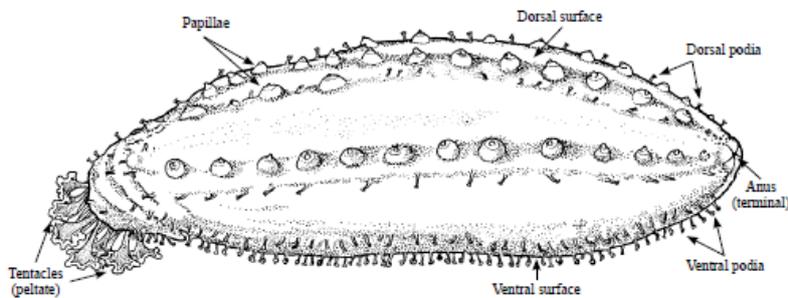


บทที่ 2 การตรวจเอกสาร

1. ปลิงทะเล

1.1. ลักษณะทั่วไป (ภาพที่ 2.1)

ปลิงทะเล (sea cucumber) เป็นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง จัดอยู่ในไฟลัม Echinodermata ชั้น Holothuroidea (มาจาก holothurion = ปลิงทะเล, eidos = รูปร่าง, ea = ลักษณะ) หมายถึง สัตว์ที่มีหนามหรือแผ่นหินปูนตามลำตัว เป็นสัตว์ที่มีช่องว่างในลำตัวที่แท้จริง ส่วนใหญ่มีรูปร่างเป็นรูปทรงกระบอก คล้ายหนอน ลำตัวอ่อนนุ่ม (Mackey, 2001) แบ่งออกเป็น 2 ด้าน ในแนวนอน คือ ด้านปากหรือส่วนหัว และด้านท้ายหรือทวารหนัก ด้านปากจะมีช่องหวดอยู่รอบปาก ทำหน้าที่ในการจับอาหารส่งเข้าปาก หวดของปลิงทะเลมีลักษณะที่แตกต่างกันออกไปตามลักษณะการกินอาหาร เช่น หวดแบบจาน (peltate) จะพบในปลิงทะเลที่หาอาหารอยู่ตามพื้นท้องทะเล หวดที่มีลักษณะแตกแขนงแบบกิ่งไม้ (dendritic) จะพบในปลิงทะเลที่ดักจับตะกอนและแพลงก์ตอนที่ล่องลอยอยู่ในมวลน้ำ ส่วนหวดที่มีลักษณะแบบขนนก (pinnate) จะพบในปลิงทะเลที่คอยกินตะกอนที่ตกลงมาตามพื้นหรือบนตัวสัตว์ชนิดอื่น ด้านท้ายหรือทวารหนักประกอบด้วยช่องเปิดเพื่อการขับถ่ายและติดต่อกับอวัยวะสำหรับแลกเปลี่ยนก๊าซ (respiratory tree) และลำไส้ (จิตติมา, 2544) ปลิงทะเลมีขนาดที่แตกต่างกัน บางชนิดมีขนาดใหญ่ยาวถึง 1 เมตร บางชนิดมีขนาดเล็กเพียง 2-3 เซนติเมตร (อารมณ, 2545) ปลิงทะเลมีวงจรชีวิตประมาณ 2-5 ปี (จรัสศรี และคณะ, 2551)



ภาพที่ 2.1 ลักษณะภายนอกของปลิงทะเล
ที่มา: Purcell *et al.* (2012)

1.2. การจัดลำดับทางอนุกรมวิธานและความหลากหลาย

Conand (1998) จัดปลิงทะเลไว้ในอาณาจักรสัตว์ (Animalia kingdom) ไฟลัม (phylum) Echinodermata ชั้น (class) Holothuroidea ปัจจุบันมีรายงานจำนวนปลิงทะเลทั่วโลก ประมาณ 25 วงศ์ (families) 200 สกุล (genera) จำนวน 1,400 ชนิด (species) (Rowe and Gates, 1995) ในจำนวนนี้มี 2 วงศ์ ที่มีจำนวนวงศ์ละ 1 ชนิด มี 5 วงศ์ ที่มีจำนวนมากกว่า 50 ชนิด

แต่ไม่ถึง 100 ชนิด และอีก 5 วงศ์ จำนวนมากกว่า 100 ชนิด เฉลี่ยแล้วแต่ละวงศ์มีจำนวนประมาณ 46 ชนิด (Fell, 1982) และจากการศึกษาความหลากหลายของปลิงทะเลในภูมิภาคแปซิฟิกตะวันตก พบปลิงทะเลจำนวน 9 วงศ์ 286 ชนิด และในเขตภูมิภาคย่อย คือ อินเดียนตะวันออกเฉียงใต้ซึ่งประกอบด้วย ไทย สิงคโปร์ มาเลเซีย และอินโดนีเซีย พบปลิงทะเลจำนวนทั้งสิ้น 141 ชนิด และพบว่าเป็น ปลิงทะเลที่พบเฉพาะถิ่น (endemic species) ในภูมิภาคย่อยนี้จำนวนถึง 28 ชนิด (อารมณ, 2545; Clark and Rowe, 1971) นอกจากนี้ยังมีรายงานปลิงทะเลชนิดใหม่ในมหาสมุทรอินเดียคือ *Phyllophorus (Phyllophorella) parvides* ซึ่งพบแพร่กระจายบริเวณชายฝั่งด้านตะวันตกของ ออสเตรเลียและสิงคโปร์ (James, 1965) Munprasit (2008) รายงานว่าในประเทศไทยมีปลิงทะเล 102 ชนิด ในจำนวนนี้มี 12 ชนิดที่นำมาบริโภคเป็นอาหารและมีคุณค่าทางเศรษฐกิจ (ตารางที่ 2.1)

ตารางที่ 2.1 ปลิงทะเลที่มีการจับเพื่อบริโภคและเพื่อจำหน่ายของประเทศไทย

ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อสามัญ (อังกฤษ)	ชื่อสามัญ (ไทย)	ชื่อวงศ์
<i>Holothuria scaba</i>	Sand fish	ปลิงขาว	Holohturiidae
<i>Holothuria atra</i>	Lolly fish	ปลิงดำ	Holohturiidae
<i>Holohturia argus</i>	-	-	Holohturiidae
<i>Holohturia spinifera</i>	-	-	Holohturiidae
<i>Holohturia leucospilota</i>	-	ปลิงดำ	Holohturiidae
<i>Holohturia nobile</i>	-	-	Holohturiidae
<i>Holohturia edulis</i>	Pink fish	-	Holohturiidae
<i>Actinopyga echinites</i>	Deep-water-red fish	-	Holohturiidae
<i>Bohadschia marmorata</i>	Chalky fish	ปลิงสีน้ำตาล	Holohturiidae
<i>Stichopus chloronotus</i>	Teat fish	-	Stichopodidae
<i>Stichopus variegates</i>	-	-	Stichopodidae
<i>Thelenota ananas</i>	-	-	Stichopodidae

ที่มา: Munprasit (2008)

1.3. ชีวิตวิทยาบางประการ

1.3.1 อาหารและการกินอาหาร

ปลิงทะเลมีรูปแบบการกินอาหาร 2 แบบ คือ กินอาหารที่แขวนลอยอยู่ในมวลน้ำและกินอาหารที่ตกอยู่กับพื้นหรือปนอยู่กับตะกอน

- กินอาหารที่แขวนลอยอยู่ในมวลน้ำ อาหารที่กินได้แก่ แพลงก์ตอน และสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก เช่น โปรโตซัว สาหร่ายทะเล และไดอะตอม ปลิงทะเลพวกนี้จะใช้หนวดแบบ พุ่มจับอาหารโดยอาศัยเมือกเหนียว ซึ่งอาบอยู่ตามผิวหนวดคอยดักจับอาหารที่ปะปนมากับน้ำ ตัวอย่างปลิงในกลุ่มนี้ได้แก่สกุล *Cucumaria*, *Thyone*, *Holothuria* (มัทนา, 2516)

- กินอาหารที่ตกอยู่กับพื้นหรือปนอยู่กับตะกอน อาหารที่กินเป็นพวกอินทรีย์สารที่ตกอยู่ใต้ท้องน้ำมักจะปนไปกับโคลนและทรายที่ปลิงทะเลฝังตัวอยู่ ตัวอย่างได้แก่ปลิงทะเลในสกุล *Stichopus*

จากการศึกษาของ Wiadnyana (2008) พบว่ากลุ่มแพลงก์ตอนพืชเป็นอาหารหลักที่ปลิงทะเลชอบกิน คิดเป็นสัดส่วนมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ส่วนใหญ่เป็นแพลงก์ตอนพืชในกลุ่มของไดอะตอม ได้แก่ *Chaetoceros* sp., *Plagothix* sp., *Amphora* sp. และ *Thalassiotrix* sp. โดยใช้หนวดที่มีสารเมือกฉาบอยู่ที่บริเวณผิวหนวด คอยดักอาหารที่มากับน้ำ และที่ตกอยู่ใต้พื้นท้องน้ำที่ปะปนอยู่กับโคลนหรือทรายที่มันฝังตัวอยู่ (ชรินทร์, 2535) ปลิงดำเป็นพวกกินอาหารที่ตกตะกอนบริเวณพื้นทะเล (deposit feeder) โดยการกินทรายที่มีสารอินทรีย์เข้าไปและขับทรายออกมาทางทวารหนัก ท่อทางเดินอาหารของปลิงทะเล มีลักษณะเป็นสายยาวขดเป็นรูปตัว S ซึ่งแบ่งเป็นส่วนต่างๆ ตามลำดับ คือ ปาก คอหอย (pharynx) หลอดหลอดกระเพาะ (stomach) ลำไส้ (intestine) และโคลเอก้า (cloaca) กากอาหารออกทางช่องโคลเอก้า มีน้ำย่อยสำหรับย่อยโปรตีนและคาร์โบไฮเดรต (มัทนา, 2516)

1.3.2 การหายใจและแลกเปลี่ยนก๊าซ

การหมุนเวียนของเหลวเกิดขึ้นภายในลำตัวขนาดใหญ่ เยื่อบุช่องผนังลำตัวมีขน (ciliated epithelium) ซึ่งมีประโยชน์ช่วยในการโบกพัดให้เกิดกระแสการไหลเวียนอยู่ภายในตัว ภายในช่องตัวมี coelomocyte ทำหน้าที่ลำเลียงก๊าซ เรียกว่า ฮีโมไซท์ (hemocyte) ลักษณะเป็นแผ่นแบนบาง ถ้าอยู่รวมกันเป็นจำนวนมากจะทำให้ของเหลวเป็นสีแดง อวัยวะที่ใช้แลกเปลี่ยนก๊าซมีลักษณะท่อแตกแขนงจากโคลเอก้า (cloaca) คล้ายต้นพีชอยู่สองข้างของท่อทางเดินอาหาร เรียกว่า respiratory tree ในกลุ่ม Apodida จะไม่มีอวัยวะนี้แต่จะอาศัยการแลกเปลี่ยนก๊าซผ่านทางผิวหนังโดยตรง (มัทนา, 2516)

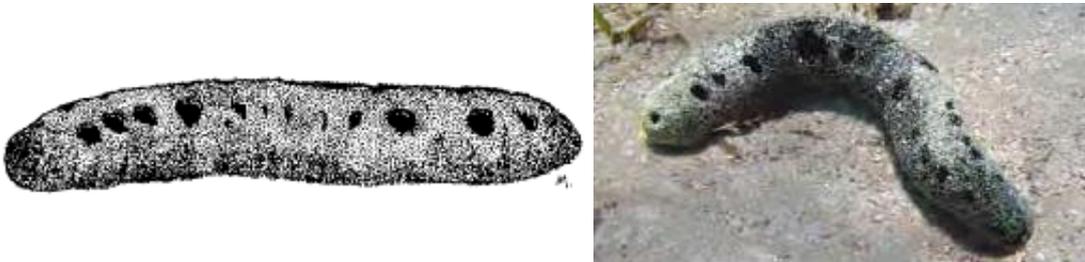
1.3.3 การสืบพันธุ์

ปลิงทะเลมีอวัยวะสืบพันธุ์เพียง 1 เดียว (single gonad) บางชนิดมีเพศแยก (dioecious) บางชนิดมีเพศรวม (hermaphrodite) พวกที่มีเพศแยกจะมีอวัยวะสืบพันธุ์อยู่ก่อนไปทางหัว ประกอบด้วยท่อ (tubules) แตกแขนงจำนวนมากหรืออาจเป็นท่อเดี่ยวรวมกันเป็นข้อ ต่อจากอวัยวะสืบพันธุ์จะเป็นท่อนำไข่หรือท่อนำสเปิร์ม (gonoduct) ซึ่งอยู่ติดกับเนื้อเยื่อโยงยึดอวัยวะภายในด้านบน (dorsal mesentery) บริเวณนี้จะเป็นรูเปิดของท่อนำไข่ เรียกว่า gonopore พวกที่มีเพศรวมจะมีอวัยวะสืบพันธุ์ที่มีการสร้างทั้งไข่และสเปิร์มออกมาผสมภายในตัว โดยการสร้างไข่จะเกิดขึ้นก่อนส่วนสเปิร์มจะถูกสร้างขึ้นมาภายหลัง ไข่ที่ได้รับการผสมจะถูกส่งไปฟักบริเวณถุงฟักตัวอ่อน (brooding pockets) เมื่อเจริญเต็มที่ถุงนี้จะแตกและตัวอ่อนจะออกมาทางช่องขับถ่าย ในปลิงทะเลที่ไม่มีถุงฟักตัวอ่อนจะมีการปฏิสนธิภายนอกตัว ไข่ที่ได้รับการปฏิสนธิแล้วจะดำรงชีวิตเป็นแพลงก์ตอนอาศัยอยู่ในน้ำ จากนั้นจะพัฒนาไปเป็นตัวอ่อนระยะต่าง ๆ และเจริญเป็นตัวเต็มวัยต่อไป (มัทนา, 2516)

