

บทที่ 2

วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. พื้นที่ชุ่มน้ำ

พื้นที่ชุ่มน้ำคือ พื้นที่ที่มีลักษณะเป็นพื้นที่ราบลุ่ม พื้นที่ลุ่มชื้นแฉะ พื้นที่ฉ่ำน้ำ มีน้ำท่วม น้ำขัง พื้นที่พรุ พื้นที่แหล่งน้ำทั้งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ และที่มนุษย์สร้างขึ้น ทั้งที่น้ำขังหรือท่วมอยู่ถาวร และทั้งชั่วคราว ทั้งที่เป็นแหล่งน้ำนิ่งและน้ำไหล ทั้งที่เป็นน้ำจืด น้ำกร่อย และน้ำเค็มรวมไปถึงพื้นที่ชายฝั่งทะเล และพื้นที่ของทะเลบริเวณซึ่งน้ำลดลงต่ำสุด มีความลึกของระดับน้ำไม่เกิน 6 เมตร (อนุวัติ สายแสง, 2541)

พื้นที่ชุ่มน้ำในประเทศไทยมีอยู่ทั่วไปทุกภูมิภาค แบ่งออกเป็นพื้นที่ชุ่มน้ำระดับท้องถิ่น ระดับชาติ และระดับนานาชาติ ซึ่งในการจัดแบ่งระดับดังกล่าวนี้สืบเนื่องมาจากการที่ประเทศไทยได้เข้าร่วมเป็นภาคีสัญญะว่าด้วยพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญระหว่างประเทศโดยเฉพาะพื้นที่อยู่อาศัยของนกน้ำ หรืออนุสัญญาแรมซาร์ (Ramsar Convention) ลำดับที่ 110 เมื่อวันที่ 13 กันยายน 2541 อนุสัญญาฯ ได้วางพันธกรณีให้ภาคีจัดทำทะเบียนพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญระหว่างประเทศ (Ramsar Site) ภายใต้อนุสัญญาพื้นที่ชุ่มน้ำ สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ในฐานะฝ่ายเลขานุการ คณะอนุกรรมการจัดการพื้นที่ชุ่มน้ำ จึงได้ดำเนินโครงการจัดทำบัญชีรายชื่อ สถานภาพ และฐานข้อมูลพื้นที่ชุ่มน้ำของประเทศไทยขึ้นในปี พ.ศ. 2538 โดยได้รับการสนับสนุนจาก Danish Cooperation for Environment and Development (DANCED) ผลที่ได้รับจากโครงการนี้คือ

1. ทะเบียนพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญระดับนานาชาติ ระดับชาติ และระดับท้องถิ่นของประเทศไทย
2. สถานภาพพื้นที่ชุ่มน้ำในประเทศไทย
3. ฐานข้อมูลพื้นที่ชุ่มน้ำในประเทศไทย

ซึ่งเป็นประโยชน์ในการวางแผนจัดการพื้นที่ชุ่มน้ำของประเทศ ตลอดจนการเผยแพร่ความรู้ความเข้าใจในการอนุรักษ์และใช้ประโยชน์พื้นที่อย่างยั่งยืนต่อไป ดังนั้นในการศึกษาในครั้งนี้จึงเลือกพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญระดับนานาชาติ ได้แก่ บึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์ ซึ่งเป็นพื้นที่ชุ่มน้ำที่อยู่ในภาคเหนือตอนล่าง และบึงโขงหลง จังหวัดหนองคาย เป็นพื้นที่ชุ่มน้ำที่อยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

1.1 พื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์

บึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์ เป็นพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีขนาดใหญ่ที่สุดของภาคเหนือตอนล่าง และมีความอุดมสมบูรณ์ที่สุดของประเทศไทย ตั้งอยู่ละติจูดที่ $15^{\circ} 40'$ ถึง $15^{\circ} 45'$ เหนือ และลองจิจูดที่ $100^{\circ} 10'$ ถึง $100^{\circ} 23'$ ตะวันออก มีพื้นที่ประมาณ 212.38 ตารางกิโลเมตร หรือ 132,737 ไร่ (ภาพที่ 1ก) ครอบคลุมใน 3 อำเภอของจังหวัดนครสวรรค์คือ อำเภอเมือง อำเภอชุมแสง และอำเภอด่านช้าง โดยมีความเขตติดต่อดังนี้คือ

- (1) ทิศเหนือ ติดต่อกับตำบลทับกฤช อำเภอชุมแสง
- (2) ทิศใต้ ติดต่อกับตำบลหนองปลิง ตำบลพระนอน อำเภอเมือง และตำบลวังมหาก อำเภอท่าตะโก
- (3) ทิศตะวันออก ติดต่อกับตำบลเขาพนมเศษ ตำบลพนมรอก อำเภอท่าตะโก

(4) ทิศตะวันตก ติดต่อกับตำบลบางพระหลวง ตำบลเกรียงไกร ตำบลนครสวรรค์ อำเภอเมือง นครสวรรค์

ลักษณะภูมิอากาศจัดอยู่ในเขตร้อนชื้นแบบสะวันนาคือ มีช่วงฤดูฝนและฤดูแล้งเด่นชัด ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ทำให้มีฝนตกไม่ทั้งช่วงในฤดูฝน และได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ จึงทำให้ฤดูหนาวมีอากาศหนาวเย็นและแห้งแล้ง

ระดับความลึกเฉลี่ยของน้ำในบึงประมาณ 1.6 เมตร บริเวณที่ลึกที่สุดประมาณ 5 เมตร พื้นที่ของบึงประกอบด้วยพื้นที่น้ำซึ่งในฤดูน้ำหลากเป็นบึงน้ำใหญ่ผิวน้ำเปิดโล่ง มีพืชน้ำลอยเกาะกลุ่ม มีทุงบัว มีที่ลุ่มชื้น และ ป่าพรุ และป่าละเมาะริมฝั่งเป็นแหล่งเพาะพันธุ์สัตว์น้ำของแม่น้ำเจ้าพระยา จัดเป็นพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญระดับนานาชาติในประเภทบึงน้ำจืดที่มีน้ำขังตลอดปีและมีที่ลุ่มชื้นแฉะโดยรอบ เป็นถิ่นที่อยู่อาศัยหากิน สร้างรัง วางไข่ของนกนานาชนิดทั้งนกประจำถิ่นและนกอพยพ มีนกน้ำชุมนุมรวมกันอยู่มากกว่า 20,000 ตัว พบนกอย่างน้อย 187 ชนิด ชนิดที่ใกล้สูญพันธุ์อย่างยิ่ง ได้แก่ นกเจ้าฟ้าหญิงสิรินธร ซึ่งเป็นนกในสกุลนกนางแอ่น เป็นนกที่พบแห่งเดียวในประเทศไทยและในโลก นกตะกราม นกกระทุง นกอ้ายจ้าวและนกนางนวล แกลบแม่น้ำ ชนิดที่อยู่ในสถานภาพใกล้สูญพันธุ์ ได้แก่ นกกระสาแดง นกกระสาขาว นกกาบบัว นกช้อนหอยขาว เป็ดหงส์ นกอินทรีปีกลาย เขียวดำ พบปลาอย่างน้อย 37 ชนิด ชนิดที่คาดว่าสูญพันธุ์ไปแล้วจากถิ่นที่อยู่ตามธรรมชาติ ได้แก่ ปลาเสือตอ ปลาหางไหม้ ชนิดที่อยู่ในสถานภาพใกล้สูญพันธุ์ ได้แก่ ปลาทรงเครื่อง ปลาเนื้ออ่อน ชนิดที่อยู่ในสถานภาพมีแนวโน้มใกล้สูญพันธุ์ ได้แก่ ปลากดเหลือง ปลาแดง ปลานวลจันทร์น้ำจืด ปลาจิ้มฟันจระเข้ขี้ ปลาหมอหางแดง ปลาดุกด้าน ปลาน้ำเงิน ปลาปักเป้า และในบึงยังพบจะเข้ น้ำจืดซึ่งอยู่ในสถานภาพใกล้สูญพันธุ์ นอกจากนี้บึงบอระเพ็ดเป็นที่รองรับ ดัก และกักเก็บตะกอนที่มาจากพื้นที่เกษตรกรรมตอนบนในพื้นที่ลุ่มน้ำภาคเหนือ มีความสำคัญต่อการคมนาคม เป็นแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญที่รู้จักกันดีในนาม “อุทยานนกน้ำ” และเป็นพื้นที่ที่ใช้ในการพัฒนาการประมงน้ำจืดในประเทศไทยอีกด้วย (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2546)

1.2 พื้นที่ชุ่มน้ำบึงโขงหลง จังหวัดหนองคาย

บึงโขงหลง เป็นพื้นที่ชุ่มน้ำที่อยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตั้งอยู่ละติจูดที่ 17° 58' ถึง 18° 03' เหนือ และลองจิจูดที่ 103° 59' ถึง 104° 02' ตะวันออก มีพื้นที่ประมาณ 12.89 ตารางกิโลเมตร หรือ 8,062 ไร่ (ภาพที่ 1ข) โดยพื้นที่ของบึงครอบคลุมใน 2 อำเภอของจังหวัดหนองคายคือ อำเภอบึงโขงหลง และอำเภอเซกา

จัดเป็นพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญระดับนานาชาติอยู่ในอันดับที่ 1098 ของโลกโดยขึ้นทะเบียนเมื่อวันที่ 5 กรกฎาคม 2544 ในประเภทบึงน้ำจืดมีน้ำตลอดปี เป็นพื้นที่ที่มีลักษณะแคบยาว เกิดจากลำห้วยหลายสายไหลมารวมกัน โดยเป็นส่วนของที่ราบน้ำท่วมถึงของแม่น้ำสงคราม ห่างจากแม่น้ำสงครามประมาณ 18 กิโลเมตร น้ำในบึงลึกโดยเฉลี่ยประมาณ 50-100 เซนติเมตร โดยมีส่วนที่ลึกที่สุดประมาณ 6 เมตร เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยและหากินของนกน้ำนับร้อยตัวในฤดูหนาว ได้แก่ เป็ดแดง นกยางโทนน้อย นกยางเปีย นกอีแจว เป็ดลาย ในบริเวณนี้พบนกอย่างน้อย 29 ชนิด เป็นนกน้ำ นกชายเลนอย่างน้อย 27 ชนิด ชนิดที่อยู่ในสถานภาพใกล้สูญพันธุ์ ได้แก่ นกกระสาแดง ชนิดที่อยู่ในสถานภาพมีแนวโน้มใกล้สูญพันธุ์ ได้แก่ เป็ดคำหัวสีน้ำตาล เป็ดคำหัวดำ ชนิดที่อยู่ในสถานภาพใกล้ถูกคุกคาม ได้แก่ เป็ดคับแค นกกระแตหัวเทา พบปลาอย่างน้อย 25 ชนิด ชนิดที่อยู่ในสถานภาพมีแนวโน้มใกล้สูญพันธุ์ ได้แก่ ปลาดุกด้าน บึงโขงหลงเป็นแหล่งประมงและแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการดูนกในฤดูหนาว (มนู โอมะคุปต์ และ จิระ จินตกุล, 2543; สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2545)



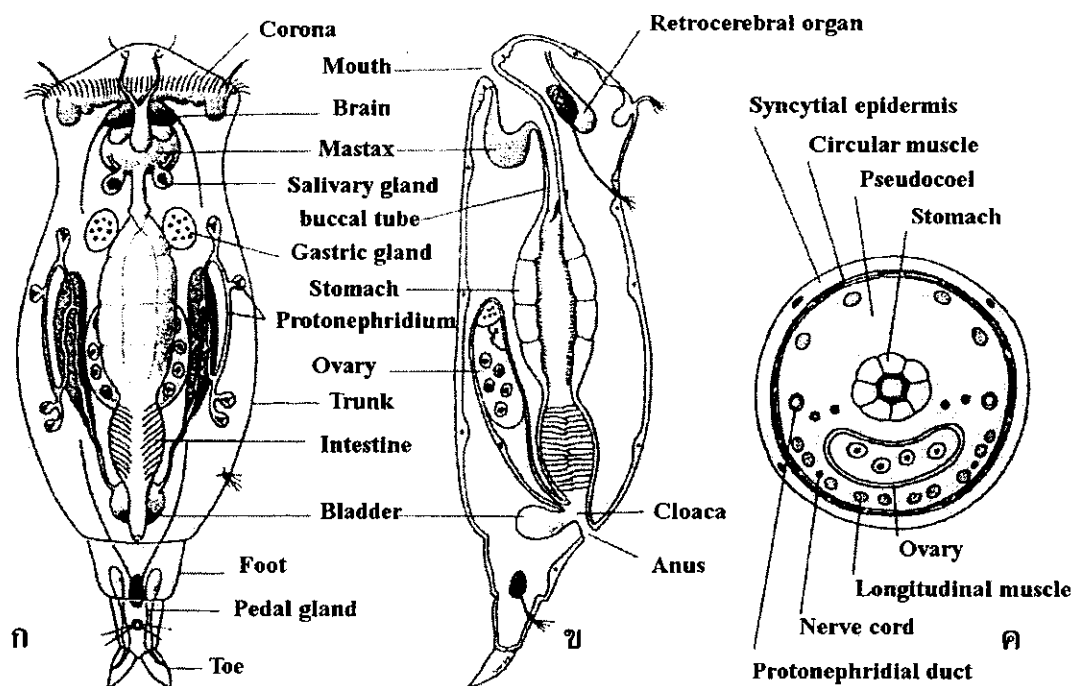
ภาพที่ 1 ภาพถ่ายดาวเทียม: ก. บึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์, ข. บึงโขงหลง จังหวัดหนองคาย
(<http://earth.google.com>)

2. โรติเฟอร์ (rotifers)

โรติเฟอร์จัดเป็นกลุ่มแพลงก์ตอนสัตว์ที่มีความหลากหลายของจำนวนชนิดมาก (ละออศรี เสนาะเมือง, 2537) ซึ่งพบได้ทั่วไปในแหล่งน้ำและเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในระบบนิเวศ โรติเฟอร์ส่วนใหญ่ประมาณร้อยละ 95 ดำรงชีวิตอย่างอิสระในน้ำจืด โดยสามารถพบโรติเฟอร์ได้ตามห้วย หนอง คลอง บึง บ่อ แม่น้ำ อ่างเก็บน้ำ ทะเลสาบ นอกจากนี้ ยังพบโรติเฟอร์อาศัยอยู่บนผิวของพวกมอส (moss) และพืชที่เจริญอยู่ตามชายฝั่ง มีเพียงประมาณร้อยละ 5 ที่อาศัยอยู่ในน้ำกร่อยและน้ำทะเล (Pechenik, 1996; Pennak, 1978) โรติเฟอร์มีอีกบทบาทหนึ่งที่สำคัญเนื่องจากเป็นแพลงก์ตอนสัตว์ที่มีคุณค่าทางอาหารสูงเหมาะที่จะนำไปเพาะเลี้ยงเพื่อเป็นอาหารในการอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อน โดยโรติเฟอร์น้ำจืดมักประกอบด้วยโปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรตคิดเป็นร้อยละ 56.8, 13.8 และ 7.8 ตามลำดับ (ธิดา เพชรมณี, 2530) โรติเฟอร์มีการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมที่ไวกว่าแพลงก์ตอนสัตว์ในกลุ่มที่เป็นครัสเตเชียน จึงสามารถใช้โรติเฟอร์เป็นดัชนีชี้วัดการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำได้ (Pejler, 1983) มีการนำโรติเฟอร์บางชนิด ได้แก่ *Brachionus calyciflorus* Pallas และ *B. plicatilis* ใช้ในการทดสอบความเป็นพิษของสารเคมีต่างๆ เนื่องจากมีช่วงชีวิตที่สั้นและง่ายในการเพาะเลี้ยง (Janssen et al., 1993; Nogrady and Rowe, 1993)

