บทที่ 1

บทนำ

1.1 บทนำต้นเรื่อง

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีศักยภาพในการประมง และการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเป็นอย่างยิ่ง เห็นได้จากปริมาณการส่งออกสินค้าสัตว์น้ำ และผลิตภัณฑ์ประมงที่สามารถทำเงินรายได้เข้าประเทศเป็นจำนวนมาก (ปรีดา เมธาทิพย์ และ เพ็ญศรี บุญเรือง, 2542) ไทยจึงเป็นแหล่งผลิตสัตว์น้ำที่สำคัญของโลก โดยเฉพาะอย่างยิ่งกุ้งกุลาดำ (*Penaeus monodon*) (ปกป้อง อุ่มอยู่ และคณะ, 2546) ซึ่งมีการเลี้ยงและการพัฒนาอย่างจริงจังตั้งแต่ปี พ.ศ. 2529 (ธวัช ศรีวีระชัย และคณะ, 2543) ทำให้ความต้องการลูกกุ้งกุลาดำเพื่อนำมาเลี้ยงในบ่อดินมีมากขึ้นตามลำดับ แต่ในปัจจุบันการผลิตลูกกุ้งกุลาดำยังคงใช้แม่พันธุ์กุ้งกุลาดำจากธรรมชาติ จนทำให้แม่พันธุ์กุ้งกุลาดำในธรรมชาติมีจำนวนลดลงจนขาดแคลนแม่พันธุ์ (ธนาวุฒิ กล่าวเกลี้ยง และคณะ, 2543) จึงทำให้ต้องมีการศึกษาการเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์กุ้งกุลาดำให้ได้ในบ่อดิน (ธนาวุฒิ กล่าวเกลี้ยง และคณะ, 2543; ธวัช ศรีวีระชัย และคณะ, 2543; สุพล ตันสุวรรณ, 2545; ไวยพจน์ เครือเสน่ห์ และคณะ, 2547) และในบ่อซีเมนต์ (วิสุทธิ์ วีระกุลพิริยะ, 2547) เพื่อลดปริมาณการจับจากธรรมชาติ แม้ว่าหลายปีที่ผ่านมาการเลี้ยงกุ้งกุลาดำในประเทศไทยประสบกับปัญหามากมาย จนทำให้เกษตรกรหาทางออกโดยการนำกุ้งขาว (*Litopenaeus vannamei*) มาเลี้ยงแทน เนื่องจากโตเร็ว และมีต้นทุนค่าอาหารต่ำ จึงเป็นผลให้ความต้องการลูกพันธุ์กุ้งขาวเพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็วเช่นกัน (ชัยวุฒิ สุดทองคง, 2548) ดังนั้นการผลิตลูกพันธุ์กุ้งทะเลทั้ง 2 ชนิดดังกล่าวให้ได้ในปริมาณมากและมีคุณภาพเพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการของเกษตรกรในประเทศจึงเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง

ในปัจจุบันแม้ว่าสามารถเลี้ยงกุ้งกุลาดำให้เจริญเติบโตเป็นพ่อแม่พันธุ์ได้ แต่พ่อแม่พันธุ์ที่ได้จากการเลี้ยงยังมีข้อด้อยที่ต้องพัฒนาปรับปรุงอีกหลายประการ เช่นอัตราการผสมพันธุ์ เปอร์เซ็นต์การมีไข่แก่ คุณภาพและปริมาณของไข่และน้ำเชื้อ อัตราการปฏิสนธิ อัตราการฟัก และอัตราการรอดตายของลูกกุ้ง (ไวยพจน์ เครือเสน่ห์ และคณะ, 2548) ดังนั้นจึงต้องมีการศึกษาปัจจัยในการเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์กุ้งทะเลให้สามารถผลิตลูกกุ้งให้ได้ปริมาณและคุณภาพตามความต้องการ ไวยพจน์ เครือเสน่ห์ และคณะ (2547) กล่าวว่าเมื่อกุ้งกุลาดำเจริญเติบโตจนเกือบเป็นพ่อแม่พันธุ์ได้จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการให้อาหารสดเสริม เพื่อให้กุ้งเจริญเติบโตเต็มที่ สามารถสร้างไข่และน้ำเชื้อที่สมบูรณ์ เนื่องจากการเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์ด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปเพียงอย่างเดียวไม่พบการ

พัฒนารังไข่ในแม่กุ้ง หรือรังไข่พัฒนาได้เพียงระยะที่ 2 เท่านั้น ดังนั้นการศึกษาชนิดของอาหารที่เหมาะสมในการเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์กุ้งจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง

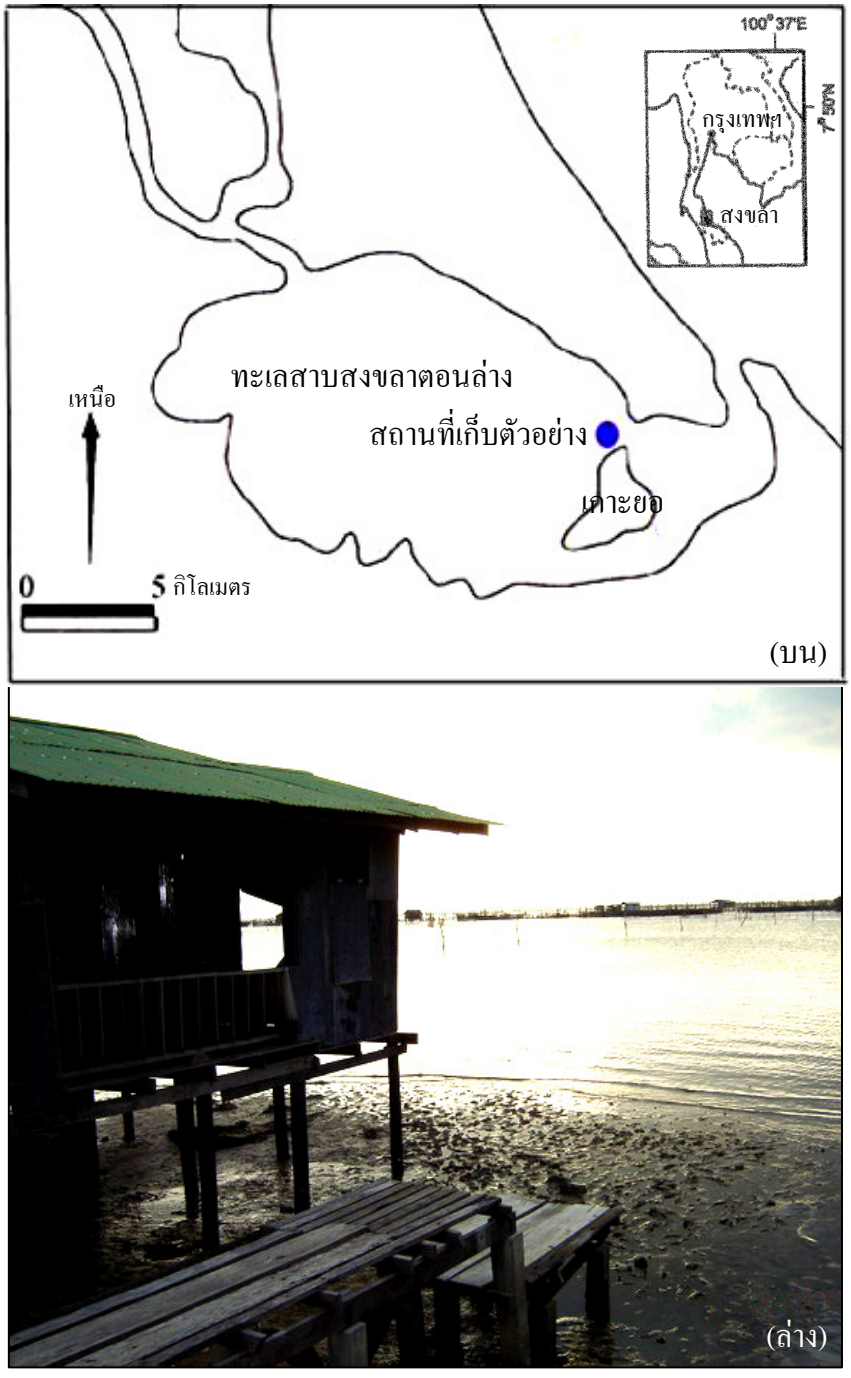
ไส้เดือนทะเล (polychaete) เป็นอาหารธรรมชาติจำพวกหนึ่งที่เหมาะสมสำหรับนำไปใช้เลี้ยงแม่พันธุ์กุ้งทะเล เนื่องจากมีกรดไขมันจำพวกไม่อิ่มตัว (polyunsaturated fatty acids; PUFA) ซึ่งกรดไขมันดังกล่าวนี้พบมากในรังไข่ที่เจริญเต็มที่แล้วของกุ้ง *Penaeus setiferus* แสดงว่ากรดไขมันดังกล่าวมีบทบาทเกี่ยวข้องกับการสืบพันธุ์ของกุ้งทะเลดังกล่าวด้วย (สุปราณี ชินบุตร, 2528) Olive (1994) กล่าวว่ากรดไขมันไม่อิ่มตัวโดยเฉพาะพวกที่มีโมเลกุลขนาดยาว (long chain polyunsaturated fatty acids) มีความจำเป็นต่อสัตว์น้ำในกลุ่มครัสตาเซีย เพื่อใช้ในการสืบพันธุ์วางไข่ และมีผลต่ออัตราการรอดและการเจริญเติบโตของตัวอ่อน (Morris, 1973 อ้างโดย เวียง เชื้อโพธิ์หัก, 2542; Brett and Müller-Navarra, 1997) โดยเฉพาะอย่างยิ่งกรดไขมันที่จำเป็นได้แก่ arachidonic acid (AA) eicosapentaenoic acid (EPA) และ docosahexaenoic acid (DHA) (Meunpol *et al*., 2005) Naessens และคณะ (1997) กล่าวว่าการให้ bloodworm หรือเพรียงเลือดจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ และความสำเร็จในการผลิตนอเพลียสในกุ้งขาว *L. vannamei* โดย PUFA ใน bloodworm จะช่วยกระตุ้นความสมบูรณ์เพศ สอดคล้องกับรายงานของ ชัยรัตน์ พุ่มช่วย และสุพจน์ จึงแย้มปิ่น (2545) พบว่าการให้แม่เพรียง (ไส้เดือนทะเล) เพียงอย่างเดียวเป็นอาหารแก่แม่กุ้งแชบ๊วย (*Penaeus merguiensis* De Man) ทำให้อัตราการฟักของลูกกุ้งจากการวางไข่ครั้งที่ 2 ไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อเปรียบเทียบกับการวางไข่ครั้งที่ 1 ในขณะที่การให้อาหารชนิดอื่นได้แก่ หมึกหอม หอยแครง และ แม่เพรียงรวมกับหมึกหอมและหอยแครง มีผลให้อัตราการฟักของลูกกุ้งจากการวางไข่ครั้งที่ 2 ลดลงจากการวางไข่ครั้งที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) อัตรา และคณะ (2542) อ้างโดย ชัยรัตน์ พุ่มช่วย และสุพจน์ จึงแย้มปิ่น (2545) กล่าวว่าแม่กุ้งแชบ๊วยที่เลี้ยงด้วยหมึกร่วมกับแม่เพรียงให้จำนวนนอเพลียสทั้งหมดมากกว่าแม่กุ้งที่เลี้ยงด้วยหมึกเพียงอย่างเดียว ผลจากการทดลองทั้ง 2 แสดงให้เห็นว่าคุณค่าทางอาหารที่มีในแม่เพรียงมีส่วนเสริมให้อัตราการฟักเป็นตัวของลูกกุ้งแชบ๊วยคงที่ นอกจากกรดไขมันดังกล่าวจะมีผลต่อสัตว์น้ำจำพวกกุ้งแล้ว Aras และคณะ (2003) ยังพบว่า EPA และ DHA มีผลต่ออัตราความดกไข่ของปลาด้วย

ปัจจุบันการเพาะเลี้ยงไส้เดือนทะเลได้เป็นที่รู้จักและเข้ามามีบทบาทมากขึ้นในวงการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เนื่องจากเป็นสัตว์เศรษฐกิจตัวใหม่ที่ได้รับความสนใจเป็นอย่างมาก เพื่อใช้เป็นอาหารสำหรับสัตว์น้ำชนิดอื่น (Aungtonya, 2002) และเป็นเหยื่อที่นิยมใช้ในกีฬาตกปลา (Chen, 1990; Gambi *et al*., 1994) แต่ละปีทั่วโลกจะมีการใช้ไส้เดือนทะเลเป็นจำนวนมาก ก่อให้เกิดมูลค่าทางเศรษฐกิจมหาศาล (Olive, 1994) ประเทศไทยเองมีความยาวของแนวชายฝั่งทะเลรวมทั้งสิ้น 2,614 กิโลเมตร (ประจวบ ลีรักษาเกียรติ, 2546) มีความชุกชุมและความหลากหลาย