2. ปลิงดำ

2.1 ลักษณะทั่วไปของปลิงดำ (ภาพที่ 2.2)

Munprasit (2008) รายงานว่าปลิงดำ (*Holothuria atra* : lollyfish) เป็นสมาชิกที่อยู่ในชั้น Holothuroidea มีลักษณะคล้ายหนอน (worm-like) มีร่างกายอ่อนนุ่ม (Mackey, 2001) เป็นปลิงทะเลที่มีสีดำ ลำตัวยาว รูปทรงกระบอก หัวและท้ายมน ผิวลำตัวเรียบมักปกคลุมด้วยทรายมีอนุภาคขนาดกลาง แต่จะมีปุ่มกลมๆ ที่ไม่มีทรายปกคลุม ซึ่งเรียงเป็นแถวบริเวณด้านหลังตลอดความยาวลำตัว ปากอยู่ทางด้านล่างล้อมรอบด้วยหนวด (tentacle) ที่มีสีดำ จำนวน 20 เส้น ไม่มีท่อ cuvierian (Purcell *et al.*, 2012) ทำหน้าที่ส่วนใหญ่อยู่ทางด้านล่าง ในตำแหน่งที่เป็น ambulacral zone ซึ่งมี 3 คู่ papillae มีขนาดเล็กและจำนวนน้อยอยู่ทางด้านบน ผิวลำตัวตามปกติมีสีดำหรือสีน้ำตาลเข้ม กล้ามเนื้อสีขาวจำนวนมากแต่มีขนาดลดรูปลง รูปแบบของขากมีทั้งแบบโต๊ะ เป็นลายรูปดอกกุหลาบ respiratory tree ฟังขามีความยาวมากกว่าฟังซ้าย โดยฟังขวาจะยาวจนถึงท่อวงแหวน (calcareous ring) และติดแน่นกับผนังลำตัวด้านใน (Tehranifard and Rahimibashar, 2012) ปลิงดำมีผนังลำตัวหนาประมาณ 4 มิลลิเมตร (Conand, 1998) มีความยาวสูงสุด 600 มิลลิเมตร หรือมากกว่า แต่ตามปกติจะมีความยาวประมาณ 300 มิลลิเมตร (Tehranifard and Rahimibashar, 2012) น้ำหนักประมาณ 200 กรัม (อาจหนักถึง 1 กิโลกรัม) (Conand, 1998) Purcell *et al.* (2012) รายงานขนาดน้ำหนักและความยาวเฉลี่ยของปลิงดำที่แตกต่างกันในแต่ละแหล่ง ได้แก่ ปาปัวนิวกินีและอินเดีย (200 กรัม 20 เซนติเมตร) อียิปต์ (300 กรัม 30 เซนติเมตร) เวียดนาม (335 กรัม 23 เซนติเมตร) และเกาะ Mauritius (400 กรัม 15 เซนติเมตร)



ภาพที่ 2.2 ลักษณะของปลิงดำ

ที่มา: Purcell *et al.* (2012)

อวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของปลิงดำมีลักษณะเป็นพวงเดี่ยว ที่ประกอบด้วยท่อแตกแขนงจำนวนมากลักษณะเป็นกระจุกอยู่ติดกับฟังซ้ายของเยื่อ mesentery ทางด้านบน วางตัวเป็นอิสระอยู่ภายในช่องลำตัว ปลิงดำมีลักษณะการอาหารคล้ายกับปลิงทะเลชนิดอื่นคือกินตะกอนและกรองเอาเฉพาะซากอินทรีย์สารที่อยู่ในตะกอนเป็นอาหาร (Tehranifard and Rahimibashar, 2012)

2.3. การแพร่กระจายของปลิงดำ

ปลิงดำพบอาศัยทั้งบริเวณด้านนอกและด้านในของหาดโคลน ด้านหลังของแนวปะการัง บริเวณที่ตื้นของทะเลสาบ ที่มีลักษณะของพื้นที่ท้องทะเลเป็นทรายปนโคลนและมีเศษหิน แหล่งหญ้าทะเล ตั้งแต่ระดับความลึก 0-20 เมตร พบแพร่กระจายทั่วไปในเขต Indo-Pacific บริเวณเกาะมัสคารีน ด้านตะวันออกของแอฟริกา เกาะมาดากาสกา ทะเลแดง ด้านตะวันออกเฉียงใต้ของอาหรับ อ่าวเปอร์เซีย มัลดีฟส์ ศรีลังกา อ่าวเบงกอล อินเดีย ตอนเหนือของออสเตรเลีย ฟิลิปปินส์ จีน และตอนใต้ของญี่ปุ่น เกาะทะเลใต้ เกาะฮาวาย (Munprasit, 2008; Purcell *et al.*, 2012) ในประเทศไทยพบแพร่กระจายทั้งฝั่งอ่าวไทยและฝั่งอันดามัน (Putchagarn and Sounchaeng, 2004) รายงานว่าฝั่งอ่าวไทยพบที่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร และสุราษฎร์ธานี เป็นต้น ทางฝั่งอันดามันพบที่จังหวัดตรัง จังหวัดพังงาพบที่ อ่าวเคย อุทยานแห่งชาติเขาหลัก-ลำรู่ แหลมพันวา จังหวัดภูเก็ต เป็นต้น

3. ระบบสืบพันธุ์และการเจริญพันธุ์ของปลิงทะเล

3.1. ระบบสืบพันธุ์

ปลิงทะเลส่วนใหญ่เป็นพวกแยกเพศแต่พบว่ามีบางชนิดที่เป็นกะเทย (hermaphrodites) การสืบพันธุ์แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ (sexual reproduction) และการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (asexual reproduction) แต่ส่วนใหญ่มักสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ (Smiley *et al.*, 1991)

3.1.1 การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ: เป็นการสืบพันธุ์ที่พบในปลิงทะเลส่วนใหญ่ ประกอบด้วย 2 ระยะเวลาหลัก คือ กระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ (gametogenesis) เป็นการสร้างน้ำเชื้อของเพศผู้ (spermatogenesis) การสร้างไข่ (oogenesis) ของเพศเมีย และการวางไข่ (spawning) ซึ่งเป็นการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ลงในน้ำ ปลิงทะเลบางชนิดจะปล่อยไข่และอสุจิออกภายนอกแต่บางชนิดจะมีการฟักไข่ที่บริเวณช่องว่างภายในลำตัว (coelom) รอบอวัยวะภายใน ไข่ที่ได้รับการปฏิสนธิจะมีพ่อแม่คอยดูแลจนกว่าจะฟักออกจากไข่ (Mackey, 2001)

3.1.2 การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ: การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศเป็นอีกวิธีหนึ่งที่ปลิงทะเลใช้ในการแพร่พันธุ์โดยการแบ่งตัวออกตามขวาง (transverse fission) ออกเป็นสองส่วนอย่างช้า ๆ บริเวณที่จะเกิดการแบ่งตัวคือบริเวณกึ่งกลางของลำตัว โดยการบิดตัวและแยกออกจากกันเป็นสองส่วน จากนั้นจะมีการพัฒนาในส่วนต่าง ๆ ที่ยังไม่สมบูรณ์ให้สมบูรณ์เต็มที่เหมือนตัวเดิมทุกประการ (Mackey, 2001)

3.2. ลักษณะและพัฒนาการของอวัยวะสืบพันธุ์

3.2.1 ลักษณะของอวัยวะสืบพันธุ์

ปลิงดำมีลักษณะของอวัยวะสืบพันธุ์ (gonad) เหมือนกับปลิงทะเลทั่วไป คือ มีอัมตะ 1 อัน (ภาพที่ 2.3) และรังไข่ 1 อัน (ภาพที่ 2.4) ลักษณะเป็นพูเรียวยาวแตกแขนงออกเป็นหลายพู และมีช่องเปิดของเซลล์สืบพันธุ์อยู่ระหว่างหนดด้านหลังของลำตัว

3.2.2 พัฒนาการของอ้นตะในปลิงดำเพศผู้

Abdel-Razek *et al.* (2005) แบ่งระยะการพัฒนาของอ้นตะในปลิงดำเพศผู้ไว้ 4 ระยะ คือ ระยะเริ่มสร้างน้ำเชื้อ ระยะน้ำเชื้อสมบูรณ์ ระยะน้ำเชื้อสมบูรณ์เต็มที่ และระยะปล่อยน้ำเชื้อโดยแต่ละระยะมีลักษณะดังนี้

ระยะที่ 1 ระยะเริ่มสร้างน้ำเชื้อ (immature stage) อ้นตะมีลักษณะสั้นและบาง ท่อเล็ก ๆ ที่เป็นแขนงต่างๆ ของเส้นใยจะมีสีเหลืองและขาว ความยาวของท่อประมาณ 6.5-17.0 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.4-0.6 มิลลิเมตร มีค่า G.S.I. เท่ากับ 1.2-2.7 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับน้ำหนักของลำไส้ของปลิงด้วย

ระยะที่ 2 ระยะน้ำเชื้อสมบูรณ์ (maturing stage) อ้นตะมีลักษณะยาวและบาง ท่อเล็ก ๆ ที่เป็นแขนงต่าง ๆ ของเส้นใยจะมีสีครีมและขาว ความยาวของท่อจะยาวประมาณ 14.0-47.0 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.4-1.2 มิลลิเมตร มีค่า G.S.I. เท่ากับ 1.0-29.4

ระยะที่ 3 ระยะน้ำเชื้อสมบูรณ์เต็มที่ (rip stage) อ้นตะมีการแตกแขนงเป็นจำนวนมาก ลักษณะยาวและมีสีขาว เส้นใยที่อยู่ในท่อขยายใหญ่ ในระยะนี้จะมีน้ำเชื้อตัวผู้อยู่ในท่อนี้ ความยาวของท่อประมาณ 33-60 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1-5 มิลลิเมตร ค่า G.S.I. เท่ากับ 27.2

ระยะที่ 4 ระยะปล่อยน้ำเชื้อ (spent stage) เป็นระยะที่ปลิงปล่อยน้ำเชื้อเพศผู้ออกจากตัวแต่ก็ยังคงเหลือตกค้างบ้างบางส่วน ในระยะนี้ท่อเล็ก ๆ ที่เป็นแขนงต่าง ๆ ของเส้นใยจะมีสีขาว ไส้ โปร่งแสง ท่อเล็ก ๆ นี้จะเรียงตัวตามแนวยาว มีความยาวประมาณ 5-36 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 2.0-0.9 มิลลิเมตร มีค่า G.S.I. เท่ากับ 0.3-6.2

3.2.3 พัฒนาการของรังไข่ในปลิงดำเพศเมีย

Abdel-Razek *et al.* (2005) แบ่งระยะการพัฒนาของรังไข่ในปลิงดำเพศเมียไว้ 4 ระยะ คือ ระยะเริ่มพัฒนา ระยะไข่สมบูรณ์ ระยะไข่สุก และระยะวางไข่ โดยแต่ละระยะมีลักษณะ ดังนี้

ระยะที่ 1 ระยะเริ่มพัฒนา (immature stage) รังไข่มีลักษณะสั้น บาง ท่อเล็ก ๆ ที่เป็นแขนงต่าง ๆ ของเส้นใยจะมีสีเหลืองและขาว ความยาวของท่อจะยาวประมาณ 4.0-12.0 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.2-1.0 มิลลิเมตร ค่า G.S.I. เท่ากับ 2.2-7.7 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับน้ำหนักของลำไส้

ระยะที่ 2 ระยะไข่สมบูรณ์ (maturing stage) จะสังเกตเห็นแขนงที่อยู่ในท่อเล็ก ๆ มีสีเหลือง ความยาวของท่อประมาณ 21.0-51.0 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.7-2.0 มิลลิเมตร ค่า G.S.I. เท่ากับ 4.1-14.3 ไม่โปร่งแสง ไข่ที่สมบูรณ์จะมีลักษณะเป็นทรงกลม

ระยะที่ 3 ระยะไข่สุก (rip stage) รังไข่จะมีลักษณะยาว แขนงต่าง ๆ หนา และมีสีแดง ความยาวของท่อประมาณ 24-130 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1.0-2.5