2.1 ชีวิตวิทยาของโรติเฟอร์

โรติเฟอร์จัดอยู่ในไฟลัมโรติเฟอร่า (Phylum Rotifera) แบ่งออกเป็น 3 คลาส (class) ได้แก่ คลาสพาราโรทาโทเรีย (Class Pararotatoria) คลาสเดลลอยเดีย (Class Bdelloidea) และคลาสโมนโกนอนตา (Class Monogononta) (Segers, 2002) โรติเฟอร์เป็นพวกที่มีช่องตัวเทียม (pseudocoelomate) มีขนาดตัวตั้งแต่ 45 ไมโครเมตรถึง 2.5 มิลลิเมตร โดยทั่วไปแล้วส่วนใหญ่มีขนาดความยาวตัวประมาณ 100-500 ไมโครเมตร (Pennak, 1989; Sladeczek, 1983) โรติเฟอร์ประกอบด้วย 3 ส่วนคือ หัว (head) ลำตัว (trunk) และเท้า (foot) ดังภาพที่ 2 ส่วนหัวประกอบด้วยโคโรนา (corona) ซึ่งจะมีวงขนหรือซิเลีย (cilia) ทำหน้าที่พัดโบกทำให้เกิดการเคลื่อนที่และช่วยในการกินอาหารของโรติเฟอร์ด้วย นอกจากนี้ส่วนหัวยังมีอวัยวะรับความรู้สึกตาประกอบ และสมองซึ่งมีปมประสาทที่กระจายไปตามอวัยวะรับความรู้สึกต่างๆ ส่วนลำตัวปกคลุมด้วยคิวติเคิล (cuticle) มีลักษณะบางหรือหนาและยืดหยุ่นได้ คิวติเคิลนี้สร้างจากเซลล์ syncytial hypodermis บางชนิดมีการสะสมของชั้นคิวติเคิลเรียกว่า ลอริกา (lorica) มีความหนาและแข็ง แต่บางชนิดอาจไม่มีลอริกา ส่วนท้ายของลำตัวเป็นเท้า (foot) ซึ่งบางชนิดส่วนปลายของเท้าจะมีนิ้วเท้า (toes) จำนวน 1-4 อัน ยื่นออกมาซึ่งจะมีต่อมสร้างสารเหนียว (pedal glands) เป็นจำนวนมากมาเปิดออกที่นิ้วเท้า โดยที่ต่อมนี้อาจจะหลั่งสารที่เรียกว่า ซีเมนต์ (cement) ออกมาเพื่อช่วยยึดเกาะกับพื้น บางสกุลไม่มีเท้า เช่น *Keratella*, *Polyarthra*, *Asplanchna* เป็นต้น ในระบบทางเดินอาหารจะมีมาสแทกซ์ (mastax) ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อที่มีลักษณะโป่งพองออกเป็นกระเปาะอยู่ระหว่างคอหอย (pharynx) และหลอดอาหาร (esophagus) ซึ่งในโรติเฟอร์ที่เป็นปรสิตมาสแทกซ์นี้จะเปลี่ยนไปทำหน้าที่ในการจับโฮสต์ (host) ภายในมาสแทกซ์นี้ประกอบด้วยกล้ามเนื้อหนาๆ ภายในมีโครงสร้างที่ใช้ในการบดอาหารเรียกว่า ไทรฟี (trophi) ซึ่งจะพบไทรฟีได้เฉพาะในกลุ่มโรติเฟอร์เท่านั้น และมีลักษณะที่แตกต่างกันในแต่ละสปีชีส์จึงใช้ในการจำแนกชนิดโรติเฟอร์ได้ (ลัดดา วงศ์รัตน์, 2543; Edmondson, 1959; Lutz, 1986)

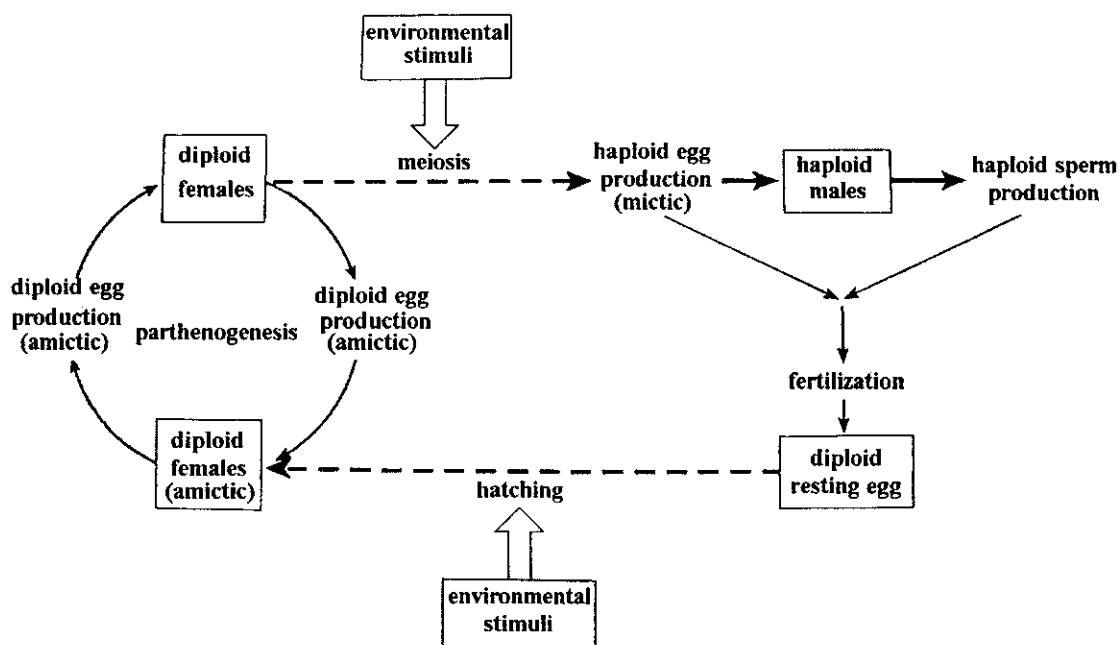


ภาพที่ 2 ลักษณะทั่วไปของโรติเฟอร์; ก: ด้านหลัง (dorsal view), ข: ด้านข้าง (lateral view) และ ค: ภาพตัดขวางของลำตัว (Ruppert and Barnes, 1994)

2.2 วงจรชีวิตของโรติเฟอร์

โรติเฟอร์โดยทั่วไปมีวงจรชีวิตที่สั้นประมาณ 1-2 สัปดาห์ มีบางชนิดที่มีวงจรชีวิตนานถึง 5 สัปดาห์ (Pechenik, 2000) โรติเฟอร์ที่พบในแหล่งน้ำธรรมชาติส่วนใหญ่เป็นโรติเฟอร์เพศเมีย การสืบพันธุ์ของโรติเฟอร์มีทั้งแบบอาศัยเพศและแบบไม่อาศัยเพศ สามารถพบการสืบพันธุ์แบบนี้ได้ในโรติเฟอร์ *Brachionus plicatilis* Møller เป็นโรติเฟอร์ที่พบได้ทั้งในน้ำกร่อยและน้ำเค็ม ซึ่งโรติเฟอร์สามารถแพร่พันธุ์ได้รวดเร็วด้วยวิธีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศที่เรียกว่า พาร์ทีโนเจเนซิส (parthenogenesis) โดยจะมีไข่ 1-2 ฟอง (ขนาดกว้าง 80-100 ไมโครเมตร ยาว 110-130 ไมโครเมตร) โดยในสภาวะแวดล้อมเหมาะสม เช่น มีอาหารอุดมสมบูรณ์ อุณหภูมิ น้ำ ความเข้มแสงสว่างและความเค็มของน้ำเหมาะสมแก่การเจริญเติบโต โรติเฟอร์เพศเมียจะสร้างไข่ที่มีโครโมโซมเป็นดิพลอยด์ (diploid: $2n$) ไข่นี้จะฟักเป็นโรติเฟอร์เพศเมีย (amictic females) ซึ่งจะเจริญเป็นตัวเต็มวัยและจะสืบพันธุ์แบบไม่มีเพศได้อย่างเดียว ถ้าสภาวะแวดล้อมดังกล่าวข้างต้นไม่เหมาะสม โรติเฟอร์จะสืบพันธุ์แบบมีเพศโดยโรติเฟอร์เพศเมียจะผลิต mictic females ซึ่งสามารถสืบพันธุ์แบบมีเพศได้เพียงอย่างเดียวจากไข่ฟองที่มีขนาดใหญ่ที่สุด และเพศเมียแบบหลังนี้จะวางไข่จำนวน 1-6 ฟอง ไข่พวกนี้จะมีขนาดเล็กกว่าไข่ที่ผลิตจากการสืบพันธุ์แบบไม่มีเพศ (ขนาดกว้าง 50-70 ไมโครเมตร ยาว 80-100 ไมโครเมตร) ไข่จะมีโครโมโซมเป็นแฮพลอยด์ (haploid: n) เมื่อฟักเป็นตัวจะเป็นโรติเฟอร์เพศผู้ที่มีขนาดเล็กกว่าเพศเมีย และมีลักษณะรูปร่างที่แตกต่างจากเพศเมียของสปีชีส์เดียวกัน เมื่อผสมพันธุ์กับเพศเมียจะวางไข่จำนวน 1-2 ฟอง ไข่ที่เกิดจากการสืบพันธุ์แบบมีเพศเป็นไข่ระยะพักตัว (resting eggs) มีเปลือกหนาสามารถทนต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้ ไข่จะไม่เจริญเป็นตัวอ่อนทันทีแต่จะพักตัวอยู่ในน้ำรอจนกระทั่งสภาพแวดล้อมของน้ำเหมาะสมแก่การเจริญเติบโตอีกครั้งจึงจะฟักออกเป็นโรติเฟอร์เพศเมีย

(amictic females) ที่มีโครโมโซมเป็นดิพลอยด์ซึ่งสามารถสืบพันธุ์แบบไม่มีเพศ และวงจรชีวิตของโรติเฟอร์จะเริ่มต้นใหม่อีกครั้งหนึ่ง (ภาพที่ 3) ดังนั้นการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศนี้จะได้จำนวนโรติเฟอร์หนาแน่นกว่าการสืบพันธุ์แบบมีเพศ (ลัดดา วงศ์รัตน์, 2541; Lutz, 1986)



ภาพที่ 3 วงจรชีวิตของโรติเฟอร์ (Monogonont rotifers) (Pechenik, 2000)

2.3 การศึกษาความหลากหลายและการแพร่กระจายของโรติเฟอร์

2.3.1 การศึกษาความหลากหลายและการแพร่กระจายของโรติเฟอร์ในต่างประเทศ

นักอนุกรมวิธานแพลงก์ตอนสัตว์ได้มีการศึกษาและตั้งชื่อโรติเฟอร์ที่พบทั่วโลกมีประมาณ 2,000 สปีชีส์ (Shiel, 1995) ส่วนรายงานการวิจัยเกี่ยวกับความหลากหลายชนิดและการแพร่กระจายในแต่ละประเทศนั้นยังไม่สามารถสรุปได้อย่างชัดเจนเนื่องจากยังขาดเอกสารและข้อมูลเกี่ยวกับการแพร่กระจายตามเขตภูมิศาสตร์ที่จะนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบได้ และยังขาดการศึกษาอย่างต่อเนื่อง แต่อาจพอสรุปได้คร่าว ๆ ในประเทศต่าง ๆ ของแต่ละทวีปทั่วโลก ได้แก่ ทวีปยุโรป อเมริกาเหนือ อเมริกาใต้ แอฟริกา เอเชีย และทวีปออสเตรเลีย ซึ่งทวีปออสเตรเลียมีรายงานจำนวนชนิดของโรติเฟอร์มากที่สุดในประเทศนิวซีแลนด์พบ 332 สปีชีส์ รองลงมา ได้แก่ ประเทศออสเตรเลียพบ 331 สปีชีส์ สำหรับการศึกษาในทวีปอื่น ๆ มีดังนี้ ทวีปแอฟริกา มีรายงานจำนวนชนิดที่พบมากที่สุดในประเทศไนจีเรีย 220 สปีชีส์ ในทวีปยุโรปมีรายงานชนิดที่พบในประเทศออสเตรียประมาณ 170 สปีชีส์ รองลงมาคือ ประเทศเอสโตเนีย 161 สปีชีส์ ทวีปอเมริกาเหนือมีจำนวนชนิดมากที่สุดในประเทศกรีนแลนด์ 107 สปีชีส์ รองลงมา ได้แก่ สหรัฐอเมริกา 105 สปีชีส์ ทวีปอเมริกาใต้พบจำนวนชนิดมากที่สุดในประเทศบราซิลประมาณ 145 สปีชีส์ สำหรับในทวีปเอเชีย (ยกเว้นประเทศไทย) มีรายงานการศึกษาจำนวนชนิดของโรติเฟอร์ในหลายประเทศโดยพบจำนวนชนิดของโรติเฟอร์มากที่สุดในประเทศมาเลเซีย 224 สปีชีส์ รองลงมา ได้แก่ ประเทศสิงคโปร์ และจีน พบจำนวนชนิดเท่ากับ 220 และ 156 สปีชีส์ ตามลำดับ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 จำนวนชนิดของโรติเฟอร์ทั้งหมดที่พบ และจำนวนชนิดที่พบเป็นครั้งแรกของโลก (new species) ในประเทศต่าง ๆ ในแต่ละทวีปทั่วโลก

