำตาลอ่อน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 1.89±0.82 มิลลิเมตร

5. ระยะที่มีรูปร่างแบบเมดูซ่าขนาดเล็ก มีการพัฒนาส่วนร่มคล้ายระฆังคว่ำ ร่มด้านนอกมีตุ่มสาก บริเวณส่วนต้นของ Gastrovascular cavity มีเนื้อเยื่อเจริญเติบโตรอบ ๆ เป็นวงกลม เรียกว่า Scapulets มีเส้นผ่านศูนย์กลางร่มตั้งแต่ 11.10 มิลลิเมตรขึ้นไป

เอกสารอ้างอิง

คม ชัด ลึก ฉบับวันที่ 13 สิงหาคม 2560. บางแสนคึกคักไม่หวั่นพิษแมงกะพรุนหนัง. เข้าถึงข้อมูลได้จาก http://www.komchadluek.net/news/regional/237957

เดลินิวส์ ฉบับวันศุกร์ที่ 29 กันยายน 2559. แมงกะพรุนเกลื่อนหาดบางแสน นักท่องเที่ยว 200 คน โดนพิษ. เข้าถึงข้อมูลได้จาก https://www.dailynews.co.th/regional/515684.

วิไลวรรณ พวงสันเทียะ. 2560. วงจรชีวิต และผลของอุณหภูมิ ความเค็ม ต่อการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศของไซพิสโตม่าแมงกะพรุนถ้วยหางขน *Acromitus flagellatus* (Maas, 1903) ภายใต้สภาพห้องปฏิบัติการ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยบูรพา. 133 น.

วิไลวรรณ พวงสันเทียะ ศิริวรรณ ชูศรี และณัฐวุฒิ เหลืองอ่อน. 2561. วงจรชีวิตแมงกะพรุนถ้วยหลากสี *Catostylus townsendi* (Mayer, 1915) ภายใต้สภาพห้องปฏิบัติการ. ในวารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร ฉบับพิเศษ "งานประชุมวิชาการสัตว ศาสตร์แห่งชาติ ครั้งที่ 7 ระหว่างวันที่ 22-24 สิงหาคม พ.ศ. 2561". เชียงใหม่. โรงแรมดิเอ็มเพรส.

วิไลวรรณ พวงสันเทียะ, ศิริวรรณ ชูศรี, วรัญญา ชูนาม และจักรพงษ์ ศรีพนมยม. 2561. วงจรชีวิตและพัฒนาการของแมงกะพรุนหัวกลับ *Cassiopea andromeda* (Forsskal, 1775) ในห้องปฏิบัติการ. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา. ปีที่ 23 (ฉบับบที่ 2) พฤษภาคม- สิงหาคม พ.ศ. 2561. 23(2): 1,178-1,187. เข้าถึงได้จาก http://science.buu.ac.th/ojs246/index.php/sci/ article/view/2190/2041

Arai, M.N. 1997. A functional biology of scyphozoa. New York: Chapman & Hall Press. 316 p.

Holst, S. (2012). Morphology and development of benthic and pelagic life stages of North Sea jellyfish (Scyphozoa, Cnidaria) with special emphasis on the identification of ephyra stages. Marine Biology. 159(12), 2707-2722.

Pitt, K.A. (2000). Life history and settlement preferences of the edible jellyfish *Catostylus mosaicus* (Scyphozoa: Rhizostomeae). Marine Biology. 136(2): 269-279.

Morandini, A. C., Silveira F. L., & Jarms, G. 2004. The lifecycle of *Chrysaora lactea* Eschscholtz, 1829 (Cnidaria,Scyphozoa, Discomedusae, Semaeostomeae, Pelagiidae) with notes on the scyphistoma stage of three other species. Hydrobiologia. 530(531): 347–354.

Scorrano, S., Aglieri, G., Boero, F., & Piraino, S. 2016. Unmasking Aurelia species in the Mediterranean Sea: An integrative morphometric and molecular approach. Linnean Society, DOI: 10.1111/zoj.12494.

Straehler-Pohl, I., Widmer, C.L., & Morandini, A.C. 2011. Characterizations of juvenile stages of some semaeostome scyphozoa (Cnidaria), with recognition of a new family (Phacellophoridae). Zootaxa. 2741: 1–37.