มิลลิเมตร ค่า G.S.I. เท่ากับ 9.8-13.7 ในระยะนี้จะสามารถมองเห็นนิวเคลียสที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 75-175 ไมครอน ได้อย่างชัดเจน

ระยะที่ 4 ระยะวางไข่ (spent stage) แขนงและท่อต่าง ๆ เหี่ยว ไม่เต่ง และมีสีเหลือง บางครั้งอาจพบเซลล์ไข่ที่ยังเหลือตกค้างอยู่บ้าง ความยาวของท่อประมาณ 20-24 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.4-1.0 มิลลิเมตร ค่า G.S.I. เท่ากับ 1.7-8.4



ภาพที่ 2.3 ลักษณะอันตะของปลิงดำ
ที่มา: แหวลี (2554)



ภาพที่ 2.4 ลักษณะรังไข่ของปลิงดำ
ที่มา: แหวลี (2554)

3.3. พัฒนาการของตัวอ่อนปลิงทะเล

รายงานว่าการพัฒนาของตัวอ่อนปลิงดำมีลักษณะคล้ายกับในปลิงทะเลชนิดอื่น จึงขอนำเสนอในภาพรวมของปลิงทะเลดังนี้

3.3.1. พัฒนาการของตัวอ่อนระยะแรก (Embryonic development, Early development)

จากการศึกษาในปลิงทะเลชนิด *Stichopus japonicus* พบว่าปลิงชนิดนี้จะวางไข่ในน้ำที่มีอุณหภูมิในช่วง 15–23 องศาเซลเซียส แต่ที่เหมาะสมมากที่สุดคือ 18–20 องศาเซลเซียส ช่วงเวลาที่เพศเมียปล่อยไข่คือช่วงระหว่างเที่ยงคืนถึงเที่ยงวันของวันถัดไป การวางไข่แต่ละครั้งจะใช้เวลาประมาณ 5-15 นาที หรือนานกว่านั้น แม่ปลิงแต่ละตัวจะมีความตกไข่ (fecundity) ประมาณ 300,000–500,000 ฟอง (Yellow Sea Fisheries Research Institute in Qingdao, 1991) ภายหลังจากมีการปฏิสนธิเกิดขึ้น ไข่จะเริ่มมีการพัฒนาในส่วนต่าง ๆ อย่างช้า ๆ ที่อุณหภูมิของน้ำประมาณ 21-24 องศาเซลเซียส ไข่ที่ได้รับการผสมจะใช้เวลาประมาณ 45 นาที เพื่อพัฒนาเข้าสู่ระยะ blastula เป็นระยะที่เริ่มมีเส้นขน สามารถหมุนได้รอบ และเคลื่อนไหวได้ หลังจากระยะนี้ไปประมาณ 2-3 ชั่วโมง ตัวอ่อนที่อยู่ในไข่ก็จะเริ่มมีการฟักตัวออกมา สามารถยึดออกและเคลื่อนไหวได้ที่บริเวณผิวน้ำ จากนั้นจะเริ่มเข้าสู่ระยะ gastrula เป็นระยะที่มีการพัฒนาอย่างเต็มที่ ประมาณ 24-28 ชั่วโมง โดยนับตั้งแต่เริ่มมีการปฏิสนธิ หลังจากระยะนี้ประมาณ 12-20 ชั่วโมง ปลิงทะเลจะเริ่มมีการขยายและยึดตัวได้ ซึ่งจะเริ่มเข้าสู่การพัฒนาในระยะหลังต่อไป (Liao, 1997)

3.3.2. พัฒนาการของตัวอ่อนระยะหลัง (Larval development, Late development)

คุณสมบัติที่เหมาะสมในการฟักไข่ปลิงทะเลชนิด *H. atra* ได้แก่ อุณหภูมิประมาณ 26-28 องศาเซลเซียส ความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 8.2-8.4 และความเค็มประมาณ 34-35 ส่วนในพัน (Laxminarayana, 2005) ไข่ *H. atra* ที่ได้รับการปฏิสนธิจะพัฒนาเข้าสู่ระยะ auricularia ภายในเวลา 7-10 วัน ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับตัวอ่อนระยะเดียวกันของ *B. marmorata* ตัวอ่อน auricularia ระยะแรก (early auricularia) มีลักษณะสมมาตรกันทั้งสองด้าน ความยาวของลำตัวประมาณ 320-600 ไมโครเมตร ส่วนตัวอ่อน auricularia ระยะหลัง (late auricularia) มีขนาดเฉลี่ยประมาณ 404 ไมโครเมตร จะมีกระเพาะอาหารที่เจริญมากขึ้น และลักษณะลำตัวจะค่อย ๆ เริ่มมีลักษณะเป็นทรงกลม และจะใช้ระยะเวลาอีก 15 วัน เพื่อพัฒนาเข้าสู่ระยะ doliolaria ซึ่งมีลักษณะคล้ายถังเบียร์ (barrel-shaped) ขนาดเฉลี่ยประมาณ 360 ไมโครเมตร ต่อมาอีก 4-5 วัน จะพัฒนาเข้าสู่ระยะ pentactula ที่มีลักษณะคล้ายท่อ (tube shaped) มีหนวด (tentacle) 5 เส้น มีเท้าท่อ (tube foot) มีขนาดเฉลี่ยประมาณ 550 ไมโครเมตร และเริ่มกินอาหารพวกสาหร่ายและเศษซาก (Liao, 1997; Laxminarayana, 2005)

3.4. ปัจจัยที่มีผลต่อความสมบูรณ์เพศและการสืบพันธุ์

3.4.1 ฤดูกาล: Alwi (1995) ฤดูกาลวางไข่ของปลิงทะเลอยู่ในช่วงฤดูฝน เพราะในช่วงฤดูฝนความเค็มของน้ำทะเลจะต่ำลง ทำให้มีผลต่อการพัฒนาของเซลล์เพศ และกระตุ้นให้เกิดการวางไข่ ในกรณีของปลิงดำส่วนใหญ่จะมีการสืบพันธุ์เป็นฤดูกาล Abdel-Razek *et al.* (2005) ทำการศึกษาการสืบพันธุ์ของปลิงดำบริเวณชายฝั่งทะเลแดงในประเทศอียิปต์ พบว่าปลิงเพศดำผู้มีความสมบูรณ์เพศเต็มที่อยู่ในช่วงเดือนมิถุนายนถึงเดือนพฤศจิกายน ส่วนที่ปลิงดำเพศเมียจะมีความสมบูรณ์เพศในช่วงเดือนมิถุนายนถึงเดือนพฤศจิกายน และระยะที่หยุดการพัฒนาของเซลล์สืบพันธุ์อยู่

ในช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม Harriott (1985) พบว่าปลิงดำที่อาศัยอยู่ตามแนวปะการังของเกาะเฮอรอน (Heron Island) จะมีความสมบูรณ์เพศตลอดทั้งปี แต่จะมีความสมบูรณ์เพศที่สุดในช่วงฤดูร้อนถึงต้นฤดูใบไม้ร่วง

3.4.2 อุณหภูมิ: อุณหภูมิของน้ำเป็นปัจจัยหลักที่มีอิทธิพลต่อการวางไข่มากกว่าฤดูกาลเจริญพันธุ์ ปลิงหลายชนิดมีการสร้างและการเจริญของเซลล์สืบพันธุ์ในช่วงหลังฤดูหนาวเมื่ออุณหภูมิน้ำสูงขึ้นและจะนำไปสู่การวางไข่ที่เกิดขึ้นในฤดูร้อน (Costelloe, 1985)

ปัจจัยที่มีผลต่อการสืบพันธุ์ส่วนใหญ่เป็นปัจจัยจากสิ่งแวดล้อม ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล ตลอดจนการพัฒนาของเซลล์สืบพันธุ์ของพ่อพันธุ์แม่พันธุ์ สิ่งแวดล้อมเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการสืบพันธุ์ซึ่งรวมถึง อุณหภูมิ แสงสว่าง สารเคมี ในการสืบพันธุ์ จำเป็นต้องอาศัย พลังงานในการทำให้เซลล์ไข่สุกรวมถึงการใช้พลังงานในการปล่อยเซลล์เพศออกมา หากสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมต่อการขยายพันธุ์มันก็จะไม่มีการขยายพันธุ์ นอกจากนี้ชนิดของปลิงทะเลก็มีผลต่อการวางไข่ อาหารเป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่อการสืบพันธุ์เพราะช่วงที่มีอาหารน้อย เช่น สาหร่ายที่มีผนังเซลล์ประกอบด้วยธาตุที่พบทั้งในน้ำเค็มและในน้ำจืด หรือเศษซากต่าง ๆ เศษหินเศษทรายซึ่งมีความสำคัญต่อการสืบพันธุ์ในช่วงฤดูหนาว เนื่องจากปลิงทะเลจะเริ่มหยุดกินอาหารในช่วงที่มีการแยก หรือการงอกใหม่ เพื่อลดอาหารในช่องว่างภายในลำตัวเนื่องจากการไม่แน่นอนของสภาพแวดล้อม ที่อยู่อาศัย การผันผวนของอุณหภูมิในน้ำ ความเค็มและแหล่งอาหารทำให้เกิดความเครียดในตัวปลิงเพิ่มขึ้น ซึ่งจะทำให้เกิดอันตราย ดังนั้นเพื่อรักษาความหนาแน่นของประชากร จึงทำให้เกิดการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ ทั้งนี้เนื่องมาจากปัจจัยทางสภาพแวดล้อมมีการเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล อีกหนึ่งปัจจัยที่มีผลต่อการวางไข่ซึ่งเป็นปัจจัยภายนอกคือ วัฏจักรของดวงจันทร์โดยจะมีการวางไข่ในช่วง 2 วันแรกหลังจากพระจันทร์เต็มดวงและวันที่น้ำขึ้นสูงสุด (Mackey, 2001)

4. ความสำคัญของปลิงทะเล

4.1. ความสำคัญทางเศรษฐกิจ

มนุษย์นิยมบริโภคปลิงเนื่องจากมีสรรพคุณทางยา และเป็นอาหารที่มีโปรตีนสูง ปัจจุบันมีการทำประมงปลิงทะเลในหลายประเทศ โดยเฉพาะประเทศที่อยู่ในบริเวณชายฝั่งของมหาสมุทรอินเดีย และทางตอนใต้ของมหาสมุทรแปซิฟิก สำหรับประเทศไทยมีการทำประมงปลิงทะเลทั้งชายฝั่งทะเลอ่าวไทยและฝั่งทะเลอันดามัน เพื่อนำมาบริโภคภายในท้องถิ่น ร้านอาหาร และเพื่อการส่งออก (Munprasit, 2008) ปัจจุบันการทำประมงปลิงทะเลของประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก รวมถึงประเทศไทย อยู่ในสถานะที่เกินศักยภาพการผลิต (over fishing) และประชากรปลิงทะเลในธรรมชาติมีปริมาณลดลงอย่างเห็นได้ชัด ปลิงทะเลบางชนิดอยู่ในสภาพใกล้สูญพันธุ์ (Abdel-Razek *et al.*, 2005) ลักษณะการทำประมงปลิงทะเลยังเป็นลักษณะเดียวกับในอดีต คือการเก็บ ด้วยมือในชวงน้ำลงในเขตน้ำขึ้นน้ำลง เขตน้ำขึ้นบริเวณชายฝั่งและในแนวหญ้าทะเล มีการใช้ท่ออากาศและแว่นดำน้ำ (skin diving) บางครั้งอาจใช้วิธีการดำน้ำลึก (scuba diving) ในความลึกประมาณ 5-10 เมตร ปลิงทะเลบางชนิดต้องจับในเวลากลางวัน เช่น *H. leucospilota* บางชนิดต้องจับในเวลากลางคืน เช่น *S. variegatus* ซึ่งจะพบได้ง่ายในช่วงคืนเดือนมืดหรือข้างขึ้น เพราะปลิงชนิดนี้จะ

ออกมาจากใต้ชอกหินที่เป็นแหล่งหลบซ่อนตัว ในต่างประเทศไม่ว่าจะเป็นญี่ปุ่น จีน เกาหลี อินโดนีเซีย และอีกหลายประเทศมีการทำการประมงปลิงทะเลอย่างจริงจัง และมีการพัฒนาการเพาะเลี้ยงอย่างต่อเนื่อง ประเทศที่มีผลผลิตปลิงทะเลสูงที่สุดคือ ญี่ปุ่น รองลงมาเป็น จีน อินโดนีเซีย และเกาหลี ตามลำดับ