ทวีป	ประเทศ	จำนวนชนิดที่พบ	จำนวนชนิดที่พบเป็นครั้งแรกของโลก	ที่มา
1. ยุโรป	กรีซ	28	-	Michaloudi et al., 1997
	เบลเยียม	25	3	De Smet, 1994a; Segers, et al., 1996; Segers, 1998
	โปรตุเกส	38	-	Vasconcelos, 1994
	โปแลนด์	76	-	Ejsmont-Karabin, 1995
	ฝรั่งเศสและเนเธอร์แลนด์	54	1	De Smet, 1996a
	สเปน	ไม่ปรากฏ	2	Koste, 1991; Galindo et al., 1994
	สวีเดน	49	-	Pejler and Bērziņš, 1994
	เอสโทเนีย	161	-	Kutikova and Haberman, 1986 อ้างถึงใน Haberman, 1995; Virro, 1996
	ออสเตรีย	170	1	Jersabek, 1994
2. อเมริกาเหนือ	กรีนแลนด์	107	3	De Smet et al., 1993; Sørensen, 1998
	แคนาดา	71	1	De Smet, 1994b; De Smet and Beyens, 1995
	เม็กซิโก	96	-	Rico-Martinez and Silva-Briano, 1993
	สหรัฐอเมริกา	105	-	Turner, 1996
3. อเมริกาใต้	ชิลี	19	-	Schmid-Araya, 1993
	บราซิล	145	14	Brandorff et al., 1982; Turner, 1990; Segers and Sarma, 1993; Segers et al., 1993; Segers and Dumont, 1995; Segers, 1996b, 1997
4. แอฟริกา	เคนยา	23	2	Segers et al., 1994
	แคเมอรูน	67	3	Segers and Mertens, 1997
	เซเชลส์	34	-	Maas et al., 1994
	นามิเบีย และบอสวานา	9	-	Brain et al., 1995
	ไนจีเรีย	220	13	Segers et al., 1993; Onwudinjo and Egborge, 1994

ตารางที่ 1 จำนวนชนิดของโรติเฟอร์ทั้งหมดที่พบ และจำนวนชนิดที่พบเป็นครั้งแรกของโลกในประเทศต่าง ๆ ในแต่ละทวีปทั่วโลก (ต่อ)

ทวีป	ประเทศ	จำนวนชนิดที่พบ	จำนวนชนิดที่พบเป็นครั้งแรกของโลก	ที่มา
4. แอฟริกา	บุรุนดี	59	1	Segers and Baribwegure, 1996; Baribwegure and Segers, 2000, 2001
	เอธิโอเปีย	40	-	Mengestou et al., 1991
	อัลจีเรีย	47	-	Samraoui et al., 1998
5. ออสเตรเลีย	นิวซีแลนด์	332	1	Sanoamuang and Stout, 1993; Shiel and Sanoamuang, 1993
	ปาปัวนิวกินี	135	-	(Vlaardingerbroek, 1985; Chambers et al., 1987) อ้างถึงใน Segers and De Meester, 1994
	ออสเตรเลีย	331	-	Shiel and Koste, 1979
6. เอเชีย และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้	กัมพูชา	88	2	Bērziņš, 1973; Segers, 2001; Meas and Sanoamuang, 2006
	จีน	158	4	Koste and Zhuge, 1996; Segers and Wang, 1997; Segers and Rong, 1998; Zhuge et al., 1998
	ตุรกี	154	1	Segers et al., 1992
	บรูไน	2	-	Segers, 1994 อ้างถึงใน Segers, 2001
	พม่า	100	-	Koste, 1990 อ้างถึงใน Segers, 2001
	ฟิลิปปินส์	115	-	Tuyor and Segers, 1999
	มาเลเซีย	224	-	Green, 1995
	สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว	8	-	Heckman, 1974; Koste and Shiel, 1987; Segers, 1995
	เวียดนาม	80	-	Shirota, 1966; Segers, 1995 อ้างถึงใน Segers, 2001
	สิงคโปร์	220	-	Segers, 2001
	อินโดนีเซีย	>150	-	Segers, 2001
	อินเดีย	147	1	Segers et al., 1994; Sharma and Sharma, 1997; Segers and Babu, 1999; Sharma and Sharma, 2001

2.3.2 การศึกษาความหลากหลายและการแพร่กระจายของโรติเฟอร์ในประเทศไทย

การศึกษาความหลากหลายชนิดของโรติเฟอร์ในประเทศไทยมีมากกว่าแหล่งกักต้อนสัตว์กลุ่มอื่นๆ จากการรวบรวมรายงานการศึกษาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน พบทั้งสิ้น 20 วงศ์ 53 สกุล 350 สปีชีส์ (รวบรวมจากรายงานการวิจัยของ Boonsom, 1984; Segers and Sanoamuang, 1994; Sanoamuang et al., 1995; Segers and Pholpunthin, 1997; Chittapun et al., 1999; Sanoamuang and Savatnalinton, 1999; Chittapun and Pholpunthin, 2001; Sanoamuang and Savatnalinton, 2001a, 2001b; Segers and Chittapun, 2001; Chittapun et al., 2003; Segers et al., 2004) ประเภทของแหล่งน้ำที่นำมาศึกษา ได้แก่ ทะเลสาบ หนองน้ำ บึง อ่างเก็บน้ำ แม่น้ำ คลอง ลำธาร พรุ น้ำตก ฝายทดน้ำ คลองขังถนน และนาข้าว เป็นต้น

การศึกษาความหลากหลายชนิดของโรติเฟอร์ในระยะแรกของประเทศไทยเริ่มตั้งแต่ปี ค.ศ. 1966 โดย Ueno (1966) พบโรติเฟอร์เพียง 1 สปีชีส์ ต่อมา De Ridder (1970) ได้สำรวจโรติเฟอร์ในเขตกรุงเทพมหานคร เชียงใหม่ ลำพูน กาญจนบุรี พบทั้งสิ้น 29 สปีชีส์ ต่อมา มีรายงานการศึกษาแหล่งกักต้อนสัตว์น้ำจืดในกลุ่มโรติเฟอร์และครัสเตเชียจากแหล่งน้ำนิ่งและแหล่งน้ำไหลจากบริเวณต่างๆ ทั่วประเทศไทย พบโรติเฟอร์ 80 สปีชีส์ เป็นชนิดที่พบครั้งแรกในประเทศไทย 14 สปีชีส์ (Boonsom, 1984) และเริ่มมีการศึกษาอย่างต่อเนื่องมาโดยตลอดนับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2537 เป็นต้นมา มีรายงานการศึกษาค่อนข้างมากในภาคตะวันออกเฉียงเหนือโดยศาสตราจารย์ ดร. ละออศรี เสนาะเมืองและคณะ จากมหาวิทยาลัยขอนแก่น และในภาคใต้โดยรองศาสตราจารย์ ดร. พรศิลป์ ผลพันธ์ และคณะ จากมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ เป็นต้น ซึ่งมีรายงานการศึกษาในแต่ละภูมิภาคของประเทศดังต่อไปนี้

การศึกษาความหลากหลายชนิดของโรติเฟอร์ในภาคเหนือของประเทศไทยมีน้อยมาก มีรายงานการศึกษาในบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์ ในระหว่างปี พ.ศ. 2526, 2528, 2535, 2536 และ 2545 พบจำนวนชนิดของโรติเฟอร์อยู่ระหว่าง 3-18 สปีชีส์ (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2546) ต่อมา Koste (1975) ได้สำรวจโรติเฟอร์ในบึงบอระเพ็ดพบชนิดใหม่ของโลก 1 สปีชีส์คือ *Lecane junki* โดยอาศัยอยู่ในรากผักตบชวา

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีรายงานการศึกษาความหลากหลายชนิดและการแพร่กระจายของโรติเฟอร์จากแหล่งน้ำต่างๆ ในเขตจังหวัดขอนแก่น และกาฬสินธุ์ (ละออศรี เสนาะเมือง, 2537ก) ชัยภูมิ (ภัทราวรรณ เขียววัน, 2537) หนองบัวลำภู และอุดรธานี (สุนันท์ทิพย์ เศวตณลินทล, 2537) จากแหล่งน้ำต่างๆ ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (ละออศรี เสนาะเมือง, 2539) อุดรธานี (Sanoamuang, 1996) ทะเลสาบหนองหาน สกลนคร (พงษ์พิชญ์ บัวอาจ, 2540) มุกดาหาร สกลนคร นครพนม หนองคาย อุดรธานี หนองบัวลำภู และเลย (ละออศรี เสนาะเมือง และพิพัฒน์พงษ์ แคนลา, 2542) นครราชสีมา (สุนันท์ทิพย์ เศวตณลินทล, 2542) อุทยานแห่งชาติภูพาน สกลนคร (ณัฏฐวดี ภูคำ, 2542) บุรีรัมย์ และศรีสะเกษ (พรรณา วันชวง, 2543) ขอนแก่น และอุดรธานี (ศุจิกรณ อธิบาย, 2545) สกลนคร และนครพนม (ปริญา ตังปัญญาพร, 2546) มหาสารคาม และร้อยเอ็ด (สุพิศตรา เหล็กจาน, 2546) บึงทามบริเวณลุ่มน้ำมูลตอนบน (วิราวรรณ โคตรทิพย์, 2546) และอุบลราชธานี (พรรณา วันชวง, 2547)

จากรายงานการศึกษาจนถึงปัจจุบันทำให้พบความหลากหลายชนิดของโรติเฟอร์ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือทั้งสิ้น 301 สปีชีส์ ในจำนวนนี้ประกอบด้วยชนิดที่พบเป็นครั้งแรกในประเทศไทย 168 สปีชีส์ [พบ 120 สปีชีส์ โดย Sanoamuang et al. (1995), 1 สปีชีส์ โดย Sanoamuang (1996), 4 สปีชีส์ โดย Sanoamuang (1998), 11 สปีชีส์ โดย Sanoamuang and Savatnalinton (1999) และ 32 สปีชีส์ โดย Sanoamuang and Savatnalinton (2001b)] เป็นชนิดที่พบเป็นครั้งแรกในทวีปเอเชีย 4 สปีชีส์ ได้แก่ *Brachionus africanus* Segers, *B. lyratus* Shephard, *Trichocerca hollaerti* De Smet และ *Lepadella*

quinquecostata Lucks (Sanoamuang et al., 1995; Sanoamuang, 1998) ชนิดที่พบเป็นครั้งแรกในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ 15 สปีชีส์ [พบ 13 สปีชีส์ โดย Sanoamuang and Savatenalinton (2001b) และ 2 สปีชีส์ โดย Segers et al. (2004)] ชนิดที่พบประจำถิ่นของเอเชียใต้และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ 3 สปีชีส์ ได้แก่ *B. donneri* Brehm, *Keratella edmondsoni* (Ahlstrom) และ *Lecane blachei* Berzins (Sanoamuang et al., 1995) และเป็นชนิดที่พบครั้งแรกของโลก 8 สปีชีส์ [พบ 2 สปีชีส์ โดย Segers and Sanoamuang (1994), 1 สปีชีส์ โดย Sanoamuang (1996), 1 สปีชีส์ โดย Sanoamuang and Segers (1997), 1 สปีชีส์ โดย Sanoamuang and Savatenalinton (1999), 2 สปีชีส์ โดย Sanoamuang and Savatenalinton (2001b) และ 2 สปีชีส์ โดย Segers et al. (2004)] รายชื่อของไรดิเฟอร์ที่พบเป็นครั้งแรกของโลกดังตารางที่ 2

ภาคใต้มีรายงานการศึกษาความหลากหลายชนิดของไรดิเฟอร์ในทะเลน้อย จังหวัดพัทลุง (Segers and Pholpunthin, 1997) จังหวัดสงขลา (Pholpunthin and Chittapun, 1998) พรุ จังหวัดภูเก็ต (Chittapun et al., 1999; Segers and Chittapun, 2001) พรุ จังหวัดสุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช และยะลา (Chittapun and Pholpunthin, 2001) และพรุ จังหวัดสุราษฎร์ธานี และนราธิวาส (Chittapun et al., 2003) จากรายงานการศึกษาจนถึงปัจจุบันพบความหลากหลายชนิดของไรดิเฟอร์ทั้งสิ้น 140 สปีชีส์ ในจำนวนนี้ประกอบด้วยชนิดที่พบเป็นครั้งแรกในประเทศไทย 50 สปีชีส์ [พบ 15 สปีชีส์ โดย Segers and Pholpunthin (1997), 12 สปีชีส์ โดย Chittapun et al. (1999), 17 สปีชีส์ โดย Chittapun et al. (2001) และ 6 สปีชีส์ โดย Segers and Chittapun (2001)] เป็นชนิดที่พบเป็นครั้งแรกในภูมิภาคเอเชียและเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ 9 สปีชีส์ [พบ 7 สปีชีส์ โดย Chittapun et al. (1999) และ 2 สปีชีส์ โดย Chittapun and Pholpunthin (2001)] และเป็นชนิดที่พบครั้งแรกของโลก 8 สปีชีส์ [พบ 2 สปีชีส์ โดย Segers and Pholpunthin (1997), 1 สปีชีส์ โดย Chittapun et al. (1999), 3 สปีชีส์ โดย Segers and Chittapun (2001), 1 สปีชีส์ โดย Chittapun et al. (2002) และ 1 สปีชีส์ โดย Chittapun et al. (2003)] รายชื่อของไรดิเฟอร์ที่พบเป็นครั้งแรกของโลกดังตารางที่ 2

สำหรับในภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงใต้มีรายงานการศึกษาความหลากหลายชนิดของไรดิเฟอร์ค่อนข้างน้อย ในภาคกลางมีการศึกษาที่จังหวัดกาญจนบุรี จากแม่น้ำ ลำธาร อ่างเก็บน้ำ ฝ่ายทดน้ำ หนองน้ำ บึง และนาข้าว ผลการศึกษาพบไรดิเฟอร์ทั้งสิ้น 34 สกุล 95 สปีชีส์ (วรรณดา พิพัฒน์เจริญชัย, 2542) ส่วนในภาคตะวันออกเฉียงใต้มีการศึกษาในจังหวัดระยองและจันทบุรี พบไรดิเฟอร์ 21 สกุล 80 สปีชีส์ (วิภาศิริ สุนทรชัย, 2548)