ของไส้เดือนทะเลสูง มีการแพร่กระจายอยู่ในทุกระบบนิเวศชายฝั่ง ตั้งแต่ป่าชายเลน หญ้าทะเล แนวปะการัง หาดหิน หาดทราย และหาดโคลน (เสาวภา อังสุภานิช, 2548) และมีจำนวนชนิดที่มีความเป็นไปได้ที่จะนำมาเพาะเลี้ยงเป็นสัตว์เศรษฐกิจหลายชนิด (สุรพล ชุณหบัณฑิต, 2544) แต่ในปัจจุบันจากการตรวจสอบเอกสารพบว่ามีเพียงไส้เดือนทะเลชนิด *Perinereis nuntia* เท่านั้นที่มีการเพาะเลี้ยงอยู่ในประเทศไทย เพื่อใช้เป็นอาหารแก่พ่อแม่พันธุ์กุ้งทะเล (สุรพล ชุณหบัณฑิต, 2544; วิลาสินี คงเล่ง และคณะ, 2546; นิรนาม, 2548) แต่ข้อมูลการศึกษาด้านชีววิทยาทั่วไป และวิธีการเพาะเลี้ยงไส้เดือนทะเลชนิดดังกล่าวยังมีอยู่ในวงจำกัด ทำให้การพัฒนาการเลี้ยงไส้เดือนทะเลในประเทศไทยเป็นไปอย่างล่าช้า ในขณะที่หลายประเทศทั่วโลกสามารถพัฒนาการเพาะเลี้ยงไส้เดือนทะเลจนถึงขั้นส่งออกได้แล้ว และยังมีไส้เดือนทะเลอีกหลายชนิดที่เหมาะสำหรับการใช้ประโยชน์ในด้านอื่นๆ (Olive, 1994) ดังนั้นการศึกษาวิธีการเพาะเลี้ยงไส้เดือนทะเลชนิดอื่นๆ ที่มีอยู่ในประเทศไทยจึงเป็นเรื่องที่ควรดำเนินการ เพื่อให้เกิดทางเลือกที่จะนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

จากการเก็บตัวอย่างของผู้วิจัยในพื้นที่ทะเลสาบสงขลาตอนนอก บริเวณหมู่ 1 บ้านอ่าวทราย ต.เกาะยอ อ.เมือง จ.สงขลา (รูปที่ 1) พบว่าบริเวณดังกล่าวนี้มีไส้เดือนทะเลชนิด *Neanthes glandicincta* Southern, 1921 (Day, 1967; Fauchald, 1977) ซึ่งพบได้ตลอดทั้งปี สามารถทนอยู่ได้ในช่วงความเค็มที่กว้างตั้งแต่ 0-28 ส่วนในพันส่วน มีปริมาณชุกชุม สามารถพบตัวเต็มวัยที่เอามาใช้ทดลองได้ และมีขนาดที่เหมาะสมในการนำไปใช้ประโยชน์ จึงเหมาะที่จะนำไส้เดือนทะเลชนิดนี้มาทำการทดลองศึกษาปัจจัยที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงเพื่อพัฒนาไปเป็นสัตว์เศรษฐกิจ แต่จากการสำรวจเบื้องต้นในบริเวณที่เก็บตัวอย่างพบว่าไส้เดือนทะเลชนิดนี้มีความหลากหลายของกลุ่มประชากรเป็นอย่างมาก ดังนั้นการที่จะนำไส้เดือนทะเลชนิดดังกล่าวที่ได้จากการเก็บตัวอย่างมาศึกษาทดลองปัจจัยที่เหมาะสมเพื่อการเพาะเลี้ยงอาจทำให้เกิดข้อผิดพลาดที่เกิดมาจากความแตกต่างของสัตว์ทดลองได้

จากเหตุผลที่กล่าวมาทั้งหมดจึงทำให้ผู้วิจัยต้องการศึกษาถึงวิธีการเพาะพันธุ์ *N. glandicincta* เพื่อให้สามารถผลิตไส้เดือนทะเลชนิดนี้ให้ได้ปริมาณมากพอเพื่อนำไปใช้ในการศึกษาปัจจัยต่างๆ สำหรับการเพาะเลี้ยงให้สามารถพัฒนาไส้เดือนทะเลชนิดนี้ไปเป็นสัตว์เศรษฐกิจได้ต่อไป โดยการศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการเพาะพันธุ์ และเทคนิคการอนุบาลบางประการ พร้อมทั้งศึกษาพัฒนาการขั้นต้นของไส้เดือนทะเลชนิด *N. glandicincta* นี้ นอกจากประโยชน์ที่ได้กล่าวมาทั้งหมด ผลการทดลองจากการศึกษาครั้งนี้ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเพาะเลี้ยงไส้เดือนทะเลชนิดอื่นๆ ได้อีกด้วย



รูปที่ 1 บริเวณสถานที่เก็บตัวอย่าง หมู่ 1 บ้านอ่าวทราย ต.เกาะยอ อ.เมือง จ.สงขลา: ภาพวาดขยายทะเลสาบสงขลาตอนล่างแสดงจุดเก็บตัวอย่างบริเวณเกาะยอ (บน); สถานที่เก็บตัวอย่าง (ล่าง)

1.2 การตรวจเอกสาร

1.2.1 บริเวณที่เก็บตัวอย่างไส้เดือนทะเล

ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาประกอบด้วยพื้นที่ที่เป็นดินและน้ำอยู่ในพื้นที่ 3 จังหวัดคือ สงขลา พัทลุง และนครศรีธรรมราช (สุธีระ ทองขาว และ สุรชาติ เพชรแก้ว, 2537) ทะเลสาบสงขลามีลักษณะเป็นระบบทะเลสาบแบบลากูนขนาดใหญ่อยู่บริเวณชายฝั่ง ตั้งอยู่ระหว่างละติจูดที่ 7°08′ N และ 7°50′ N ลองติจูดที่ 100°07′ E และ 100°37′ E เป็นลากูนที่มีทางติดต่อทะเลทางเดียว ในลากูนได้รับอิทธิพลจากแม่น้ำ น้ำฝน หรือน้ำหลากจากบนบก มีน้ำขึ้นลงไม่มาก เป็นทะเลสาบเพียงแห่งเดียวของประเทศไทยมีพื้นที่ 1,047 ตารางกิโลเมตร

ทะเลสาบสงขลาแบ่งออกเป็น 3 ตอนคือ ทะเลน้อยอยู่ตอนในสุด ทะเลหลวงอยู่ตอนกลาง และทะเลสาบตอนล่างอยู่ตอนนอกสุด อิทธิพลน้ำขึ้นน้ำลงของอ่าวไทยมีเฉพาะบริเวณทะเลสาบตอนล่าง (คณิศร์ เกตุมณี, 2539) ซึ่งค่อนข้างตื้น ส่วนใหญ่มีความลึกน้อยกว่า 1.5 เมตร (ภาสกร ถมพลกรัง และคณะ, 2547) ยกเว้นบริเวณร่องน้ำทะเลสาบสงขลาที่เป็นช่องทางเดินเรือมีความลึกประมาณ 12-14 เมตร (สุนัน ผาสุก และ ปราโมทย์ โศจิสุภร, 2548) เนื่องจากระบบนิเวศในทะเลสาบสงขลาเป็นระบบเปิด และในขณะเดียวกันทะเลสาบสงขลามีความยาวมากพอที่ทำให้น้ำในทะเลสาบแต่ละส่วนมีความเค็มโดยเฉลี่ยที่แตกต่างกัน ตั้งแต่น้ำเค็ม น้ำกร่อย และน้ำจืด จึงเกิดเป็นระบบนิเวศย่อยๆ ที่แตกต่างกันอยู่ภายในระบบนิเวศใหญ่ เช่นมีทั้งป่าชายเลน หญ้าทะเล พืชน้ำจืด พื้นเลน พื้นกรวด ความหลากหลายทางชีวภาพของพืชและสัตว์โดยรวมจึงมีมาก (เสาวภา อังสุภานิช, 2549) จึงทำให้ทะเลสาบสงขลาเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำมากมายหลายชนิด (Sirimontaporn *et al.*, 1995) นอกจากสัตว์น้ำดังกล่าวแล้ว ปริมาณสัตว์หน้าดินที่พบก็มีความชุกชุมมากเช่นกัน (กานดา เรืองหนู, 2543; เสาวภา อังสุภานิช และคณะ, 2543; อำนาจ ศิริเพชร, 2543; นิคม ละอองศิริวงศ์, 2544; มงคลรัตน์ เจริญพรทิพย์, 2544; เสาวภา อังสุภานิช และคณะ, 2548ข)

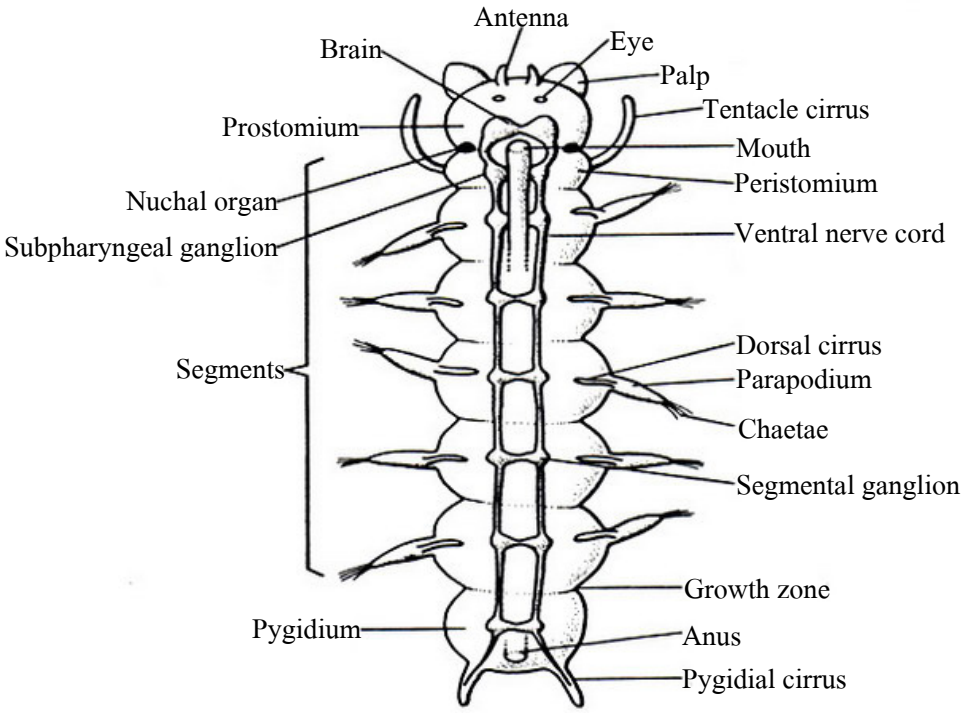
1.2.2 ชีววิทยาทั่วไปของไส้เดือนทะเล

ไส้เดือนทะเลเป็นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังจัดอยู่ใน Phylum Annelida Class Polychaeta พบว่ามีประมาณ 8,000 ชนิด (Ruppert *et al.*, 2004) หรือประมาณ 63% ของแอนเนลิดทั้งหมด (Pechenik, 2000) มีทั้งหมด 18 order (Harrison and Gardiner, 1992) สมาชิกใน Class Polychaeta ส่วนใหญ่ดำรงชีวิตอยู่ในทะเล (Alexander, 1979) มีประมาณ 50 ชนิดที่อาศัยอยู่ในน้ำจืด (Pennak, 1989) ไส้เดือนทะเลมีการดำรงชีวิตหลายลักษณะ ทั้งพวกที่อาศัยอย่างอิสระโดยการขุดรูอยู่ในตะกอนดินที่อ่อนนุ่ม พวกที่สร้างท่อที่อยู่อาศัยเกาะติดกับวัตถุที่แข็ง หรือสร้างท่อในตะกอนดินที่อ่อนนุ่ม พวกที่คืบคลานอยู่ตามผิววัตถุ บางชนิดก็ว่ายอย่างอิสระในมวลน้ำ บางชนิดมีความสัมพันธ์กับสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น และมีเพียงไม่กี่ชนิดเท่านั้นที่ดำรงชีวิตเป็นปรสิต (Harrison and Gardiner, 1992) การสร้างท่อของไส้เดือนทะเลนั้นอาจสร้างแบบชั่วคราว หรือถาวร ซึ่งมีทั้งที่สร้างอยู่อย่างเดี่ยวๆ หรือสร้างรวมกันเป็นกลุ่ม โดยส่วนใหญ่แล้วท่อที่อยู่อาศัยของไส้เดือนทะเลอาจสร้างมาจากเมือก โปรตีน ชิ้นส่วนของสาหร่ายทะเล โคลน กรวด หรือ เศษเปลือกหอย (Castro and Huber, 1992)

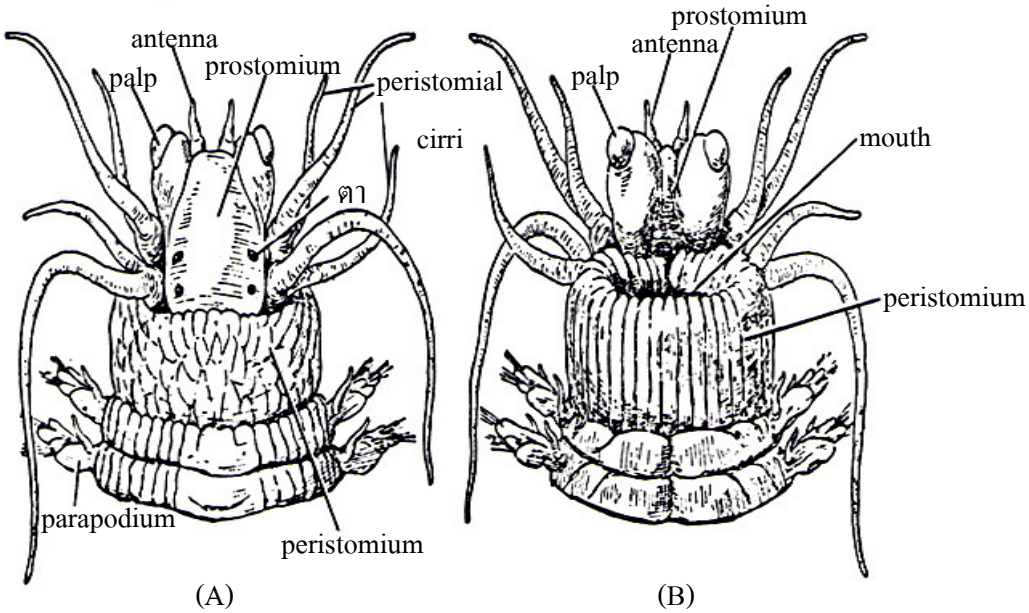
ก) ส่วนของร่างกายทั่วไปของไส้เดือนทะเล

ร่างกายของไส้เดือนทะเลแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วน (รูปที่ 2) ส่วนแรกคือส่วนหัวหรือเรียกว่า “prostomium” ส่วนที่สองคือลำตัวหรือเรียกว่า “trunk” และ ส่วนปลายสุดเรียกว่า “pygidium” จากการพิสูจน์โดยอาศัยพื้นฐานด้านพัฒนาการแล้ว prostomium และ pygidium ไม่ถือว่าเป็นปล้องที่แท้จริง เนื่องจากไม่ได้พัฒนามาจากบริเวณ segmental growth zone (Ruppert *et al.*, 2004)