สุเมตต์ (2542) กล่าวว่าในประเทศไทยมีปลิงทะเลที่นำมาบริโภคและซื้อขายมีประมาณ 12 ชนิด คือ *Holothuria scabra*, *H. atra*, *H. edulis*, *H. nobilis*, *H. spinifera*, *H. leucospilota*, *Bohadschia marmorata*, *B. argus* และ *Stichopus chloronotus*, *S. variegatus* และ *Thelonota ananas* ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Bussarawit and Thongtham (1999) พบว่าในจำนวนนี้มี 2 ชนิด ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจสูงที่สุด คือ ปลิงขาว (*Holothuria scabra*) และปลิงดำ (*Holothuria atra*) ปลิงขาว ปลิงทะเลสองชนิดนี้ มีค่านิยมในการบริโภคต่างกัน ปลิงสีขาวจะเป็นที่นิยมมากกว่าชนิดอื่นและมีราคาแพง (Bruckner, 2005; Munprasit (2008) โดยการจับเพื่อจำหน่ายจะพบตลอดแนวชายฝั่งของจังหวัดทางฝั่งทะเลอันดามัน สำหรับทางฝั่งอ่าวไทยบริเวณจังหวัดระยองและชลบุรี มีการจับปลิงทะเลเพื่อจำหน่ายหลายชนิด ได้แก่ *H. scabra*, *H. leucospilota*, *H. edulis*, *B. marmorata*, *T. ananas*, *S. chloronotus* และ *S. hermanni* (Bussarawit and Thongtham, 1999)

ในแต่ละปีปลิงทะเลถูกนำมาบริโภคทั่วโลกประมาณ 30,000 ตันต่อปี โดยมีตลาดการค้าใหญ่ คือ ประเทศญี่ปุ่น เกาหลีใต้ มาเลเซีย และกลุ่มประเทศ West Central Pacific สำหรับประเทศไทยจากสถิติการประมง ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2510–2532 มีการประมงปลิงทะเลส่งเป็นสินค้าออกแล้วไม่น้อยกว่า 1,100 ตัน คิดเป็นมูลค่าประมาณ 10 ล้านบาท โดยในปี พ.ศ. 2521 มีการส่งออกมากที่สุดคิดเป็นปริมาณ 226 ตัน มูลค่า 2.27 ล้านบาท หลังจากนั้นลดลงมา จนกระทั่งในช่วง 2–3 ปีที่ผ่านมาปริมาณการจับเพิ่มขึ้น ปลิงทะเลที่จำหน่ายจะผ่านกรรมวิธีตากแห้ง ต้ม นึ่ง รมควัน หรือจำหน่ายในสภาพสด ราคาของปลิงทะเลถ้าจำหน่ายในสภาพสดจะมีราคากิโลกรัมละ 100–120 บาท แปรรูปเป็นปลิงตากแห้งราคาจะเพิ่มสูงขึ้นถึง กิโลกรัมละ 700–1,000 บาท โดยมีแหล่งรับซื้อใหญ่อยู่ที่จังหวัดสตูลและระนอง (สุเมตต์, 2542)

4.2. ความสำคัญทางด้านโภชนาการ

ปลิงทะเลสามารถนำมาประกอบอาหารได้หลายอย่าง เช่น ผัดซอส ผัดร่วมกับผักปลิงน้ำแดง แกงจืดหรือน้ำซุ๊ป ชาวจีนนำปลิงทะเลมาประกอบอาหารเป็นยาบำรุงกำลังที่ให้โปรตีนสูง เช่นเดียวกับรังนกนางแอ่นและหูดลาม นักวิทยาศาสตร์ชาวญี่ปุ่นพบว่าในเนื้อปลิงทะเล *S. japonicus* มีมิวโคโปรตีนสูง โดยในมิวโคโปรตีนจะมีกรด chondroitin sulfuric เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของส่วนต่าง ๆ ของร่างกายมนุษย์ เช่น กระดูกอ่อน เอ็น และของเหลวที่หล่อลื่นตามข้อต่อต่าง ๆ การรับประทานปลิงทะเลจึงไปช่วยเสริมให้กล้ามเนื้อและข้อต่อต่าง ๆ ทำงานได้ดีขึ้น ซึ่งเป็นเหตุผลสำคัญที่ชาวจีนนิยมบริโภคปลิงทะเลเพื่อเป็นยาอายุวัฒนะมาตั้งแต่สมัยโบราณ (สุเมตต์, 2542) จากการเปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการของปลิงทะเลกับสัตว์น้ำบางชนิด พบว่าโปรตีนในเนื้อปลาและกุ้งมีปริมาณสูงกว่าปลิงทะเลเล็กน้อย ส่วนสัตว์น้ำอื่น ๆ เช่น หมึกกล้วย ปูม้า หอยแมลงภู่ และหอยลาย จะมีปริมาณโปรตีนไม่ต่างจากปลิงทะเล ดังนั้นการบริโภคปลิงทะเลจึงเป็นการเสริมโปรตีนแก่ร่างกายเช่นเดียวกับการบริโภคหอยลายหรือหอยแมลงภู่ และเนื้อปลิงทะเลยังมีโปรตีนสูงกว่าหอย

นางรมถึง 2 เท่า นอกจากนี้เนื้อปลิงทะเลยังมีปริมาณไขมันต่ำ จึงอาจเป็นทางเลือกหนึ่งของคนที่ควบคุมไขมันได้เป็นอย่างดี (มัทนา, 2516)

4.3. ความสำคัญทางการแพทย์

สุเมตต์, (2542) กล่าวว่า ในทางการแพทย์นั้นปลิงทะเลบางชนิดมี holothurin ที่มีคุณสมบัติในการขัดขวางการส่งความรู้สึกของกระแสประสาทได้ ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการบรรเทาความเจ็บปวดของผู้ป่วยหลังการผ่าตัดได้ นอกจากนี้ยังมีฤทธิ์ในการยับยั้งโปรโตซัวได้ สารซาโปนินที่เรียกว่า holotoxin ที่สกัดจากปลิงทะเล *S. japonicus*, *H. mexicana* และอีกหลายชนิด แสดงผลสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราบางชนิดได้ ในปัจจุบันมีการศึกษาวิจัยที่จะใช้ประโยชน์จากซาโปนินในปลิงทะเล เพื่อนำมาใช้ในยับยั้งการแพร่กระจายของเซลล์มะเร็งในการบำบัดโรคมะเร็ง นอกจากนี้ยังมีการนำปลิงทะเลมาเป็นส่วนผสมของโลชั่นบำรุงผิว สบู่ ยาสีฟัน หรือบรรจุแคปซูลเป็นอาหารเสริมสุขภาพ แม้กระทั่งน้ำจากการต้มปลิงทะเลแล้วยังนำมาทำยาแก้แผลพุพองหรือแก้อาการคันจากยุงกัดได้อีกด้วย

Hung (2008) พบว่า ปลิงทะเลเป็นอาหารบำรุงกำลังและมีประโยชน์ทางยา รวมถึงการใช้รักษาโรค เช่น ลำไส้อักเสบ (ulcerative) ภาวะอาหารอักเสบ (stomach inflammation) โลหิตจาง (anemia) ความดันโลหิตสูง (high blood pressure) ท้องผูก (constipation) ปวดหลัง (backache) โรคลมบ้าหมู (epilepsy) ข้ออักเสบรูมาตอยด์ (rheumatoid arthritis) โรคข้อเสื่อม (osteoarthritis) โรคข้อกระดูกสันหลังอักเสบชนิดติดยึด (ankylosing spondylitis) และภาวะผิดปกติทางเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (connective tissue disorder) เนื่องจากปลิงทะเลสามารถรักษาสมดุลของสาร prostaglandin ซึ่งมีส่วนในกระบวนการทำให้กล้ามเนื้ออักเสบ โครงสร้างของลำตัวของปลิงทะเลประกอบด้วย กระจุกอ่อนที่เป็นแหล่งของสาร mucopolysaccharides ที่มี chondroitin sulfuric acid ที่สามารถช่วยลดอาการปวดจากข้ออักเสบ และรักษาโรคเอดส์

4.4. ความสำคัญทางนิเวศวิทยา

ปราณี (2545) กล่าวว่า ปลิงทะเลมีบทบาทที่สำคัญในระบบนิเวศ เนื่องจากทำหน้าที่เป็นผู้ย่อยสลาย (decomposer) ซึ่งช่วยทำให้อินทรีย์วัตถุขนาดใหญ่มีขนาดเล็กลง และเป็น การปลดปล่อยสารอาหารที่มีขนาดเล็กให้กับสัตว์ขนาดเล็ก และจุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่บริเวณพื้นและใน ตะกอน และยังขับถ่ายสารออกมาในรูปแอมโมเนีย ซึ่งแพลงก์ตอนพืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ทำให้เกิดการหมุนเวียนของสารอาหารในระบบนิเวศ นอกจากนี้อาหารที่ปลิงกินเข้าไปและสามารถย่อยได้ ส่วนที่เหลือจะถูกขับออกมาพร้อมกับตะกอนที่กินเข้าไป และปล่อยสารในรูปแวนลอยและ โมเลกุลที่ละลายน้ำ ซึ่งเป็นประโยชน์กับสัตว์ที่กรองกินอาหารจากน้ำ

5. สถานะการทำประมงปลิงทะเล

ในอดีตการทำประมงปลิงทะเลในประเทศไทย มีเป้าหมายเพื่อการบริโภคเฉพาะในท้องถิ่น และภายในประเทศ แต่หลังจากปี 1970 เป็นต้นมา มีการทำประมงปลิงทะเลเพื่อการส่งออกมากขึ้น เป็นลำดับ ถึงแม้เมื่อเปรียบเทียบกับประเทศอื่นในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้จะมีปริมาณผลผลิตไม่

มากก็ตาม (Bruckner, 2006) ทั้งนี้เนื่องจากผลผลิตที่ได้มาจากการจับจากธรรมชาติทั้งสิ้น ส่งผลให้ทรัพยากรปลิงทะเลในธรรมชาติอยู่ในสถานะเสื่อมโทรม และมีจำนวนลดลงอย่างต่อเนื่อง และปลิงทะเลบางชนิดเกิดการสูญพันธุ์ (Abdel-Razek *et al.*, 2005) ลักษณะการทำประมงปลิงทะเลในประเทศไทยยังเป็นลักษณะเดียวกับในอดีต คือการเก็บด้วยมือขณะน้ำลงในเขตน้ำขึ้นน้ำลง เขตน้ำตื้นชายฝั่ง และในแหล่งหญ้าทะเล บางครั้งอาศัยการดำผิวน้ำ (skin diving) และบางครั้งอาจใช้วิธีการดำน้ำลึก (scuba diving) ในระดับความลึกประมาณ 5-10 เมตร ปลิงทะเลบางชนิดต้องจับในเวลากลางวัน เช่น *H. leucospilota* บางชนิดจับในเวลากลางคืน เช่น *S. variegates* ในต่างประเทศไม่ว่าจะเป็นญี่ปุ่น จีน เกาหลี อินโดนีเซีย และอีกหลายประเทศ มีการทำการประมงปลิงทะเลอย่างจริงจัง และมีการพัฒนาการเพาะเลี้ยงอย่างต่อเนื่อง ประเทศที่มีผลผลิตปลิงทะเลสูงที่สุดคือ ญี่ปุ่น รองลงมาเป็น จีน อินโดนีเซีย และเกาหลี ตามลำดับ (Conand, 2004)

6. การเพาะเลี้ยงปลิงทะเล

6.1 สถานการณ์การเพาะเลี้ยงปลิงทะเล

ปัจจุบันการทำประมงปลิงทะเลในเขตร้อน (tropical sea cucumber) อยู่ในสถานะเกินศักยภาพการผลิต และนักจัดการทรัพยากรกำลังพยายามหาวิธีการเพื่อลดปัญหาดังกล่าว (Purcell, 2010; Toral-Granda *et al.*, 2008) ซึ่งแน่นอนว่าการลดปริมาณการจับปลิงทะเลในธรรมชาติจะเป็นวิธีเริ่มต้น แต่อีกหนึ่งหนทางที่จะช่วยลดปริมาณการจับปลิงทะเลในธรรมชาติคือการเพาะขยายพันธุ์ปลิงทะเลบางชนิดที่มีศักยภาพและความพร้อมในการเพาะเลี้ยง อย่างไรก็ตามรายงานหลายฉบับรายงานว่าประชากรปลิงทะเลชนิดที่มีมูลค่าสูงเท่านั้นที่ถูกคุกคาม ในบางพื้นที่หรือบางแหล่งพบว่าการฟื้นฟูประชากรปลิงทะเลมีเพียงมาตรการเดียวเท่านั้น คือการกำกับดูแลการทำประมง (Friedman *et al.*, 2011; Hasan, 2005) เทคโนโลยีการเพาะขยายพันธุ์และส่งเสริมให้มีกิจกรรมการเพาะเลี้ยงในเชิงพาณิชย์จึงเป็นอีกหนึ่งหนทางที่จะสามารถลดหรือชะลอการเสื่อมโทรมพันธุ์ของสายพันธุ์ในเขตร้อนได้ (Agudo, 2006; Ivy and Giraspy, 2006; Mercier *et al.*, 2004) ซึ่งวิธีการดังกล่าวจะเป็นจุดเริ่มต้นสำหรับอีกหลายสายพันธุ์ต่อไป การเพาะเลี้ยงอาจเป็นมาตรการทางอ้อมที่ทำให้เกิดการฟื้นคืนของทรัพยากรปลิงทะเลในธรรมชาติ หรือเป็นผลพลอยได้เมื่อมีการเลี้ยงในทะเล (Bell *et al.*, 2005; Bell *et al.*, 2008) เทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงสัตว์ในเขตร้อนมีเพียงไม่กี่สายพันธุ์เท่านั้นที่ได้รับการพัฒนาสูงในเวลาที่ผ่านมา