ตารางที่ 2 รายชื่อโรติเฟอร์ชนิดที่พบเป็นครั้งแรกของโลกในประเทศไทย

ชื่อวิทยาศาสตร์	แหล่งน้ำที่พบ/จังหวัด	ที่มา
1. <i>Lecane junki</i> Koste, 1975	บึงบอระเพ็ด จ. นครสวรรค์	Koste (1975)
2. <i>L. shieli</i> Segers and Sanoamuang, 1994	อ่างเก็บน้ำน้ำพุ จ. สกลนคร	Segers and Sanoamuang (1994)
3. <i>L. thailandensis</i> Segers and Sanoamuang, 1994		
4. <i>L. segersi</i> Sanoamuang, 1996	หนองน้ำ จ. อุตรธานี	Sanoamuang (1996)
5. <i>L. superaculeata</i> Sanoamuang and Segers, 1997	คลองบริเวณที่ราบลุ่มของแม่น้ำน่าน จ. พิจิตร, อ่างเก็บน้ำน้ำพุ จ. สกลนคร และหนองน้ำขนาดใหญ่ จ. มหาสารคาม	Sanoamuang and Segers (1997)
6. <i>Cephalodella songkhlaensis</i> Segers and Pholpunthin, 1997	ทะเลน้อย จ. พัทลุง	Segers and Pholpunthin (1997)
7. <i>Trichocerca siamensis</i> Segers and Pholpunthin, 1997		
8. <i>L. baimaii</i> Sanoamuang and Savatnalinton, 1999	คลองทุ่งมาบ จ. นครราชสีมา	Sanoamuang and Savatnalinton (1999)
9. <i>Colurella sanoamuangae</i> Chittapun, Pholpunthin and Segers, 1999	พรหมวิหาร จ. ภูเก็ต	Chittapun et al. (1999)
10. <i>L. isanensis</i> Sanoamuang and Savatnalinton, 2001	บึงกุดทิง จ. หนองคาย	Sanoamuang and Savatnalinton (2001b)
11. <i>Colurella psammophila</i> Segers and Chittapun, 2001	พรหมวิหาร จ. ภูเก็ต	Segers and Chittapun (2001)
12. <i>Enentrum pomsilpi</i> Segers and Chittapun, 2001		
13. <i>Lepadella desmeti</i> Segers and Chittapun, 2001		
14. <i>Keratella taksinensis</i> Chittapun, Pholpunthin and Segers, 2002	พรุโต๊ะแดง จ. นราธิวาส	Chittapun et al. (2002)
15. <i>Lecane kunthuleensis</i> Chittapun, Pholpunthin and Segers, 2003	พรุคันธุลี จ. สุราษฎร์ธานี	Chittapun et al. (2003)
16. <i>Brachionus srisumonae</i> Segers, Kotethip and Sanoamuang, 2004	บึงทามของแม่น้ำมูล จ. ศรีสะเกษ และร้อยเอ็ด	Segers et al. (2004)
17. <i>Lecane niwati</i> Segers, Kotethip and Sanoamuang, 2004	บึงทามของแม่น้ำมูล จ. สุรินทร์, บึงกุดทิง จ. หนองคาย และเขื่อนปากมูล จ. อุบลราชธานี	Segers et al. (2004)

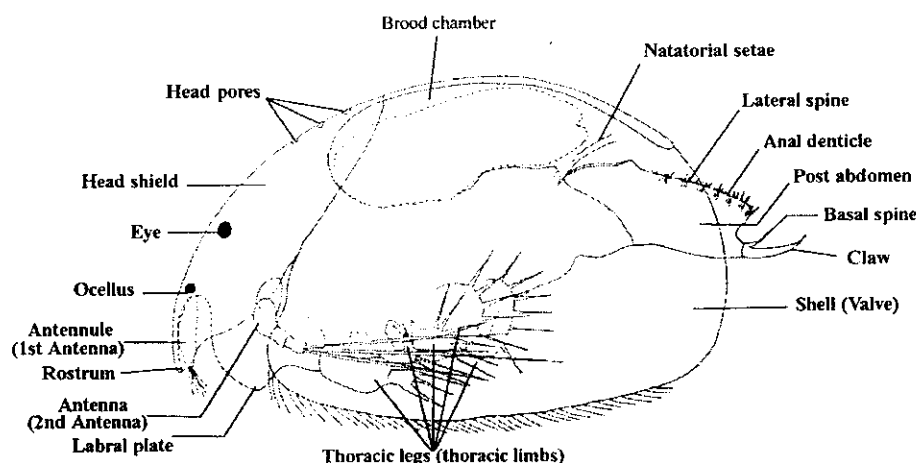
ในการศึกษาครั้งนี้ได้ศึกษาโรติเฟอร์เฉพาะในคลาสโมโนโกนอนตา (Class Monogononta) ซึ่งเป็นคลาสที่ใหญ่ที่สุดมีสมาชิกมากกว่า 1,600 สปีชีส์ (Segers, 2001) โดย โรติเฟอร์ประมาณร้อยละ 70 ของโรติเฟอร์ทั้งหมดจัดอยู่ในคลาสนี้ (Nogrady et al., 1993) ดำรงชีวิตแบบอิสระ บางชนิดเกาะอยู่กับที่ (Pechenik, 2000)

3. คลาโดเซอรา (cladocerans)

คลาโดเซอราเป็นแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มที่มีการกระจายตัวอย่างกว้างขวางทั่วโลกพบได้ตั้งแต่ขั้วโลกเหนือจรดขั้วโลกใต้ (Korovchinsky and Smirnov, 1996) พบอาศัยอยู่ในแหล่งน้ำประเภทต่าง ๆ ซึ่งพบมากในน้ำจืด มีเพียงบางส่วนของที่อาศัยอยู่ในน้ำกร่อยและน้ำทะเล เป็นองค์ประกอบที่สำคัญในระบบนิเวศของแหล่งน้ำ โดยจัดเป็นผู้บริโภคขั้นต้น (primary consumer) ในห่วงโซ่อาหารหรือสายใยอาหาร เป็นอาหารของสัตว์น้ำวัยอ่อน และเนื่องจากลักษณะการดำรงชีวิตของคลาโดเซอราที่มักอาศัยอยู่ในแหล่งน้ำที่ไม่มีการปนเปื้อนของสารพิษทางสิ่งแวดล้อม จึงสามารถใช้เป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำซึ่งรวมถึงความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำนั้น ๆ ได้ (Pennak, 1989)

3.1 ชีวิตวิทยาของคลาโดเซอรา

คลาโดเซอราเป็นแพลงก์ตอนสัตว์จัดอยู่ในไฟลัมอาร์โทรโปดา (Phylum Arthropoda) คลาสครัสเตเชีย (Class Crustacea) ซับคลาสบรานซิโอโปดา (Subclass Branchiopoda) อันดับคลาโดเซอรา (Order Cladocera) เป็นแพลงก์ตอนที่มีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับพวกกุ้ง และปู แต่มีขนาดเล็กกว่า (ภาพที่ 4) มีความยาวตัวประมาณ 0.2 ถึง 18.0 มิลลิเมตร ลักษณะลำตัวไม่แบ่งออกเป็นข้อปล้องให้เห็นชัดเจน โดยลำตัวแบ่งออกเป็น 3 ส่วนได้แก่ ส่วนหัว ออก และท้อง ส่วนหัวจะแยกจากส่วนอกไม่ชัดเจน มีตาประกอบ (compound eyes) ซึ่งมีขนาดใหญ่ 1-2 อัน ส่วนตาเดี่ยว (ocellus) จะมีขนาดเล็ก คลาโดเซอราจะมีหนวด 2 คู่ หนวดคู่ที่ 1 (first antenna) มีขนาดเล็กอยู่บริเวณจงอยปาก (rostrum) ทำหน้าที่รับความรู้สึก ส่วนหนวดคู่ที่ 2 (second antenna) มีขนาดค่อนข้างใหญ่อยู่บริเวณด้านข้างหัวทำหน้าที่เกี่ยวกับการลอยตัว ว่ายน้ำ และหาอาหาร บริเวณอกและท้อง (cephalothorax) จะมีเปลือก (carapace) ปกคลุมซึ่งเปลือกนี้มีลักษณะคล้ายเปลือกหอยสองฝาประกบกัน ลักษณะแบนด้านข้าง เปลือกทั้งสองแผ่นจะติดกันทางด้านหลัง ส่วนทางด้านล่างของท้องเปิดเป็นร่องไปตามความยาวลำตัว บนเปลือกอาจมีลวดลายต่าง ๆ กันและมีโครงสร้างที่เรียกว่า head pores อยู่บริเวณกลางแนวสันหลังซึ่งสามารถใช้จำแนกชนิดได้ มีขาว่ายน้ำ (thoracic legs) จำนวน 4-6 คู่ คลาโดเซอราเป็นพวกที่มีเพศแยกกัน ตัวผู้มักมีขนาดเล็กกว่าตัวเมีย หนวดคู่แรกของตัวผู้มีขนาดใหญ่และยาว มีตะขอสำหรับยึดจับตัวเมียเวลาผสมพันธุ์ (Pennak, 1978; Pechenik, 2000)



ภาพที่ 4 ลักษณะทั่วไปของคลาโดเซอรา (Idris, 1983)

3.2 วงจรชีวิตของคลาโดเซอรา

เริ่มจากตัวอ่อนของคลาโดเซอราที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับตัวเต็มวัยแต่มีขนาดเล็กกว่า ต่อจากนั้นจะผ่านกระบวนการลอกคราบเช่นเดียวกับครัสเตเชียนอื่น ๆ จนกระทั่งเข้าไกละระยตัวเต็มวัย (pre-adult) หรือพร้อมที่จะมีการสร้างไข่ที่มีเปลือกบางมีโครโมโซมเป็นดิพลอยด์ โดยไข่นั้นได้ผ่านกระบวนการพาร์ทีโนเจเนซิสแล้ว ไข่มีพัฒนาการได้โดยไม่ต้องมีเซลล์สืบพันธุ์จากเพศผู้ จากนั้นเมื่อไข่เจริญขึ้นและมีพัฒนาการสมบูรณ์อยู่ภายในถุงไข่ (brood pouch) ที่อยู่บริเวณด้านหลังของลำตัว รอเวลาที่จะเจริญเป็นตัวอ่อนจึงจะออกมาสู่ภายนอก เมื่อสภาวะแวดล้อมไม่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิต เช่น อาหารขาดแคลน อุณหภูมิเปลี่ยนแปลง สภาพที่แห้งแล้ง จะมีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ โดยตัวเมียสร้างไข่ชนิดพิเศษขึ้นมา ไข่ประเภทนี้มีลักษณะแตกต่างไปจากเดิมคือ มีสีเข้ม ผิวนอกเป็นสารจำพวกไคติน (chitin) ที่แข็ง และมีนิวเคลียสแบบแฮพลอยด์ (haploid) ต้องได้รับการผสมกับเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ก่อนจึงจะเจริญเป็นตัวอ่อนได้ เพศเมียที่ผลิตไข่นี้เรียกว่า sexual female และเรียกไข่แบบนี้ว่า ไข่พัก (resting egg) เมื่อได้รับการผสมแล้วจะถูกส่งเข้าไปใน brood chamber เปลือกหุ้มรอบไข่จะเปลี่ยนไปมีลักษณะคล้ายฝา ไข่ที่อยู่ภายในฝามีการแบ่งตัวจนถึงระยะแกสตรูลา (gastrula stage) แล้วจึงหยุดการแบ่งตัว จากนั้นไข่พักจะหลุดออกจากตัวแม่ เรียกว่า อีฟิปปิแยม (ephippium) ช่วงนี้ไข่จะพักตัวโดยหยุดการเจริญชั่วระยะเวลาหนึ่ง ในระยะนี้อีฟิปปิแยมจะทนทานต่อสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้ดี เมื่อมีสภาวะแวดล้อมเหมาะสมจึงฟักออกมาเป็นเพศเมียที่สามารถสืบพันธุ์แบบพาร์ทีโนเจเนซิสได้ การสืบพันธุ์แบบมีเพศจะเกิดบางช่วงเวลาของปีสลับกับการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศหรือพาร์ทีโนเจเนซิส ในธรรมชาติจะพบคลาโดเซอราที่มีการสืบพันธุ์แบบพาร์ทีโนเจเนซิสตลอดปี (ลัดดา วงศ์รัตน์, 2541; Pechenik, 2000)

3.3 การศึกษาความหลากหลายและการแพร่กระจายของคลาโดเซอรา

คลาโดเซอราที่พบแพร่กระจายทั่วโลกมี 602 สปีชีส์ จัดอยู่ใน 4 อันดับย่อย (suborder) 12 วงศ์ (family) และ 83 สกุล (genera) ดังตารางที่ 3 ในจำนวนนี้ประมาณร้อยละ 50 ของชนิดที่พบทั้งหมดมีการแพร่กระจายในเขตร้อนหรือกึ่งร้อน (subtropical region) การศึกษาความหลากหลายและการแพร่กระจายของคลาโดเซอราส่วนใหญ่เป็นประเทศที่อยู่ในเขตอบอุ่น โดยเฉพาะทวีปยุโรปและอเมริกา ส่วนในทวีปอื่นๆ รวมถึง

ทวีปเอเชีย และประเทศในเขตร้อนนั้นเริ่มมีการศึกษามากขึ้นในระยะหลัง สำหรับรายงานความหลากหลายชนิดและการแพร่กระจายในแต่ละประเทศของทวีปต่าง ๆ นั้นยังไม่สามารถสรุปได้อย่างชัดเจนเนื่องจากยังขาดการศึกษาอย่างต่อเนื่อง ขาดเอกสารและข้อมูลเกี่ยวกับการแพร่กระจายตามเขตภูมิศาสตร์ที่จะนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบได้ ทั้งนี้จากการรวบรวมผลการศึกษาในเชิงเปรียบเทียบของนักวิจัยจากทั่วโลกจึงอาจพอกล่าวได้ว่า จำนวนชนิดของคลาโดเซอร่าที่พบในทะเลสาบของพื้นที่เขตร้อนและทะเลสาบในเขตอบอุ่นต่าง ๆ มีจำนวนชนิดสูงสุดประมาณ 50 สปีชีส์ต่อทะเลสาบหนึ่งแหล่ง จะเห็นได้ว่าแหล่งน้ำในเขตร้อนและเขตอบอุ่นไม่มีความแตกต่างกันในแง่ของจำนวนชนิดที่พบ แตกต่างกันชนิดของคลาโดเซอร่าที่พบ โดยชนิดที่มีการแพร่กระจายมากในเขตอบอุ่นส่วนใหญ่อยู่ในสกุล *Daphnia* ส่วนในเขตร้อนจะพบกลุ่ม Sidids, Moinids และ Bosminids แพร่กระจายมากกว่า (Dumont, 1995; Korovchinsky, 1996)

3.3.1 การศึกษาความหลากหลายและการแพร่กระจายของคลาโดเซอร่าในต่างประเทศ

สำหรับรายงานการศึกษาความหลากหลายชนิดและการแพร่กระจายของคลาโดเซอร่าในประเทศต่าง ๆ ของแต่ละทวีปทั่วโลก ได้แก่ ทวีปยุโรป อเมริกาเหนือ อเมริกาใต้ แอฟริกา เอเชีย และทวีปออสเตรเลีย โดยพบว่าประเทศรัสเซียซึ่งอยู่ในทวีปยุโรปมีรายงานความหลากหลายชนิดมากที่สุด 178 สปีชีส์ รองลงมา ได้แก่ ประเทศโรมาเนีย และอิตาลี มีจำนวนชนิดที่พบเท่ากับ 114 และ 109 สปีชีส์ ตามลำดับ ทวีปอเมริกาเหนือมีรายงานพบจำนวนชนิดมากที่สุดในประเทศสหรัฐอเมริกา 138 สปีชีส์ ในทวีปออสเตรเลียพบความหลากหลายชนิดมากที่สุดที่ประเทศออสเตรเลีย 127 สปีชีส์ ทวีปแอฟริกาจำนวนชนิดมากที่สุดในประเทศไนจีเรีย 100 สปีชีส์ รองลงมาได้แก่ ประเทศมาลี 48 สปีชีส์ ส่วนทวีปอเมริกาใต้พบจำนวนชนิดน้อยที่สุดโดยประเทศเวเนซุเอลาพบจำนวนชนิดมากที่สุดเพียง 59 สปีชีส์ สำหรับในทวีปเอเชีย (ยกเว้นประเทศไทย) พบรายงานความหลากหลายชนิดมากที่สุดในประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน 114 สปีชีส์ รองลงมาคืออินเดีย 91 สปีชีส์ (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 3 จำนวนสกุลและจำนวนชนิดของคลาโดเซอร่าที่พบทั่วโลก