ส่วนหัว (prostomium) (รูปที่ 3) ของไส้เดือนทะเลแบบที่พบบ่อยๆ มักจะประกอบด้วยอวัยวะรับสัมผัส ได้แก่ antenna palps และตา (Kaestner, 1967) อวัยวะส่วนที่ถัดจาก prostomium คือ peristomium หรือเรียกว่า “buccal segment” ซึ่งเป็นส่วนที่หุ้มปากซึ่งอยู่ด้านล่าง โดยทั่วไป peristomium จะมีเพียงหนึ่งปล้อง peristomium เป็นที่ตั้งของอวัยวะรับสัมผัสที่เรียกว่า “tentacle cirri” ส่วนใหญ่ prostomium และ peristomium จะเชื่อมติดกัน และอาจเป็นที่ตั้งของอวัยวะรับสัมผัสอื่นๆ เช่น nuchal organs หรือ carancle ซึ่งมีกลไกที่ตอบสนองต่อการสัมผัส (Harrison and Gardiner, 1992)



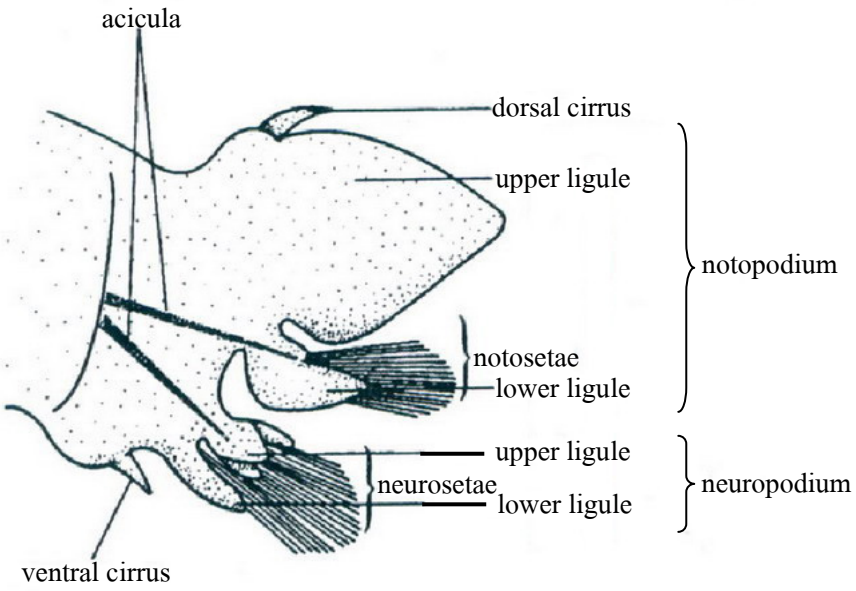
รูปที่ 2 อวัยวะต่างๆ ของร่างกายของไส้เดือนทะเล (ที่มา: Ruppert *et al.*, 2004)



รูปที่ 3 ส่วนหัวของไส้เดือนทะเลชนิด *Nereis virens*: dorsal view (A) และ ventral view (B) (ที่มา: Kaestner, 1967)

ลำตัว (trunk) เป็นส่วนที่ยาวที่สุดของร่างกายแบ่งออกเป็นปล้องจำนวนมาก ปล้องแต่ละปล้องอาจเหมือนกันหรือแตกต่างกัน แต่ละปล้องของลำตัวจะมีรยางค์ที่ยื่นออกมาด้านข้างปล้องละ 1 คู่ เรียกว่า “พาราโพเดีย” หรือ “parapodia” (รูปที่ 4) (Wallace and Taylor, 2002) ซึ่งจะมีลักษณะที่แตกต่างกันไปตามชนิด ดังนั้นพาราโพเดียจึงเป็นลักษณะสำคัญที่นำมาใช้ในการจำแนกชนิด การที่พาราโพเดียมีลักษณะที่ยื่นออกมามีส่วนช่วยในการเพิ่มพื้นที่ผิว ดังนั้นพาราโพเดียจึงมีหน้าที่ในการแลกเปลี่ยนก๊าซ (Pechenik, 2000) นอกจากนั้นบริเวณพาราโพเดียของไส้เดือนทะเลบางชนิดอาจมีอวัยวะที่ช่วยในการหายใจหรือที่เรียกว่า “branchiae” หรือ “gill” ซึ่งมีรูปร่างหลายลักษณะด้วยกัน ทั้งที่เป็นแบบ simple lobe, cirriform, spiralled, pectinate และ branched เป็นต้น branchiae อาจมีอยู่ทุกปล้องของลำตัว หรืออาจมีอยู่เฉพาะบางปล้องเท่านั้นซึ่งโดยส่วนใหญ่จะเป็นปล้องที่อยู่บริเวณส่วนอก (Harrison and Gardiner, 1992) ไส้เดือนทะเลพวกที่ไม่มี branchiae ก็จะมี tentacle จำนวนมากช่วยในการหายใจ (Kaestner, 1967) หน้าที่หลักของพาราโพเดียอีกอย่างหนึ่งคือช่วยในการเคลื่อนไหว โดยเฉพาะไส้เดือนทะเลชนิดที่คืบคลานอยู่ตามผิววัตถุ และพวกที่ว่ายอยู่ในมวลน้ำ หรือพวกที่จะต้องว่ายขึ้นมาผสมพันธุ์วางไข่ ซึ่งในกลุ่มนี้พาราโพเดียจะมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างเพื่อช่วยในการว่ายน้ำ

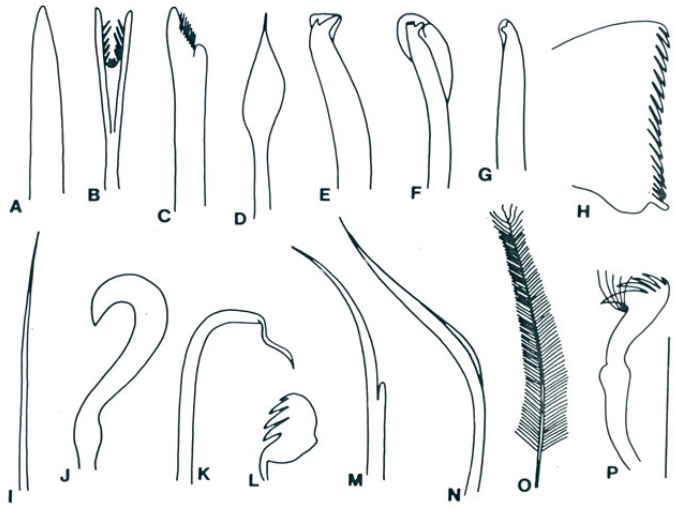
พาราโพเดียของไส้เดือนทะเลมีการพัฒนาหลายลักษณะแตกต่างกันไปในแต่ละวงศ์ โดยแบ่งออกเป็น 2 แบบหลักๆ คือ biramous เป็นพาราโพเดียแบบที่มีทั้งส่วนประกอบครึ่งบนที่เรียกว่า “notopodium” และส่วนประกอบที่อยู่ครึ่งล่างที่เรียกว่า “neuropodium” ส่วนใหญ่แต่ละส่วนจะมีองค์ประกอบที่เรียกว่า “lobe” มากกว่า 1 อัน และมีแกน aciculum ค้ำจุนอยู่ภายใน แบบที่ 2 คือ uniramous ซึ่งพาราโพเดียแบบดังกล่าวเกิดจากการลดรูปหรือหายไปของ notopodium (Harrison and Gardiner, 1992) ตลอดลำตัวของไส้เดือนทะเลมีกล้ามเนื้อตามยาว 4 มัดเรียงตัวอยู่ด้านข้างของด้านท้อง (ventrolateral) และด้านข้างของด้านหลัง (dorsolateral) ข้างละ 2 มัด นอกจากนี้ยังมีกล้ามเนื้อทแยง (oblique muscle) ช่วยยึดพาราโพเดียเอาไว้ กล้ามเนื้อทั้งหมดมีหน้าที่หลักเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวของปล้องแต่ละปล้อง ช่องตัวของไส้เดือนทะเลมีขนาดใหญ่และผนังกั้นระหว่างปล้องไม่สมบูรณ์ ทำให้ของเหลวในช่องตัวติดต่อกันได้ตลอดตัว (ชุติมา ขมวิลัย, 2540)



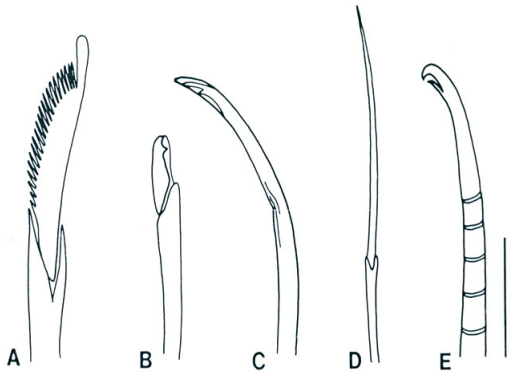
รูปที่ 4 ลักษณะทั่วไปของพาราโพเดียของไส้เดือนทะเลสกุล *Nereis* (ที่มา: Wallace and Taylor, 2002)

ซีตี้ (setae) ซีตี้เป็นอวัยวะสำคัญอย่างหนึ่งที่งอกออกมาจากบริเวณพาราโพเดีย ซีตี้เป็นสารประกอบของพวกไกลโคโปรตีน และไคติน (สุรพล ชุณหบัณฑิต, 2544) ถูกสร้างขึ้นโดยกลุ่มเซลล์พิเศษจากชั้น epidermis มีหน้าที่ในการป้องกันตัว หาอาหาร ช่วยในการเคลื่อนไหว ยึดเกาะกับวัตถุหรือท่ออาศัย หรือช่วยในการขุดรู รูปร่างและการแพร่กระจายของซีตี้บนลำตัวของไส้เดือนทะเลเป็นลักษณะที่สำคัญมากในการใช้จัดจำแนกทางอนุกรมวิธานเพราะไส้เดือนทะเลแต่ละชนิดจะมีลักษณะ และตำแหน่งของซีตี้ที่แตกต่างกันไป ซีตี้แบ่งออกเป็นแบบหลักๆ 2 แบบคือ simple setae และ compound setae (รูปที่ 5 และ 6) (Harrison and Gardiner, 1992) โดย simple setaeเป็นซีตี้ที่ไม่มีข้อต่อ ส่วน compound setae เป็นซีตี้ที่มีข้อต่อทำให้ซีตี้แยกออกเป็นส่วนปลายกับแกน และยังสามารถแบ่งย่อยออกเป็น compound spiniger setae คือซีตี้ที่มีส่วนปลายที่ยาวเรียวแหลม และ compound falciger setae คือซีตี้ที่มีส่วนปลายสั้นและโค้งงอ ซีตี้มีรูปร่างลักษณะที่แตกต่างกันหลายชนิด เช่น uncini, limbate, pectinate, sub-acicular hook และ composite spinigers-falcigers เป็นต้น (Fauchald, 1977)

Pygidium เป็นส่วนปลายสุดของลำตัวของไส้เดือนทะเล เป็นที่อยู่ของทวารหนัก (anus) บริเวณนี้จะมี anal cirri 1 คู่ หรืออาจเป็นแผ่นบางๆ หน้าที่หลักของ pygidium ยังไม่ทราบแน่ชัด (Harrison and Gardiner, 1992)



รูปที่ 5 ชนิดของ simple setae แบบต่าง ๆ: Stout, acicular A; Forked B; Stout acicular, with terminal hairs C; Spatulate D; Subacicular bidentate hook E; Hooded hook F; Subacicular bidentate hook G; Large uncinus H; Capillary I; Stout curved hook J; Curved hook, finely tappered K; Small uncinus L; Winged capillary with boss M; Limbate N; Featherlike O; Hook with crest of teeth and tendons P. สเกลบาร์ A,C,P = 50 µm ; B,D-H,K,L = 125 µm และ E,I,J,M-O = 190 µm (ที่มา: Harrison and Gardiner, 1992)



รูปที่ 6 ชนิดของ compound setae และ pseudocompound setae แบบต่างๆ: Falciger with toothed blade A; Bidentate hooded hook B; Pseudocompound hooded hook C; Spiniger with long blade D; Pseudosegmented hook E. สเกลบาร์ A = 30 µm; B = 75 µm และ C-E = 115 µm (ที่มา: Harrison and Gardiner, 1992)