ในช่วงศตวรรษที่ผ่านมาปลิงทะเลเป็นรายการอาหารราคาแพงที่ได้รับการยอมรับ และมีการจำหน่ายในตลาดอาหารทะเลแห่งของเอเชีย (Conand, 2001; Ferdouse, 2004; Raison, 2008) และมีปริมาณการซื้อขายมากที่สุด ภายใต้ชื่อ beche-de-mer หรือ trepan สำหรับปลิงทะเลในเขตอบอุ่นมีเพียงไม่กี่ชนิดเท่านั้นที่มีการจำหน่าย โดยปลิงญี่ปุ่น (*Apostichopus japonicas*) เป็นชนิดที่มีราคาสูงถึง 2,950 ดอลลาร์ต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง แต่ราคาอาจแตกต่างกันไปบ้าง ดังนั้นเทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงปลิงทะเลในประเทศจีนจึงได้รับการพัฒนาอย่างรวดเร็ว ปัจจุบันโรงเพาะฟักของจีนสามารถผลิตปลิงทะเลระยะวัยรุ่นได้มากกว่า 6 ล้านตัวต่อปี โดยการเลี้ยงปลิงในทะเล การเลี้ยงในกระชัง และการเลี้ยงในบ่อ มีปริมาณในรูปน้ำหนักแห้งสูงถึง 1 ใน 4 ของการจับจากธรรมชาติทั่วโลก (Purcell *et al.*, 2012)

ตารางที่ 2.2 ประมาณการการผลิตลูกปลิงทะเลชนิดต่าง ๆ จากโรงเพาะฟักทั่วโลก

ประเทศ	ชนิด	ผลผลิตปลิงทะเล ขนาด 1 กรัม (ต่อปี)	การใช้ประโยชน์	ปี
Australia (Northern Territory)	<i>H. scabra</i>	62,000 +	เลี้ยงในทะเล ฟาร์ม บ่อดิน	2004-ปัจจุบัน
Australia (Queensland)	<i>H. scabra</i>	500,000	เลี้ยงในทะเล	2003-2009
Australia (Queensland)	<i>H. lessoni</i>	330,000	เลี้ยงในทะเล	2004-2009
Australia (Queensland)	<i>H. scabra</i>	1000	การทดลอง	2004-2007
Canada	<i>Parastichopus californicus</i>	ไม่พบข้อมูล	ฟาร์มบ่อดิน	2009-ปัจจุบัน
China	<i>Apostichopus japonicus</i>	>60,000,000	เลี้ยงในทะเล ฟาร์มบ่อดิน	1990-ปัจจุบัน
Ecuador	<i>I. fuscus</i>	ไม่พบข้อมูล	การทดลอง	2002-2008
Fiji	<i>H. scabra</i>	500	การทดลอง	2008-2010
FSM (Pohnpei)	<i>H. scabra</i>	10,000	การทดลอง	2009-ปัจจุบัน
FSM (Yap)	<i>Actinopyga</i> sp.	ไม่พบข้อมูล		2007
India (Tuticorn)	<i>H. scabra</i>	3000	การทดลอง	1988-2006
India (Tuticorn)	<i>H. spinifera</i>	ไม่พบข้อมูล	การทดลอง	2001-2006
Iran (Bandar-e Lengeh)	<i>H. scabra</i>	ไม่พบข้อมูล	การทดลอง	2011
Japan	<i>A. japonicus</i>	> 3,000,000	รวบรวมสายพันธุ์	1977-ปัจจุบัน
Kiribati	<i>H. fuscogilva</i>	500-8000	รวบรวมสายพันธุ์	1997-2009
Madagascar	<i>H. scabra</i>	200,000	เลี้ยงในทะเล (คอก)	2007-ปัจจุบัน
Maldives	<i>H. scabra</i>	5,000,000	เลี้ยงในทะเล	1997-ปัจจุบัน
Mexico	<i>I. fuscus</i>	300,000	ฟาร์มบ่อดิน	2008-ปัจจุบัน
New Caledonia	<i>H. scabra</i>	18,000	การทดลอง	2000-2006
New Caledonia	<i>H. scabra</i>	450,000 +	เลี้ยงในทะเล ฟาร์มบ่อดิน	2011-ปัจจุบัน
New Zealand	<i>Australostichopus mollis</i>	ไม่พบข้อมูล	การทดลอง	2007-ปัจจุบัน
Palau	<i>Actinopyga mauritiana</i>	500,000	รวบรวมสายพันธุ์	2009-2011
Palau	<i>Actinopyga miliaris</i>	50,000	รวบรวมสายพันธุ์	2009-2011
Philippines (Bolinao)	<i>H. scabra</i>	32,000	เลี้ยงในทะเล	2001-ปัจจุบัน
Philippines (Mindanao)	<i>H. scabra</i>	15,000	เลี้ยงในทะเล ฟาร์มบ่อดิน	2009-ปัจจุบัน
Philippines (Bolinao)	<i>S. horrens</i>	500	การทดลอง	2009-ปัจจุบัน
Philippines (Dagupan)	<i>H. scabra</i>	20,000	การทดลอง	2009-2011

ตารางที่ 2.2

ประเทศ	ชนิด	ผลผลิตปลิงทะเล ขนาด 1 กรัม (ต่อปี)	การใช้ประโยชน์	ปี
Philippines (Iloilo)	<i>H. scabra</i>	11,000	การทดลอง	2010-ปัจจุบัน
Saudi Arabia	<i>H. scabra</i>	ไม่พบข้อมูล	การเลี้ยงในทะเล	ไม่พบข้อมูล
Solomon Islands	<i>H. scabra</i>	ไม่พบข้อมูล	การทดลอง	1996-2000
USA (Alaska)	<i>P. californicus</i>	ไม่พบข้อมูล	การทดลอง	2010-ปัจจุบัน
Vietnam	<i>H. scabra</i>	200,000 +	ฟาร์มบ่อดิน	2001-ปัจจุบัน

ที่มา: Purcell *et al.* (2012)

ปลิงทะเลเขตร้อนที่มีการจำหน่ายในปัจจุบันมีมากกว่า 50 สายพันธุ์ (Purcell, 2010) แต่โดยส่วนใหญ่เป็นชนิดที่มีราคาค่อนข้างต่ำ และตัวที่มีขนาดเล็กจะมีราคาตกลงต่อหน่วยน้ำหนักเมื่อเทียบกับปลิงทะเลขนาดใหญ่กว่า ชนิดที่มีการซื้อขายสูงที่สุดคือปลิงขาว (*H. scabra*) ซึ่งเป็นปลิงทะเลที่มีราคาสูง นิยมจำหน่ายในตลาดฮ่องกง ราคาซื้อขายอยู่ในช่วง 115-640 ดอลลาร์สหรัฐต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง บางครั้งอาจมีราคาสูงถึง 1,670 ดอลลาร์สหรัฐต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง สำหรับตัวที่มีขนาดใหญ่ (1.5-2.0 กิโลกรัมน้ำหนักเปียกต่อตัว หรือ 75-100 กรัมน้ำหนักแห้งต่อตัว) (Purcell *et al.*, 2012) นอกจากปลิงขาวแล้วยังมีชนิดที่อยู่ในกลุ่มมูลค่าสูงอีกหลายชนิด เช่น ปลิงสีทอง (golden sandfish, *H. lessona*) ราคาอยู่ในช่วง 240-790 ดอลลาร์สหรัฐต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง และปลิงทะเลในกลุ่ม *teafish* ได้แก่ *H. fuscogilva*, *H. nobilis* และ *H. whitmaei* มีราคาขายปลีกในตลาดฮ่องกงที่ 130-270 ดอลลาร์สหรัฐต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง เนื่องจากปลิงทะเลเขตร้อนส่วนใหญ่ส่งจำหน่ายในตลาดเอเชียและอาศัยระยะเวลาในการเลี้ยงจนมีขนาดใหญ่ การเพาะเลี้ยงปลิงทะเลจึงเน้นชนิดที่มีมูลค่าสูง (Purcell *et al.*, 2012)

หลายประเทศในแถบ Indo-Pacific มีการจัดลำดับความสำคัญของการเพาะเลี้ยงปลิงทะเลไว้ในแผนพัฒนาของประเทศ (Jimmy *et al.*, 2012; Mills *et al.*, 2012) สำหรับการเพาะเลี้ยงปลิงทะเลในประเทศไทยยังอยู่ในระดับการทดลอง ปลิงทะเลที่มีจำหน่ายในท้องตลาดและการส่งออกเป็นการจับจากธรรมชาติทั้งสิ้น หน่วยงานหลักที่ทำการทดลองเพาะเลี้ยงปลิงทะเลส่วนใหญ่เป็นหน่วยงานของรัฐ ได้แก่ กรมประมง ชนิดที่ประสบความสำเร็จในการเพาะเลี้ยงคือปลิงขาวและปลิงดำ แต่ยังคงประสบปัญหาอัตราการรอดตายของตัวอ่อนปลิงทะเลที่อยู่ในระยะก่อนการลงเกาะ โดยพบว่าตั้งแต่ระยะ *auricularia* จนถึงระยะลงเกาะขนาด 1 เซนติเมตร มีอัตราการรอดตายประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ เท่านั้น (จำนง, 2551) สำหรับข้อมูลทางการเพาะขายพันธุ์และเลี้ยงที่ถูกนำมาใช้ ส่วนใหญ่เป็นการดัดแปลงจากต่างประเทศที่มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ได้แก่ ประเทศญี่ปุ่น รองลงมาเป็น จีน อินโดนีเซีย และเกาหลี ตามลำดับ (Conand, 2004) และยังมีกรดัดแปลงเทคนิคและวิธีการจากการเพาะเลี้ยงปลิงทะเลชนิดอื่น ๆ ได้แก่ *Stichopus japonicus* (ญี่ปุ่น) โดย Ito and Kitamura (1998) *Apostichopus japonicus* (จีน) โดย Xiyin *et al.* (2004) *Holothuria scabra* (อินเดีย) โดย James (2004) เป็นต้น

6.2. การเพาะฟัก

6.2.1 ข้อจำกัดและความก้าวหน้าทางเทคนิค

ปลิงขาว (sandfish, *H. scabra*) เป็นชนิดที่นิยมเพาะเลี้ยงทั่วไปในเขตร้อน (Raison, 2008) ปลิงสีทอง (golden sandfish, *H. lessona*) มีราคาที่ดีกว่าแต่มีปริมาณการเพาะเลี้ยงน้อย (Ivy and Giraspy, 2006) ในประเทศเอกวาดอร์มีการเพาะเลี้ยงปลิงทะเลชนิด *Isostichopus fuscus* แต่ปริมาณการผลิตไม่เพียงพอสำหรับการจำหน่ายในเชิงพาณิชย์ (Mercier *et al.*, 2004) งานวิจัยที่เพิ่งได้รับการตีพิมพ์เมื่อไม่นานมานี้เป็นการวิจัยเกี่ยวกับวิธีการเพิ่มปริมาณการผลิตปลิงญี่ปุ่น (Japanese sea cucumber, *A. japonicas*) (เช่น Choi *et al.*, 2009; Li and Li, 2010; Xia *et al.*, 2012; Yuan *et al.*, 2010) ซึ่งเทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงปลิงทะเลในเขตร้อนมีความล่าช้า การศึกษาปลิงขาวที่เกาะ Solomon Islands ในช่วงปลายปี 1990 เป็นการพัฒนาวิธีการเลี้ยง การฟัก การคัดแยก และการปล่อยปลิงวัยรุ่น (Battaglione and Seymour, 1998; Battaglione *et al.*, 1999)

6.2.2 พ่อแม่พันธุ์และการวางไข่

ปกติแล้วพ่อแม่พันธุ์ปลิงทะเลจะถูกนำมาปรับสภาพในบ่อหรือถังก่อนนำไปกระตุ้นให้มีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ หรือนำไปกระตุ้นทันทีเมื่อจับมาจากธรรมชาติ (Agudo, 2006; Morgan, 2000) พบว่าพ่อแม่พันธุ์สามารถสร้างเซลล์สืบพันธุ์ได้ภายในบ่อพักหรือบ่อเลี้ยง แต่ต้องใช้ความหนาแน่นต่ำเนื่องจากปลิงอาจสูญเสียน้ำหนักไปในระหว่างเลี้ยงไว้ในบ่อพัก (Duy, 2012) การกระตุ้นการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์สามารถทำได้ภายในถังขนาดเล็ก โดยการทำให้พ่อแม่พันธุ์เกิดความเครียด ได้แก่ การผึ่งแห้ง การช็อคด้วยอุณหภูมิ การเหนี่ยวนำโดยใช้สาหร่ายผง การเปลี่ยนแปลงระดับความลึกของน้ำภายในถังอย่างรวดเร็ว และการฉีดน้ำ (Agudo, 2006; Duy, 2010) ถึงแม้ปลิงทะเลที่อาศัยในเขตร้อนจะมีการวางไข่ตามฤดูกาลเป็นหลัก (Battaglione *et al.*, 2002; Conand, 1993; Muthiga and Kawaka, 2009) แต่เป็นที่ทราบกันว่า *I. fuscus* ในประเทศเอกวาดอร์จะมีการวางไข่ตลอดทั้งปี ทำให้โรงเพาะฟักมั่นใจได้ว่าจะมีไข่ปลิงทะเลสำหรับขยายพันธุ์ได้ตลอดทั้งปี (Mercier *et al.*, 2012)