อันดับย่อย	วงศ์	จำนวนสกุล	จำนวนชนิด
Anomopoda	Bosminidae	2	18
	Chydoridae	38	274
	Daphniidae	5	134
	Ilyocryptidae	1	18
	Macrothricidae	15	56
	Moinidae	2	26
Ctenopoda	Holopediidae	1	2
	Sididae	8	40
Haplopoda	Leptodoridae	1	1
Onychopoda	Cercopagidae	2	14
	Podonidae	7	17
	Polyphemidae	1	2
รวม		83	602

(ที่มา: Korovchinsky, 1996)

ตารางที่ 4 จำนวนชนิดของคลาโดเซอร่าทั้งหมดที่พบ และจำนวนชนิดที่พบเป็นครั้งแรกของโลกในประเทศต่าง ๆ ในแต่ละทวีปทั่วโลก

ทวีป	ประเทศ	จำนวนชนิดที่พบ	จำนวนชนิดที่พบเป็นครั้งแรกของโลก	ที่มา
1. ยุโรป	กรีซ	28	-	Zarfdjian et al., 1990; Michaloudi et al., 1997
	นอร์เวย์	~62	-	Dumont, 1995; Nost and Jensen, 1997
	โปแลนด์	27	-	Jurasz, 2005
	ฝรั่งเศส	92	-	Amoros, 1984 อ้างถึงใน Alonso, 1991
	ฟินแลนด์	11	-	Horppila, 1997
	เยอรมนี	107	-	Flössner, 1972 อ้างถึงในละออศรี เสนาะเมือง, 2544
	โรมาเนีย	114	-	Negrea, 1983 อ้างถึงใน Korovchinsky, 1996
	รัสเซีย	178	1	Manuilova, 1964 อ้างถึงในละออศรี เสนาะเมือง, 2544; Smirnov, 1974; Sinev, 1999a
	สเปน	88	-	Alonso, 1991
	อิตาลี	109	-	Margaritora, 1985 อ้างถึงในละออศรี เสนาะเมือง, 2544
2. อเมริกาเหนือ	แคนาดา	28	-	Hann and Zrum, 1997
	นิคารากัว	31	-	Smirnov, 1988
	เม็กซิโก	112	2	Dodson and Silva-Briano, 1996; Ciroso-Pérez and Elías-Gutiérrez, 1997; Korovchinsky, 1998
	สหรัฐอเมริกา	138	-	Pennak, 1989 อ้างถึงในละออศรี เสนาะเมือง, 2544
3. อเมริกาใต้	โคลัมเบีย	7	-	Barón-Rodríguez and Gavilán, 2005
	บราซิล	35	2	Brandorff et al., 1982; Sinev, 1998; Sinev and Hollwedel, 2002
	เวเนซุเอลา	67	-	Rey and Vasquez, 1986; Zoppi de Rao and Vasquez, 1991
	อาร์เจนตินา	6	-	Paggi, 1997

ตารางที่ 4 จำนวนชนิดของคลาโดเซอร่าทั้งหมดที่พบ และจำนวนชนิดที่พบเป็นครั้งแรกของโลกในประเทศต่าง ๆ ในแต่ละทวีปทั่วโลก (ต่อ)

ทวีป	ประเทศ	จำนวนชนิดที่พบ	จำนวนชนิดที่พบเป็นครั้งแรกของโลก	ที่มา
4. แอฟริกา	เคนยา	16	-	Mutune and Omondi, 1998
	แคเมอรูน	ไม่ปรากฏ	2	Chiambeg and Dumont, 1999
	ไนจีเรีย	100	-	Egborge et al., 1994
	มาลี	48	-	Dumont et al., 1981
	แอฟริกา	9	-	Roeben, 1974
5. ออสเตรเลีย	นิวซีแลนด์	41	-	Smirnov and Timms, 1983
	ปาปัวนิวกินี	39	-	Smirnov and De Meester, 1996
	ออสเตรเลีย	127	1	Smirnov and Timms, 1983; Benzie, 1986; Smirnov and Bayly, 1995
6. เอเชียและเอเชียตะวันออกเฉียงใต้	เนปาล	44	-	Michael and Sharma, 1988; Manca et al., 1994
	ตุรกี	ไม่ปรากฏ	1	Gündüz, 1996
	ฟิลิปปินส์	56	1	Fernando, 1980; Korovchinsky, 1998
	มาเลเซีย	65	1	Idris, 1983; Michael and Sharma, 1988; Korovchinsky, 1998
	เยเมน	ไม่ปรากฏ	1	Dumont and Brancelj, 1994
	สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว	47	1	Silva-Briano et al., 2005a, 2005b; Ponthalith and Sanoamuang, 2006
	ศรีลังกา	65	1	Fernando, 1980; Korovchinsky, 1998
	สาธารณรัฐประชาชนจีน	114	3	Chiang and Du, 1978 อ้างถึงใน ละออศรี เสนาเมือง, 2544; Korovchinsky, 1998; Sinev, 1999a, 1999b
	อินโดนีเซีย	55	-	Fernando, 1980
	อินเดีย	91	-	Michael and Sharma, 1988; Korinek et al., 1999
	อิสราเอล	60	-	Bromley, 1993

3.3.2 การศึกษาความหลากหลายและการแพร่กระจายของคลาโดเซอร่าในประเทศไทย

การศึกษาความหลากหลายชนิดของคลาโดเซอร่าในประเทศไทยมีน้อยกว่าแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มอื่นๆ จากการรวบรวมรายงานการศึกษาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน พบทั้งสิ้น 6 วงศ์ 34 สกุล 105 สปีชีส์ (รวบรวมจากรายงานการวิจัยของ Boonsom, 1984; ละออศรี เสนาะเมือง, 2539; Pholpunthin, 1997; Sanoamuang, 1998b; Kotov and Sanoamuang, 2004; Kotov et al., 2005; Maiphae et al., 2005; Sanoamuang, 2005) ประเภทของแหล่งน้ำที่นำตัวอย่างมาศึกษา ได้แก่ ทะเลสาบ หนองน้ำ บึง อ่างเก็บน้ำ แม่น้ำ คลอง ลำธาร พรุน้ำตก ฝายทดน้ำ คลองขังถนน และนาข้าว เป็นต้น

การศึกษาความหลากหลายชนิดของคลาโดเซอร่าในระยะแรกของประเทศไทยเริ่มตั้งแต่ปี ค.ศ. 1984 โดย Boonsom (1984) ได้รายงานการศึกษาแพลงก์ตอนสัตว์น้ำจืดในกลุ่มโรติเฟอร์และครัสเตเชียจากแหล่งน้ำนิ่งและแหล่งน้ำไหลจากบริเวณต่างๆ ทั่วประเทศไทย พบคลาโดเซอร่า 48 สปีชีส์ (แต่มีเพียง 30 สปีชีส์ที่จำแนกชนิดได้ถูกต้อง) ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่า Boonsom รายงานพบคลาโดเซอร่าทั่วประเทศจำนวน 30 ชนิด (ละออศรี เสนาะเมือง, 2544) และเป็นชนิดที่พบครั้งแรกในประเทศไทย 9 สปีชีส์ และเริ่มมีการศึกษาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคใต้อย่างต่อเนื่องมาโดยตลอดนับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2540 เป็นต้นมา สำหรับในภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีการศึกษาในแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มดังกล่าวนี้ น้อยมาก มีรายงานการศึกษาดังต่อไปนี้

ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีรายงานการศึกษาความหลากหลายชนิดและการแพร่กระจายของคลาโดเซอร่าในจังหวัดขอนแก่นและกาฬสินธุ์ (ละออศรี เสนาะเมือง, 2537) ขอนแก่น หนองคาย และหนองบัวลำภู (Sirimongkonthaworn, 1997) ในแหล่งน้ำต่างๆ ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (ละออศรี เสนาะเมือง, 2539; Sanoamuang, 1998b) บึงกุต จังหวัดหนองคาย (จุฑามาส แสงอรุณ และละออศรี เสนาะเมือง, 2545; Sanoamuang, 2005; Kotov et al., 2005) ขอนแก่น และอุดรธานี (ศุจิกรณ์ อธิบาย, 2545) สกลนคร และนครพนม (ปริญดา ตั้งปัญญาพร, 2546) มหาสารคาม และร้อยเอ็ด (สุพิศตรา เหล็กจาน, 2546) อุบลราชธานี (พรรณา วันขวง, 2547) และในบึงทามบริเวณลุ่มน้ำมูลตอนบนในจังหวัดสุรินทร์ ศรีสะเกษ และร้อยเอ็ด (ละออศรี เสนาะเมือง และศิริชัย ไพฑาคำ, 2548) จากรายงานการศึกษาจนถึงปัจจุบันพบความหลากหลายชนิดของ คลาโดเซอร่าในภาคตะวันออกเฉียงเหนือทั้งสิ้น 85 สปีชีส์ ในจำนวนนี้ประกอบด้วยชนิดที่พบเป็นครั้งแรกในประเทศไทย 52 สปีชีส์ [พบ 4 สปีชีส์ โดย Sirimongkonthaworn (1997), 31 สปีชีส์ โดย Sanoamuang (1998b), 10 สปีชีส์ โดยจุฑามาส แสงอรุณและละออศรี เสนาะเมือง (2545) และ 7 สปีชีส์ โดยละออศรี เสนาะเมือง และศิริชัย ไพฑาคำ (2548)] ชนิดที่พบเป็นครั้งแรกในทวีปเอเชีย 6 สปีชีส์ ได้แก่ *Disparalona caudata* Smirnov, 1996, *Leydigia laevis* Gurney, 1927, *Leydigiaopsis* Sars, 1901, *Macrothrix flabelligera* Smirnov, 1992, *M. cf. paulensis* (Sars, 1900) และ *Pseudosida ramosa* Daday, 1904 จากการศึกษาในครั้งนี้ยังพบสกุล *Leydigiaopsis* จำนวน 1 สปีชีส์ ซึ่งสกุลดังกล่าวนี้เคยมีรายงานพบเฉพาะทวีปอเมริกาใต้เท่านั้น (Sanoamuang, 1998b) และชนิดที่พบครั้งแรกของโลก 3 สปีชีส์ [พบ 1 สปีชีส์ โดย Sanoamuang and Kotethip อ้างโดยละออศรี เสนาะเมือง (2544), 1 สปีชีส์ โดยละออศรี เสนาะเมือง (2544) และ 1 สปีชีส์ โดย Kotov et al. (2005)] รายชื่อของคลาโดเซอร่าที่พบเป็นครั้งแรกของโลกดังตารางที่ 5

ภาคใต้มีรายงานการศึกษาความหลากหลายชนิดของคลาโดเซอร่าในทะเลน้อย จังหวัดพัทลุง (Pholpunthin, 1997) จังหวัดตรัง (พรรณี สอาดฤทธิ, 2545) และจากแหล่งน้ำต่างๆ ใน 14 จังหวัดภาคใต้ (Maiphae et al., 2005) จากรายงานการศึกษาจนถึงปัจจุบันพบความหลากหลายชนิดของคลาโดเซอร่าทั้งสิ้น 93 สปีชีส์ ในจำนวนนี้ประกอบด้วยชนิดที่พบเป็นครั้งแรกในประเทศไทย 26 สปีชีส์ [พบ 9 สปีชีส์ โดยพิมพ์พรณ ดันสกุล และพรศิลป์ ผลพันธ์ (2544), Pholpunthin (1997), 6 สปีชีส์ โดยพรรณี สอาดฤทธิ (2545) และ 11

สปีชีส์ โดย Maiphae et al. (2005)] จากจำนวนชนิดที่พบนี้เป็นชนิดที่พบครั้งแรกในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ 1 สปีชีส์คือ *Leydigia ciliata* Gauthier, 1939 (Pholpunthin, 1997)

สำหรับในภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกมีรายงานการศึกษาค้นคว้าความหลากหลายชนิดของ คลาโดเซอราค่อนข้างน้อย ที่ภาคเหนือมีรายงานของ Kotov and Sanoamuang (2004) ได้ศึกษาค้นคว้าจากบ่อน้ำถาวรข้างถนนในจังหวัดอุตรดิตถ์พบเป็นชนิดใหม่ของโลก 1 สปีชีส์คือ *Ilyocryptus thailandensis* Kotov and Sanoamuang, 2004 ส่วนภาคกลางมีการศึกษาของพรณี สอาดฤทธิ์ (2547) ในลำน้ำห้วยเขย่ง ห้วยภู และห้วยทิม จังหวัดกาญจนบุรี โดยเก็บตัวอย่างจากลำห้วย ฝายทดน้ำ และปากแม่น้ำในพื้นที่ดังกล่าว ผลการศึกษาพบคลาโดเซอรา 40 สปีชีส์ ชนิดที่พบมากที่สุด ได้แก่ *Ceriodaphnia cornuta* Sars, 1885 รองลงมา ได้แก่ *Diaphanosoma excisum* Sars, 1885 และ *D. sarsi* Richard, 1894 สำหรับในภาคตะวันออกมีการศึกษาในจังหวัดระยองและจันทบุรี พบคลาโดเซอรา 28 สกุล 44 ชนิด ชนิดที่พบมากที่สุด ได้แก่ *C. cornuta* รองลงมา ได้แก่ *Bosminopsis deitersi* Richard, 1897 และ *Moina micrura* Kurz, 1874 (วิลาวัลย์ ทองดา, 2548)

ตารางที่ 5 รายชื่อคลาโดเซอราชนิดที่พบเป็นครั้งแรกของโลกในประเทศไทย

ชื่อวิทยาศาสตร์	แหล่งน้ำที่พบ/จังหวัด	ที่มา
1. <i>Alonella orientalis</i> Sanoamuang and Kotethip	อุทยานแห่งชาติภูพาน จ. สกลนคร	ละออศรี เสนาะเมือง (2544)
2. <i>Ilyocryptus thailandensis</i> Kotov and Sanoamuang, 2004	บ่อน้ำถาวรข้างถนน จ. อุตรดิตถ์	Kotov and Sanoamuang (2004)
3. <i>Macrothrix pholpunthini</i> Kotov, Maiphae and Sanoamuang, 2005	บึงกุดทิง จ. หนองคาย และ พรุน จ. ตรัง	Kotov et al. (2005)

ในการศึกษานี้ได้สำรวจคลาโดเซอราเฉพาะในกลุ่ม Anomopoda และ Ctenopoda เนื่องจากดำรงชีวิตแบบอิสระ และมีความสำคัญในแหล่งน้ำ

4. โคพีพอด (copepods)