รางวัลระดับดีเด่น ในการนำเสนอผลงานวิจัยแบบโปสเตอร์

มหาวิทยาลัยขอนแก่น และ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

ขอมอบเกียรติบัตร รางวัลระดับดีเด่น ในการนำเสนอแบบโปสเตอร์

แด่

วิไลวรรณ พวงสันเทียะ*, ศิริวรรณ ชูศรี, ศิรประภา ฟ้ากระจ่าง และวรเทพ มุธุวรรณ

เรื่อง "วงจรชีวิตแมงกะพรุนหนัง *Rhopilema hispidum* (Vanhöffen, 1888)"

ในงานประชุมวิชาการเกษตร ครั้งที่ ๒๑ ประจำปี ๒๕๖๓

ระหว่างวันที่ ๒๗-๒๘ มกราคม ๒๕๖๓

ณ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

(รองศาสตราจารย์ นพ.ชาญชัย พานทองวิริยะกุล)
รักษาการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยขอนแก่น

(นายเฉลิมชัย ศรีอ่อน)
รัฐมนตรีว่าการกระทรวงเกษตรและสหกรณ์

รายงานสรุปการเงิน

เลขที่โครงการระบบบริหารงานวิจัย (NRMS 13 หลัก) 2561A10803038 **สัญญาเลขที่** 90/2561

โครงการวิจัยประเภทงบประมาณเงินรายได้ (เงินอุดหนุนรัฐบาล)

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561 มหาวิทยาลัยบูรพา

ชื่อโครงการ วงจรชีวิตแมงกะพรุนหนัง *Rhopilema hispidum* (Vanhöffen, 1888) ภายในห้องปฏิบัติการ

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน (อ./ดร./ผศ./รศ./ศ.) นางสาววิไลวรรณ พวงสันเทียะ

รายงานในช่วงตั้งแต่วันที่ (วัน/เดือน/ปี) 1 ตุลาคม พ.ศ. 2561 **ถึงวันที่** 19 สิงหาคม พ.ศ. 2562

ระยะเวลาดำเนินการ 10 เดือน 19 วัน **ตั้งแต่วันที่** 1 ตุลาคม พ.ศ. 2560

<u>รายรับ</u>

จำนวนเงินที่ได้รับ

งวดที่ 1 (50%)	185,300 บาท	**เมื่อวัน เดือน ปี**	30 ตุลาคม พ.ศ. 2561
งวดที่ 2 (40%)	148,240 บาท	**เมื่อวัน เดือน ปี**	22 เมษายน พ.ศ. 2562
งวดที่ 2 (10%)	37,060 บาท	**เมื่อวัน เดือน ปี**	สิ้นสุดโครงการ
รวม	370,600 บาท		

<u>รายจ่าย</u>

รายการ	**งบประมาณที่ตั้งไว้**	**งบประมาณที่ใช้จริง**	**จำนวนเงินคงเหลือ/เกิน**
1. ค่าตอบแทน	43,354.00	43,354.00	0.00
2. ค่าจ้าง	-	-	-
3. ค่าวัสดุ	157,686.00	157,686.00	0.00
4. ค่าใช้สอย	122,500.00	122,500.00	0.00
5. ค่าครุภัณฑ์	-	-	-
6. ค่าใช้จ่ายอื่นๆ (โปรดระบุเป็นข้อย่อย) - ค่าสาธารณูปโภค	47,060.00	47,060.00	0.00
รวม	**370,600.00**	**370,600.00**	0.00

(นางสาววิไลวรรณ พวงสันเทียะ)

ลงนามหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงการทองเที่ยวและการกีฬา. (2552). *ยุทธศาสตรและนโยบาย*. เข้าถึงข้อมูลได้จาก http://www.mots.go.th.

กระทรวงการทองเที่ยวและการกีฬา. (2559). *ยุทธศาสตรและนโยบาย*. เข้าถึงข้อมูลได้จาก http://www.mots.go.th.

คม ชัด ลึก ฉบับวันที่ 13 สิงหาคม 2560. *บางแสนคึกคักไม่หวั่นพิษแมงกะพรุนหนัง*. http://www.komchadluek.net/news/regional/237957

เดลินิวส์ ฉบับวันศุกร์ที่ 29 กันยายน 2559. *แมงกะพรุนเกลื่อนหาดบางแสน นักท่องเที่ยว 200 คน โดนพิษ.* เข้าถึงข้อมูลได้จาก https://www.dailynews.co.th/regional/515684.

พิสิฐ วงศ์สง่าศรี, พูลทรัพย์ วิรุฬหกุล และเบญจวรรณ ธรรมธนารักษ์. (2551). การศึกษากระบวนการผลิตแมงกะพรุนดองเค็มเชิงพาณิชย์. ใน *รายงานการประชุมวิชาการประมงประจำปี 2551 วันที่ 18-20 สิงหาคม 2551* (หน้า 284-297).กรุงเทพฯ: กรมประมง.

มยุรี ศิริยม. (2560). ปัจจัยสวนประสมทางการตลาดที่มีตอการทองเที่ยวแบบวันเดียว ณ หาดบางแสน จังหวัดชลบุรี. ใน *การประชุมวิชาการนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด ครั้งที่ 1 "นวัตกรรมสร้างสรรค์ ศาสตร์พระราชาสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน ไทยแลนด์ 4.0". 2017*, 278-283.

สุภาพร องสารา, ถนอมพงศ์ บัวบรรจง และธนัญญา ไทยกลาง. (2555). *ชนิดและการแพร่กระจายของแมงกะพรุนบริเวณชายฝั่งจังหวัดนครศรีธรรมราช สงขลา และปัตตานี.* เอกสารวิชาการฉบับที่ 2/2555. สงขลา: ศูนย์วิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งอ่าวไทยตอนล่าง.

สถาบันวิจัยและทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งทะเล และป่าชายเลน. (2558). *คู่มือการศึกษาความหลากหลายของแมงกะพรุนในน่านน้ำไทย*. กรุงเทพฯ: กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง .

Arai, M.N. (1997). *A functional biology of scyphozoa*. New York: Chapman & Hall.

Holst, S., & Jarm, G. (2007). Substrate choice and settlement preferences of planula larvae of five scyphozoa (Cnidaria) from German Bight, North Sea. *Journal of Marine Biology*, *151*, 863-871.

Hon, H. C., S.M. Chang & C.C. Wang, (1978). Hai tsue (edible jellyfish). Science Publications, Beijing: 70 pp. (in Chinese).

Hsieh, Y. H,. & J. Rudloe. (1994). Potential of utilizing jellyfish as food in western countries. Trends Food Sci. Technol. *5*, 225–229.

Hsieh, Y-H.P., F.-M. Leong & J. Rudloe. (2001). Jellyfish as food. *Journal of Hydrobiologia*. 451-155, 11–17.

Kawahara, M., Uye, S., Ohtsu, K., & Iizumi, H. (2006). Unusual population explosion of the giant jellyfish *Nemopilema nomurai* (Scyphozoa: Rhizostomeae) in East Asian Waters. *Journal of Marine Biological*, *307*, 161-173.

Larson, R.J. (1999). Diet, prey selection and daily ration of *Stomolophus meleagris*; A filter-feeding scyphomedusa from the NE Gulf of Mexico. *Journal of Estuarine Coastal Shelf Science*, *32*(5), 511-525.

Nontivich, T. (2001). *Species diversity and abundance of rhizostome scyphozoans (Phylum Cnidaria) along the coasts of Chon Buri and Phetchaburi Province*. Master's thesis, Department of Marine Science, Chulalongkorn University.

Omori, M., & Nakano, E. (2001). Jelly fisheries in South East Asia. *Journal of Hydrobiologia*, *451*(1), 19-26.

Pitt K. A. (2000). Life history and settlement preferences of the edible jellyfish *Catostylus mosaicus* (Scyphozoa: Rhizostomeae). Marine Biology. 136, 269-279.

Purcell, J.E., White, J.R., Nemazie, D.A., & Wright, D.A. (1999). Temperature, salinity and food effects on asexual reproduction and abundance of the scyphozoan *Chrysaora quinquecirrha*. *Journal of Marine Ecology Progress Series*, *180*, 187-196.

Purcell, J.E., Uye, S.I., & Lo, W.T. (2007). Anthropogenic causes of jellyfish blooms and direct consequences for humans; a review. *Journal of Marine Ecology Progress Series*, *350*, 153-174.

Schiariti, A., Kawahara, M., Uye, S., & Mianzan, H.M. (2008). Life cycle of the jellyfish *Lychnorhiza lucerna* (Scyphozoa: Rhizostomeae). *Journal of Marine Biology*, *156*, 1-12.

Scorrano, S., Aglieri, G., Boero, F., & Piraino, S. (2016). Unmasking Aurelia species in the Mediterranean Sea: An integrative morphometric and molecular approach. *Journal of Linnean Society*, DOI: 10.1111/zoj.12494.

Straehler-Pohl, I., Widmer, C.L., & Morandini, A.C. (2011). Characterizations of juvenile stages of some semaeostome scyphozoa (Cnidaria), with recognition of a new family (Phacellophoridae). *Journal of Zootaxa*, *2741*, 1–37.

Uye, S. (2008). Blooms of the giant jellyfish *Nemopilema nomurai*: A threat to the fisheries sustainability of the East Asian Marginal Seas. *Journal of Plankton Benthos Research* 3 (Suppl.), *2008*, 125-131.