Renbo and Yuan (2004) รายงานว่าการเพาะฟักปลิงทะเลอาศัยการนำพ่อแม่พันธุ์จากธรรมชาติ มากระตุ้นให้มีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ มีวิธีหลัก 2 คือ วิธีการผึ่งแห้งสลับกับการฉีดน้ำ และการปรับอุณหภูมิ (temperature shock) สำหรับการกระตุ้นการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปลิงดำนั้น แววลี (2554) ได้ทำการทดลองกระตุ้นการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปลิงดำ โดยอาศัยการปรับเปลี่ยนสภาพแวดล้อมบางประการ พบว่าการช็อคด้วยอุณหภูมิต่ำเป็นวิธีการที่สามารถกระตุ้นให้มีการปล่อยไข่และอสุจิจำนวนมากที่สุด ไข่ที่ได้มีอัตราการฟักสูงที่สุด และมีขนาดของคัพภะใหญ่ที่สุดทั้งระยะ blastula และ gastrula รวมถึงตัวอ่อน auricularia นอกจากนี้ยังสามารถพัฒนาเข้าสู่ระยะ auricularia หรือฟักออกเป็นตัวได้เร็วที่สุด แต่พบว่าการผึ่งแห้งสลับกับการฉีดน้ำ กลับเป็นวิธีการที่สามารถกระตุ้นให้พ่อแม่พันธุ์ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ได้เร็วที่สุด ไข่ที่ได้สามารถพัฒนาเข้าสู่ระยะ blastula และมีการปฏิสนธิได้เร็วที่สุดด้วย พ่อพันธุ์จะปล่อยน้ำเชื้อที่มีลักษณะเหมือนหมอกควันสีขาวขุ่น และแม่พันธุ์จะปล่อยไข่ที่มีลักษณะเป็นเม็ดเล็กละเอียดสีขาวอมชมพู หรือสีส้ม เป็นไข่

จมน้ำ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 150 ไมครอน แม่พันธุ์หนึ่งตัวจะปล่อยไข่ประมาณ 800,000 ฟอง ไข่ที่ได้รับการปฏิสนธิจะฟักออกเป็นตัวอ่อนระยะแรกที่สามารถว่ายน้ำได้ เรียกว่า auricularia ใช้เวลาประมาณ 48 ชั่วโมง โดยปกติอัตราการฟัก (hatching rate) ประมาณ 93.8% (Laxminarayana, 2005) ตัวอ่อนของปลิงดำมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง (metamorphosis) เหมือนกับปลิงทะเลทั่วไป คือ 4 ระยะ ได้แก่ ระยะ auricularia ขนาดประมาณ 400 ไมครอน ระยะ doliolaria ขนาดประมาณ 500 ไมครอน ระยะ pentactula ขนาดประมาณ 550 ไมครอน และระยะลงเกาะ (settlement) ขนาดโตกว่า 550 ไมครอน การพัฒนาตั้งแต่ระยะ auricularia จนถึงระยะลงเกาะจะใช้เวลามากกว่า 30 วัน และจากการศึกษาของ Ramofafia *et al.* (1995) พบว่าระยะเวลาการพัฒนาของตัวอ่อนปลิงดำตั้งแต่ไข่ได้รับการปฏิสนธิจนถึงระยะ doliolaria จะใช้เวลาประมาณ 20 วัน

Gamboa *et al.* (2012) กล่าวว่า การปรับปรุงคุณสมบัติให้เหมาะสมกับพ่อแม่พันธุ์ปลิงขาวจะมีผลต่อความสำเร็จในการวางไข่ แต่ Morgan (2000) พบว่าความดกไข่และอัตราการฟักจะแปรผกผันกับระยะเวลาที่พ่อแม่พันธุ์ถูกเลี้ยงไว้ในถังฟัก และปัจจุบันเงื่อนไขเกี่ยวกับการดูแลพ่อแม่พันธุ์ให้มีสุขภาพดีในโรงเพาะฟักยังเป็นปัญหาที่สำคัญ การวิจัยเกี่ยวกับเทคนิคการเลี้ยงเพื่อให้พ่อแม่พันธุ์สามารถสร้างเซลล์สืบพันธุ์ได้ในเวลาที่จำเป็นจึงเป็นเรื่องที่จำเป็น

6.2.3 ตัวอ่อนและการเลี้ยงปลิงทะเลวัยอ่อนถึงระยะวัยรุ่น

การเลี้ยงปลิงทะเลวัยอ่อนหรือการอนุบาลมีอุปสรรคที่สำคัญคืออัตราการรอดตายของตัวอ่อนระยะที่เป็นแพลงก์ตอนและระยะวัยรุ่น อัตราการรอดตายของตัวอ่อนระยะแรกค่อนข้างต่ำ โดยทั่วไปจะมีอัตราการรอดตายเพียง 1 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเข้าสู่ระยะวัยรุ่น ซึ่งตามปกติจะเป็นช่วงเวลาที่ย้ายจากถังอนุบาลไปยังถังที่มีน้ำไหล (raceway) หรือกระชังในบ่อ รายงานอัตราการรอดตายเฉลี่ยสำหรับการเลี้ยงปลิงขาวแตกต่างกันในแต่ละประเทศ ซึ่งอาจสะท้อนถึงลักษณะทางภูมิศาสตร์มากพอๆ กับวิธีการปฏิบัติในโรงเพาะฟัก (Purcell *et al.*, 2012)

สำหรับความหนาแน่นของตัวอ่อนในถังอนุบาลมักอยู่ระหว่าง 0.3-1 ตัวต่อมิลลิลิตร (Agudo, 2006) ผลจากการทดลองพบว่าการอยู่รอดของตัวอ่อนจะแปรผกผันกับความหนาแน่น (Battaglione *et al.*, 1999; Duy, 2012) ซึ่งจะต้องเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของตัวอ่อนในระยะที่เป็นแพลงก์ตอน (เช่น gastrula, auricularia, doliolaria) กับอัตราการรอดตาย การเจริญเติบโตขึ้นอยู่กับความหนาแน่น และการรอดตายอาจแตกต่างกันระหว่างตัวอ่อนแต่ละระยะ นอกจากนี้อัตราการรอดตายของตัวอ่อนระยะ pentactula ยังเกี่ยวข้องกับวิธีการในการย้ายตัวอ่อนไปยังถังเลี้ยงหรือถังอนุบาล ซึ่งอาจต้องมีการเปรียบเทียบวิธีการในการย้ายตัวอ่อนระยะ pentactula (Purcell *et al.*, 2012)

วิธีการเพิ่มการเจริญเติบโตและการให้อาหารปลิงทะเลในปัจจุบันเป็นการพัฒนาเทคนิคและวิธีการมาจากการเลี้ยงหอยที่กินพืชเป็นอาหาร เช่น หอยเป่าฮือ (Battaglione, 1999) โดยพบว่าไดอะตอมที่อาศัยอยู่ที่ผิวดินซึ่งใช้สำหรับหอยเป่าฮือ สามารถให้การเจริญเติบโตและอัตราการรอดที่ดีที่สุดสำหรับปลิงทะเลระยะวัยรุ่น แต่ยังคงขาดข้อมูลเกี่ยวกับส่วนประกอบของอนุภาคอาหารสำหรับปลิงทะเลวัยรุ่นขนาดเล็ก แต่จากรายงานของ Watanabe *et al.* (2012) พบว่าปลิง

ขาวระยะวัยร่อนขนาดประมาณ 2 กรัม สามารถเจริญเติบโตในถังที่มีเศษเหลือจากกุ้งหรือถังที่มีขี้กุ้งได้ดีกว่าถังที่มีไดอะตอมหน้าดิน (benthic diatom, *Navicula ramosissima*) Purcell *et al.* (2012) จึงเสนอให้ศึกษาเกี่ยวกับประสิทธิภาพของอาหารและการให้อาหารที่มี biofilm ลักษณะต่างกัน รวมถึงชนิดของอาหารและบทบาทของแบคทีเรีย ในอาหารสำหรับเลี้ยงปลิงทะเลระยะวัยร่อน Watanabe *et al.* (2012) ยังพบว่าการเติมทรายในถังสามารถเร่งการเจริญเติบโตของปลิงขาววัยอ่อนและปลิงขาววัยร่อน และยังสัมพันธ์กับระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำ

7.2.4 อาหาร

Purcell *et al.* (2012) กล่าวว่าการศึกษาทางด้านโภชนาการและการให้อาหาร สำหรับตัวอ่อนระยะ auricularia ของปลิงทะเลชนิดที่อาศัยในเขตร้อนยังขาดช่วง ปัจจุบันมีการนำสาหร่าย 4 ชนิด มาใช้เป็นอาหารสำหรับปลิงขาว (sandfish, *H. scraba*) ที่ความหนาแน่น 20,000 – 40,000 เซลล์ต่อมิลลิลิตร (Battaglione, 1999) สอดคล้องกับการใช้ *Chaetoceros muelleri*, *Rhodomonas salina* และ *Isochrysis galbana* ร่วมกัน ซึ่งได้รับการยอมรับและใช้เป็นคู่มือสำหรับการเลี้ยงปลิงขาว (Agudo, 2006; Duy, 2010) นอกจากนี้ยังมีการให้อาหารที่เป็นอาหารผสมสาหร่ายในปลิงสีทอง (golden sandfish, *H. lessona*) (Ivy and Giraspy, 2006) และ *Isostichopus fuscus* (Mercier *et al.*, 2012) แต่จากรายงานของ Knauer (2011) พบว่าตัวอ่อนปลิงขาวที่เลี้ยงในประเทศออสเตรเลียที่เลี้ยงด้วย *C. muelleri* เพียงอย่างเดียว มีการรอดตายที่ดีเมื่อเปรียบเทียบกับเลี้ยงด้วยอาหารผสมสาหร่าย สอดคล้องกับการอนุบาลตัวอ่อนปลิงขาวในประเทศเวียดนามและฟิลิปปินส์ ที่ประสบความสำเร็จจากการอนุบาลด้วย *Chaetoceros* เพียงอย่างเดียว (Duy, 2012; Gamboa *et al.*, 2012) ในขณะที่ดูเหมือนว่าความสำเร็จที่เกิดขึ้นจากการทดลองต้องการชี้ให้เห็นว่าการใช้สาหร่ายที่เป็นสกุลเพียงชนิดเดียว มีประสิทธิภาพต่อตัวอ่อนเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้อาหารหลายชนิด โดยภาพรวมพบว่าการทดลองศึกษายังมีความจำเป็นต้องศึกษาความหนาแน่นของอาหารหรือสาหร่ายที่เหมาะสมสำหรับตัวอ่อนปลิงทะเลชนิดต่าง ๆ ในแต่ละระยะ (Purcell *et al.*, 2012)

Hair *et al.* (2011) ประสิทธิภาพสำเร็จในการให้อาหารปลิงขาวระยะวัยร่อน โดยการใช้อาหารเปียกที่ผสม *Isochrysis* sp. (30 เปอร์เซ็นต์), *Tetraselmis* sp. (20 เปอร์เซ็นต์), *Pavlova* sp. (20 เปอร์เซ็นต์) และ *Thalassiosira weissflogii* (30 เปอร์เซ็นต์) สาหร่ายเปียกนี้จำเป็นต้องเก็บในตู้เย็น แต่ช่วยลดค่าใช้จ่ายในการเพาะเลี้ยงสาหร่าย เหมาะสำหรับประเทศที่มีรายได้ต่ำและรัฐที่เป็นเกาะเล็กๆ อย่างไรก็ตามสาหร่ายเปียกนี้สามารถถูกกำจัดออกจากมวลน้ำได้รวดเร็ว ดังนั้นจึงต้องมีกรรมวิธีการให้อาหารที่เหมาะสม นอกจากนี้ตัวอ่อนปลิงขาวยังไม่สามารถดูดซึมสาหร่ายเปียกบางชนิดได้ เช่น *T. weissflogii* (แต่สามารถแทนด้วย *Chaetoceros*)

อาหารสำหรับการอนุบาลปลิงดำวัยอ่อนมีลักษณะเหมือนกับในปลิงทะเลทั่วไป โดยอาหารที่ใช้ในการอนุบาลตัวอ่อนระยะ auricularia จนถึงระยะลงเกาะ จะเป็นสาหร่ายเซลล์เดียว ได้แก่ พวกไดอะตอม เช่น *Rhodomonas salina*, *Chaetoceros calcitrans*, *C. mulleri*, *T. chuii*, *I. galbana* และ *P. lutheri* (Ivy and Giraspy, 2006) *P. salina* (Battaglione *et al.*, 1999) และ *Dunaliella* sp. เป็นต้น การให้จะให้ในสัดส่วนที่แตกต่างกันออกไป จำนวนครั้งที่ให้มีตั้งแต่ 2-4 ครั้งต่อวัน แล้วแต่เทคนิคของแต่ละแหล่ง

7.2.5 การลงเกาะและวัสดุเกาะ

Li *et al.* (2010) กล่าวว่า สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่อาศัยอยู่ในทะเล โดยเฉพาะพวกเกาะกับที่หลายชนิด มีระยะวัยอ่อนมีช่วงเวลาในการเจริญเติบโตและพัฒนาจากรูปแบบแพลงก์ตอนก่อนที่จะลงเกาะและค่อยๆ เปลี่ยนแปลงรูปร่างจนเข้าสู่ระยะวัยรุ่น นอกจากนี้ การเลือกที่อยู่อาศัยที่เหมาะสมจากการลงเกาะของตัวอ่อนยังเป็นตัวกำหนดความอยู่รอดในระยะยาวของระยะวัยรุ่นและตัวเต็มวัย (Barker, 1977; Pearce and Scheibling, 1990) ในขณะเดียวกันพบว่าตัวอ่อนของสัตว์ทะเลบางชนิดยังมีความสามารถชะลอการพัฒนาจนกว่าจะพบพื้นผิวที่เหมาะสมสำหรับการอาศัย (Mladenov, 1985) ซึ่งอาจเป็นผลให้ระยะเวลาการลงเกาะของตัวอ่อนเปลี่ยนแปลงไป

การเลือกปัจจัยที่เหมาะสมจะทำให้การลงเกาะของตัวอ่อนประสบความสำเร็จและมีการพัฒนาการภายใต้เงื่อนไขสภาพแวดล้อมในโรงเพาะฟัก เช่นเดียวกับปลิงทะเลที่มีรายงานว่า การลงเกาะ (settlement) และการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของตัวอ่อน (metamorphosis) เป็นระยะวิกฤติที่สุดของวงจรชีวิต (Smiley *et al.*, 1991) อัตราการลงเกาะที่สูงและการเปลี่ยนแปลงรูปร่างที่ดีเป็นขั้นตอนแรกที่สำคัญในการผลิตลูกพันธุ์ ดังนั้นการคัดเลือกพื้นผิวที่เหมาะสมและส่งเสริมการลงเกาะและพัฒนาการของตัวอ่อนจึงเป็นสิ่งจำเป็นในการผลิตเชิงอุตสาหกรรม (Li *et al.*, 2010) Battaglene *et al.* (1999) รายงานว่าช่วงเวลาวิกฤติที่สุดของปลิงขาวคือช่วงที่ตัวอ่อนลงเกาะใหม่ๆ ซึ่งมีขนาดความยาวน้อยกว่า 5 มิลลิเมตร ช่วงนี้เป็นช่วงที่มีอัตราการตายสูง

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการลงเกาะของตัวอ่อนมีหลายปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยทางกายภาพ เคมี และพฤติกรรม (Devakie and Ali 2002; Avendano-Herrera *et al.*, 2003; Zhao *et al.*, 2003; Kang *et al.*, 2004; Su *et al.*, 2007; Leyton and Riquelme 2008; Yu *et al.*, 2008) ในการเพาะเลี้ยงปลิงทะเล *Stichopus japonicus* และ *Holothuria scabra* พบว่าการลงเกาะที่ประสบความสำเร็จจะถูกชักนำโดยการเคลือบผิววัสดุด้วยไดอะตอมกลุ่มที่มีการยึดเกาะแบบที่เรียกว่าเกาะตัวเป็นแผ่นฟิล์ม และสารสกัดจากสาหร่าย (Ito and Kitamura, 1997) Li *et al.* (2010) กล่าวว่า อาจมีตัวชี้ทางเคมีที่ปล่อยออกมาจากแบคทีเรียหรือสาหร่ายบนแผ่น biofilm ที่เป็นตัวเหนี่ยวนำและเอื้อต่อการลงเกาะของตัวอ่อนปลิงทะเลชนิด *A. japonicus* Rahim *et al.* (2004) พบว่ากลุ่มของ periphitic diatom เหนี่ยวนำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของตัวอ่อนเม่นทะเล (sea urchin) ชนิด *Pseudocentrotus depressus* หอยเป่าชื่อชนิด *Haliotis discus hannai* (Kawamura and Kikuchi, 1992) และปลิงทะเล *A. japonicus* (Ito and Kitamura, 1997) อย่างไรก็ตาม ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการลงเกาะของปลิงทะเลยังมีเพียงเล็กน้อยเท่านั้นเมื่อเปรียบเทียบกับแอคไคโนเดิร์มกลุ่มอื่น ๆ

7.2.6 การอนุบาลปลิงทะเลระยะวัยรุ่น

การอนุบาลปลิงทะเลในโรงเพาะฟักจนมีขนาดที่เหมาะสม สำหรับการปล่อยลงเลี้ยงในทะเลจำเป็นต้องใช้พื้นที่มาก ดังนั้นในการอนุบาลปลิงทะเลบางชนิดเพื่อให้ได้ขนาดดังกล่าว จึงอาศัยการอนุบาลในกระชังที่อยู่ในบ่อดิน เทคนิคการอนุบาลในลักษณะนี้ประกอบด้วย 2

ขั้นตอน คือ การอนุบาลลูกปลิงวัยรุ่นขนาดเล็กความยาว 3-5 มิลลิเมตร โดยการเลี้ยงในกระชังตาถี่ (hapas) ขนาดช่องตา 400-700 ไมครอน จนมีน้ำหนักประมาณ 1 กรัม จึงเปลี่ยนมาเลี้ยงในกระชังที่มีขนาดช่องตาใหญ่ขึ้น เช่น 1 มิลลิเมตร ที่เรียกว่า ถุงตาข่าย (bag nets) (Pitt and Duy, 2004) และเมื่อโตขึ้นจนมีน้ำหนักประมาณ 3-10 กรัม จะปล่อยลงเลี้ยงในบ่อดินหรือในทะเล (Purcell *et al.*, 2012) การอนุบาลในกระชังตาถี่มีโอกาสที่จะมีการอุดตันของตะกอนได้ง่าย ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการทำความสะอาดกระชัง (Pitt and Duy, 2004) สำหรับในประเทศเวียดนามพบว่า จะทำการอนุบาลปลิงทะเลในกระชังตาถี่เพียงอย่างเดียว (Duy, 2012) ในขณะที่การอนุบาลในขั้นตอนที่สอง อาจลดความจำเป็นในการทำความสะอาดกระชัง แต่กระชังที่มีตาห่างมากขึ้นอาจทำให้ลูกปลิงทะเลหลุดรอดออกจากตาข่ายได้ และยังเป็นการเพิ่มค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนวัสดุอุปกรณ์และการย้ายลูกปลิงทะเล (Purcell *et al.*, 2012)

นอกจากนี้ยังสามารถอนุบาลลูกปลิงทะเลระยะวัยรุ่นได้ในบ่อคอนกรีต แต่ Lavitra *et al.* (2010) พบว่าการอนุบาลในบ่อคอนกรีตจะมีอัตราการเจริญเติบโตสูงที่สุดเมื่อมีความหนาแน่นต่ำ นอกจากนี้ลูกปลิงยังได้รับผลกระทบจากคุณภาพของตะกอน การพัฒนาวิธีการอนุบาลในบ่อดินส่วนใหญ่เป็นการทดลองแบบไม่มีจำนวนซ้ำ ในส่วนของบ่อดินพบว่าควรมีการศึกษาเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายในการล้อมคอกที่มีประสิทธิภาพ เนื่องจากเป็นส่วนสำคัญสำหรับการเลี้ยงปลิงทะเลวัยรุ่นในเชิงพาณิชย์ต่อไป นอกจากนี้ยังสามารถย้ายปลิงทะเลระยะวัยรุ่นจากวัสดุเกาะที่เป็นแผ่นพลาสติกลงบ่อดินได้โดยตรง (Hair and Johnston, 2008) การเจริญเติบโตที่ค่อนข้างแปรปรวนของปลิงทะเลระยะวัยรุ่น (Gamboa *et al.*, 2012; Juinio-Meñez *et al.*, 2012; Pitt and Duy, 2004) เป็นปัญหาสำคัญสำหรับการอนุบาลปลิงทะเล การแยกปลิงทะเลที่มีขนาดใหญ่ออกอย่างต่อเนื่องจะช่วยให้ปลิงทะเลที่มีขนาดเล็กกว่าเจริญเติบโตได้เร็วขึ้น แต่จะต้องมีการจัดการอย่างเหมาะสม (Battaglione and Seymour, 1998)

การให้อาหารปลิงทะเลระยะวัยรุ่นยังมีข้อมูลน้อยมาก Pitt and Duy (2004) กล่าวว่า การให้อาหารกุ้งที่มีคุณภาพดีอาจช่วยส่งเสริมให้ปลิงขาวมีการเจริญเติบโตดีกว่าการให้อาหารอื่นๆ ที่มีราคาถูกกว่า อย่างไรก็ตามการให้อาหารอาจไม่จำเป็นหากเป็นการเลี้ยงในบ่อดินที่มีกำลังการผลิตตามธรรมชาติที่อุดมสมบูรณ์ ซึ่งจะทำให้มีสารอินทรีย์เกาะอยู่ตามตาข่ายและเป็นอาหารสำหรับปลิงทะเลอย่างสม่ำเสมอ

6.3. การทำฟาร์มในทะเล

6.3.1 การเลี้ยงปลิงทะเลในบ่อ

อัตราการรอดตายของปลิงขาว (sandfish) ระยะวัยรุ่นถึงตัวเต็มวัยที่เลี้ยงในบ่อดินมีค่าสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับ การเลี้ยงในทะเล โดยทั่วไปอยู่ในช่วง 50-80 เปอร์เซ็นต์ (Agudo, 2012; Bell *et al.*, 2007; Duy, 2012; Gamboa *et al.*, 2012) ปลิงขาวมีแหล่งอาศัยในบริเวณชายฝั่งที่มีลักษณะเป็นทรายแป้ง ดังนั้นจึงสามารถปรับตัวได้ดีกับสภาพของบ่อดิน (Agudo, 2012; Hamel *et al.*, 2001; Raison, 2008) ซึ่งแตกต่างจากปลิงทะเลเขตร้อนที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจชนิดอื่น ที่มักอาศัยเป็นในสภาพแวดล้อมที่เป็นแนวปะการัง (Conand, 1990) และไม่ชอบปรับตัวต่อสภาพพื้นบ่อที่เป็นโคลนหรือบ่อในทะเล เช่น พ่อแม่พันธุ์ปลิงทะเลชนิด *H. whitmaei*

(Pacific black teatfish) ที่มีน้ำหนักเฉลี่ย 1.8 กิโลกรัม มีน้ำหนักหายไปเฉลี่ย 180 กรัม ในช่วงเวลา 6 เดือน เมื่อเลี้ยงในบ่อเดียวกับปลิงขาว ในขณะที่ปลิง *H. fuscogilva* (white teatfish) อาจตายหรือเจริญเติบโตได้ดีในบ่อที่เลี้ยงปลานวลจันทร์ทะเล ปลิงทะเลจะกินอนุภาคอินทรีย์สารภายในบ่อและบางชนิด (เช่น *H. scraba*) จะกินตะกอนสิ่งมีชีวิตในบ่อ (Purcell, 2004) ปลิงขาวที่อาศัยในบ่อดินมีความสามารถดึงสารอาหารจากตะกอน ที่มีอยู่อย่างอุดมสมบูรณ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว โดยในนิวแคลิโดเนียมีการเจริญเติบโตของปลิงขาวที่เลี้ยงในบ่อดินเป็นเวลา 1 เดือน ซึ่งมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น 20-72 กรัมต่อเดือน (Agudo, 2012; Bell *et al.*, 2007) ในขณะที่การเลี้ยงในแหล่งหญ้าทะเลบริเวณชายฝั่งทะเล ต้องใช้เวลามากกว่า 12 เดือน ปลิงทะเลจึงมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น 14-22 กรัมต่อเดือน (Purcell and Simutoga, 2008) สอดคล้องกับการเลี้ยงปลิงขาวในบ่อดินในประเทศเวียดนามและออสเตรเลีย อัตราการเจริญเติบโตที่แน่นอนของปลิงขาวขนาดเล็ก (ขนาด 5-50 กรัม) มีแนวโน้มชะลอตัวในช่วงไม่กี่เดือนแรกเมื่อลงเลี้ยงในบ่อดิน (0.1-0.9 กรัมต่อตัวต่อวัน) จากนั้นจะเพิ่มขึ้น 1.0-1.7 กรัมต่อตัวต่อวัน เมื่อมีขนาดที่สามารถกินอาหารได้ในปริมาณมาก (Agudo, 2012; Pitt and Duy, 2004; Purcell and Kirby, 2006; Raison, 2008) การลดลงของอุณหภูมิน้ำตามฤดูกาล จะมีผลต่อการเจริญเติบโตของปลิงขาวที่อาศัยในเขตละติจูดสูง (Agudo, 2012; Bell *et al.*, 2007) แต่จะไม่มีผลต่อปลิงขาวที่อาศัยในเขตละติจูดต่ำ (Pitt and Duy, 2004) พบว่าการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของสาหร่ายหน้าดินที่มีลักษณะเป็นเส้นใยภายในบ่ออาจส่งผลต่อการเจริญเติบโตหรือการตายของปลิงขาว (Agudo, 2012; Hair and Johnston, 2008)

6.3.2. การเลี้ยงปลิงทะเลร่วมกับสัตว์ชนิดอื่น

การเลี้ยงปลิงทะเลร่วมกับสัตว์ชนิดอื่นเป็นที่น่าสนใจมากกว่าเมื่อเทียบกับการเลี้ยงปลิงทะเลเพียงอย่างเดียว เนื่องจากการเลี้ยงปลิงทะเลต้องการความหนาแน่นต่ำ (Battaglene *et al.*, 1999) และใช้เวลานานในแต่ละรอบของการเลี้ยงเพื่อให้ได้ขนาดตลาดที่มีมูลค่าต่อหน่วยน้ำหนักสูง ปลิงทะเลจะอาศัยอยู่บริเวณหน้าดิน กินอุจจาระและเศษอาหารที่ตกลงมาบริเวณหน้าดินเป็นอาหาร (Raison, 2008; Slater and Carton, 2007) ทั้งยังมีโอกาสน้อยมากที่จะอพยพจากแหล่งเลี้ยง (Slater and Carton, 2010) เทคโนโลยีการเลี้ยงปลิงทะเลร่วมกับสัตว์ทะเลสายพันธุ์อื่นมีการพัฒนาอย่างสูงสำหรับชนิดที่อาศัยในเขตอบอุ่น (Zamora and Jeffs, 2011; Zhou *et al.*, 2006) แต่กลับไม่ประสบความสำเร็จในสายพันธุ์ที่อาศัยในเขตร้อน โดยมีการทดลองเลี้ยงปลิงขาวร่วมกับหอยหวาน (babylon snail, *Babylonia areolata*) ในเวียดนาม ผลการทดลองพบว่าอัตราการรอดตายต่ำมาก (Pitt and Duy, 2004) เช่นเดียวกับการทดลองเลี้ยงปลิงขาวร่วมกับกุ้งกุลาดำ (tiger prawns, *Penaeus monodon*) ที่ให้อัตราการรอดตายต่ำ (Pitt *et al.*, 2004) ในการเลี้ยงร่วมกับกุ้งขาว (*P. vannamei*) ระยะโพสต์ลาร์วา พบว่าเมื่อกุ้งเจริญเติบโตถึงระยะหนึ่ง จะสร้างความเสียหายให้กับปลิงขาว (Mills *et al.*, 2012) ในนิวแคลิโดเนียสามารถเลี้ยงปลิงขาวร่วมกับกุ้งน้ำเงินตะวันตก (blue shrimp, *Litopenaeus stylirostris*) ระยะโพสต์ลาร์วา แต่กุ้งมีขนาดไม่ใหญ่ (Purcell *et al.*, 2006) อย่างไรก็ตามการศึกษาตัวเลือที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงร่วมกับปลิงทะเลสมควรได้รับการสนับสนุน โดยเฉพาะการเลี้ยงร่วมกับปลาทะเล หอย หรือสาหร่ายทะเล (Purcell *et al.*, 2012) โดย Mills *et al.* (2012) ประสบความสำเร็จในการเลี้ยงปลิงขาวร่วมกับปลาเกะพงขาว (sea bass, *Lates calcarifer*) ในประเทศเวียดนาม ในขณะที่เดียวกันข้อมูลเบื้องต้นจากการเลี้ยง

ร่วมกับปลานวลจันทร์ทะเล (milkfish, *Chanos chanos*) ปลาจะละเม็ดทอง (pompano, *Trachinotus blochii*) พบว่ามีแนวโน้มที่ดี แต่ให้ผลตรงกันข้ามเมื่อเลี้ยงร่วมกับปลาสิติหิน (rabbitfish, *Siganus guttatus*) และปลาเก๋า (grouper, *Epinephelus coioides*)

6.3.3. การทำฟาร์มในทะเล

การทำฟาร์มลักษณะนี้ เป็นการเลี้ยงปลิงทะเลในคอกที่สร้างขึ้นในทะเล (sea pens) โดยคอกจะเป็นตัวจำกัดพื้นที่สำหรับปลิงทะเลในช่วงน้ำขึ้นน้ำลงและการไหลเวียนของกระแสน้ำ มีการถ่ายเทน้ำ มีการพัดพาของตะกอน ซากอินทรีย์วัตถุ และการเจริญของหญ้าทะเลตามธรรมชาติ ในกรณีที่ผนังของคอกต่ำกว่าระดับน้ำทะเลอาจมีผู้ล่าเข้าไปทำอันตรายกับปลิงทะเลที่เลี้ยงได้ วัสดุที่เหมาะสมสำหรับทำคอกในทะเลคือตาข่ายพลาสติก โดยขอบด้านล่างจะถูกฝังไว้ในดินเพื่อป้องกันไม่ให้ปลิงหลุดรอดออกทางด้านล่าง (Purcell and Simutoga, 2008; Robinson and Pascal, 2012) Purcell *et al.* (2012) กล่าวถึงการเลี้ยงปลิงทะเลในคอกไว้ 3 ลักษณะ ได้แก่

- *การเลี้ยงปลิงทะเลระยะวัยรุ่นที่รวบรวมจากธรรมชาติ*: คอกที่ใช้จะจำกัดพื้นที่อาศัยของปลิงทะเล ถูกออกแบบมาเพื่อรวบรวมปลิงทะเลจากธรรมชาติและป้องกันไม่ให้ศัตรูเข้ามาทำอันตรายได้ โดยคอกที่มีขนาดใหญ่และมีการล้อมรั้วสูง มักนิยมใช้ในประเทศอินเดีย (James, 1996) ฟิลิปปินส์และอินโดนีเซีย (Bell *et al.*, 2008; Tuwo, 2004) เนื่องจากเป็นการรวบรวมปลิงทะเลจากธรรมชาติ ดังนั้นการเลี้ยงในลักษณะนี้จึงต้องพิจารณาถึงการทดแทนที่ประชากรปลิงทะเลในธรรมชาติ ซึ่งต้องอาศัยความร่วมมือจากชาวประมงให้เลี้ยงปลิงทะเลจนถึงขนาดที่มีความสมบูรณ์เพศและมีการสืบพันธุ์ก่อนการจับจำหน่าย (Bell *et al.*, 2008)

- *การเลี้ยงปลิงทะเลระยะวัยรุ่นที่ผลิตจากโรงเพาะฟัก*: คอกที่ใช้จะมีขนาดค่อนข้างใหญ่ 156–900 ตารางเมตร แต่มีความสูงไม่มาก ประมาณ 1 เมตร ฝังในทรายประมาณ 25 เซนติเมตร ซึ่งง่ายสำหรับการเลี้ยงปลิงทะเล แต่มีปัญหาในการแยกผู้ล่า เช่น ปู ออกจากคอก (Lavitra *et al.*, 2009; Robinson and Pascal, 2009; 2012) เจ้าของคอกอาจเป็นรายบุคคลหรือกลุ่มครอบครัวในชุมชน และอาจใช้ผนังคอกร่วมกัน

- *การทดลองเลี้ยงปลิงทะเลระยะวัยรุ่นเพื่อประเมินอัตรารอด*: คอกที่ใช้มีขนาดเล็ก ประมาณ 1-500 ตารางเมตร ซึ่งสามารถนำมาใช้ในช่วงเวลาสั้น หลังจากปลิงทะเลระยะวัยรุ่นออกจากโรงเพาะฟักและนำลงเลี้ยงในทะเล (Purcell, 2012) ลักษณะแหล่งอาศัยภายในคอกเป็นไปตามธรรมชาติ ซึ่งไม่ได้รับผลกระทบจากศัตรู ความแปรปรวนของคุณภาพน้ำ ทั้งยังมีอาหารที่เพียงพอ (Purcell and Simutoga, 2008) ในการทดลองที่เป็นแบบนี้มักใช้คอกที่มีขนาดเล็ก พื้นที่น้อยกว่า 100 ตารางเมตร (Purcell and Simutoga, 2008; Robinson and Pascal, 2009) ส่วนการทดลองขนาดใหญ่มักใช้คอกที่มีพื้นที่ 100-500 ตารางเมตร (Hair, 2012; Juinio-Meñez *et al.*, 2012b; Purcell and Simutoga, 2008)

การเจริญเติบโตของปลิงทะเลเมื่อเลี้ยงในคอกจะค่อนข้างช้ากว่าเมื่อเปรียบเทียบกับ การเลี้ยงในบ่อดิน ทั้งนี้เนื่องจากตะกอนดินในธรรมชาติมีความอุดมสมบูรณ์น้อยกว่าและมีสัตว์ชนิดอื่นที่แย่งอาหาร โดยมีรายงานว่า การเลี้ยงปลิงทะเลในคอกในมาดากัสการ์และนิวคาลิโดเนียมี

การเจริญเติบโตช้าที่สุด แต่การปล่อยปลิงทะเลที่ความหนาแน่นต่ำในมาดากัสการ์ให้ผลที่แตกต่างกัน ซึ่งจากการปล่อยปลิงขนาด 15 กรัม ลงเลี้ยงพบว่ามีความหนาแน่นเพิ่มขึ้นเป็น 420 กรัม ในเวลา 7 เดือน (Robinson and Pascal, 2012) ซึ่งตามปกติปลิงที่มีขนาด 1-10 กรัม จะมีความหนาแน่นเพิ่มเป็น 150-250 กรัม ต้องใช้เวลาถึง 12 เดือน ในบางพื้นที่ปลิงจะมีการเจริญเติบโตช้าเมื่ออุณหภูมิของน้ำลดลง (Purcell and Simutoga, 2008) แต่ในบางพื้นที่การเจริญเติบโตจะช้าเมื่ออุณหภูมิของน้ำสูงขึ้นในช่วงหน้าร้อน (Hair, 2012) กำลังการผลิตในแ่งมวลชีวภาพต่อหน่วยพื้นที่สามารถระบุได้ยาก เนื่องจากมีความแตกต่างกันตามฤดูกาลและพื้นที่ แต่มีรายงานว่าในนิวแคลิโดเนียมีกำลังการผลิต 200-250 กรัมต่อตารางเมตร (Purcell and Simutoga, 2008) และ 100-771 กรัมต่อตารางเมตร ในมาดากัสการ์ (Lavitra *et al.*, 2010; Robinson and Pascal, 2012)

อัตราการรอดตายของการเลี้ยงปลิงในคอก มีตัวแปรเข้ามาเกี่ยวข้องหลายปัจจัย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วง 1 เดือนแรก ของการปล่อย ซึ่งปลิงยังมีขนาดเล็กและอยู่ในช่วงของการปรับเปลี่ยนพฤติกรรม โดยการทดลองส่วนใหญ่พบว่าอัตราการตายสูง และมีส่วนน้อยมากที่รายงานว่าประสบความสำเร็จและมีอัตราการตายต่ำ (Pitt and Duy, 2004) ในมาดากัสการ์มีรายงานอัตราการรอดที่ 48 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเลี้ยงเป็นเวลา 2-11 เดือน (Robinson and Pascal, 2012) ในประเทศฟิจิ มีรายงานอัตราการตายสูงถึง 72 เปอร์เซ็นต์ ในช่วง 6 เดือนแรก ของการเลี้ยง (Hair, 2012) ประเมินการว่าอัตราการรอดตายของปลิงที่เลี้ยงในคอกเป็นเวลา 12 เดือน มักไม่เกิน 30 เปอร์เซ็นต์

จากการรวบรวมข้อมูลการเพาะเลี้ยงปลิงทะเลชนิดต่างๆ ในต่างประเทศ จะเห็นภาพโดยรวมของการผลิตปลิงทะเลที่ได้กล่าวไปแล้ว และเมื่อพิจารณาถึงสายพันธุ์ที่มีความใกล้เคียงกับปลิงดำมากที่สุดน่าจะเป็นปลิงขาว (*sand fish, Holothuria scabra*) ดังนั้นรายละเอียดของการผลิตปลิงดำเชิงพาณิชย์น่าจะจะสามารถประยุกต์ใช้ข้อมูลของปลิงขาวได้ ซึ่ง Giraspy *et al.* (2010) แบ่งการผลิตปลิงขาวเชิงพาณิชย์ออกเป็น 6 ระยะ คือ การเก็บรวบรวมและการจัดการพ่อแม่พันธุ์ การกระตุ้นการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์และการปฏิสนธิ การอนุบาลตัวอ่อนและการให้อาหาร การพัฒนาของตัวอ่อนและการลงเกาะ การเลี้ยงตัวอ่อนในโรงเพาะฟัก การปล่อยเลี้ยงในทะเลและการเลี้ยงในบ่อดิน