4.1 ชีวิตวิทยาของโคพีพอด

โคพีพอดเป็นแมลงก้นดอสัตว์ที่สำคัญกลุ่มหนึ่งจัดอยู่ในไฟลัมอาร์โทรโปดา (Phylum Arthropoda) คลาสครัสเตเชีย (Class Crustacea) ซับคลาสโคพีพอด (Subclass Copepoda) จำแนกออกเป็น 7 อันดับ (order) ที่ดำรงชีวิตแบบอิสระ (free living) มี 3 อันดับคือ Calanoida, Cyclopoida และ Harpacticoida ส่วนที่ดำรงชีวิตเป็นปรสิต (parasite) มี 4 อันดับคือ Caligoida, Lernaeopodoida, Monstrilloida และ Notodelphyoida (Williamson, 1991) ในปัจจุบันมีรายงานการพบโคพีพอดแพร่กระจายในทั่วโลกประมาณ 210 วงศ์ 2,300 สกุล 14,000 สปีชีส์ สมาชิกของโคพีพอด 2 ใน 3 ส่วนดำรงชีวิตเป็นแมลงก้นดออาศัยอยู่ในน้ำจืด น้ำกร่อย น้ำเค็ม ซึ่งรวมถึงแหล่งน้ำถาวร และแหล่งน้ำชั่วคราว แต่ส่วนใหญ่พบอาศัยอยู่ในทะเล มีประมาณ 2,000 สปีชีส์ ที่อาศัยอยู่ในน้ำจืด บางชนิดพบได้ในดินที่มีความชุ่มชื้น เช่น ดินที่เกิดจากการย่อยสลายของพืชและสัตว์ ส่วนบางชนิดสามารถอาศัยอยู่ในพวกมอสและฮิวมัส (humus) ได้ โคพีพอดน้ำเค็ม

จำนวนมากดำรงชีวิตเป็นปรสิตของปลาและสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังอื่น ๆ (Lutz, 1986; Barnes, 1974; Maas, 1994)

โคพีพอดมีลำตัวขนาดเล็ก ในตัวเต็มวัยมีความยาวเฉลี่ยประมาณ 0.5-2 มิลลิเมตร (Lutz, 1986) มีเพียงบางสปีชีส์เท่านั้นที่มีลำตัวยาว 3-5 มิลลิเมตร (ละออศรี, 2539) ชนิดที่พบมีขนาดเล็กที่สุดประมาณ 0.25 มิลลิเมตร ส่วนใหญ่ลำตัวจะใสมีสีเทาจากหรือสีน้ำตาล บางชนิดมีสีแดง ม่วง (Williamson, 1991) รูปร่างของโคพีพอดเป็นรูปทรงกระบอก รางค์มีข้อปล้องชัดเจน ลำตัวประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ส่วนหัวเชื่อมติดกับส่วนอก (cephalothorax) เรียกว่า prosome ประกอบด้วย 5 ปล้อง ปล้องอกทุกปล้องจะมีรยางค์ขนาดเล็กใช้ในการว่ายน้ำ และส่วนท้อง (abdomen) มี 5 ปล้องมักไม่มีรยางค์ ส่วนใหญ่จะมีตาเดี่ยวเรียกว่า single naupliar eye โคพีพอดมีหนวด 2 คู่ หนวดคู่แรก (1st antenna) ช่วยในการพวยตัว ในเพศผู้มีลักษณะเปลี่ยนแปลงไปเพื่อจับตัวเมียขณะผสมพันธุ์ หนวดคู่ที่ 2 (2nd antenna) ช่วยในการเคลื่อนไหว โคพีพอดส่วนใหญ่กินอาหารโดยการกรอง (filter feeding) อาหารดังกล่าว ได้แก่ แพลงก์ตอนพืช และเศษซากอินทรีย์ขนาดเล็ก บางสกุลเป็นผู้ล่า (predator) เช่น *Cyclops* โคพีพอดเป็นพวกที่มีเพศแยกกัน โคพีพอดน้ำจืดมีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ

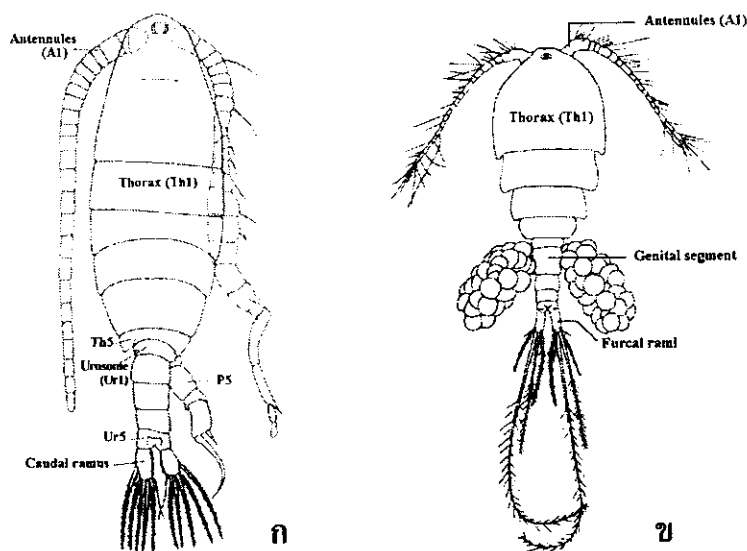
ในการศึกษาครั้งนี้ได้ศึกษาโคพีพอดที่ดำรงชีวิตแบบอิสระ และมีความสำคัญในแหล่งน้ำจืด ได้แก่ ออร์เดอร์คาลานอยดา (Order Calanoida) และออร์เดอร์ไซโคลพอยดา (Order Cyclopoida) ซึ่งมีลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่แตกต่างกัน ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

4.1.1 โคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์ (calanoid copepods)

ลักษณะทั่วไปของโคพีพอดกลุ่มนี้ ส่วนใหญ่ดำรงชีวิตเป็นแพลงก์ตอน มีลำตัวเรียวยาวมีความยาวตั้งแต่ 0.5 มิลลิเมตร ถึงหลายมิลลิเมตร (Maas, 1994) ลำตัวแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนต้นหรือโปรโซม (prosome) และส่วนท้ายหรือยูโรโซม (urosome) ส่วนท้ายคอดเล็กกว่าส่วนต้น ส่วนอกใหญ่กว่าส่วนท้องแยกออกจากกันอย่างชัดเจน หนวดคู่ที่ 1 มีความยาวเท่ากับหรือมากกว่าความยาวของลำตัว มี 23-25 ปล้องไม่แตกแขนง (uniramous) มักยึดยาวเกินปล้องสุดท้ายของส่วนยูโรโซม ส่วนหนวดคู่นี้ข้างขวาของเพศผู้เป็นแผ่นแบนมีขนาดใหญ่กว่าหนวดข้างซ้าย และมีขนาดใหญ่กว่าในเพศเมีย ใช้สำหรับจับเพศเมียในการผสมพันธุ์ หนวดคู่ที่ 2 แตกแขนงเป็นสองแฉก (biramous) ขาคู่ที่ 5 ของเพศผู้มีลักษณะไม่สมมาตร (asymmetry) ข้างซ้ายเล็กกว่าข้างขวา (ภาพที่ 5ก) ส่วนขาคู่ที่ 5 ของเพศเมียมีขนาดเล็กและสมมาตรกัน (symmetry) ทั้ง 2 ข้าง คอรัลลชีติมีความยาวเท่ากัน เพศเมียมีถุงไข่ 1 ถุงอยู่ด้านท้อง

4.1.2 โคพีพอดกลุ่มไซโคลพอยด์ (cyclopoid copepods)

โคพีพอดในกลุ่มนี้มีทั้งที่ดำรงชีวิตแบบแพลงก์ตอนและอาศัยอยู่ตามพื้น (benthic copepods) แต่ส่วนใหญ่มักพบดำรงชีวิตเป็นแพลงก์ตอน ลักษณะของลำตัวค่อนข้างกลมหรือยาวรีคล้ายรูปไข่ มีความยาว 0.5 ถึงหลายมิลลิเมตร ส่วนอกและส่วนท้องแยกออกจากกันอย่างชัดเจน ส่วนท้องยึดยาว หนวดคู่ที่ 1 สั้นกว่าของคาลานอยด์ มี 6 - 17 ปล้อง ในเพศเมียหนวดคู่นี้มักยึดยาวไม่เกินปล้องสุดท้ายของส่วนอก ส่วนหนวดคู่ที่ 1 ของเพศผู้ทั้งสองข้างมีลักษณะโค้งงอ หนวดคู่ที่ 2 ไม่แตกแขนง ขาคู่ที่ 5 ของเพศผู้และเพศเมียมีลักษณะเหมือนกันทั้งสองข้างและมีขนาดเล็ก มีขาคู่ที่ 6 คอรัลลชีติมีความยาวไม่เท่ากัน เพศเมียมีถุงไข่ 2 ถุงอยู่ด้านข้างของปล้องสืบพันธุ์ (ภาพที่ 5ข)



ภาพที่ 5 ลักษณะทั่วไปของโคพีพอด: ก. คาลานอยด์ (ที่มา: ละอองศรี เสนาะเมือง, 2545),
ข. ไฮโคลพอยด์ (ที่มา: Smith, 2001)

4.2 การศึกษาความหลากหลายและการแพร่กระจายของโคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์และไฮโคลพอยด์

4.2.1 การศึกษาความหลากหลายชนิดและการแพร่กระจายของโคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์และไฮโคลพอยด์ในต่างประเทศ

การศึกษาคความหลากหลายชนิดและการแพร่กระจายของโคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์และไฮโคลพอยด์ในประเทศต่าง ๆ ของแต่ละทวีปทั่วโลก ได้แก่ ทวีปยุโรป อเมริกาเหนือ อเมริกาใต้ แอฟริกา เอเชีย และทวีปออสเตรเลีย โดยพบว่าทวีปอเมริกาใต้มีรายงานความหลากหลายชนิดมากที่สุดในประเทศเวเนซุเอลา 79 สปีชีส์ ทวีปแอฟริกาพบรายงานจำนวนชนิดมากที่สุดในประเทศเอธิโอเปีย 51 สปีชีส์ ส่วนประเทศเอสโตเนียซึ่งอยู่ในทวีปยุโรปมีรายงานความหลากหลายชนิดของโคพีพอดกลุ่มไฮโคลพอยด์มากถึง 26 สปีชีส์ สำหรับในทวีปอเมริกาเหนือประเทศสหรัฐอเมริกาพบโคพีพอด 23 สปีชีส์ ในจำนวนนี้เป็นโคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์ 22 สปีชีส์ และพบกลุ่มไฮโคลพอยด์สกุลใหม่ของโลก 1 สกุลคือ *Itocyclops* นอกจากนี้ยังมีรายงานพบไฮโคลพอยด์สกุล *Troglocyclops* ซึ่งเป็นสกุลใหม่จากประเทศบาฮามาส ส่วนทวีปเอเชีย (ยกเว้นประเทศไทย) รายงานความหลากหลายชนิดมากที่สุดในประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาวและอินเดีย พบประเทศละ 35 สปีชีส์ รองลงมาคือสิงคโปร์และมาเลเซียพบรวมกันมากกว่า 30 สปีชีส์ (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 จำนวนชนิดของโคฟีพอดกลุ่มกาลานอยด์และไซโคลพอยด์ทั้งหมดที่พบ และจำนวนชนิดที่พบเป็นครั้งแรกของโลกในประเทศต่าง ๆ ของแต่ละทวีปทั่วโลก

ทวีป	ประเทศ	กาลานอยด์		ไซโคลพอยด์		ที่มา
		จำนวนชนิดที่พบ	ชนิดที่พบเป็นครั้งแรกของโลก	จำนวนชนิดที่พบ	ชนิดที่พบเป็นครั้งแรกของโลก	
1. ยุโรป	กรีซ	1	-	5	-	Michaloudi et al., 1997
	นอร์เวย์	3	-	2	-	Nøst and Jensen, 1997
	สเปน	4	1	-	-	Alonso, 1984
	เอสโทเนีย	-	-	26	-	Mäemets et al., 1996
2. อเมริกาเหนือ	แคนาดา	6	-	5	-	Swadling et al., 2001
	คอสตาริกา	2	-	14	-	Collado et al., 1984
	บาฮามาส	-	-	1	สกุลใหม่ 1 สกุล	Rocha and Iliffe, 1994
	เม็กซิโก	4	-	12	1	Dodson and Silva-Briano, 1996; Gutiérrez-Aguirre and Suárez-Morales, 2001
	สหรัฐอเมริกา	22	-	1	สกุลใหม่ 1 สกุล	Reid and Ishida, 2000; Bruno et al., 2001
3. อเมริกาใต้	บราซิล	-	-	4	4	Rocha, 1984
	เวเนซุเอลา	13	-	66	15	Dussart, 1984
4. แอฟริกา	ซูดาน	2	-	5	-	Green, 1984
	ตูนิเซีย	-	-	13	7	Turki and Abed, 1999; Mouelhi et al., 2000
	เอธิโอเปีย	10	-	41	1	Defaye, 1988
	แอฟริกา	-	-	2	2	Karatug et al., 1998
5. ออสเตรเลีย	ออสเตรเลีย	-	-	3	3	Dumont and Maas, 1985; Holynska and Brown, 2003

ตารางที่ 6 จำนวนชนิดของโคฟีพอดกลุ่มคาลานอยด์และไซโคลพอยด์ทั้งหมดที่พบ และจำนวนชนิดที่พบเป็นครั้งแรกของโลกในประเทศต่างๆ ของแต่ละทวีปทั่วโลก (ต่อ)

ทวีป	ประเทศ	คาลานอยด์		ไซโคลพอยด์		ที่มา
		จำนวนชนิดที่พบ	ชนิดที่พบเป็นครั้งแรกของโลก	จำนวนชนิดที่พบ	ชนิดที่พบเป็นครั้งแรกของโลก	
6. เอเชียและเอเชียตะวันออกเฉียงใต้	คาซัคสถาน	1	1	-	-	Stepanova, 1994
	ญี่ปุ่น	-	-	5	-	Ueda et al., 1996
	สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว	19	3	16	-	Sanoamuang and Sivongxay, 2005
	เวียดนาม	4	1	2	2	Holynska, 1998; Holynska and Num, 2000; Defaye, 2002
	สาธารณรัฐประชาชนจีน	-	-	5	-	Guo, 1999
	สิงคโปร์และมาเลเซีย	>30	-	-	-	Lai and Fernando, 1978
	อินโดนีเซีย	-	-	14	5	Dussart and Fernando, 1988
	อินเดีย	19	2	16	3	Reddy and Radhakrishna, 1984; Baribwegure and Dumont, 2000; Dumont and Reddy, 1993; Silva et al., 1994; Reddy, 2000b
	อุซเบกิสถาน	-	-	5	-	Miradullayev and Kuzmetov, 1997
	อิสราเอล	-	-	24	1	Defaye, 1995; Defaye and Dussart, 1995; Por and Dimentman, 2001