ข) อวัยวะภายใน และระบบต่างๆ ของไส้เดือนทะเล

ระบบทางเดินอาหาร ไส้เดือนทะเลมีระบบทางเดินอาหารซึ่งประกอบด้วย mouth, proboscis, eversible pharynx, esophagus, stomach, intestine และ anus ระบบการย่อยอาหารของไส้เดือนทะเลแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ ทางเดินอาหารส่วนหน้า (foregut) ซึ่งส่วนใหญ่มีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับการยื่นออกมาของ proboscis มากหรือน้อย โดยมี esophagus เป็นส่วนท้ายสุดของทางเดินอาหารส่วนหน้า ทางเดินอาหารส่วนกลาง (midgut) ประกอบด้วยกระเพาะอาหาร (stomach) และลำไส้ (intestine) ซึ่งแบ่งออกเป็นลำไส้ส่วนหน้า (anterior intestine) และลำไส้ส่วนหลัง (posterior intestine) และทางเดินอาหารส่วนปลาย (hindgut หรือ rectum) โดยส่วนใหญ่ถ้าเป็นพวกกินเนื้อทางเดินอาหารส่วนปลายจะสั้น ส่วนพวกที่กินอนุภาคของตะกอนดินทางเดินอาหารส่วนปลายจะมีขนาดที่ยาวกว่า โครงสร้างของอวัยวะต่างๆ ในระบบย่อยอาหารมีความสัมพันธ์กันอย่างยิ่งกับพฤติกรรมการกินอาหาร (Harrison and Gardiner, 1992)

ไส้เดือนทะเลมีรูปแบบการกินอาหารหลายแบบ (Laverack and Dando, 1987; Maurer *et al.*, 1987) ทั้งพวกที่กินเนื้อ โดยเฉพาะพวกที่คืบคลานบนพื้นทะเล หรือบางชนิดที่ฝังตัวอยู่ที่พื้น พวกนี้จะกินสัตว์ที่ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดเล็กหลายชนิดโดยใช้เขี้ยว (jaw) บางพวกจะใช้เขี้ยวในการกัดฉีกสาหร่ายทะเล ส่วนไส้เดือนทะเลหลายชนิดที่ฝังตัวอยู่ที่พื้น และพวกที่สร้างท่อจะเป็นพวกที่กินซากอินทรีย์ที่สะสมบนพื้นหรือที่เรียกว่าพวก “deposit feeder” มีทั้งพวกที่กินอนุภาคโคลนทรายด้วยปากโดยตรง บางพวกมีหนวดจับอาหาร (tentacle) ที่ขับเมือกเหนียวสำหรับดักจับอาหาร อาหารจะถูกนำเข้าปากโดยการพัดโบกของขนซีเลีย ส่วนพวกที่ฝังตัวหรือเกาะอยู่ถาวรมีการกินอาหารที่แขวนลอยในน้ำ ซึ่งไส้เดือนทะเลที่มีลักษณะดังกล่าวจะมีรยางค์ที่บริเวณส่วนหัวช่วยดักจับแพลงก์ตอนและซากอินทรีย์แขวนลอย และมีลักษณะการดำรงชีวิตที่เป็นแบบเอพิฟาวนาและอินฟาวนา ซึ่งมักพบชุกชุมในหลายลักษณะของแหล่งที่อยู่อาศัย (จิตติมา อายุตตะกะ, 2544) พฤติกรรมการกินอาหารของไส้เดือนทะเลมีความสัมพันธ์กับลักษณะการดำรงชีวิต (Ruppert *et al.*, 2004) และลักษณะของที่อยู่อาศัย ดังเช่นการศึกษาของ Pagliosa (2005) ซึ่งทำการศึกษาการแพร่กระจายของไส้เดือนทะเลในพื้นที่ Santa Catarina Island Bay พบว่าการแพร่กระจายของไส้เดือนทะเลในธรรมชาติมีความสัมพันธ์กับชนิดของตะกอนดิน ซึ่งการศึกษาในครั้งนี้ได้สรุปว่าไส้เดือนทะเลพวกที่มีการเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระทั้งพวกที่กินเนื้อและกินพืช ซึ่งมี proboscis ที่มีเขี้ยวจะพบอาศัยอย่างชุกชุมในบริเวณที่เป็นทรายหยาบ ส่วนพวกที่กินซากอินทรีย์ที่สะสมบนพื้นหรือพวกที่กรองกิน มักจะพบในบริเวณพื้นที่ๆ เป็นทรายละเอียด และกลุ่มสุดท้ายคือพวกที่กินซากอินทรีย์ที่สะสมบนพื้นหรือใต้พื้น และพวกที่กินเนื้อแต่มี proboscis ที่อ่อนนุ่มไม่มีเขี้ยวมักพบอาศัย

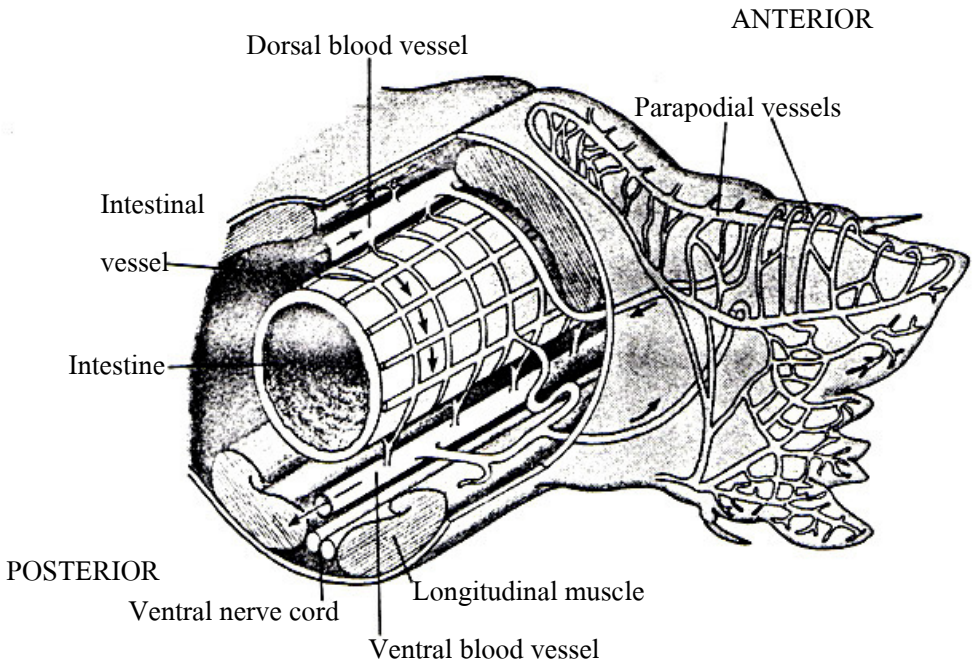
อยู่ในบริเวณที่เป็น silt และ clay และมีไส้เดือนทะเลบางชนิดสามารถเปลี่ยนรูปแบบการกินอาหารให้สัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมได้ ตัวอย่างเช่นไส้เดือนทะเลชนิด *Owenia fusiformis* โดยปกติมีการกินอาหารแบบ surface deposit feeder แต่เมื่อมีปริมาณของแพลงก์ตอนมากก็จะสามารถเปลี่ยนรูปแบบการกินอาหารมาเป็นแบบ filter feeder ได้ (Pinedo *et al.*, 1997) นอกจากนั้นไส้เดือนทะเลชนิดเดียวกันแต่อาศัยอยู่ในสภาพแวดล้อมที่ต่างกันก็อาจมีรูปแบบการกินอาหารและชนิดของอาหารที่แตกต่างกันได้ (Pardo and Dauer, 2003)

ระบบหมุนเวียนโลหิต ระบบหมุนเวียนโลหิตของไส้เดือนทะเลเหมือนกับพวกแอนเนลิดอื่นๆ แต่มีความซับซ้อนกว่าเนื่องจากมีระบบหมุนเวียนในส่วนของพาราโพเดีย และ gill เพิ่มขึ้น (รูปที่ 7) (Ruppert *et al.*, 2004) ระบบหมุนเวียนโลหิตของไส้เดือนทะเลจะคอยขนส่งสารอาหาร ออกซิเจน และ คาร์บอนไดออกไซด์ เลือดมีการหมุนเวียนอยู่ภายในหลอดเลือด ทำให้ระบบหมุนเวียนโลหิตเป็นระบบปิด การหดตัวของกล้ามเนื้อหลอดเลือดทำให้เกิดการไหลเวียนของโลหิต (Castro and Huber, 1992) Hegner และ Engermann (1968) ศึกษาระบบการหมุนเวียนโลหิตของ *N. virens* พบว่าโลหิตถูกบรรจุอยู่ในท่อที่ยืดหดได้ (blood vessel) โดยแบ่งเป็น dorsal vessel ซึ่งตั้งอยู่ระหว่างแถบมัดกล้ามเนื้อตามยาวบริเวณส่วนหลัง ซึ่งจะใช้ในการลำเลียงโลหิตส่วนหน้า (blood anteriorly) และ ventral vessel ที่อยู่ใต้ลำไส้ซึ่งจะใช้ในการลำเลียงโลหิตส่วนหลัง (blood posteriorly) และในแต่ละปล้องของร่างกายท่อโลหิตตามยาว จะมีแขนงเส้นเลือดตามขวางต่อไปยังด้านซ้ายและขวา ซึ่งแต่ละเส้นจะแบ่งออกเป็นแขนงไปยังส่วน dorsal และ ventral โดยแต่ละแขนงจะเชื่อมต่อกับเส้นเลือดฝอยของ dorsal lope และ ventral lope ของพาราโพเดีย

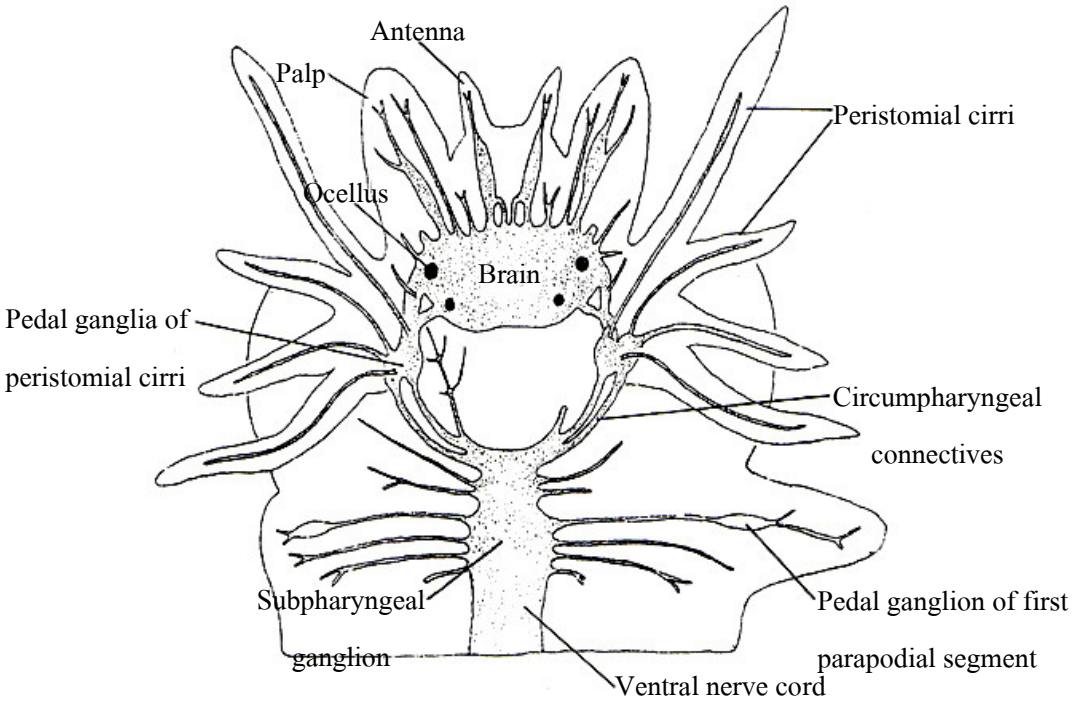
ระบบประสาท สมองของไส้เดือนทะเลอาจมีขนาดที่ใหญ่และมีลักษณะเป็นพูถ้าเป็นชนิดที่มีอวัยวะรับสัมผัส และมีปมประสาทที่เรียกว่า pedal ganglia ทำงานร่วมกับเส้นประสาทที่ตั้งอยู่บริเวณฐานของพาราโพเดียแต่ละปล้อง (รูปที่ 8) ปมประสาทดังกล่าวเป็นลักษณะเฉพาะที่พบในไส้เดือนทะเล มีความสำคัญในการควบคุมการเคลื่อนไหวของพาราโพเดีย อวัยวะรับสัมผัสที่สำคัญที่สุดของไส้เดือนทะเลคือ nuchal organ ซึ่งมีหน้าที่เป็น chemoreceptive organs มีความสำคัญในการหาอาหาร ตา (ocelli) เป็นอวัยวะรับสัมผัสที่สำคัญอีกอย่างของไส้เดือนทะเล โดยทั่วไปตาของไส้เดือนทะเลจะสามารถสื่อข้อมูลเกี่ยวกับความเข้มของแสง และทิศทาง แต่ในบางชนิดที่มีตาขนาดใหญ่อาจรับข้อมูลที่เป็นภาพได้ statocysts เป็นอวัยวะซึ่งพบในไส้เดือนทะเลพวกที่ขุดรูและอาศัยอยู่ในท่อมีหน้าที่ในการบอกทิศทาง (Ruppert *et al.*, 2004) ในไส้เดือนทะเลเช่นสกุล *Nereis* ส่วนหัวบริเวณเหนือ pharynx เป็นตำแหน่งที่ตั้งของ supra-pharyngeal ganglia 1 คู่

ซึ่งเป็นปมประสาททำหน้าที่เป็นสมอง ซึ่งจะเชื่อมต่อกับ subpharyngeal ganglia 1 คู่ โดยผ่านทาง circumpharyngeal commissure ทั้งสองข้างเป็นวงแหวนรอบ pharynx ต่อไปยัง ventral nerve cord ที่มีปมประสาท 1 คู่ในแต่ละปล้องของร่างกาย สมองจะทำหน้าที่สั่งงานไปยัง ตา, palp และ tentacle โดยผ่านทาง optic nerve, palpus nerve และ tentacular nerve ส่วน peristomial tentacles จะถูกสั่งงานจากปมประสาทขนาดเล็กซึ่งเชื่อมต่อกับ circumpharyngeal commissure ปมประสาททั้งด้านบนและด้านล่างของ pharynx จะติดต่อเชื่อมถึงกันและติดต่อกับสมองมีหน้าที่เป็น visceral nervous system ปมประสาทแต่ละปมของ ventral nerve จะแยกออกเป็นเส้นประสาท 3 คู่ คู่หนึ่งเชื่อมไปยังพาราโพเดียอีกคู่หนึ่งเชื่อมไปยังปล้องส่วนท้ายของร่างกาย และคู่สุดท้ายไปยังกล้ามเนื้อภายในปล้อง (Hegner and Engermann, 1968)

ระบบขับถ่าย อวัยวะในการขับถ่ายของไส้เดือนทะเลมี 2 ชนิดคือ โปรโตเนฟริเดียม (protonephridium) ซึ่งไม่มีเนฟโฟรสโตม (nephrostome) และ เมตาเนฟริเดียม (metanephridium) ซึ่งมีเนฟโฟรสโตม (nephrostome) (Barth และ Broschears, 1982 อ้างโดย ชุติมา ขมวิลัย, 2540) อวัยวะขับถ่ายของไส้เดือนทะเลมีอยู่ทุกปล้องยกเว้นที่ peristomial (Barth, 1982) อวัยวะขับถ่ายมีอยู่เป็นคู่บริเวณด้านล่างของลำตัว แต่ละอันเป็นท่อที่มีปลายเปิดที่บริเวณด้านท้องของเสียในร่างกายถูกขับออกมาจากเลือดผ่านอวัยวะที่ใช้ในการขับถ่าย แล้วส่งไปยังท่อเปิดภายในร่างกายและจากนั้นจะถูกกวาดไปยังส่วนท้ายของร่างกาย (Buchsbaum, 1938)



รูปที่ 7 ระบบหมุนเวียนโลหิตของไส้เดือนทะเลชนิด *N. virens* ลักษณะทางกายวิภาคของระบบท่อลำเลียง ลูกศรจะชี้ให้เห็นทิศทางการไหลของเลือด (ที่มา: Ruppert *et al*., 2004)



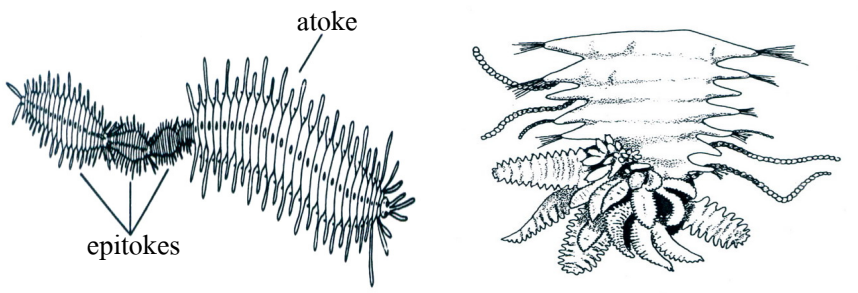
รูปที่ 8 สมองและเส้นประสาทส่วนหน้าของไส้เดือนทะเลสกุล *Nereis* (ที่มา: Ruppert *et al*., 2004)

ระบบสืบพันธุ์ ไส้เดือนทะเลเกือบทุกชนิดแยกเพศ (Barnes, 1968) แต่พบว่ามีพวกที่เป็นกะเทยประมาณ 67 ชนิด (Giangrande, 1997) เมื่อไส้เดือนทะเลมีความพร้อมที่จะผสมพันธุ์ เซลล์สืบพันธุ์จะถูกปล่อยออกมาสู่ภายนอกโดยการปริออกของผนังร่างกาย หรือผ่านทางระบบขับถ่าย หรือผ่านทาง gonoducts (Wallace and Taylor, 2002) การปริออกของผนังร่างกายโดยทั่วไปจะเกิดขึ้นกับไส้เดือนทะเลกลุ่มที่มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง และมีการว่ายน้ำขึ้นมาวางไข่ เช่นไส้เดือนทะเลในวงศ์ Nereididae Syllidae และ Eunicidae ไส้เดือนทะเลในวงศ์ดังกล่าวนี้ส่วนใหญ่มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างเมื่อเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ ซึ่งเรียกปรากฏการณ์ หรือลักษณะพิเศษดังกล่าวว่า “epitoky” โดยปรากฏการณ์ดังกล่าวนี้คือ การเปลี่ยนแปลงร่างกายเพื่อสร้างส่วนที่ขึ้นมาว่ายน้ำซึ่งเป็นส่วนที่ใช้ในการสืบพันธุ์หรือเรียกว่า “epitoke” แยกออกจากส่วนที่ไม่มีเซลล์สืบพันธุ์ซึ่งอยู่ในดินที่เรียกว่า “atoke” epitoky จะเกิดขึ้นพร้อมกันกับการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ และการเจริญเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ epitoke จำนวนหนึ่ง หรือมากกว่าสามารถเกิดขึ้นได้จาก atoke ที่เปลี่ยนแปลงรูปร่างทั้งตัวเช่นไส้เดือนทะเลในวงศ์ Nereididae หรือเกิดการเปลี่ยนแปลงแยกส่วนออกมาจากส่วนท้ายของ atoke เช่นไส้เดือนทะเลในวงศ์ Syllidae และ Eunicidae (รูปที่ 9) (Ruppert *et al*,. 2004)

การเปลี่ยนแปลงในระยะ epitokal ส่วนใหญ่เป็นการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของส่วนหัว, โครงสร้างของพาราโพเดีย, ขนาดของปล้อง และกล้ามเนื้อภายในปล้องด้วย (Barnes, 1974) epitoky คือการปรับตัวอย่างหนึ่งของไส้เดือนทะเลเพื่อการผสมพันธุ์ โดยมักจะเกิดขึ้นพร้อมกันในแต่ละชนิดเพื่อให้แน่ใจว่าจะเกิดการจับคู่ผสมพันธุ์กันระหว่าง epitoke ได้อย่างเพียงพอเมื่อเซลล์สืบพันธุ์ถูกปล่อยออกมา เรียกพฤติกรรมดังกล่าวนี้ว่า “swarming” เมื่อเซลล์สืบพันธุ์ถูกปล่อยออกมาจะผสมกันในน้ำทะเล และฟักเป็นตัวอ่อนที่เรียกว่า "trochophore larvae" ซึ่งมีหลายลักษณะแตกต่างกันไปแต่ละชนิด (รูปที่ 10) (Wallace and Taylor, 2002; Ruppert *et al*,. 2004) แต่พบว่ามีไส้เดือนทะเลบางชนิดสามารถสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศได้ เช่นการสืบพันธุ์โดยอาศัยการแบ่งตัวหรือโดยการแตกหน่อ (Russell-Hunter, 1969) นอกจากนั้นไส้เดือนทะเลบางชนิดยังมีความสามารถในการงอกใหม่ (regenerate) เพื่อทดแทนส่วนที่หายไป หรือถูกทำลาย เช่น tentacle, palps, tail หรือแม้แต่ส่วนหัว ตัวอย่างเช่น ไส้เดือนทะเลในสกุล *Chaetopterus* และ *Dodecaceria* ซึ่งสามารถงอกส่วนต่างๆของร่างกายออกมาใหม่ทั้งตัวจากปล้องเพียงปล้องเดียว (Ruppert *et al*., 2004) โดยปัจจัยสิ่งแวดล้อมจะมีผลต่ออัตราการงอกใหม่ดังกล่าว เช่นปริมาณระยะเวลาที่ได้รับแสงของไส้เดือนทะเล ดังเช่นการทดลองของ Last และคณะ (1998) ซึ่งศึกษาการควบคุมระยะเวลาการให้แสงต่อการเจริญเติบโต และการงอกใหม่ของไส้เดือนทะเลชนิด *N.* (*Neanthes*) *virens* พบว่า การเลี้ยงโดยมีปริมาณระยะเวลาการให้แสงที่มากกว่า (16:8) มีผลทำให้อัตราการเจริญเติบโต อัตราการ

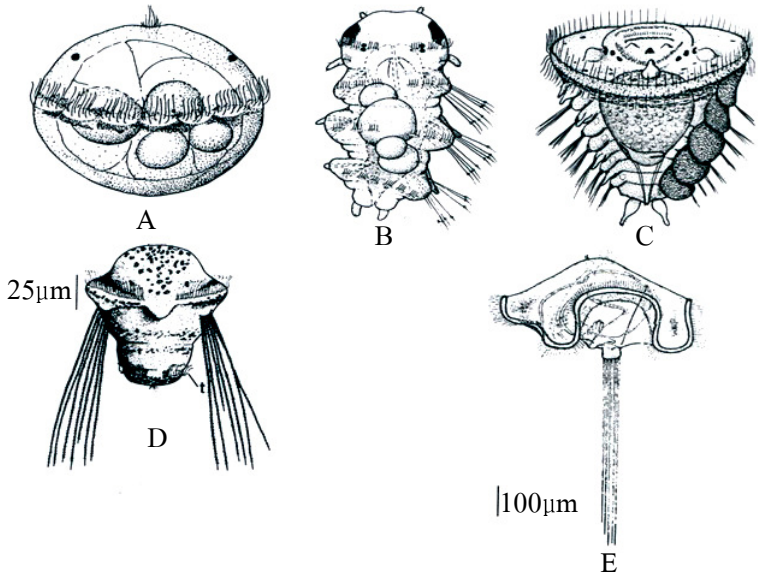
เพิ่มของจำนวนปล้อง และการงอกใหม่แทนที่ของปล้องที่เสียหายดีกว่าการเลี้ยงโดยมีระยะเวลาการให้แสงที่น้อยกว่า (8:16)

ในกระบวนการสืบพันธุ์ของไส้เดือนทะเลมีปัจจัยหลักที่ควบคุมกระบวนการดังกล่าวคือ ฮอร์โมนภายในร่างกาย และอิทธิพลจากสิ่งแวดล้อมภายนอก ทำให้สามารถแบ่งรูปแบบของการสืบพันธุ์วางไข่ของไส้เดือนทะเลออกได้เป็น 2 แบบคือ monotelic และ polytelic โดยที่แบบแรกคือไส้เดือนทะเลมีการวางไข่ได้เพียงครั้งเดียวในช่วงชีวิต และหลังจากวางไข่แล้วจะตาย หรืออาจเรียกรูปแบบดังกล่าวว่า "semelparous breeder" และแบบที่สอง คือไส้เดือนทะเลมีการวางไข่ได้หลายครั้งในช่วงชีวิต หรือเรียกว่า "iteroparous breeder" (Giangrande, 1997) ในรูปแบบ semelparous ปฏิกิริยาระหว่างกันของสิ่งแวดล้อม เป็นปัจจัยสำคัญที่จะกำหนดอายุของไส้เดือนทะเลที่เข้าสู่ระยะผสมพันธุ์ (Olive *et al.*, 1997)



(A) (B)

รูปที่ 9 การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ: การสืบพันธุ์แบบแตกหน่อของไส้เดือนทะเลสกุล *Autolytus* ซึ่งแต่ละ atoke จะสามารถสร้าง epitokes ได้ทั้งเพศผู้และเพศเมีย (A) (ที่มา: Pechenik, 2000); การสืบพันธุ์แบบแตกหน่อเป็นกลุ่มของไส้เดือนทะเลสกุล *Trypanosyllis* (Syllidae) (B) (ที่มา: Ruppert *et al*., 2004)



รูปที่ 10 ตัวอ่อนของไส้เดือนทะเลแบบต่างๆ: ตัวอ่อนระยะ trochophore ของ ragworm *Platynereis bicanaliculata* (Nereididae) A; ตัวอ่อนระยะ nectochaete ของ *Platynereis* B; ตัวอ่อนระยะ metatrochophore ของ scaleworm *Halosydna brevisetosa* (Polynoidae) C; ตัวอ่อนของ mason worm *Phragmatopoma* (Sabellariidae) D; ตัวอ่อนระยะ trochophore ที่เรียกว่า mitraria ของ shingle-tube worm *Owenia* (Oweniidae) E. (ที่มา: Ruppert *et al*. 2004)

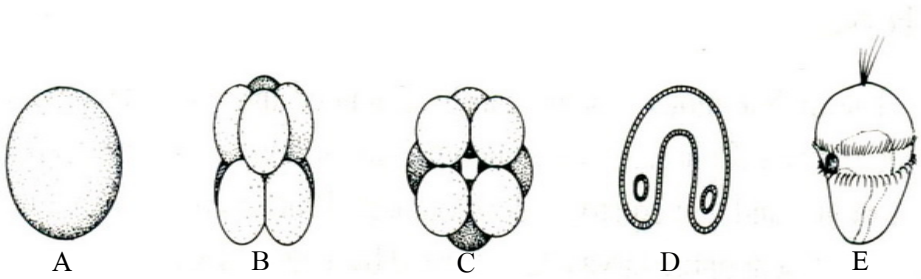
ค) ระยะการพัฒนาของไส้เดือนทะเล

การพัฒนาของไส้เดือนทะเลเริ่มตั้งแต่มีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ (gametes) โดยปกติเซลล์สืบพันธุ์จะถูกสร้างขึ้นจากทุกปล้องของลำตัว แต่ไส้เดือนทะเลบางชนิดเซลล์สืบพันธุ์อาจมีอยู่เฉพาะในบางปล้องเท่านั้น เช่นไส้เดือนทะเลที่มีการแบ่งส่วนของลำตัวออกเป็น 2 ส่วนที่ชัดเจน คือส่วนอก (thoracic) และส่วนท้อง (abdomen) ซึ่งพบว่าส่วนใหญ่ gonad จะอยู่ที่บริเวณส่วนอก โดยปกติ gametes จะถูกปล่อยออกมาสู่ช่องว่างของลำตัว (coelom) แล้วกลายเป็น gametogonia หรือ primary gametocytes และจะมีการพัฒนาอยู่ใน coelomic fluid เมื่อไส้เดือนทะเลเข้าสู่ช่วงเจริญพันธุ์ ภายในช่องว่างของลำตัวจะเต็มไปด้วยไข่หรือสเปิร์ม ในไส้เดือนทะเลบางชนิดที่ลำตัวค่อนข้างบางหรือโปร่งใสจะสามารถสังเกตเห็นได้ชัดเจน (Ruppert and Barnes, 1994) เช่น ในไส้เดือนทะเลชนิด *Perinereis nuntia brevicirris* เพศผู้จะมีสีข้างลำตัวเป็นสีแดงและสีขาวนวลตรงกลางลำตัวตลอดความยาวของลำตัว ส่วนเพศเมียจะมีขาว่ายน้ำเป็นสีแดงเช่นเดียวกัน แต่สีของลำตัวจะเป็นสีน้ำเงินอมเขียวทั้งตัว (ปิยะพงค์ โชติพันธุ์ และ อนงค์ สวรรยาธิปัตย์, 2528) ไส้เดือนทะเลชนิด *Perinereis cultrifera* เพศผู้จะมีสีขาวน้ำนมปนเขียว ส่วนเพศเมียจะมีสีเหลืองปนเขียว

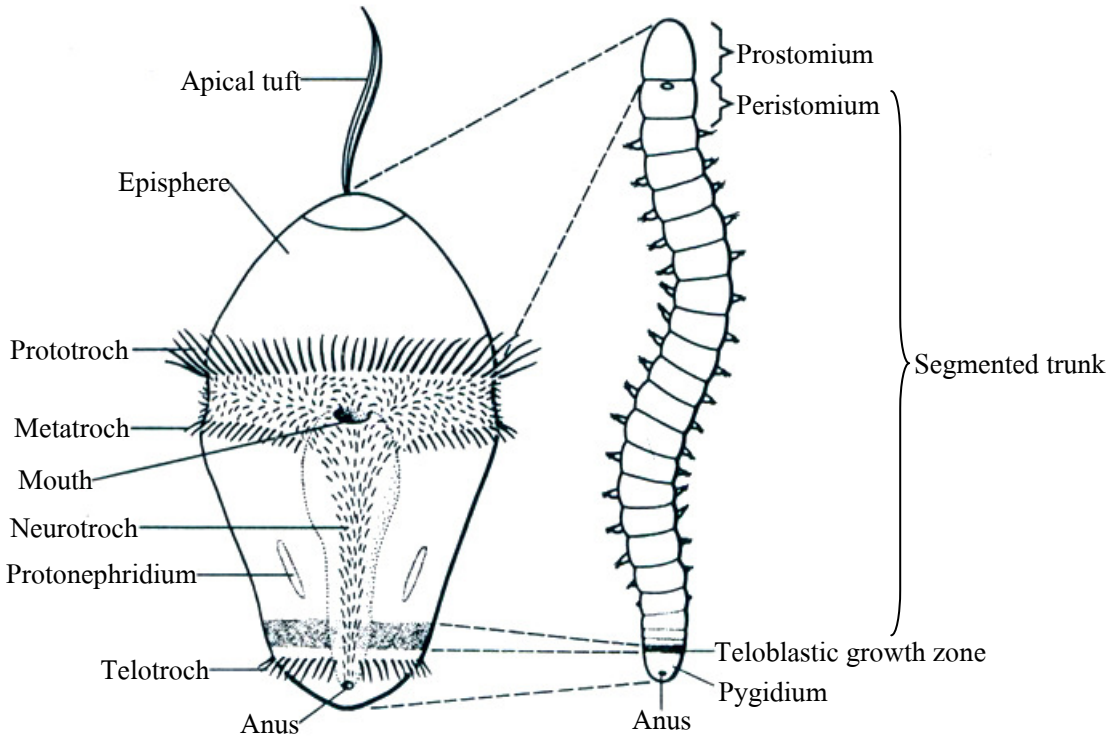
(Rouabah and Scaps, 2003) ไส้เดือนทะเลสกุล *Hediste* เพศผู้จะมีสีขาว ส่วนเพศเมียจะมีสีเขียว (Sato, 1999) และไส้เดือนทะเลในสกุล *Pomatoceros* จะเห็นเป็นสีขาวในเพศผู้ และเห็นเป็นสีชมพูอ่อนหรือสีส้มในเพศเมีย (Ruppert and Barnes, 1994) การที่สามารถมองเห็นเป็นสีดังกล่าวเนื่องมาจากสีของสเปิร์มและไข่ตามลำดับ

เมื่อไส้เดือนทะเลมีการผสมพันธุ์ และไข่ได้รับการผสมจากสเปิร์ม ไข่จะเริ่มมีการพัฒนาเกิดขึ้น โดยจะเริ่มมีการแบ่งเซลล์เกิดขึ้น การแบ่งเซลล์ 2 ครั้งแรกจะเป็นแบบ meridional ซึ่งจะได้ผลลัพธ์ออกมาเป็น 4 เซลล์ ซึ่งเรียกว่า “macromeres” โดยจะมีเซลล์หนึ่งมีขนาดใหญ่กว่าเซลล์อื่นๆ การแบ่งเซลล์ครั้งที่ 3 จะได้เซลล์ขนาดเล็กที่เรียกว่า “micromeres” ซึ่งตั้งอยู่คนละแกนกับ macromeres ในแนวดิ่ง ตำแหน่งของเซลล์ใหม่จะหมุนไปจากตำแหน่งเดิม 45 องศา และจะได้ผลลัพธ์ออกมาเป็น 8 เซลล์ ลักษณะการแบ่งเซลล์แบบดังกล่าวเรียกว่า “spiral cleavage” (รูปที่ 11) (Levin and Bridges, 1995) หากการหมุนที่เกิดในระยะ spiral cleavage นี้มีทิศทางตามเข็มนาฬิกาเรียกว่า “dextrotropic” และหากมีทิศทางทวนเข็มนาฬิกาเรียกว่า “laevotropic” ในระหว่างการแบ่งเซลล์แบบ spiral cleavage การหมุนทั้ง 2 แบบ จะเกิดสลับกัน (Borradaile, 1967; Wilmoth, 1967) แต่ในทางคัพภวิทยาทางสัตวแพทย์ กล่าวไว้ว่า cleavage หรือ morula ก็คือระยะที่ zygote เริ่มมีการแบ่งเซลล์เพิ่มจำนวนขึ้นแต่มีขนาดเล็กลง จึงเป็นกระบวนการพัฒนาที่ไม่แท้จริง (untrue development process) เชื่อว่าเป็นการจัดสัดส่วนของ nucleus และ cytoplasm ของเซลล์เล็กๆ ที่เกิดใหม่ซึ่งเรียกแต่ละเซลล์ว่า “blastomere” โดยมีการแบ่งแบบ mitosis การแบ่งตัวแบบนี้คงดำเนินไปเรื่อยๆ ระยะหนึ่ง (นที นิลนพคุณ, 2529)

หลังจากเข้าสู่ระยะ gastrula แล้ว embryo จะมีการพัฒนาอย่างรวดเร็วเข้าสู่ top-shaped trochophore larva (Ruppert and Barnes, 1994) ตัวอ่อนของไส้เดือนทะเลจะมีการพัฒนาต่อไปเรื่อยๆ ระยะหนึ่งแล้วจะมีการพัฒนาระบบย่อยอาหารขึ้น ตัวอ่อนจะมีวงขนเกิดขึ้น 2 วง วงแรกคือ prototroch ตั้งอยู่บริเวณกลางลำตัวของตัวอ่อนมีหน้าที่ช่วยในการเคลื่อนไหว และวงขนวงที่ 2 คือ telotroch ซึ่งตั้งอยู่ที่ส่วนท้ายของตัวอ่อน และจะพัฒนาไปเป็น pygidium ในตัวเต็มวัย ต่อมาตัวอ่อนจะมีวงขนวงที่ 3 เกิดขึ้นเรียกว่า "metatroch" ซึ่งเกิดขึ้นที่ตำแหน่งระหว่าง prototroch และ telotroch (Pechenik, 2000) ไส้เดือนทะเลจะมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างจาก trochophore larvae ไปเป็นตัวอ่อนระยะ nectochaete ซึ่งตัวอ่อนระยะนี้สามารถมองเห็นปล้องชัดเจน และมีซีตี้ที่พัฒนาดี (Sato and Tsuchiya, 1991) หลังจากนั้นตัวอ่อนจะเริ่มลงเกาะพื้นและพัฒนาเข้าสู่ระยะวัยรุ่นซึ่งส่วนใหญ่จะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจนโดยจะค่อยๆ ยาวขึ้นในบริเวณ growth zone (รูปที่ 12) (Ruppert and Barnes, 1994) ซึ่งเป็นส่วนหน้าของ pygidium (Pechenik, 2000) ไข่ของไส้เดือนทะเลส่วนใหญ่จะมีปริมาณ yolk ที่แตกต่างกันซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของไส้เดือนทะเลทำให้สามารถแบ่งกลุ่ม



รูปที่ 11 การแบ่งเซลล์แบบ spiral cleavage: ไข่ (A); การแบ่งเซลล์แบบ spiral cleavage, ด้านข้าง (B) และ ด้านบน (C); schizocoelic coelom formation (D); ต้นแบบของ trochophore (E) (ที่มา: Levin and Bridges, 1995)



รูปที่ 12 การพัฒนาของตัวอ่อน trochophore ไปเป็นตัวเต็มวัยของสิ่งมีชีวิตใน Phylum Annelida (ที่มา: Ruppert *et al*., 2004)

รูปแบบการพัฒนาของไส้เดือนทะเลออกได้เป็น 2 กลุ่มคือ lecithotrophic trochophore larva และเป็น planktotrophic trochophore larva ตัวอ่อนที่เป็นแบบ lecithotrophic จะไม่กินอาหาร เช่น ไส้เดือนทะเลในวงศ์ Nereididae และ Eunicidae และจะดำรงชีวิตเป็นตัวอ่อนในระยะเวลาสั้นๆ อาศัยอยู่ใกล้พื้น (Ruppert and Barnes, 1994) การที่ตัวอ่อนมีช่วงชีวิตที่เป็นแพลงก์ตอนระยะเวลาสั้นๆ ก็เพื่อช่วยในการแพร่กระจาย (Nybakken and Bertness, 2004) ส่วนกลุ่มที่มีการดำรงชีวิตแบบ planktotrophy จะได้รับสารอาหารและพลังงานจากการกินอาหาร (Levin *et al.*, 1987) และจะดำรงชีวิตเป็นแพลงก์ตอนนานกว่า

1.2.3 ความสำคัญของไส้เดือนทะเล

ไส้เดือนทะเลมีการแพร่กระจายอยู่ในทุกหนแห่งในทะเล (Glasby and Alvarez, 1999) หลายชนิดเป็นอาหารที่สำคัญของสัตว์น้ำ ดังเห็นได้จากการศึกษาของ Aarnio และ Bonsdorff (1993) อ้างโดย สันติสุข ไทยปาล (2544) ซึ่งพบไส้เดือนทะเลในกระเพาะอาหารของปลาบู่ *Pomatoschistus minutus* ที่อาศัยในบริเวณหมู่เกาะบาลติกทางตอนเหนือ ธเนศ ศรีถกล และคณะ (2544) พบว่าไส้เดือนทะเลเป็นอาหารหลักของปลาเห็ดโคน (*Sillago sihama* Forsskål, 1775) โดยเฉพาะในปลาที่มีขนาดความยาวเหยียดมากกว่าหรือเท่ากับ 8.1 เซนติเมตร เสาวภา อังสุภานิช และคณะ (2548ก) ศึกษาองค์ประกอบของอาหารในกระเพาะปลากดหัวอ่อน *Osteogeneiosus militaris* (Linnaeus, 1758) และปลากดหัวแข็ง *Arius maculatus* (Thunberg, 1792) ในทะเลสาบสงขลา พบปริมาณไส้เดือนทะเลเกือบทุกฤดูกาล นอกจากนั้นการศึกษากระเพาะอาหารของกุ้งทะเล ปู และปลาทะเลบางชนิดที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจซึ่งส่วนใหญ่เป็นสัตว์น้ำที่หากินตามพื้นทะเลโดยการขุดคุ้ยพื้นทะเลเพื่อหาอาหาร พบไส้เดือนทะเลในปริมาณที่สูงมากถึง 50-80 % ของปริมาณอาหารทั้งหมดที่พบในกระเพาะ (สุรพล ชุณหบัณฑิต, 2544) ไส้เดือนทะเลเป็นอาหารหลักของกุ้งในกลุ่ม penaeid หลายชนิด (Nunes and Parson, 2000) เช่น ในกุ้ง *Penaeus subtilis* ที่เลี้ยงแบบ semi-intensive พบว่า ไส้เดือนทะเลเป็นชนิดของอาหารที่สำคัญที่สุด คิดเป็นร้อยละ 80 หรือ 83% ของเหยื่อมีชีวิตที่กินเข้าไป หรือเท่ากับ 32.55% ของอาหารที่กินเข้าไปทั้งหมด (Nunes *et al.*, 1997) ไม่เฉพาะประโยชน์ที่กล่าวมาแล้วเท่านั้น หากมองในด้านนิเวศวิทยาไส้เดือนทะเลในบางชนิดยังสามารถช่วยในการย่อยสลายปริมาณสารอินทรีย์ในธรรมชาติ (Cadee, 1979; Chareonpanich *et al.,* 1994; Chareonpanich, 1999; Meksumpun and Meksumpun, 1999; Black, 2001; Samuelson, 2001) และใช้เป็น indicators ในการบ่งชี้สภาวะการถูกทำลายของสิ่งแวดล้อม บริเวณพื้นทะเล และโดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ได้อย่างเหมาะสม (Tomassetti and Porrello,

2005) เนื่องจากไส้เดือนทะเลมีการแพร่กระจายและมีปริมาณชุกชุมในระบบนิเวศ และเป็นสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ภายในตะกอนดิน มีการเคลื่อนที่น้อย แตกต่างจากสัตว์จำพวกปลา หรือสัตว์ที่อาศัยอยู่ในมวลน้ำอื่นๆ ที่สามารถอพยพเพื่อหลบหลีกภาวะที่เกิดมลพิษได้ (Scaps *et al.*,1997)

ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำได้มีการนำไส้เดือนทะเลไปใช้ประโยชน์อย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำไปเป็นอาหารสำหรับสัตว์น้ำเศรษฐกิจ (สุปราณี ชินบุตร, 2528)โดยเฉพาะกุ้งในกลุ่ม penaeid ซึ่งพบว่าปัจจัยทางโภชนาการมีบทบาทอย่างมากในการกระตุ้นความสมบูรณ์เพศ การจับคู่ผสมพันธุ์ การเพิ่มขึ้นของอัตราการปฏิสนธิ และคุณภาพของลูกพันธุ์ (Naessens *et al.*, 1997) วิลาสินี คงเล่ง และคณะ (2546) กล่าวว่าไส้เดือนทะเลในวงศ์ Nereididae เหมาะสำหรับใช้เป็นอาหารของพ่อแม่พันธุ์กุ้งทะเล เนื่องจากมีกรดไขมันพวก polyunsaturated fatty acids ซึ่งกรดไขมันดังกล่าวที่พบในไส้เดือนทะเลชนิด *Glycera dibranchiate และ Americonuphis reseii* จะกระตุ้นให้เกิดความสมบูรณ์เพศ (Naessens *et al.*, 1997) ไส้เดือนทะเลชนิด *Nereis diversicolor* เป็นอาหารที่มีความสำคัญช่วยในการกระตุ้นการสุกของไข่ และการวางไข่ของปลาลิ้นหมา Common sole และ Senegalese sole (Luis and Passos, 1995) นอกจากนั้นไส้เดือนทะเลชนิด *N. diversicolor* สามารถที่จะผลิตสารที่มีคุณสมบัติต่อต้านเชื้อแบคทีเรีย โดยมีโปรตีนบางชนิด เช่น Metalloprotein II ซึ่งอยู่ในกลุ่มของสาร Hemerythrin/myohemerythrin family โดยทำงานร่วมกันกับโปรตีนอื่นๆ เช่น lysosyme โมเลกุลของสารที่เกิดขึ้นนี้สามารถต่อต้านการติดเชื้อแบคทีเรียในไส้เดือนทะเลชนิดนี้ได้ (Deloffre *et al.*, 2003) จากการศึกษาของ De Croos และคณะ (2004) พบว่ากรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงบางชนิดเช่น linoleic acid (18:2n-6) จะพบในกุ้งที่มีสุขภาพดีมากกว่ากุ้งที่ติดเชื้อ white spot disease อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

นอกจากนั้นไส้เดือนทะเลยังมีประโยชน์ในด้านอื่นๆ อีก เช่น เป็นที่ต้องการในวงการกีฬาตกปลาเพื่อใช้เป็นเหยื่อที่นิยมใช้ของนักตกปลา (Chen, 1990 ; Olive, 1994; Scaps, 2002) การนำไปใช้ในการบำบัดตะกอนดินที่เกิดจากการทับถมของของเสียในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ (เกษม คงนิรันดรสุข และ วิกรม รังสินธุ์, 2546 ; จารุมาศ เมฆสัมพันธ์, 2546 ; Chareonpanich *et al.* 1994) หรือเพื่อกินเศษอาหารที่เหลือจากการเลี้ยงสัตว์น้ำชนิดนั้น เช่นการศึกษาของ Batista และคณะ (2003) ที่ศึกษาอัตรารอด การเจริญเติบโต การใช้ประโยชน์จากอาหาร และการสร้างไข่ ของไส้เดือนทะเลชนิด *N. diversicolor* โดยใช้อาหารที่ใช้เลี้ยงปลา Gilthead seabream (*Sparus auratus*) เปรียบเทียบกับอาหารที่ใช้เลี้ยงปลาสวยงาม (Tetramin) ซึ่งนิยมใช้ในการเลี้ยงไส้เดือนทะเลชนิดดังกล่าวในห้องปฏิบัติการ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แสดงให้เห็นว่าสามารถเลี้ยงไส้เดือนทะเลชนิดดังกล่าวด้วยอาหารที่เหลือจากการเลี้ยงปลา Gilthead seabream ได้

1.2.4 การเพาะเลี้ยงไส้เดือนทะเล

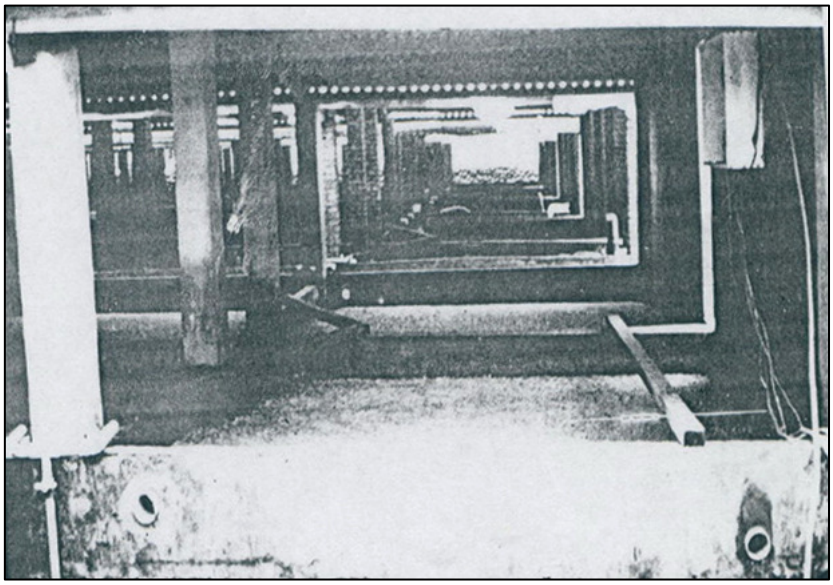
การเพาะเลี้ยงไส้เดือนทะเลมีการศึกษากันมานานหลายทศวรรษแล้ว จากการตรวจสอบเอกสารพบว่า Grave (1937) ได้ทำการศึกษาการเพาะพันธุ์ไส้เดือนทะเลชนิด *Nereis limbata* ซึ่งเป็นไส้เดือนทะเลที่มีการว่ายน้ำขึ้นมาผสมพันธุ์วางไข่ในช่วงตั้งแต่ดวงจันทร์เต็มดวงไปจนตลอดข้างแรม ซึ่งช่วงเวลาดังกล่าวจะเกิดขึ้นเฉพาะฤดูร้อน การศึกษาในครั้งนั้น Grave ไม่ได้มีการเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์เอง แต่มีการรวบรวมพ่อแม่พันธุ์ที่ว่ายน้ำขึ้นมาผสมพันธุ์จากธรรมชาติโดยใช้ตาข่ายขนาดเล็กและใช้ตะเกียงหรือแสงไฟในการล่อ เมื่อรวบรวมพ่อแม่พันธุ์ได้จะต้องแยกภาชนะที่ใส่ตัวผู้และตัวเมียออกจากกัน หลังจากนั้นเริ่มทำการเพาะพันธุ์โดยนำไส้เดือนทะเลตัวเมียที่มีความสมบูรณ์ใส่ลงในภาชนะที่มีน้ำทะเล แล้วใช้กรรไกรตัดตรงกลางลำตัวตามขวางเพื่อให้ไข่ไหลออกมา เพศผู้ก็ใช้วิธีเดียวกัน แต่ในภาชนะต้องใส่น้ำทะเลประมาณ 25-50 มิลลิลิตร จากนั้นทำการล้างไข่โดยการรินน้ำออกแล้วเติมน้ำใหม่ 1-2 ครั้ง ใส่น้ำเชื้อเพศผู้ที่เตรียมไว้ลงไป 3-4 หยด แล้วคนเบาๆ เมื่อไข่ได้รับการผสมจะเริ่มมีการแบ่งเซลล์ภายใน 5 นาที หลังจากนั้นจะต้องมีการเปลี่ยนน้ำในภาชนะบ่อยๆ จนกระทั่งครบ 12-15 ชั่วโมงแรก ภายใน 24 ชั่วโมงตัวอ่อนจะฟักออกมาจากชั้นวุ้น จากนั้นต้องย้ายเฉพาะตัวอ่อนโดยวิธีการรินน้ำ หรือใช้ปิเปตปากกว้างดูดเพื่อแยกตัวอ่อนออกจากของเสียที่เกิดขึ้น 5-7 วันหลังจากฟักตัวอ่อนจะไม่กินอาหารแต่หลังจากนั้นจะเริ่มกิน diatoms จากการทดลองในครั้งนี้ Grave ให้ข้อสังเกตว่าหลังจากตัวอ่อนมีอายุ 2 วัน ควรมีการเปลี่ยนน้ำในภาชนะที่ใช้อนุบาลวันละครั้ง หรือมากกว่าถ้าอุณหภูมิสูง ต่อมา Guberlet (1937) ได้ศึกษาวิธีการเลี้ยงไส้เดือนทะเลชนิด *Nereis agassizi* และ *Nereis procera* ตั้งแต่เริ่มมีการปฏิสนธิจนถึงตัวเต็มวัยที่พร้อมจะผสมพันธุ์ จากผลการศึกษาครั้งนี้พบว่า *N. agassizi* ไม่สามารถเลี้ยงจนเข้าสู่ระยะที่พร้อมผสมพันธุ์ได้เพราะเกิดการตายโดยไม่ทราบสาเหตุ ส่วน *N. procera* ใช้เวลาประมาณ 1 ปีจะสามารถเข้าสู่ระยะที่พร้อมผสมพันธุ์ จากการทดลองในครั้งนี้ Guberlet ได้สรุปปัจจัยสำคัญไว้ 5 ประการคือ 1) ในระหว่างการเลี้ยงจะต้องไม่ให้มีความหนาแน่นที่มากเกินไป 2) น้ำที่นำมาใช้จะต้องมีปริมาณออกซิเจนที่เพียงพอ 3) จะต้องไม่ให้มีการปนเปื้อนของสิ่งมีชีวิตอื่น 4) อุณหภูมิที่เลี้ยงต้องอยู่ในช่วงที่เหมาะสม 5) จะต้องมีปริมาณอาหารที่เพียงพอต่อความต้องการ

นอกจากการศึกษาวิธีการเพาะเลี้ยงไส้เดือนทะเลในห้องปฏิบัติการโดยนักวิทยาศาสตร์ต่างๆแล้ว การศึกษาการเพาะเลี้ยงไส้เดือนทะเลในเชิงพาณิชย์ก็มีมานานแล้วในต่างประเทศเช่น ในประเทศไต้หวัน (รูปที่ 13) มีการเพาะเลี้ยงไส้เดือนทะเลมาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1976 โดยชนิดที่เลี้ยงคือ *Perinereis brevicirrus* ซึ่งขณะนั้นในประเทศไต้หวันมีฟาร์มที่เลี้ยงไส้เดือนทะเลประมาณ 3-4 ฟาร์ม สามารถผลิตไส้เดือนทะเลได้ประมาณ 25 ตันต่อปี โดยครึ่งหนึ่งจะส่งไป

ขายยังประเทศญี่ปุ่น (Chen, 1990) ต่อมาในปี ค.ศ. 1984 ทางตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศอังกฤษ ได้มีการเพาะเลี้ยงไส้เดือนทะเลในเชิงธุรกิจขึ้นเป็นแห่งแรกในประเทศ โดยทำการเพาะเลี้ยงไส้เดือนทะเลชนิด *N. virens* เพื่อจำหน่ายให้กับนักตกปลาโดยเฉพาะ (Olive, 1999) อุตสาหกรรมดังกล่าวได้เจริญเติบโตขึ้นและมีการแพร่กระจายไปยังที่ต่างๆ ทั่วโลก ปัจจุบันอุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงไส้เดือนทะเลได้มีการนำไปใช้ประโยชน์มากขึ้น ได้แก่การนำไปเป็นอาหารให้แก่สัตว์น้ำ ซึ่งเป็นกิจการที่เติบโตมากขึ้นโดยเฉพาะประเทศแถบเอเชีย อย่างไรก็ตามในอดีตไส้เดือนทะเลที่นำมาให้เป็นอาหารสัตว์น้ำได้มีการเก็บมาจากธรรมชาติเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งนอกจากจะเป็นการทำลายสมดุลธรรมชาติแล้ว ไส้เดือนทะเลจากแหล่งดังกล่าวอาจเป็นพาหะของโรคที่เกิดกับสัตว์น้ำ หรืออาจเป็นตัวนำพาการสะสมของสารเคมีเข้าสู่ห่วงโซ่อาหาร เช่นการศึกษาของ Pruell และคณะ (2000) พบว่าเมื่อนำไส้เดือนทะเลชนิด *N. virens* ที่เก็บมาจากบริเวณที่มีการสะสมของสารเคมีจากยาฆ่าแมลง ไปเป็นอาหารแก่กุ้ง *Homarus americanus* สามารถก่อให้เกิดการสะสมของสารเคมีดังกล่าวในตัวกุ้งได้ ฉะนั้นการเพาะเลี้ยงไส้เดือนทะเลจึงมีความจำเป็นเนื่องจากสามารถควบคุมคุณภาพของผลผลิต และยังช่วยลดปริมาณการจับจากธรรมชาติ (Fidalgo e Costa, 1999)

จากการตรวจสอบเอกสารพบว่าในประเทศไทยได้มีการศึกษาวิธีการเพาะเลี้ยงไส้เดือนทะเลมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2528 โดยการศึกษาของ ปิยะพงค์ โชติพันธุ์ และอนงค์ สวรรยาธิปัตย์ ซึ่งทำการทดลองเพาะเลี้ยงไส้เดือนทะเลชนิด *P. nuntia brevicirris* ซึ่งในครั้งนั้นเป็นการศึกษาโดยหน่วยงานในสังกัดของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ หลังจากนั้นก็ไม่ปรากฏงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเพาะเลี้ยงไส้เดือนทะเล ซึ่งอาจเนื่องมาจากนักวิจัยของหน่วยงานต่างๆ และเกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำไม่ได้ให้ความสำคัญกับประโยชน์ที่ได้จากไส้เดือนทะเลมากนัก เช่นการนำไส้เดือนทะเลมาให้เป็นอาหารสัตว์น้ำโดยเฉพาะพ่อแม่พันธุ์กุ้งทะเล เนื่องจากการผลิตลูกพันธุ์กุ้งทะเลในสมัยนั้นยังคงอาศัยพ่อแม่พันธุ์กุ้งทะเลจากธรรมชาติเกือบทั้งหมด จนระยะหลังการผลิตลูกพันธุ์กุ้งทะเลโดยใช้พ่อแม่พันธุ์ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงได้เข้ามาแทนที่ การเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์กุ้งทะเลก็กลายเป็นที่สนใจมากขึ้น เพราะฉะนั้นการศึกษาชนิดของอาหารที่มีคุณภาพเพื่อนำมาเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์จึงเพิ่มมากขึ้นเป็นเงาตามตัว นอกจากนั้นไส้เดือนทะเลถือว่าเป็นสัตว์น้ำที่มีราคาค่อนข้างสูง ดังนั้นการศึกษาการเพาะเลี้ยงไส้เดือนทะเลก็กลับมามีความสำคัญมากขึ้น จึงมีการดำเนินงานทั้งหน่วยงานของรัฐบาลและของเอกชน ซึ่งในส่วนของรัฐบาลได้แก่กรมประมงก็มีการดำเนินงานตามศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งต่างๆ เช่นที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งภูเก็ต (นันทวัน ศานติสาธิตกุล, ม.ป.ป.) ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งสงขลา (วิลาสินี คงเล่ง และคณะ, 2546) เป็นต้น นอกจากกรมประมงแล้วหน่วยงานที่มีความสำคัญในด้านการวิจัยก็คือหน่วยงานในสังกัดมหาวิทยาลัย ซึ่งได้ให้

ความสำคัญกับการศึกษาด้านการเพาะเลี้ยงไส้เดือนทะเลเช่นกัน เช่นสถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (สุรพล ชุณหบัณฑิต, 2544) ในส่วนที่เป็นหน่วยงานของเอกชนก็ให้ความสนใจกับการเพาะเลี้ยงไส้เดือนทะเลเช่นกัน เช่นที่ฟาร์มอรัญญา ต.เนินพระ อ.เมือง จ.ระยอง และพิชิตพลฟาร์ม ต.บางพระ อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี (นิรนาม, 2548) แต่การศึกษาของหน่วยงานเอกชนส่วนใหญ่ไม่ได้นำข้อมูลมาเปิดเผย



รูปที่ 13 บ่อเลี้ยงไส้เดือนทะเลในประเทศไต้หวัน (ที่มา: Chen 1990)

1.2.5 การจัดจำแนกชนิดของ *Neanthes glandicincta* ตามหลักอนุกรมวิธาน

ไส้เดือนทะเลชนิด *Neanthes glandicincta* Southern, 1921 ถูกจัดจำแนกตามหลักอนุกรมวิธานดังนี้ (Day, 1967; Fauchald, 1977)

Kingdom Animalia

Phylum Annelida

Class Polychaeta

Order Phyllodocida

Family Nereididae

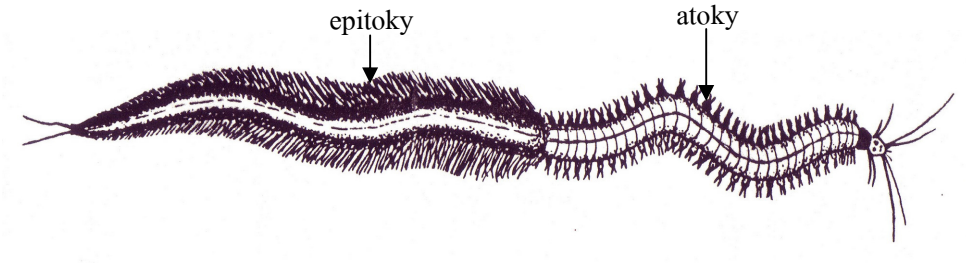
Genus *Neanthes*

Species *Neanthes glandicincta*

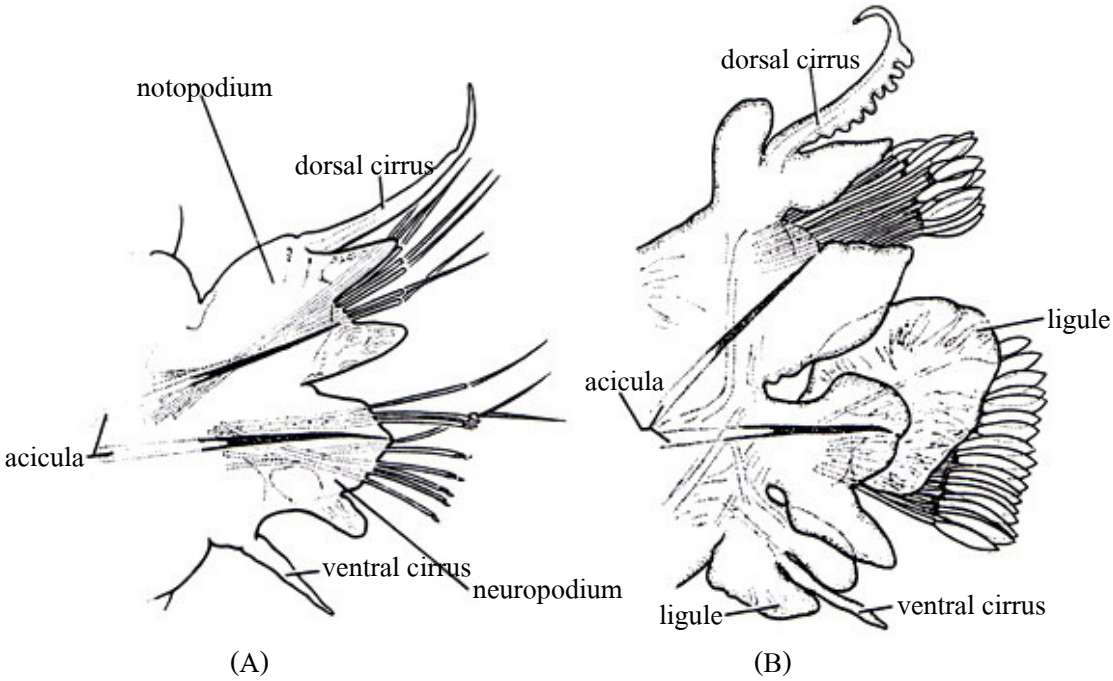
และได้รับการยืนยันจาก Dr. Chris Glasby (ติดต่อส่วนตัว) ผู้เชี่ยวชาญด้านอนุกรมวิธานของไส้เดือนทะเลซึ่งทำงานอยู่ที่ Museum & Art Gallery of the Northern Territory ประเทศ Australia

1.2.6 ลักษณะทั่วไปของไส้เดือนทะเลวงศ์ Nereididae สกุล *Neanthes*

ไส้เดือนทะเลในวงศ์ Nereididae มีทั้งหมด 540 ชนิด 43 สกุล ไส้เดือนทะเลในวงศ์นี้มีการแพร่กระจายทั่วไปในบริเวณน้ำตื้นชายฝั่ง แต่ก็สามารถพบได้ในสิ่งแวดล้อมอื่นๆ ตั้งแต่เขตทะเลน้ำลึกจนถึงบริเวณชะวากทะเล ลำธารน้ำจืด หรือแม้กระทั่งแอ่งน้ำฝนชั่วคราวขนาดเล็กบนแผ่นดิน (Bakken and Wilson, 2005) ลักษณะสำคัญของไส้เดือนทะเลในวงศ์ Nereididae คือ ลำตัวมีลักษณะยาวแบ่งออกเป็นปล้องจำนวนมาก มี antenna 2 อัน พบชนิดที่มี 1 อันน้อยมาก palps เป็นแบบ biarticulated มี tentacle cirri 2-4 คู่ eversible pharynx มีฟัน 1 คู่ และมักจะมีฟันบด (paragnath) หรือ papillae พาราโพเดียเกือบทั้งหมดเป็นแบบ biramous ซึ่งมักจะประกอบด้วย lobes และ cirri ซีตี้มีทั้งแบบที่มีข้อต่อ (compound setae) และไม่มีข้อต่อ (simple setae) และมีทั้งแบบ spiniger และ falciger (Fauchald, 1977) ไส้เดือนทะเลในวงศ์นี้เกือบทุกชนิดมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างในช่วงที่เข้าสู่ระยะเจริญพันธุ์ (Hegner and Engermann, 1968) โดยแบ่งส่วนของร่างกายออกเป็น 2 ส่วน มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของพาราโพเดีย และซีตี้ (รูปที่ 14 และ 15) เพื่อช่วยใน



รูปที่ 14 ไส้เดือนทะเลชนิด *Nereis irrorata* ระยะ epitoky ความยาว 30 เซนติเมตร (ที่มา: Kaestner, 1967)



รูปที่ 15 การเปลี่ยนแปลงรูปร่างของพาราโพเดียของไส้เดือนทะเลชนิด *Platynereis dumerilii*: พาราโพเดียปล้องที่ 30 ระยะ atokal stage ไม่สามารถระบุเพศได้, ความสูง 0.5 มิลลิเมตร (A); พาราโพเดียปล้องที่ 30 ของเพศผู้ระยะ epitokal stage, ความสูง 0.8 มิลลิเมตร (B) (ที่มา: Kaestner, 1967)

การว่ายน้ำ (Kaestner, 1967; Wilmoth, 1967; Ruppert *et al.*, 2004) ในช่วงระยะดังกล่าวตาของไส้เดือนทะเลจะมีขนาดใหญ่ขึ้นและมีความไวต่อแสง (Highnam and Hill, 1997) ส่วนใหญ่ไส้เดือนทะเลในวงศ์ Nereididae เมื่อเข้าสู่ระยะที่พร้อมจะผสมพันธุ์วางไข่จะไม่กินอาหาร เนื่องจากการทำงานของลำไส้จะเสื่อมสภาพลง เนื้อเยื่อต่างๆ ของร่างกายจะหยุดการเจริญเติบโต แต่จะมีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ขึ้นมาแทน (Franke, 1999) แต่ก็มีบางชนิดที่เพศเมียยังกินอาหารเป็นปกติ (Harrison and Gardiner, 1992) ไส้เดือนทะเลในวงศ์ Nereididae มีรูปแบบของการสืบพันธุ์เป็นแบบ monotelic species (Giangrande, 1997; Olive *et al.*, 1997) คือเมื่อหลังจากผสมพันธุ์วางไข่แล้วทั้งตัวผู้และตัวเมียจะตายลง เช่น *P. nuntia brevicirris*, *P. brevicirris*, *P. cultrifera* และ *Perinereis rullieri* (ปิยะพงค์ โชติพันธุ์ และ อนงค์ สวรรยาธิปัตย์, 2528; Chen, 1990; Prevedelli and Simonini, 2003)

ไส้เดือนทะเลในสกุล *Neanthes* Kinberg 1866a มีทั้งหมดประมาณ 50 ชนิด มีลักษณะสำคัญคือ ที่บริเวณ eversible pharynx มี conical paragnath อยู่ทั้งบน oral ring และ maxillary ring มี tentacle cirri 4 คู่ พาราโพเดียเป็นแบบ biramous ที่บริเวณ notopodia มี notosetae ซึ่งมีลักษณะเป็น homogomph spinigers และที่บริเวณ neuropodia มี neurosetae ที่มีทั้ง homogomph และ heterogomph spinigers และ heterogomph falcigers (Fauchald, 1977)

การแพร่กระจายของ *N. glandicincta* พบอาศัยอยู่ในเขตน้ำขึ้นน้ำลง พบได้ทั้งน้ำจืดและน้ำกร่อยของประเทศอินเดีย เช่นที่บริเวณ Visakhapatnam Harbor (Raman and Ganapati, 1986) และ ฮ่องกง (Lizhe *et al.*, 2001) แต่ไม่พบรายงานการแพร่กระจายในประเทศไทย

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.3.1 เพื่อเปรียบเทียบวิธีการเพาะพันธุ์ไส้เดือนทะเลชนิด *N. glandicincta* โดยวิธีตามธรรมชาติ และวิธีการผสมเทียมภายในห้องปฏิบัติการ

1.3.2 เพื่อศึกษาพัฒนาการขั้นต้นของไส้เดือนทะเลชนิด *N. glandicincta* (ตั้งแต่เริ่มมีการปฏิสนธิจนเข้าสู่ระยะ nectochaete ที่เวลา 48 ชั่วโมง)

1.3.3 เพื่อศึกษาผลของวิธีการคนไข่ ต่ออัตราการรอดจนเข้าสู่ระยะ nectochaete ที่เวลา 48 ชั่วโมง ของไส้เดือนทะเลชนิด *N. glandicincta*