4.2.2 การศึกษาความหลากหลายชนิดและการแพร่กระจายของโคฟีพอดกลุ่มกาลานอยด์และไซโคลพอยด์ในประเทศไทย

จากการรวบรวมรายงานการศึกษาความหลากหลายชนิดและการแพร่กระจายของโคฟีพอด กลุ่มดังกล่าวนี้ในประเทศไทยตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน พบโคฟีพอดกลุ่มกาลานอยด์ทั้งสิ้น 4 วงศ์ 13 สกุล 42 สปีชีส์ และกลุ่มไซโคลพอยด์ทั้งสิ้น 1 วงศ์ 12 สกุล 29 สปีชีส์ (รวบรวมจากงานวิจัยของ Boonsom, 1984; ละออศรี เสนาะเมือง, 2544, 2545; Dumont and Reddy, 1994; Dumont et al., 1996; Pholpunthin, 1997; Reddy and Dumont, 1998; Reddy et al., 1998; Sanoamuang, 1999, 2001a, 2001b, 2001c; Sanoamuang and Yindee, 2001; Sanoamuang and Athibai, 2002; Sanoamuang et al., 2002; Proongkiat and Sanoamuang, 2002; Sanoamuang, 2004; Sanoamuang and Sivongxay, 2005; ละออศรี เสนาะเมือง และศิริชัย ไผ่ทองคำ, 2548; Sanoamuang and Teeramaethee, 2006) ประเภทของแหล่งน้ำที่นำตัวอย่างมาศึกษา ได้แก่ ทะเลสาบ หนองน้ำ บึง อ่างเก็บน้ำ แม่น้ำ คลอง ลำธาร พรุ น้ำตก ฝ่ายทดน้ำ คลองข้างถนน และนาข้าว เป็นต้น

การศึกษาความหลากหลายชนิดของโคฟีพอดในระยะแรกของประเทศไทยเริ่มตั้งแต่ปี ค.ศ. 1984 โดย Boonsom (1984) ได้รายงานการศึกษาแพลงก์ตอนสัตว์น้ำจืดในกลุ่มโรติเฟอร์และครัสเตเชียจากแหล่งน้ำนิ่งและแหล่งน้ำไหลจากบริเวณต่างๆ ทั่วประเทศไทย พบโคฟีพอด กลุ่มกาลานอยด์ 8 สปีชีส์ และไซโคลพอยด์ 10 สปีชีส์ เป็นชนิดที่พบครั้งแรกในประเทศไทย 3 สปีชีส์ จากจำนวนชนิดของกาลานอยด์ที่พบนั้นมีเพียง 6 สปีชีส์ที่จำแนกชนิดได้ถูกต้อง (Reddy et al., 1998; Sanoamuang, 1999 อ้างโดยละออศรี เสนาะเมือง, 2545) และเริ่มมีการศึกษาอย่างต่อเนื่องมาโดยตลอดนับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2537 เป็นต้นมา โดยงานวิจัยส่วนใหญ่ศึกษาในพื้นที่ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สำหรับการศึกษาในภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออก และภาคใต้ มีการศึกษาบ้างแต่ไม่มากนัก ส่วนเอกสารงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มดังกล่าวที่รวบรวมได้มีดังต่อไปนี้

ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีรายงานการศึกษาความหลากหลายชนิดและการแพร่กระจายของโคฟีพอดกลุ่มกาลานอยด์และไซโคลพอยด์ในแหล่งน้ำต่างๆ ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (ละออศรี เสนาะเมือง, 2537ข, 2539, 2544; Sanoamuang, 1999) ขอนแก่น (Reddy and Dumont, 1998) หนองบัวลำภู (รัชดา ไชยเจริญ, 2537; Reddy et al., 1998) อุทยานแห่งชาติภูพาน (Sanoamuang, 2001a) เขื่อนลำนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ (Sanoamuang, 2001b) แม่น้ำมูล (ละออศรี เสนาะเมือง, 2545) สุรินทร์ (Sanoamuang and Yindee, 2001; วีระ ยินดี, 2545) ขอนแก่น และอุดรธานี (ศุจิภรณ์ อธิบาย, 2545; Sanoamuang and Athibai, 2002) สกลนคร และนครพนม (ปริญดา ตั้งปัญญาพร, 2546) มหาสารคาม และร้อยเอ็ด (Sanoamuang et al., 2002; สุพัสตรา เหล็กจาน, 2546) อุบลราชธานี (พรณา วันชวง, 2547) นครพนม (Sanoamuang, 2004) และในบึงตามบริเวณลุ่มน้ำมูลตอนบนในจังหวัดสุรินทร์ ศรีสะเกษ และร้อยเอ็ด (ละออศรี เสนาะเมือง และศิริชัย ไผ่ทองคำ, 2548) จากรายงานดังกล่าวข้างต้นจนถึงปัจจุบันพบว่าในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีความหลากหลายชนิดของโคฟีพอดกลุ่มกาลานอยด์ทั้งสิ้น 35 สปีชีส์ ในจำนวนนี้เป็นชนิดที่พบครั้งแรกของประเทศไทย 9 สปีชีส์ [พบ 4 สปีชีส์ โดยละออศรี เสนาะเมือง (2539), 2 สปีชีส์ โดย Pholpunthin (1997), 2 สปีชีส์ โดย Reddy et al. (1998) และ 1 สปีชีส์ โดยพรณา วันชวง (2547)] ชนิดที่พบครั้งแรกของโลก 12 สปีชีส์ [พบ 1 สปีชีส์ โดย Reddy and Dumont (1998), 1 สปีชีส์ โดย Reddy et al. (1998), 1 สปีชีส์ โดย Sanoamuang (2001a), 1 สปีชีส์ โดย Sanoamuang and Yindee (2001), 1 สปีชีส์ โดย Sanoamuang (2001b), 1 สปีชีส์ โดย Sanoamuang and Athibai (2002), 2 สปีชีส์ โดย Sanoamuang et al. (2002), 1 สปีชีส์ โดย Sanoamuang (2004), 1 สปีชีส์ โดยพรณา วันชวง และละออศรี เสนาะเมือง (2545), 1 สปีชีส์ โดย Sanoamuang and Sivongxay (2005)]

และ 1 สปีชีส์ โดย Sanoamuang อ้างโดยละออศรี เสนาะเมือง (2545)] รายชื่อของโคพีพอดที่พบเป็นครั้งแรกของโลก ดังตารางที่ 7

นอกจากนี้โคพีพอดกลุ่มไซโคลพอยด์ที่พบในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีจำนวนชนิดทั้งสิ้นประมาณ 22 สปีชีส์ ชนิดที่พบเป็นครั้งแรกในประเทศไทย 9 สปีชีส์ [พบ 7 สปีชีส์ โดย Sanoamuang (1999) ได้แก่ *Mesocyclops aspericornis* (Daday, 1906), *M. splendidus* (Lindberg, 1943), *Eucyclops serrulatus* (Fischer, 1851), *Ectocyclops phaleratus* (Koch, 1930), *E. rubescens* Brady, 1904, *T. decipiens* (Kiefer, 1929) และ *T. taihokuensis* (Harada, 1931) และ 2 สปีชีส์ โดยละออศรี เสนาะเมือง และศิริชัย ไฟทาคำ (2548) คือ *Cryptocyclops linjanticus* (Kiefer, 1928) และ *Paracyclops affinis* (Sars, 1863)]

สำหรับในภาคเหนือมีรายงานพบโคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์ 15 สปีชีส์ เป็นชนิดที่พบครั้งแรกของประเทศไทย 2 สปีชีส์คือ *Tropodiatomus* cf. *hebereri* Kiefer, 1930 และ *T. cf. ruttneri* Brehm, 1923 (Proongkiat and Sanoamuang, 2002) ชนิดที่พบเป็นครั้งแรกของโลก 2 สปีชีส์คือ *Phyllodiatomus christineae* Dumont et al., 1996 และ *Neodiatomus siamensis* Sanoamuang and Proongkiat

ในภาคกลาง ภาคตะวันออก และภาคใต้มีรายงานการศึกษาในแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มดังกล่าวน้อยมาก เช่นเดียวกับกับภาคเหนือ มีรายงานการศึกษาในภาคกลางโดย Dumont and Reddy (1994) พบคาลานอยด์ที่พบเป็นครั้งแรกของโลก 1 สปีชีส์คือ *P. praedictus* Dumont and Reddy จากบ่อเลี้ยงปลาในเขตกรุงเทพมหานคร ในภาคตะวันออกมีการศึกษาที่จังหวัดปราจีนบุรี พบคาลานอยด์ชนิดที่พบเป็นครั้งแรกของโลก 1 สปีชีส์คือ *P. thailandicus* Sanoamuang and Teeramaethee, 2006 ในภาคใต้มีรายงานการศึกษาความหลากหลายของโคพีพอดในทะเลน้อย จังหวัดพัทลุง พบโคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์ 2 สปีชีส์ ซึ่งทั้งสองชนิดนี้พบเป็นครั้งแรกในประเทศไทย ได้แก่ *Acartiella sinensis* Shen and Lee และ *Schmackeria* sp. และพบไซโคลพอยด์ 1 สปีชีส์ (Pholpunthin, 1997)

ตารางที่ 7 รายชื่อโคฟีพอดกลุ่มคาลานอยด์ชนิดใหม่ของโลกที่พบในประเทศไทย

ชื่อวิทยาศาสตร์	แหล่งน้ำที่พบ/จังหวัด	ที่มา
1. <i>Phyllodiptomus praedictus</i> Dumont and Reddy, 1994	บ่อเลี้ยงปลา จ. กรุงเทพฯ	Dumont and Reddy (1994)
2. <i>P. christineae</i> Dumont, Reddy and Sanoamuang, 1996	บึงบอระเพ็ด จ. นครสวรรค์	Dumont, Reddy and Sanoamuang (1996)
3. <i>Eodiaptomus sanoamuangae</i> Reddy and Dumont, 1998	คลองช้างถนน จ. ขอนแก่น	Reddy and Dumont (1998)
4. <i>Mongolodiptomus rarus</i> Reddy, Sanoamuang and Dumont, 1998	บ่อน้ำชั่วคราว จ. ทนงบัวลำภู	Reddy, Sanoamuang and Dumont (1998)
5. <i>E. phuphanensis</i> Sanoamuang, 2001	อุทยานแห่งชาติภูพาน จ. สกลนคร	Sanoamuang (2001b)
6. <i>M. dumonti</i> Sanoamuang, 2001	เขื่อนลำนางรอง จ. บุรีรัมย์	Sanoamuang (2001c)
7. <i>P. surinensis</i> Sanoamuang and Yindee, 2001	คลองส่งน้ำ จ. สุรินทร์	Sanoamuang and Yindee (2001)
8. <i>Arctodiptomus munensis</i> Sanoamuang	แม่น้ำมูล จ. อุบลราชธานี	ละออศรี เสนาะเมือง (2545)
9. <i>Dentodiptomus sarakhamensis</i>	บ่อน้ำชั่วคราว จ. มหาสารคาม	Sanoamuang et al., 2002
10. <i>M. ubonensis</i> Sanoamuang and Wansuang	บ่อน้ำชั่วคราว จ. อุบลราชธานี	พรรณา วันชวง และ ละออศรี เสนาะเมือง, 2545
11. <i>Neodiaptomus siamensis</i> Sanoamuang and Proongkiat	บ่อน้ำชั่วคราว จ. กำแพงเพชร	อินทิรา ปรงเกียรติ และ ละออศรี เสนาะเมือง, 2545
12. <i>N. songkramensis</i> Sanoamuang and Athibai, 2002	บ่อน้ำชั่วคราว จ. อุดรธานี	Sanoamuang and Athibai (2002)
13. <i>P. roietensis</i> Sanoamuang and Lekchan	บ่อน้ำชั่วคราว จ. ร้อยเอ็ด	Sanoamuang et al., 2002
14. <i>Heliodiptomus phuthaiorum</i> Sanoamuang, 2004	บ่อน้ำชั่วคราว จ. นครพนม	Sanoamuang (2004)
15. <i>Eodiaptomus phuvongi</i> Sanoamuang and Sivongxay, 2005	บ่อน้ำชั่วคราว จ. อุบลราชธานี	Sanoamuang and Sivongxay (2005)
16. <i>P. thailandicus</i> Sanoamuang and Teeramaethee, 2006	บ่อขุดมีน้ำขังตลอดปี จ. ปราจีนบุรี	Sanoamuang and Teeramaethee (2006)

(ที่มา: ละออศรี เสนาะเมือง, 2545)

5. แพลงก์ตอนสัตว์กับการอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อน

การประสบความสำเร็จในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจหลาย ๆ ชนิด ขึ้นอยู่กับปริมาณและคุณภาพของอาหารมีชีวิตที่ให้ในทันทีทันใด หลังจากสัตว์น้ำเหล่านี้ต้องการอาหาร อาหารมีชีวิตจึงมีความจำเป็นต่อลูกสัตว์น้ำวัยอ่อนแรกเกิดเป็นอย่างมากเนื่องจากการเริ่มต้นชีวิต และพร้อมที่จะพัฒนาเจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัยต่อไปในอนาคต การอนุบาลสัตว์น้ำ วัยอ่อนให้ได้รับการเจริญเติบโตและมีผลผลิตสูงสุด ซึ่งหมายถึง มีอัตราการรอดสูง ลูกสัตว์น้ำมีความแข็งแรง ปลอดภัย ดังนั้นในปัจจุบัน การอนุบาลลูกสัตว์น้ำวัยอ่อนจึงนิยมใช้อาหารที่มีชีวิต (live food) ซึ่งมีคุณค่าทางอาหารสูง (ลัดดา, 2541) แพลงก์ตอนสัตว์เป็นอาหารมีชีวิตที่นิยมนำมาเพาะเลี้ยงเพื่อการอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อนต่อจากการอนุบาลด้วยแพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์เหล่านี้ ได้แก่ โรติเฟอร์รวมทั้งน้ำจืด และน้ำกร่อย ไรแดง โคพีพอด และอาร์ทีเมีย โรติเฟอร์ชนิดที่นิยมนำมาเพาะเลี้ยงคือ *Brachionus plicatilis* Muller ซึ่งเป็นโรติเฟอร์ที่อาศัยอยู่ในน้ำกร่อยจนถึงน้ำเค็ม โรติเฟอร์น้ำจืดที่นิยมเพาะเลี้ยงคือ *B. calyciflorus* Pallus แต่การเพาะเลี้ยงยังไม่แพร่หลายมากนัก ส่วนคลาโดเซอร่าที่นิยมเพาะเลี้ยงได้แก่ ไรแดง *Moina micrura* Kurz เนื่องจากโรติเฟอร์และไรแดงเป็นแพลงก์ตอนสัตว์ที่เลี้ยงง่าย โตเร็ว และมีคุณค่าทางอาหารสูง นอกจากนี้ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในปัจจุบันนิยมใช้ไรสีน้ำตาล (*Artemia salina*) ในการอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อนเนื่องจากสะดวกในการใช้สามารถนำชีสต์มาเพาะฟักได้เมื่อต้องการใช้ และสามารถเจริญเติบโตได้โดยเลี้ยงด้วยสาหร่าย สามารถเลี้ยงให้ไรสีน้ำตาลมีอายุต่าง ๆ กันได้ และมีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยในเรื่องคุณค่าทางอาหารในการใช้ไรสีน้ำตาลเลี้ยงตัวอ่อนของปลา (McGeachin, 1977) และจากการศึกษาของจิตรา ตีระเมธี และคณะ (2544) ได้อนุบาลม้าน้ำวัยอ่อนสายพันธุ์ *Hippocampus kuda* ด้วยไรสีน้ำตาลที่เลี้ยงด้วยแพลงก์ตอนพืชแตกต่างกัน 3 ชนิด พบว่าการอนุบาลม้าน้ำวัยอ่อนด้วยไรสีน้ำตาลนี้ให้อัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของม้าน้ำวัยอ่อนสูง แต่ทั้งนี้ชีสต์ของไรสีน้ำตาลต้องนำเข้าจากต่างประเทศซึ่งมีราคาค่อนข้างแพง หากสามารถหาแพลงก์ตอนสัตว์ชนิดอื่นๆ จากภายในประเทศมาทดแทนการใช้ไรสีน้ำตาลที่ใช้กันอยู่ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในปัจจุบันได้ จะช่วยลดต้นทุนการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำและการขาดดุลย์การค้าของประเทศลงได้

5.1 การเพาะเลี้ยงโรติเฟอร์

ในวงการการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด อาหารมีชีวิตมีความสำคัญอย่างมาก อาหารมีชีวิตในห่วงโซ่อาหารประกอบด้วยสาหร่าย โรติเฟอร์ และลูกปลาวัยอ่อน ในการส่งถ่ายกรดไขมันที่จำเป็นและองค์ประกอบทางอาหารอื่นๆ จากสาหร่ายไปสู่โรติเฟอร์ และส่งต่อไปยังลูกปลาวัยอ่อน ตามลำดับ (Watanabe et al., 1983) โรติเฟอรรับว่าเป็นอาหารมีชีวิตชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญอย่างยิ่งสำหรับสัตว์น้ำวัยอ่อน ชนิดที่นิยมเพาะเลี้ยงโดยทั่วไป ได้แก่ *B. calyciflorus* และ *B. rubens* Ehrenberg เป็นโรติเฟอร์ที่มีความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในช่วงกว้างตั้งแต่ 15-31 องศาเซลเซียส ในธรรมชาติสามารถอยู่ในน้ำที่มีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของสารอนินทรีย์ได้ โรติเฟอร์ *B. calyciflorus* สามารถเลี้ยงในสารอาหารสังเคราะห์ซึ่งประกอบด้วย NaHCO_3 96 มิลลิกรัม, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 60 มิลลิกรัม, MgSO_4 60 มิลลิกรัม และ KCl 4 มิลลิกรัม ในน้ำ (deionized water) 1 ลิตร ค่า pH ที่เหมาะสมคือ 6-8 ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ปริมาณออกซิเจนต่ำสุดคือ 1.2 มิลลิกรัมต่อลิตร และปริมาณแอมโมเนียอิสระอยู่ในช่วง 3-5 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งมีผลไปยับยั้งการสืบพันธุ์ของโรติเฟอร์ สามารถเลี้ยงโรติเฟอร์ทั้ง 2 ชนิดนี้ได้ผลดีเมื่อให้สาหร่ายดังต่อไปนี้เป็นอาหาร ได้แก่ *Scenedesmus costato-granulatus*, *Kirchneriella contorta*, *Phacus pyrum*, *Ankistrodesmus convolvulus* และ *Chlorella* นอกจากนี้ยังให้ผลดีเมื่อเลี้ยงด้วยยีสต์ และ Artificial Culture Selco ของบริษัท Inve Aquaculture เบลเยียม และ Roti-Rich ของบริษัท Florida Aqua Farm สหรัฐอเมริกา (Dhert, 1996)

Theilacker and McMaster (1971) ได้เพาะเลี้ยงโรติเฟอร์ *B. plicatilis* โดยให้สาหร่าย *Dunaliella* sp. เป็นอาหาร และจึงนำโรติเฟอร์ไปใช้ในการอนุบาลลูกปลากะตักวัยอ่อน *Engraulis mordax* พบว่าความหนาแน่นของโรติเฟอร์ที่ 10-20 ตัวต่อมิลลิลิตรทำให้ลูกปลากะตักมีอัตราการเจริญเติบโตดีที่สุด และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยของลูกปลากะตักในช่วงการทดลอง 19 วัน โดยมีความยาวเฉลี่ย 0.46 มิลลิเมตรต่อวัน และความกว้างเฉลี่ย 0.07 มิลลิเมตรต่อวัน นอกจากนี้มีการทดลองเลี้ยงโรติเฟอร์ *B. calyciflorus* แบบหมวมวลกึ่งต่อเนื่องบริเวณกลางแจ้ง ให้สาหร่าย *Chlorella* sp. เป็นอาหาร มวลชีวภาพ ผลผลิตและประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของโรติเฟอร์จากการเพาะเลี้ยงวัดได้จากอัตราการเจริญเติบโตของสาหร่ายที่เปลี่ยนแปลงไป อัตราการเจริญเติบโตที่เหมาะสมคือ 0.16 ต่อวัน มวลชีวภาพของโรติเฟอร์แห้งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.1227 กรัมต่อลิตร ผลผลิตในแต่ละวันโดยเฉลี่ยเท่ากับ 9.82 กรัมแห้งต่อปริมาตรน้ำเลี้ยง 500 ลิตร หรือ 0.01963 กรัมต่อลิตร ซึ่งผลที่ได้นี้จะลดลงเมื่ออัตราการเจริญเติบโตสูงกว่าหรือต่ำกว่า 0.16 ต่อวัน ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของโรติเฟอร์เท่ากับ 23.7 ± 2.8 เปอร์เซ็นต์ ที่อัตราการเจริญเติบโต 0.2 ต่อวัน และการเลี้ยงโรติเฟอร์แบบกึ่งต่อเนื่องนี้จะมียอดการเจริญเติบโตเท่ากับ 0.56 ± 0.09 ต่อวัน (Mitchell, 1986)

James and Abu-Rezeq (1988) ได้ศึกษาผลกระทบของความหนาแน่นของเซลล์สาหร่ายที่แตกต่างกันระหว่าง *Chlorella capsulata* และสาหร่าย *Chlorella* sp. สายพันธุ์จากทะเล ที่เป็นอาหารในการเพาะเลี้ยงโรติเฟอร์ *B. plicatilis* พบว่าความหนาแน่นของเซลล์สาหร่าย MFD *Chlorella* เริ่มต้นเท่ากับ $5-15 \times 10^6$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร เมื่อให้สาหร่ายที่ความหนาแน่นของเซลล์ 15×10^6 เซลล์ต่อมิลลิลิตร ผลผลิตของโรติเฟอร์เพิ่มขึ้นสูงสุดเป็น 30 ตัวต่อมิลลิลิตรต่อวัน หรือมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 27.52 ± 3.11 ตัวต่อมิลลิลิตรต่อวัน เวลาในการทวีคูณของสาหร่ายลดลงจาก 4.27 ± 0.32 วัน เป็น 2.28 ± 0.22 วัน เมื่อความหนาแน่นของเซลล์สาหร่ายกำลังเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง การทวีคูณของเซลล์สาหร่ายต่ำสุดที่ความหนาแน่นของเซลล์ 15×10^6 เซลล์ต่อมิลลิลิตรคือ 2.04 วัน และการทวีคูณของเซลล์สาหร่ายมากที่สุดที่ความหนาแน่นของเซลล์ 5×10^6 เซลล์ต่อมิลลิลิตรคือ 4.62 วัน อัตราการเจริญเติบโตของโรติเฟอร์มีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรงกับความหนาแน่นของเซลล์ MFD *Chlorella* ที่กำลังเพิ่มขึ้น พบว่าในวันที่ 3 ของการทดลอง ประชากรโรติเฟอร์มีความหนาแน่นสูงสุดเท่ากับ 135-164 ตัวต่อมิลลิลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 154.33 ± 13.67 ตัวต่อมิลลิลิตร ที่ความหนาแน่นของเซลล์สาหร่าย 15×10^6 เซลล์ต่อมิลลิลิตร มีค่า pH อยู่ในช่วง 7.13-7.26 และปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ 6.0-6.5 พีพีเอ็ม ในขณะที่เมื่อให้สาหร่าย *C. capsulata* ที่ความหนาแน่นของเซลล์ 10×10^6 เซลล์ต่อมิลลิลิตร เป็นอาหาร ผลผลิตของโรติเฟอร์เพิ่มขึ้นสูงสุดโดยเฉลี่ยเท่ากับ 59.3 ± 8.54 ตัวต่อมิลลิลิตรต่อวัน อัตราการเจริญเติบโตของโรติเฟอร์มีความสัมพันธ์เป็นเส้นโค้งกับความหนาแน่นของเซลล์สาหร่าย *C. capsulata* ที่กำลังเพิ่มขึ้น เวลาในการทวีคูณของสาหร่ายลดลงอย่างมีนัยสำคัญจาก 2.02 ± 0.07 วัน เป็น 1.78 ± 0.09 วัน ที่ความหนาแน่นของเซลล์สาหร่ายที่กำลังเพิ่มขึ้นจาก $5-10 \times 10^6$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร และเวลาในการทวีคูณของสาหร่ายเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญจาก 1.78 ± 0.09 วัน เป็น 2.17 ± 0.06 วัน ที่ความหนาแน่นของเซลล์สาหร่าย $10-15 \times 10^6$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร และในวันที่ 5 ของการทดลอง พบว่าประชากรโรติเฟอร์มีความหนาแน่นสูงสุดเท่ากับ 194-240 ตัวต่อมิลลิลิตร มีค่า pH อยู่ในช่วง 6.98-7.23 และปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ 5.8-6.4 พีพีเอ็ม ส่วนคุณภาพสารอาหารในสาหร่าย ผลรวมของโอเมก้า 3 PUFA ใน *C. capsulata* มีสูงกว่า MFD *Chlorella* อย่างมีนัยสำคัญ และพบกรดไขมันที่จำเป็น eicosapentaenoic acid (20:5 โอเมก้า 3) ใน *C. capsulata* แต่ไม่พบใน MFD *Chlorella*

Awaiss, Kestemont and Micha (1992) ได้ตรวจสอบผลผลิตของโรติเฟอร์น้ำจืดชนิด *Brachionus calyciflorus* โดยในแต่ละวันโรติเฟอร์กินสาหร่าย *Dictyosphaerium chlorelloides* หรือยีสต์ *Saccharomyces*

cerevisiae เป็นอาหาร อัตราการกรองอาหาร และอัตราการกินของโรติเฟอร์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ในช่วงของการกินอาหาร อัตราการกรองลดลงจาก 4.02 เป็น 1.18 ไมโครลิตรต่อตัวต่อชั่วโมงเมื่อเลี้ยงด้วยสาหร่าย และจาก 2.06 เป็น 0.94 ไมโครลิตรต่อตัวต่อชั่วโมงเมื่อเลี้ยงด้วยยีสต์ อัตราผลผลิตที่ได้เมื่อเลี้ยงด้วยสาหร่าย และยีสต์เท่ากับ 28 และ 17 ตัวต่อมิลลิลิตรต่อวัน ตามลำดับ ความหนาแน่นของเซลล์สาหร่ายมีอิทธิพลต่ออัตราการกรองของโรติเฟอร์อย่างมีนัยสำคัญ แต่ไม่มีผลเมื่อเลี้ยงด้วยยีสต์ โดยที่เลี้ยงด้วยสาหร่ายจะมีอัตราการกรองสูงสุดเท่ากับ 4.04 ไมโครลิตรต่อตัวต่อชั่วโมง ที่ความหนาแน่นของสาหร่ายเท่ากับ 4×10^6 เซลล์ต่อมิลลิลิตร ส่วนอัตราการกินสูงสุดอยู่ระหว่าง $4-8 \times 10^6$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร หรือ 191×10^2 เซลล์ต่อตัวต่อชั่วโมง ที่ 5×10^6 เซลล์ต่อมิลลิลิตร แต่เมื่อเลี้ยงด้วยยีสต์ โรติเฟอร์จะมีอัตราการกินที่สูงสุดเท่ากับ 86×10^2 เซลล์ต่อชั่วโมง ความหนาแน่นของเซลล์ที่เหมาะสมและระยะเวลาการให้แสงคือ การให้แสงสว่างกับไม่ให้แสงเท่ากับ 24 ต่อ 0 ชั่วโมง อัตราการกรองและอัตราการกินของโรติเฟอร์จะมีค่าสูงสุดที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

ต่อมา Sanoamuang (1993a) ได้ศึกษาผลของอุณหภูมิต่อสัณฐานวิทยา วงชีวิต และอัตราการเจริญเติบโตของ *Filinia terminalis* (Plate) และ *F. cf. pejeri* Hutchinson โดยให้ *Oocystis* sp. เป็นอาหารที่ระดับความหนาแน่นต่างกัน 5 ระดับ พบว่าที่ความหนาแน่นของสาหร่าย 5×10^4 เซลล์ต่อมิลลิลิตร ทำให้โรติเฟอร์ทั้งสองสปีชีส์มีอัตราการเจริญเติบโตดีที่สุด ลักษณะของโรติเฟอร์ตั้งแต่แรกเกิดจนถึงตัวเต็มวัยมีลักษณะที่เหมือนกันจนไม่สามารถแบ่งออกเป็นระยะของวัยต่าง ๆ ได้ชัดเจน

ปัจจุบันได้มีการเพาะเลี้ยงโรติเฟอร์เป็นการค้าเพื่อใช้เป็นอาหารสำหรับลูกกุ้ง ลูกปู และลูกปลา โดยเฉพาะโรติเฟอร์ชนิด *B. plicatilis* มีการเพาะเลี้ยงกันอย่างแพร่หลายมาก ถึงแม้ว่าการนำโรติเฟอร์น้ำจืดมาเพาะเลี้ยงยังไม่แพร่หลายเท่าใดนักแต่ก็มีแนวโน้มที่จะขยายตัวอย่างรวดเร็ว เนื่องจากปัจจุบันมักใช้ตัวอ่อนของไรสีน้ำตาลเป็นอาหารสำหรับลูกกุ้ง ลูกปลาน้ำจืด แต่ตัวอ่อนของไรสีน้ำตาลนี้สามารถมีชีวิตอยู่ในน้ำจืดได้เพียง 6 ชั่วโมงเท่านั้น (ละออศรี เสนาะเมือง และพิพัฒน์พงษ์ แคนลา, 2542) ดังนั้นโรติเฟอร์จึงมีศักยภาพสูงที่จะนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวางในวงการการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดในอนาคต