BRT T-145023

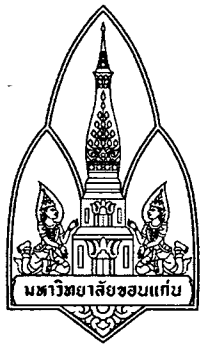
ความหลากชนิดและความชุกชุมของโรติเฟอร์ คลาโดเซอรา และโคพีพอดใน พื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์ และบึงโขงหลง จังหวัดหนองคาย

SPECIES DIVERSITY AND ABUNDANCE OF ROTIFERS, CLADOCERANS AND COPEPODS IN TWO WETLANDS: BUENG BORAPHET, NAKHON SAWAN PROVINCE AND BUENG KHONG LONG, NONG KHAI PROVINCE

นางสาวจิตรา ศิระเมธี

วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
พ.ศ. 2549

ISBN 974-116-902-7



ความหลากชนิดและความชุกชุมของโรติเฟอร์ คลาโดเซอรา และโคพีพอดในพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์ และบึงโขงหลง จังหวัดหนองคาย

SPECIES DIVERSITY AND ABUNDANCE OF ROTIFERS, CLADOCERANS AND COPEPODS IN TWO WETLANDS: BUENG BORAPHET, NAKHON SAWAN PROVINCE AND BUENG KHONG LONG, NONG KHAI PROVINCE

นางสาวจิตรา ตีระเมธี

วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
พ.ศ. 2549

ISBN 974-116-902-7

ความหลากชนิดและความชุกชุมของโรติเฟอร์ คลาโดเซอรา และโคพีพอดใน พื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์ และบึงโขงหลง จังหวัดหนองคาย

นางสาวจิตรา ตีระเมธี

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาชีววิทยา
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น
พ.ศ. 2549

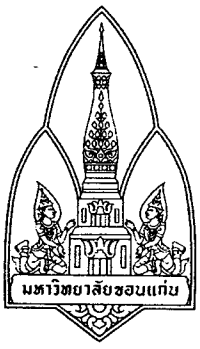
ISBN 974-116-902-7

SPECIES DIVERSITY AND ABUNDANCE OF ROTIFERS, CLADOCERANS AND COPEPODS IN TWO WETLANDS: BUENG BORAPHET, NAKHON SAWAN PROVINCE AND BUENG KHONG LONG, NONG KHAI PROVINCE

MISS JITTRA TEERAMAETHEE

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF DOCTOR OF PHILOSOPHY
IN BIOLOGY
GRADUATE SCHOOL KHON KAEN UNIVERSITY
2006

ISBN 974-116-902-7



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
หลักสูตร
ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาชีววิทยา

ชื่อวิทยานิพนธ์: ความหลากชนิดและความชุกชุมของโรติเฟอร์ คลาโดเซอรา และโคพีพอดใน พื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์ และบึงโขงหลง จังหวัดหนองคาย

ชื่อผู้ทำวิทยานิพนธ์: นางสาวจิตรา ตีระเมธี

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์	รองศาสตราจารย์ สุภาวดี จุลละศร	ประธานกรรมการ
	ศาสตราจารย์ ดร. ละออศรี เสนาะเมือง	กรรมการ
	รองศาสตราจารย์ ดร. อโนทัย ตรีวานิช	กรรมการ
	อาจารย์ ดร. มณฑิรา มณฑาทอง	กรรมการ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์:

.....
(ศาสตราจารย์ ดร. ละออศรี เสนาะเมือง) อาจารย์ที่ปรึกษา

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร. อโนทัย ตรีวานิช) อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร. ลำปาง แม่นมาตย์)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

.....
(ศาสตราจารย์ ดร. ละออศรี เสนาะเมือง)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยขอนแก่น

จิตรา ตีระเมธี. 2549. ***ความหลากชนิดและความชุกชุมของโรติเฟอร์ คลาโดเซอรา และโคพีพอดในพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์ และบึงโขงหลง จังหวัดหนองคาย.*** วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

[ISBN 974-116-902-7]

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์: ศ.ดร. ละออศรี เสนาะเมือง, รศ.ดร. อโนทัย ตรีวานิช

บทคัดย่อ

ศึกษาความหลากชนิดและความชุกชุมของโรติเฟอร์ คลาโดเซอรา และโคพีพอดในพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์ และบึงโขงหลง จังหวัดหนองคาย เพื่อวิเคราะห์ในเชิงคุณภาพ และเชิงปริมาณ พร้อมทั้งตรวจวัดปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของน้ำ และทำการเพาะเลี้ยงโรติเฟอร์เพื่อศึกษาชีววิทยา และการเจริญเติบโต โดยเก็บตัวอย่างตามฤดูกาล 3 ฤดู ได้แก่ ฤดูฝน ฤดูหนาว และฤดูร้อน เริ่มตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2545 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2547 รวม 6 ครั้ง เป็นระยะเวลา 2 ปี โดยแบ่งเป็นช่วงปีแรกระหว่างเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2545 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2546 และช่วงปีที่สองระหว่างเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2546 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2547 ผลการศึกษาพบว่า ในบึงบอระเพ็ดมีความหลากชนิดของโรติเฟอร์ทั้งสิ้น 29 สกุล 103 สปีชีส์ ชนิดที่พบครั้งแรกในประเทศไทยคือ *Brachionus nilsoni* (Ahlstrom) พบว่าเฉพาะในฤดูฝนเท่านั้นที่ความหลากชนิดในปีแรกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับความหลากชนิดในปีที่สอง ($p<0.05$) จากการศึกษาความชุกชุมของโรติเฟอร์ในรอบปีแรก พบว่าค่าเฉลี่ยจำนวนตัวมีค่าสูงสุดในฤดูหนาวเท่ากับ 1,096$\pm$339 ตัวต่อลิตร และต่ำสุดในฤดูร้อนเท่ากับ 327$\pm$157 ตัวต่อลิตร ชนิดที่มีความชุกชุมมากคือ *Polyarthra vulgaris* (Carlin) และ *Anuraeopsis coelata* (De Beauchamp) และในปีที่ 2 พบค่าเฉลี่ยจำนวนตัวมีค่าสูงสุดในฤดูร้อนเท่ากับ 621$\pm$307 ตัวต่อลิตร และต่ำสุดในฤดูฝนเท่ากับ 445$\pm$288 ตัวต่อลิตร ชนิดที่มีความชุกชุมมากคือ *P. vulgaris* และ *Keratella tropica* (Apstein) และพบว่าในฤดูหนาวเท่านั้นที่ความชุกชุมของโรติเฟอร์ในปีแรกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับในปีที่สอง ($p<0.05$)

ในบึงโขงหลง พบโรติเฟอร์ทั้งสิ้น 29 สกุล 110 สปีชีส์ ความหลากชนิดที่พบในรอบปีแรกและปีที่สองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) แต่พบว่าความหลากชนิดที่พบในแต่ละฤดูกาลของปีแรกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับในปีที่สอง ($p<0.05$) จากการศึกษาความชุกชุมของโรติเฟอร์ในรอบปีแรก พบว่าค่าเฉลี่ยจำนวนตัวมีค่าสูงสุดในฤดูฝนเท่ากับ 695$\pm$398 ตัวต่อลิตร และต่ำสุดในฤดูร้อนเท่ากับ 159$\pm$47 ตัวต่อลิตร ชนิดที่มีความชุกชุมมากคือ *P. vulgaris* ส่วนในปีที่ 2 ของการศึกษา พบค่าเฉลี่ยจำนวนตัวมีค่าสูงสุดในฤดูฝนเท่ากับ 502$\pm$312 ตัวต่อลิตร และต่ำสุดในฤดูร้อนเท่ากับ 291$\pm$45 ตัวต่อลิตร ชนิดที่มีความชุกชุมมากคือ *P. vulgaris* และพบว่าความชุกชุมของโรติเฟอร์ที่พบในฤดูฝนและฤดูร้อนของปีแรกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับในปีที่สอง ($p<0.05$)

คลาโดเซอราในบึงบอระเพ็ดพบทั้งสิ้น 24 สกุล 32 สปีชีส์ ชนิดที่พบครั้งแรกในประเทศไทยคือ *Pseudosida szalayi* Daday ความหลากชนิดของคลาโดเซอราในปีแรกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับในปีที่สอง ($p<0.05$) จากการศึกษาความชุกชุมของคลาโดเซอราในรอบปีแรก พบค่าเฉลี่ยจำนวนตัวมีค่าสูงสุดในฤดูฝนเท่ากับ 21$\pm$21 ตัวต่อลิตร และต่ำสุดในฤดูร้อนเท่ากับ 7$\pm$6 ตัวต่อลิตร ชนิดที่มีความชุกชุมมากคือ *Bosminopsis deitersi* Richard และ *Ceriodaphnia cornuta* Sars และในปีที่ 2 พบค่าเฉลี่ยจำนวนตัวมีค่าสูงสุด

ในฤดูฝนเท่ากับ 124±129 ตัวต่อลิตร และต่ำสุดในฤดูหนาวเท่ากับ 80±85 ตัวต่อลิตร ชนิดที่มีความชุกชุมมากคือ *C. cornuta* และ *Chydorus eurynotus* Sars และพบว่าเฉพาะในฤดูฝนเท่านั้นที่ความชุกชุมของคลาโดเซอราในปีแรกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับในปีที่สอง ($p<0.05$) ส่วนในบึงโขงหลงพบคลาโดเซอราทั้งสิ้น 22 สกุล 31 สปีชีส์ ชนิดที่พบครั้งแรกในประเทศไทยคือ *Armatalona macrocopa* (Sars) ความหลากชนิดในปีแรกและปีที่สองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) จากการศึกษาความชุกชุมของคลาโดเซอราในรอบปีแรก พบค่าเฉลี่ยจำนวนตัวมีค่าสูงสุดในฤดูร้อนเท่ากับ 55±62 ตัวต่อลิตร และต่ำสุดในฤดูหนาวเท่ากับ 35±32 ตัวต่อลิตร ชนิดที่มีความชุกชุมมากคือ *Ephemeroporus barroisi* (Richard) และ *Macrothrix flabelligera* Smirnov และในปีที่ 2 พบค่าเฉลี่ยจำนวนตัวมีค่าสูงสุดในฤดูร้อนเท่ากับ 105±107 ตัวต่อลิตร และต่ำสุดในฤดูหนาวเท่ากับ 92±60 ตัวต่อลิตร ชนิดที่มีความชุกชุมมากคือ *E. barroisi* และ *Alona verrucosa* Sars ความชุกชุมของคลาโดเซอราที่พบในรอบปีแรกและปีที่สองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) และความชุกชุมของคลาโดเซอราที่พบในฤดูกาลเดียวกันของทั้งสองปี ก็พบเช่นเดียวกันว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

พบโคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์ในบึงบอระเพ็ดทั้งสิ้น 4 สกุล 4 สปีชีส์ ได้แก่ *Heliodiaptomus viduus* (Gurney), *Mongolodiaptomus botulifer* (Kiefer), *Phyllodiaptomus praedictus* Dumont and Reddy และ *Tropodiaptomus lanaonus* Kiefer จากการศึกษาพบว่าเฉพาะในฤดูหนาวเท่านั้นที่ความหลากชนิดในปีแรกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับในปีที่สอง ($p<0.05$) จากการศึกษาความชุกชุมของโคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์ในรอบปีแรก พบเฉพาะในฤดูหนาวเท่านั้นมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8±9 ตัวต่อลิตร ส่วนในปีที่ 2 พบค่าเฉลี่ยจำนวนตัวมีค่าสูงสุดในฤดูฝนเท่ากับ 2±2 ตัวต่อลิตร และต่ำสุดในฤดูหนาวเท่ากับ 1±1 ตัวต่อลิตร พบว่าในรอบปีแรกเท่านั้นที่ความชุกชุมของโคพีพอดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) และพบว่าเฉพาะในฤดูหนาวเท่านั้นที่ความชุกชุมของโคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์ในปีแรกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับในปีที่สอง ($p<0.05$) สำหรับบึงโขงหลง พบความหลากชนิดทั้งสิ้น 5 สกุล 6 สปีชีส์ ในจำนวนนี้เป็นชนิดใหม่ของโลก 1 สปีชีส์คือ *Tropodiaptomus* sp. ส่วนอีก 5 สปีชีส์ที่พบในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ *Allodiaptomus raoi* Kiefer, *Heliodiaptomus elegans* Kiefer, *Mongolodiaptomus pectinidactylus* (Shen and Tai), *Neodiaptomus yangtsekiangensis* Mashiko และ *Tropodiaptomus oryzanus* Kiefer จากการศึกษาความชุกชุมของโคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์ในรอบปีแรก พบค่าเฉลี่ยจำนวนตัวมีค่าสูงสุดในฤดูฝนเท่ากับ 4±9 ตัวต่อลิตร และต่ำสุดในฤดูร้อนเท่ากับ 1±2 ตัวต่อลิตร และในปีที่ 2 พบค่าเฉลี่ยจำนวนตัวมีค่าสูงสุดในฤดูหนาวเท่ากับ 20±16 ตัวต่อลิตร และต่ำสุดในฤดูร้อนเท่ากับ 2±4 ตัวต่อลิตร และพบว่าเฉพาะในฤดูหนาวเท่านั้นที่ความชุกชุมของโคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์ในปีแรกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับในปีที่สอง ($p<0.05$)

สำหรับโคพีพอดกลุ่มไซโคลพอยด์ ที่บึงบอระเพ็ดพบทั้งสิ้น 4 สกุล 6 สปีชีส์ ได้แก่ *Eucyclops serrulatus* (Fischer), *Mesocyclops aspericornis* (Daday), *M. thermocyclopoides* Harada, *Microcyclops* sp., *Thermocyclops crassus* (Fischer) และ *T. decipiens* (Kiefer) ความหลากชนิดที่พบในรอบปีแรกและปีที่สองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) และความหลากชนิดที่พบในฤดูกาลเดียวกันของทั้งสองปีก็พบเช่นกันว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) จากการศึกษาความชุกชุมของโคพีพอดกลุ่มไซโคลพอยด์ ในรอบปีแรก พบว่าค่าเฉลี่ยจำนวนตัวมีค่าสูงสุดในฤดูหนาวเท่ากับ 41±31 ตัวต่อลิตร และต่ำสุดในฤดูฝนเท่ากับ 31±33 ตัวต่อลิตร และในปีที่ 2 พบค่าเฉลี่ยจำนวนตัวมีค่าสูงสุดในฤดูฝนเท่ากับ 152±171 ตัวต่อลิตร และต่ำสุดในฤดูร้อนเท่ากับ 31±52 ตัวต่อลิตร และความชุกชุมของโคพีพอดกลุ่มไซโคลพอยด์ที่พบในรอบปีแรกและปีที่สองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) และในฤดูกาลเดียวกันของทั้งสองปี ก็พบเช่นเดียวกันว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) ส่วนในบึงโขงหลงพบ 3 สกุล 5 สปีชีส์ เป็นชนิด

ที่พบครั้งแรกของประเทศไทย 2 สปีชีส์คือ *Ectocyclops polyspinosus* (Harada) และ *Mesocyclops pehpeiensis* Hu และอีก 3 สปีชีส์ที่พบในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ *M. aspericornis, M. thermocyclopoides* และ *Microcyclops* sp. ความหลากชนิดที่พบในรอบปีแรกและปีที่สองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) และความหลากชนิดที่พบในฤดูกาลเดียวกันของทั้งสองปีก็พบเช่นเดียวกันว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) จากการศึกษาความชุกชุมในรอบปีแรก พบค่าเฉลี่ยจำนวนตัวมีค่าสูงสุดในฤดูร้อนเท่ากับ 57 ± 66 ตัวต่อลิตร และต่ำสุดในฤดูฝนเท่ากับ 39 ± 40 ตัวต่อลิตร ส่วนในปีที่ 2 ของการศึกษา พบค่าเฉลี่ยจำนวนตัวมีค่าสูงสุดในฤดูฝนเท่ากับ 160 ± 126 ตัวต่อลิตร และต่ำสุดในฤดูหนาวเท่ากับ 111 ± 77 ตัวต่อลิตร ความชุกชุมที่พบในรอบปีแรกและปีที่สองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) เมื่อพิจารณาความชุกชุมที่พบในฤดูกาลเดียวกันของทั้งสองปี ก็พบเช่นเดียวกันว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

เมื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความหลากชนิดและความชุกชุมของโรติเฟอร์ คลาโดเซอรา และโคพีพอดที่พบกับปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของน้ำ พบว่าความหลากชนิดและความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์ทุกกลุ่มมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกและเชิงลบกับปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของน้ำอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ยกตัวอย่างโรติเฟอร์ที่พบในบึงบอระเพ็ด เช่น *Trichocerca similis* (Wierzejski) มีความสัมพันธ์เชิงลบกับพีเอชของน้ำโดยอยู่ในระดับค่อนข้างมาก (Spearman coeff.=-0.679, $p<0.01$) กล่าวคือ เมื่อพีเอชของน้ำเพิ่มขึ้นหรือน้ำที่อยู่ในสภาวะเป็นด่าง ความชุกชุมของโรติเฟอร์สปีชีส์ดังกล่าวมีแนวโน้มที่จะลดลง แสดงให้เห็นว่าโรติเฟอร์สปีชีส์ดังกล่าวนี้ชอบอาศัยอยู่ในแหล่งน้ำที่มีสภาพเป็นกรดมากกว่าน้ำที่มีสภาพเป็นด่าง ในขณะที่ *Brachionus caudatus* Barrois and Daday มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับพีเอชของน้ำโดยอยู่ในระดับปานกลาง (Spearman coeff.= 0.462, $p<0.01$) กล่าวคือ เมื่อพีเอชของน้ำเพิ่มขึ้นจะพบความชุกชุมของโรติเฟอร์สปีชีส์ดังกล่าวมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้น อาจกล่าวอีกนัยหนึ่งว่าโรติเฟอร์สปีชีส์ดังกล่าวนี้ชอบอาศัยอยู่ในแหล่งน้ำที่มีสภาพเป็นด่างมากกว่าน้ำที่มีสภาพเป็นกรด เป็นต้น

การเพาะเลี้ยงโรติเฟอร์เพื่อศึกษาชีววิทยา และการเจริญเติบโตของโรติเฟอร์ 2 สปีชีส์คือ *Brachionus angularis* Gosse และ *B. caudatus* ทดสอบด้วยอาหาร 3 ชนิดคือ *Crucigenia* sp., *Scenedesmus* sp. และ *Chlorella* sp. พบว่าโรติเฟอร์ทั้งสองชนิดเจริญเติบโตได้ดีเมื่อเลี้ยงด้วย *Chlorella* sp. และพบว่า *B. angularis* เจริญเติบโตและมีการเพิ่มจำนวนได้มากที่สุด นอกจากนี้ยังพบว่าระยะตัวอ่อนของโรติเฟอร์ทั้งสองชนิดจนถึงตัวเต็มวัยมีรูปร่างไม่แตกต่างกันในระยะต่าง ๆ ของวัยอย่างชัดเจน จากนั้นนำ *Chlorella* sp. มาศึกษาหาระดับความหนาแน่นที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของ *B. angularis* โดยแบ่งความหนาแน่นของ *Chlorella* sp. ออกเป็น 5 ระดับคือ 2.5×10^4, 5×10^4, 1×10^5, 5×10^5 และ 1×10^6 เซลล์ต่อมิลลิลิตร ทำการเลี้ยงโรติเฟอร์เป็นเวลา 11 วัน พบว่าที่ระดับความหนาแน่นของ *Chlorella* sp. เท่ากับ 5×10^5 เซลล์ต่อมิลลิลิตร โรติเฟอร์สปีชีส์ดังกล่าวนี้มีการเจริญเติบโตดีที่สุด ซึ่งให้ผลที่ชัดเจนในวันที่ 4 ของการศึกษา พบโรติเฟอร์มีความหนาแน่นสูงสุดเฉลี่ยเท่ากับ 306.0 ตัวต่อมิลลิลิตร (ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน 36.95 ตัวต่อมิลลิลิตร) คิดเป็น 30.6 เท่าของโรติเฟอร์เริ่มต้น เมื่อเทียบกับความหนาแน่นของ *Chlorella* sp. ในระดับอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

Jittra Teeramaethee. 2006. ***Species Diversity and Abundance of Rotifers, Cladocerans and Copepods in Two Wetlands: Bueng Boraphet, Nakhon Sawan Province and Bueng Khong Long, Nong Khai Province.*** Doctor of Philosophy Thesis in Biology, Graduate School, Khon Kaen University. [ISBN 974-116-902-7]

Thesis Advisors : Prof. Dr. La-orsri Sanoamuang, Assoc. Prof. Dr. Anothai Trevanich

ABSTRACT

Biodiversity and abundance of rotifers, cladocerans and copepods was studied in two wetlands: Bueng Boraphet, Nakhon Sawan Province and Bueng Khong Long, Nong Khai Province. The physico-chemical characteristics of water were analyzed. Rotifer was then cultured for studying biology and growth. The investigation was carried out in 3 seasons; rainy, cool and hot seasons. The sampling was collected six times for two years during August 2002 and April 2004. The duration of study was divided into 2 phases: the first year was between August 2002 and April 2003, and the second year was between August 2003 and April 2004.

The rotifer communities of Bueng Boraphet, reveal 29 genera and 103 species of rotifers. The first new record of rotifer species in Thailand was *Brachionus nilsoni* (Ahlstrom). The biodiversity of rotifer in the first year and the second year was significantly different in the rainy season ($p<0.05$). The most abundance of rotifer was found in cool season (1,096±339 individual/litre) and lowest abundance of rotifer was found in hot season (327±157 individual/litre) in the first year and the most abundance of rotifer was found in hot season (621±307 individual/litre) and lowest abundance of rotifer was found in rainy season (445±288 individual/litre) in second year. The most abundance species of rotifers were *Polyarthra vulgaris* (Carlin) and *Anuraeopsis coelata* (De Beauchamp) found in the first year, and *P. vulgaris* and *Keratella tropica* (Apstein), found in the second year, respectively. The abundance of rotifer in the first year and the second year was significantly different only in the cool season ($p<0.05$).

The rotifer communities of Bueng Khong Long, reveal 29 genera and 110 species of rotifers. The biodiversity in the first year and the second year was not significantly different ($p>0.05$). The most abundance of rotifer found in rainy season in the first and second year were 695±398 and 502±312 individual/litre, respectively and lowest abundance of rotifer found in hot season in the first and second year were 159±47 and 291±45 individual/litre, respectively. The most abundance species of rotifers were *P. vulgaris*. The abundance of rotifer in the first year and the second year was significantly different in the rainy and hot season ($p<0.05$).

The cladocerans communities of Bueng Boraphet, reveal 24 genera and 32 species of cladocerans. The first new record of cladocerans species in Thailand was *Pseudosida szalayi* Daday. The biodiversity of cladocerans in the first year and the second year was significantly different ($p<0.05$). The most abundance of cladocerans was found in rainy season (21±21 individual/litre) and lowest abundance of cladocerans was found in hot season (7±6 individual/litre) in the first year and the most abundance of

cladocerans was found in rainy season (124±129 individual/litre) and lowest abundance of rotifer was found in cool season (80±85 individual/litre) in second year. The most abundance species of cladocerans were *Bosminopsis deitersi* Richard and *Ceriodaphnia cornuta* Sars found in the first year, and *C. cornuta* and *Chydorus eurynotus* Sars found in the second year, respectively. The abundance of cladocerans in the first year and the second year was significantly different only in the rainy season ($p<0.05$). In Bueng Khong Long, 22 genera and 31 species of cladocerans were identified. The first new record of cladocerans species in Thailand was *Armatalona macrocopa* (Sars). The biodiversity of cladocerans in the first year and the second year was not significantly different ($p>0.05$). The most abundance of cladocerans was found in hot season (55±62 individual/litre) and lowest abundance of cladocerans was found in cool season (35±32 individual/litre) in the first year and the most abundance of cladocerans was found in hot season (105±107 individual/litre) and lowest abundance of cladocerans was found in cool season (92±60 individual/litre) in second year. The most abundance species of cladocerans were *Ephemeroporus barroisi* (Richard) and *Macrothrix flabelligera* Smirnov found in the first year, and *E. barroisi* and *Alona verrucosa* Sars found in the second year, respectively. The abundance of cladocerans in the first year and the second year was no significantly different ($p>0.05$) and also no significantly different in the same season in different year ($p>0.05$).

The calanoid copepods communities of Bueng Boraphet, reveal 4 genera and 4 species; *Heliodiaptomus viduus* (Gurney), *Mongolodiaptomus botulifer* (Kiefer), *Phyllodiaptomus praedictus* Dumont and Reddy and *Tropodiaptomus lanaonus* Kiefer. The biodiversity of calanoid copepods in the first year and the second year was significantly different in the cool season ($p<0.05$). The most abundance of calanoid copepods was found only in cool season (8±9 individual/litre) in the first year and the most abundance of calanoid copepods was found in rainy season (2±2 individual/litre) and lowest abundance of calanoid copepods was found in cool season (1±1 individual/litre) in second year. The abundance of calanoid copepods in the first year and the second year was significantly different only in the cool season ($p<0.05$). In Bueng Khong Long, 5 genera and 6 species of calanoid copepods were identified and the newest one to science was *Tropodiaptomus* sp. The calanoid copepods found in this study were *Allodiaptomus raoi* Kiefer, *Heliodiaptomus elegans* Kiefer, *Mongolodiaptomus pectinidactylus* (Shen and Tai), *Neodiaptomus yangtsekiangensis* Mashiko and *Tropodiaptomus oryzanus* Kiefer. The abundance of calanoid copepods was found in rainy season (4±9 individual/litre) and lowest abundance of calanoid copepods was found in hot season (1±2 individual/litre) in the first year and the most abundance of calanoid copepods was found in cool season (20±16 individual/litre) and lowest abundance of calanoid copepods was found in hot season (2±4 individual/litre) in second year. The abundance of calanoid copepods in the first year and the second year was significantly different only in the cool season ($p<0.05$).

The cyclopoid copepods communities of Bueng Boraphet, reveal 4 genera and 6 species; *Eucyclops serrulatus* (Fischer), *Mesocyclops aspericornis* (Daday), *M. thermocyclopoides* Harada, *Microcyclops* sp., *Thermocyclops crassus* (Fischer) and *T. decipiens* (Kiefer). The biodiversity of cyclopoid copepods in the first year and the second year was not significantly different ($p>0.05$) and also no significantly different in the same season in different year ($p>0.05$). The most abundance of cyclopoid

copepods was found in cool season (41±31 individual/litre) and lowest abundance of cyclopoid copepods was found in rainy season (31±33 individual/litre) in the first year and the most abundance of cyclopoid copepods was found in rainy season (152±171 individual/litre) and lowest abundance of cyclopoid copepods was found in hot season (31±52 individual/litre) in second year. The abundance of cyclopoid copepods in the first year and the second year was not significantly different ($p>0.05$) and also no significantly different in the same season in different year ($p>0.05$). In Bueng Khong Long, 3 genera and 5 species of cyclopoid copepods were identified and the two newest ones to Thailand were *Ectocyclops polyspinosus* Harada and *Mesocyclops pehpeiensis* Hu. The cyclopoid copepods found in this study were *M. aspericornis, M. thermocyclopoides* and *Microcyclops* sp. The biodiversity of cyclopoid copepods in the first year and the second year was not significantly different ($p>0.05$) and also no significantly different in the same season in different year ($p>0.05$). The most abundance of cyclopoid copepods was found in hot season (57±66 individual/litre) and lowest abundance of cyclopoid copepods was found in rainy season (39±40 individual/litre) in the first year and the most abundance of cyclopoid copepods was found in rainy season (160±126 individual/litre) and lowest abundance of cyclopoid copepods was found in cool season (111±77 individual/litre) in second year. The abundance of cyclopoid copepods in the first year and the second year was not significantly different ($p>0.05$) and also no significantly different in the same season in different year ($p>0.05$).

The relationship between the biodiversity and abundance of rotifers, cladocerans and copepods and the physical and chemical characteristics of water were studied. It was revealed that the abundances of rotifers, cladocerans and copepods were significantly related in both positive and negative relationship ($p<0.05$). For example, rotifer, *Trichocerca similis* (Wierzejski) found in Bueng Boraphet had the negative relationship with water pH in high level (Spearman coeff.=-0.679, $p<0.01$). It could imply that the abundance of this species would decline when water pH was high. In other way, it implied that this species prefer the lower water pH habitat. For rotifer, *Brachionus caudatus* Barrois and Daday, it had the positive relationship with water pH in medium level (Spearman coeff.= 0.462, $p<0.01$). It could imply that the abundance of this species would increase when water pH was high.

Two species of rotifers, *Brachionus angularis* Gosse and *B. caudatus* was cultured under three kinds of food sources, *Crucigenia* sp., *Scenedesmus* sp. and *Chlorella* sp. for biology and growth study. It was found that two species had high growth when feed with *Chlorella* sp. and *B. angularis* had high growth and increasing number. It was found out that rotifers had no distinct naupliar, and young and adults stages. They were generally similar in appearance. Finally, the effect of the density of *Chlorella* sp. on the optimum growth of *B. angularis* was conducted by feeding five density of *Chlorella* sp., $2.5x10^4$, $5x10^4$, $1x10^5$, $5x10^5$ and $1x10^6$ cell/mL to rotifer, *B. angularis* for 11 days. The result showed to the rotifer, *B. angularis*, had the highest growth (306.0±36.95 individual/litre or 30.6 fold increased from the original number) when feed with *Chlorella* sp. at $5x10^5$ cell/mL significantly different from other density ($p<0.05$).

งานวิทยานิพนธ์นี้มอบส่วนดีให้บุพการีและคณาจารย์

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดีจากความกรุณาของ ศาสตราจารย์ ดร. ละออศรี เสนาะเมือง ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำปรึกษา คำแนะนำ ตลอดทั้งการเรียบเรียง แก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ รวมทั้งเป็นแบบอย่างที่ดีในการทำวิจัย ผู้ทำวิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. อโนทัย ตรีวานิช กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำ ตรวจสอบการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติให้ถูกต้องตามมาตรฐาน ตลอดทั้งการตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์สุภาวดี จุลละศร และ อาจารย์ ดร. มณฑิรา มณฑาทอง กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำ และตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ขอขอบพระคุณคณาจารย์ประจำหลักสูตรบัณฑิตศึกษาของภาควิชาชีววิทยาทุกท่านที่กรุณาประสิทธิ์ประสาทความรู้และประสบการณ์อันมีค่ายิ่งแก่ศิษย์

ผลงานวิจัยชิ้นนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT T_145023 ผู้ทำวิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ขอขอบคุณทุนพัฒนาข้าราชการมหาวิทยาลัยบูรพา ที่สนับสนุนทุนการศึกษาในครั้งนี้ และขอขอบคุณทุนสำหรับการเสนอผลงานวิจัยจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. สุมนทิพย์ บุนนาค ที่กรุณาเอื้อเฟื้อสถานที่ของห้องปฏิบัติการสรีรวิทยาของพืช ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น สำหรับการเพาะเลี้ยงแพลงก์ตอนพืช เจ้าหน้าที่ทุกท่านของภาควิชาชีววิทยา และศูนย์วิจัยอนุกรมวิธานประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ ที่กรุณาเอื้อเฟื้อสถานที่ อุปกรณ์และเครื่องมือวิทยาศาสตร์ ตลอดทั้งอำนวยความสะดวกในการทำวิจัย

ขอขอบคุณ คุณเจริญ บำรุงศักดิ์สันติ หัวหน้าเขตห้ามล่าสัตว์ป่าบึงโขงหลง จังหวัดหนองคาย ที่ให้ข้อมูลและอำนวยความสะดวกในการเก็บตัวอย่าง คุณพนม คราวจันทร์ทึก เจ้าหน้าที่เขตห้ามล่าสัตว์ป่าบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์ ที่ให้รายละเอียดและคำแนะนำต่าง ๆ เกี่ยวกับสถานีเก็บตัวอย่าง คุณณัฏฐวดี ภูคำ คุณวิราวรรณ โคตรทิพย์ คุณสุรเดช กองศรี ที่ช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่างเป็นอย่างดี คุณพัฒนา ภูลเปี่ยม ที่ให้ความช่วยเหลือในการถ่ายภาพสถานีเก็บตัวอย่าง คุณธิดารัตน์ น้อยรักษา สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา และคุณวราพร ตีระเมธี ที่กรุณาจำแนกชนิดของแพลงก์ตอนพืชสำหรับงานเพาะเลี้ยง คุณบุญส่ง กองสุข ที่ช่วยถ่ายภาพตัวอย่างด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด ขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญจากต่างประเทศ Dr. Hendrik Segers, Dr. Victor R. Alekseev, Dr. Marcelo Silva-Briano, Dr. Alexey A. Kotov, Dr. Nikoli M. Korovchinsky และ Dr. Artem Y. Sinev สำหรับเอกสารและการยืนยันการจำแนกชนิดของตัวอย่างให้ถูกต้อง

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. ชุติมา หาญจวณิช รองศาสตราจารย์ ดร. นฤมล แสงประดับ อาจารย์ ดร. นุกูล-อาจารย์ศรีพรรณี แสงพันธุ์ คุณพ่ออนันต์-คุณแม่ดารณี-อาจารย์อัจฉรีย์ ภุมวรรณ ที่คอยให้คำแนะนำและเป็นกำลังใจที่ดีเสมอมา ขอขอบคุณ ดร. เนียน ศรีวงศ์ชัย คุณวิสัน แซ่โซว คุณรัชดา ไชยเจริญ คุณศุจิภรณ์ อธิบาย คุณพุทธพรรณี บุญมาก คุณบุญเสฐียร บุญสูง คุณจรัญญา กุลยะ คุณวัฒนชัย ล้นทม นักศึกษาปริญญาโท-เอก ห้องปฏิบัติการแพลงก์ตอน และนักศึกษาปริญญาโท-เอก ภาควิชาชีววิทยาทุกท่านที่ช่วยเหลือและเป็นกำลังใจตลอดมา

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณป้า แม่ และขอขอบคุณน้องอิศรียพิชญ์-ทรงศักดิ์-วราพร ตีระเมธี ที่ช่วยเพิ่มกำลังแรงใจในการศึกษา และการวิจัยมาโดยตลอดตั้งแต่ต้นจนจบการศึกษา

จิตรา ตีระเมธี

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย		ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ		ง
คำอุทิศ		ช
กิตติกรรมประกาศ		ช
สารบัญตาราง		ฎ
สารบัญภาพ		ฐ
บทที่ 1	บทนำ	1
	1. ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
	2. วัตถุประสงค์	2
	3. ขอบเขตของงานวิจัย	2
	4. สถานที่ทำการวิจัย	2
	5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
	6. คำศัพท์เฉพาะ	3
บทที่ 2	วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
	1. พื้นที่ชุ่มน้ำ	4
	2. โรติเฟอร์ (rotifers)	7
	3. คลาโดเซอรา (cladocerans)	15
	4. โคพีพอด (copepods)	21
	5. แพลงก์ตอนสัตว์กับการอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อน	29
บทที่ 3	วิธีดำเนินการวิจัย	32
	1. สถานที่ทำการวิจัย	32
	2. วิธีการวิจัย	32
	3. เอกสารที่ใช้ประกอบการจำแนกชนิด	36
	4. การวิเคราะห์ข้อมูล	37
บทที่ 4	ผลการวิจัยและอภิปรายผล	42
	1. ปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของแหล่งน้ำ	42
	2. กลุ่มของแพลงก์ตอนสัตว์ที่ทำการศึกษา	47
	3. เปรียบเทียบความหลากชนิดและความชุกชุมของโรติเฟอร์ คลาโดเซอรา และโคพีพอดที่พบในทุกฤดูกาลระหว่างบึงบอระเพ็ด และบึงโขงหลง	104
	4. รายละเอียดเกี่ยวกับสัณฐานวิทยาบางประการของโรติเฟอร์ คลาโดเซอรา และโคพีพอดชนิดใหม่ของโลกและชนิดที่พบเป็นครั้งแรกของประเทศไทย	106
	5. การศึกษาชีววิทยาของการเจริญเติบโตและการเพาะเลี้ยงโรติเฟอร์	114

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
บทที่ 5	สรุปผลการวิจัย	130
	1. บึงบอระเพ็ด	130
	2. บึงโขงหลง	131
	3. ปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของน้ำที่มีผลต่อความหลากชนิดและความชุกชุมของโรติเฟอร์ คลาโดเซอรา และโคพีพอด	132
	4. การศึกษาชีววิทยาของการเจริญเติบโตและการเพาะเลี้ยงโรติเฟอร์	133
	5. ข้อเสนอแนะ	133
เอกสารอ้างอิง		134
ภาคผนวก		151
	ภาคผนวก ก ภาพโรติเฟอร์บางสปีชีส์ที่พบในการศึกษาครั้งนี้	152
	ภาคผนวก ข ภาพคลาโดเซอราบางสปีชีส์ที่พบในการศึกษาครั้งนี้	155
	ภาคผนวก ค สถิติที่ใช้ในการทดสอบ	158
การเผยแพร่ผลงานวิทยานิพนธ์		162

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 1	จำนวนชนิดของโรติเฟอร์ทั้งหมดที่พบ และจำนวนชนิดที่พบเป็นครั้งแรกของโลก (new species) ในประเทศต่าง ๆ ในแต่ละทวีปทั่วโลก	10
ตารางที่ 2	รายชื่อโรติเฟอร์ชนิดที่พบเป็นครั้งแรกของโลกในประเทศไทย	14
ตารางที่ 3	จำนวนสกุลและจำนวนชนิดของคลาโดเซอราที่พบทั่วโลก	17
ตารางที่ 4	จำนวนชนิดของคลาโดเซอราทั้งหมดที่พบ และจำนวนชนิดที่พบเป็นครั้งแรกของโลกในประเทศต่าง ๆ ในแต่ละทวีปทั่วโลก	18
ตารางที่ 5	รายชื่อคลาโดเซอราชนิดที่พบเป็นครั้งแรกของโลกในประเทศไทย	21
ตารางที่ 6	จำนวนชนิดของโคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์และไซโคลพอยด์ทั้งหมดที่พบ และจำนวนชนิดที่พบเป็นครั้งแรกของโลกในประเทศต่าง ๆ ของแต่ละทวีปทั่วโลก	24
ตารางที่ 7	รายชื่อโคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์ชนิดใหม่ของโลกที่พบในประเทศไทย	28
ตารางที่ 8	รายชื่อโรติเฟอร์ที่พบในบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์ และบึงโขงหลง จังหวัดหนองคาย ในระหว่างเดือนสิงหาคม 2545 ถึงเมษายน 2547	50
ตารางที่ 9	จำนวนสปีชีส์ของโรติเฟอร์ที่พบในบึงบอระเพ็ด และบึงโขงหลง และค่าดัชนีความหลากชนิด ตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2545 ถึงเมษายน 2547	55
ตารางที่ 10	ทิศทางและระดับความสัมพันธ์ระหว่างความชุกชุมของโรติเฟอร์ในบึงบอระเพ็ดกับปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของแหล่งน้ำ	61
ตารางที่ 11	ทิศทางและระดับความสัมพันธ์ระหว่างความชุกชุมของโรติเฟอร์ในบึงโขงหลงกับปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของแหล่งน้ำ	71
ตารางที่ 12	รายชื่อคลาโดเซอราที่พบในบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์ และบึงโขงหลง จังหวัดหนองคาย ในระหว่างเดือนสิงหาคม 2545 ถึงเมษายน 2547	76
ตารางที่ 13	จำนวนสปีชีส์ของคลาโดเซอราที่พบในบึงบอระเพ็ด และบึงโขงหลง และค่าดัชนีความหลากชนิด ตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2545 ถึงเมษายน 2547	78
ตารางที่ 14	ทิศทางและระดับความสัมพันธ์ระหว่างความชุกชุมของคลาโดเซอราในบึงบอระเพ็ดกับปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของแหล่งน้ำ	83
ตารางที่ 15	ทิศทางและระดับความสัมพันธ์ระหว่างความชุกชุมของคลาโดเซอราในบึงโขงหลงกับปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของแหล่งน้ำ	89
ตารางที่ 16	โคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์เปรียบเทียบกับชนิดที่พบในแหล่งน้ำถาวรของประเทศไทย	92
ตารางที่ 17	ทิศทางและระดับความสัมพันธ์ระหว่างความชุกชุมของโคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์ในบึงบอระเพ็ดกับปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของแหล่งน้ำ	94
ตารางที่ 18	ทิศทางและระดับความสัมพันธ์ระหว่างความชุกชุมของโคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์ในบึงโขงหลงกับปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของแหล่งน้ำ	97
ตารางที่ 19	โคพีพอดกลุ่มไซโคลพอยด์ที่พบในบึงบอระเพ็ด และบึงโขงหลงตลอดการศึกษา	98
ตารางที่ 20	ทิศทางและระดับความสัมพันธ์ระหว่างความชุกชุมของโคพีพอดกลุ่มไซโคลพอยด์ในบึงบอระเพ็ดกับปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของแหล่งน้ำ	100

สารบัญตาราง (ต่อ)

		หน้า
ตารางที่ 21	ทิศทางและระดับความสัมพันธ์ระหว่างความชุกชุมของโคพีพอดกลุ่มไซโคลพอยด์ในบึงโขงหลงกับปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของแหล่งน้ำ	103
ตารางที่ 22	เปรียบเทียบความหลากชนิดและความชุกชุมของโรติเฟอร์ คลาโดเซอรา และโคพีพอด (กลุ่มคาลานอยด์ และไซโคลพอยด์) ที่พบในทุกฤดูกาลระหว่างบึงบอระเพ็ด และบึงโขงหลง	105
ตารางที่ 23	ปริมาณเฉลี่ย (ตัวต่อมิลลิลิตร) ของ *Brachionus angularis* ที่เลี้ยงด้วยแพลงก์ตอนพืชต่างกัน 3 ชนิด (ค่าเฉลี่ย±ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน)	119
ตารางที่ 24	ปริมาณเฉลี่ย (ตัวต่อมิลลิลิตร) ของ *Brachionus caudatus* ที่เลี้ยงด้วยแพลงก์ตอนพืชต่างกัน 3 ชนิด (ค่าเฉลี่ย±ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน)	121
ตารางที่ 25	ขนาดของความกว้างและความยาวของลำตัว ความกว้างและความยาวของไข่ ความยาวของหนามตรงกลางส่วนบน และหนามส่วนท้ายของ *Brachionus angularis* ที่เลี้ยงด้วยแพลงก์ตอนพืชต่างกัน 3 ชนิด (ค่าเฉลี่ย±ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน)	123
ตารางที่ 26	ขนาดของความกว้างและความยาวของลำตัว ความกว้างและความยาวของไข่ ความยาวของหนามด้านข้างส่วนบน หนามตรงกลางส่วนบน และหนามส่วนท้ายของ *Brachionus caudatus* ที่เลี้ยงด้วยแพลงก์ตอนพืชต่างกัน 3 ชนิด (ค่าเฉลี่ย± ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน)	125
ตารางที่ 27	การเจริญเติบโตของ *B. angularis* ที่เลี้ยงด้วย *Chlorella* sp. มีความหนาแน่นต่างกัน 5 ระดับ (ค่าเฉลี่ย±ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน)	128

สารบัญภาพ

		หน้า
ภาพที่ 1	ภาพถ่ายดาวเทียม: ก. บึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์, ข: บึงโขงหลง จังหวัดหนองคาย	6
ภาพที่ 2	ลักษณะทั่วไปของโรติเฟอร์	8
ภาพที่ 3	วงจรชีวิตของโรติเฟอร์ (Monogonont rotifers)	9
ภาพที่ 4	ลักษณะทั่วไปของคลาโดเซอรา	16
ภาพที่ 5	ลักษณะทั่วไปของโคพีพอด	23
ภาพที่ 6	แผนที่พื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์	38
ภาพที่ 7	สภาพแวดล้อมของพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์	39
ภาพที่ 8	แผนที่พื้นที่ชุ่มน้ำบึงโขงหลง จังหวัดหนองคาย	40
ภาพที่ 9	สภาพแวดล้อมของพื้นที่ชุ่มน้ำบึงโขงหลง จังหวัดหนองคาย	41
ภาพที่ 10	จำนวนชนิดของโรติเฟอร์ที่พบแต่ละฤดูกาลในบึงบอระเพ็ดเปรียบเทียบกันระหว่างปีที่ 1 และ 2 ของการศึกษา (ตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2545 ถึงเมษายน 2547)	56
ภาพที่ 11	ภาพถ่ายและภาพจากกล้องอิเล็คตรอนแบบส่องกราดของโรติเฟอร์จากการศึกษาครั้งนี้	57
ภาพที่ 12	ความชุกชุมเฉลี่ยของโรติเฟอร์ที่พบในบึงบอระเพ็ด ระหว่างเดือนสิงหาคม 2545 ถึงเมษายน 2547 (ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	59
ภาพที่ 13	ชนิดของโรติเฟอร์ที่มีความชุกชุมมากในบึงบอระเพ็ด ระหว่างเดือนสิงหาคม 2545 ถึงเมษายน 2547	59
ภาพที่ 14	จำนวนชนิดของโรติเฟอร์ที่พบแต่ละฤดูกาลในบึงโขงหลงเปรียบเทียบกันระหว่างปีที่ 1 และ 2 ของการศึกษา (ตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2545 ถึงเมษายน 2547)	67
ภาพที่ 15	ความชุกชุมเฉลี่ยของโรติเฟอร์ที่พบในบึงโขงหลง ระหว่างเดือนสิงหาคม 2545 ถึงเมษายน 2547 (ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	69
ภาพที่ 16	ชนิดของโรติเฟอร์ที่มีความชุกชุมมากในบึงโขงหลง ระหว่างเดือนสิงหาคม 2545 ถึงเมษายน 2547	69
ภาพที่ 17	จำนวนชนิดของคลาโดเซอราที่พบแต่ละฤดูกาลในบึงบอระเพ็ดเปรียบเทียบกันระหว่างปีที่ 1 และ 2 ของการศึกษา (ตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2545 ถึงเมษายน 2547)	78
ภาพที่ 18	ภาพถ่ายและภาพจากกล้องอิเล็คตรอนแบบส่องกราดของคลาโดเซอรา	80
ภาพที่ 19	ความชุกชุมเฉลี่ยของคลาโดเซอราที่พบในบึงบอระเพ็ด ระหว่างเดือนสิงหาคม 2545 ถึงเมษายน 2547 (ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	81
ภาพที่ 20	ชนิดของคลาโดเซอราที่มีความชุกชุมมากในบึงบอระเพ็ด ระหว่างเดือนสิงหาคม 2545 ถึงเมษายน 2547	81
ภาพที่ 21	จำนวนชนิดของคลาโดเซอราที่พบแต่ละฤดูกาลในบึงโขงหลงเปรียบเทียบระหว่างปีที่ 1 และ 2 ของการศึกษา (ตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2545 ถึงเมษายน 2547)	86
ภาพที่ 22	ความชุกชุมเฉลี่ยของคลาโดเซอราที่พบในบึงโขงหลง ระหว่างเดือนสิงหาคม 2545 ถึงเมษายน 2547 (ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	87

สารบัญภาพ (ต่อ)

		หน้า
ภาพที่ 23	ชนิดของคลาโดเซอราที่มีความชุกชุมมากในบึงโขงหลง ระหว่างเดือนสิงหาคม 2545 ถึงเมษายน 2547	87
ภาพที่ 24	จำนวนชนิดของโคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์ที่พบแต่ละฤดูกาลในบึงบอระเพ็ด เปรียบเทียบระหว่างปีที่ 1 และ 2 ของการศึกษา (ตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2545 ถึงเมษายน 2547)	93
ภาพที่ 25	ความชุกชุมเฉลี่ยของโคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์ที่พบในบึงบอระเพ็ด ระหว่างเดือนสิงหาคม 2545 ถึงเมษายน 2547 (ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	93
ภาพที่ 26	จำนวนชนิดของโคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์ที่พบแต่ละฤดูกาลในบึงโขงหลงเปรียบเทียบระหว่างปีที่ 1 และ 2 ของการศึกษา (ตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2545 ถึงเมษายน 2547)	95
ภาพที่ 27	ความชุกชุมเฉลี่ยของโคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์ที่พบในบึงโขงหลง ระหว่างเดือนสิงหาคม 2545 ถึงเมษายน 2547 (ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	96
ภาพที่ 28	จำนวนชนิดของโคพีพอดกลุ่มไซโคลพอยด์ที่พบแต่ละฤดูกาลในบึงบอระเพ็ด เปรียบเทียบกันระหว่างปีที่ 1 และ 2 ของการศึกษา (ตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2545 ถึงเมษายน 2547)	98
ภาพที่ 29	ความชุกชุมเฉลี่ยของโคพีพอดกลุ่มไซโคลพอยด์ที่พบในบึงบอระเพ็ด ระหว่างเดือนสิงหาคม 2545 ถึงเมษายน 2547 (ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	99
ภาพที่ 30	จำนวนชนิดของโคพีพอดกลุ่มไซโคลพอยด์ที่พบแต่ละฤดูกาลในบึงโขงหลงเปรียบเทียบกันระหว่างปีที่ 1 และ 2 ของการศึกษา (ตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2545 ถึงเมษายน 2547)	101
ภาพที่ 31	ความชุกชุมเฉลี่ยของโคพีพอดกลุ่มไซโคลพอยด์ที่พบในบึงโขงหลง ระหว่างเดือนสิงหาคม 2545 ถึงเมษายน 2547 (ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	102
ภาพที่ 32	ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดของ *Tropodiaptomus* sp. เพศผู้	107
ภาพที่ 33	ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดของ *Tropodiaptomus* sp. เพศเมีย	108
ภาพที่ 34	ภาพถ่ายและภาพวาดของโรติเฟอร์ที่พบเป็นครั้งแรกในประเทศไทย *Brachionus nilsoni*	109
ภาพที่ 35	ภาพวาดของคลาโดเซอราที่พบเป็นครั้งแรกในประเทศไทย *Armatalona macrocopa*	110
ภาพที่ 36	ภาพวาดของคลาโดเซอราที่พบเป็นครั้งแรกในประเทศไทย *Pseudosida szalayi*	111
ภาพที่ 37	ภาพถ่ายโคพีพอดกลุ่มไซโคลพอยด์ที่พบเป็นครั้งแรกในประเทศไทย *Eucyclops polyspinosus*	112
ภาพที่ 38	ภาพถ่ายและภาพวาดของโคพีพอดกลุ่มไซโคลพอยด์ที่พบเป็นครั้งแรกในประเทศไทย *Mesocyclops pehpeiensis*	113
ภาพที่ 39	แพลงก์ตอนพืชที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงโรติเฟอร์	115
ภาพที่ 40	แพลงก์ตอนสัตว์ที่นำมาทดลองเพาะเลี้ยง	116
ภาพที่ 41	พัฒนาการของ *Brachionus angularis* ตั้งแต่ระยะแรกเกิดถึงตัวเต็มวัย	118

สารบัญภาพ (ต่อ)

		หน้า
ภาพที่ 42	ค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโตของ *Brachionus angularis* ที่เลี้ยงด้วยแพลงก์ตอนพืชต่างกัน 3 ชนิด	119
ภาพที่ 43	ความหนาแน่นของ *Brachionus angularis* ที่เลี้ยงด้วยแพลงก์ตอนพืชต่างกัน 3 ชนิด	120
ภาพที่ 44	ค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโตของ *Brachionus caudatus* ที่เลี้ยงด้วยแพลงก์ตอนพืชต่างกัน 3 ชนิด	122
ภาพที่ 45	ความหนาแน่นของ *Brachionus caudatus* ที่เลี้ยงด้วยแพลงก์ตอนพืชต่างกัน 3 ชนิด	122
ภาพที่ 46	ขนาดของ *Brachionus angularis* ที่เลี้ยงด้วยแพลงก์ตอนพืชต่างกัน 3 ชนิด	124
ภาพที่ 47	ขนาดของ *Brachionus caudatus* ที่เลี้ยงด้วยแพลงก์ตอนพืชต่างกัน 3 ชนิด	126
ภาพที่ 48	ขนาดความยาวหนามด้านข้างส่วนท้ายของลำตัว *Brachionus caudatus* ที่เลี้ยงด้วยแพลงก์ตอนพืชต่างกัน 3 ชนิด	127
ภาพที่ 49	พัฒนาการของ *Brachionus caudatus* ตั้งแต่ระยะแรกเกิดถึงตัวเต็มวัย	129
ภาพที่ 50	ชนิดของโรติเฟอร์ที่พบ	153
ภาพที่ 51	ภาพถ่ายโรติเฟอร์จากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดและกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง	154
ภาพที่ 52	ภาพถ่ายคลาโดเซอราจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด ก. *Alonella excisa* (Fischer) ข. *Bosminopsis deitersi* Richard ค. *Bosmina meridionalis* Sars ง. *Ceriodaphnia cornuta* Sars จ. *Chydorus reticulatus* Daday ฉ. *Ephemeroporus barroisi* (Richard)	156
ภาพที่ 53	ภาพถ่ายคลาโดเซอราจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด ก. *Daphnia lumholtzi* Sars ข. *Euryalona orientalis* (Daday) ค. *Ilyocryptus spinifer* Herrick ง. *Kurzia brevilabris* Rajapaksa and Fernando จ. *Karualona karua* (King) ฉ. *Scapholeberis kingi* Sars	157

บทที่ 1
บทนำ

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ความหลากหลายทางชีวภาพ (Biological Diversity หรือ Biodiversity) มีความหมายที่กว้างขวางซึ่งครอบคลุมถึงความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตนานาชนิด (Species Diversity) ความหลากหลายทางพันธุกรรม (Genetic Diversity) และความหลากหลายทางระบบนิเวศ (Ecological Diversity) ความหลากหลายทางชีวภาพเป็นผลที่เกิดจากกระบวนการวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต และมีความสำคัญต่อมนุษย์ทั้งโดยทางตรงและทางอ้อม (วิสุทธิ์ ใบไม้, 2545) ประเทศไทยจัดเป็นประเทศหนึ่งที่มีความหลากหลายทางชีวภาพสูงมาก เนื่องจากตั้งอยู่ในเขตร้อน ลักษณะภูมิอากาศและภูมิประเทศจึงเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตหลายชนิด สิ่งมีชีวิตดังกล่าวรวมถึงกลุ่มของสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่ล่องลอยในแหล่งน้ำหรือที่เรียกว่า แพลงก์ตอน (plankton) ด้วย ซึ่งพบได้ทั้งในน้ำจืด น้ำกร่อย และน้ำเค็ม แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ แพลงก์ตอนพืช (phytoplankton) และแพลงก์ตอนสัตว์ (zooplankton) (Sze, 1998) แพลงก์ตอนมีบทบาทที่สำคัญในห่วงโซ่อาหาร (food chain) และข่ายใยอาหาร (food web) ในระบบนิเวศของแหล่งน้ำ โดยเป็นอาหารธรรมชาติของสัตว์น้ำ เช่น กุ้ง ปู ปลา และสัตว์น้ำอื่นๆ นอกจากนี้ในแหล่งน้ำบางแห่งสามารถใช้ชนิดและปริมาณของแพลงก์ตอนเป็นดัชนีในการวัดความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำได้ ระบบนิเวศของแหล่งน้ำจะไม่สมดุลย์ถ้าขาดแพลงก์ตอน ความอุดมสมบูรณ์และจำนวนชนิดของแพลงก์ตอน มีผลต่อการเพิ่มและลดปริมาณผลผลิตของสัตว์น้ำที่อยู่ในลำดับชั้นของอาหาร (trophic level) ที่สูงกว่า เช่น พวกปลา เป็นต้น (ละออศรี เสนาะเมือง, 2545)

ประเทศไทยในอดีตมีผู้ทำการศึกษาเกี่ยวกับอนุกรมวิธานของแพลงก์ตอนน้อย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มแพลงก์ตอนสัตว์น้ำจืด นับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2537 เป็นต้นมา เริ่มมีการศึกษาอย่างจริงจังในแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มโรติเฟอร์ คลาโดเซอรา และโคพีพอด (Sanoamuang, 1998a) ส่งผลให้จำนวนความหลากชนิดของแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มดังกล่าวนี้มีเพิ่มขึ้นในทุกๆ ปี ในแหล่งน้ำจืดสามารถพบแพลงก์ตอนสัตว์มีความหลากหลายสูง ในบางทะเลสาบหรือบางบ่ออาจพบมีปริมาณ 40 ถึง 500 ตัวต่อลิตร และอาจพบได้มากถึง 5,000 ตัวต่อลิตร (Pechenik, 1996)

แพลงก์ตอนสัตว์ในธรรมชาติ สามารถพบได้ในบริเวณพื้นที่ที่มีความชุ่มชื้นซึ่งพื้นที่ดังกล่าวจัดเป็นพื้นที่ชุ่มน้ำ ในประเทศไทยมีพื้นที่ชุ่มน้ำอยู่หลายพื้นที่ด้วยกัน และแต่ละพื้นที่มีความสำคัญแตกต่างกันไป เพื่อเป็นประโยชน์ในการวางแผนจัดการพื้นที่ชุ่มน้ำของประเทศ ตลอดจนการเผยแพร่ความรู้ความเข้าใจในการอนุรักษ์และใช้ประโยชน์พื้นที่อย่างยั่งยืนต่อไป ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงเลือกพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญระดับนานาชาติ ได้แก่ บึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์ ซึ่งเป็นพื้นที่ชุ่มน้ำที่อยู่ในภาคเหนือตอนล่าง และบึงโขงหลง จังหวัดหนองคาย เป็นพื้นที่ชุ่มน้ำที่อยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย เนื่องจากพื้นที่ชุ่มน้ำทั้งสองแหล่งนี้เป็นที่อยู่อาศัยของนกน้ำนานาชนิดทั้งนกประจำถิ่นและนกอพยพ (สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2545) การศึกษาวิจัยที่ผ่านมาในพื้นที่นี้ส่วนใหญ่จึงมุ่งเน้นในกลุ่มนกโดยเฉพาะ มีการศึกษาบ้างในกลุ่มพืชน้ำ สาหร่าย แพลงก์ตอนพืช และโปรโตซัว เป็นต้น อย่างไรก็ตามข้อมูลการสำรวจแพลงก์ตอนในกลุ่มโรติเฟอร์ คลาโดเซอรา และโคพีพอดในพื้นที่ดังกล่าวยังมีน้อยมาก และยังขาดข้อมูลด้านความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มดังกล่าว ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาเกี่ยวกับความหลากชนิดและความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์น้ำจืดในพื้นที่ดังกล่าวควบคู่กัน เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น และได้ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับ

แพลงก์ตอนสัตว์น้ำจืดในพื้นที่ชุ่มน้ำของประเทศไทย ซึ่งก่อให้เกิดความสมบูรณ์ของข้อมูลที่ครอบคลุมถึงสิ่งมีชีวิตเล็กๆ ในแหล่งน้ำ นอกจากนี้ยังสามารถใช้ข้อมูลดังกล่าวข้างต้นเป็นแนวทางในการศึกษาค้นคว้าวิจัยในเรื่องอื่นๆ ต่อไปในอนาคต

2. วัตถุประสงค์

2.1 ศึกษาความหลากหลายในระดับสปีชีส์ (species) ของโรติเฟอร์ คลาโดเซอรา และโคพีพอด ที่พบในบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์ และบึงโขงหลง จังหวัดหนองคาย

2.2 ศึกษาความชุกชุมของโรติเฟอร์ คลาโดเซอรา และโคพีพอด แต่ละสปีชีส์ที่พบในบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์ และบึงโขงหลง จังหวัดหนองคาย

2.3 ศึกษาปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการที่มีผลต่อความหลากหลาย และความชุกชุมของโรติเฟอร์ คลาโดเซอรา และโคพีพอด

2.4 ศึกษาชนิดและระดับความหนาแน่นของอาหารที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของโรติเฟอร์ 2 สปีชีส์ (*Brachionus angularis* Gosse และ *Brachionus caudatus* Barrois and Daday) จากการเพาะเลี้ยง

3. ขอบเขตของการวิจัย

ศึกษาความหลากชนิด และความชุกชุมของโรติเฟอร์ คลาโดเซอราและโคพีพอด (กลุ่มคาลานอยด์ และไซโคลพอยด์) ในบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์ และบึงโขงหลง จังหวัดหนองคาย โดยเก็บตัวอย่างระหว่างเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2545 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2547 รวมระยะเวลา 2 ปี พร้อมทั้งทำการตรวจวัดปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของแหล่งน้ำ ได้แก่ อุณหภูมิ พีเอช การนำไฟฟ้า ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ ความเค็ม และความลึก ที่มีผลต่อความหลากหลาย และความชุกชุมของโรติเฟอร์ คลาโดเซอรา และโคพีพอด ศึกษาชนิดของอาหารที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของโรติเฟอร์ 2 สปีชีส์ ได้แก่ *B. angularis* และ *B. caudatus* จากการเพาะเลี้ยง

4. สถานที่ทำการวิจัย

4.1 ห้องปฏิบัติการแพลงก์ตอน ศูนย์วิจัยอนุกรมวิธานประยุกต์ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

4.2 ห้องปฏิบัติการสรีรวิทยาพืช ศูนย์วิจัยอนุกรมวิธานประยุกต์ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

4.3 ภาคสนาม (พื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์ และบึงโขงหลง จังหวัดหนองคาย)

5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

5.1 ทราบความหลากชนิด และความชุกชุมของโรติเฟอร์ คลาโดเซอรา และโคพีพอด (กลุ่มคาลานอยด์ และไซโคลพอยด์) ในพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์ และบึงโขงหลง จังหวัดหนองคาย

5.2 ทราบปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการที่มีผลต่อความหลากหลาย และความชุกชุมของโรติเฟอร์ คลาโดเซอรา และโคพีพอด

5.3 ทราบชนิดและระดับความหนาแน่นของอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของโรติเฟอร์ *B. angularis* และ *B. caudatus* จากการเพาะเลี้ยง

5.4 เป็นข้อมูลพื้นฐานให้ผู้สนใจศึกษาโรติเฟอร์ คลาโดเซอรา และโคพีพอดในพื้นที่ชุ่มน้ำต่าง ๆ ของประเทศ

6. คำศัพท์เฉพาะ

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

6.2 ความหลากชนิดคือ จำนวนสปีชีส์ที่พบในแต่ละสถานีของแต่ละพื้นที่ที่ทำการศึกษา

6.3 ความชุกชุมคือ จำนวนตัวต่อลิตรของแต่ละสปีชีส์ที่พบในแต่ละสถานีของแต่ละพื้นที่ที่ทำการศึกษา

6.4 ฤดูกาลในการศึกษาครั้งนี้ (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2545) มีดังนี้

6.4.1 ฤดูร้อน อยู่ในช่วงกลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางพฤษภาคม

6.4.2 ฤดูฝน อยู่ในช่วงกลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางตุลาคม

6.4.1 ฤดูหนาว อยู่ในช่วงกลางเดือนตุลาคมถึงกลางกุมภาพันธ์

บทที่ 2
วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. พื้นที่ชุ่มน้ำ

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

พื้นที่ชุ่มน้ำในประเทศไทยมีอยู่ทั่วไปทุกภูมิภาค แบ่งออกเป็นพื้นที่ชุ่มน้ำระดับท้องถิ่น ระดับชาติ และระดับนานาชาติ ซึ่งในการจัดแบ่งระดับดังกล่าวนี้สืบเนื่องมาจากการที่ประเทศไทยได้เข้าร่วมเป็นภาคีอนุสัญญาว่าด้วยพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญระหว่างประเทศโดยเฉพาะเป็นที่อยู่อาศัยของนกน้ำ หรืออนุสัญญาแรมซาร์ (Ramsar Convention) ลำดับที่ 110 เมื่อวันที่ 13 กันยายน 2541 อนุสัญญาฯ ได้วางพันธกรณีให้ภาคีจัดทำทะเบียนพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญระหว่างประเทศ (Ramsar Site) ภายใต้อนุสัญญาพื้นที่ชุ่มน้ำ สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ในฐานะฝ่ายเลขานุการคณะอนุกรรมการจัดการพื้นที่ชุ่มน้ำ 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° 40′ ถึง 15° 45′ เหนือ และลองจิจูดที่ 100° 10′ ถึง 100° 23′ ตะวันออก มีพื้นที่ประมาณ 212.38 ตารางกิโลเมตร หรือ 132,737 ไร่ (ภาพที่ 1ก) ครอบคลุมใน 3 อำเภอของจังหวัดนครสวรรค์คือ อำเภอเมือง อำเภอชุมแสง และอำเภอท่าตะโก โดยมีอาณาเขตติดต่อดังนี้คือ

(1) ทิศเหนือ ติดต่อกับตำบลทับกฤช อำเภอชุมแสง

(2) ทิศใต้ ติดต่อกับตำบลหนองปลิง ตำบลพระนอน อำเภอเมือง และตำบลวังมหากร อำเภอท่าตะโก

(3) ทิศตะวันออก ติดต่อกับตำบลเขาพนมเศษ ตำบลพนมรอก อำเภอท่าตะโก

(4) ทิศตะวันตก ติดต่อกับตำบลบางพระหลวง ตำบลเกรียงไกร ตำบลนครสวรรค์ อำเภอเมืองนครสวรรค์

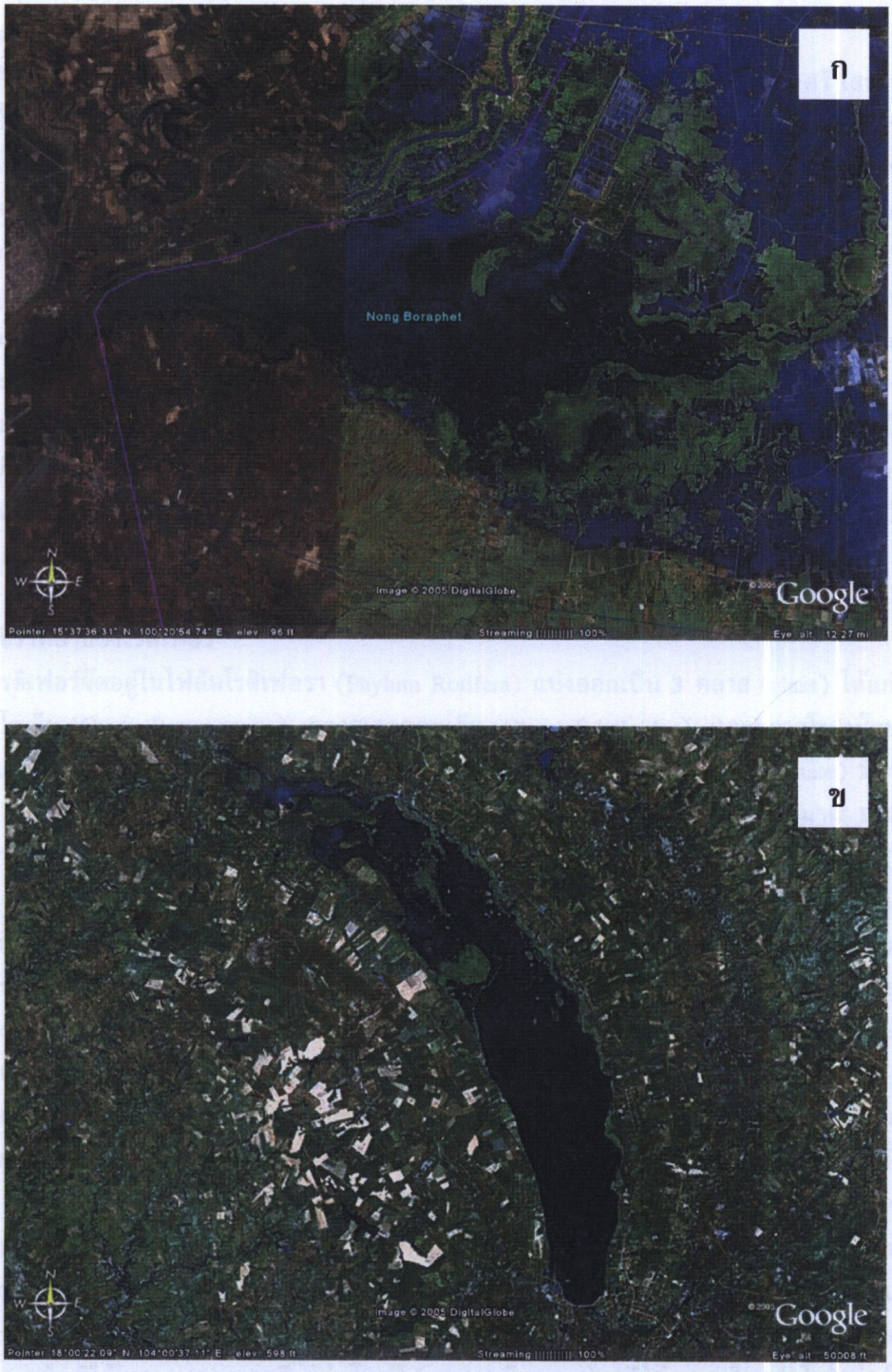
ลักษณะภูมิอากาศจัดอยู่ในเขตร้อนชื้นแบบสะวันนาคือ มีช่วงฤดูฝนและฤดูแล้งเด่นชัด ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ทำให้มีฝนตกไม่ทิ้งช่วงในฤดูฝน และได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ จึงทำให้ฤดูหนาวมีอากาศหนาวเย็นและแห้งแล้ง

ระดับความลึกเฉลี่ยของน้ำในบึงประมาณ 1.6 เมตร บริเวณที่ลึกที่สุดประมาณ 5 เมตร พื้นที่ของบึงประกอบด้วยพื้นที่น้ำขังซึ่งในฤดูน้ำหลากเป็นบึงน้ำใหญ่ผิวน้ำเปิดโล่ง มีพืชน้ำลอยเกาะกลุ่ม มีทุ่งบัว มีที่ลุ่มชื้นแฉะ ป่าพรุ และป่าละเมาะริมฝั่งเป็นแหล่งเพาะพันธุ์สัตว์น้ำของแม่น้ำเจ้าพระยา จัดเป็นพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญระดับนานาชาติในประเภทบึงน้ำจืดที่มีน้ำขังตลอดปีและมีที่ลุ่มชื้นแฉะโดยรอบ เป็นถิ่นที่อยู่อาศัยหากิน สร้างรัง วางไข่ของนกนานาชนิดทั้งนกประจำถิ่นและนกอพยพ มีนกน้ำชุมนุมรวมกันอยู่มากกว่า 20,000 ตัว พบนกอย่างน้อย 187 ชนิด ชนิดที่ใกล้สูญพันธุ์อย่างยิ่ง ได้แก่ นกเจ้าฟ้าหญิงสิรินธร ซึ่งเป็นนกในสกุลนกนางแอ่น เป็นนกที่พบแห่งเดียวในประเทศไทยและในโลก นกตะกราม นกกระทุง นกอ้ายงั่วและนกนางนวลแกลบแม่น้ำ ชนิดที่อยู่ในสถานภาพใกล้สูญพันธุ์ ได้แก่ นกกระสาแดง นกกระสานวล นกกาบบัว นกช้อนหอยขาว เป็ดหงส์ นกอินทรีปีกลาย เหยี่ยวดำ พบปลาอย่างน้อย 37 ชนิด ชนิดที่คาดว่าสูญพันธุ์ไปแล้วจากถิ่นที่อยู่ตามธรรมชาติ ได้แก่ ปลาเสือตอ ปลาหางไหม้ ชนิดที่อยู่ในสถานภาพใกล้สูญพันธุ์ ได้แก่ ปลาทรงเครื่อง ปลาเนื้ออ่อน ชนิดที่อยู่ในสถานภาพมีแนวโน้มใกล้สูญพันธุ์ ได้แก่ ปลากดเหลือง ปลาแดง ปลานวลจันทร์น้ำจืด ปลาจิ้มฟันจรเข้ยักษ์ ปลาหมูหางแดง ปลาดุกด้าน ปลาน้ำเงิน ปลาปักเป้า และในบึงยังพบจระเข้น้ำจืดซึ่งอยู่ในสถานภาพใกล้สูญพันธุ์ 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 เป็ดดำหัวสีน้ำตาล เป็ดดำหัวดำ ชนิดที่อยู่ในสถานภาพใกล้ถูกคุกคาม ได้แก่ เป็ดคับแค นกกระแตหัวเทา พบปลาอย่างน้อย 25 ชนิด ชนิดที่อยู่ในสถานภาพมีแนวโน้มใกล้สูญพันธุ์ ได้แก่ ปลาดุกด้าน บึงโขงหลงเป็นแหล่งประมงและแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการดูนกในฤดูหนาว (มนู โอมะคุปต์ และ จิระ จินตนุกูล, 2543; สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2545)



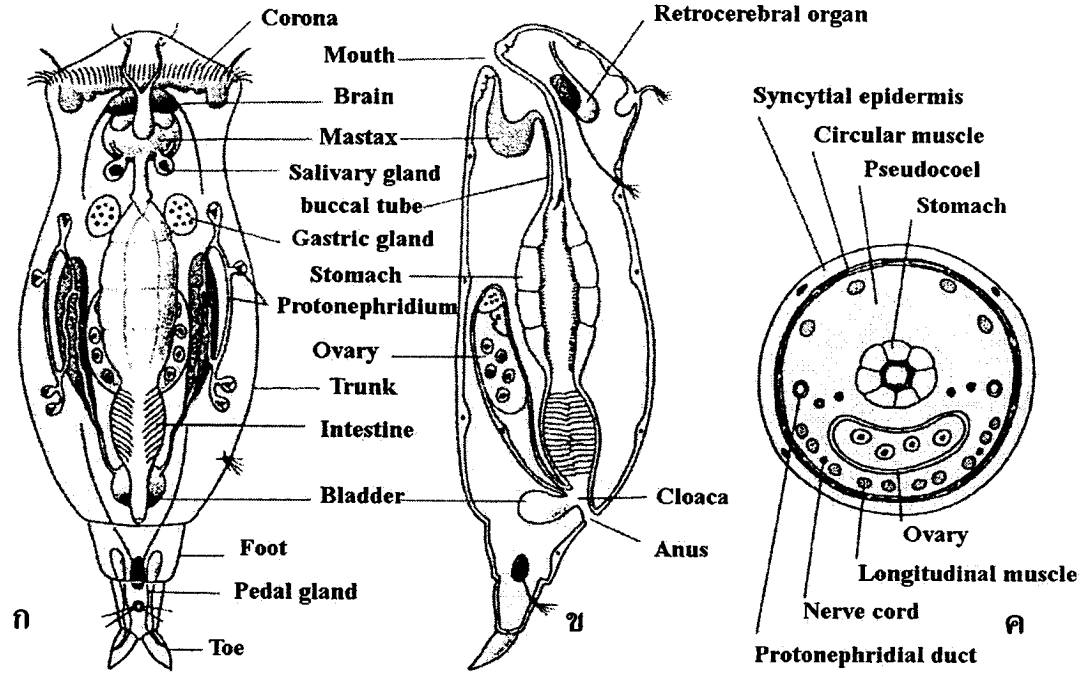
ภาพที่ 1 ภาพถ่ายดาวเทียม: ก. บึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์, ข. บึงโขงหลง จังหวัดหนองคาย (http://earth.google.com)

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 โดยโรติเฟอร์น้ำหนักแห้งประกอบด้วยโปรตีน 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* ใช้ในการทดสอบความเป็นพิษของสารเคมีต่าง ๆ เนื่องจากมีช่วงชีวิตที่สั้นและง่ายในการเพาะเลี้ยง (Janssen et al., 1993; Nogrady and Rowe, 1993)

2.1 ชีววิทยาของโรติเฟอร์

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

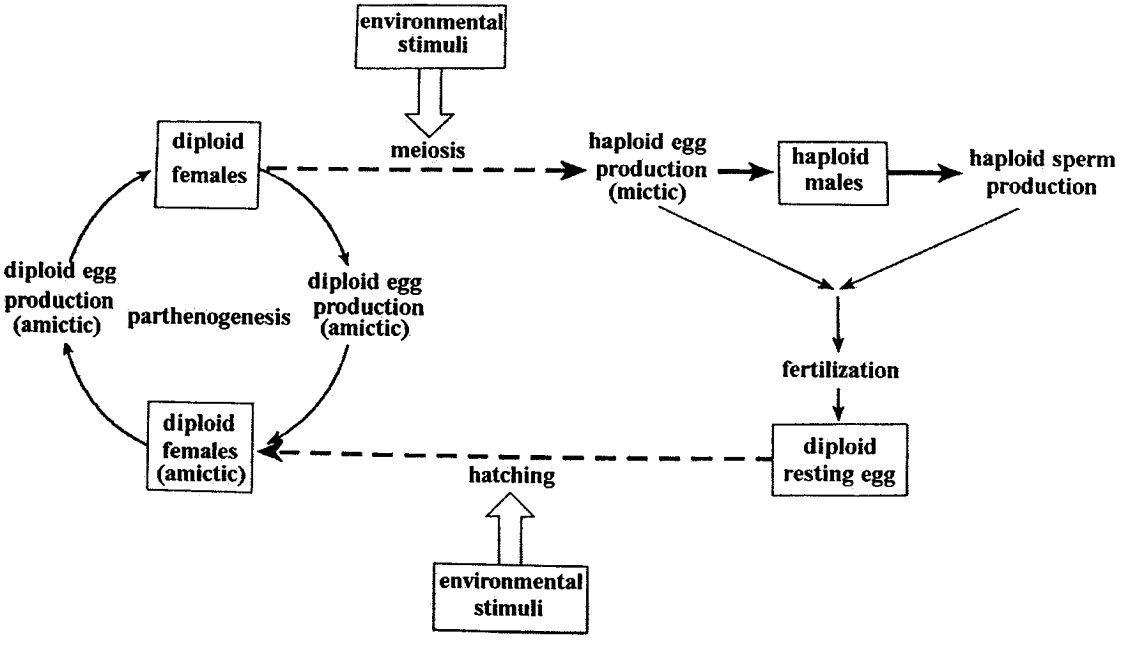


ภาพที่ 2 ลักษณะทั่วไปของโรติเฟอร์; ก: ด้านหลัง (dorsal view), ข: ด้านข้าง (lateral view) และ ค: ภาพตัดขวางของลำตัว (Ruppert and Barnes, 1994)

2.2 วงจรชีวิตของโรติเฟอร์

โรติเฟอร์โดยทั่วไปมีวงจรชีวิตที่สั้นประมาณ 1-2 สัปดาห์ มีบางชนิดที่มีวงจรชีวิตนานถึง 5 สัปดาห์ (Pechenik, 2000) โรติเฟอร์ที่พบในแหล่งน้ำธรรมชาติส่วนใหญ่เป็นโรติเฟอร์เพศเมีย การสืบพันธุ์ของโรติเฟอร์มีทั้งแบบอาศัยเพศและแบบไม่อาศัยเพศ สามารถพบการสืบพันธุ์แบบนี้ได้ในโรติเฟอร์ *Brachionus plicatilis* Müller เป็นโรติเฟอร์ที่พบได้ทั้งในน้ำกร่อยและน้ำเค็ม ซึ่งโรติเฟอร์สามารถแพร่พันธุ์ได้รวดเร็วด้วยวิธีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศที่เรียกว่า พาร์ทีโนจีเนซีส (parthenogenesis) โดยจะมีไข่ 1-2 ฟอง (ขนาดกว้าง 80-100 ไมโครเมตร ยาว 110-130 ไมโครเมตร) โดยในสภาวะแวดล้อมเหมาะสม เช่น มีอาหารอุดมสมบูรณ์ อุณหภูมิน้ำ ความเข้มแสงสว่างและความเค็มของน้ำเหมาะแก่การเจริญเติบโต 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) ไข่นี้จะมีโครโมโซมเป็นแฮพลอยด์ (haploid: n) เมื่อฟักเป็นตัวจะเป็นโรติเฟอร์เพศผู้ที่มีขนาดเล็กกว่าเพศเมีย และมีลักษณะรูปร่างที่แตกต่างจากเพศเมียของสปีชีส์เดียวกัน เมื่อผสมพันธุ์กับเพศเมียจะวางไข่จำนวน 1-2 ฟอง ไข่ที่เกิดจากการสืบพันธุ์แบบมีเพศเป็นไข่ระยะพักตัว (resting eggs) มีเปลือกหนาสามารถทนต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้ ไข่นี้จะไม่เจริญเป็นตัวอ่อนทันทีแต่จะพักตัวอยู่ในน้ำรอจนกระทั่งสภาพแวดล้อมของน้ำเหมาะสมแก่การเจริญเติบโตอีกครั้งจึงจะฟักออกเป็นโรติเฟอร์เพศเมีย

(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) ส่วนรายงานการวิจัยเกี่ยวกับความหลากชนิดและการแพร่กระจายในแต่ละประเทศนั้นยังไม่สามารถสรุปได้อย่างชัดเจนเนื่องจากยังขาดเอกสารและข้อมูลเกี่ยวกับการแพร่กระจายตามเขตภูมิศาสตร์ที่จะนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบได้ และยังขาดการศึกษาอย่างต่อเนื่อง แต่อาจพอสรุปได้คร่าวๆ ในประเทศต่างๆ ของแต่ละทวีปทั่วโลก ได้แก่ ทวีปยุโรป อเมริกาเหนือ อเมริกาใต้ แอฟริกา เอเชีย และทวีปออสเตรเลีย ซึ่งทวีปออสเตรเลียมีรายงานจำนวนชนิดของโรติเฟอร์มากที่สุดในประเทศนิวซีแลนด์พบ 332 สปีชีส์ รองลงมา ได้แก่ ประเทศออสเตรเลียพบ 331 สปีชีส์ สำหรับการศึกษาในทวีปอื่นๆ มีดังนี้ ทวีปแอฟริกามีรายงานจำนวนชนิดที่พบมากที่สุดในประเทศไนจีเรีย 220 สปีชีส์ ในทวีปยุโรปมีรายงานชนิดที่พบในประเทศออสเตรียประมาณ 170 สปีชีส์ รองลงมาคือ ประเทศเอสโทเนีย 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
	เบลเยี่ยม	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
	นามีเบีย 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. เอเชียและเอเชียตะวันออกเฉียงใต้	กัมพูชา	88	2	Bērzinš, 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

การศึกษาความหลากชนิดของโรติเฟอร์ในประเทศไทยมีมากกว่าแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มอื่น ๆ 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 Savatenalinton, 1999; Chittapun and Pholpunthin, 2001; Sanoamuang and Savatenalinton, 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 คลองข้างถนน และนาข้าว เป็นต้น

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

การศึกษาความหลากชนิดของโรติเฟอร์ในภาคเหนือของประเทศไทยมีน้อยมาก 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

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีรายงานการศึกษาความหลากชนิดและการแพร่กระจายของโรติเฟอร์จากแหล่งน้ำต่าง ๆ ในเขตจังหวัดขอนแก่น และกาฬสินธุ์ (ละออศรี เสนาะเมือง, 2537ก) ชัยภูมิ (ภัทราวรรณ เขียววัน, 2537) หนองบัวลำภู และอุดรธานี (สุคนธ์ทิพย์ เศวตนลินทล, 2537) จากแหล่งน้ำต่าง ๆ ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (ละออศรี เสนาะเมือง, 2539) อุดรธานี (Sanoamuang, 1996) ทะเลสาบหนองหานสกลนคร (พงษ์พิชญ์ บัวอาจ, 2540) มุกดาหาร สกลนคร นครพนม หนองคาย อุดรธานี หนองบัวลำภู และเลย (ละออศรี เสนาะเมือง และพิพัฒน์พงษ์ แคนลา, 2542) นครราชสีมา (สุคนธ์ทิพย์ เศวตนลินทล, 2542) อุทยานแห่งชาติภูพาน สกลนคร (ณัฏฐวดี ภูคำ, 2542) บุรีรัมย์ และศรีสะเกษ (พรรณา วันชวง, 2543) ขอนแก่น และอุดรธานี (ศุจิภรณ์ อธิบาย, 2545) สกลนคร และนครพนม (ปริญดา ตั้งปัญญาพร, 2546) มหาสารคาม และร้อยเอ็ด (สุพัสตรา เหล็กจาน, 2546) บุ่งทามบริเวณลุ่มน้ำมูลตอนบน (วิราวรรณ โคตรทิพย์, 2546) และอุบลราชธานี (พรรณา วันชวง, 2547)

จากรายงานการศึกษาจนถึงปัจจุบันทำให้พบความหลากชนิดของโรติเฟอร์ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือทั้งสิ้น 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 Savatenalinton (1999) และ 32 สปีชีส์ โดย Sanoamuang and Savatenalinton (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)] รายชื่อของโรติเฟอร์ที่พบเป็นครั้งแรกของโลกดังตารางที่ 2

ภาคใต้มีรายงานการศึกษาความหลากชนิดของโรติเฟอร์ในทะเลน้อย 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) จากรายงานการศึกษาจนถึงปัจจุบันพบความหลากชนิดของโรติเฟอร์ทั้งสิ้น 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)] รายชื่อของโรติเฟอร์ที่พบเป็นครั้งแรกของโลกดังตารางที่ 2

สำหรับในภาคกลางและภาคตะวันออกมีรายงานการศึกษาความหลากชนิดของโรติเฟอร์ค่อนข้างน้อย ในภาคกลางมีการศึกษาที่จังหวัดกาญจนบุรี จากแม่น้ำ ลำธาร อ่างเก็บน้ำ ฝายทดน้ำ หนองน้ำ บึง และนาข้าว ผลการศึกษาพบโรติเฟอร์ทั้งสิ้น 34 สกุล 95 สปีชีส์ (วรรณดา พิพัฒน์เจริญชัย, 2542) ส่วนในภาคตะวันออกมีการศึกษาในจังหวัดระยองและจันทบุรี พบโรติเฟอร์ 21 สกุล 80 สปีชีส์ (วิภาศิริ สุนทรชัย, 2548)

ตารางที่ 2 รายชื่อโรติเฟอร์ชนิดที่พบเป็นครั้งแรกของโลกในประเทศไทย

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

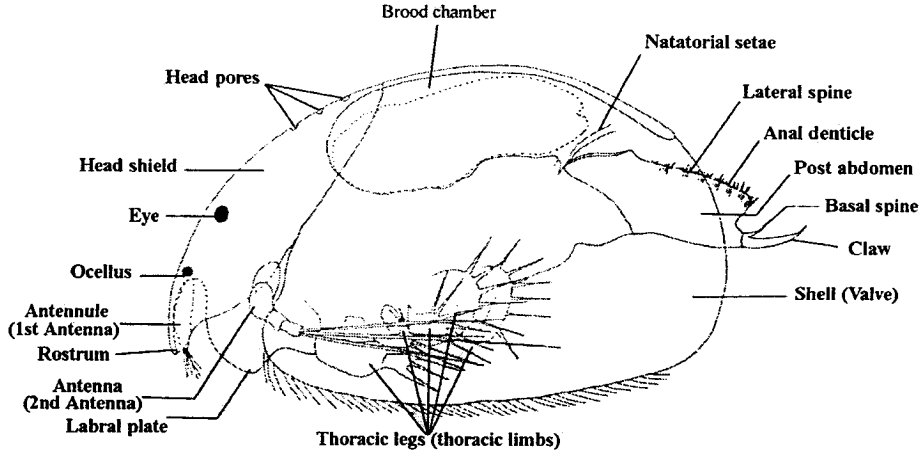
ในการศึกษาครั้งนี้ได้ศึกษาโรติเฟอร์เฉพาะในคลาสโมโนโกนอนตา (Class Monogononta) ซึ่งเป็นคลาสที่ใหญ่ที่สุดมีสมาชิกมากกว่า 1,600 สปีชีส์ (Segers, 2001) โดย โรติเฟอร์ประมาณร้อยละ 70 ของโรติเฟอร์ทั้งหมดจัดอยู่ในคลาสนี้ (Nogrady et al., 1993) ดำรงชีวิตแบบอิสระ บางชนิดเกาะอยู่กับที่ (Pechenik, 2000)

3. คลาโดเซอรา (cladocerans)

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

3.1 ชีววิทยาของคลาโดเซอรา

คลาโดเซอราเป็นแพลงก์ตอนสัตว์จัดอยู่ในไฟลัมอาร์โทรโปดา (Phylum Arthropoda) คลาสครัสเตเชีย (Class Crustacea) ซับคลาสบรานชิโอโปดา (Subclass Branchiopoda) อันดับคลาโดเซอรา (Order Cladocera) เป็นแพลงก์ตอนที่มีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับพวกกุ้ง และปู แต่มีขนาดเล็กกว่า (ภาพที่ 4) มีความยาวตัวประมาณ 0.2 ถึง 18.0 มิลลิเมตร ลักษณะลำตัวไม่แบ่งออกเป็นข้อปล้องให้เห็นชัดเจน โดยลำตัวแบ่งออกเป็น 3 ส่วนได้แก่ ส่วนหัว อก 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 จนกระทั่งเข้าใกล้ระยะตัวเต็มวัย (pre-adult) หรือพร้อมที่จะมีการสร้างไข่ที่มีเปลือกบางมีโครโมโซมเป็นดิพลอยด์ โดยไข่นั้นได้ผ่านกระบวนการพาร์ทีโนจีเนซีสแล้ว ไข่มีพัฒนาการได้โดยไม่ต้องมีเซลล์สืบพันธุ์จากเพศผู้ จากนั้นเมื่อไข่เจริญขึ้นและมีพัฒนาการสมบูรณ์อยู่ภายในถุงไข่ (brood pouch) ที่อยู่บริเวณด้านหลังของลำตัว รอเวลาที่จะเจริญเป็นตัวอ่อนจึงจะออกมาสู่ภายนอก เมื่อสภาวะแวดล้อมไม่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิต เช่น อาหารขาดแคลน อุณหภูมิเปลี่ยนแปลง สภาพที่แห้งแล้ง จะมีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ โดยตัวเมียสร้างไข่ชนิดพิเศษขึ้นมา ไข่ประเภทนี้มีลักษณะแตกต่างไปจากเดิมคือ มีสีเข้ม ผนังหนาเป็นสารจำพวกไคติน (chitin) ทึบแสง และมีนิวเคลียสแบบแฮพลอยด์ (haploid) ต้องได้รับการผสมกับเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ก่อนจึงจะเจริญเป็นตัวอ่อนได้ เพศเมียที่ผลิตไข่นี้เรียกว่า sexual female และเรียกไข่แบบนี้ว่า ไข่พัก (resting egg) เมื่อได้รับการผสมแล้วจะถูกส่งเข้าไปใน brood chamber เปลือกหุ้มรอบไข่จะเปลี่ยนไปมีลักษณะคล้ายฝา ไข่ที่อยู่ภายในฝาจะมีการแบ่งตัวจนถึงระยะแกสตรูลา (gastrula stage) แล้วจึงหยุดการแบ่งตัว จากนั้นไข่พักจะหลุดออกจากตัวแม่ เรียกว่า อิฟิบเพียม (ephippium) ช่วงนี้ไข่จะพักตัวโดยหยุดการเจริญชั่วระยะเวลาหนึ่ง ในระยะนี้อิฟิบเพียมจะทนทานต่อสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้ดี เมื่อมีสภาวะแวดล้อมเหมาะสมจึงฟักออกมาเป็นเพศเมียที่สามารถสืบพันธุ์แบบพาร์ทีโนจีเนซีสได้ การสืบพันธุ์แบบมีเพศจะเกิดบางช่วงเวลาของปีสลับกับการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศหรือพาร์ทีโนจีเนซีส ในธรรมชาติจะพบคลาโดเซอรามีการสืบพันธุ์แบบพาร์ทีโนจีเนซีสตลอดปี (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 ส่วนในทวีปอื่น ๆ รวมถึง

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

3.3.1 การศึกษาความหลากหลายและการแพร่กระจายของคลาโดเซอราในต่างประเทศ

สำหรับรายงานการศึกษาความหลากชนิดและการแพร่กระจายของคลาโดเซอราในประเทศต่าง ๆ ของแต่ละทวีปทั่วโลก ได้แก่ ทวีปยุโรป อเมริกาเหนือ อเมริกาใต้ แอฟริกา เอเชีย และทวีปออสเตรเลีย โดยพบว่าประเทศรัสเซียซึ่งอยู่ในทวีปยุโรปมีรายงานความหลากชนิดมากที่สุด 178 สปีชีส์ รองลงมา ได้แก่ ประเทศโรมาเนีย และอิตาลี มีจำนวนชนิดที่พบเท่ากับ 114 และ 109 สปีชีส์ ตามลำดับ ทวีปอเมริกาเหนือมีรายงานพบจำนวนชนิดมากที่สุดในประเทศสหรัฐอเมริกา 138 สปีชีส์ ในทวีปออสเตรเลียพบความหลากชนิดมากสุดที่ประเทศออสเตรเลีย 127 สปีชีส์ ทวีปแอฟริกาจำนวนชนิดมากที่สุดในประเทศไนจีเรีย 100 สปีชีส์ รองลงมาได้แก่ ประเทศมาลี 48 สปีชีส์ ส่วนทวีปอเมริกาใต้พบจำนวนชนิดน้อยที่สุดโดยประเทศเวเนซูเอลาพบจำนวนชนิดมากที่สุดเพียง 59 สปีชีส์ สำหรับในทวีปเอเชีย (ยกเว้นประเทศไทย) พบรายงานความหลากชนิดมากที่สุดในประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน 114 สปีชีส์ รองลงมาคืออินเดีย 91 สปีชีส์ (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 3 จำนวนสกุลและจำนวนชนิดของคลาโดเซอราที่พบทั่วโลก

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 จำนวนชนิดของคลาโดเซอราทั้งหมดที่พบ 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
	อังกฤษ	92	-	Scourfield and Harding, 1966
	เอสโทเนีย	58	-	Mäemets et al., 1996
2. อเมริกาเหนือ	แคนาดา	28	-	Hann and Zrum, 1997
	นิคารากัว	31	-	Smirnov, 1988
	เม็กซิโก	112	2	Dodson and Silva-Briano, 1996; Ciros-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
	เวเนซูเอลา	67	-	Rey and Vasquez, 1986; Zoppi de Rao and Vasquez, 1991
	อาร์เจนตินา	6	-	Paggi, 1997

ตารางที่ 4 จำนวนชนิดของคลาโดเซอราทั้งหมดที่พบ 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 เสนาะเมือง, 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 การศึกษาความหลากหลายและการแพร่กระจายของคลาโดเซอราในประเทศไทย

การศึกษาความหลากชนิดของคลาโดเซอราในประเทศไทยมีน้อยกว่าแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มอื่น ๆ 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 พรุ น้ำตก ฝายทดน้ำ คลองข้างถนน และนาข้าว เป็นต้น

การศึกษาความหลากชนิดของคลาโดเซอราในระยะแรกของประเทศไทยเริ่มตั้งแต่ปี ค.ศ. 1984 โดย Boonsom (1984) ได้รายงานการศึกษาแพลงก์ตอนสัตว์น้ำจืดในกลุ่มโรติเฟอร์และครัสเตเชียจากแหล่งน้ำนิ่งและแหล่งน้ำไหลจากบริเวณต่าง ๆ ทั่วประเทศไทย พบคลาโดเซอรา 48 สปีชีส์ (แต่มีเพียง 30 สปีชีส์ที่จำแนกชนิดได้ถูกต้อง) ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่า Boonsom รายงานพบคลาโดเซอราทั่วประเทศจำนวน 30 ชนิด (ละออศรี เสนาะเมือง, 2544) และเป็นชนิดที่พบครั้งแรกในประเทศไทย 9 สปีชีส์ และเริ่มมีการศึกษาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคใต้อย่างต่อเนื่องมาโดยตลอดนับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2540 เป็นต้นมา สำหรับในภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกมีการศึกษาในแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มดังกล่าวน้อยมาก มีรายงานการศึกษาดังต่อไปนี้

ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีรายงานการศึกษาความหลากชนิดและการแพร่กระจายของคลาโดเซอราในจังหวัดขอนแก่นและกาฬสินธุ์ (ละออศรี เสนาะเมือง, 2537) ขอนแก่น หนองคาย และหนองบัวลำภู (Sirimongkonthaworn, 1997) ในแหล่งน้ำต่าง ๆ ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (ละออศรี เสนาะเมือง, 2539; Sanoamuang, 1998b) บึงกุดทิง จังหวัดหนองคาย (จุฑามาส แสงอรุณ และละออศรี เสนาะเมือง, 2545; Sanoamuang, 2005; Kotov et al., 2005) ขอนแก่น และอุดรธานี (ศุจิภรณ์ อธิบาย, 2545) สกลนคร และนครพนม (ปริญดา ตั้งปัญญาพร, 2546) มหาสารคาม และร้อยเอ็ด (สุพัสตรา เหล็กจาน, 2546) อุบลราชธานี (พรรณา วันชวง, 2547) และในบุ่งทามบริเวณลุ่มน้ำมูลตอนบนในจังหวัดสุรินทร์ ศรีสะเกษ และร้อยเอ็ด (ละออศรี เสนาะเมือง และศิริชัย ไฝทาคำ, 2548) จากรายงานการศึกษาจนถึงปัจจุบันพบความหลากชนิดของ คลาโดเซอราในภาคตะวันออกเฉียงเหนือทั้งสิ้น 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 ไฝทาคำ (2548)] ชนิดที่พบเป็นครั้งแรกในทวีปเอเชีย 6 สปีชีส์ ได้แก่ *Disparalona caudata* Smirnov, 1996, *Leydigia laevis* Gurney, 1927, *Leydigiopsis* Sars, 1901, *Macrothrix flabelligera* Smirnov, 1992, *M.* cf. *paulensis* (Sars, 1900) และ *Pseudosida ramose* Daday, 1904 จากการศึกษาในครั้งนี้ยังพบสกุล *Leydigiopsis* 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)] รายชื่อของคลาโดเซอราที่พบเป็นครั้งแรกของโลกดังตารางที่ 5

ภาคใต้มีรายงานการศึกษาความหลากชนิดของคลาโดเซอราในทะเลน้อย จังหวัดพัทลุง (Pholpunthin, 1997) จังหวัดตรัง (พรรณี สอาดฤทธิ์, 2545) และจากแหล่งน้ำต่าง ๆ ใน 14 จังหวัดภาคใต้ (Maiphae et al., 2005) จากรายงานการศึกษาจนถึงปัจจุบันพบความหลากชนิดของคลาโดเซอราทั้งสิ้น 93 สปีชีส์ ในจำนวนนี้ประกอบด้วยชนิดที่พบเป็นครั้งแรกในประเทศไทย 26 สปีชีส์ [พบ 9 สปีชีส์ โดยพิมพรรณ ตันสกุล และพรศิลป์ ผลพันธิน (2544), Pholpunthin (1997), 6 สปีชีส์ โดยพรรณี สอาดฤทธิ์ (2545) และ 11

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

สำหรับในภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกมีรายงานการศึกษาความหลากชนิดของคลาโดเซอราค่อนข้างน้อย ที่ภาคเหนือมีรายงานของ Kotov and Sanoamuang (2004) ได้ศึกษาคลาโดเซอราจากบ่อน้ำถาวรข้างถนนในจังหวัดอุตรดิตถ์พบเป็นชนิดใหม่ของโลก 1 สปีชีส์คือ *Ilyocryptus thailandensis* Kotov and Sanoamuang, 2004 ส่วนภาคกลางมีการศึกษาของพรรณี สอาดฤทธิ์ (2547) ในลำน้ำห้วยเขย่ง ห้วยภู และห้วยทีม จังหวัดกาญจนบุรี โดยเก็บตัวอย่างจากลำห้วย ฝายทดน้ำ และปากแม่น้ำในพื้นที่ดังกล่าว ผลการศึกษาพบคลาโดเซอรา 40 สปีชีส์ ชนิดที่พบมากที่สุด ได้แก่ *Ceriodaphnia cornuta* Sars, 1885 รองลงมาได้แก่ *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. *Alonella orientalis* Sanoamuang and Kotethip	อุทยานแห่งชาติภูพาน จ. สกลนคร	ละออศรี เสนาะเมือง (2544)
2. *Ilyocryptus thailandensis* Kotov and Sanoamuang, 2004	บ่อน้ำถาวรข้างถนน จ. อุตรดิตถ์	Kotov and Sanoamuang (2004)
3. *Macrothrix pholpunthini* Kotov, Maiphae and Sanoamuang, 2005	บึงกุดทิง จ. หนองคาย และ พรุยน จ. ตรัง	Kotov et al. (2005)

ในการศึกษาครั้งนี้ได้สำรวจคลาโดเซอราเฉพาะในกลุ่ม Anomopoda และ Ctenopoda เนื่องจากดำรงชีวิตแบบอิสระ และมีความสำคัญในแหล่งน้ำ

4. โคพีพอด (copepods)

4.1 ชีววิทยาของโคพีพอด

โคพีพอดเป็นแพลงก์ตอนสัตว์ที่สำคัญกลุ่มหนึ่งจัดอยู่ในไฟลัมอาร์โทรโปดา (Phylum Arthropoda) คลาสครัสเตเชีย (Class Crustacea) ซับคลาสโคพีโพดา (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 ส่วนดำรงชีวิตเป็นแพลงก์ตอนอาศัยอยู่ในน้ำจืด 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) ชนิดที่พบมีขนาดเล็กสุดประมาณ 0.25 มิลลิเมตร ส่วนใหญ่ลำตัวจะใสมีสีเทาจางหรือสีน้ำตาล บางชนิดมีสีแดง ม่วง (Williamson, 1991) รูปร่างของโคพีพอดเป็นรูปทรงกระบอก รยางค์มีข้อปล้องชัดเจน ลำตัวประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ส่วนหัวเชื่อมติดกับส่วนอก (cephalothorax) เรียกว่า prosome ประกอบด้วย 5 ปล้อง ปล้องอกทุกปล้องจะมีรยางค์ขนาดเล็กใช้ในการว่ายน้ำ และส่วนท้อง (abdomen) มี 5 ปล้องมักไม่มีรยางค์ ส่วนใหญ่จะมีตาเดี่ยวเรียกว่า single naupliar eye โคพีพอดมีหนวด 2 คู่ หนวดคู่แรก (1^{st} antenna) ช่วยในการพยุงตัว ในเพศผู้มีลักษณะเปลี่ยนแปลงไปเพื่อจับตัวเมียขณะผสมพันธุ์ หนวดคู่ที่ 2 (2^{nd} antenna) ช่วยในการเคลื่อนไหว โคพีพอดส่วนใหญ่กินอาหารโดยการกรอง (filter feeding) อาหารดังกล่าว ได้แก่ แพลงก์ตอนพืช และเศษซากอินทรีย์ขนาดเล็ก บางสกุลเป็นผู้ล่า (predator) เช่น *Cyclops* โคพีพอดเป็นพวกที่มีเพศแยกกัน โคพีพอดน้ำจืดมีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ

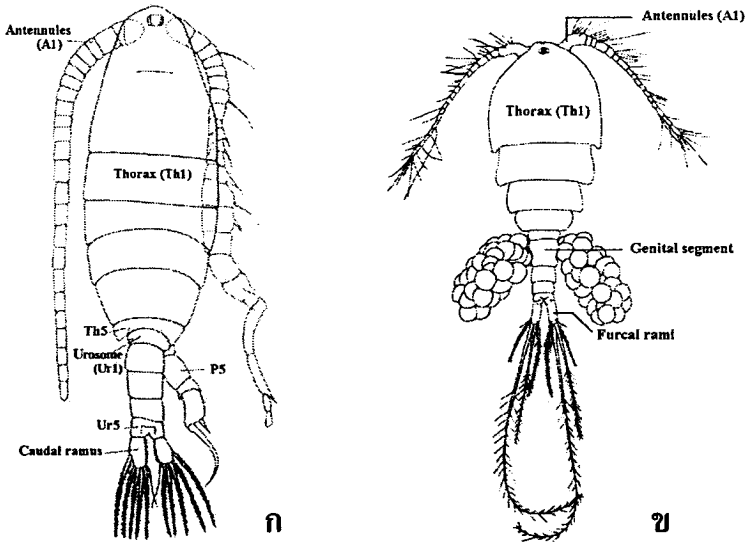
ในการศึกษาครั้งนี้ได้ศึกษาโคพีพอดที่ดำรงชีวิตแบบอิสระ และมีความสำคัญในแหล่งน้ำจืด ได้แก่ ออร์เดอร์คาลานอยดา (Order Calanoida) และออร์เดอร์ไซโคลพอยดา (Order Cyclopoida) ซึ่งมีลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่แตกต่างกัน ดังมีรายระเอียดต่อไปนี้

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) มักยืดยาวเกินปล้องสุดท้ายของส่วนยูโรโซม ส่วนหนวดคู่นี้ข้างขวาของเพศผู้เป็นแผ่นแบนมีขนาดใหญ่กว่าหนวดข้างซ้าย และมีขนาดใหญ่กว่าในเพศเมีย ใช้สำหรับจับเพศเมียในการผสมพันธุ์ หนวดคู่ที่ 2 แตกแขนงเป็นสองแฉก (biramous) ขาคู่ที่ 5 ของเพศผู้มีลักษณะไม่สมมาตร (asymmetry) ข้างซ้ายเล็กกว่าข้างขวา (ภาพที่ 5ก) ส่วนขาคู่ที่ 5 ของเพศเมียมีขนาดเล็กและสมมาตรกัน (symmetry) ทั้ง 2 ข้าง คอร์ดัลซีตีมีความยาวเท่ากัน เพศเมียมีถุงไข่ 1 ถุงอยู่ด้านท้อง

4.1.2 โคพีพอดกลุ่มไซโคลพอยด์ (cyclopoid copepods)

โคพีพอดในกลุ่มนี้มีทั้งที่ดำรงชีวิตแบบแพลงก์ตอนและอาศัยอยู่ตามพื้น (benthic copepods) แต่ส่วนใหญ่มักพบดำรงชีวิตเป็นแพลงก์ตอน ลักษณะของลำตัวค่อนข้างกลมหรือยาวรีคล้ายรูปไข่ มีความยาว 0.5 ถึงหลายมิลลิเมตร ส่วนอกและส่วนท้องแยกจากกันอย่างชัดเจน ส่วนท้องยืดยาว หนวดคู่ที่ 1 สั้นกว่าของคาลานอยด์ มี 6 - 17 ปล้อง ในเพศเมียหนวดคู่นี้มักยืดยาวไม่เกินปล้องสุดท้ายของส่วนอก ส่วนหนวดคู่ที่ 1 ของเพศผู้ทั้งสองข้างมีลักษณะโค้งงอ หนวดคู่ที่ 2 ไม่แตกแขนง ขาคู่ที่ 5 ของเพศผู้และเพศเมียมีลักษณะเหมือนกันทั้งสองข้างและมีขนาดเล็ก มีขาคู่ที่ 6 คอร์ดัลซีตีมีความยาวไม่เท่ากัน เพศเมียมีถุงไข่ 2 ถุงอยู่ด้านข้างของปล้องสืบพันธุ์ (ภาพที่ 5ข)



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

4.2 การศึกษาความหลากหลายและการแพร่กระจายของโคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์และไซโคลพอยด์

4.2.1 การศึกษาความหลากชนิดและการแพร่กระจายของโคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์และไซโคลพอยด์ในต่างประเทศ

การศึกษาความหลากชนิดและการแพร่กระจายของโคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์และไซโคลพอยด์ในประเทศต่าง ๆ ของแต่ละทวีปทั่วโลก ได้แก่ ทวีปยุโรป อเมริกาเหนือ อเมริกาใต้ แอฟริกา เอเชีย และทวีปออสเตรเลีย โดยพบว่าทวีปอเมิกาใต้มีรายงานความหลากชนิดมากที่สุดในประเทศเวเนซูเอลา 79 สปีชีส์ ทวีปแอฟริกาพบรายงานจำนวนชนิดมากที่สุดในประเทศเอธิโอเปีย 51 สปีชีส์ ส่วนประเทศเอสโทเนียซึ่งอยู่ในทวีปยุโรปมีรายงานความหลากชนิดของโคพีพอดกลุ่มไซโคลพอยด์มากถึง 26 สปีชีส์ สำหรับในทวีปอเมริกาเหนือประเทศสหรัฐอเมริกาพบโคพีพอด 23 สปีชีส์ ในจำนวนนี้เป็นโคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์ 22 สปีชีส์ และพบกลุ่มไซโคลพอยด์สกุลใหม่ของโลก 1 สกุลคือ *Itocyclops* นอกจากนี้ยังมีรายงานพบไซโคลพอยด์สกุล *Troglocyclops* ซึ่งเป็นสกุลใหม่จากประเทศบาฮามาส ส่วนทวีปเอเชีย (ยกเว้นประเทศไทย) รายงานความหลากชนิดมากที่สุดในประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาวและอินเดีย พบประเทศละ 35 สปีชีส์ รองลงมาคือสิงคโปร์และมาเลเซียพบรวมกันมากกว่า 30 สปีชีส์ (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 จำนวนชนิดของโคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์และไซโคลพอยด์ทั้งหมดที่พบ และจำนวนชนิดที่พบเป็นครั้งแรกของโลกในประเทศต่าง ๆ ของแต่ละทวีปทั่วโลก

ทวีป	ประเทศ	คาลานอยด์		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; Gutiérez-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
	เวเนซูเอลา	13	-	66	15	Dussart, 1984
4. แอฟริกา	ซูดาน	2	-	5	-	Green, 1984
	ตูนีเซีย	-	-	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 จำนวนชนิดของโคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์และไซโคลพอยด์ทั้งหมดที่พบ และจำนวนชนิดที่พบเป็นครั้งแรกของโลกในประเทศต่าง ๆ ของแต่ละทวีปทั่วโลก (ต่อ)

ทวีป	ประเทศ	คาลานอยด์		ไซโคลพอยด์		ที่มา
		จำนวนชนิดที่พบ	ชนิดที่พบเป็นครั้งแรกของโลก	จำนวนชนิดที่พบ	ชนิดที่พบเป็นครั้งแรกของโลก	
6. เอเชียและเอเชียตะวันออกเฉียงใต้	คาซักสถาน	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 การศึกษาความหลากชนิดและการแพร่กระจายของโคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์และไซโคลพอยด์ในประเทศไทย

จากการรวบรวมรายงานการศึกษาความหลากชนิดและการแพร่กระจายของโคพีพอด กลุ่มดังกล่าวนี้ในประเทศไทยตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน พบโคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์ทั้งสิ้น 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 ไฝทาคำ, 2548; Sanoamuang and Teeramaethee, 2006) ประเภทของแหล่งน้ำที่นำตัวอย่างมาศึกษา ได้แก่ ทะเลสาบ หนองน้ำ บึง อ่างเก็บน้ำ แม่น้ำ คลอง ลำธาร พรุ น้ำตก ฝายทดน้ำ คลองข้างถนน และนาข้าว เป็นต้น

การศึกษาความหลากชนิดของโคพีพอดในระยะแรกของประเทศไทยเริ่มตั้งแต่ปี ค.ศ. 1984 โดย Boonsom (1984) ได้รายงานการศึกษาแพลงก์ตอนสัตว์น้ำจืดในกลุ่มโรติเฟอร์และครัสเตเชียจากแหล่งน้ำนิ่งและแหล่งน้ำไหลจากบริเวณต่าง ๆ ทั่วประเทศไทย พบโคพีพอด กลุ่มคาลานอยด์ 8 สปีชีส์ และไซโคลพอยด์ 10 สปีชีส์ เป็นชนิดที่พบครั้งแรกในประเทศไทย 3 สปีชีส์ จากจำนวนชนิดของคาลานอยด์ที่พบนั้นมีเพียง 6 สปีชีส์ที่จำแนกชนิดได้ถูกต้อง (Reddy et al., 1998; Sanoamuang, 1999 อ้างโดยละออศรี เสนาะเมือง, 2545) และเริ่มมีการศึกษาอย่างต่อเนื่องมาโดยตลอดนับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2537 เป็นต้นมา โดยงานวิจัยส่วนใหญ่ศึกษาในพื้นที่ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สำหรับการศึกษาในภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออก และภาคใต้ มีการศึกษาบ้างแต่ไม่มากนัก ส่วนเอกสารงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มดังกล่าวที่รวบรวมได้มีดังต่อไปนี้

ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีรายงานการศึกษาความหลากชนิดและการแพร่กระจายของโคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์และไซโคลพอยด์ในแหล่งน้ำต่าง ๆ 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 (พรรณา วันชวง, 2547) นครพนม (Sanoamuang, 2004) และในบุ่งทามบริเวณลุ่มน้ำมูลตอนบนในจังหวัดสุรินทร์ ศรีสะเกษ และร้อยเอ็ด (ละออศรี เสนาะเมือง และศิริชัย ไฝทาคำ, 2548) จากรายงานดังกล่าวข้างต้นจนถึงปัจจุบันพบว่าในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีความหลากชนิดของโคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์ทั้งสิ้น 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 โดยพรรณา 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 โดยพรรณา 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 ไฝทาคำ (2548) คือ *Cryptocyclops linjanticus* (Kiefer, 1928) และ *Paracyclops affinis* (Sars, 1863)]

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

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

ตารางที่ 7 รายชื่อโคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์ชนิดใหม่ของโลกที่พบในประเทศไทย

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

(ที่มา: ละออศรี เสนาะเมือง, 2545)

5. แพลงก์ตอนสัตว์กับการอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อน

การประสพความสำเร็จในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจหลายๆ ชนิด ขึ้นอยู่กับปริมาณและคุณภาพของอาหารมีชีวิตที่ให้ในทันทีทันใด หลังจากสัตว์น้ำเหล่านี้ต้องการอาหาร อาหารมีชีวิตจึงมีความจำเป็นต่อลูกสัตว์น้ำวัยอ่อนแรกเกิดเป็นอย่างมากเนื่องจากเป็นการเริ่มต้นชีวิต และพร้อมที่จะพัฒนาเจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัยต่อไปในอนาคต การอนุบาลสัตว์น้ำ วัยอ่อนให้ได้รับการเจริญเติบโตและมีผลผลิตสูงสุด ซึ่งหมายถึง มีอัตราการรอดสูง ลูกสัตว์น้ำมีความแข็งแรง ปลอดโรค 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 ส่วนคลาโดเซอราที่นิยมเพาะเลี้ยงได้แก่ ไรแดง *Moina micrura* Kurz เนื่องจากโรติเฟอร์และไรแดงเป็นแพลงก์ตอนสัตว์ที่เลี้ยงง่าย โตเร็ว และมีคุณค่าทางอาหารสูง นอกจากนี้ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในปัจจุบันนิยมใช้ไรสีน้ำตาล (*Artemia salina*) ในการอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อนเนื่องจากสะดวกในการใช้สามารถนำซีสต์มาเพาะฟักได้เมื่อต้องการใช้ และสามารถเจริญเติบโตได้โดยเลี้ยงด้วยสาหร่าย สามารถเลี้ยงให้ไรสีน้ำตาลมีอายุต่างๆ กันได้ และมีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยในเรื่องคุณค่าทางอาหารในการใช้ไรสีน้ำตาลเลี้ยงตัวอ่อนของปลา (Mc Geachin, 1977) และจากการศึกษาของจิตรา ตีระเมธี และคณะ (2544) ได้อนุบาลม้าน้ำวัยอ่อนสายพันธุ์ *Hippocampus kuda* ด้วยไรสีน้ำตาลที่เลี้ยงด้วยแพลงก์ตอนพืชแตกต่างกัน 3 ชนิด พบว่าการอนุบาลม้าน้ำวัยอ่อนด้วยไรสีน้ำตาลนี้ให้อัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของม้าน้ำวัยอ่อนสูง แต่ทั้งนี้ซีสต์ของไรสีน้ำตาลต้องนำเข้าจากต่างประเทศซึ่งมีราคาค่อนข้างแพง หากสามารถหาแพลงก์ตอนสัตว์ชนิดอื่นๆ จากภายในประเทศมาทดแทนการใช้ไรสีน้ำตาลที่ใช้กันอยู่ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในปัจจุบันได้ จะช่วยลดต้นทุนการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำและการขาดดุลย์การค้าของประเทศลงได้

5.1 การเพาะเลี้ยงโรติเฟอร์

ในวงการการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด อาหารมีชีวิตมีความสำคัญอย่างมาก อาหารมีชีวิตในห่วงโซ่อาหารประกอบด้วยสาหร่าย โรติเฟอร์ และลูกปลาวัยอ่อน ในการส่งถ่ายกรดไขมันที่จำเป็นและองค์ประกอบทางอาหารอื่นๆ จากสาหร่ายไปสู่โรติเฟอร์ และส่งต่อไปยังลูกปลาวัยอ่อน ตามลำดับ (Watanabe et al., 1983) โรติเฟอร์นับว่าเป็นอาหารมีชีวิตชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญอย่างยิ่งสำหรับสัตว์น้ำวัยอ่อน ชนิดที่นิยมเพาะเลี้ยงโดยทั่วไป ได้แก่ *B. calyciflorus* และ *B. rubens* Ehrenberg เป็นโรติเฟอร์ที่มีความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในช่วงกว้างตั้งแต่ 15-31 องศาเซลเซียส ในธรรมชาติสามารถอยู่ในน้ำที่มีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของสารอนินทรีย์ได้ โรติเฟอร์ *B. calyciflorus* สามารถเลี้ยงในสารอาหารสังเคราะห์ซึ่งประกอบด้วย $NaHCO_3$ 96 มิลลิกรัม, $CaSO_4.2H_2O$ 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 convoluus* และ *Chlorella* นอกจากนี้ยังให้ผลดีเมื่อเลี้ยงด้วยยีสต์ และ Artificial Culture Selco ของบริษัท Inve Aquaculture เบลเยี่ยม 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* แบบมหมวลกึ่งต่อเนื่องบริเวณกลางแจ้ง ให้สาหร่าย *Chlorella* sp. เป็นอาหาร มวลชีวภาพ ผลผลิตและประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของโรติเฟอร์จากการเพาะเลี้ยงวัดได้จากอัตราการเจือจางสาหร่ายที่เปลี่ยนแปลงไป อัตราการเจือจางที่เหมาะสมคือ 0.16 ต่อวัน มวลชีวภาพของโรติเฟอร์แห้งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.1227 กรัมต่อลิตร ผลผลิตในแต่ละวันโดยเฉลี่ยเท่ากับ 9.82 กรัมแห้งต่อปริมาตรน้ำเลี้ยง 500 ลิตร หรือ 0.01963 กรัมต่อลิตร ซึ่งผลที่ได้นี้จะลดลงเมื่ออัตราการเจือจางสูงกว่าหรือต่ำกว่า 0.16 ต่อวัน ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของโรติเฟอร์เท่ากับ 23.7±2.8 เปอร์เซ็นต์ ที่อัตราการเจือจาง 0.2 ต่อวัน และการเลี้ยงโรติเฟอร์แบบกึ่งต่อเนื่องนี้จะมีอัตราการเจริญเติบโตเท่ากับ 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 $5-15x10^6$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร เมื่อให้สาหร่ายที่ความหนาแน่นของเซลล์ $15x10^6$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร ผลผลิตของโรติเฟอร์เพิ่มขึ้นสูงสุดเป็น 30 ตัวต่อมิลลิลิตรต่อวัน หรือมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 27.52 ± 3.11 ตัวต่อมิลลิลิตรต่อวัน เวลาในการทวีคูณของสาหร่ายลดลงจาก 4.27±0.32 วัน เป็น 2.28±0.22 วัน เมื่อความหนาแน่นของเซลล์สาหร่ายกำลังเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง การทวีคูณของเซลล์สาหร่ายต่ำสุดที่ความหนาแน่นของเซลล์ $15x10^6$ เซลล์ต่อมิลลิลิตรคือ 2.04 วัน และการทวีคูณของเซลล์สาหร่ายมากที่สุดที่ความหนาแน่นของเซลล์ $5x10^6$ เซลล์ต่อมิลลิลิตรคือ 4.62 วัน อัตราการเจริญเติบโตของโรติเฟอร์มีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรงกับความหนาแน่นของเซลล์ MFD *Chlorella* ที่กำลังเพิ่มขึ้น พบว่าในวันที่ 3 ของการทดลอง ประชากรโรติเฟอร์มีความหนาแน่นสูงสุดเท่ากับ 135-164 ตัวต่อมิลลิลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 154.33±13.67 ตัวต่อมิลลิลิตร ที่ความหนาแน่นเซลล์สาหร่าย $15x10^6$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร มีค่า pH อยู่ในช่วง 7.13-7.26 และปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ 6.0-6.5 พีพีเอ็ม ในขณะที่เมื่อให้สาหร่าย *C. capsulata* ที่ความหนาแน่นของเซลล์ $10x10^6$ เซลล์ต่อมิลลิลิตรเป็นอาหาร ผลผลิตของโรติเฟอร์เพิ่มขึ้นสูงสุดโดยเฉลี่ยเท่ากับ 59.3±8.54 ตัวต่อมิลลิลิตรต่อวัน อัตราการเจริญเติบโตของโรติเฟอร์มีความสัมพันธ์เป็นเส้นโค้งกับความหนาแน่นของเซลล์สาหร่าย *C. capsulata* ที่กำลังเพิ่มขึ้น เวลาในการทวีคูณของสาหร่ายลดลงอย่างมีนัยสำคัญจาก 2.02±0.07 วัน เป็น 1.78±0.09 วัน ที่ความหนาแน่นของเซลล์สาหร่ายที่กำลังเพิ่มขึ้นจาก $5-10x10^6$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร และเวลาในการทวีคูณของสาหร่ายเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญจาก 1.78±0.09 วัน เป็น 2.17±0.06 วัน ที่ความหนาแน่นของเซลล์สาหร่าย $10-15x10^6$ 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 $4x10^6$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร ส่วนอัตราการกินสูงสุดอยู่ระหว่าง $4-8x10^6$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร หรือ $191x10^2$ เซลล์ต่อตัวต่อชั่วโมง ที่ $5x10^6$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร แต่เมื่อเลี้ยงด้วยยีสต์ โรติเฟอร์จะมีอัตราการกินที่สูงสุดเท่ากับ $86x10^2$ เซลล์ต่อชั่วโมง ความหนาแน่นของเซลล์ที่เหมาะสมและระยะเวลาการให้แสงคือ การให้แสงสว่างกับไม่ให้แสงเท่ากับ 24 ต่อ 0 ชั่วโมง อัตราการกรองและอัตราการกินของโรติเฟอร์จะมีค่าสูงสุดที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

ต่อมา Sanoamuang (1993a) ได้ศึกษาผลของอุณหภูมิต่อสัณฐานวิทยา วงชีวิต และอัตราการเจริญเติบโตของ *Filinia terminalis* (Plate) และ *F.* cf. *pejleri* Hutchinson โดยให้ *Oocystis* sp. เป็นอาหารที่ระดับความหนาแน่นต่างกัน 5 ระดับ พบว่าที่ความหนาแน่นของสาหร่าย $5x10^4$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร ทำให้โรติเฟอร์ทั้งสองสปีชีส์มีอัตราการเจริญเติบโตดีที่สุด ลักษณะของโรติเฟอร์ตั้งแต่แรกเกิดจนถึงตัวเต็มวัยมีลักษณะที่เหมือนกันจนไม่สามารถแบ่งออกเป็นระยะของวัยต่าง ๆ ได้ชัดเจน

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

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

1. สถานที่ทำการวิจัย

ในการศึกษาครั้งนี้ได้เลือกพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญระดับนานาชาติ 2 แห่ง ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.1 พื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์

ลักษณะภูมิประเทศเป็นหนองน้ำขนาดใหญ่ บริเวณโดยรอบมีพื้นที่ชุ่มน้ำ 5 ประเภทคือ บึง ที่ลุ่มชื้นแฉะ บริเวณเกาะ บริเวณป่าพรุและป่าละเมาะ และบริเวณทุ่งนา พืชน้ำที่พบในบริเวณที่เก็บตัวอย่าง ได้แก่ ต้นกก บัวหลวง บัวสาย บัวบา ผักตบชวา แพงพวยน้ำ จอกหูหนู แหน ผักบุ้ง ผักแว่น ผักกระเฉด สาหร่ายหางกระรอก สาหร่ายข้าวเหนียว บริเวณที่เก็บตัวอย่างส่วนใหญ่ห่างไกลจากชุมชน มีบางพื้นที่ที่ถูกรบกวนโดยการกระทำของมนุษย์ในการใช้ประโยชน์บริเวณพื้นที่รอบบึง การทำเกษตรกรรม และจากการเปลี่ยนแปลงทางธรรมชาติของแหล่งน้ำ เกิดสภาพตื้นเขินจากการสะสมตะกอน สภาพนิเวศโดยรวมของบึงเกิดการเปลี่ยนแปลงไปบ้างแต่ยังคงความอุดมสมบูรณ์ (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2546)

1.2 พื้นที่ชุ่มน้ำบึงโขงหลง จังหวัดหนองคาย

ลักษณะภูมิประเทศเป็นบึงน้ำขนาดใหญ่ เนื้อที่ของตัวบึงขึ้นอยู่กับฤดูกาล ในฤดูฝนระดับน้ำเอ่อล้นทำให้ตัวบึงมีเนื้อที่เพิ่มขึ้น ส่วนในฤดูแล้ง มีปริมาณน้ำน้อย ทำให้ตัวบึงมีเนื้อที่ลดลง พืชน้ำที่พบในบริเวณที่เก็บตัวอย่าง ได้แก่ กกเหลี่ยม กกกลม แห้วทรงกระเทียม บัวหลวง บัวสาย บัวบา แพงพวยน้ำ จอกหูหนู ผักบุ้ง ผักแว่น สาหร่ายหางกระรอก สาหร่ายข้าวเหนียว สาหร่ายไฟ ตาลปัตรฤาษี ต้นหม้อข้าวหม้อแกงลิง บริเวณที่เก็บตัวอย่างส่วนใหญ่ห่างไกลจากชุมชน มีการใช้ประโยชน์บริเวณพื้นที่รอบบึงโดยมนุษย์ทำการเกษตรกรรม สภาพนิเวศโดยรวมค่อนข้างอุดมสมบูรณ์ (สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2545)

2. วิธีการวิจัย

2.1 การเก็บตัวอย่างโรติเฟอร์ คลาโดเซอรา และโคพีพอด

ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างโรติเฟอร์ คลาโดเซอรา และโคพีพอดจากบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์ (ภาพที่ 6 และภาพที่ 7) และบึงโขงหลง จังหวัดหนองคาย (ภาพที่ 8 และภาพที่ 9) โดยใช้วิธีการสุ่มแบบอาศัยท้องที่ทางภูมิศาสตร์เป็นหลัก (area sampling) แบ่งออกเป็น 5 สถานี ได้แก่ ทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก ทิศตะวันตก และกลางบึง ในการกำหนดสถานีเก็บตัวอย่าง เก็บตัวอย่างใน 3 ฤดูกาล เป็นระยะเวลา 2 ปี (เริ่มตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2545 ถึงเมษายน พ.ศ. 2547) รวม 6 ครั้งๆ ละ 5 สถานีต่อแหล่งน้ำ เพื่อวิเคราะห์หาจำนวนชนิดในเชิงคุณภาพ (qualitative) โดยใช้ถุงลากแพลงก์ตอนที่มีขนาดตา 30 และ 60 ไมโครเมตร และเชิงปริมาณ (quantitative) โดยใช้เครื่องมือ Schindler Plankton trap มีความจุ 5 ลิตร เก็บที่ระดับความลึกของน้ำ 1 เมตร จำนวน 4 ครั้ง ได้ตัวอย่างน้ำ 20 ลิตร กรองน้ำผ่านถุงลากแพลงก์ตอน เก็บรักษาตัวอย่างด้วยน้ำยาฟอร์มาลิน (formalin) ความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ พร้อมทั้งตรวจวัดค่าทางกายภาพและเคมีของน้ำบางประการในทุกสถานีเก็บตัวอย่าง ได้แก่ อุณหภูมิ พีเอช (pH) การนำไฟฟ้า (conductivity) ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (dissolved oxygen) และความเค็ม โดยใช้เครื่องมือวัดคุณภาพน้ำยี่ห้อ HORIBA รุ่น U-10 และวัดความลึกของแหล่งน้ำในทุกสถานีเก็บตัวอย่าง

2.2 การวิเคราะห์ชนิดตัวอย่างในห้องปฏิบัติการ

2.2.1 วิธีการจำแนกชนิดโรติเฟอร์

2.2.1.1 ใช้หลอดหยดดูดตัวอย่างโรติเฟอร์ที่ก้นขวดเก็บตัวอย่างที่เก็บรักษาไว้ในฟอร์มาลินความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ ใส่ในจานหลุมแก้ว (chamber) เติมน้ำกลั่นให้เจือจางตัวอย่างจากนั้นใช้เข็มเขี่ย ๆ ให้ตะกอนตัวอย่างกระจาย นำไปตรวจจำแนกชนิดภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงกำลังขยาย 100 เท่า เพื่อคัดแยกตัวอย่างโรติเฟอร์ที่ต้องการจำแนกชนิด

2.2.1.2 หยดกลีเซอรีน 1-2 หยด ลงบนสไลด์ จากนั้นใช้คาปิลลารีปิเปตดูดตัวอย่างโรติเฟอร์ที่อยู่ในจานหลุมแก้วใส่ลงบนสไลด์ที่มีกลีเซอรีนอยู่ ปิดด้วยกระจกปิดสไลด์ นำไปตรวจจำแนกชนิดภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงกำลังขยาย 400 และ 1,000 เท่า โดยเทียบลักษณะของตัวอย่างกับเอกสารประกอบการจำแนกชนิด ระบุชนิดโรติเฟอร์ และบันทึกผล

2.2.1.3 ตรวจตัวอย่างโรติเฟอร์ที่เหลืออยู่ในจานหลุมแก้วทั้งหมด นำตัวอย่างที่ตรวจแล้ว เทลงในขวดแก้วที่มีฝาปิด

2.2.1.4 ตรวจตัวอย่างโรติเฟอร์ที่เหลือจนครบทั้งขวดตามขั้นตอนข้อ 2.2.1.1-2.2.1.2 จากนั้นเทตัวอย่างจากขวดแก้วในข้อ 2.2.1.3 ลงในขวดเก็บตัวอย่างตามเดิม เติมน้ำยาฟอร์มาลินลงในขวดตัวอย่างอีกเพื่อให้ตัวอย่างถูกเก็บรักษาไว้ในฟอร์มาลินที่ความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์เช่นเดิม

2.2.1.5 สำหรับโรติเฟอร์สกุลที่ต้องใช้โทรฟีในการจำแนกชนิดต้องทำการย่อยเนื่อเยื่อ ตามขั้นตอนดังนี้

(1) นำโรติเฟอร์ที่ต้องการย่อยเนื้อเยื่อใส่ลงในสไลด์ที่มีหยดกลีเซอรีนอยู่ จากนั้นปิดด้วยกระจกปิดสไลด์

(2) หยดโซเดียมไฮโปคลอไรท์ (NaOCl) ที่บริเวณขอบของกระจกปิดสไลด์ทางด้านซ้ายมือ ใช้กระดาษชำระค่อย ๆ ซับที่ขอบของกระจกปิดสไลด์ทางด้านขวามือ

(3) รอจนโซเดียมไฮโปคลอไรท์ย่อยเนื้อเยื่อโรติเฟอร์หมดคงเหลือแต่โทรฟี

(4) หยดน้ำกลั่นเพื่อล้างโทรฟี ทำตามขั้นตอนเดียวกับข้อ (2)

(5) หยดกลีเซอรีนที่ขอบด้านใดด้านหนึ่งของกระจกปิดสไลด์เพื่อเก็บรักษาโทรฟีเป็นสไลด์ถาวร

(6) นำตัวอย่างโทรฟีไปตรวจสอบภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงกำลังขยาย 400 และ 1,000 เท่า โดยเทียบลักษณะของโทรฟีกับเอกสารประกอบการจำแนกชนิด

2.2.1.6 นำสไลด์ที่มีตัวอย่างโรติเฟอร์ที่ระบุชนิดได้ และตัวอย่างอยู่ในสภาพที่ดีมาผนึกขอบแผ่นกระจกปิดสไลด์ด้วย DePeX เพื่อเก็บรักษาตัวอย่างในรูปของสไลด์ถาวร

2.2.1.7 ถ่ายภาพตัวอย่างโรติเฟอร์ด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (ยี่ห้อ Olympus รุ่น BX51) ที่ต่อเข้ากับอุปกรณ์สำหรับย้ายภาพลงคอมพิวเตอร์ได้

2.2.1.8 วาดภาพลายเส้นตัวอย่างโรติเฟอร์โดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงที่มีกำลังขยายสูงสุดติดกับอุปกรณ์สำหรับวาดภาพ (camera lucida)

2.2.2. วิธีการจำแนกชนิดคลาโดเซอรา

2.2.2.1 ใช้หลอดหยดดูดตัวอย่างคลาโดเซอราที่ก้นขวดเก็บตัวอย่างที่เก็บรักษาไว้ในฟอร์มาลินความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ ใส่ในจานหลุมแก้ว เติมน้ำกลั่นให้เจือจางแล้วใช้เข็มเขี่ย ๆ ให้ตะกอนตัวอย่างกระจาย จากนั้นนำไปตรวจสอบภายใต้กล้องสเตอริโอกำลังขยายต่ำ เพื่อคัดแยกตัวอย่างคลาโดเซอราที่ต้องการจำแนกชนิด

2.2.2.2 หยดกลีเซอรีน 1-2 หยด ลงบนสไลด์ จากนั้นใช้คาปิลลารีปิเปตหรือหลอดหยดดูดตัวอย่างคลาโดเซอราที่อยู่ในจานหลุมแก้วใส่ลงบนสไลด์ที่มีกลีเซอรีนอยู่ ปิดด้วยกระจกปิดสไลด์ที่รองด้วยดินน้ำมันที่มุมทั้ง 4 มุม เพื่อป้องกันไม่ให้ตัวอย่างเสียรูปทรง จากนั้นนำไปตรวจจำแนกชนิดภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงกำลังขยาย 400 และ 1,000 เท่า โดยเทียบลักษณะของตัวอย่างกับเอกสารประกอบการจำแนกชนิดระบุชนิดคลาโดเซอรา และบันทึกผล

2.2.2.3 ตรวจตัวอย่างคลาโดเซอราที่เหลือตามขั้นตอนหัวข้อที่ 2.2.2.1 และ 2.2.2.2

2.2.2.4 เก็บรักษาตัวอย่างในรูปสไลด์ถาวร พร้อมทั้งถ่ายภาพ และวาดภาพตัวอย่างคลาโดเซอราตามขั้นตอนหัวข้อที่ 2.2.1.6-2.2.1.8

2.2.3 วิธีการจำแนกชนิดโคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์และไซโคลพอยด์

คัดแยกตัวอย่างโคพีพอดทำเช่นเดียวกับวิธีการคัดแยกตัวอย่างคลาโดเซอรา (หัวข้อที่ 2.2.2.1) การจำแนกชนิดโคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์ใช้เพศผู้ กลุ่มไซโคลพอยด์ใช้เพศเมีย

2.2.3.1 นำตัวอย่างโคพีพอดจากขวดตัวอย่างที่เก็บรักษาไว้ในฟอร์มาลินความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ ใส่ในจานหลุมแก้ว เติมน้ำกลั่นให้เจือจางแล้วใช้เข็มเขี่ย ๆ ให้ตะกอนตัวอย่างกระจาย จากนั้นนำไปตรวจสอบภายใต้กล้องสเตอริโอกำลังขยายต่ำ เพื่อคัดแยกตัวอย่างโคพีพอดที่ต้องการจำแนกชนิด

2.2.3.2 หยดกลีเซอรีน 1 หยด ลงบนสไลด์ ใช้เข็มปักแมลงเสียบตัวโคพีพอดที่ต้องการให้ติดขึ้นมาวางบนสไลด์ที่มีกลีเซอรีน กลุ่มคาลานอยด์โคพีพอดใช้เข็มปักแมลงขนาดเล็กตัดหนวดคู่ที่ 1 ข้างขวา และขาคู่ที่ 5 (P5) ของเพศผู้ ส่วนไซโคลพอยด์โคพีพอดใช้เข็มปักแมลงขนาดเล็กตัดขาคู่ที่ 5 ที่ติดกับปล้องยูโรโซมเพื่อจำแนกระดับสกุล ขาคู่ที่ 4 และหนวดคู่ที่ 2 เพื่อจำแนกระดับสปีชีส์ ภายใต้กล้องสเตอริโอกำลังขยายสูง ปิดด้วยกระจกปิดสไลด์ที่รองด้วยดินน้ำมันที่มุมทั้ง 4 มุม นำไปตรวจสอบภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงกำลังขยาย 400 และ 1,000 เท่า เทียบลักษณะตัวอย่างกับเอกสารประกอบการจำแนกชนิด ระบุชนิดโคพีพอด และบันทึกผล

2.2.3.3 ตรวจตัวอย่างโคพีพอดที่เหลืออยู่ตามขั้นตอนหัวข้อที่ 2.2.3.1 และ 2.2.3.2

2.2.3.4 เก็บรักษาตัวอย่างในรูปของสไลด์ถาวร พร้อมทั้งถ่ายภาพ และวาดภาพตัวอย่างโคพีพอดตามขั้นตอนหัวข้อที่ 2.2.1.6-2.2.1.8

2.3 การวิเคราะห์ความชุกชุมของโรติเฟอร์ คลาโดเซอรา และโคพีพอด

การนับจำนวนโรติเฟอร์ คลาโดเซอรา และโคพีพอด ทำได้โดยเขย่าขวดตัวอย่างแพลงก์ตอนที่เก็บด้วยเครื่องมือ Schindler Plankton Trap ให้เข้ากัน ดูดตัวอย่างจากขวดที่เขย่าแล้วใส่ลงบนสไลด์ Sedgwich Rafter Counting Cell สำหรับนับจำนวนแพลงก์ตอน นับจำนวน โรติเฟอร์ คลาโดเซอรา และโคพีพอด จนหมดสไลด์ ทำซ้ำเช่นนี้ โดยนับจำนวนโรติเฟอร์ คลาโดเซอรา และโคพีพอดจากตัวอย่างที่เหลือในขวด จำนวน 5 ซ้ำ บันทึกข้อมูล

2.4 การเตรียมตัวอย่างโรติเฟอร์ คลาโดเซอรา และโคพีพอดเพื่อศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

2.4.1 คัดเลือกตัวอย่างที่ต้องการศึกษา ใส่ในจานเพาะเชื้อ (petridich) เติมน้ำให้ท่วมตัวอย่าง ใช้คาพิลลารีปิเปตเป่าเบา ๆ และดูดน้ำออก ในบางครั้งอาจต้องทำการล้างตัวอย่างโดยใช้พู่กันขนาดเล็กเขี่ยเศษสิ่งสกปรกที่เกาะตามพื้นผิวตัวอย่าง ทำเช่นนี้หลายครั้งเพื่อล้างตัวอย่างให้สะอาด ในกรณีของตัวอย่างโคพีพอด ใช้เข็มเขี่ยขนาดเล็กตัดระยางค์ขา ปลายหนวด และอวัยวะอื่นที่ต้องการศึกษาออกก่อน

2.4.2 นำตัวอย่างใส่ในแคปซูลที่เจาะรูหัวท้าย ปิดด้วยผ้ากรองขนาดตา 60 ไมโครเมตร เพื่อให้สารเคมีสามารถผ่านได้ ขณะที่ใส่ตัวอย่างลงในแคปซูล ๆ ต้องแช่ในภาชนะที่มีน้ำตลอดเวลา

2.4.3 ขั้นตอนการขจัดน้ำออกจากตัวอย่าง (dehydration) นำแคปซูลที่มีตัวอย่างใส่ลงในขวดแก้วที่มีเอทิลแอลกอฮอล์ความเข้มข้น 30, 50, 70, 80, 90, 95, 100 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่ละระดับความเข้มข้นใช้เวลา 10 นาที จากนั้นนำไปแช่ในเอมิลอาซีเตท 2 ครั้ง ๆ ละ 10 นาที ในระหว่างกระบวนการขจัดน้ำออกจากตัวอย่างนั้นสามารถพักตัวอย่างไว้ได้ที่เอทิลแอลกอฮอล์ความเข้มข้น 70 เปอร์เซ็นต์

2.4.4 ทำให้ตัวอย่างแห้งด้วยวิธี Critical Point Drying (CPD) ใช้เวลาประมาณ 90 นาที

2.4.5 ใช้เข็มปักแมลงที่แห้งและสะอาด แตะตัวอย่างให้ติดกับเข็ม นำมาวางติดบนแท่นรองรับตัวอย่าง (stub) ที่มีกระดาษกาวสองหน้าติดอยู่

2.4.6 นำแท่นรองรับตัวอย่างที่ติดตัวอย่างแล้วไปฉาบผิวด้วยทองโดยใช้เครื่องพ่นสูญญากาศ

2.4.7 ตรวจสอบตัวอย่างด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (รุ่น LEO 1450VP) และบันทึกภาพ

2.5 การเพาะเลี้ยงโรติเฟอร์ 2 สปีชีส์ เพื่อศึกษาชีววิทยา

2.5.1 การคัดเลือกชนิดของโรติเฟอร์จากแหล่งน้ำธรรมชาติ

เก็บตัวอย่างโรติเฟอร์ที่มีชีวิตจากแหล่งน้ำในเขตอำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น โดยใช้ถุงลากแพลงก์ตอนขนาดตา 60 ไมโครเมตร ทำการแยกโรติเฟอร์ชนิดที่ต้องการนำมาศึกษา โดยคัดเลือกโรติเฟอร์ที่เป็นชนิดเดียวกับที่พบในบึงบอระเพ็ดและบึงโขงหลง โดยมีขนาดและรูปร่างที่เหมือนกันกับที่พบในบึง นำมาเพาะเลี้ยงให้ได้ปริมาณมากพอที่จะนำไปศึกษาในขั้นต่อไป

2.5.2 การคัดแยกชนิดแพลงก์ตอนพืช (สาหร่ายสีเขียว) ให้บริสุทธิ์

2.5.2.1 ทำการแยกชนิดของสาหร่ายด้วยวิธีการเพาะบนอาหารวุ้น โดยใช้ห่วงลวดเขี่ยเชื้อลนไฟ เมื่อห่วงลวดเย็นนำมาแตะกับน้ำตัวอย่างที่เก็บมาจากบึงบอระเพ็ด ลากไปมาบนอาหารวุ้นจนทั่วจานแก้ว (petri dish) วางจานแก้วบนชั้นเพาะเลี้ยงภายใต้สภาวะอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ให้แสงสว่างจากหลอดฟลูออเรสเซ็นต์คูลไวท์ จำนวน 6 หลอด ความเข้มแสง 1,500 ลักซ์ ให้แสงสว่าง:มืด เท่ากับ 12:12 ชั่วโมง เพื่อให้สาหร่ายเจริญเติบโต ใช้ระยะเวลาประมาณ 3-4 สัปดาห์

2.5.2.2 นำโคโลนีของสาหร่ายที่เกิดขึ้นบนอาหารวุ้น โดยใช้ห่วงลวดเขี่ยเชื้อลนไฟ เมื่อห่วงลวดเย็นนำมาแตะกับโคโลนีของสาหร่ายสีเขียว นำไปเลี้ยงในหลอดแก้วที่มีสารละลายอาหาร นำหลอดแก้ววางบนชั้นเพาะเลี้ยง ภายใต้สภาวะเดียวกันกับข้อ 2.5.2.1 สาหร่ายจะใช้ระยะเวลาในการเจริญเติบโตประมาณ 2-4 สัปดาห์

2.5.2.3 ตรวจเช็คว่าสาหร่ายที่เกิดขึ้นในหัวข้อที่ 2.5.2.2 นั้นเป็นสาหร่ายที่บริสุทธิ์หรือไม่ ถ้ามีการปนเปื้อนของสาหร่ายมากกว่า 1 ชนิด ต้องนำไปทำซ้ำตามขั้นตอนที่ 2.5.2.1 และ 2.5.2.2 จนกว่าจะได้สาหร่ายที่บริสุทธิ์ไม่มีการปนเปื้อนจากชนิดอื่น ๆ

2.5.3 การศึกษาชีววิทยาของการเจริญเติบโตของโรติเฟอร์ 2 สปีชีส์

2.5.3.1 การศึกษาอายุขัยของโรติเฟอร์

(1) คัดเลือกโรติเฟอร์แม่พันธุ์ที่มีไข่แล้ว 10 ตัวต่อ 1 ชนิดของโรติเฟอร์ แยกเลี้ยงในภาชนะละ 1 ตัว ที่อุณหภูมิห้อง ให้แพลงก์ตอนพืช (*Chlorella* sp.) เป็นอาหาร จนกระทั่งให้ลูก (F1) แยกลูกโรติเฟอร์ที่ได้นี้นำมาเป็นตัวเริ่มต้นของการศึกษาในขั้นต่อไป

(2) ศึกษาโรติเฟอร์ตั้งแต่แรกเกิด จนถึงการเจริญเติบโต และให้ลูก (F2) เช็คผลทุกชั่วโมง จดบันทึกจำนวนลูกที่ได้ทั้งหมดจนกระทั่งโรติเฟอร์ (F1) ตาย

2.5.3.2 ศึกษาชนิดของอาหาร (แพลงก์ตอนพืช) ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต

ใช้อาหาร 3 ชนิด ได้แก่ แพลงก์ตอนพืชที่คัดแยกมาได้จากขั้นตอนที่ 2.5.2 จำนวน 2 ชนิด และชนิดที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในวงการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดคือ *Chlorella* sp. นำโรติเฟอร์ที่คัดเลือกได้ตามขั้นตอนข้อ 2.5.1 จำนวน 2 สปีชีส์ แยกเลี้ยงในภาชนะละ 1 ตัว จำนวน 5 ซ้ำ ต่อทุก ๆ 1 วันที่เก็บตัวอย่างแยกออกมาโดยไม่นำกลับไปเลี้ยงต่อ (ชนิดของอาหาร 3 ชนิด x โรติเฟอร์ 2 สปีชีส์ x 5 ซ้ำ x จำนวนชุดข้อมูลที่แยกออกมาในเวลาที่เช็คผล) เลี้ยงที่อุณหภูมิห้อง ให้อาหารทุกวัน โดยมีความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชอยู่ในช่วง 2.5-5.0x10^5 เซลล์ต่อมิลลิลิตร ถ่ายน้ำทุกวัน ๆ ละ 10-20 เปอร์เซ็นต์ แล้วจึงเติมแพลงก์ตอนพืชเข้าไป เมื่อเลี้ยงครบทุก 1 วัน ทำการเก็บตัวอย่างโรติเฟอร์แยกออกมาดองด้วยฟอร์มาลินความเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์ จดบันทึกจำนวนตัวทั้งหมดในแต่ละช่วงเวลา ทำการสุ่มวัดขนาดของโรติเฟอร์จากการเพาะเลี้ยงข้างต้น โดยวัดขนาดของความกว้างและความยาวของลำตัว ความกว้างและความยาวของไข่ ความยาวของหนามด้านข้างส่วนต้น (antero-lateral spine) หนามตรงกลางส่วนต้น (antero-medial spine) และหนามส่วนท้าย (posterior spine) ของลำตัว โดยโรติเฟอร์ *Brachionus angularis* ที่นำมาวัดขนาดนั้นได้มาจากการเลี้ยงในวันที่ 6 ของการทดลอง ส่วน *B. caudatus* ที่นำมาวัดขนาดนั้นมาจากการเลี้ยงในวันที่ 2 ของการทดลอง จดบันทึกข้อมูล

2.5.3.3 ศึกษาระดับความหนาแน่นของชนิดแพลงก์ตอนพืชที่ดีที่สุดต่อการเจริญเติบโตของโรติเฟอร์

นำชนิดแพลงก์ตอนพืชที่ดีที่สุดจากการเพาะเลี้ยงในหัวข้อที่ 2.5.3.2 มาศึกษาความหนาแน่นที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของโรติเฟอร์ชนิดที่มีการเจริญเติบโตดีที่สุด แบ่งความหนาแน่นของชนิดอาหารออกเป็น 5 ระดับ ได้แก่ 2.5x10^4, 5x10^4, 1x10^5, 5x10^5 และ 1x10^6 เซลล์ต่อมิลลิลิตร ทำการทดลอง 5 ซ้ำในทุกระดับความหนาแน่นของชนิดอาหาร โดยในแต่ละซ้ำใช้โรติเฟอร์แรกเกิด 10 ตัว (1ตัวต่อมิลลิลิตร) เลี้ยงที่อุณหภูมิห้อง ให้อาหารทุกวัน ถ่ายน้ำทุกวัน ๆ ละ 10-20 เปอร์เซ็นต์ แล้วจึงเติมแพลงก์ตอนพืชให้คงระดับความหนาแน่นเช่นเดิม เมื่อเลี้ยงครบทุก 24 ชั่วโมง จึงเก็บรักษาตัวอย่างโรติเฟอร์ด้วยฟอร์มาลินความเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์ จดบันทึกจำนวนตัวโรติเฟอร์ทั้งหมด

3. เอกสารที่ใช้ประกอบการจำแนกชนิด

3.1 โรติเฟอร์ใช้เอกสารดังต่อไปนี้ ละออศรี เสนาะเมือง (2537), De Smet (1996b), De Smet and Pourriot (1997), Koste (1978, 1989a, 1989b, 1989c), Koste and Shiel (1987), Sanoamuang (1993b, 1996, 1998a), Sanoamuang, Segers and Dumont (1995), Sanoamuang and Segers (1997), Sanoamuang and Savatenalinton (1999, 2001a, 2001b), Segers (1993a, 1993b, 1994, 1995), Segers and Sanoamuang (1994), Segers, Kotethip and Sanoamuang (2004), Shiel (1993, 1995), Shiel and Koste (1992) และ Shiel and Sanoamuang (1993) เป็นต้น

3.2 คลาโดเซอราใช้เอกสารดังต่อไปนี้ Idris (1983), Korovchinsky (1992), Kotov, Maiphae and Sanoamuang (2005), Sanoamuang (1998b), Smirnov (1996) และ Smirnov and Timms (1983) เป็นต้น

3.3 โคพีพอดใช้เอกสารดังต่อไปนี้ ละออศรี เสนาะเมือง (2545), Dumont and Reddy (1994), Dumont, Reddy and Sanoamuang (1996), Dussart and Defaye (1995), Reddy (1994), Reddy, Sanoamuang and Dumont (1998, 1999), Sanoamuang (1999, 2001a, 2001b, 2001c), Sanoamuang and Athibai (2002) และ Sanoamuang and Yindee (2001) เป็นต้น

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 วิเคราะห์ตัวอย่างความหลากชนิดของโรติเฟอร์ คลาโดเซอรา และโคพีพอดใช้สถิติพรรณนา เช่น ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เป็นต้น

4.2 วิเคราะห์และเปรียบเทียบความหลากชนิดและความชุกชุมของโรติเฟอร์ คลาโดเซอรา และโคพีพอดที่พบในฤดูกาลเดียวกันของทั้งสองปีด้วยแบบทดสอบ Wilcoxon Sign Rank test เปรียบเทียบความหลากชนิดและความชุกชุมของโรติเฟอร์ที่พบในทั้งสามฤดูกาลของปีแรกและปีที่สองด้วยแบบทดสอบ Friedman test และเปรียบเทียบเชิงซ้อนด้วยวิธี Dunn เนื่องจากข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบปกติ (อโนทัย ตรีวานิช, 2545)

4.3 วิเคราะห์และเปรียบเทียบความหลากชนิดและความชุกชุมของโรติเฟอร์ คลาโดเซอรา และโคพีพอดที่พบในทุกฤดูกาล ในทั้ง 2 แหล่งน้ำ ว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่ โดยการทดสอบความเป็นเอกพันธ์ (Test of Homogeneity) (อโนทัย ตรีวานิช, 2545)

4.4 การหาค่าดัชนีความหลากชนิด (Species Diversity Index) ใช้

สูตรของ Shannon- Wiener information theory index (H') = $-\sum p_i \log p_i$

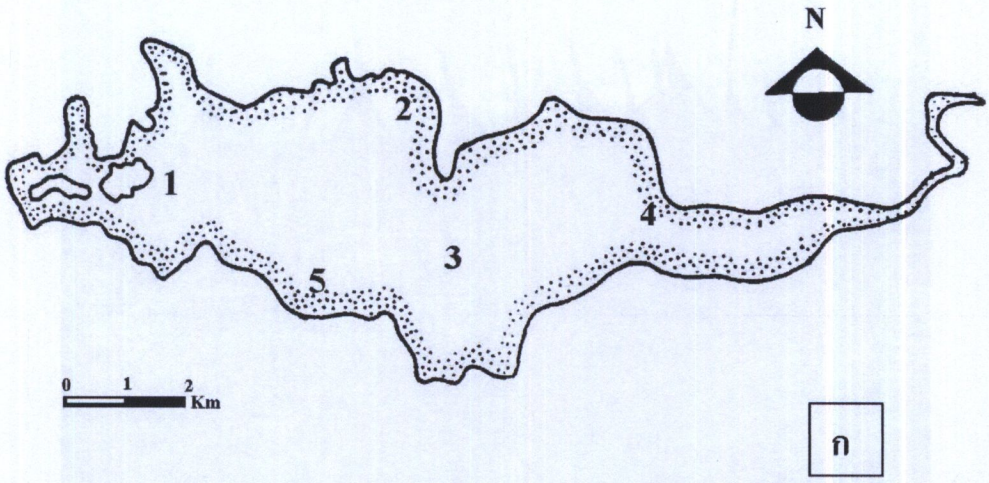
เมื่อ p_i = จำนวนตัวของแต่ละสปีชีส์ต่อจำนวนตัวรวมของทุกสปีชีส์

(Hauer and Resh, 1996)

4.5 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของแหล่งน้ำ เช่น อุณหภูมิ พีเอช การนำไฟฟ้า ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ ความเค็ม และความลึกของแหล่งน้ำว่ามีผลต่อความชุกชุมของโรติเฟอร์ คลาโดเซอรา และโคพีพอดที่พบหรือไม่ ใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สเปียร์แมน (Spearman Correlation Coefficients) เนื่องจากข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบปกติ (อโนทัย ตรีวานิช, 2545)

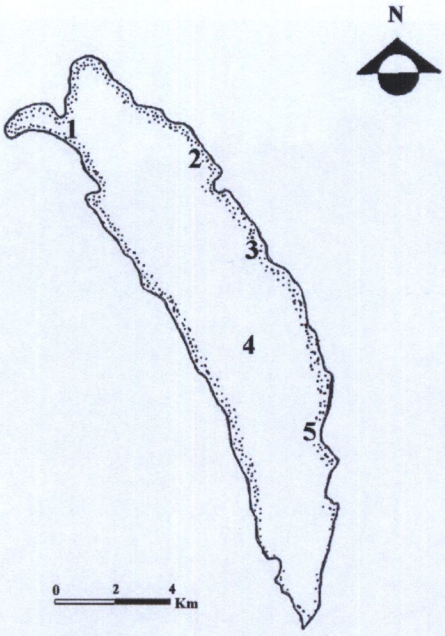
4.6 วิเคราะห์และเปรียบเทียบชนิดอาหาร 3 ชนิด โดยนำตัวอย่างที่เลี้ยงในอาหารจำนวน 5 ซ้ำ ระยะเวลาที่เช็คผลทุก ๆ 1 วัน ในการเลี้ยงโรติเฟอร์ 2 สปีชีส์ ไม่สามารถใช้การทดสอบแบบแฟกตอเรียล (Factorial design) ได้ เนื่องจากความแปรปรวนไม่เท่ากัน และข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบปกติ จึงทดสอบด้วยแบบทดสอบ Kruskal-Wallis test และเปรียบเทียบเชิงซ้อนด้วยวิธี Dunn (อโนทัย ตรีวานิช, 2545)

4.7 วิเคราะห์ชนิดของอาหารที่ดีที่สุดแบ่งออกเป็น 5 ระดับความหนาแน่นของอาหารในการเลี้ยงโรติเฟอร์ชนิดที่ดีที่สุด ด้วยแบบทดสอบ Kruskal-Wallis test และเปรียบเทียบเชิงซ้อนด้วยวิธี Dunn เนื่องจากข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบปกติ (อโนทัย ตรีวานิช, 2545)



ภาพที่ 6 แผนที่พื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์
ก. สถานีเก็บตัวอย่างบึงบอระเพ็ด ข. สภาพแวดล้อมของสถานีเก็บตัวอย่าง

ภาพที่ 7 สภาพแวดล้อมของพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์ (ก และ ข)



ภาพที่ 8 แผนที่พื้นที่ชุ่มน้ำบึงโขงหลง จังหวัดหนองคาย

ก. สถานีเก็บตัวอย่างบึงโขงหลง ข. สภาพแวดล้อมของสถานีเก็บตัวอย่าง

ภาพที่ 9 สภาพแวดล้อมของพื้นที่ชุ่มน้ำบึงโขงหลง จังหวัดหนองคาย (ก และ ข)

บทที่ 4
ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การศึกษาความหลากชนิดและความชุกชุมของโรติเฟอร์ คลาโดเซอรา และโคพีพอดในพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์ และบึงโขงหลง จังหวัดหนองคาย ตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2545 ถึงเมษายน 2547 เป็นระยะเวลา 2 ปี ปรากฏผลการศึกษาตามหัวข้อดังต่อไปนี้

1. ปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของแหล่งน้ำ
2. กลุ่มของแพลงก์ตอนสัตว์ที่ทำการศึกษา
3. เปรียบเทียบความหลากชนิดและความชุกชุมของโรติเฟอร์ คลาโดเซอรา และโคพีพอดที่พบระหว่างบึงบอระเพ็ด และบึงโขงหลง
4. รายละเอียดเกี่ยวกับสัณฐานวิทยาบางประการของโรติเฟอร์ คลาโดเซอรา และโคพีพอดชนิดใหม่ของโลกและชนิดที่พบเป็นครั้งแรกของประเทศไทย
5. การศึกษาชนิดและระดับความหนาแน่นของอาหารต่อชีววิทยาของการเจริญเติบโตและการเพาะเลี้ยงโรติเฟอร์

1. ปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของแหล่งน้ำ

จากการสำรวจความหลากชนิดและความชุกชุมของโรติเฟอร์ คลาโดเซอรา และโคพีพอดในบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์ และบึงโขงหลง จังหวัดหนองคาย ทำการเก็บตัวอย่างใน 3 ฤดูกาลดังนี้ ฤดูฝน เก็บตัวอย่างในเดือนสิงหาคม ฤดูหนาว เก็บตัวอย่างในเดือนธันวาคม และฤดูร้อน เก็บตัวอย่างในเดือนเมษายน พร้อมทั้งตรวจวัดปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของแหล่งน้ำในทุกครั้งที่การเก็บตัวอย่าง ได้แก่ อุณหภูมิ พีเอช ค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ความเค็ม ความลึก ซึ่งมีค่าดังต่อไปนี้

1.1 บึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์

ผลการตรวจวัดปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของแหล่งน้ำ พบว่า

1.1.1 อุณหภูมิน้ำ

ในปีแรกของการศึกษาระหว่างเดือนสิงหาคม 2545 ถึงเดือนเมษายน 2546 พบว่าอุณหภูมิของน้ำในฤดูฝนมีค่าอยู่ระหว่าง 29.9-31.7 องศาเซลเซียส เฉลี่ย 31.22 องศาเซลเซียส (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.75 องศาเซลเซียส) ฤดูหนาวอยู่ระหว่าง 28.1-29.7 องศาเซลเซียส เฉลี่ย 28.66 องศาเซลเซียส (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.66 องศาเซลเซียส) และฤดูร้อนอยู่ระหว่าง 30.3-32.0 องศาเซลเซียส เฉลี่ย 31.38 องศาเซลเซียส (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.64 องศาเซลเซียส)

ในปีที่สองของการศึกษาระหว่างเดือนสิงหาคม 2546 ถึงเดือนเมษายน 2547 พบว่าอุณหภูมิของน้ำในฤดูฝนมีค่าอยู่ระหว่าง 30.0-32.1 องศาเซลเซียส เฉลี่ย 31.04 องศาเซลเซียส (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.81 องศาเซลเซียส) ฤดูหนาวอยู่ระหว่าง 23.2-27.4 องศาเซลเซียส เฉลี่ย 25.24 องศาเซลเซียส (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.58 องศาเซลเซียส) และฤดูร้อนอยู่ระหว่าง 31.0-35.1 องศาเซลเซียส เฉลี่ย 33.14 องศาเซลเซียส (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.58 องศาเซลเซียส)

เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของอุณหภูมิน้ำที่พบระหว่างสามฤดูกาลในทางสถิติ พบว่าอุณหภูมิของน้ำในปีแรกและปีที่สองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) แต่เมื่อพิจารณาอุณหภูมิน้ำที่พบใน

ฤดูกาลเดียวกันของทั้งสองปี พบว่าเฉพาะในฤดูฝนเท่านั้นที่อุณหภูมิของน้ำไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

1.1.2 พีเอช

ในปีแรกของการศึกษา พบว่าพีเอชของน้ำในฤดูฝนมีค่าอยู่ระหว่าง 7.02-9.90 เฉลี่ย 7.67 (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.25) ฤดูหนาวอยู่ระหว่าง 4.4-5.66 เฉลี่ย 4.99 (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.46) และฤดูร้อนอยู่ระหว่าง 7.3-7.8 เฉลี่ย 7.6 (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.19)

ในปีที่สองของการศึกษา พบว่าพีเอชของน้ำในฤดูฝนมีค่าอยู่ระหว่าง 7.73-8.27 เฉลี่ย 7.96 (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.23) ฤดูหนาวอยู่ระหว่าง 6.87-8.17 เฉลี่ย 7.68 (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.49) และฤดูร้อนอยู่ระหว่าง 7.58-8.98 เฉลี่ย 8.52 (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.57)

เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของพีเอชที่พบระหว่างสามฤดูกาลในทางสถิติ พบว่าค่าพีเอชของน้ำเฉพาะในปีแรกเท่านั้นที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) แต่เมื่อพิจารณาค่าพีเอชที่พบในฤดูกาลเดียวกันของทั้งสองปี พบว่าเฉพาะในฤดูหนาวเท่านั้นที่ค่าพีเอชของน้ำมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

1.1.3 การนำไฟฟ้าของน้ำ

ในปีแรกของการศึกษา พบว่าค่าการนำไฟฟ้าของน้ำในฤดูฝนมีค่าอยู่ระหว่าง 246-374 ไมโครซีเมนต์ต่อเซ็นติเมตร เฉลี่ย 295.2 ไมโครซีเมนต์ต่อเซ็นติเมตร (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 51.10 ไมโครซีเมนต์ต่อเซ็นติเมตร) ฤดูหนาวอยู่ระหว่าง 210-230 ไมโครซีเมนต์ต่อเซ็นติเมตร เฉลี่ย 217.4 ไมโครซีเมนต์ต่อเซ็นติเมตร (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 9.10 ไมโครซีเมนต์ต่อเซ็นติเมตร) และฤดูร้อนอยู่ระหว่าง 287-305 ไมโครซีเมนต์ต่อเซ็นติเมตร เฉลี่ย 295.8 ไมโครซีเมนต์ต่อเซ็นติเมตร (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 6.38 ไมโครซีเมนต์ต่อเซ็นติเมตร)

ในปีที่สองของการศึกษา พบว่าค่าการนำไฟฟ้าของน้ำในฤดูฝนมีค่าอยู่ระหว่าง 136-464 ไมโครซีเมนต์ต่อเซ็นติเมตร เฉลี่ย 213 ไมโครซีเมนต์ต่อเซ็นติเมตร (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 140.61 ไมโครซีเมนต์ต่อเซ็นติเมตร) ฤดูหนาวอยู่ระหว่าง 162-248 ไมโครซีเมนต์ต่อเซ็นติเมตร เฉลี่ย 207.4 ไมโครซีเมนต์ต่อเซ็นติเมตร (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 38.46 ไมโครซีเมนต์ต่อเซ็นติเมตร) และฤดูร้อนอยู่ระหว่าง 263-292 ไมโครซีเมนต์ต่อเซ็นติเมตร เฉลี่ย 280 ไมโครซีเมนต์ต่อเซ็นติเมตร (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 11.96 ไมโครซีเมนต์ต่อเซ็นติเมตร)

เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าการนำไฟฟ้าของน้ำที่พบระหว่างสามฤดูกาลในทางสถิติ พบว่าค่าการนำไฟฟ้าของน้ำเฉพาะในปีแรกเท่านั้นที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) แต่เมื่อพิจารณาค่าการนำไฟฟ้าของน้ำที่พบในฤดูกาลเดียวกันของทั้งสองปี พบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

1.1.4 ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ

ในปีแรกของการศึกษา พบว่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในฤดูฝนมีค่าอยู่ระหว่าง 5.85-10.3 มิลลิกรัมต่อลิตร เฉลี่ย 8.03 มิลลิกรัมต่อลิตร (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.03 มิลลิกรัมต่อลิตร) ฤดูหนาวอยู่ระหว่าง 6.81-8.05 มิลลิกรัมต่อลิตร เฉลี่ย 7.38 มิลลิกรัมต่อลิตร (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.45 มิลลิกรัมต่อลิตร) และฤดูร้อนอยู่ระหว่าง 2.68-3.35 มิลลิกรัมต่อลิตร เฉลี่ย 2.87 มิลลิกรัมต่อลิตร (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.27 มิลลิกรัมต่อลิตร)

ในปีที่สองของการศึกษา พบว่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในฤดูฝนมีค่าอยู่ระหว่าง 3.39-7.41 มิลลิกรัมต่อลิตร เฉลี่ย 5.65 มิลลิกรัมต่อลิตร (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.53 มิลลิกรัมต่อลิตร) ฤดูหนาวอยู่ระหว่าง 2.36-7.55 มิลลิกรัมต่อลิตร เฉลี่ย 4.49 มิลลิกรัมต่อลิตร (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.35 มิลลิกรัม

ต่อลิตร) และฤดูร้อนอยู่ระหว่าง 8.28-10.74 มิลลิกรัมต่อลิตร เฉลี่ย 9.39 มิลลิกรัมต่อลิตร (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.05 มิลลิกรัมต่อลิตร)

เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของปริมาณออกซิเจนละลายน้ำที่พบระหว่างสามฤดูกาลในทางสถิติ พบว่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในปีแรกและปีที่สองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) และเมื่อพิจารณาปริมาณออกซิเจนละลายน้ำที่พบในฤดูกาลเดียวกันของทั้งสองปี พบว่าเฉพาะในฤดูร้อนเท่านั้นที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

1.1.5 ความเค็ม

ในปีแรกของการศึกษา พบว่าความเค็มของน้ำในฤดูฝนมีค่าอยู่ระหว่าง 0-0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร เฉลี่ย 0.06 ส่วนในพันส่วน (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.05 ส่วนในพันส่วน) ฤดูหนาวมีค่าเท่ากับ 0 ส่วนในพันส่วน และฤดูร้อนมีค่าเท่ากับ 0.1 ส่วนในพันส่วน เฉลี่ย 0.1 ส่วนในพันส่วน

ในปีที่สองของการศึกษา พบว่าความเค็มของน้ำในฤดูฝนมีค่าเท่ากับ 0 ส่วนในพันส่วน ฤดูหนาวอยู่ระหว่าง 0-0.1 ส่วนในพันส่วน เฉลี่ย 0.02 ส่วนในพันส่วน (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.04 ส่วนในพันส่วน) และฤดูร้อนมีค่าเท่ากับ 0.1 ส่วนในพันส่วน

เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของความเค็มของน้ำที่พบระหว่างสามฤดูกาลในทางสถิติ พบว่าความเค็มของน้ำในปีแรกและปีที่สองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) แต่เมื่อพิจารณาความเค็มที่พบในฤดูกาลเดียวกันของทั้งสองปี พบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

1.1.6 ความลึกน้ำ

ในปีแรกของการศึกษา พบว่าความลึกน้ำในฤดูฝนมีค่าอยู่ระหว่าง 0.6-3.0 เมตร เฉลี่ย 1.62 เมตร (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.93 เมตร) ฤดูหนาวอยู่ระหว่าง 2.0-4.5 เมตร เฉลี่ย 2.96 เมตร (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.98 เมตร) และฤดูร้อนอยู่ระหว่าง 0.5-3.0 เมตร เฉลี่ย 1.2 เมตร (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.09 เมตร)

ในปีที่สองของการศึกษา พบว่าความลึกน้ำในฤดูฝนมีค่าอยู่ระหว่าง 0.5-5.0 เมตร เฉลี่ย 1.6 เมตร (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.95 เมตร) ฤดูหนาวอยู่ระหว่าง 1.5-6.0 เมตร เฉลี่ย 2.9 เมตร (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.78 เมตร) และฤดูร้อนอยู่ระหว่าง 0.2-3.5 เมตร เฉลี่ย 1.94 เมตร (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.22 เมตร)

เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของความลึกน้ำที่พบระหว่างสามฤดูกาลในทางสถิติ พบว่าเฉพาะในปีแรกเท่านั้นที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) แต่เมื่อพิจารณาความลึกที่พบในฤดูกาลเดียวกันของทั้งสองปี พบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

1.2 บึงโขงหลง จังหวัดหนองคาย

1.2.1 อุณหภูมิน้ำ

ในปีแรกของการศึกษา พบว่าอุณหภูมิของน้ำในฤดูฝนมีค่าอยู่ระหว่าง 31.8-35.3 องศาเซลเซียส เฉลี่ย 33.68 องศาเซลเซียส (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.53 องศาเซลเซียส) ฤดูหนาวอยู่ระหว่าง 28.4-30.8 องศาเซลเซียส เฉลี่ย 29.42 องศาเซลเซียส (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.89 องศาเซลเซียส) และฤดูร้อนอยู่ระหว่าง 33.8-35.7 องศาเซลเซียส เฉลี่ย 35.04 องศาเซลเซียส (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.77 องศาเซลเซียส)

ในปีที่สองของการศึกษา พบว่าอุณหภูมิของน้ำในฤดูฝนมีค่าอยู่ระหว่าง 27.1-27.9 องศาเซลเซียส เฉลี่ย 27.6 องศาเซลเซียส (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.3 องศาเซลเซียส) ฤดูหนาวอยู่ระหว่าง 23.0-

24.4 องศาเซลเซียส เฉลี่ย 23.64 องศาเซลเซียส (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.52 องศาเซลเซียส) และฤดูร้อนอยู่ระหว่าง 31.7-33.7 องศาเซลเซียส เฉลี่ย 32.62 องศาเซลเซียส (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.95 องศาเซลเซียส)

เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของอุณหภูมิของน้ำที่พบระหว่างสามฤดูกาลในทางสถิติ พบว่าอุณหภูมิของน้ำในปีแรกและปีที่สองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) และเมื่อพิจารณาอุณหภูมิของน้ำที่พบในฤดูกาลเดียวกันของทั้งสองปี พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

1.2.2 พีเอช

ในปีแรกของการศึกษา พบว่าพีเอชของน้ำในฤดูฝนมีค่าอยู่ระหว่าง 6.3-8.23 เฉลี่ย 6.92 (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.76) ฤดูหนาวอยู่ระหว่าง 4.35-7.24 เฉลี่ย 5.27 (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.14) และฤดูร้อนอยู่ระหว่าง 5.28-6.07 เฉลี่ย 5.51 (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.32)

ในปีที่สองของการศึกษา พบว่าพีเอชของน้ำในฤดูฝนมีค่าอยู่ระหว่าง 5.77-7.1 เฉลี่ย 6.4 (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.5) ฤดูหนาวอยู่ระหว่าง 7.33-8.38 เฉลี่ย 7.79 (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.39) และฤดูร้อนอยู่ระหว่าง 6.71-7.97 เฉลี่ย 7.37 (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.57)

เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าพีเอชที่พบระหว่างสามฤดูกาลในทางสถิติ พบว่าพีเอชของน้ำในปีแรกและปีที่สองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) และเมื่อพิจารณาค่าพีเอชที่พบในฤดูกาลเดียวกันของทั้งสองปี พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

1.2.3 การนำไฟฟ้าของน้ำ

ในปีแรกของการศึกษา พบว่าค่าการนำไฟฟ้าของน้ำในฤดูฝนมีค่าอยู่ระหว่าง 2-11 ไมโครซีเมนต์ต่อเซ็นติเมตร เฉลี่ย 4.6 ไมโครซีเมนต์ต่อเซ็นติเมตร (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.65 ไมโครซีเมนต์ต่อเซ็นติเมตร) ฤดูหนาวอยู่ระหว่าง 6-11 ไมโครซีเมนต์ต่อเซ็นติเมตร เฉลี่ย 8.6 ไมโครซีเมนต์ต่อเซ็นติเมตร (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.95 ไมโครซีเมนต์ต่อเซ็นติเมตร) และฤดูร้อนอยู่ระหว่าง 9-100 ไมโครซีเมนต์ต่อเซ็นติเมตร เฉลี่ย 29 ไมโครซีเมนต์ต่อเซ็นติเมตร (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 39.77 ไมโครซีเมนต์ต่อเซ็นติเมตร)

ในปีที่สองของการศึกษา พบว่าค่าการนำไฟฟ้าของน้ำในฤดูฝนมีค่าอยู่ระหว่าง 2-8 ไมโครซีเมนต์ต่อเซ็นติเมตร เฉลี่ย 5.2 ไมโครซีเมนต์ต่อเซ็นติเมตร (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.17 ไมโครซีเมนต์ต่อเซ็นติเมตร) ฤดูหนาวอยู่ระหว่าง 6-8 ไมโครซีเมนต์ต่อเซ็นติเมตร เฉลี่ย 7.2 ไมโครซีเมนต์ต่อเซ็นติเมตร (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.84 ไมโครซีเมนต์ต่อเซ็นติเมตร) และฤดูร้อนอยู่ระหว่าง 12-18 ไมโครซีเมนต์ต่อเซ็นติเมตร เฉลี่ย 14.4 ไมโครซีเมนต์ต่อเซ็นติเมตร (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.51 ไมโครซีเมนต์ต่อเซ็นติเมตร)

เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าการนำไฟฟ้าของน้ำที่พบระหว่างสามฤดูกาลในทางสถิติ พบว่าค่าการนำไฟฟ้าของน้ำในปีแรกและปีที่สองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) แต่เมื่อพิจารณาค่าการนำไฟฟ้าของน้ำที่พบในฤดูกาลเดียวกันของทั้งสองปี พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

1.2.4 ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ

ในปีแรกของการศึกษา พบว่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในฤดูฝนมีค่าอยู่ระหว่าง 6.12-8.62 มิลลิกรัมต่อลิตร เฉลี่ย 7.07 มิลลิกรัมต่อลิตร (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.94 มิลลิกรัมต่อลิตร) ฤดูหนาวอยู่ระหว่าง 6.07-7.06 มิลลิกรัมต่อลิตร เฉลี่ย 6.49 มิลลิกรัมต่อลิตร (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.47 มิลลิกรัม

ต่อลิตร) และฤดูร้อนอยู่ระหว่าง 6.1-8.05 มิลลิกรัมต่อลิตร เฉลี่ย 7.41 มิลลิกรัมต่อลิตร (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.77 มิลลิกรัมต่อลิตร)

ในปีที่สองของการศึกษา พบว่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในฤดูฝนมีค่าอยู่ระหว่าง 2.92-7.93 มิลลิกรัมต่อลิตร เฉลี่ย 6.22 มิลลิกรัมต่อลิตร (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.04 มิลลิกรัมต่อลิตร) ฤดูหนาวอยู่ระหว่าง 8.28-9.12 มิลลิกรัมต่อลิตร เฉลี่ย 8.62 มิลลิกรัมต่อลิตร (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.41 มิลลิกรัมต่อลิตร) และฤดูร้อนอยู่ระหว่าง 7.55-10.8 มิลลิกรัมต่อลิตร เฉลี่ย 9.03 มิลลิกรัมต่อลิตร (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร)

เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของปริมาณออกซิเจนละลายน้ำที่พบระหว่างสามฤดูกาลในทางสถิติ พบว่าเฉพาะในรอบปีที่สองเท่านั้นที่ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) แต่เมื่อพิจารณาปริมาณออกซิเจนละลายน้ำที่พบในฤดูกาลเดียวกันของทั้งสองปี พบว่าเฉพาะในฤดูฝนเท่านั้นที่ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

1.2.5 ความเค็มของน้ำ

จากการตรวจวัดความเค็มของน้ำในปีแรกและปีที่สองของการศึกษา พบว่าความเค็มของน้ำมีค่าเท่ากับศูนย์

1.2.6 ความลึก

ในปีแรกของการศึกษา พบว่าความลึกของน้ำในฤดูฝนมีค่าอยู่ระหว่าง 0.6-2.5 เมตร เฉลี่ย 1.42 เมตร (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.79 เมตร) ฤดูหนาวอยู่ระหว่าง 0.6-2.5 เมตร เฉลี่ย 1.32 เมตร (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.83 เมตร) และฤดูร้อนอยู่ระหว่าง 0.2-3.5 เมตร เฉลี่ย 1.34 เมตร (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.3 เมตร) เมื่อเปรียบเทียบทั้งสามฤดูกาลพบว่าความลึกน้ำมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

ในปีที่สองของการศึกษา พบว่าความลึกของน้ำในฤดูฝนมีค่าอยู่ระหว่าง 0.6-4 เมตร เฉลี่ย 1.94 เมตร (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.26 เมตร) ฤดูหนาวอยู่ระหว่าง 0.8-4.0 เมตร เฉลี่ย 1.78 เมตร (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.28 เมตร) และฤดูร้อนอยู่ระหว่าง 0.4-3.0 เมตร เฉลี่ย 1.18 เมตร (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.07 เมตร) เมื่อเปรียบเทียบทั้งสามฤดูกาลพบว่าความลึกน้ำมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของความลึกที่พบระหว่างสามฤดูกาลในทางสถิติ พบว่าเฉพาะในปีที่สองเท่านั้นที่ความลึกของน้ำมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) แต่เมื่อพิจารณาความลึกที่พบในฤดูกาลเดียวกันของทั้งสองปี พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

2. กลุ่มของแพลงก์ตอนสัตว์ที่ทำการศึกษา

จากการศึกษาความหลากชนิดและความชุกชุมของโรติเฟอร์ คลาโดเซอรา และโคพีพอด (กลุ่มคาลานอยด์และไซโคลพอยด์) ในบึงบอระเพ็ด และบึงโขงหลงในทั้ง 3 ฤดูกาลนั้น ปรากฏผลตามกลุ่มของแพลงก์ตอนสัตว์ที่ทำการศึกษาดังต่อไปนี้

2.1 โรติเฟอร์

จากการเก็บตัวอย่างโรติเฟอร์เพื่อวิเคราะห์หาความหลากชนิดและความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มดังกล่าว โดยจำแนกตามสถานที่เก็บตัวอย่างได้ดังนี้

2.1.1 บึงบอระเพ็ด

2.1.1.1 ความหลากชนิดของโรติเฟอร์

พบโรติเฟอร์ทั้งสิ้น 29 สกุล 103 สปีชีส์ (ตารางที่ 8) คิดเป็นร้อยละ 29.3 ของสปีชีส์ทั้งหมดที่พบในประเทศไทย ซึ่งในจำนวนนี้เป็นชนิดที่พบครั้งแรกในประเทศไทย 1 สปีชีส์คือ *Brachionus nilsoni* (Ahlstrom) วงศ์ Lecanidae พบความหลากชนิดมากที่สุด 34 สปีชีส์ รองลงมา ได้แก่ วงศ์ Brachionidae 19 สปีชีส์ สกุลที่มีความหลากหลายในแง่จำนวนสปีชีส์มากที่สุดคือ *Lecane* พบสมาชิก 34 สปีชีส์ (ร้อยละ 33.0 ของสปีชีส์ทั้งหมด) รองลงมา ได้แก่ สกุล *Brachionus* และ *Trichocerca* มีสมาชิกสกุลละ 10 สปีชีส์ (ร้อยละ 9.7 ของสปีชีส์ทั้งหมด) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Sanoamuang et al. (1995) และ Segers (2001) ที่รายงานว่าโรติเฟอร์สกุลที่มีความหลากหลายของชนิดมากที่สุดในประเทศไทยและประเทศในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้คือ สกุล *Lecane* รองลงมา ได้แก่ *Brachionus* และ *Trichocerca* ตามลำดับ

โรติเฟอร์ที่พบในแต่ละฤดูกาลมีจำนวนอยู่ระหว่าง 66-90 สปีชีส์ ในรอบปีแรก (สิงหาคม 2545-เมษายน 2546) พบความหลากชนิดดังนี้ ในฤดูฝน ฤดูร้อน และฤดูหนาวมีจำนวนชนิดที่พบเท่ากับ 74 (ดัชนีความหลากชนิดเท่ากับ 0.97), 70 และ 66 สปีชีส์ ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละ 71.8, 67.9 และ 64.1 ของโรติเฟอร์ที่พบทั้งหมด ตามลำดับ ส่วนในปีที่สองของการศึกษา (สิงหาคม 2546-เมษายน 2547) พบความหลากชนิดในฤดูฝน ฤดูร้อน และฤดูหนาวเท่ากับ 90 (ดัชนีความหลากชนิดเท่ากับ 0.97), 80 และ 78 สปีชีส์ ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละ 87.4, 77.7 และ 75.7 ของโรติเฟอร์ที่พบทั้งหมด ตามลำดับ (ตารางที่ 9 และภาพที่ 10) จะเห็นได้ว่าความหลากชนิดของโรติเฟอร์ที่พบทั้งสามฤดูในแต่ละรอบปีที่ทำการศึกษามีจำนวนที่ใกล้เคียงกัน เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าความหลากชนิดที่พบทั้งสามฤดูในรอบปีแรกไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ในรอบปีที่สอง โดยพบว่าความหลากชนิดของโรติเฟอร์ที่พบในฤดูฝนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับที่พบในฤดูหนาว ($p<0.05$)

จากการวิเคราะห์ความหลากชนิดของโรติเฟอร์ที่พบในฤดูกาลเดียวกันของทั้งสองปี พบว่าเฉพาะในฤดูฝนเท่านั้นที่ความหลากชนิดในปีแรกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับความหลากชนิดในปีที่สอง ($p<0.05$) ผลโดยรวมตลอดระยะเวลาของการศึกษาพบจำนวนชนิดที่ใกล้เคียงกันดังนี้ ในฤดูฝน ฤดูหนาว และฤดูร้อนมีจำนวนที่พบเท่ากับ 98, 90 และ 86 สปีชีส์ ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละ 95.1, 87.4 และ 83.5 ของโรติเฟอร์ที่พบทั้งหมด ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากบึงบอระเพ็ดซึ่งมีลักษณะเป็นบึงเปิด มีทางเข้าออกของลำน้ำหลายเส้นทาง และเป็นที่รองรับน้ำที่ไหลลงมาจากภาคเหนือตอนบน ในช่วงฤดูฝน ปริมาณน้ำฝน และน้ำจากลำน้ำต่าง ๆ ไหลเข้าออกบึงในปริมาณมาก ปริมาณน้ำดังกล่าวนี้จะชะล้างอินทรีย์สารและอนินทรีย์สารจากพื้นดินลงสู่บึง (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2546) ธาตุอาหารดังกล่าวมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตและการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำนี้ซึ่งรวมถึงโรติเฟอร์ด้วย จึงอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้พบโรติเฟอร์มีความหลากชนิดมากที่สุดในช่วงฤดูฝน นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่น ๆ ที่เป็นตัวกำหนดความหลากชนิดของโรติเฟอร์ในบึงบอระเพ็ด ได้แก่ ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชและสาหร่าย พันธุ์ปลาน้ำจืด และนก เป็นต้น ทั้งนี้

เนื่องจากอาหารอย่างหนึ่งของโรติเฟอร์ก็คือ แพลงก์ตอนพืช ส่วนโรติเฟอร์เองก็เป็นอาหารสำหรับลูกปลาวัยอ่อน ชนิดต่าง ๆ และลูกสัตว์น้ำจนถึงตัวเต็มวัยของสัตว์น้ำก็เป็นอาหารของนกในแหล่งน้ำนี้อีกทอดหนึ่ง นอกจากนี้ยังพบว่าโรติเฟอร์ที่พบได้ทุกฤดูกาลมี 76 สปีชีส์ คิดเป็นร้อยละ 73.8 ของโรติเฟอร์ที่พบทั้งหมด มีรายชื่อดังตารางที่ 8

โรติเฟอร์ที่พบเฉพาะในปีแรกของการศึกษามี 6 สปีชีส์คือ *Brachionus calyciflorus* Pallas, *Conochilus* sp., *Lecane monostyla* (Daday), *L. stenroosi* (Meissner), *Trichocerca flagellata* Hauer และ *T. mus* Hauer ส่วนชนิดที่พบเฉพาะปีที่สองของการศึกษามี 7 สปีชีส์คือ *B. nilsoni*, *L. batillifer* (Murray), *L. quadridentata* (Ehrenberg), *L. rhenana* Hauer, *L. tenuiseta* Harring, *T. bicristata* (Gosse) และ *T. braziliensis* (Murray) ชนิดที่พบสม่ำเสมอและทุกสถานีที่เก็บตัวอย่าง ได้แก่ *Polyarthra vulgaris* (Carlin) (ภาพที่ 11ก) และ *L. bulla* (Gosse) ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานที่ว่า ในแหล่งน้ำที่มีธาตุอาหารละลายอยู่มาก (eutrophic waterbodies) รวมถึงบริเวณที่ลุ่มของทะเลสาบที่เป็น eutrophic lakes จะพบการอาศัยอยู่รวมกันของ *P. vulgaris* และ *Keratella cochlearis* (Gosse) (ภาพที่ 11ข) ซึ่งพบได้บ่อยที่สุดตลอดทั้งปี (Raina and Vass, 1993)

จากการสำรวจโรติเฟอร์ที่พบในบึงบอระเพ็ดครั้งนี้ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับชนิดที่พบประจำถิ่นในแต่ละภูมิภาคของโลกตามรายงานการศึกษาของละออศรี เสนาะเมือง (2542; 2544) พบว่าเป็นชนิดที่พบประจำถิ่นของเอเชียและออสเตรเลีย 2 สปีชีส์คือ *B. dichotomus* f. *reductus* Koste and Shiel และ *L. batillifer* ชนิดที่พบประจำถิ่นในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ 1 สปีชีส์คือ *B. donneri* Brehm ชนิดที่พบบ่อยในประเทศไทย 15 สปีชีส์ ได้แก่ *Anuraeopsis fissa* (Gosse), *B. angularis* Gosse, *B. calyciflorus*, *B. falcatus* Zacharias (ภาพที่ 11ค), *B. forficula* Wierzejski (ภาพที่ 11ง), *Filinia longiseta* (Ehrenberg), *F. novaezealandiae* Shiel and Sanoamuang, *F. opoliensis* (Zacharias), *K. cochlearis*, *K. tropica* (Apstein) (ภาพที่ 11จ), *Lecane bulla*, *L. papuana* (Murray), *Plationus patulus* (Müller) (ภาพที่ 11ฉ), *P. vulgaris* และ *T. similis* (Wierzejski) ชนิดที่พบในน้ำกร่อย 1 สปีชีส์คือ *L. thalera* (Harring and Myers)

โรติเฟอร์ที่พบส่วนใหญ่เคยมีรายงานการพบและอยู่ในบัญชีรายชื่อโรติเฟอร์ที่พบในประเทศไทยแล้ว และส่วนใหญ่เป็นชนิดที่พบแพร่กระจายอยู่ทั่วไปในเขตร้อน (ละออศรี เสนาะเมือง, 2544; Segers et al., 1993) ชนิดที่พบส่วนใหญ่มีความสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Sanoamuang and Savatenalinton (2001b) ที่ได้ศึกษาความหลากชนิดของโรติเฟอร์ในบึงกุดทิง จังหวัดหนองคาย ซึ่งเป็นแหล่งน้ำเปิดที่มีขนาดใหญ่เช่นเดียวกับบึงบอระเพ็ด แต่บึงกุดทิงพบโรติเฟอร์มีความหลากชนิดมากถึง 183 สปีชีส์ ทั้งนี้บึงกุดทิงมีสภาพแวดล้อมที่มีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก ในขณะที่สภาพแวดล้อมของบึงบอระเพ็ดถูกรบกวนโดยการกระทำของมนุษย์อย่างมาก ทั้งผลกระทบจากการพัฒนาประเทศ เช่น การสร้างหน่วยงานประมงเชิงพาณิชย์ของกรมประมง เป็นต้น (สันทนา ดวงสวัสดิ์, 2546) และจากการเปลี่ยนแปลงทางธรรมชาติของแหล่งน้ำ เกิดสภาพตื้นเขินจากการสะสมตะกอน การชะล้างผิวดินในฤดูฝน การขยายพันธุ์ของพันธุ์ไม้น้ำไปทั่วทุกพื้นที่ การลดลงของผลผลิตทางการประมง รวมถึงการเพิ่มจำนวนการบุกรุกของมนุษย์ในการใช้ประโยชน์บริเวณพื้นที่รอบบึง และการทำเกษตรกรรม เป็นต้น กิจกรรมต่าง ๆ เหล่านี้มีผลให้ระบบนิเวศของบึงบอระเพ็ดเกิดการเปลี่ยนแปลงตามไปด้วยซึ่งรวมถึงการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำที่มีผลกระทบโดยตรงต่อการดำรงชีวิตและองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิตในบึง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มของแพลงก์ตอนสัตว์ที่เป็นแหล่งอาหารธรรมชาติที่สำคัญอย่างหนึ่งในวงจรชีวิตของปลาและสัตว์น้ำเศรษฐกิจหลายชนิด จึงเป็นสาเหตุให้พบจำนวนชนิดของโรติเฟอร์ในบึงบอระเพ็ดน้อยกว่าบึงกุดทิง

นอกจากนี้มีการสำรวจโรติเฟอร์ในรากของผักตบชวาในบึงบอระเพ็ดโดย Koste (1975) พบโรติเฟอร์ชนิดใหม่ของโลก 1 สปีชีส์คือ *L. junki* (Koste) และพบฟอร์มใหม่ของโลก 2 ฟอร์มในสกุล *Ptygura* คือ *P. elsteri* f. *thailandis* และ *P. furcillata* f. *variabilis* แต่จากการศึกษาในครั้งนี้ไม่พบโรติเฟอร์สปีชีส์ดังกล่าว ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากได้ทำการศึกษาเฉพาะโรติเฟอร์ที่ดำรงชีวิตเป็นแพลงก์ตอนเท่านั้นไม่ได้ครอบคลุมถึงโรติเฟอร์ที่อาศัยอยู่ในรากผักตบชวา หรืออาจมีสาเหตุมาจากสภาพแวดล้อมของบึงที่เปลี่ยนแปลงไปทำให้ไม่พบโรติเฟอร์สปีชีส์ดังกล่าว เมื่อพิจารณาจากข้อมูลดังกล่าวข้างต้น พบว่าความผันแปรของชนิดโรติเฟอร์ที่พบในแต่ละฤดูกาล มีความหลากชนิดมากน้อยแตกต่างกันและพบว่าในฤดูฝนมีความหลากชนิดมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ดังนั้นพอชี้ชัดในระดับหนึ่งได้ว่าฤดูกาลมีผลกับความหลากชนิดของโรติเฟอร์ที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำแห่งนี้

ตารางที่ 8 รายชื่อโรติเฟอร์ที่พบในบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์ และบึงโขงหลง จังหวัดหนองคาย ในระหว่างเดือนสิงหาคม 2545 ถึงเมษายน 2547

ชื่อวิทยาศาสตร์	บึงบอระเพ็ด	บึงโขงหลง
FAMILY ASPLANCHNIDAE:		
Asplanchna brightwelli (Gosse, 1850)	+	+
A. priodonta Gosse, 1850	+	+[a]
FAMILY BRACHIONIDAE:		
Anuraeopsis coelata (DE Beauchamp, 1932)	+	+
A. fissa (Gosse, 1851)	+	+
Brachionus angularis Gosse, 1851	+	–
B. calyciflorus Pallas, 1766	+	–
B. caudatus Barrois and Daday	+	+
B. caudatus f. *aculeatus* Hauer, 1937	+	–
B. caudatus f. *apsteini*	+	–
B. dichotomus f. *reductus* Koste & Shiel, 1980	+	+[b, c]
B. diversicornis (Daday, 1883)	+	–
B. donneri Brehm, 1951	+[a, b]	+
B. falcatus Zacharias, 1898	+	+[a, c]
B. forficula Wierzejski, 1891	+	+[b]
***B. nilsoni* (Ahlstrom, 1940)**	+[c]	–
B. quadridentatus Hermann, 1783	+	+
Keratella cochlearis (Gosse, 1951)	+	+
K. edmondsoni (Nayar, 1965)	–	+
K. lenzi Hauer, 1953	+	+[b, c]
K. procurva (Thorpe, 1891)	+	–
K. tecta (Gosse, 1951)	+	+[b]
K. tropica (Apstein, 1907)	+	–
Plationus patulus (Müller, 1786)	+	+
Platyias quadricornis (Ehrenberg, 1832)	+[a, b]	–
FAMILY COLLOTHECIDAE:		
Collotheca cf. *trilobata*	+	+
C. tenuilobata (Anderson)	–	+

หมายเหตุ สัญญลักษณ์ [a,b,c] หมายถึง โรติเฟอร์ที่พบในฤดูฝน, ฤดูหนาว และฤดูร้อน ตามลำดับ ไม่มีสัญญลักษณ์ [a,b,c] หมายถึง โรติเฟอร์ที่พบทั้ง 3 ฤดู

* ชนิดที่พบครั้งแรกในประเทศไทย, + คือ พบ - คือ ไม่พบ

ตารางที่ 8 รายชื่อโรติเฟอร์ที่พบในบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์ และบึงโขงหลง จังหวัดหนองคาย ในระหว่างเดือนสิงหาคม 2545 ถึงเมษายน 2547 (ต่อ)

ชื่อวิทยาศาสตร์	บึงบอระเพ็ด	บึงโขงหลง
FAMILY COLURELLIDAE:		
Colurella adriatica Ehrenberg, 1831	-	+[b, c]
C. uncinata (Müller)	+	+
Lepadella amphitropis Harring, 1916	-	+
L. cristata (Rousselet, 1893)	-	+
L. costatoides Segers	+[a, b]	+
L. discoidea Segers	+[a, b]	+
L. ehrenbergi (Perty, 1890)	+	+
L. ovalis (Müller, 1786)	+	+
L. patella (Müller, 1786)	+	+
L. rhomboides (Gosse, 1886)	+	+
FAMILY CONOCHILIDAE:		
Conochilus sp.	+[a]	+[a, b]
FAMILY EUCHLANIDAE:		
Dipleuchlanis propatula (Gosse, 1886)	-	+
Euchlanis dilatata Ehrenberg, 1832	+	+
E. incisa Carlin	+[a, b]	+
Tripleuchlanis plicata (Levander)	+	+
FAMILY FILINIIDAE:		
Filinia camasecla Myers, 1938	+	+
F. longiseta (Ehrenberg, 1834)	+	+
F. novaezealandiae Shiel & Sanoamuang, 1993	+	+[a, c]
F. opoliensis (Zacharias, 1898)	+	+[c]
FAMILY FLOSCULARIIDAE:		
Sinantherina ariprepes Edmondson, 1939	+[a, c]	+[a, b]
S. spinosa (Thorpe, 1893)	+[a, c]	-
FAMILY GASTROPODIDAE:		
Ascomorpha ovalis (Bergendal, 1892)	+	+
A. saltans Bartsch, 1870	+	+

หมายเหตุ สัญญลักษณ์ [a,b,c] หมายถึง โรติเฟอร์ที่พบในฤดูฝน, ฤดูหนาว และ ฤดูร้อน ตามลำดับ ไม่มีสัญญลักษณ์ [a,b,c] หมายถึง โรติเฟอร์ที่พบทั้ง 3 ฤดู

+ คือ พบ - คือ ไม่พบ

ตารางที่ 8 รายชื่อโรติเฟอร์ที่พบในบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์ และบึงโขงหลง จังหวัดหนองคาย ในระหว่างเดือนสิงหาคม 2545 ถึงเมษายน 2547 (ต่อ)

ชื่อวิทยาศาสตร์	บึงบอระเพ็ด	บึงโขงหลง
FAMILY HEXARTHRIDAE:		
Hexarthra intermedia Wiszniewski, 1929	+	+[a, c]
H. mira (Hudson, 1871)	+	+
FAMILY LECANIDAE:		
Lecane aculeata (Jakubski, 1912)	+	–
L. arcula Harring, 1914	+	+
L. batillifer (Murray, 1913)	+[c]	–
L. bifastigata Hauer, 1938	+[a, c]	–
L. blachei Berzins, 1973	–	+
L. bulla (Gosse, 1851)	+	+
L. closterocerca (Schmarda, 1859)	+	+[a, c]
L. crepida Harring, 1914	+	+
L. curvicornis (Murray, 1913)	+	+[a, c]
L. flexilis (Gosse, 1886)	+	+
L. furcata (Murray, 1913)	+	+
L. haliclysta Harring & Myers, 1926	+	+
L. hamata (Stokes, 1896)	+	+
L. hastata (Murray, 1913)	+	–
L. hornemanni (Ehrenberg, 1834)	+	+
L. inopinata Harring & Myers, 1926	+	+
L. lateralis Sharma, 1978	–	+[a]
L. leontina (Turner, 1892)	+	+
L. ludwigii (Eckstein, 1883)	+	+[c]
L. luna (Müller, 1776)	+	+[a]
L. lunaris (Ehrenberg, 1832)	+	+
L. monostyla (Daday, 1897)	+[a]	+[c]
L. obtusa (Murray, 1913)	+	+
L. papuana (Murray, 1913)	+	+[a]
L. pertica Harring and Myers, 1926	–	+

หมายเหตุ สัญญลักษณ์ [a,b,c] หมายถึง โรติเฟอร์ที่พบในฤดูฝน, ฤดูหนาว และฤดูร้อน ตามลำดับ ไม่มีสัญญลักษณ์ [a,b,c] หมายถึง โรติเฟอร์ที่พบทั้ง 3 ฤดู

+ คือ พบ - คือ ไม่พบ

ตารางที่ 8 รายชื่อโรติเฟอร์ที่พบในบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์ และบึงโขงหลง จังหวัดหนองคาย ในระหว่างเดือนสิงหาคม 2545 ถึงเมษายน 2547 (ต่อ)

ชื่อวิทยาศาสตร์	บึงบอระเพ็ด	บึงโขงหลง
FAMILY LECANIDAE:		
L. punctata (Murray, 1913)	+[a, b]	–
L. pyriformis (Daday, 1905)	+	+
L. quadridentata (Ehrenberg, 1832)	+	+
L. rhenana Hauer, 1919	+	+
L. rhytida Harring and Myers, 1926	+[b]	–
L. signifera (Jennings, 1896)	+	+
L. stenroosi (Meissner, 1908)	+[a]	+[a]
L. tenuiseta Harring, 1914	+[c]	+[b, c]
L. thalera (Harring and Myers, 1926)	+[a]	–
L. thienemanni (Hauer, 1938)	+	+
L. unguitata (Fadeev, 1925)	+	+
L. ungulata (Gosse, 1887)	+	+
FAMILY SYNCHAETIDAE:		
Polyarthra vulgaris Carlin, 1943	+	+
Ploesoma hudsoni (Imhof)	+[a, b]	+[b, c]
P. lenticulare Herrick	+[a]	+[a, c]
FAMILY SYNCHAETIDAE (cont.):		
Synchaeta sp.	+[a, c]	+[a, b]
FAMILY MYTILINIDAE:		
Mytilina bisulcata (Lucks)	+[c]	+
M. unguipes (Lucks)	+	+
M. ventralis (Ehrenberg, 1832)	+	+
FAMILY NOTOMMATIDAE:		
Cephalodella mucronata Myers, 1924	+	+
C. tenuior Gosse	–	+
Monommata sp.	+	+
FAMILY SCARIDIIDAE:		
Scaridium longicaudum (Müller, 1786)	+	+

หมายเหตุ สัญญลักษณ์ [a,b,c] หมายถึง โรติเฟอร์ที่พบในฤดูฝน, ฤดูหนาว และฤดูร้อน ตามลำดับ ไม่มีสัญญลักษณ์ [a,b,c] หมายถึง โรติเฟอร์ที่พบทั้ง 3 ฤดู
+ คือ พบ - คือ ไม่พบ

ตารางที่ 8 รายชื่อโรติเฟอร์ที่พบในบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์ และบึงโขงหลง จังหวัดหนองคาย ในระหว่างเดือนสิงหาคม 2545 ถึงเมษายน 2547 (ต่อ)

ชื่อวิทยาศาสตร์	บึงบอระเพ็ด	บึงโขงหลง
FAMILY TRICHOCERCIDAE:		
Pompholyx complanata Gosse, 1851	+	+[b]
Trichocerca abilioi Segers, 1993	-	+
T. bicristata (Gosse, 1887)	+[a,b]	+
T. bidens (Lucks, 1912)	+[a]	+
T. braziliensis (Murray, 1913)	+[a,b]	+
T. capucina Wierzejski and Zacharias, 1893	+	+
T. chattoni (De Beauchamp, 1907)	-	+
T. cylindrica (Imhof, 1891)	+	+
T. elongata Gosse	-	+[b]
T. flagellata Hauer, 1937	+[a,b]	+
T. hollaerti De Smet, 1990	-	+
T. insignis (Herrick, 1885)	-	+
T. longiseta (Schrank)	-	+
FAMILY TRICHOCERCIDAE (cont.):		
T. mus Hauer, 1938	+[b]	-
T. orca (Harring, 1913)	-	+
T. pusilla (Lauterborn, 1898)	+	+
T. ruttneri Donner	-	+
T. similis (Wierzejski, 1893)	+	+
T. stylata (Gosse, 1851)	+	+
T. tenuior (Gosse)	-	-
FAMILY TRICHOTRIIDAE:		
Macrochaetus collinsi (Gosse, 1867)	+	+
M. longipes Myers, 1934	+[a,b]	+
M. subquadratus (Perty)	+[a,c]	+

หมายเหตุ สัญญลักษณ์ [a,b,c] หมายถึง โรติเฟอร์ที่พบในฤดูฝน, ฤดูหนาว และ ฤดูร้อน ตามลำดับ ไม่มีสัญญลักษณ์ [a,b,c] หมายถึง โรติเฟอร์ที่พบทั้ง 3 ฤดู
+ คือ พบ - คือ ไม่พบ

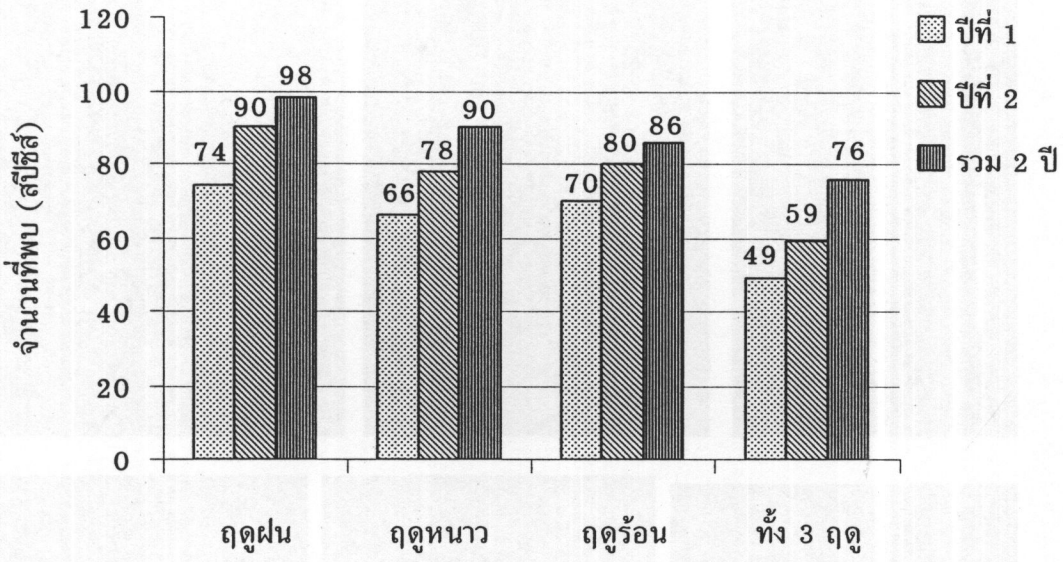
ตารางที่ 8 รายชื่อโรติเฟอร์ที่พบในบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์ และบึงโขงหลง จังหวัดหนองคาย ในระหว่างเดือนสิงหาคม 2545 ถึงเมษายน 2547 (ต่อ)

ชื่อวิทยาศาสตร์	บึงบอระเพ็ด	บึงโขงหลง
FAMILY TRICHOTRIIDAE:		
Testudinella ahlstromi Hauer	-	+
T. amphora Hauer, 1938	-	+
T. insuata Hauer	-	+
T. parva (Temetz)	-	+
T. patina (Hermann)	+	-
T. tridentata Smirnov, 1931	-	+
Trichotria tetractis (Ehrenberg, 1830)	+	+
รวมชนิดที่พบ	**103**	**110**
คิดเป็นร้อยละของจำนวนชนิดที่พบในประเทศไทย	**29.34**	**31.33**

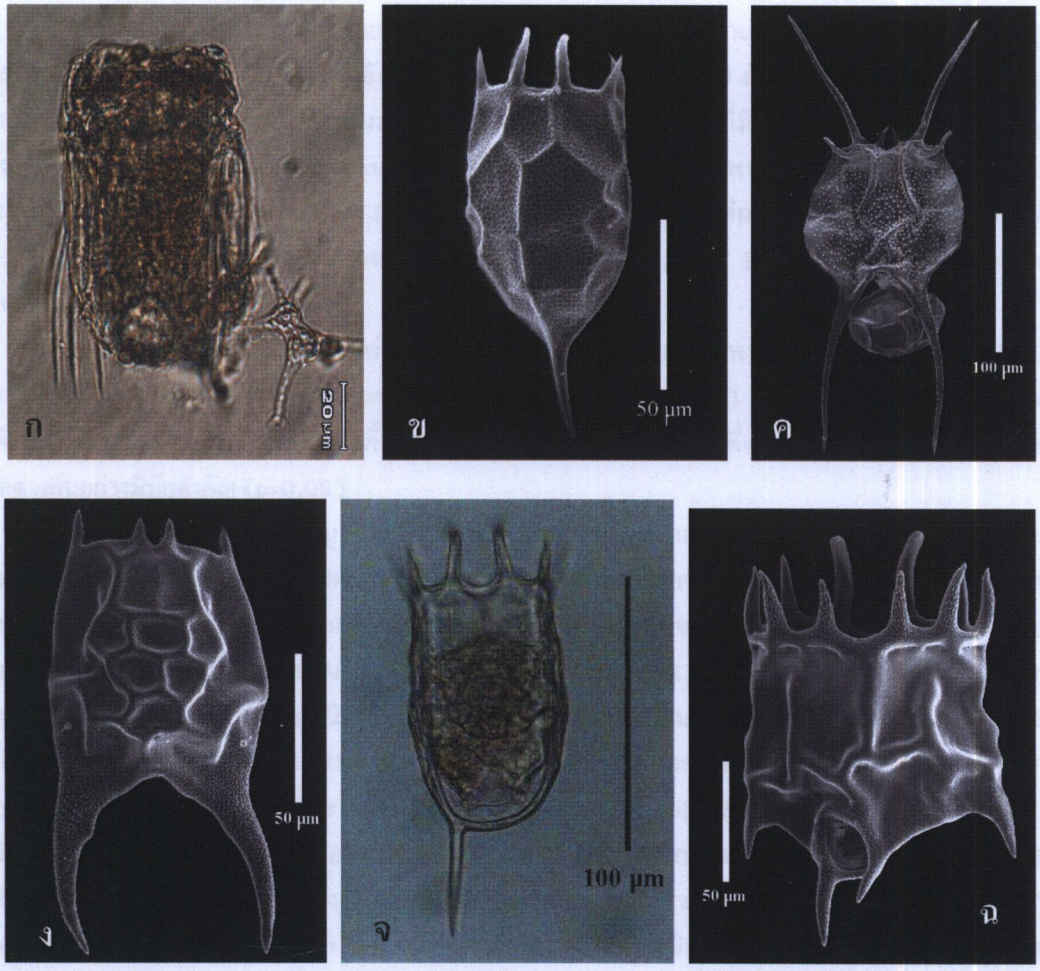
หมายเหตุ สัญญลักษณ์ ^{a,b,c} หมายถึง โรติเฟอร์ที่พบในฤดูฝน, ฤดูหนาว และฤดูร้อน ตามลำดับ ไม่มีสัญญลักษณ์ ^{a,b,c} หมายถึง โรติเฟอร์ที่พบทั้ง 3 ฤดู
+ คือ พบ - คือ ไม่พบ

ตารางที่ 9 จำนวนสปีชีส์ของโรติเฟอร์ที่พบในบึงบอระเพ็ด และบึงโขงหลง และค่าดัชนีความหลากชนิด ตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2545 ถึงเมษายน 2547

ฤดูกาล	บึงบอระเพ็ด		บึงโขงหลง	
	จำนวนสปีชีส์ที่พบ	ค่าดัชนีความหลากชนิด	จำนวนสปีชีส์ที่พบ	ค่าดัชนีความหลากชนิด
ฤดูฝน (ปีที่ 1)	74	0.90	68	0.92
ฤดูหนาว (ปีที่ 1)	66	0.97	76	0.81
ฤดูร้อน (ปีที่ 1)	70	0.97	77	1.03
ฤดูฝน (ปีที่ 2)	90	1.10	92	1.03
ฤดูหนาว (ปีที่ 2)	78	1.19	87	1.11
ฤดูร้อน (ปีที่ 2)	80	1.12	90	1.16



ภาพที่ 10 จำนวนชนิดของโรติเฟอร์ที่พบแต่ละฤดูกาลในบึงบอระเพ็ดเปรียบเทียบกันระหว่างปีที่ 1 และ 2 ของการศึกษา (ตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2545 ถึงเมษายน 2547)



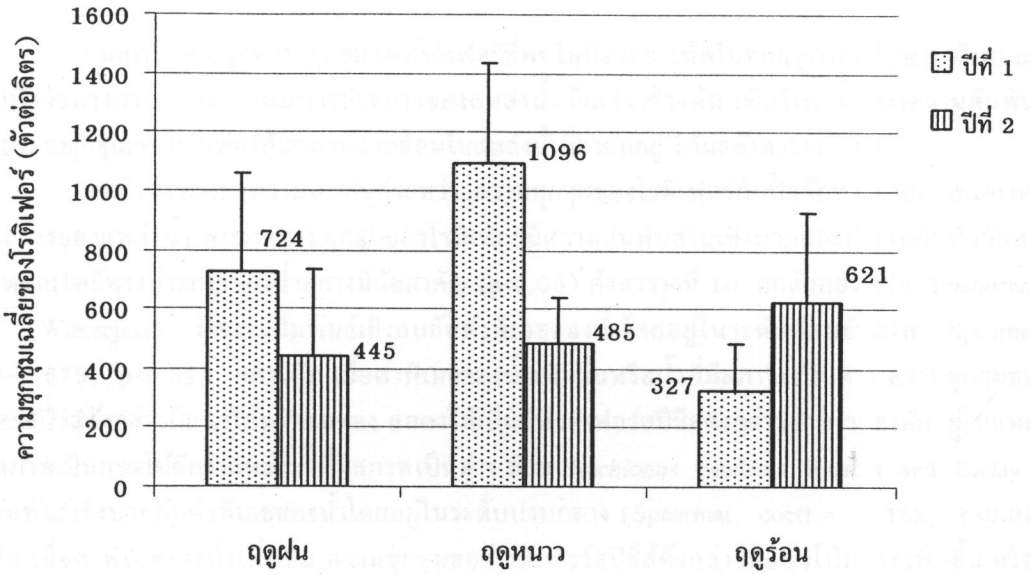
ภาพที่ 11 ภาพถ่ายและภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็คตรอนแบบส่องกราดของโรติเฟอร์จากการศึกษาครั้งนี้
ก: *Polyarthra vulgaris* (Carlin), ข: *Keratella cochlearis* (Gosse),
ค: *Brachionus falcatus* Zacharias, ง: *B. forficula* Wierzejski,
จ: *K. tropica* (Apstein) และ ฉ: *Plationus patulus* (Müller)

2.1.1.2 ความชุกชุมของโรติเฟอร์

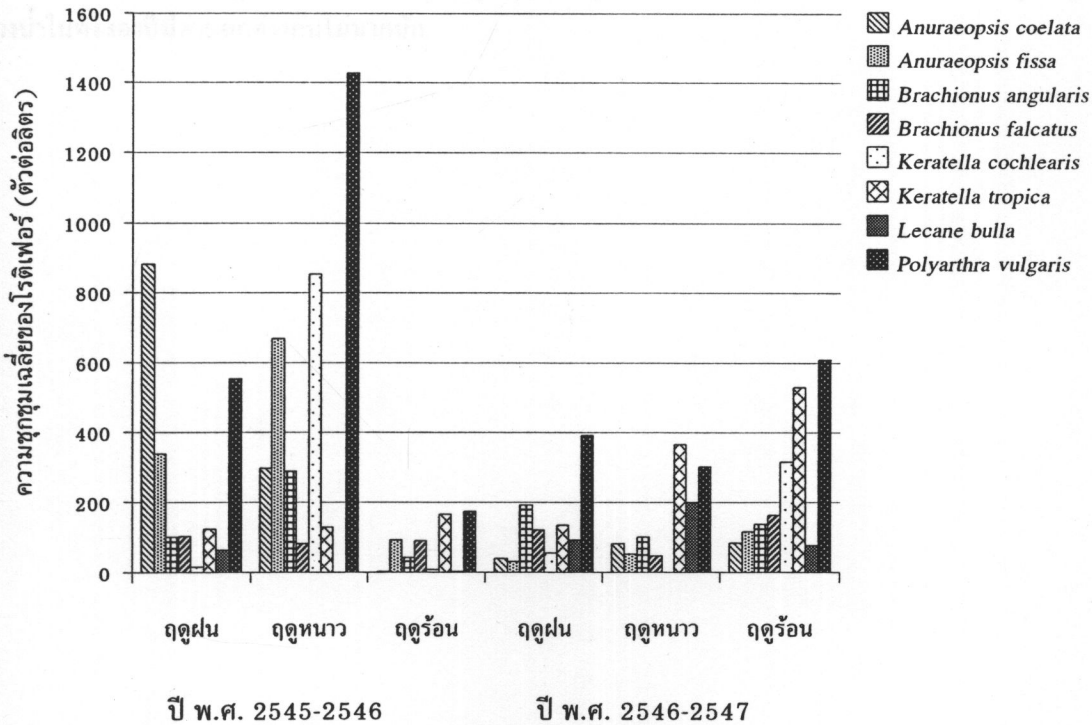
จากการศึกษาความชุกชุมของโรติเฟอร์ในรอบปีแรก พบว่าค่าเฉลี่ยจำนวนตัวของโรติเฟอร์สูงสุดในฤดูหนาวมีค่าเท่ากับ 1,096 ตัวต่อลิตร (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 339 ตัวต่อลิตร) และต่ำสุดในฤดูร้อนเท่ากับ 327 ตัวต่อลิตร (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 157 ตัวต่อลิตร) ชนิดที่มีความชุกชุมมากคือ *P. vulgaris* และ *Anuraeopsis coelata* (De Beauchamp) ส่วนในปีที่ 2 ของการศึกษา พบค่าเฉลี่ยจำนวนตัวของโรติเฟอร์สูงสุดในฤดูร้อนเท่ากับ 621 ตัวต่อลิตร (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 307 ตัวต่อลิตร) และต่ำสุดในฤดูฝนเท่ากับ 445 ตัวต่อลิตร (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 288 ตัวต่อลิตร) (ภาพที่ 12) ชนิดที่มีความชุกชุมมากคือ *P. vulgaris* และ *K. tropica*

เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของความชุกชุมของโรติเฟอร์ที่พบระหว่างสามฤดูกาลในทางสถิติ พบว่าทั้งในปีแรกและปีที่สองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) แต่เมื่อพิจารณาความชุกชุมของโรติเฟอร์ที่พบในฤดูกาลเดียวกันของทั้งสองปี พบว่าในฤดูหนาวเท่านั้นที่ความชุกชุมของโรติเฟอร์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

เมื่อพิจารณาจากข้อมูลดังกล่าวข้างต้น พบว่าความหลากชนิดของโรติเฟอร์มีผลต่อความชุกชุม โดยโรติเฟอร์ที่พบในทั้งสามฤดูกาลของรอบปีที่ศึกษานั้น ความหลากชนิดของโรติเฟอร์จะแปรผกผันกับความชุกชุม กล่าวคือฤดูกาลที่มีความหลากชนิดมาก ในแต่ละชนิดที่พบนั้นจะมีความชุกชุมน้อย ในทำนองเดียวกันฤดูกาลที่พบความหลากชนิดน้อย ในแต่ละชนิดที่พบจะมีความชุกชุมมาก ยกตัวอย่างเช่น ฤดูหนาว (ธันวาคม 2545) พบโรติเฟอร์มีความหลากชนิดน้อยที่สุด 66 สปีชีส์ แต่พบความชุกชุมเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 1,096 ตัวต่อลิตร (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 339 ตัวต่อลิตร) (ภาพที่ 12) และยังมีความสอดคล้องกับชนิดที่พบด้วย โดยชนิดของโรติเฟอร์ที่พบนั้นจะมีความชุกชุมค่อนข้างมาก เช่น *P. vulgaris* และ *K. cochlearis* มีความชุกชุมเฉลี่ยมากถึง 1,426 และ 852 ตัวต่อลิตร ตามลำดับ (ภาพที่ 13) นอกจากนี้ยังพบว่าดัชนีความหลากชนิดของโรติเฟอร์มีค่าค่อนข้างน้อยอยู่ในช่วง 0.90-1.19 ซึ่งค่าดังกล่าวนี้มีความสอดคล้องกับในกรณีที่พบโรติเฟอร์ชนิดใดชนิดหนึ่งมีความชุกชุมสูงมาก จึงทำให้พบค่าดัชนีความหลากชนิดมีค่าค่อนข้างน้อย ค่าดัชนีความหลากชนิดที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของงานวิจัยภาคสนามควรมีค่าอยู่ระหว่าง 1.5-3.5 (Margalef, 1972)



ภาพที่ 12 ความชุกชุมเฉลี่ยของโรติเฟอร์ที่พบในบึงบอระเพ็ด ระหว่างเดือนสิงหาคม 2545 ถึงเมษายน 2547 (ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)



ภาพที่ 13 ชนิดของโรติเฟอร์ที่มีความชุกชุมมากในบึงบอระเพ็ด ระหว่างเดือนสิงหาคม 2545 ถึงเมษายน 2547

2.1.1.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความชุกชุมของโรติเฟอร์ที่พบกับปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการ

จากการนำข้อมูลความชุกชุมของโรติเฟอร์ที่พบในบึงบอระเพ็ดในทุกฤดูกาลที่ศึกษามาวิเคราะห์ร่วมกับปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของแหล่งน้ำดังกล่าวข้างต้น เพื่อวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างความชุกชุมของโรติเฟอร์กับสภาพแวดล้อมในแหล่งน้ำที่อาศัยอยู่ ได้ผลดังตารางที่ 10

การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างความชุกชุมของโรติเฟอร์กับปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของแหล่งน้ำ พบว่าความชุกชุมของโรติเฟอร์มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกและเชิงลบกับปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของน้ำอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ดังตารางที่ 10 ยกตัวอย่างเช่น *Trichocerca similis* (Wierzejski) มีความสัมพันธ์เชิงลบกับค่าพีเอชของน้ำโดยอยู่ในระดับค่อนข้างมาก (Spearman coeff.=-0.679, $p<0.01$) กล่าวคือ เมื่อค่าพีเอชของน้ำเพิ่มขึ้นหรือน้ำที่มีสภาวะเป็นด่าง ความชุกชุมของโรติเฟอร์สปีชีส์ดังกล่าวมีแนวโน้มที่จะลดลง แสดงให้เห็นว่าโรติเฟอร์สปีชีส์ดังกล่าวสามารถอาศัยอยู่ในแหล่งน้ำที่มีสภาพเป็นกรดได้ดีกว่าแหล่งน้ำที่มีสภาพเป็นด่าง ส่วน *Brachionus caudatus* Barrois and Daday มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับค่าพีเอชของน้ำโดยอยู่ในระดับปานกลาง (Spearman coeff.= 0.462, $p<0.01$) กล่าวคือ เมื่อค่าพีเอชของน้ำเพิ่มขึ้น ความชุกชุมของโรติเฟอร์สปีชีส์ดังกล่าวมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้น หรือมีความหมายอีกนัยหนึ่งคือโรติเฟอร์สปีชีส์นี้สามารถอาศัยอยู่ในแหล่งน้ำที่มีสภาพเป็นด่างได้ดี เป็นต้น

ดังนั้น ความสัมพันธ์ระหว่างความชุกชุมของโรติเฟอร์กับปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของแหล่งน้ำยังไม่ชัดเจน อย่างไรก็ดีชนิดหนึ่งซึ่งมีความชุกชุมมากคือ *Polyarthra vulgaris* เจริญได้ดีในช่วงฤดูหนาวของปีแรก มีอุณหภูมิน้ำอยู่ในช่วง 28.1-29.7 องศาเซลเซียส แต่ในฤดูหนาวของปีที่สองพบว่าโรติเฟอร์ชนิดดังกล่าวนี้มีความชุกชุมลดน้อยลงทั้งที่อุณหภูมิของน้ำอยู่ในช่วง 23.2-27.4 องศาเซลเซียส ซึ่งอุณหภูมิของน้ำในทั้งสองปีมีค่าแตกต่างกันไม่มากนัก

ตารางที่ 10 ทิศทางและระดับความสัมพันธ์ระหว่างความชุกชุมของโรติเฟอร์ในบึงบอระเพ็ดกับปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของแหล่งน้ำ

ปัจจัยคุณภาพน้ำที่ตรวจวัด	ทิศทางของความสัมพันธ์	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน (Spearman Correlation Coefficient Interval (r_s))			
		<0.2	0.2-0.4	0.41-0.6	0.61-0.8
อุณหภูมิ	+	*Brachionus caudatus* f. *apsteini**, *B. falcatus**, *Lecane flexilis**, *L. pyriformis**, *Testudinella patina**	*Asplanchna brightwelli***, *B. calyciflorus***, *B. dichotomus* f. *reductus***, *B. diversicornis***, *Filinia opoliensis**, *L. ludwigii***, *Plationus patulus***		
	-	*Anuraeopsis coelata**, *B. angularis**, *B. quadridentatus**, *Hexarthra mira**, *Lecane curvicornis**, *L. leontina**, *L.rhenana**, *Lepadella ehrenbergi**, *Polyarthra vulgaris**, *Trichocerca flagellata**	*B. caudatus* f. *aculeatus***, *Keratella lenzi***, *K. tecta***, *Lecane lunaris***, *L. punctata***, *Lepadella rhomboides***, *Trichocerca similis***, *T. stylata***	*Trichocerca cylindrica***	
พีเอช	+	*Euchlanis dilatata**, *F. novaezealandiae**, *L. hamata**, *L. inopinata**, *Lepadella patella**, *Scaridium longicaudum**, *T. patina**	*Ascomorpha ovalis***, *A. saltans***, *B. caudatus* f. *apsteini***, *B. dichotomus* f. *reductus***, *B. falcatus***, *Colurella uncinata**, *K. procurva**, *K. tropica***, *L. bulla***, *L. flexilis***, *L. furcata***, *L. ludwigii***, *L. obtusa***,	*B. caudatus***, *Collotheca* cf. *trilobata***, *F. opoliensis***, *H. intermedia***	

** มีความสัมพันธ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

* มีความสัมพันธ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 10 ทิศทางและระดับความสัมพันธ์ระหว่างความชุกชุมของโรติเฟอร์ในบึงบอระเพ็ดกับปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของแหล่งน้ำ (ต่อ)

ปัจจัยคุณภาพน้ำที่ตรวจวัด	ทิศทางของความสัมพันธ์	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน (Spearman Correlation Coefficient Interval (r_s))			
		<0.2	0.2-0.4	0.41-0.6	0.61-0.8
พีเอช (ต่อ)	+		*Lecane pyriformis***, *L. signifera***, *L. ungulata***, *L. ehrenbergi**, *L. ovalis***, *L. rhomboides**, *Macrochaetus collinsi***, *Mytilina ventralis***		
	-	*Anuraeopsis coelata**, *Filinia longiseta**, *K. cochlearis**, *Lecane arcula**, *L. thalera**, *T. mus**	*Anuraeopsis fissa***, *Keratella tecta***, *Polyarthra vulgaris***, *Trichocerca capucina***, *T. cylindrica***, *T. stylata***	*Brachionus caudatus* f. *aculeatus***, *Trichocerca flagellata***, *T. pusilla***	*Trichocerca similis***
การนำไฟฟ้า	+	*Plationus patulus**,	*B. calyciflorus***, *B. forficula***, *L. arcula**,	*B. diversicornis***,	
	-	*Asplanchna priodonta**, *B. caudatus* f. *aculeatus**, *F. camasecla**, *L. unguitata**, *P. vulgaris**	*A. coelata***, *B. angularis***, *B. caudatus***, *B. donneri***, *C.* cf. *trilobata***, *H. intermedia***, *H. mira**, *L. aculeata***, *L. bulla***, *L. curvicornis**,	*B. quadridentatus***, *Lepadella rhomboides***,	

** มีความสัมพันธ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

* มีความสัมพันธ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 10 ทิศทางและระดับความสัมพันธ์ระหว่างความชุกชุมของโรติเฟอร์ในบึงบอระเพ็ดกับปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของแหล่งน้ำ (ต่อ)

ปัจจัยคุณภาพน้ำที่ตรวจวัด	ทิศทางของความสัมพันธ์	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน (Spearman Correlation Coefficient Interval (r_s))			
		<0.2	0.2-0.4	0.41-0.6	0.61-0.8
การนำไฟฟ้า (ต่อ)	-		*Lecane furcata***, *L. hamata**, *L. hastata***, *L. leontina***, *L. quadridentata***, *L. rhenana***, *Lepadella ehrenbergi***, *L. ovalis***, *Mytilina ventralis***, *Platyias quadricornis***, *Pompholyx complanata***, *Sinantherina ariprepes***, *Trichocerca bicristata***, *T. braziliensis***, *T. stylata**, *Tripleuchlanis plicata***		
ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ	+	*Brachionus caudatus**, *B. caudatus* f. *aculeatus**, *L. closterocerca**,	*Ascomorpha ovalis***, *A. saltans***, *B. angularis***, *B. dichotomus* f. *reductus**, *Filinia longiseta**, *F. opoliensis***, *Hexarthra mira**, *Keratella lenzi***, *K. tecta***	*Anuraeopsis coelata***, *A. fissa***, *B. falcatus***, *K. cochlearis***, *T. stylata***	

** มีความสัมพันธ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

* มีความสัมพันธ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 10 ทิศทางและระดับความสัมพันธ์ระหว่างความชุกชุมของโรติเฟอร์ในบึงบอระเพ็ดกับปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของแหล่งน้ำ (ต่อ)

ปัจจัยคุณภาพน้ำที่ตรวจวัด	ทิศทางของความสัมพันธ์	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน (Spearman Correlation Coefficient Interval (r_s))			
		<0.2	0.2-0.4	0.41-0.6	0.61-0.8
ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (ต่อ)	+		*Keratella tropica***, *Lecane flexilis**, *L. pyriformis***, *Polyarthra vulgaris**, *Trichocerca capucina**, *T. pusilla***		
	-	*Filinia camasecla**, *Lecane aculeata**, *L. hamata**, *L. papuana**, *L. quadridentata**, *L. rhenana**, *Monommata* sp.*, *T. cylindrica**	*Brachionus quadridentatus***, *L. curvicornis***, *L. leontina***, *L. lunaris***, *L. unguitata***, *Lepadella rhomboides***, *Sinantherina spinosa***, *Tripleuchlanis plicata***		
ความเค็ม	+		*B. calyciflorus***, *B. forficula***, *F. novaezealandiae***, *K. tropica***, *L. flexilis***	*B. diversicornis***	
	-	*B. donneri**, *L. aculeata**, *L. quadridentata**, *Platyias quadricornis**, *Sinantherina ariprepes**, *T. bicristata**, *T. flagellata**	*Anuraeopsis coelata***, *B. angularis***, *B. caudatus* f. *aculeatus***, *B. quadridentatus***, *F. camasecla***, *Hexarthra intermedia***, *H. mira***, *Pompholyx complanata***, *T. stylata***		

** มีความสัมพันธ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

* มีความสัมพันธ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 10 ทิศทางและระดับความสัมพันธ์ระหว่างความชุกชุมของโรติเฟอร์ในบึงบอระเพ็ดกับปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของแหล่งน้ำ (ต่อ)

ปัจจัยคุณภาพน้ำที่ตรวจวัด	ทิศทางของความสัมพันธ์	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน (Spearman Correlation Coefficient Interval (r_s))			
		<0.2	0.2-0.4	0.41-0.6	0.61-0.8
ความลึก	+	*Brachionus angularis**, *Keratella procurva**, *Lecane punctata**, *Trichocerca pusilla**	*B. caudatus f. aculeatus***, *B. dichotomus f. reductus***, *B. donneri***, *C. cf. trilobata***, *K. cochlearis***, *K. lenzi***, *K. tecta***, *K. tropica***, *T. capucina***, *T. cylindrica***, *T. flagellata**	*Anuraeopsis coelata***, *A. fissa***	
	-	*B. quadridentatus**, *Filinia camasecla**, *F. longiseta**, *L. furcata**, *L. hamata**, *L. pyriformis**, *Plationus patulus**, *T. braziliensis**	*Asplanchna brightwelli***, *A. priodonta***, *Ascomorpha saltans***, *B. caudatus* f. *apsteini***, *F. novaezealandiae***, *L. aculeata***, *L. hastata**, *L. leontina***, *L. ludwigii***, *L. quadridentata***, *Mytilina ventralis***, *Platyias quadricornis***, *Sinantherina ariprepes***, *S. spinosa***, *Synchaeta* sp.**, *T. bicristata***		

** มีความสัมพันธ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

* มีความสัมพันธ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

2.1.2 บึงโขงหลง

2.1.2.1 ความหลากชนิดของโรติเฟอร์

พบโรติเฟอร์ทั้งสิ้น 29 สกุล 110 สปีชีส์ (ตารางที่ 8) คิดเป็นร้อยละ 31.3 ของสปีชีส์ทั้งหมดที่พบในประเทศไทย วงศ์ Lecanidae พบความหลากชนิดมากที่สุด 30 สปีชีส์ รองลงมา ได้แก่ วงศ์ Trichocercidae และ Brachionidae พบ 19 สปีชีส์ และ 13 สปีชีส์ ตามลำดับ สกุลที่มีความหลากหลายในแง่จำนวนสปีชีส์มากที่สุดคือ *Lecane* พบสมาชิก 30 สปีชีส์ (ร้อยละ 27.3 ของสปีชีส์ทั้งหมด) รองลงมา ได้แก่ สกุล *Trichocerca* มีสมาชิก 18 สปีชีส์ (ร้อยละ 16.4 ของสปีชีส์ทั้งหมด) และ *Lepadella* 8 สปีชีส์ (ร้อยละ 7.3 ของสปีชีส์ทั้งหมด) ซึ่งมีทั้งความคล้ายคลึงกันและแตกต่างกันกับผลการศึกษาของ Sanoamuang et al. (1995) และ Segers (2001) ที่รายงานว่าโรติเฟอร์สกุลที่มีความหลากชนิดมากที่สุดในประเทศไทยและประเทศในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้คือ สกุล *Lecane* รองลงมา ได้แก่ *Brachionus* และ *Trichocerca* ตามลำดับ

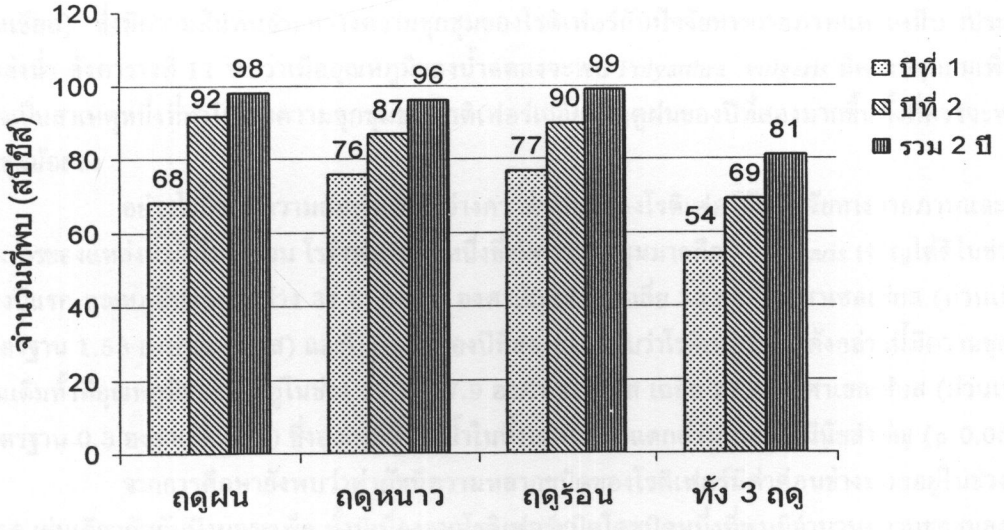
โรติเฟอร์ที่พบในแต่ละฤดูกาลมีจำนวนอยู่ระหว่าง 68-92 สปีชีส์ ในรอบปีแรก พบความหลากชนิดดังนี้ ในฤดูร้อน ฤดูหนาว และฤดูฝน มีจำนวนชนิดที่พบเท่ากับ 77 (มีค่าดัชนีความหลากชนิดเท่ากับ 1.03), 76 และ 68 สปีชีส์ ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละ 70, 69.1 และ 61.2 ของโรติเฟอร์ที่พบทั้งหมด ตามลำดับ ส่วนในปีที่สองของการศึกษา พบความหลากชนิดในฤดูฝน ฤดูร้อน และฤดูหนาวเท่ากับ 92 (มีค่าดัชนีความหลากชนิดเท่ากับ 1.03), 90 และ 87 สปีชีส์ ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละ 83.6, 81.8 และ 79.1 ของโรติเฟอร์ที่พบทั้งหมดตามลำดับ (ตารางที่ 9 และภาพที่ 14) จะเห็นได้ว่าความหลากชนิดของโรติเฟอร์ที่พบทั้งสามฤดูในแต่ละรอบปีที่ทำการศึกษามีจำนวนที่ใกล้เคียงกัน เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าความหลากชนิดที่พบทั้งสามฤดูในรอบปีแรกและรอบปีที่สองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) และเมื่อวิเคราะห์ความหลากชนิดของโรติเฟอร์ที่พบในฤดูกาลเดียวกันของทั้งสองปี พบว่าความหลากชนิดของโรติเฟอร์ที่พบในทุกฤดูกาลของปีแรกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับความหลากชนิดในปีที่สอง ($p<0.05$) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากในปีที่สองที่ทำการศึกษามีปริมาณน้ำฝนมากกว่าปีแรกโดยพบว่าบริเวณกลางบึงมีความลึกมากถึง 4 เมตร ในขณะที่ปีแรกนั้นมีความลึกเพียง 2.5 เมตร ปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้นนี้อาจจะชะล้างปริมาณอินทรีย์สารและอนินทรีย์สารจากพื้นดินลงสู่บึง ธาตุอาหารดังกล่าวมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตและการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำนี้ซึ่งรวมถึงโรติเฟอร์ด้วย จึงอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้พบโรติเฟอร์มีความหลากชนิดมากที่สุดในช่วงฤดูฝน โรติเฟอร์ที่พบทั้งหมด มีรายชื่อดังตารางที่ 8

โรติเฟอร์ที่พบเฉพาะในปีแรกของการศึกษามี 3 สปีชีส์คือ *Asplanchna priodonta*, *Lecane papuana* และ *Pompholyx complanata* ส่วนชนิดที่พบเฉพาะปีที่สองของการศึกษามี 7 สปีชีส์คือ *Filinia opoliensis*, *L. luna*, *L. obtusa* และ *L. lateralis* ชนิดที่พบสม่ำเสมอและทุกสถานีที่เก็บตัวอย่าง ได้แก่ *Polyarthra vulgaris*, *Keratella cochlearis*, *L. bulla* และ *L. lunaris* ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานที่ว่า ในแหล่งน้ำที่มีธาตุอาหารละลายอยู่มาก รวมถึงบริเวณที่ลุ่มของทะเลสาบที่เป็น eutrophic lakes จะพบการอาศัยอยู่รวมกันของ *P. vulgaris* และ *K. cochlearis* ซึ่งพบได้บ่อยที่สุดตลอดทั้งปี (Raina and Vass, 1993) จากการสำรวจโรติเฟอร์ที่พบในโขงหลงครั้งนี้ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับชนิดที่พบประจำถิ่นในแต่ละภูมิภาคของโลกตามรายงานการศึกษาของละออศรี เสนาะเมือง (2542; 2544) พบว่าเป็นชนิดที่พบประจำถิ่นของเอเชียและออสเตรเลีย 2 สปีชีส์คือ *Brachionus dichotomus* f. *reductus* และ *Trichocerca orca* (Murray) ชนิดที่พบประจำถิ่นในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ 3 สปีชีส์คือ *B. donneri*, *K. edmondsoni* (Nayar) และ *L. blachei* ชนิดที่พบบ่อยในประเทศไทย 13 สปีชีส์ ได้แก่ *Anuraeopsis fissa*, *B. falcatus*, *B. forficula*, *F. longiseta*, *F. novaezealandiae*, *F. opoliensis*, *K. cochlearis*, *K. tropica*, *L. bulla*, *L. papuana*, *Plationus patulus*, *P. vulgaris* และ *T. similis* (ละออศรี เสนาะเมือง, 2544) โรติเฟอร์ที่พบส่วนใหญ่เคยมีรายงานการพบและอยู่ในบัญชีรายชื่อโรติเฟอร์ที่พบใน

ประเทศไทยแล้ว และส่วนใหญ่เป็นชนิดที่พบแพร่กระจายอยู่ทั่วไปในเขตร้อน (ละออศรี เสนาะเมือง, 2544; Segers et al., 1993)

ชนิดที่พบในบึงโขงหลงส่วนใหญ่มีความคล้ายคลึงกันกับชนิดที่พบในบึงบอระเพ็ดดังกล่าวข้างต้น ซึ่งชนิดที่พบในครั้งนี้มีความสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Sanoamuang and Savatenalinton (2001b) ที่ได้ศึกษาความหลากชนิดของโรติเฟอร์ในบึงกุดทิง จังหวัดหนองคาย ซึ่งเป็นแหล่งน้ำขนาดใหญ่พบโรติเฟอร์มีความหลากชนิดมากถึง 183 สปีชีส์ ทั้งนี้บึงกุดทิงมีสภาพแวดล้อมที่มีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก ในขณะที่สภาพแวดล้อมของบึงโขงหลงมีการเปลี่ยนแปลงทางธรรมชาติของแหล่งน้ำ การชะล้างผิวดินในฤดูฝน การขยายพันธุ์ของพันธุ์ไม้น้ำไปทั่วทุกพื้นที่ รวมถึงการเพิ่มจำนวนการบุกรุกของมนุษย์ในการใช้ประโยชน์บริเวณพื้นที่รอบบึง ในการทำเกษตรกรรม และปลูกสร้างสถานพักผ่อนหย่อนใจซึ่งรวมไปถึงร้านอาหารริมบึง เป็นต้น กิจกรรมต่าง ๆ เหล่านี้มีผลให้ระบบนิเวศของบึงโขงหลงเกิดการเปลี่ยนแปลงตามไปด้วยซึ่งรวมถึงการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำที่มีผลกระทบโดยตรงต่อการดำรงชีวิตและองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิตในบึง รวมถึงกลุ่มของแพลงก์ตอนสัตว์ที่เป็นแหล่งอาหารธรรมชาติที่สำคัญอย่างหนึ่งในระบบนิเวศ จึงเป็นสาเหตุให้พบจำนวนชนิดของโรติเฟอร์ในบึงโขงหลงน้อยกว่าบึงกุดทิง เมื่อพิจารณาจากข้อมูลดังกล่าวข้างต้น พบว่าความผันแปรของชนิดโรติเฟอร์ที่พบในแต่ละฤดูกาล มีความหลากชนิดมากน้อยแตกต่างกันและพบว่าในฤดูฝนมีความหลากชนิดมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ถึงจะไม่ชัดเจนมากนักแต่มีแนวโน้มในระดับหนึ่งได้ว่าฤดูกาลมีผลกับความหลากชนิดของโรติเฟอร์ที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำแห่งนี้

จากที่กล่าวมาข้างต้นนี้มีความสอดคล้องกับการรายงานของ Pejler (1983) ที่กล่าวไว้ว่าโรติเฟอร์มีการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมที่ไวกว่าแพลงก์ตอนสัตว์ในกลุ่มที่เป็นครัสเตเชียน จึงสามารถใช้โรติเฟอร์เป็นดัชนีชี้วัดการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำได้



ภาพที่ 14 จำนวนชนิดของโรติเฟอร์ที่พบแต่ละฤดูกาลในบึงโขงหลงเปรียบเทียบกันระหว่างปีที่ 1 และ 2 ของการศึกษา (ตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2545 ถึงเมษายน 2547)

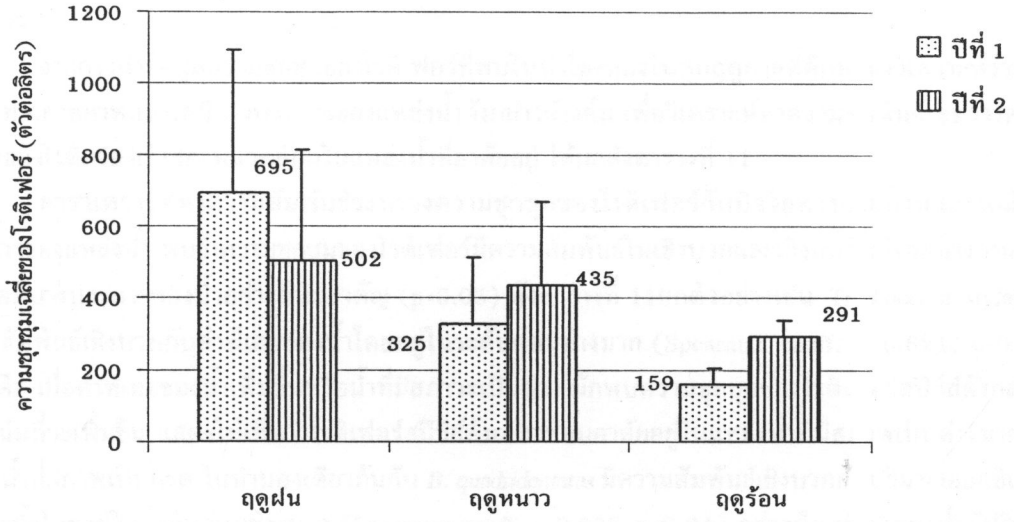
2.1.2.2 ความชุกชุมของโรติเฟอร์

จากการศึกษาความชุกชุมของโรติเฟอร์ในรอบปีแรก พบว่าค่าเฉลี่ยจำนวนตัวของโรติเฟอร์สูงสุดในฤดูฝนมีค่าเท่ากับ 695 ตัวต่อลิตร (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 398 ตัวต่อลิตร) และต่ำสุดในฤดูร้อนเท่ากับ 159 ตัวต่อลิตร (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 47 ตัวต่อลิตร) ชนิดที่มีความชุกชุมมากคือ *Polyarthra vulgaris* ส่วนในปีที่ 2 ของการศึกษา พบค่าเฉลี่ยจำนวนตัวของ โรติเฟอร์สูงสุดในฤดูฝนเท่ากับ 502 ตัวต่อลิตร (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 312 ตัวต่อลิตร) และต่ำสุดในฤดูร้อนเท่ากับ 291 ตัวต่อลิตร (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 45 ตัวต่อลิตร) (ภาพที่ 15) ชนิดที่มีความชุกชุมมากคือ *P. vulgaris* เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของความชุกชุมของโรติเฟอร์ที่พบระหว่างสามฤดูกาลในทางสถิติ พบว่าทั้งในปีแรกและปีที่สองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) แต่เมื่อพิจารณาความชุกชุมของโรติเฟอร์ที่พบในฤดูกาลเดียวกันของทั้งสองปี พบว่าความชุกชุมของโรติเฟอร์ที่พบในฤดูฝนและฤดูร้อนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

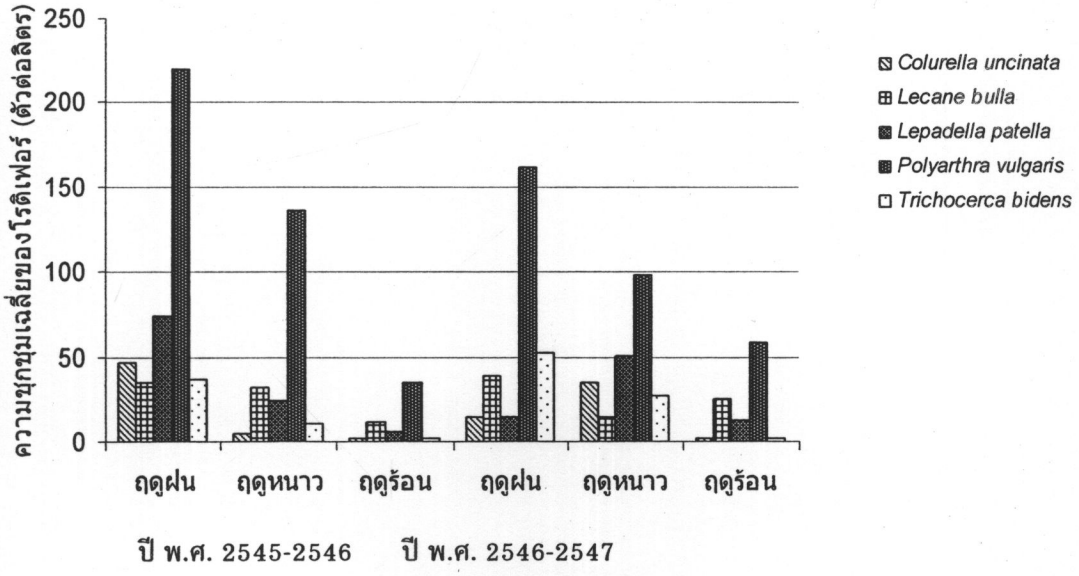
เมื่อพิจารณาจากข้อมูลดังกล่าวข้างต้น พบว่าความหลากชนิดของโรติเฟอร์มีผลต่อความชุกชุม กล่าวคือฤดูกาลที่มีความหลากชนิดมาก ในแต่ละชนิดที่พบนั้นจะมีความชุกชุมน้อย ในทำนองเดียวกันฤดูกาลที่พบความหลากชนิดน้อย ในแต่ละชนิดที่พบจะมีความชุกชุมมาก ซึ่งเห็นได้อย่างชัดเจนในปีแรกของการศึกษา ยกตัวอย่างเช่น ฤดูฝน (สิงหาคม 2545) พบโรติเฟอร์มีความหลากชนิดน้อยที่สุด 68 สปีชีส์ แต่พบความชุกชุมเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 695 ตัวต่อลิตร (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 398 ตัวต่อลิตร) และยังมีความสอดคล้องกับชนิดที่พบด้วย โดยชนิดของโรติเฟอร์ที่พบนั้นจะมีความชุกชุมค่อนข้างมาก เช่น *P. vulgaris* และ *Lepadella patella* มีความชุกชุมเฉลี่ยมากถึง 220 และ 74 ตัวต่อลิตร ตามลำดับ (ภาพที่ 16) แต่ในปีที่สองของการศึกษาให้ผลที่ตรงข้ามกันกับปีแรก โดยพบความหลากชนิดของโรติเฟอร์มากที่สุดในฤดูฝน (สิงหาคม 2546) 92 สปีชีส์ และยังพบความชุกชุมเฉลี่ยมากที่สุดในฤดูกาลเดียวกันมีค่าเท่ากับ 502 ตัวต่อลิตร (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 312 ตัวต่อลิตร) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากอุณหภูมิของน้ำในปีที่สองมีค่าต่ำกว่าในปีแรกโดยมีค่าอยู่ในช่วง 27.1-27.9 องศาเซลเซียส เฉลี่ย 27.6 องศาเซลเซียส (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.3 องศาเซลเซียส) ซึ่งมีความสัมพันธ์ระหว่างความชุกชุมของโรติเฟอร์กับปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของแหล่งน้ำ ดังตารางที่ 11 พบว่าเมื่ออุณหภูมิของน้ำลดลงจะพบ *Polyarthra vulgaris* มีความชุกชุมเพิ่มขึ้น จึงอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้พบความชุกชุมของโรติเฟอร์เฉลี่ยในฤดูฝนของปีที่สองมากขึ้นทั้งที่ควรจะพบความชุกชุมน้อยลง

อย่างไรก็ตามความสัมพันธ์ระหว่างความชุกชุมของโรติเฟอร์กับปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของแหล่งน้ำยังไม่ชัดเจน โรติเฟอร์ชนิดหนึ่งซึ่งมีความชุกชุมมากคือ *P. vulgaris* เจริญได้ดีในช่วงฤดูฝนของปีแรก อุณหภูมิน้ำอยู่ในช่วง 31.8-35.3 องศาเซลเซียส เฉลี่ย 33.68 องศาเซลเซียส (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.53 องศาเซลเซียส) และในฤดูฝนของปีที่สองยังคงพบว่าโรติเฟอร์ชนิดดังกล่าวนี้มีความชุกชุมมากเช่นเดิมทั้งที่อุณหภูมิของน้ำอยู่ในช่วง 27.1-27.9 องศาเซลเซียส เฉลี่ย 27.6 องศาเซลเซียส (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.3 องศาเซลเซียส) ซึ่งอุณหภูมิของน้ำในทั้งสองปีมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

จากการศึกษายังพบว่าค่าดัชนีความหลากชนิดของโรติเฟอร์มีค่าค่อนข้างน้อยอยู่ในช่วง 0.81-1.16 เช่นเดียวกันกับบึงบอระเพ็ด ทั้งนี้เนื่องจากโรติเฟอร์ชนิดใดชนิดหนึ่งที่พบมีจำนวนความชุกชุมสูงมาก จึงส่งผลให้พบค่าดัชนีความหลากชนิดค่อนข้างน้อย



ภาพที่ 15 ความชุกชุมเฉลี่ยของโรติเฟอร์ที่พบในบึงโขงหลง ระหว่างเดือนสิงหาคม 2545 ถึง เมษายน 2547 (ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)



ภาพที่ 16 ชนิดของโรติเฟอร์ที่มีความชุกชุมมากในบึงโขงหลง ระหว่างเดือนสิงหาคม 2545 ถึง เมษายน 2547

2.1.2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความชุกชุมของโรติเฟอร์ที่พบกับปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการ

จากการนำข้อมูลความชุกชุมของโรติเฟอร์ที่พบในบึงโขงหลงในทุกฤดูกาลที่ศึกษามาวิเคราะห์ร่วมกับปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของแหล่งน้ำดังกล่าวข้างต้น เพื่อวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างความชุกชุมของโรติเฟอร์กับสภาพแวดล้อมในแหล่งน้ำที่อาศัยอยู่ ได้ผลดังตารางที่ 11

การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างความชุกชุมของโรติเฟอร์กับปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของแหล่งน้ำ พบว่าความชุกชุมของโรติเฟอร์มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกและเชิงลบกับปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของน้ำอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ดังตารางที่ 11ยกตัวอย่างเช่น *Trichocerca stylata* มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับค่าพีเอชของน้ำโดยอยู่ในระดับค่อนข้างมาก (Spearman coeff. = 0.621, $p<0.01$) กล่าวคือ เมื่อค่าพีเอชของน้ำเพิ่มขึ้นหรือน้ำที่มีสภาวะเป็นด่าง มักพบความชุกชุมของโรติเฟอร์สปีชีส์ดังกล่าวมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่าโรติเฟอร์สปีชีส์ดังกล่าวชอบอาศัยอยู่ในแหล่งน้ำที่มีสภาพเป็นด่างมากกว่าแหล่งน้ำที่สภาพเป็นกรด ในทำนองเดียวกันกับ *B. quadridentatus* มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำโดยอยู่ในระดับค่อนข้างมาก (Spearman coeff. = 0.638, $p<0.01$) กล่าวคือ เมื่อแหล่งน้ำมีปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำเพิ่มขึ้น ความชุกชุมของโรติเฟอร์สปีชีส์ดังกล่าวมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นด้วย แสดงให้เห็นว่าโรติเฟอร์สปีชีส์ดังกล่าวนี้มักพบอาศัยอยู่ในแหล่งน้ำที่มีสภาพดีหรือน้ำสะอาดนั่นเอง เป็นต้น

ตารางที่ 11 ทิศทางและระดับความสัมพันธ์ระหว่างความชุกชุมของโรติเฟอร์ในบึงโขงหลงกับปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของแหล่งน้ำ

ปัจจัยคุณภาพน้ำที่ตรวจวัด	ทิศทางของความสัมพันธ์	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน (Spearman Correlation Coefficient Interval (r_s))			
		<0.2	0.2-0.4	0.41-0.6	0.61-0.8
อุณหภูมิ	+	*Keratella cochlearis**, *Lecane lunaris**, *T. insuata**, *T. orca**	*Brachionus falcatus**, *Euchlanis dilatata**, *L. blachei***, *L. closterocerca***, *L. thienemanni***, *Macrochaetus longipes***, *T. braziliensis***, *T. flagellata**	*Trichocerca hollaerti***	
	-	*Lepadella patella**, *M. collinsi**, *T. capucina**, *T. similis**	*Anuraeopsis coelata***, *Ascomorpha saltans***, *Cephalodella mucronata***, *Colurella adriatica***, *K. edmondsoni***, *L. crepida***, *L. obtusa***, *Polyarthra vulgaris***, *Sinantherina ariprepes***, *Testudinella amphora***, *T. tridentate***, *Trichocerca abilioi***, *T. bidens***, *T. cylindrica***, *T. stylata***	*Colurella uncinata***, *Lepadella amphitropis***, *Testudinella parva***	
พีเอช	+	*L. hornemanni**, *L. quadridentata**, *L. signifera**, *L. cristata**, *L. patella**, *Monommata* sp.*, *S. longicaudum**	*B. quadridentatus***, *C. mucronata***, *C. uncinata***, *L. curvicornis***, *L. inopinata***, *L. pyriformis**, *L. unguitata***,	*C. adriatica***, *L. hamata***	*T. stylata***

** มีความสัมพันธ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

* มีความสัมพันธ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 11 ทิศทางและระดับความสัมพันธ์ระหว่างความชุกชุมของโรติเฟอร์ในบึงโขงหลงกับปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของแหล่งน้ำ (ต่อ)

ปัจจัยคุณภาพน้ำที่ตรวจวัด	ทิศทางของความสัมพันธ์	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน (Spearman Correlation Coefficient Interval (r_s))			
		<0.2	0.2-0.4	0.41-0.6	0.61-0.8
พีเอช (ต่อ)	+		*Lepadella amphitropis***, *Macrochaetus collinsi***, *M. longipes***, *Testudinella amphora***, *Trichocerca bicristata***, *T. flagellata***, *T. hollaerti***, *T. orca***, *Tripleuchlanis plicata***		
	-	*Euchlanis dilatata**, *Lecane pertica**	*Anuraeopsis fissa***, *B. falcatus***, *Keratella lenzi***, *L. closterocerca**, *T. insignis***, *T. similis***		
การนำไฟฟ้า	+	*Hexarthra intermedia**, *K. edmondsoni**,	*B. dichotomus* f. *reductus***, *B. donneri***, *B. falcatus***, *H. mira***, *K. lenzi***, *L. blachei***, *L. inopinata***, *L. pyriformis***, *L. thienemanni**, *L. unguitata***, *T. braziliensis***	*Brachionus quadridentatus***, *P. patulus***	
	-	*Ascomorpha saltans**, *E. dilatata**, *M. collinsi**,	*A. ovalis***, *C. uncinata***, *L. bulla***, *L. lateralis***,	*P. vulgaris***, *T. tridentata***, *T. bidens***	

** มีความสัมพันธ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

* มีความสัมพันธ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 11 ทิศทางและระดับความสัมพันธ์ระหว่างความชุกชุมของโรติเฟอร์ในบึงโขงหลงกับปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของแหล่งน้ำ (ต่อ)

ปัจจัยคุณภาพน้ำที่ตรวจวัด	ทิศทางของความสัมพันธ์	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน (Spearman Correlation Coefficient Interval (r_s))			
		<0.2	0.2-0.4	0.41-0.6	0.61-0.8
การนำไฟฟ้า (ต่อ)	-	*Trichocerca cylindrica**, *T. flagellata**	*Lepadella patella***, *M. longipes***, *S. ariprepes***, *Testudinella parva***, *Trichocerca abilioi***, *T. similis***, *T. stylata**, *T. tetractis***, *T. plicata***		
ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ	+	*A. brightwelli**, *L. furcata**, *L. hamata**, *L. hornemanni**, *P. patulus**, *T. bicristata**	*Cephalodella mucronata***, *L.crepida***, *L. curvicornis***, *L. inopinata***, *L. lunaris***, *L. pyriformis***, *L. quadridentata***, *Monommata* sp.**, *T. amphora***, *T. insuata***, *T. parva***, *T. orca***, *T. stylata***	*Lepadella amphitropis***	*Brachionus quadridentatus***, *Colurella adriatica***
	-	*Keratella lenzi**, *Trichocerca capucina**, *T. insignis**	*A. ovalis***, *B. falcatus**, *E. dilatata***, *M. longipes**, *P. vulgaris***, *T. similis***, *T. tetractis***		

** มีความสัมพันธ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

* มีความสัมพันธ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 11 ทิศทางและระดับความสัมพันธ์ระหว่างความชุกชุมของโรติเฟอร์ในบึงโขงหลงกับปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของแหล่งน้ำ (ต่อ)

ปัจจัยคุณภาพน้ำที่ตรวจวัด	ทิศทางของความสัมพันธ์	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน (Spearman Correlation Coefficient Interval (r_s))			
		<0.2	0.2-0.4	0.41-0.6	0.61-0.8
ความลึก	+	*Hexarthra intermedia**, *Trichocerca capucina**	*Anuraeopsis coelata***, *A. fissa***, *Ascomorpha ovalis***, *Brachionus donneri***, *B. falcatus***, *Collotheca* cf. *trilobata***, *H. mira***, *Keratella edmondsoni***, *K. lenzi***, *T. cylindrica***, *T. similis**		
	-	*Asplanchna brightwelli**, *K. cochlearis**, *Lecane blachei**, *L. furcata**, *L. leontina**, *L. signifera**, *L. thienemanni**, *Lepadella cristata**, *L. patella**, *S. ariprepes**, *Trichocerca braziliensis**	*B. quadridentatus***, *Lecane closterocerca***, *L. hamata***, *L. inopinata***, *L. quadridentata***, *L. unguitata***, *Macrochaetus longipes***, *Monommata* sp.**, *Scaridium longicaudum***, *Trichocerca bicristata***, *T. bidens***, *T. flagellata***, *T. insignis***, *T. orca***	*L. bulla***, *L. lunaris***, *Lepadella ehrenbergi***, *Testudinella insuata***, *Trichocerca hollaerti***	

** มีความสัมพันธ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

* มีความสัมพันธ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

2.2 คลาโดเซอรา

2.2.1 บึงบอระเพ็ด

2.2.1.1 ความหลากชนิดของคลาโดเซอรา

จากการศึกษาความหลากชนิดของคลาโดเซอรา พบทั้งสิ้น 24 สกุล 32 สปีชีส์ (ตารางที่ 12) คิดเป็นร้อยละ 30.5 ของสปีชีส์ทั้งหมดที่พบในประเทศไทย ซึ่งในจำนวนนี้เป็นชนิดที่พบครั้งแรกในประเทศไทย 1 สปีชีส์คือ *Pseudosida szalayi* Daday วงศ์ Chydoridae พบความหลากชนิดมากที่สุด 16 สปีชีส์ รองลงมา ได้แก่ วงศ์ Daphniidae 5 สปีชีส์ สกุลที่มีความหลากหลายในแง่จำนวนสปีชีส์มากที่สุดคือ *Alona* พบสมาชิก 4 สปีชีส์ (ร้อยละ 12.5 ของสปีชีส์ทั้งหมดจากการศึกษาครั้งนี้) รองลงมา ได้แก่ สกุล *Chydorus* มีสมาชิก 3 สปีชีส์ (ร้อยละ 9.4 ของสปีชีส์ทั้งหมด)

คลาโดเซอราที่พบในแต่ละฤดูกาลมีจำนวนอยู่ระหว่าง 15-27 สปีชีส์ ในรอบปีแรกของการศึกษาพบความหลากชนิดดังนี้ ในฤดูร้อน ฤดูฝน และฤดูหนาวมีจำนวนชนิดที่พบเท่ากับ 26 (มีค่าดัชนีความหลากชนิดเท่ากับ 0.17), 19 และ 15 สปีชีส์ ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละ 81.3, 59.4 และ 46.9 ของคลาโดเซอราที่พบทั้งหมด ตามลำดับ ส่วนในปีที่สองของการศึกษา พบความหลากชนิดในฤดูฝน ฤดูร้อน และฤดูหนาวเท่ากับ 27 (มีค่าดัชนีความหลากชนิดเท่ากับ 0.75), 21 และ 18 สปีชีส์ ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละ 84.4, 65.6 และ 56.3 ของคลาโดเซอราที่พบทั้งหมด ตามลำดับ (ตารางที่ 13 และภาพที่ 17) จะเห็นได้ว่าความหลากชนิดของคลาโดเซอราที่พบทั้งสามฤดูในแต่ละรอบปีที่ทำการศึกษามีจำนวนที่ใกล้เคียงกัน แต่เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าความหลากชนิดที่พบในฤดูหนาวและฤดูร้อนของรอบปีแรกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ส่วนในรอบปีที่สองพบว่าความหลากชนิดที่พบในฤดูฝนและฤดูหนาวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

เมื่อวิเคราะห์ความหลากชนิดของคลาโดเซอราที่พบในฤดูกาลเดียวกันเปรียบเทียบกันทั้งสองปี พบว่าเฉพาะในฤดูฝนเท่านั้นที่ความหลากชนิดในปีแรกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับความหลากชนิดในปีที่สอง ($p<0.05$) ทั้งนี้เนื่องจากบึงบอระเพ็ดซึ่งมีลักษณะเป็นบึงเปิด มีทางเข้าออกของลำน้ำหลายเส้นทาง และเป็นที่รองรับน้ำที่ไหลลงมาจากภาคเหนือตอนบน ในช่วงฤดูฝนของปีแรกที่ทำการศึกษาเกิดน้ำท่วมบึง ปริมาณน้ำฝนและน้ำจากลำน้ำต่าง ๆ ไหลเข้าออกบึงในปริมาณมาก ปริมาณน้ำดังกล่าวนี้พัดพาสาหร่ายและพืชน้ำออกจากบึงทำให้คลาโดเซอราไม่มีแหล่งที่ยึดเกาะอาศัย ทำให้ถูกกระแสน้ำและคลื่นลมพัดพาไปได้ง่าย ไม่มีแหล่งอาหาร และหลบซ่อนหรือกำบังตัวจากศัตรูผู้ล่าได้จึงทำให้พบความหลากชนิดของคลาโดเซอราในฤดูฝนของปีแรกน้อยกว่าในปีที่สอง (Smirnov, 1974) นอกจากนี้ยังพบว่าคลาโดเซอราที่พบได้ทุกฤดูกาลมี 20 สปีชีส์ คิดเป็นร้อยละ 62.5 ของคลาโดเซอราที่พบทั้งหมด มีรายชื่อดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 รายชื่อคลาโดเซอราที่พบในบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์ และบึงโขงหลง จังหวัดหนองคาย ในระหว่างเดือนสิงหาคม 2545 ถึงเมษายน 2547

ชื่อวิทยาศาสตร์	บึงบอระเพ็ด	บึงโขงหลง
FAMILY BOSMINIDAE		
Bosmina meridionalis Sars, 1903	+	+[a]
Bosminopsis deitersi Richard, 1897	+	+
FAMILY CHYDORIDAE		
Acroperus harpae (Baird, 1834)	-	+[c]
Alona affinis (Leydig, 1860)	+[a, b]	+
A. cambouei Guerne and Richard, 1893	-	+[b]
A. cheni Sinev, 1999	-	+[c]
A. intermedia Sars	-	+[a]
A. monacantha Sars, 1901	+[a, b]	-
A. rectangula Sars, 1862	+[a]	-
A. verrucosa Sars, 1901	+	+
Alonella excisa (Fischer, 1854)	-	+
Armatalona macrocopa (Sars, 1894)*	-	+[b]
Camptocercus uncinatus Smirnov	+[a, c]	+[b]
Chydorus eurynotus Sars, 1901	+	+
C. obscurirostris tasekberae Frey, 1987	-	+
C. reticulatus Daday, 1893	+	+
C. ventricosus Daday, 1898	+[a]	-
Disparalona hamata (Birge, 1879)	+	-
Dunhevedia crassa King, 1853	+[a, c]	-
Ephemeroporus barroisi (Richard,1894)	+	+
Euryalona orientalis (Daday, 1898)	+	-
Graptoleberis testudinaria (Fischer, 1851)	-	+
Karualona karua (King, 1853)	+	+
Kurzia brevilabris Rajapaksa and Fernando, 1986	+[a, c]	-
Leberis diaphanus (King, 1853)	+	+

หมายเหตุ สัญญลักษณ์ [a, b, c] หมายถึง คลาโดเซอราที่พบในฤดูฝน, ฤดูหนาว และฤดูร้อน ตามลำดับ ไม่มีสัญญลักษณ์ [a, b, c] หมายถึง คลาโดเซอราที่พบทั้ง 3 ฤดู

+ คือ พบ - คือ ไม่พบ * พบเป็นครั้งแรกในประเทศไทย

ตารางที่ 12 รายชื่อคลาโดเซอราที่พบในบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์ และบึงโขงหลง จังหวัดหนองคาย ในระหว่างเดือนสิงหาคม 2545 ถึงเมษายน 2547 (ต่อ)

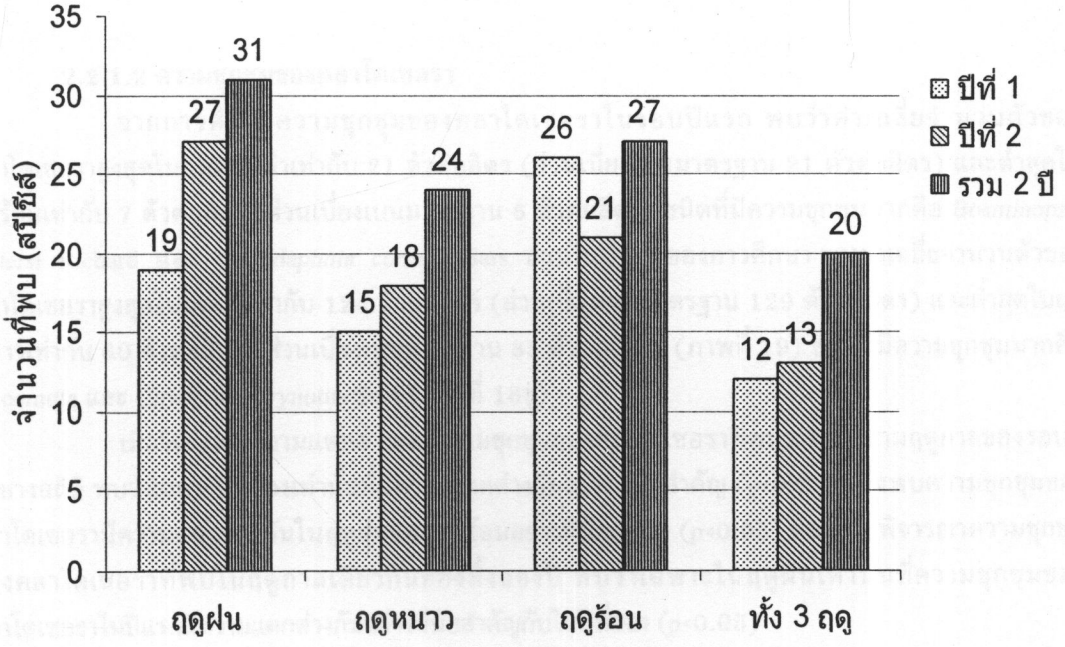
ชื่อวิทยาศาสตร์	บึงบอระเพ็ด	บึงโขงหลง
FAMILY CHYDORIDAE (cont.)		
Leydigia acanthocercoides (Fischer, 1854)	+[c]	-
Oxyurella singalensis (Daday, 1898)	-	+[c]
FAMILY DAPHNIIDAE		
Ceriodaphnia cornuta Sars, 1885	+	-
Daphnia lumholtzi Sars, 1885	+[a]	-
Scapholeberis kingi Sars, 1903	+[a, c]	+[a]
Simocephalus heilongjiangensis Shi and Shi, 1994	+[a, c]	-
S. serrulatus (Koch, 1841)	+	+
FAMILY ILYOCRYPTIDAE		
Ilyocryptus spinifer Herrick, 1882	+	+
FAMILY MACROTHRICIDAE		
Macrothrix flabelligera Smirnov, 1992	+	+
M. odiosa Gurney, 1916	-	+
M. phonpunthini Kotov, Maiphae and Sanoamuang, 2005	-	+[a, c]
M. spinosa King, 1853	+[a, c]	+
Streblocerus pygmaeus Sars, 1901	-	+
FAMILY MOINIDAE		
Moina micrura Kurz, 1874	+	+[c]
Moinodaphnia macleayi (King, 1853)	+	+
FAMILY SIDIDAE		
Diaphanosoma excisum Sars, 1885	+	-
D. dubium Manuilova, 1964	+	-
Latonopsis australis Sars, 1888	+	+
Pseudosida szalayi Daday, 1898	+	+[a, c]
รวมชนิดที่พบ	**32**	**31**
คิดเป็นร้อยละของจำนวนชนิดที่พบในประเทศไทย	**30.48**	**29.52**

หมายเหตุ สัญญลักษณ์ [a, b, c] หมายถึง คลาโดเซอราที่พบในฤดูฝน, ฤดูหนาว และ ฤดูร้อน ตามลำดับ ไม่มีสัญญลักษณ์ [a, b, c] หมายถึง คลาโดเซอราที่พบทั้ง 3 ฤดู

+ คือ พบ - คือ ไม่พบ

ตารางที่ 13 จำนวนสปีชีส์ของคลาโดเซอราที่พบในบึงบอระเพ็ด และบึงโขงหลง และค่าดัชนีความหลากชนิด ตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2545 ถึงเมษายน 2547

ฤดูกาล	บึงบอระเพ็ด		บึงโขงหลง	
	จำนวนสปีชีส์ที่พบ	ค่าดัชนีความหลากชนิด	จำนวนสปีชีส์ที่พบ	ค่าดัชนีความหลากชนิด
ฤดูฝน (ปีที่ 1)	19	0.04	21	0.56
ฤดูหนาว (ปีที่ 1)	13	0.22	20	0.46
ฤดูร้อน (ปีที่ 1)	26	0.17	21	0.52
ฤดูฝน (ปีที่ 2)	27	0.75	20	0.61
ฤดูหนาว (ปีที่ 2)	18	0.45	21	0.47
ฤดูร้อน (ปีที่ 2)	21	0.15	23	0.66



ภาพที่ 17 จำนวนชนิดของคลาโดเซอราที่พบแต่ละฤดูกาลในบึงบอระเพ็ดเปรียบเทียบกันระหว่างปีที่ 1 และ 2 ของการศึกษา (ตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2545 ถึงเมษายน 2547)

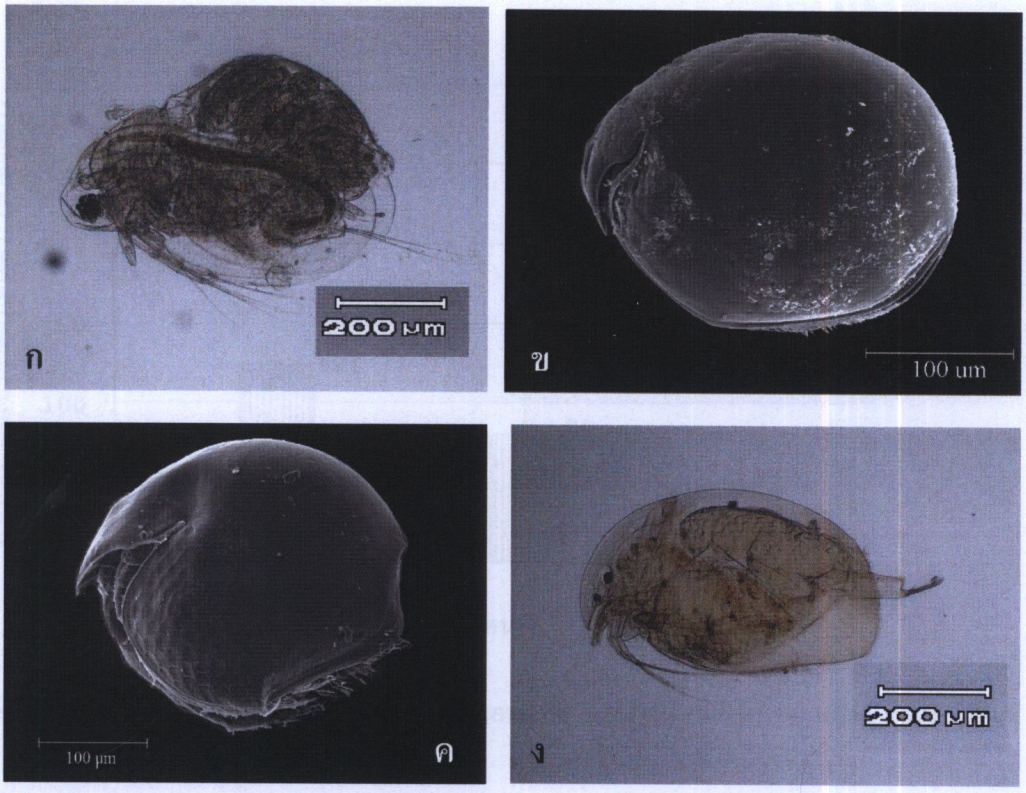
คลาโดเซอราชนิดที่พบสม่ำเสมอและเกือบทุกสถานีที่เก็บตัวอย่าง ได้แก่ *Bosminopsis deitersi* Richard, *Ceriodaphnia cornuta* Sars และ *Moina micrura* Kurz (ภาพที่ 18ก) ชนิดที่พบเฉพาะในปีแรกของการศึกษามี 3 สปีชีส์คือ *Alona rectangula* Sars, *Leydigia acanthocercoides* (Fischer) และ *Pseudosida szalayi* Daday ส่วนชนิดที่พบเฉพาะปีที่สองของการศึกษามี 1 สปีชีส์คือ *Chydorus ventricosus* Daday

คลาโดเซอราที่พบส่วนใหญ่เคยมีรายงานการพบและอยู่ในบัญชีรายชื่อคลาโดเซอราที่พบในประเทศไทยแล้ว และส่วนใหญ่เป็นชนิดที่พบแพร่กระจายอยู่ทั่วไปในเขตร้อน (ละออศรี เสนาะเมือง, 2544; Sanoamuang, 1998b) ชนิดที่พบส่วนใหญ่มีความสอดคล้องกับผลการศึกษาของจุฑามาส แสงอรุณ และละออศรี เสนาะเมือง (2545) ที่ได้ศึกษาความหลากชนิดและความชุกชุมของคลาโดเซอราในบึงกุดทิง จังหวัดหนองคาย พบคลาโดเซอรามีความหลากชนิดมากถึง 57 สปีชีส์ แต่จากการศึกษาพบคลาโดเซอราในบอระเพ็ดน้อยกว่าบึงกุดทิงทั้งนี้เนื่องจากสภาพแวดล้อมของบึงบอระเพ็ดถูกรบกวนโดยการกระทำของมนุษย์อย่างมากในการใช้ประโยชน์บริเวณพื้นที่รอบบึง และการทำเกษตรกรรม เป็นต้น (สันทนา ดวงสวัสดิ์, 2546) และจากการเปลี่ยนแปลงทางธรรมชาติของแหล่งน้ำ เกิดสภาพตื้นเขินจากการสะสมตะกอน การชะล้างผิวดินในฤดูฝน การลดลงของผลผลิตทางการประมง กิจกรรมต่าง ๆ เหล่านี้มีผลให้ระบบนิเวศของบึงบอระเพ็ดเกิดการเปลี่ยนแปลงตามไปด้วยซึ่งรวมถึงการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำที่มีผลกระทบโดยตรงต่อการดำรงชีวิตและองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิตในบึง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มของแพลงก์ตอนสัตว์ที่เป็นแหล่งอาหารธรรมชาติที่สำคัญอย่างหนึ่งในระบบนิเวศทางน้ำ จึงเป็นสาเหตุให้พบจำนวนชนิดของคลาโดเซอราในบึงบอระเพ็ดน้อยกว่าบึงกุดทิง

2.2.1.2 ความชุกชุมของคลาโดเซอรา

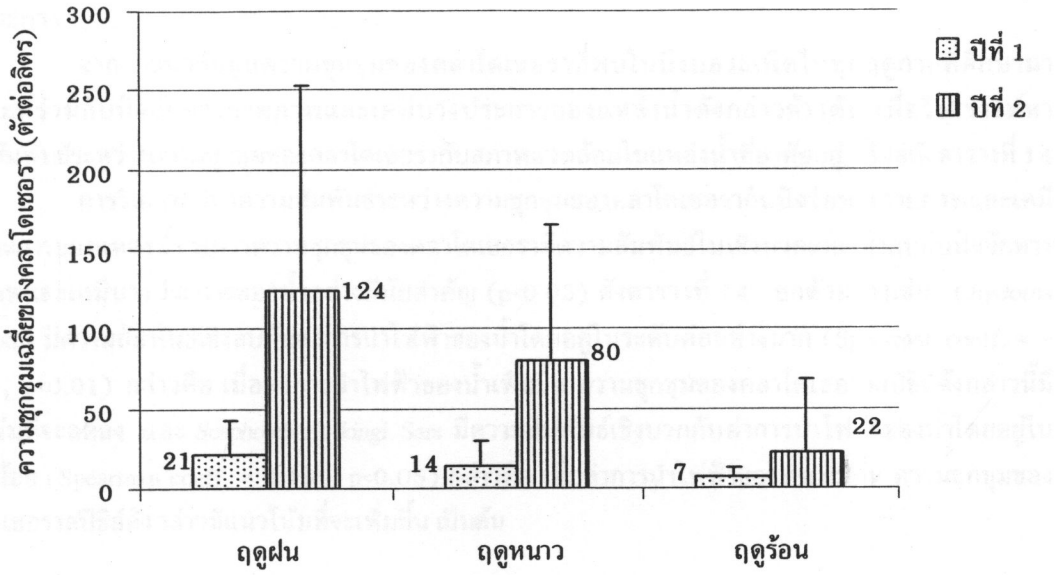
จากการศึกษาความชุกชุมของคลาโดเซอราในรอบปีแรก พบว่าค่าเฉลี่ยจำนวนตัวของคลาโดเซอราสูงสุดในฤดูฝนมีค่าเท่ากับ 21 ตัวต่อลิตร (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 21 ตัวต่อลิตร) และต่ำสุดในฤดูร้อนเท่ากับ 7 ตัวต่อลิตร (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 6 ตัวต่อลิตร) ชนิดที่มีความชุกชุมมากคือ *Bosminopsis deitersi* Richard และ *Ceriodaphnia cornuta* Sars ส่วนในปีที่ 2 ของการศึกษา พบค่าเฉลี่ยจำนวนตัวของคลาโดเซอราสูงสุดในฤดูฝนเท่ากับ 124 ตัวต่อลิตร (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 129 ตัวต่อลิตร) และต่ำสุดในฤดูหนาวเท่ากับ 80 ตัวต่อลิตร (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 85 ตัวต่อลิตร) (ภาพที่ 19) ชนิดที่มีความชุกชุมมากคือ *C. cornuta* และ *Chydorus eurynotus* Sars (ภาพที่ 18ข)

เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของความชุกชุมของคลาโดเซอราที่พบระหว่างสามฤดูกาลของรอบปีในทางสถิติ พบว่าเฉพาะปีที่สองเท่านั้นที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ซึ่งพบความชุกชุมของคลาโดเซอรามีความแตกต่างกันในฤดูฝนและฤดูร้อนอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) และเมื่อพิจารณาความชุกชุมของคลาโดเซอราที่พบในฤดูกาลเดียวกันของทั้งสองปี พบว่าเฉพาะในฤดูฝนเท่านั้นที่ความชุกชุมของคลาโดเซอราในปีแรกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับในปีที่สอง ($p<0.05$)

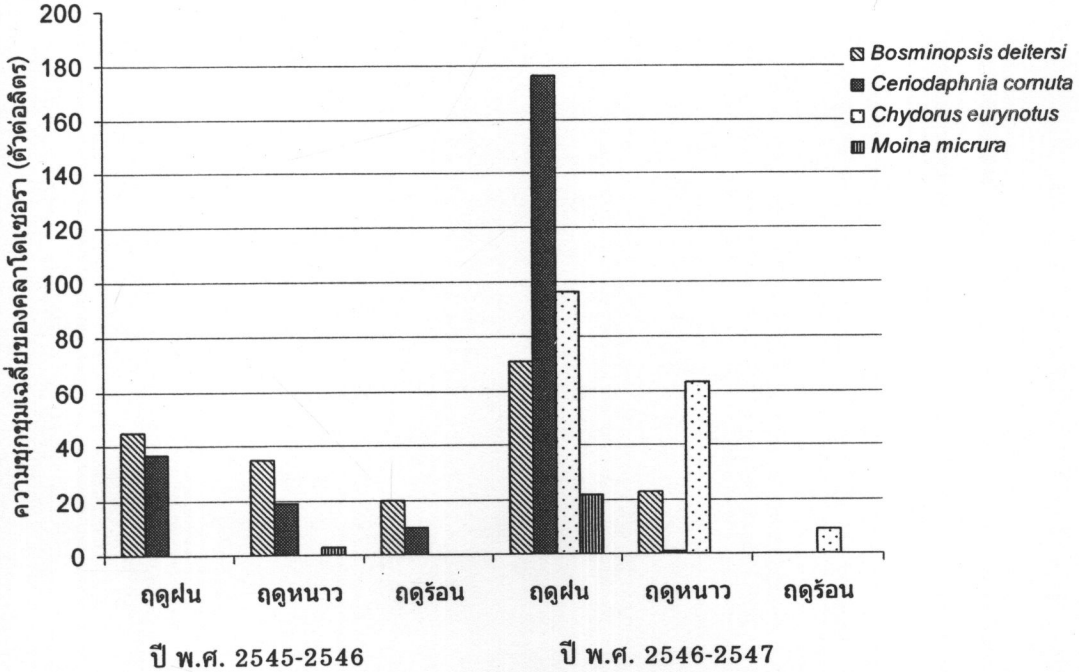


ภาพที่ 18 ภาพถ่ายและภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็คตรอนแบบส่องกราดของคลาโดเซอรา
ก: *Moina micrura* Kurz, ข: *Chydorus eurynotus* Sars,
ค: *Ephemeroporus barroisi* (Richard) และ ง: *Acroperus harpae* (Baird)

เมื่อพิจารณาจากข้อมูลดังกล่าวข้างต้น พบว่าความหลากชนิดของคลาโดเซอรามีผลต่อความชุกชุม โดยคลาโดเซอราที่พบในทั้งสามฤดูกาลของรอบปีที่ศึกษานั้น ความหลากชนิดของคลาโดเซอราจะแปรผันตามความชุกชุม กล่าวคือฤดูกาลใดที่มีความหลากชนิดมาก ในแต่ละชนิดที่พบนั้นจะมีความชุกชุมมาก ในทำนองเดียวกันฤดูกาลที่พบความหลากชนิดน้อย ในแต่ละชนิดที่พบจะมีความชุกชุมน้อย ยกตัวอย่างเช่น ฤดูฝน (สิงหาคม 2546) พบคลาโดเซอรามีความหลากชนิดมากที่สุด 27 สปีชีส์ และพบความชุกชุมเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 124 ตัวต่อลิตร (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 129 ตัวต่อลิตร) (ภาพที่ 19) และยังมีความสอดคล้องกับชนิดที่พบด้วย โดยชนิดของคลาโดเซอราที่พบนั้นจะมีความชุกชุมค่อนข้างมาก เช่น *Ceriodaphnia cornuta* และ *Chydorus eurynotus* มีความชุกชุมเฉลี่ยมากถึง 176 และ 96 ตัวต่อลิตร ตามลำดับ (ภาพที่ 20) นอกจากนี้ยังพบว่าดัชนีความหลากชนิดของคลาโดเซอรามีค่าค่อนข้างน้อยอยู่ในช่วง 0.04-0.75 ซึ่งค่าดังกล่าวนี้มีความสอดคล้องกับการที่พบคลาโดเซอราชนิดใดชนิดหนึ่งมีความชุกชุมสูงกว่าชนิดอื่น ๆ อย่างชัดเจน จึงทำให้พบค่าดัชนีความหลากชนิดมีค่าค่อนข้างน้อย



ภาพที่ 19 ความชุกชุมเฉลี่ยของคลาโดเซอราที่พบในบึงบอระเพ็ด ระหว่างเดือนสิงหาคม 2545 ถึงเมษายน 2547 (ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)



ภาพที่ 20 ชนิดของคลาโดเซอราที่มีความชุกชุมมากในบึงบอระเพ็ด ระหว่างเดือนสิงหาคม 2545 ถึงเมษายน 2547

2.2.1.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความชุกชุมของคลาโดเซอราที่พบกับปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการ

จากการนำข้อมูลความชุกชุมของคลาโดเซอราที่พบในบึงบอระเพ็ดในทุกฤดูกาลที่ศึกษามาวิเคราะห์ร่วมกับปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของแหล่งน้ำดังกล่าวข้างต้น เพื่อวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างความชุกชุมของคลาโดเซอรากับสภาพแวดล้อมในแหล่งน้ำที่อาศัยอยู่ ได้ผลดังตารางที่ 14

การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างความชุกชุมของคลาโดเซอรากับปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของแหล่งน้ำ พบว่าความชุกชุมของคลาโดเซอรามีความสัมพันธ์ในเชิงบวกและเชิงลบกับปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของน้ำอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ดังตารางที่ 14 ยกตัวอย่างเช่น *Chydorus eurynotus* มีความสัมพันธ์เชิงลบกับค่าการนำไฟฟ้าของน้ำโดยอยู่ในระดับค่อนข้างมาก (Spearman coeff. = -0.611, $p<0.01$) กล่าวคือ เมื่อค่าการนำไฟฟ้าของน้ำเพิ่มขึ้น ความชุกชุมของคลาโดเซอราสปีชีส์ดังกล่าวนี้มีแนวโน้มที่จะลดลง และ *Scapholeberis kingi* Sars มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับค่าการนำไฟฟ้าของน้ำโดยอยู่ในระดับน้อย (Spearman coeff. = 0.195, $p<0.05$) กล่าวคือ เมื่อค่าการนำไฟฟ้าของน้ำเพิ่มขึ้น ความชุกชุมของคลาโดเซอราสปีชีส์ดังกล่าวมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้น เป็นต้น

ตารางที่ 14 ทิศทางและระดับความสัมพันธ์ระหว่างความชุกชุมของคลาโดเซอราในบึงบอระเพ็ดกับปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของแหล่งน้ำ

ปัจจัยคุณภาพน้ำที่ตรวจวัด	ทิศทางของความสัมพันธ์	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน (Spearman Correlation Coefficient Interval (r_s))			
		<0.2	0.2-0.4	0.41-0.6	0.61-0.8
อุณหภูมิ	+	*I. spinifer**	*B. deitersi***, *C. uncinatus***		
	-	*C. eurynotus**, *C. reticulatus**, *L. australis**	*A. verrucosa***, *E. barroisi***, *M. flabelligera***, *S. serrulatus**		
พีเอช	+	*D. lumholtzi**, *D. excisum**, *I. spinifer**	*E. barroisi**, *M. spinosa***		
	-	*C. eurynotus**, *C. reticulatus**	*C. cornuta**		
ค่าการนำไฟฟ้า	+	*S. kingi**			
	-		*L. diaphanus***, *D. lumholtzi***, *D. excisum***, *K. karua***, *L. australis***, *S. serrulatus***	*A. verrucosa***, *C. reticulatus***, *E. barroisi***, *M. flabelligera***, *M. micrura***	*C. eurynotus***
ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ	+				
	-	*L. diaphanus**, *C. reticulatus**, *K. karua**	*A. verrucosa***, *B. deitersi***, *C. eurynotus***, *E. bassoisi***, *E. orientalis***, *L. australis***, *M. flabelligera***, *S. serrulatus***		

** มีความสัมพันธ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

* มีความสัมพันธ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 14 ทิศทางและระดับความสัมพันธ์ระหว่างความชุกชุมของคลาโดเซอราในบึงบอระเพ็ดกับปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของแหล่งน้ำ (ต่อ)

ปัจจัยคุณภาพน้ำที่ตรวจวัด	ทิศทางของความสัมพันธ์	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน (Spearman Correlation Coefficient Interval (r_s))			
		<0.2	0.2-0.4	0.41-0.6	0.61-0.8
ความเค็ม	+	*C. uncinatus**			
	-	*D. lumholtzi**, *E. barroisi **, *K. karua**, *S. serrulatus**	*L. diaphanus***, *B. meridionalis***, *B. deitersi***, *C. cornuta***, *D. excisum***, *M. spinosa***, *M. micrura***		
ความลึก	+		*B. meridionalis***, *D. lumholtzi***		
	-	*L. diaphanus**, *C. eurynotus**	*C. reticulatus***, *E. orientalis***, *K. karua**, *L. australis***		

** มีความสัมพันธ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

* มีความสัมพันธ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

2.2.2 บึงโขงหลง

2.2.2.1 ความหลากชนิดของคลาโดเซอรา

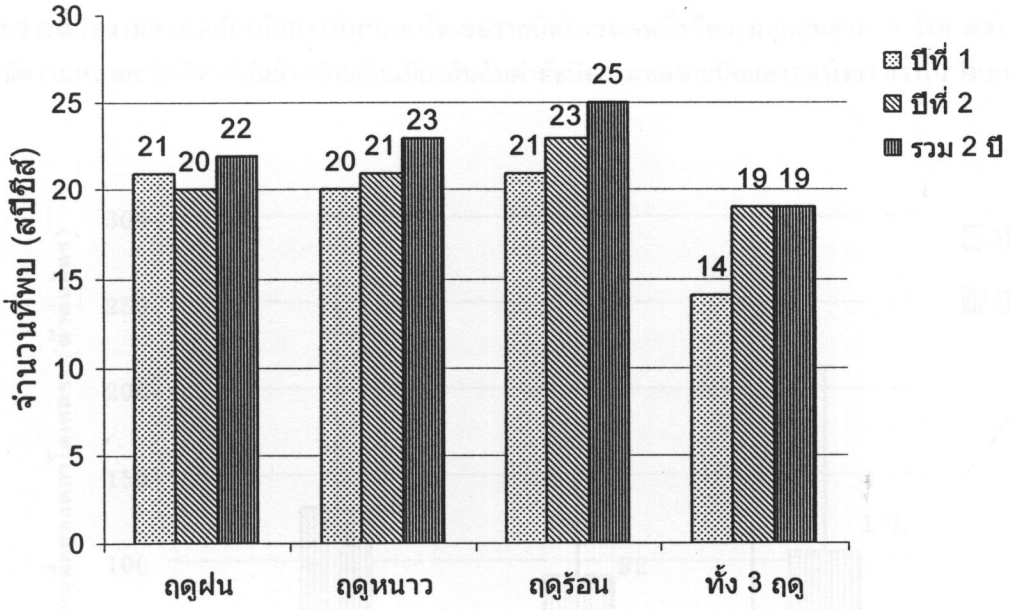
จากการศึกษาความหลากชนิดของคลาโดเซอรา พบทั้งสิ้น 22 สกุล 31 สปีชีส์ (ตารางที่ 12) คิดเป็นร้อยละ 29.5 ของสปีชีส์ทั้งหมดที่พบในประเทศไทย ซึ่งในจำนวนนี้เป็นชนิดที่พบครั้งแรกในประเทศไทย 1 สปีชีส์คือ *Armatalona macrocopa* (Sars) วงศ์ Chydoridae พบความหลากชนิดมากที่สุด 17 สปีชีส์ รองลงมา ได้แก่ วงศ์ Macrothricidae 5 สปีชีส์ สกุลที่มีความหลากหลายในแง่จำนวนสปีชีส์มากที่สุดคือ *Alona* พบสมาชิก 5 สปีชีส์ (ร้อยละ 16.1 ของ สปีชีส์ทั้งหมดจากการศึกษาครั้งนี้) รองลงมา ได้แก่ สกุล *Macrothrix* มีสมาชิก 4 สปีชีส์ (ร้อยละ 12.9 ของสปีชีส์ทั้งหมด)

คลาโดเซอราที่พบในแต่ละฤดูกาลมีจำนวนอยู่ระหว่าง 20-23 สปีชีส์ ในรอบปีแรกของการศึกษา พบความหลากชนิดดังต่อไปนี้ ในฤดูฝน ฤดูร้อน และฤดูหนาวมีจำนวนชนิดที่พบเท่ากับ 21 (มีค่าดัชนีความหลากชนิดเท่ากับ 0.56), 21 และ 20 สปีชีส์ ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละ 67.7, 67.7 และ 64.5 ของคลาโดเซอราที่พบทั้งหมด ตามลำดับ ส่วนในปีที่สองของการศึกษา พบความหลากชนิดในฤดูร้อน ฤดูหนาว และฤดูฝนเท่ากับ 23 (มีค่าดัชนีความหลากชนิดเท่ากับ 0.66), 21 และ 20 สปีชีส์ ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละ 74.2, 67.7 และ 64.5 ของคลาโดเซอราที่พบทั้งหมด ตามลำดับ (ตารางที่ 13 และภาพที่ 21) จะเห็นได้ว่าความหลากชนิดของคลาโดเซอราที่พบทั้งสามฤดูในแต่ละรอบปีที่ทำการศึกษามีจำนวนที่ใกล้เคียงกัน เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าความหลากชนิดที่พบในสามฤดูของรอบปีแรกและปีที่สองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) และเมื่อวิเคราะห์ความหลากชนิดของคลาโดเซอราที่พบในฤดูกาลเดียวกันเปรียบเทียบกันทั้งสองปี

พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) ทั้งนี้เนื่องจากบึงโขงหลงมีทางเข้าออกของลำน้ำอย่างไม่ชัดเจน จึงทำให้สภาพแวดล้อมมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก มีปริมาณสาหร่ายและพืชน้ำที่คล้ายคลึงกันตลอดปีที่ทำการศึกษา ทำให้คลาโดเซอรามีแหล่งที่ยึดเกาะอาศัย มีแหล่งอาหาร และหลบซ่อนหรือกำบังตัวจากศัตรูผู้ล่าได้ (Smirnov, 1974) จึงทำให้พบความหลากชนิดของคลาโดเซอราในแต่ละฤดูกาลมีจำนวนชนิดที่ใกล้เคียงกัน นอกจากนี้ยังพบว่าคลาโดเซอราที่พบได้ทุกฤดูกาลมี 19 สปีชีส์ คิดเป็นร้อยละ 61.3 ของคลาโดเซอราที่พบทั้งหมด มีรายชื่อดังตารางที่ 12

คลาโดเซอราชนิดที่พบสม่ำเสมอและเกือบทุกสถานีที่เก็บตัวอย่าง ได้แก่ *Alona verrucosa* Sars, *Chydorus eurynotus*, *Ephemeroporus barroisi* (Richard) (ภาพที่ 18ค), *Macrothrix flabelligera* Smirnov และ *Latonopsis australis* Sars ชนิดที่พบเฉพาะในปีแรกของการศึกษามี 5 สปีชีส์คือ *Acroperus harpae* (Baird) (ภาพที่ 18ง), *Alona cambouei* Guerne and Richard, *A. intermedia* Sars, *Scapholeberis kingi* และ *Moina micrura*

คลาโดเซอราที่พบส่วนใหญ่เคยมีรายงานการพบและอยู่ในบัญชีรายชื่อคลาโดเซอราที่พบในประเทศไทยแล้ว และส่วนใหญ่เป็นชนิดที่พบแพร่กระจายอยู่ทั่วไปในเขตร้อน (ละออศรี เสนาะเมือง, 2544; Sanoamuang, 1998b) ชนิดที่พบส่วนใหญ่มีความสอดคล้องกับผลการศึกษาของจุฑามาส แสงอรุณ และละออศรี เสนาะเมือง (2545) ที่ได้ศึกษาความหลากชนิดและความชุกชุมของคลาโดเซอราในบึงกุดทิง จังหวัดหนองคาย ซึ่งเป็นแหล่งน้ำขนาดใหญ่และเป็นแหล่งน้ำเปิด มีลำน้ำหลายสายไหลลงสู่บึง ทำให้แหล่งน้ำมีสารอาหารที่อุดมสมบูรณ์จึงพบคลาโดเซอรามีความหลากชนิดมากถึง 57 สปีชีส์ ในขณะที่บึงโขงหลงมีทางเข้าออกของลำน้ำที่ไม่ชัดเจน ความอุดมสมบูรณ์ของธาตุอาหารจึงอาจมีน้อยกว่าบึงกุดทิง และในปัจจุบันสภาพแวดล้อมของบึงโขงหลงเริ่มมีการรบกวนจากการกระทำของมนุษย์ในการใช้ประโยชน์พื้นที่บริเวณรอบบึงและการทำเกษตรกรรม เป็นต้น กิจกรรมต่าง ๆ เหล่านี้มีผลให้ระบบนิเวศของบึงโขงหลงเกิดการเปลี่ยนแปลงไปซึ่งอาจรวมถึงการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำที่มีผลกระทบโดยตรงต่อการดำรงชีวิตและองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิตในบึง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มของแพลงก์ตอนสัตว์ที่เป็นแหล่งอาหารธรรมชาติที่สำคัญอย่างหนึ่งในระบบนิเวศทางน้ำ จึงเป็นสาเหตุให้พบจำนวนชนิดของคลาโดเซอราในบึงโขงหลงน้อยกว่าบึงกุดทิง



ภาพที่ 21 จำนวนชนิดของคลาโดเซอราที่พบแต่ละฤดูกาลในบึงโขงหลงเปรียบเทียบระหว่างปีที่ 1 และ 2 ของการศึกษา (ตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2545 ถึงเมษายน 2547)

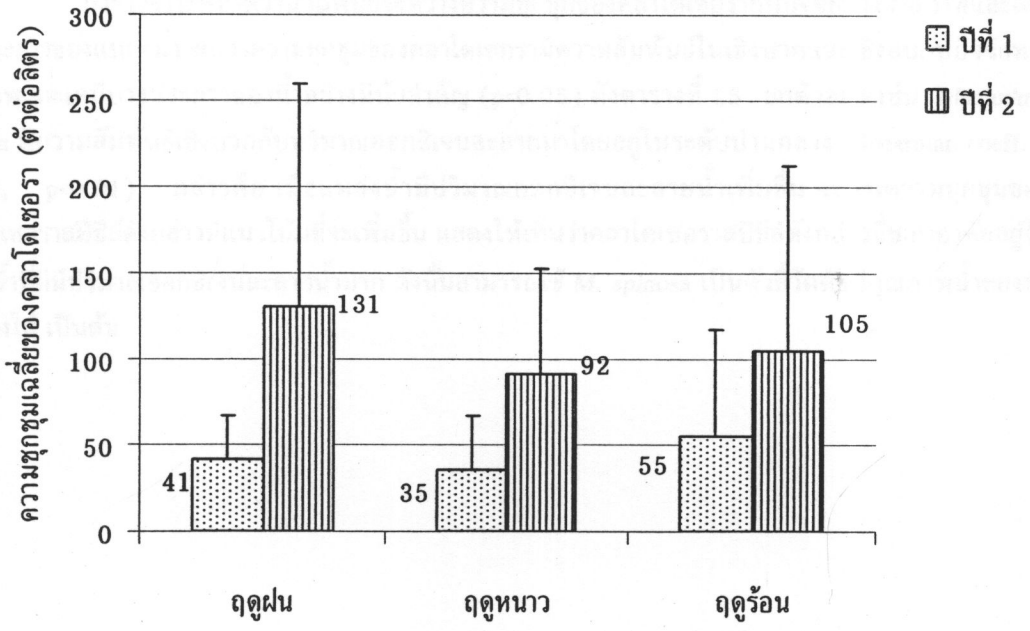
2.2.2.2 ความชุกชุมของคลาโดเซอรา

จากการศึกษาความชุกชุมของคลาโดเซอราในรอบปีแรก พบว่าค่าเฉลี่ยจำนวนตัวของคลาโดเซอราสูงสุดในฤดูร้อนมีค่าเท่ากับ 55 ตัวต่อลิตร (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 62 ตัวต่อลิตร) และต่ำสุดในฤดูหนาวเท่ากับ 35 ตัวต่อลิตร (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 32 ตัวต่อลิตร) ชนิดที่มีความชุกชุมมากคือ *Ephemeroporus barroisi* และ *Macrothrix flabelligera* ส่วนในปีที่ 2 ของการศึกษา พบค่าเฉลี่ยจำนวนตัวของคลาโดเซอราสูงสุดในฤดูร้อนเท่ากับ 105 ตัวต่อลิตร (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 107 ตัวต่อลิตร) และต่ำสุดในฤดูหนาวเท่ากับ 92 ตัวต่อลิตร (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 60 ตัวต่อลิตร) ชนิดที่มีความชุกชุมมากคือ *E. barroisi* และ *Alona verrucosa*

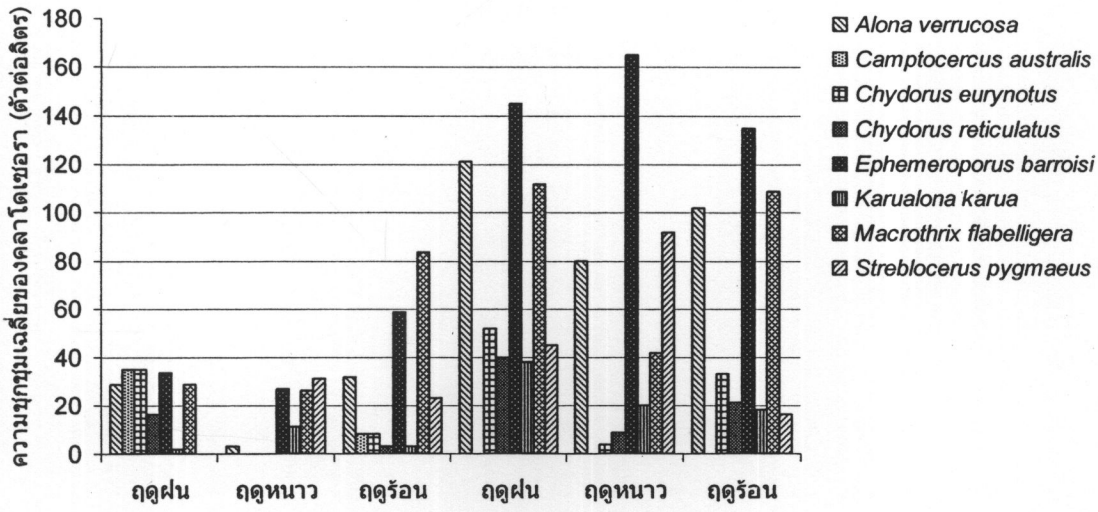
เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของความชุกชุมของคลาโดเซอราที่พบระหว่างสามฤดูกาลของรอบปีในทางสถิติ พบว่าความชุกชุมที่พบในรอบปีแรกและปีที่สองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) และเมื่อพิจารณาความชุกชุมของคลาโดเซอราที่พบในฤดูกาลเดียวกันของทั้งสองปี ก็พบเช่นเดียวกันว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

เมื่อพิจารณาจากข้อมูลดังกล่าวข้างต้น พบว่าความหลากชนิดของคลาโดเซอรามีผลต่อความชุกชุม โดยคลาโดเซอราที่พบในทั้งสามฤดูกาลของรอบปีที่ศึกษานั้น ความหลากชนิดของคลาโดเซอราจะแปรผันตามความชุกชุม กล่าวคือฤดูกาลใดที่มีความหลากชนิดมาก ในแต่ละชนิดที่พบนั้นจะมีความชุกชุมมาก ในทำนองเดียวกันฤดูกาลที่พบความหลากชนิดน้อย ในแต่ละชนิดที่พบจะมีความชุกชุมน้อย ยกตัวอย่างเช่น ฤดูร้อน (เมษายน 2547) พบคลาโดเซอรามีความหลากชนิดมากที่สุด 23 สปีชีส์ และพบความชุกชุมเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 105 ตัวต่อลิตร (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 107 ตัวต่อลิตร) (ภาพที่ 22) และยังมีความสอดคล้องกับชนิดที่พบด้วย โดยชนิดของคลาโดเซอราที่พบนั้นจะมีความชุกชุมค่อนข้างมาก เช่น *Ephemeroporus barroisi* และ *Macrothrix flabelligera* มีความชุกชุมเฉลี่ยมากถึง 135 และ 109 ตัวต่อลิตร ตามลำดับ (ภาพที่

23) นอกจากนี้ยังพบว่าดัชนีความหลากชนิดของคลาโดเซอรามีค่าค่อนข้างน้อยอยู่ในช่วง 0.90-1.19 ซึ่งค่าดังกล่าวนี้มีความสอดคล้องกับการที่พบคลาโดเซอราชนิดใดชนิดหนึ่งมีความชุกชุมสูงมาก จึงส่งผลให้พบค่าดัชนีความหลากชนิดมีค่าค่อนข้างน้อยเช่นเดียวกันกับค่าดัชนีความหลากชนิดของคลาโดเซอราในบึงบอระเพ็ด



ภาพที่ 22 ความชุกชุมเฉลี่ยของคลาโดเซอราที่พบในบึงโขงหลง ระหว่างเดือนสิงหาคม 2545 ถึงเมษายน 2547 (ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)



ภาพที่ 23 ชนิดของคลาโดเซอราที่มีความชุกชุมมากในบึงโขงหลง ระหว่างเดือนสิงหาคม 2545 ถึงเมษายน 2547

2.2.2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความชุกชุมของคลาโดเซอราที่พบกับปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการ

จากการนำข้อมูลความชุกชุมของคลาโดเซอราที่พบในบึงโขงหลงในทุกฤดูกาลที่ศึกษามาวิเคราะห์ร่วมกับปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของแหล่งน้ำดังกล่าวข้างต้น เพื่อวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างความชุกชุมของคลาโดเซอรากับสภาพแวดล้อมในแหล่งน้ำที่อาศัยอยู่ ได้ผลดังตารางที่ 15

การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างความชุกชุมของคลาโดเซอรากับปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของแหล่งน้ำ พบว่าความชุกชุมของคลาโดเซอรามีความสัมพันธ์ในเชิงบวกและเชิงลบกับปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของน้ำอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ดังตารางที่ 15 ยกตัวอย่างเช่น *Macrothrix spinosa* มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณออกซิเจนละลายน้ำโดยอยู่ในระดับปานกลาง (Spearman coeff. = 0.552, $p<0.01$) กล่าวคือ เมื่อแหล่งน้ำมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเพิ่มขึ้น จะพบความชุกชุมของคลาโดเซอราสปีชีส์ดังกล่าวมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่าคลาโดเซอราสปีชีส์ดังกล่าวนี้ชอบอาศัยอยู่ในแหล่งน้ำที่ดีมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำมาก ดังนั้นสามารถใช้ *M. spinosa* เป็นตัวชี้วัดดัชนีคุณภาพน้ำของบึงโขงหลงได้ เป็นต้น

ตารางที่ 15 ทิศทางและระดับความสัมพันธ์ระหว่างความชุกชุมของคลาโดเซอราในบึงโขงหลงกับปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของแหล่งน้ำ

ปัจจัยคุณภาพน้ำที่ตรวจวัด	ทิศทางของความสัมพันธ์	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน (Spearman Correlation Coefficient Interval (r_s))			
		<0.2	0.2-0.4	0.41-0.6	0.61-0.8
อุณหภูมิ	+	*Leberis diaphanus**	*Alona cheni**, *Chydorus eurynotus***, *Moina micrura***		
	-		*Alonella excisa**, *Strebocercus pygmaeus***, *Karualona karua***		
พีเอช	+	*C. eurynotus**, *C. obscurirostris tasekberae**	*Alona verrucosa***, *A. excisa**, *C. reticulatus***, *K. karua**, *L. australis***, *M. flabelligera***	*S. pygmaeus***, *Macrothrix spinosa***	
	-	*A. cheni**, *M. micrura**	*L. diaphanus**		
ค่าการนำไฟฟ้า	+	*L. diaphanus**, *C. obscurirostris tasekberae**	*A. cheni**, *M. spinosa***		
	-				
ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ	+	*L. diaphanus**	*A. verrucosa***, *A. excisa**, *C. eurynotus**, *S. pygmaeus***, *K. karua***, *L. australis***, *M. flabelligera***	*M. spinosa***	
	-	*I. spinifer**			

** มีความสัมพันธ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

* มีความสัมพันธ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 15 ทิศทางและระดับความสัมพันธ์ระหว่างความชุกชุมของคลาโดเซอราในบึงโขงหลงกับปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของแหล่งน้ำ (ต่อ)

ปัจจัยคุณภาพน้ำที่ตรวจวัด	ทิศทางของความสัมพันธ์	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน (Spearman Correlation Coefficient Interval (r_s))			
		<0.2	0.2-0.4	0.41-0.6	0.61-0.8
ความลึก	+				
	-	*A. affinis**, *C. eurynotus**, *Graptoleberis testudinaria**, *Moinodaphnia macleayi**	*L. diaphanus***, *A. verrucosa***, *C. reticulatus**, *S. pygmaeus***, *K. karua***, *L. australis***, *M. flabelligera***, *M. micrura***		

** มีความสัมพันธ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

* มีความสัมพันธ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

2.3 โคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์

2.3.1 บึงบอระเพ็ด

2.3.1.1 ความหลากชนิดของโคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์

พบความหลากชนิดของโคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์ทั้งสิ้น 4 สกุล 4 สปีชีส์ ได้แก่ *Heliodiaptomus viduus* (Gurney), *Mongolodiaptomus botulifer* (Kiefer), *Phyllodiaptomus praedictus* Dumont and Reddy และ *Tropodiaptomus lanaonus* Kiefer (ตารางที่ 16) เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของละออศรี เสนาะเมือง (2545) ที่รายงานไว้ว่าพบความหลากชนิดของโคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์ในแหล่งน้ำถาวรของประเทศไทยจำนวน 23 สปีชีส์ จากการศึกษาในครั้งนี้ ความหลากชนิดที่พบคิดเป็นร้อยละ 15.4 ของสปีชีส์ทั้งหมดที่พบในแหล่งน้ำถาวรของประเทศไทย

โคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์ที่พบในแต่ละฤดูกาลมีจำนวนอยู่ระหว่าง 1-3 สปีชีส์ ในรอบปีแรกของการศึกษา พบความหลากชนิดในฤดูหนาวและฤดูร้อน มีจำนวน 2 สปีชีส์คือ *H.viduus* และ *M. botulifer* ส่วนในฤดูฝนพบเพียงสปีชีส์เดียวคือ *M. botulifer* สำหรับในปีที่สองของการศึกษา พบความหลากชนิดสูงสุดในฤดูฝนเท่ากับ 3 สปีชีส์คือ *M. botulifer*, *P. praedictus* และ *T. lanaonus* ส่วนในฤดูหนาวและฤดูร้อนพบเพียงสปีชีส์เดียวคือ *M. botulifer* (ตารางที่ 15 และภาพที่ 24) จะเห็นได้ว่าความหลากชนิดของโคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์ที่พบในสามฤดูของ แต่ละรอบปีที่ทำการศึกษามีจำนวนที่ใกล้เคียงกัน เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าความหลากชนิดที่พบในสามฤดูของรอบปีแรกและปีที่สองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) แต่เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ความหลากชนิดของโคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์ที่พบในฤดูกาลเดียวกันของทั้งสองปี พบว่าเฉพาะในฤดูหนาวเท่านั้นที่ความหลากชนิดในปีแรกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับความหลากชนิดในปีที่สอง ($p<0.05$)

โคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์ที่พบส่วนใหญ่เคยมีรายงานการพบและอยู่ในบัญชีรายชื่อที่พบในประเทศไทยแล้ว และส่วนใหญ่เป็นชนิดที่พบแพร่กระจายอยู่ทั่วไปในเขตร้อน (ละออศรี, 2544) ในการศึกษาครั้งนี้เป็นการยืนยันได้ว่า ลักษณะของภูมิอากาศและภูมิประเทศมีผลต่อการจำกัดพื้นที่ในการแพร่กระจายของแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มดังกล่าวได้ โดยจากการศึกษาพบ *Heliodiaptomus viduus* (Gurney) ในบึงบอระเพ็ด ซึ่งเป็นชนิดที่เคยมีรายงานพบเฉพาะในภาคเหนือของประเทศไทย

2.3.1.2 ความชุกชุมของโคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์

จากการศึกษาความชุกชุมของโคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์ในรอบปีแรก พบว่าค่าเฉลี่ยจำนวนตัวของโคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์ซึ่งพบเฉพาะในฤดูหนาวฤดูกาลเดียวเท่านั้นมีค่าเท่ากับ 8 ตัวต่อลิตร (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 9 ตัวต่อลิตร) ส่วนในปีที่ 2 ของการศึกษา พบค่าเฉลี่ยจำนวนตัวของโคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์ในฤดูฝนเท่ากับ 2 ตัวต่อลิตร (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2 ตัวต่อลิตร) และในฤดูหนาวเท่ากับ 1 ตัวต่อลิตร (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1 ตัวต่อลิตร) (ภาพที่ 25)

เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของความชุกชุมของโคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์ที่พบระหว่างสามฤดูกาลในทางสถิติ พบว่าเฉพาะในสามฤดูกาลของรอบปีแรกเท่านั้นที่ความชุกชุมของ โคพีพอดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) แต่เมื่อพิจารณาความชุกชุมของโคพีพอด กลุ่มคาลานอยด์ที่พบในฤดูกาลเดียวกันของทั้งสองปี พบว่าเฉพาะในฤดูหนาวเท่านั้นที่ความชุกชุมของโคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

2.3.1.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความชุกชุมของโคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์ที่พบกับปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการ

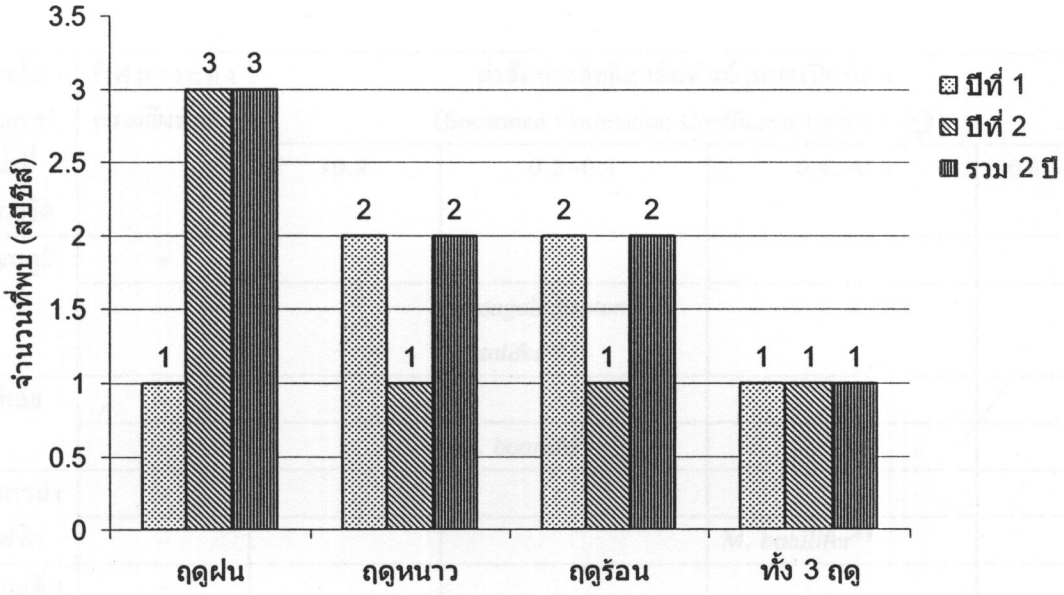
จากการนำข้อมูลความชุกชุมของโคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์ที่พบในบึงบอระเพ็ดในทุกฤดูกาลที่ศึกษามาวิเคราะห์ร่วมกับปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของแหล่งน้ำดังกล่าวข้างต้น เพื่อวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างความชุกชุมของโคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์กับสภาพแวดล้อมในแหล่งน้ำที่อาศัยอยู่ ได้ผลดังตารางที่ 17

การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างความชุกชุมของโคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์กับปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของแหล่งน้ำ พบว่าความชุกชุมของโคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกและเชิงลบกับปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของน้ำอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ดังตารางที่ 17 ยกตัวอย่างเช่น *Mongolodiaptomus botulifer* มีความสัมพันธ์เชิงลบกับค่าพีเอชของน้ำโดยมีความสัมพันธ์อยู่ในระดับค่อนข้างน้อย (Spearman coeff. = -0.348, $p<0.01$) กล่าวคือ เมื่อค่าพีเอชของน้ำเพิ่มขึ้นหรือเมื่อน้ำอยู่ในสภาวะเป็นด่าง ความชุกชุมของโคพีพอดสปีชีส์ดังกล่าวมีแนวโน้มที่จะลดลง แสดงให้เห็นว่าโคพีพอดสปีชีส์นี้ชอบอาศัยอยู่ในแหล่งน้ำที่มีสภาพเป็นกรดมากกว่า นอกจากนี้สปีชีส์ดังกล่าวยังมีความสัมพันธ์เชิงลบกับอุณหภูมิ ค่าการนำไฟฟ้า และความเค็มของน้ำโดยมีความสัมพันธ์อยู่ในระดับค่อนข้างน้อยเช่นเดียวกัน แต่มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความลึกโดยอยู่ในระดับค่อนข้างน้อย (Spearman coeff. = 0.279, $p<0.05$) กล่าวคือ เมื่อระดับความลึกของน้ำเพิ่มขึ้น จะพบความชุกชุมของโคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์สปีชีส์ดังกล่าวมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นด้วย ดังนั้นจึงอาจจะไม่ค่อยพบ *M. botulifer* อาศัยอยู่บริเวณผิวน้ำ เป็นต้น

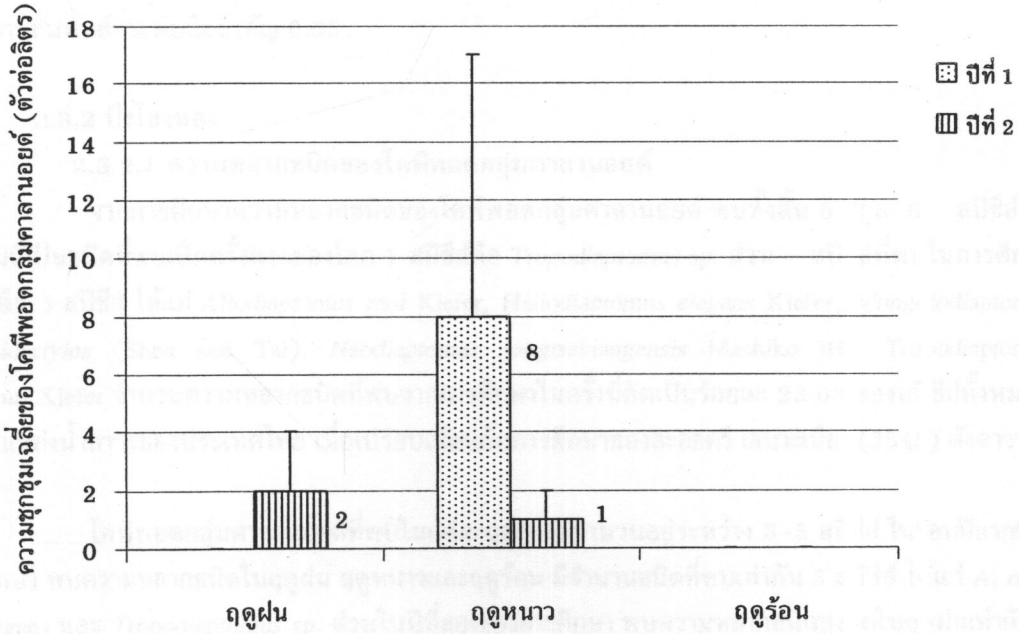
ตารางที่ 16 โคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์เปรียบเทียบกับชนิดที่พบในแหล่งน้ำถาวรของประเทศไทย

สปีชีส์ที่พบ	บึงบอระเพ็ด	บึงโขงหลง	แหล่งน้ำถาวร (ละออศรี, 2545)
1. *Allodiaptomus raoi* Kiefer, 1936	-	+	+
2. *Arctodiaptomus munensis* Sanoamuang	-	-	+
3. *Dentodiaptomus javanus* (Grochmalicki, 1951)	-	-	+
4. *Eodiaptomus draconisignivomi* Brehm, 1952	-	-	+
5. *E. phuphanensis* Sanoamuang, 2001	-	-	+
6. *E. sanoamuangae* Reddy and Dumont, 1998	-	-	+
7. *Heliodiaptomus elegans* Kiefer, 1935	-	+	+
8. *H. viduus* (Gurney, 1916)	+[b,c]	-	+
9. *Mongolodiaptomus botulifer* (Kiefer, 1974)	+	-	+
10. *M. calcarus* (Shen and Tai, 1965)	-	-	+
11. *M. dumonti* Sanoamuang, 2001	-	-	+
12. *M. malaindosinensis* (Lai and Fernando, 1978)	-	-	+
12. *M. pectinidactylus* (Shen and Tai, 1964)	-	+[a]	-
13. *M. uenoi* (Kikuchi, 1936)	-	-	+
14. *Neodiaptomus blachei* (Brehm, 1951)	-	-	+
15. *N. laii* Kiefer, 1974	-	-	+
16. N. *schmackeri* (Poppe and Richard, 1892)	-	-	+
17. *N. yangtsekiangensis* Mashiko, 1951	-	+[a]	+
18. *Phyllodiaptomus christineae* Dumont, Reddy and Sanoamuang, 1996	-	-	+
19. *P. praedictus* Dumont and Reddy, 1996	+[a]	-	+
20. *P. surinensis* Sanoamuang and Yindee, 2001	-	-	+
21. *P. thailandicus* Sanoamuang and Teeramaethee, 2006	-	-	+
22. *Tropodiaptomus* cf. *hebereri* Kiefer, 1930	-	-	+
23. *T. lanaonus* Kiefer, 1982	+[a]	-	+
24. *T. oryzanus* Kiefer, 1937	-	+[c]	-
25. *T. vicinus* Kiefer, 1930	-	-	+
26. ***Tropodiaptomus* sp.**[(new species)]	-	+	-
รวมชนิดที่พบ	**4**	**6**	**23**
คิดเป็นร้อยละ	**15.38**	**23.08**	**88.46**

หมายเหตุ สัญญลักษณ์ [a, b, c] หมายถึง โคพีพอดที่พบในฤดูฝน, ฤดูหนาว และ ฤดูร้อน ตามลำดับ
ไม่มีสัญญลักษณ์ [a, b, c] หมายถึง โคพีพอดที่พบทั้ง 3 ฤดู, + คือ พบ - คือ ไม่พบ



ภาพที่ 24 จำนวนชนิดของโคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์ที่พบแต่ละฤดูกาลในบึงบอระเพ็ดเปรียบเทียบระหว่างปีที่ 1 และ 2 ของการศึกษา (ตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2545 ถึงเมษายน 2547)



ภาพที่ 25 ความชุกชุมเฉลี่ยของโคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์ที่พบในบึงบอระเพ็ด ระหว่างเดือนสิงหาคม 2545 ถึงเมษายน 2547 (ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

ตารางที่ 17 ทิศทางและระดับความสัมพันธ์ระหว่างความชุกชุมของโคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์ในบึงบอระเพ็ด กับปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของแหล่งน้ำ

ปัจจัยคุณภาพน้ำที่ตรวจวัด	ทิศทางของความสัมพันธ์	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน (Spearman Correlation Coefficient Interval (r_s))			
		<0.2	0.2-0.4	0.41-0.6	0.61-0.8
อุณหภูมิ	+				
	-		*Mongolodiaptomus botulifer***		
พีเอช	+				
	-		*M. botulifer***		
ค่าการนำไฟฟ้า	+				
	-			*M. botulifer***	
ความเค็ม	+				
	-			*M. botulifer***	
ความลึก	+		*M. botulifer***		
	-				

** มีความสัมพันธ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

* มีความสัมพันธ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

2.3.2 บึงโขงหลง

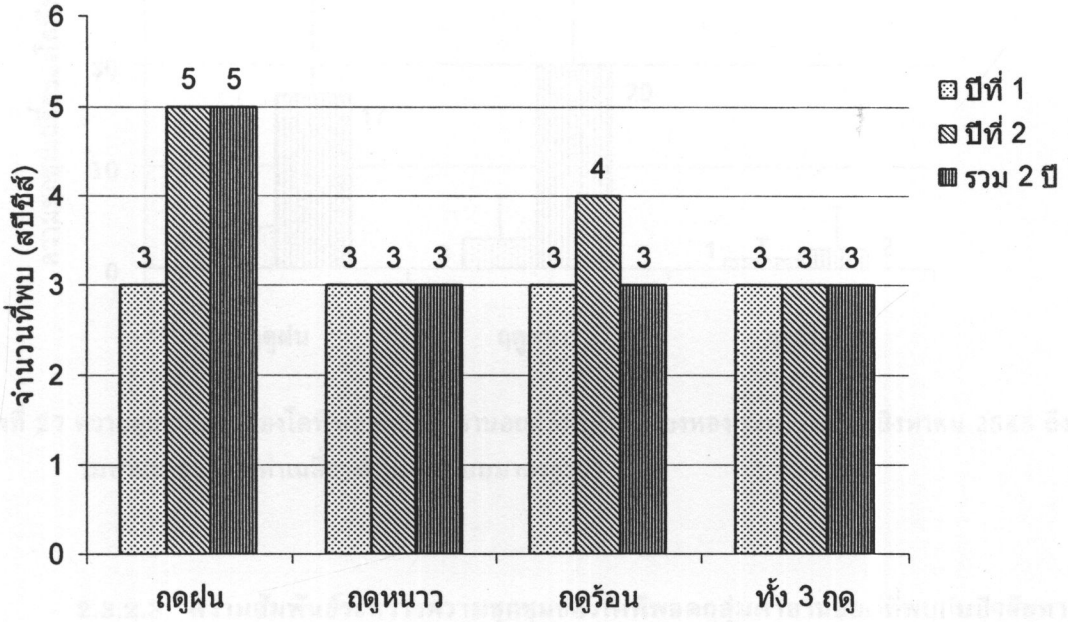
2.3.2.1 ความหลากชนิดของโคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์

จากการศึกษาความหลากชนิดของโคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์ พบทั้งสิ้น 5 สกุล 6 สปีชีส์ ในจำนวนนี้เป็นชนิดที่พบเป็นครั้งแรกของโลก 1 สปีชีส์คือ *Tropodiaptomus* sp. ส่วน สปีชีส์ที่พบในการศึกษาครั้งนี้อีก 5 สปีชีส์ ได้แก่ *Allodiaptomus raoi* Kiefer, *Heliodiaptomus elegans* Kiefer, *Mongolodiaptomus pectinidactylus* (Shen and Tai), *Neodiaptomus yangtsekiangensis* Mashiko และ *Tropodiaptomus oryzanus* Kiefer จำนวนความหลากชนิดที่พบจากการศึกษาในครั้งนี้คิดเป็นร้อยละ 23.08 ของสปีชีส์ทั้งหมดที่พบในแหล่งน้ำถาวรของประเทศไทย เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของละออศรี เสนาะเมือง (2545) ดังตารางที่ 16

โคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์ที่พบในแต่ละฤดูกาลมีจำนวนอยู่ระหว่าง 3-5 สปีชีส์ ในรอบปีแรกของการศึกษา พบความหลากชนิดในฤดูฝน ฤดูหนาวและฤดูร้อน มีจำนวนชนิดที่พบเท่ากัน 3 สปีชีส์ ได้แก่ *A. raoi*, *H. elegans* และ *Tropodiaptomus* sp. ส่วนในปีที่สองของการศึกษา พบความหลากชนิดสูงสุดในฤดูฝนเท่ากับ 5 สปีชีส์คือ *A. raoi*, *H. elegans*, *M. pectinidactylus*, *N. yangtsekiangensis* และ *Tropodiaptomus* sp. ส่วนในฤดูหนาวพบน้อยสุด 3 สปีชีส์คือ *Allodiaptomus raoi* Kiefer, *Heliodiaptomus elegans* และ *Tropodiaptomus* sp. (ตารางที่ 16 และภาพที่ 26) จะเห็นได้ว่าความหลากชนิดของโคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์ที่พบในสามฤดูของแต่ละรอบปีที่ทำการศึกษามีจำนวนที่ใกล้เคียงกัน เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าความหลากชนิดที่พบในสามฤดูของรอบปีแรกและปีที่สองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) และเมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ความหลาก

ชนิดของโคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์ที่พบในฤดูกาลเดียวกันของทั้งสองปี พบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

โคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์ที่พบส่วนใหญ่เคยมีรายงานการพบและอยู่ในบัญชีรายชื่อที่พบในประเทศไทยแล้ว และส่วนใหญ่เป็นชนิดที่พบแพร่กระจายอยู่ทั่วไปในเขตร้อน (ละออศรี เสนาะเมือง, 2544) ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าลักษณะสภาพภูมิอากาศและภูมิประเทศมีผลต่อการจำกัดพื้นที่ในการแพร่กระจายของ *A. raoi* ซึ่งเป็นชนิดที่เคยมีรายงานพบเฉพาะในภาคตะวันออกเฉียงเหนือเท่านั้น ยังไม่มีรายงานพบสปีชีส์ดังกล่าวในภาคอื่น ๆ ของประเทศ

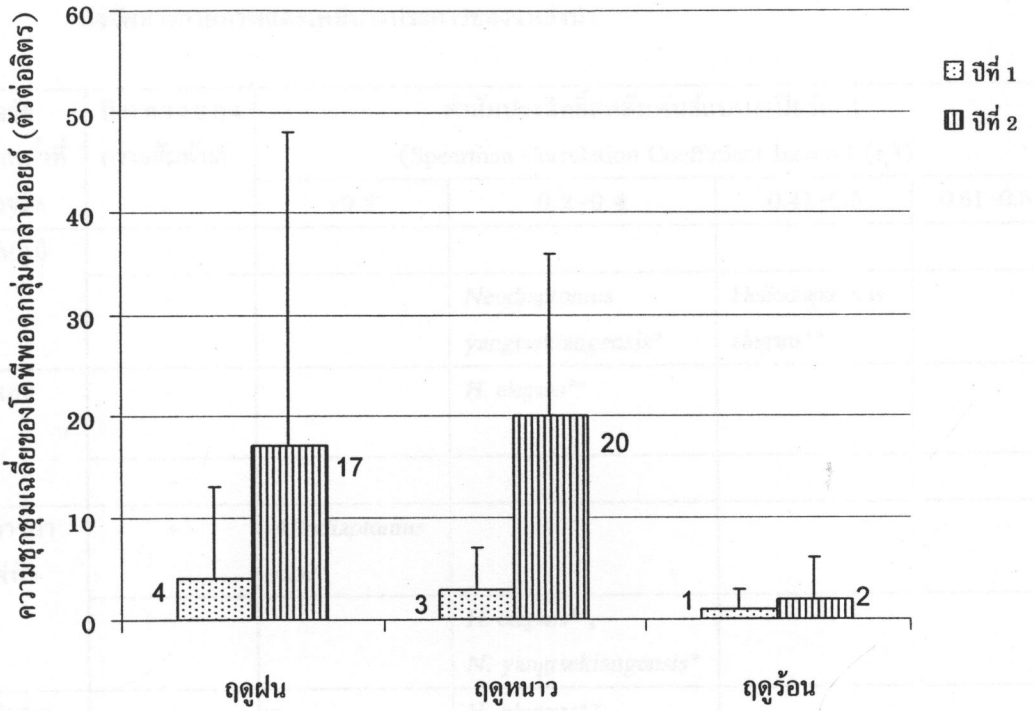


ภาพที่ 26 จำนวนชนิดของโคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์ที่พบแต่ละฤดูกาลในบึงโขงหลงเปรียบเทียบระหว่างปีที่ 1 และ 2 ของการศึกษา (ตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2545 ถึงเมษายน 2547)

2.3.2.2 ความชุกชุมของโคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์

จากการศึกษาความชุกชุมของโคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์ในรอบปีแรก พบว่าค่าเฉลี่ยจำนวนตัวของโคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์สูงสุดในฤดูฝนมีค่าเท่ากับ 4 ตัวต่อลิตร (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 9 ตัวต่อลิตร) และต่ำสุดในฤดูร้อนเท่ากับ 1 ตัวต่อลิตร (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2 ตัวต่อลิตร) ส่วนในปีที่ 2 ของการศึกษาพบค่าเฉลี่ยจำนวนตัวสูงสุดในฤดูหนาวเท่ากับ 20 ตัวต่อลิตร (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 16 ตัวต่อลิตร) และต่ำสุดในฤดูร้อนมีค่าเท่ากับ 2 ตัวต่อลิตร (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4 ตัวต่อลิตร) (ภาพที่ 27)

เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของความชุกชุมของโคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์ที่พบระหว่างสามฤดูกาลของแต่ละรอบปีในทางสถิติ พบว่าทั้งในปีแรกและปีที่สองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) แต่เมื่อพิจารณาความชุกชุมของโคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์ที่พบในฤดูกาลเดียวกันของทั้งสองปี พบว่าเฉพาะในฤดูหนาวเท่านั้นที่ความชุกชุมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)



ภาพที่ 27 ความชุกชุมเฉลี่ยของโคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์ที่พบในบึงโขงหลง ระหว่างเดือนสิงหาคม 2545 ถึงเมษายน 2547 (ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

2.3.2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความชุกชุมของโคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์ที่พบกับปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการ

จากการนำข้อมูลความชุกชุมของโคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์ที่พบในบึงโขงหลงในทุกฤดูกาลที่ศึกษามาวิเคราะห์ร่วมกับปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของแหล่งน้ำดังกล่าวข้างต้น เพื่อวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างความชุกชุมของโคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์กับสภาพแวดล้อมในแหล่งน้ำที่อาศัยอยู่ ได้ผลดังตารางที่ 18

การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างความชุกชุมของโคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์กับปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของแหล่งน้ำ พบว่าความชุกชุมของโคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกและเชิงลบกับปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของน้ำอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ดังตารางที่ 18 ยกตัวอย่างเช่น *Heliodiaptomus elegans* มีความสัมพันธ์เชิงลบกับอุณหภูมิของน้ำโดยอยู่ในระดับปานกลาง (Spearman coeff. = -0.429, $p<0.01$) กล่าวคือ เมื่ออุณหภูมิของน้ำเพิ่มขึ้น ความชุกชุมของสปีชีส์ดังกล่าวมีแนวโน้มที่จะลดลง และสปีชีส์ดังกล่าวยังมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับค่าพีเอชของน้ำอยู่ในระดับค่อนข้างน้อย (Spearman coeff. = 0.257, $p<0.01$) กล่าวคือ เมื่อพีเอชของน้ำเพิ่มขึ้นหรือน้ำที่อยู่ในสภาวะเป็นด่าง จะพบความชุกชุมของโคพีพอดสปีชีส์ดังกล่าวมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น หรืออาจกล่าวอีกนัยหนึ่งว่าโคพีพอดสปีชีส์นี้ชอบอาศัยอยู่ในแหล่งน้ำที่มีสภาพเป็นด่าง เป็นต้น

ตารางที่ 18 ทิศทางและระดับความสัมพันธ์ระหว่างความชุกชุมของโคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์ในบึงโขงหลงกับปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของแหล่งน้ำ

ปัจจัยคุณภาพน้ำที่ตรวจวัด	ทิศทางของความสัมพันธ์	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน (Spearman Correlation Coefficient Interval (r_s))			
		<0.2	0.2-0.4	0.41-0.6	0.61-0.8
อุณหภูมิ	+				
	-		*Neodiaptomus yangtsekiangensis**	*Heliodiaptomus elegans***	
พีเอช	+		*H. elegans***		
	-				
ค่าการนำไฟฟ้า	+	*Allodiaptomus raoi**			
	-		*H. elegans***, *N. yangtsekiangensis**		
ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ	+		*H. elegans***		
	-				
ความลึก	+		*A. raoi***		
	-		*N. yangtsekiangensis**		

** มีความสัมพันธ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

* มีความสัมพันธ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

2.4 โคพีพอดกลุ่มไซโคลพอยด์โคพีพอด

2.4.1 บึงบอระเพ็ด

2.4.1.1 ความหลากชนิดของโคพีพอดกลุ่มไซโคลพอยด์

ผลการศึกษาพบโคพีพอดกลุ่มไซโคลพอยด์ พบทั้งสิ้น 4 สกุล 6 สปีชีส์ ได้แก่ *Eucyclops serrulatus* (Fischer), *Mesocyclops aspericornis* (Daday), *M. thermocyclopoides* Harada, *Microcyclops* sp., *Thermocyclops crassus* (Fischer) และ *T. decipiens* (Kiefer) (ตารางที่ 19) โคพีพอดกลุ่มไซโคลพอยด์ที่พบส่วนใหญ่เคยมีรายงานการพบและอยู่ในบัญชีรายชื่อที่พบในประเทศไทยแล้ว และส่วนใหญ่เป็นชนิดที่พบแพร่กระจายอยู่ทั่วไปในเขตร้อน (ละออศรี, 2544)

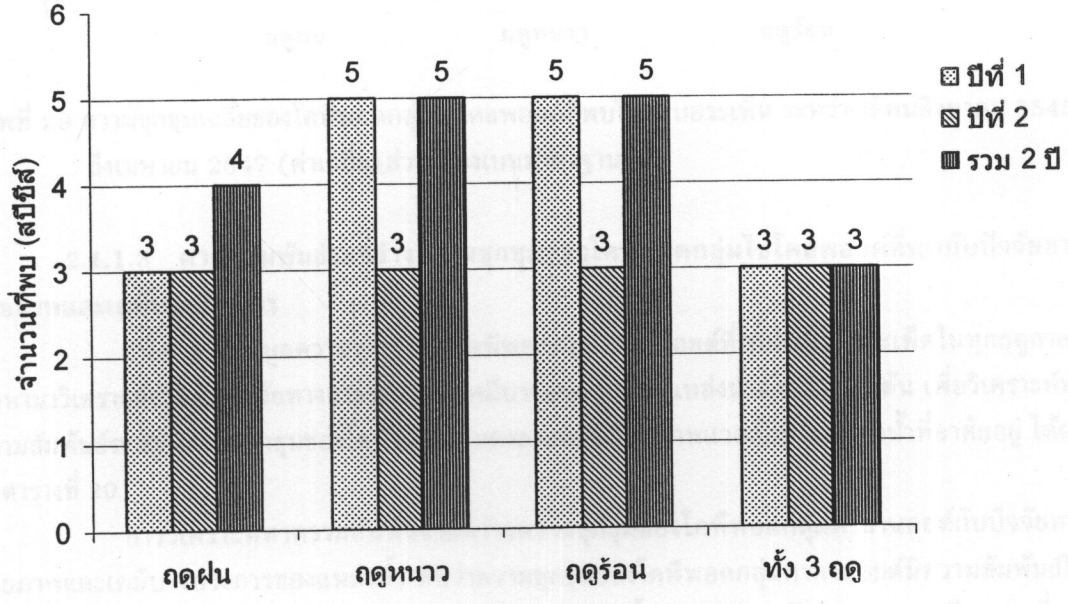
โคพีพอดกลุ่มไซโคลพอยด์ที่พบในแต่ละฤดูกาลมีจำนวนอยู่ระหว่าง 3-5 สปีชีส์ ในรอบปีแรกของการศึกษา พบความหลากชนิดในฤดูหนาวและฤดูร้อน มีจำนวน 5 สปีชีส์คือ *M. aspericornis*, *M. thermocyclopoides*, *Microcyclops* sp., *T. crassus* และ *T. decipiens* ส่วนในฤดูฝนพบ 4 สปีชีส์คือ *E. serrulatus*, *M. aspericornis*, *M. thermocyclopoides* และ *Microcyclops* sp. สำหรับในปีที่สองของการศึกษาพบความหลากชนิดสูงสุดในฤดูฝน ฤดูหนาว และฤดูร้อนมีจำนวนเท่ากัน 3 สปีชีส์คือ *Mesocyclops aspericornis*, *M. thermocyclopoides* และ *Microcyclops* sp. (ตารางที่ 19 และภาพที่ 28) จะเห็นได้ว่าความหลากชนิดของ

โคพีพอดกลุ่มไซโคลพอยด์ที่พบในสามฤดูของแต่ละรอบปีที่ทำการศึกษามีจำนวนที่ใกล้เคียงกัน เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าความหลากชนิดที่พบในสามฤดูของรอบปีแรกและปีที่สองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) และเมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ความหลากชนิดที่พบในฤดูกาลเดียวกันของทั้งสองปีก็พบเช่นกันว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

ตารางที่ 19 โคพีพอดกลุ่มไซโคลพอยด์ที่พบในบึงบอระเพ็ด และบึงโขงหลงตลอดการศึกษา

สปีชีส์ที่พบ	บึงบอระเพ็ด	บึงโขงหลง
1. *Ectocyclops* polyspinosus (Harada, 1931)	–	+
2. *Eucyclops serrulatus* (Fischer, 1851)	+[a]	–
3. *Mesocyclops aspericornis* (Daday, 1906)	+	+
4. *M. thermocyclopoides* Harada, 1931	+	+
5. *M. pehpeiensis* Hu, 1943	–	+
6. *Microcyclops* sp.	+	+
7. *Thermocyclops crassus* (Fischer, 1853)	+[b, c]	–
8. *T. decipiens* (Kiefer, 1929)	+[b, c]	–
รวมชนิดที่พบ	**6**	**5**

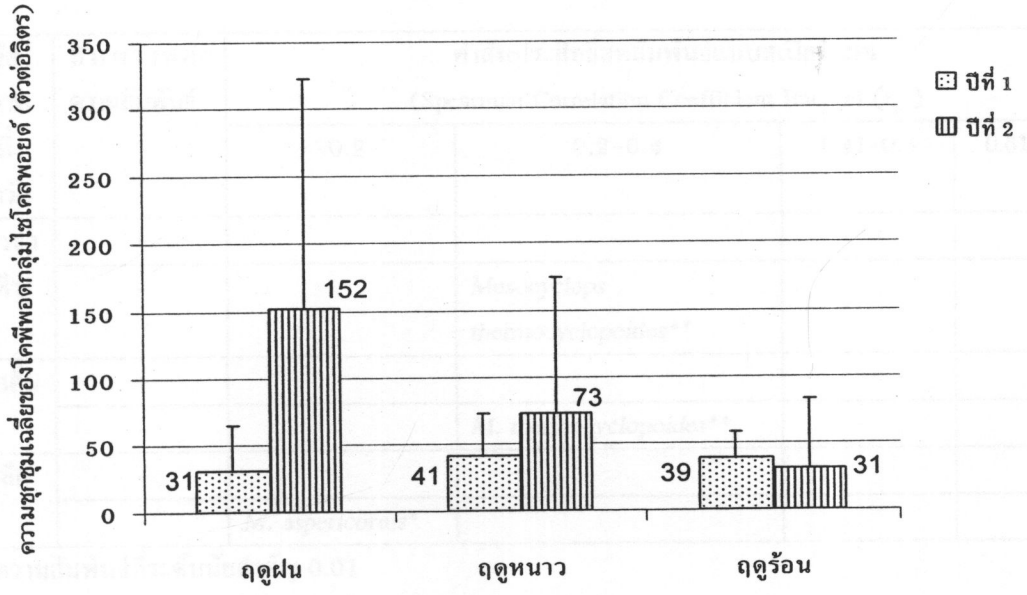
หมายเหตุ สัญญลักษณ์ [a, b, c] หมายถึง โคพีพอดที่พบในฤดูฝน, ฤดูหนาว และ ฤดูร้อน ตามลำดับ
ไม่มีสัญญลักษณ์ [a, b, c] หมายถึง โคพีพอดที่พบทั้ง 3 ฤดู, + คือ พบ – คือ ไม่พบ



ภาพที่ 28 จำนวนชนิดของโคพีพอดกลุ่มไซโคลพอยด์ที่พบแต่ละฤดูกาลในบึงบอระเพ็ดเปรียบเทียบกัน ระหว่างปีที่ 1 และ 2 ของการศึกษา (ตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2545 ถึงเมษายน 2547)

2.4.1.2 ความชุกชุมของโคพีพอดกลุ่มไซโคลพอยด์

จากการศึกษาความชุกชุมของโคพีพอดกลุ่มไซโคลพอยด์ ในรอบปีแรก พบว่าค่าเฉลี่ยจำนวนตัวสูงสุดในฤดูหนาวเท่ากับ 41 ตัวต่อลิตร (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 31 ตัวต่อลิตร) และต่ำสุดในฤดูฝนเท่ากับ 31 ตัวต่อลิตร (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 33 ตัวต่อลิตร) ส่วนในปีที่ 2 ของการศึกษา พบค่าเฉลี่ยจำนวนตัวสูงสุดในฤดูฝนมีค่าเท่ากับ 152 ตัวต่อลิตร (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 171 ตัวต่อลิตร) และต่ำสุดในฤดูร้อนเท่ากับ 31 ตัวต่อลิตร (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 52 ตัวต่อลิตร) (ภาพที่ 29) เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของความชุกชุมของโคพีพอดกลุ่มไซโคลพอยด์ที่พบในสามฤดูกาลของแต่ละรอบปีในทางสถิติ พบว่าทั้งในปีแรกและปีที่สองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) และเมื่อพิจารณาความชุกชุมที่พบในฤดูกาลเดียวกันของทั้งสองปี ก็พบเช่นเดียวกันคือ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)



ภาพที่ 29 ความชุกชุมเฉลี่ยของโคพีพอดกลุ่มไซโคลพอยด์ที่พบในบึงบอระเพ็ด ระหว่างเดือนสิงหาคม 2545 ถึงเมษายน 2547 (ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

2.4.1.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความชุกชุมของโคพีพอดกลุ่มไซโคลพอยด์ที่พบกับปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการ

จากการนำข้อมูลความชุกชุมของโคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์ที่พบในบึงบอระเพ็ดในทุกฤดูกาลที่ศึกษามาวิเคราะห์ร่วมกับปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของแหล่งน้ำดังกล่าวข้างต้น เพื่อวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างความชุกชุมของโคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์กับสภาพแวดล้อมในแหล่งน้ำที่อาศัยอยู่ ได้ผลดังตารางที่ 20

การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างความชุกชุมของโคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์กับปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของแหล่งน้ำ พบว่าความชุกชุมของโคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกและเชิงลบกับปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของน้ำอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ดังตารางที่ 20 ยกตัวอย่างเช่น *M. aspericornis* มีความสัมพันธ์เชิงลบกับความลึกของน้ำโดยอยู่ในระดับน้อย (Spearman coeff. = -0.181, $p<0.05$) กล่าวคือ เมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น ความชุกชุมของโคพีพอดสปีชีส์ดังกล่าวมี

แนวโน้มที่จะลดลง หรือมีความหมายอีกนัยหนึ่งคือ *Mesocyclops aspericornis* ชอบอาศัยอยู่ในแหล่งน้ำตื้นมากกว่าน้ำลึก ส่วน *M. thermocyclopoides* มีความสัมพันธ์เชิงลบกับค่าการนำไฟฟ้า และความเค็มอยู่ในระดับค่อนข้างน้อย โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน (Spearman coeff.) เท่ากับ -0.313, $p<0.01$ และ -0.314, $p<0.01$ ตามลำดับ กล่าวคือ เมื่อค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ และน้ำมีค่าความเค็มเพิ่มขึ้น ความชุกชุมของโคพีพอดสปีชีส์ดังกล่าวมีแนวโน้มที่จะลดลง ซึ่งแสดงให้เห็นว่า โคพีพอดสปีชีส์ดังกล่าวมักพบอาศัยอยู่ในแหล่งน้ำที่มีปริมาณธาตุอาหารหรืออินทรีย์สารต่างๆ ที่ละลายน้ำอยู่น้อย และชอบอาศัยอยู่ในน้ำจืดมากกว่าน้ำที่มีความเค็ม เป็นต้น

ตารางที่ 20 ทิศทางและระดับความสัมพันธ์ระหว่างความชุกชุมของโคพีพอดกลุ่มไซโคลพอยด์ในบึงบอระเพ็ดกับปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของแหล่งน้ำ

ปัจจัยคุณภาพน้ำที่ตรวจวัด	ทิศทางของความสัมพันธ์	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน (Spearman Correlation Coefficient Interval (r_s))			
		<0.2	0.2-0.4	0.41-0.6	0.61-0.8
ค่าการนำไฟฟ้า	+				
	-		*Mesocyclops thermocyclopoides***		
ความเค็ม	+				
	-		*M. thermocyclopoides***		
ความลึก	+				
	-	*M. aspericornis**			

** มีความสัมพันธ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

* มีความสัมพันธ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

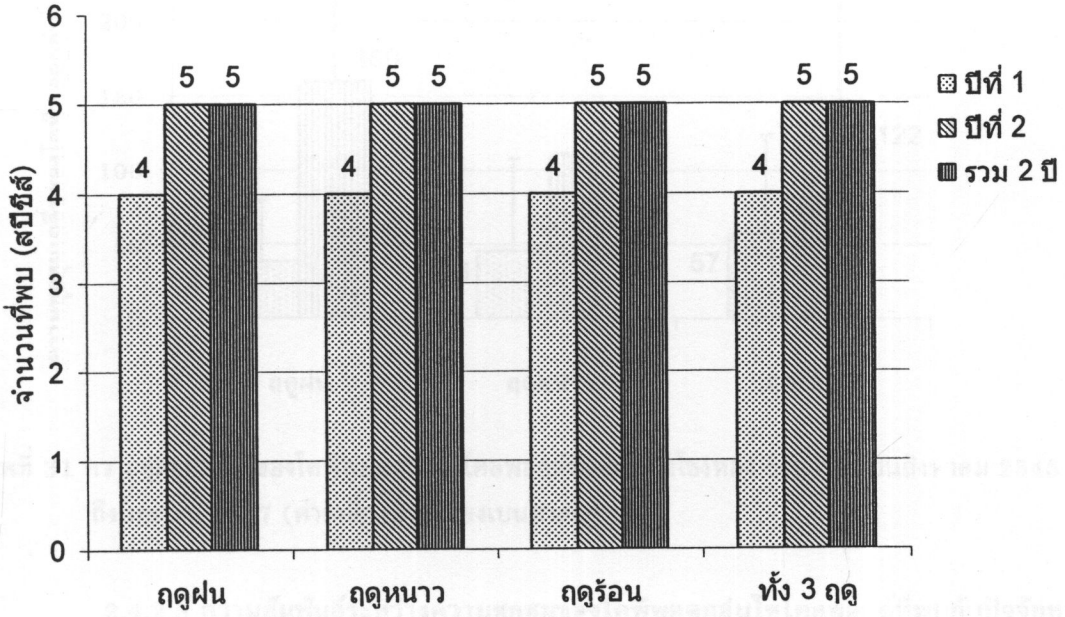
2.4.2 บึงโขงหลง

2.4.2.1 ความหลากชนิดของโคพีพอดกลุ่มไซโคลพอยด์

ผลการศึกษาพบโคพีพอดกลุ่มไซโคลพอยด์ พบทั้งสิ้น 3 สกุล 5 สปีชีส์ ในจำนวนนี้เป็นชนิดที่พบเป็นครั้งแรกของประเทศไทย 2 สปีชีส์คือ *Ectocyclops polyspinosus* (Harada) และ *Mesocyclops pehpeiensis* Hu ส่วนสมาชิกที่พบในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ *M. aspericornis, M. thermocyclopoides* และ *Microcyclops* sp. (ตารางที่ 19) ไซโคลพอยด์ที่พบส่วนใหญ่เคยมีรายงานการพบและอยู่ในบัญชีรายชื่อที่พบในประเทศไทยแล้ว และส่วนใหญ่เป็นชนิดที่พบแพร่กระจายอยู่ทั่วไปในเขตร้อน (ละออศรี เสนาะเมือง, 2544)

โคพีพอดกลุ่มไซโคลพอยด์ที่พบในแต่ละฤดูกาลมีจำนวนอยู่ระหว่าง 4-5 สปีชีส์ ในรอบปีแรกของการศึกษา พบความหลากชนิดในฤดูฝน ฤดูหนาวและฤดูร้อนจำนวนเท่ากัน 4 สปีชีส์ได้แก่ *M. aspericornis, M. pehpeiensis, M. thermocyclopoides* และ *Microcyclops* sp. สำหรับในปีที่สองของการศึกษา พบความหลากชนิดในฤดูฝน ฤดูหนาว และฤดูร้อนมีจำนวนเท่ากัน 5 สปีชีส์คือ *E. polyspinosus, M. aspericornis, M. pehpeiensis, M. thermocyclopoides* และ *Microcyclops* sp. (ตารางที่ 18 และภาพที่ 30) จะเห็นได้ว่า

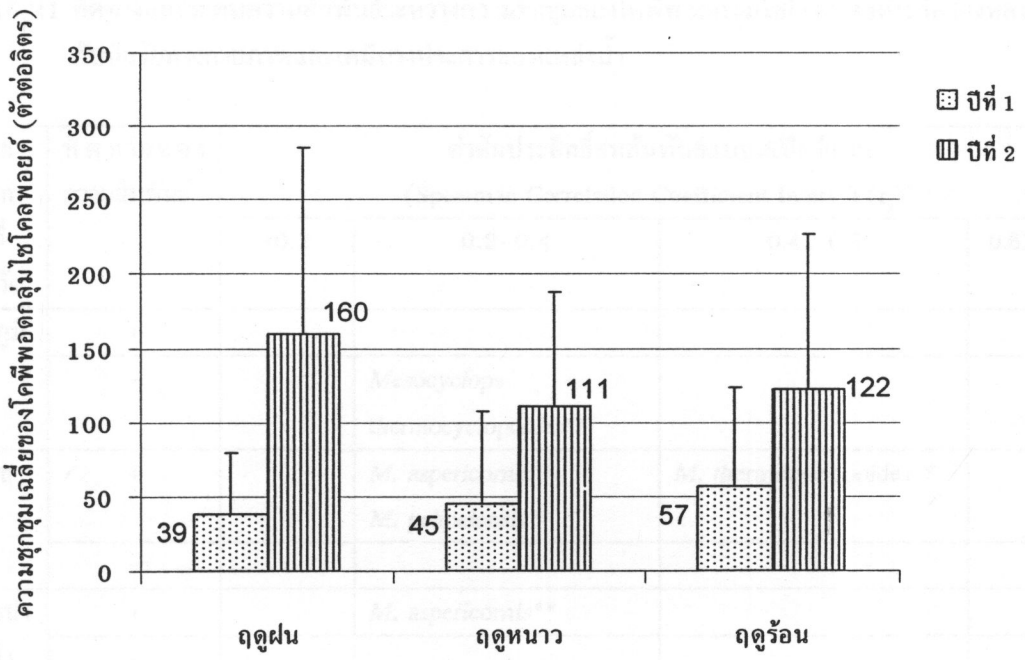
ความหลากชนิดของโคพีพอดกลุ่มไซโคลพอยด์ที่พบในสามฤดูกาลของแต่ละรอบปีที่ทำการศึกษามีจำนวนที่ใกล้เคียงกัน เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าความหลากชนิดที่พบในสามฤดูของรอบปีแรกและปีที่สองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) และเมื่อวิเคราะห์ความหลากชนิดที่พบในฤดูกาลเดียวกันของทั้งสองปีก็พบเช่นเดียวกันว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)



ภาพที่ 30 จำนวนชนิดของโคพีพอดกลุ่มไซโคลพอยด์ที่พบแต่ละฤดูกาลในบึงโขงหลงเปรียบเทียบกันระหว่างปีที่ 1 และ 2 ของการศึกษา (ตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2545 ถึงเมษายน 2547)

2.4.2.2 ความชุกชุมของโคพีพอดกลุ่มไซโคลพอยด์

จากการศึกษาความชุกชุมของโคพีพอดกลุ่มไซโคลพอยด์ ในรอบปีแรก พบว่าค่าเฉลี่ยจำนวนตัวสูงสุดในฤดูร้อนเท่ากับ 57 ตัวต่อลิตร (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 66 ตัวต่อลิตร) และต่ำสุดในฤดูฝนเท่ากับ 39 ตัวต่อลิตร (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 40 ตัวต่อลิตร) ส่วนในปีที่ 2 ของการศึกษา พบค่าเฉลี่ยจำนวนตัวสูงสุดในฤดูฝนมีค่าเท่ากับ 160 ตัวต่อลิตร (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 126 ตัวต่อลิตร) และต่ำสุดในฤดูหนาวเท่ากับ 111 ตัวต่อลิตร (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 77 ตัวต่อลิตร) (ภาพที่ 31) เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของความชุกชุมของโคพีพอดกลุ่มไซโคลพอยด์ที่พบระหว่างสามฤดูกาลของแต่ละรอบปีในทางสถิติ พบว่าทั้งในปีแรกและปีที่สองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) เมื่อพิจารณาความชุกชุมที่พบในฤดูกาลเดียวกันของทั้งสองปี ก็พบเช่นเดียวกันว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)



ภาพที่ 31 ความชุกชุมเฉลี่ยของโคพีพอดกลุ่มไซโคลพอยด์ที่พบในบึงโขงหลง ระหว่างเดือนสิงหาคม 2545 ถึงเมษายน 2547 (ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

2.4.2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความชุกชุมของโคพีพอดกลุ่มไซโคลพอยด์ที่พบกับปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการ

จากการนำข้อมูลความชุกชุมของโคพีพอดกลุ่มไซโคลพอยด์ที่พบในบึงโขงหลงในทุกฤดูกาลที่ศึกษามาวิเคราะห์ร่วมกับปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของแหล่งน้ำดังกล่าวข้างต้น เพื่อวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างความชุกชุมของโคพีพอดกลุ่มไซโคลพอยด์กับสภาพแวดล้อมในแหล่งน้ำที่อาศัยอยู่ ได้ผลดังตารางที่ 21

การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างความชุกชุมของโคพีพอดกลุ่มไซโคลพอยด์กับปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของแหล่งน้ำ พบว่าความชุกชุมของโคพีพอดมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกและเชิงลบกับปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของน้ำอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ดังตารางที่ 20 ยกตัวอย่างเช่น *Mesocyclops pehpeiensis* มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณออกซิเจนละลายน้ำโดยอยู่ในระดับน้อย (Spearman coeff.= 0.201, $p<0.01$) กล่าวคือ เมื่อแหล่งน้ำมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเพิ่มขึ้น จะพบความชุกชุมของโคพีพอดสปีชีส์ดังกล่าวมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งแสดงให้เห็นว่าโคพีพอดสปีชีส์ดังกล่าวนี้ชอบอาศัยอยู่ในแหล่งน้ำที่มีสภาพดีมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำสูง

ตารางที่ 21 ทิศทางและระดับความสัมพันธ์ระหว่างความชุกชุมของโคพีพอดกลุ่มไซโคลพอยด์ในบึงโขงหลง กับปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของแหล่งน้ำ

ปัจจัยคุณภาพน้ำที่ตรวจวัด	ทิศทางของความสัมพันธ์	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน (Spearman Correlation Coefficient Interval (r_s))			
		<0.2	0.2-0.4	0.41-0.6	0.61-0.8
อุณหภูมิ	+				
	-		*Mesocyclops thermocyclopoides***		
พีเอช	+		*M. aspericornis***, *M. pehpeiensis***	*M. thermocyclopoides***	
	-				
ค่าการนำไฟฟ้า	+		*M. aspericornis***		
	-				
ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ	+		*M. pehpeiensis**, *M. thermocyclopoides***	*M. aspericornis***	
	-				

** มีความสัมพันธ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

* มีความสัมพันธ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

3. เปรียบเทียบความหลากชนิดและความชุกชุมของโรติเฟอร์ คลาโดเซอรา และโคพีพอดที่พบในทุกฤดูกาลระหว่างบึงบอระเพ็ด และบึงโขงหลง

จากการนำข้อมูลความหลากชนิดและความชุกชุมของโรติเฟอร์ คลาโดเซอรา และโคพีพอด (กลุ่มคาลานอยด์และไซโคลพอยด์) ที่พบในทุกฤดูกาลระหว่างบึงบอระเพ็ดและบึงโขงหลงเพื่อวิเคราะห์ว่าจำนวนชนิดและความชุกชุมที่พบนั้นมีความแตกต่างกันหรือไม่ ด้วยการทดสอบความเป็นเอกพันธ์ ผลการวิเคราะห์พบว่าความหลากชนิดของโรติเฟอร์ คลาโดเซอรา และโคพีพอด (กลุ่มคาลานอยด์ และไซโคลพอยด์) ที่พบในทั้ง 2 บึงนี้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) แต่มีความแตกต่างกันในเรื่องของความชุกชุมอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.01$) กล่าวคือ ในบึงบอระเพ็ดมีเพียงโรติเฟอร์กลุ่มเดียวเท่านั้นที่พบความชุกชุมมากกว่าที่พบในบึงโขงหลง โดยความชุกชุมของโรติเฟอร์ที่พบคิดเป็นร้อยละ 84.4 ของแพลงก์ตอนสัตว์ทั้งหมดที่ทำการศึกษาในครั้งนี้ ในขณะที่ความชุกชุมของโรติเฟอร์ที่พบในบึงโขงหลงคิดเป็นร้อยละ 70.9 ของแพลงก์ตอนสัตว์ทั้งหมดที่ทำการศึกษา ทั้งนี้เนื่องจากบึงบอระเพ็ดมีทางเข้าออกของลำน้ำหลายเส้นทาง น้ำจากลำน้ำต่าง ๆ จะนำพาอินทรีย์สารและอนินทรีย์สารจากพื้นดินลงสู่บึง ธาตุอาหารดังกล่าวมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตและการเจริญเติบโตของโรติเฟอร์จึงทำให้พบโรติเฟอร์มีความชุกชุมมากกว่าบึงโขงหลงที่เป็นบึงปิด ปริมาณสารอาหารค่อนข้างจะคงที่ จากเหตุผลนี้จึงสามารถใช้โรติเฟอร์เป็นดัชนีชี้วัดการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำได้ เนื่องจากโรติเฟอร์มีการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมที่ไวกว่าแพลงก์ตอนสัตว์ในกลุ่มที่เป็นครัสเตเชียน (Pejler, 1983)

สำหรับโคพีพอดกลุ่มไซโคลพอยด์ คลาโดเซอรา และโคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์ มีความชุกชุมมากในบึงโขงหลงคิดเป็นร้อยละ 14.7, 12.7 และ 1.7 ตามลำดับ ส่วนในบึงบอระเพ็ดพบความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มดังกล่าวน้อยกว่าโดยคิดเป็นร้อยละ 8.9, 6.4 และ 0.3 ตามลำดับ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากบึงโขงหลงถูกรบกวนจากกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์น้อยกว่าบึงบอระเพ็ด และบึงโขงหลงมีปริมาณของพืชน้ำและสาหร่ายปกคลุมอยู่ในแหล่งน้ำค่อนข้างหนาแน่นกว่าแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มดังกล่าวนี้สามารถใช้พืชน้ำและสาหร่ายเป็นแหล่งยึดเกาะอาศัยชั่วคราว ทำให้ไม่ถูกพัดพาไปตามการเคลื่อนที่ของมวลน้ำได้ง่าย รวมทั้งยังสามารถใช้พืชน้ำและสาหร่ายเป็นแหล่งหาอาหาร และกำบังตัวจากศัตรูผู้ล่าได้อีกด้วย (Smirnov, 1974) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของจุฑามาส แสงอรุณ และละออศรี เสนาะเมือง (2545) ที่พบความหลากชนิดของคลาโดเซอราในบึงกุดทิง จังหวัดหนองคาย มีจำนวนมากถึง 57 สปีชีส์ ลักษณะของบึงกุดทิงเป็นแหล่งน้ำที่มีพืชน้ำและสาหร่ายเป็นจำนวนมาก จึงเป็นสาเหตุให้แหล่งน้ำดังกล่าวมีความหลากชนิดของคลาโดเซอรามากเช่นเดียวกัน

นอกจากนี้ในการศึกษาปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของน้ำที่มีผลต่อชนิดและความชุกชุมของโรติเฟอร์ คลาโดเซอรา และโคพีพอดที่พบในครั้งนี้ยังไม่ปรากฏผลให้เห็นอย่างเด่นชัด ดังนั้นในอนาคตควรมีการศึกษาอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ชัดเจนและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ตารางที่ 22 เปรียบเทียบความหลากชนิดและความชุกชุมของโรติเฟอร์ คลาโดเซอรา และโคพีพอด (กลุ่มคาลานอยด์ และไซโคลพอยด์) ที่พบในทุกฤดูกาลระหว่างบึงบอระเพ็ด และบึงโขงหลง

การศึกษา	สถานที่	กลุ่มของแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบ (คิดเป็นเปอร์เซ็นต์)			
		โรติเฟอร์	คลาโดเซอรา	โคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์	โคพีพอดกลุ่มไซโคลพอยด์
ความหลากชนิด	บึงบอระเพ็ด	71.0	22.1	2.8	4.1
	บึงโขงหลง	72.4	20.4	3.9	3.3
ความชุกชุม	บึงบอระเพ็ด	84.4**	6.4**	0.3**	8.9**
	บึงโขงหลง	70.9**	12.7**	1.7**	14.7**

หมายเหตุ ** มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

4. รายละเอียดเกี่ยวกับสัณฐานวิทยาบางประการของโรติเฟอร์ คลาโดเซอรา และโคพีพอดชนิดใหม่ของโลกและชนิดที่พบเป็นครั้งแรกของประเทศไทย

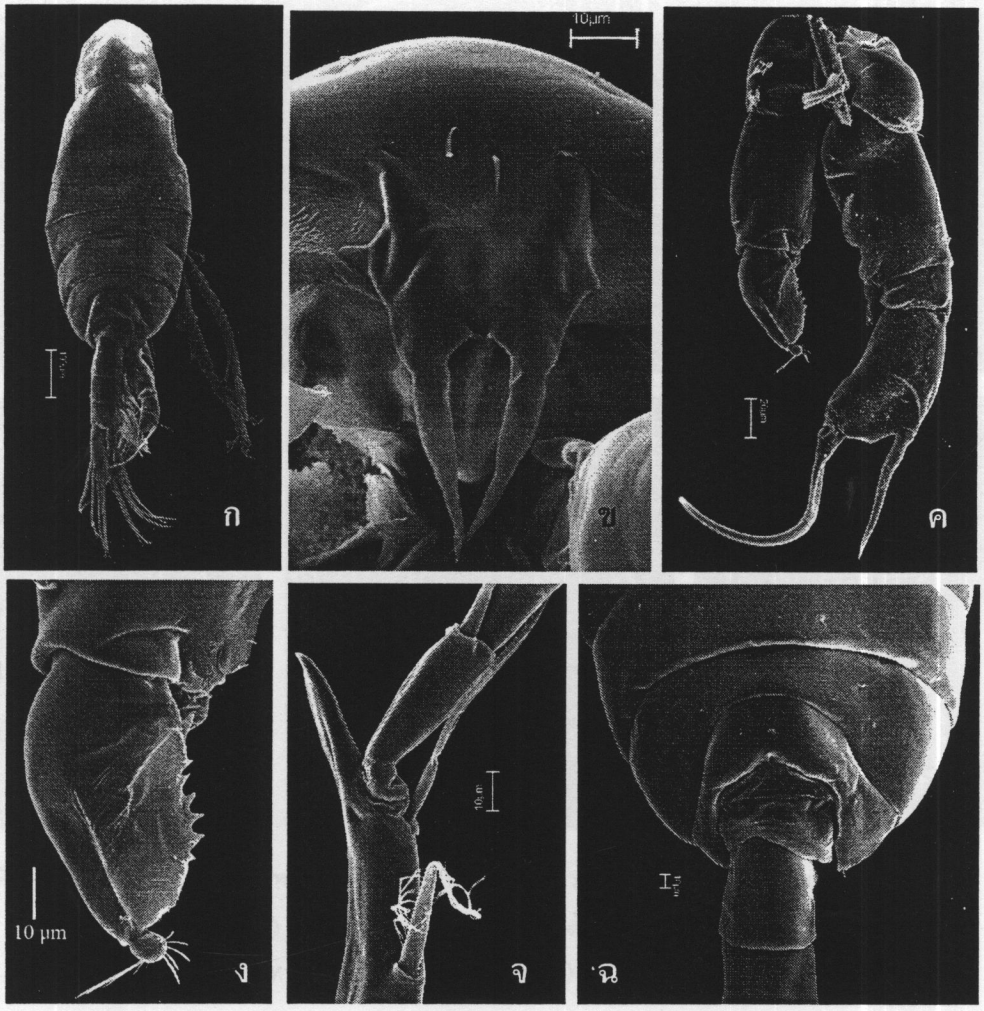
ผลจากการศึกษาความหลากชนิดของโรติเฟอร์ คลาโดเซอรา และโคพีพอดในครั้งนี้ทำให้พบชนิดใหม่ของโลกในโคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์จำนวน 1 สปีชีส์ และชนิดที่พบเป็นครั้งแรกในประเทศไทยในกลุ่มโรติเฟอร์ 1 สปีชีส์ คลาโดเซอรา 2 สปีชีส์ และโคพีพอดกลุ่มไซโคลพอยด์ 1 สปีชีส์ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 รายละเอียดเกี่ยวกับสัณฐานวิทยาบางประการของโคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์ชนิดใหม่ของโลก *Tropodiaptomus* sp. (ภาพที่ 32 และภาพที่ 33)

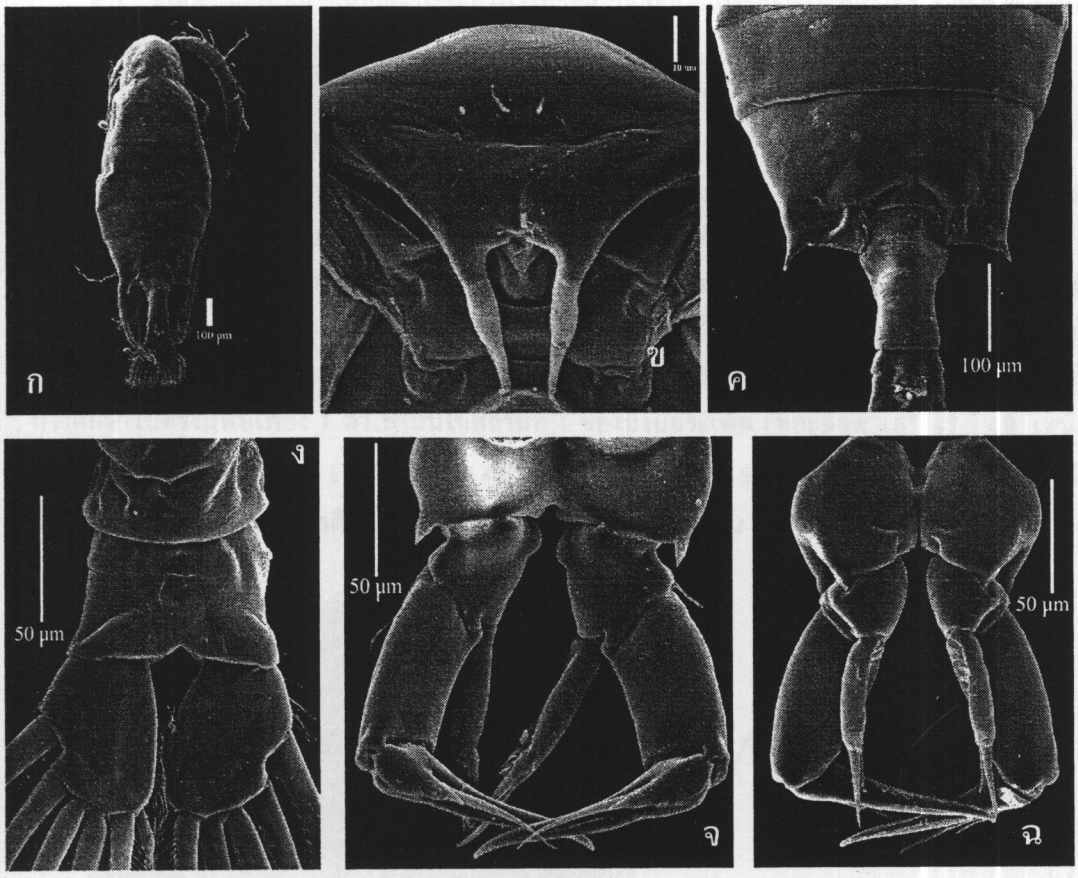
Tropodiaptomus sp. เป็นโคพีพอดที่พบเป็นครั้งแรกของโลก พบในสถานีที่ 1 และ 2 เฉพาะในบึงโขงหลง (ที่ละติจูด 18° 01 ' 12 เหนือ-18° 01 ' 20 เหนือ และลองจิจูด 104° 00 ' 39 ตะวันออก-104° 00 ' 48 ตะวันออก) พบในทุกฤดูกาลตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษาปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของแหล่งที่พบมีดังนี้ อุณหภูมิ มีค่าอยู่ระหว่าง 5.13-8.38 พีเอช ค่าการนำไฟฟ้า ไมโครซีเมนต์ต่อเซ็นติเมตร อาศัยในแหล่งน้ำเดียวกันกับสปีชีส์อื่น 5 สปีชีส์ ได้แก่ *A. raoi*, *H. elegans*, *M. pectinidactylus*, *N. yangtsekiangensis* และ *T. oryzanus* ลักษณะทางสัณฐานวิทยามีดังนี้

ตัวผู้ (ภาพที่ 32ก-ฉ) ความยาวของลำตัวไม่รวมคอร์ดัลซีตี (caudal setae) อยู่ระหว่าง 0.97-1.07 มิลลิเมตร เฉลี่ย 1.02 มิลลิเมตร (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.03 มิลลิเมตร) (n=20) ลักษณะเด่นคือ หนามบนจงอยปาก (rostral spine) แหลม มีปุ่มขนาดเล็ก 1 อัน ยื่นออกมาใกล้กับฐานของหนามด้านขวา ทอแรกซ์ปล้องที่ 4 และ 5 มีรอยแยกจากกันชัดเจน ยูโรโซม (urosome) มี 5 ปล้อง ยูโรโซมปล้องที่ 5 ยาวประมาณครึ่งหนึ่งของคอร์ดัลรามิ (caudal rami) P5 ข้างขวา เอ็กโซโพไดท์ที่ 1 (exopodite) สั้นกว่าเบซิส มีติ่งนูนอยู่ขอบด้านใน 1 อัน ปลายขอบด้านนอกแหลม เอ็กโซโพไดท์ที่ 2 ยาวประมาณเกือบ 2 เท่าของความกว้าง หนามด้านข้างมีลักษณะค่อนข้างตรง เอ็กโซโพไดท์ที่ 2 มีหนามด้านข้าง 1 อัน ยื่นออกมาจากขอบบริเวณกึ่งกลางหรือค่อนมาข้างล่างเล็กน้อย และอยู่ใกล้โคนของหนามด้านข้าง 1 อัน ส่วนบนของปล้องเอ็กโซโพไดท์ที่ 2 แคบกว่าส่วนล่างหรือส่วนปลาย ขอบด้านในของเบซิสข้างขวามีแผ่นไฮยาไลน์ 2 แผ่น แผ่นบนสุดยาวกว่าแผ่นล่างเล็กน้อย หนามด้านข้างอันใหญ่ยาวประมาณครึ่งหนึ่งของความยาวเอ็นคลอว์ (end claw) เอ็นคลอว์มีลักษณะโค้งงอ เอ็นโดโพไดท์ (endopodite) มี 1 ปล้องยาวกว่าเอ็กโซโพไดท์ที่ 1 มีขนตรงปลาย ขอบด้านในของเอ็กโซโพไดท์ข้างซ้ายโค้ง มีฟัน 1 ชุด มีขนาดเกือบเท่ากันเรียงเป็นแถว

ตัวเมีย (ภาพที่ 33ก-ฉ) ความยาวของลำตัวไม่รวมคอร์ดัลซีตี อยู่ระหว่าง 1.10-1.36 มิลลิเมตร เฉลี่ย 1.26 มิลลิเมตร (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.07 มิลลิเมตร) (n=20) ลักษณะเด่นคือ ทอแรกซ์ปล้องที่ 4 และ 5 เชื่อมติดกัน ปีกซ้ายและปีกขวาของทอแรกซ์ปล้องที่ 5 ยาวเกือบเท่ากัน ยูโรโซมมี 3 ปล้อง ส่วนบนของปล้องสืบพันธุ์โป่งออกเล็กน้อยทั้งสองข้าง หนวดคู่แรกค่อนข้างยาว ๆ ถึงคอร์ดัลรามิ มี 25 ข้อ ขาคู่ที่ 5 พบหนามบนค็อกซาทั้งสองข้างมีขนาดเล็ก เอ็กโซโพไดท์ที่ 3 มีขนาดเล็กแต่เห็นได้ชัดเจน เอ็นโดโพไดท์มีสองปล้องไม่ชัดเจนและมีความยาวเกือบเท่าความยาวของเอ็กโซโพไดท์ที่ 1 เอ็นคลอว์มีหนามทั้งสองข้าง



ภาพที่ 32 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดของ *Tropodiaptomus* sp. เพศผู้ ก: ตัวผู้ (ด้านหลัง), ข: โรสตรัม, ค: ขาคู่ที่ 5 (ด้านท้าย), ง: ขาคู่ที่ 5 ข้างซ้าย (ด้านท้าย), จ: รยางค์ข้อที่ 20 ของหนวดคู่ที่ 1 ข้างขวา, ฉ: ทอแรกซ์ปล้องที่ 4-5



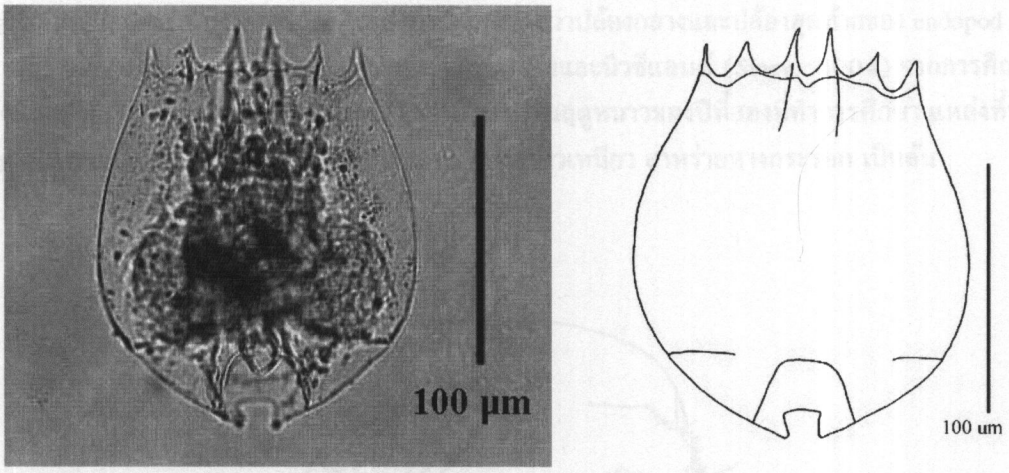
ภาพที่ 33 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดของ *Tropodiaptomus* sp. เพศเมีย
ก: ตัวเมีย (ด้านหลัง), ข: โรสตรัม, ค: ทอแรกซ์ปล้องที่ 4-5,
ง: คอร์ดัลรามิ (ด้านหน้า), จ: ขาคู่ที่ 5 (ด้านท้าย), ฉ: ขาคู่ที่ 5 (ด้านหน้า)

4.2 รายละเอียดเกี่ยวกับสัณฐานวิทยาบางประการและการแพร่กระจายของโรติเฟอร์ที่พบครั้งแรกในประเทศไทย

Brachionus nilsoni (Ahlstrom, 1940) (ภาพที่ 34)

ลักษณะเด่นคือ รูปร่างคล้าย *B. urceolaris* (Müller, 1773) แต่ลอริกาของ *B. nilsoni* มีผิวที่ค่อนข้างเรียบ หนามตรงช่องเปิดของเท้ามีลักษณะตรงปลายแหลม ช่องเปิดของเท้าที่บริเวณแผ่นท้องกว้าง ขนาดความยาวลอริกาเท่ากับ 147 ไมโครเมตร และความกว้างเท่ากับ 129 ไมโครเมตร

พบการแพร่กระจายในลุ่มน้ำ Murray-Darling รัฐ ควีนแลนด์ และวิคตอเรีย ทางตอนใต้ของประเทศออสเตรเลีย (Shiel and Koste, 1979; Koste and Shiel, 1987) ในเขตเอเชียตะวันออกเฉียงใต้มีรายงานการพบในประเทศมาเลเซีย และสิงคโปร์ (Fernando and Zankai, 1981) จัดว่าเป็นชนิดที่หายากชนิดหนึ่ง จากการศึกษาในครั้งนี้พบเพียง 1 ตัวเท่านั้นในสถานีที่ 1 ของบึงบอระเพ็ด (ที่ละติจูด 15° 41 ' 49 เหนือ-15° 41 ' 53 เหนือ และลองจิจูด 100° 12 ' 43 ตะวันออก-100° 12 ' 49 ตะวันออก) โดยพบโรติเฟอร์ดังกล่าวในฤดูร้อนของปีที่สองของการศึกษา แหล่งที่พบนั้นมีพืชน้ำขึ้นหนาแน่น เช่น ต้นกก บัวบา เป็นต้น



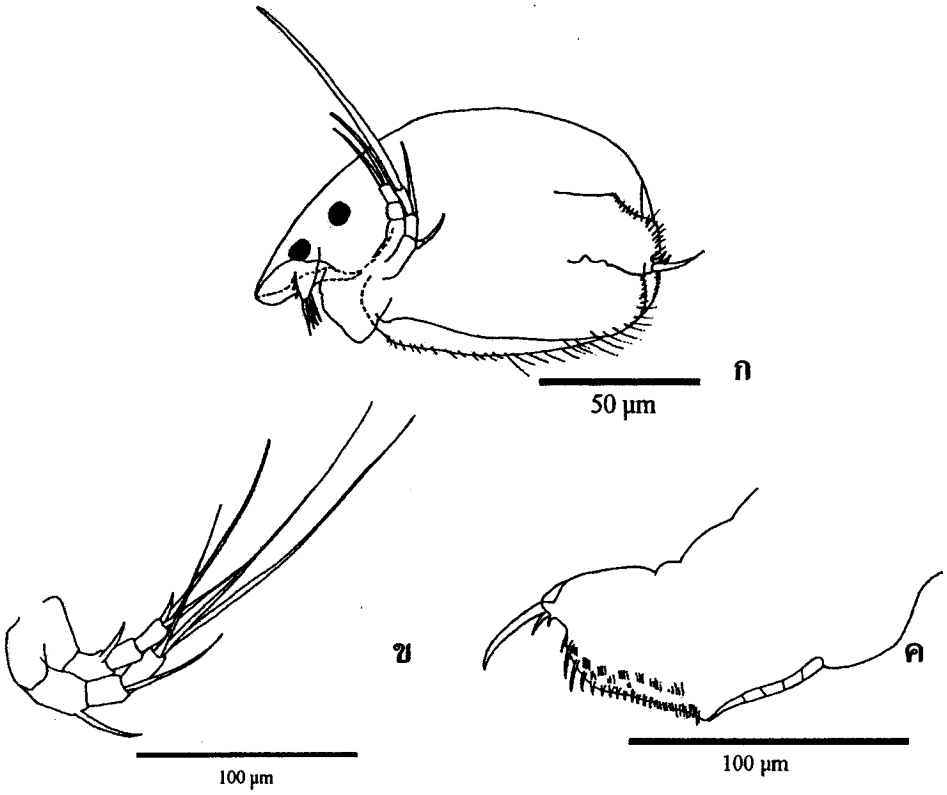
ภาพที่ 34 ภาพถ่ายและภาพวาดของโรติเฟอร์ที่พบเป็นครั้งแรกในประเทศไทย *Brachionus nilsoni*

4.3 รายละเอียดเกี่ยวกับสัณฐานวิทยาบางประการและการแพร่กระจายของคลาโดเซอราที่พบครั้งแรกในประเทศไทย

4.3.1 รายละเอียดเกี่ยวกับสัณฐานวิทยาบางประการของ *Armatalona macrocopa* (Sars, 1894) (ภาพที่ 35ก-ค)

ลักษณะเด่นคือ ด้านข้างของลำตัวมีรูปร่างค่อนข้างเป็นรูปไข่หรือสี่เหลี่ยมผืนผ้า ความยาวตัวเป็น 1.5-1.6 เท่าของความกว้าง ขอบด้านท้ายของลำตัวโค้งเล็กน้อยหรือตรง ขอบเปลือกด้านท้องมีขนยาวประมาณ 35-45 เส้น มีขนขนาดเล็กอยู่บริเวณด้านในของเปลือก เปลือกมีลวดลายเป็นรูปหลายเหลี่ยมและเส้นตรง ตาประกอบมีขนาดเป็น 2 เท่าของตาเดี่ยว มี head pore 2 รู เชื่อมติดกัน labrum มีสันและมีรอยบาก postabdomen มีความยาวเป็น 2.4-2.6 เท่าของความกว้าง บริเวณขอบด้านท้ายของ postabdomen มีหนามเดี่ยว 4-6 อัน ส่วนบริเวณ anal มีกลุ่มของหนามและขน จำนวน 5-6 กลุ่ม ส่วนปลายของ postabdomen มีเล็บ 1 อัน ส่วนต้นของเล็บมีหนามเรียวยาว 1 อัน ความยาวของเล็บสั้นกว่าส่วน preanal ของ postabdomen หนวดคู่ที่ 1 ยาวไม่ถึงปลายสุดของ rostrum ด้านหน้ามีขนสั้นเรียงตัวเป็นแถวรอบหนวด ปลายสุดมีขนยาว 9 เส้น หนวดคู่ที่ 2 แบ่งออกเป็น 2 แขนงคือ exopod และ endopod ส่วนของ endopod แบ่งออกเป็น 3 ปล้อง ส่วนปลายของปล้องแรกมีหนามขนาดใหญ่ 1 อัน มีความยาวมากกว่าปล้องกลางและปล้องสุดท้ายของ endopod

มีรายงานพบการแพร่กระจายในประเทศออสเตรเลียและนิวซีแลนด์ (Sinev, 2004) จากการศึกษาครั้งนี้พบในสถานีที่ 1 และ 2 ของบึงโขงหลงโดยพบเฉพาะในฤดูหนาวของปีที่สองที่ทำการศึกษา แหล่งที่พบนั้นมีพืชน้ำขึ้นหนาแน่น เช่น ต้นกก บัวหลวง บัวบา สาหร่ายข้าวเหนียว สาหร่ายหางกระรอก เป็นต้น

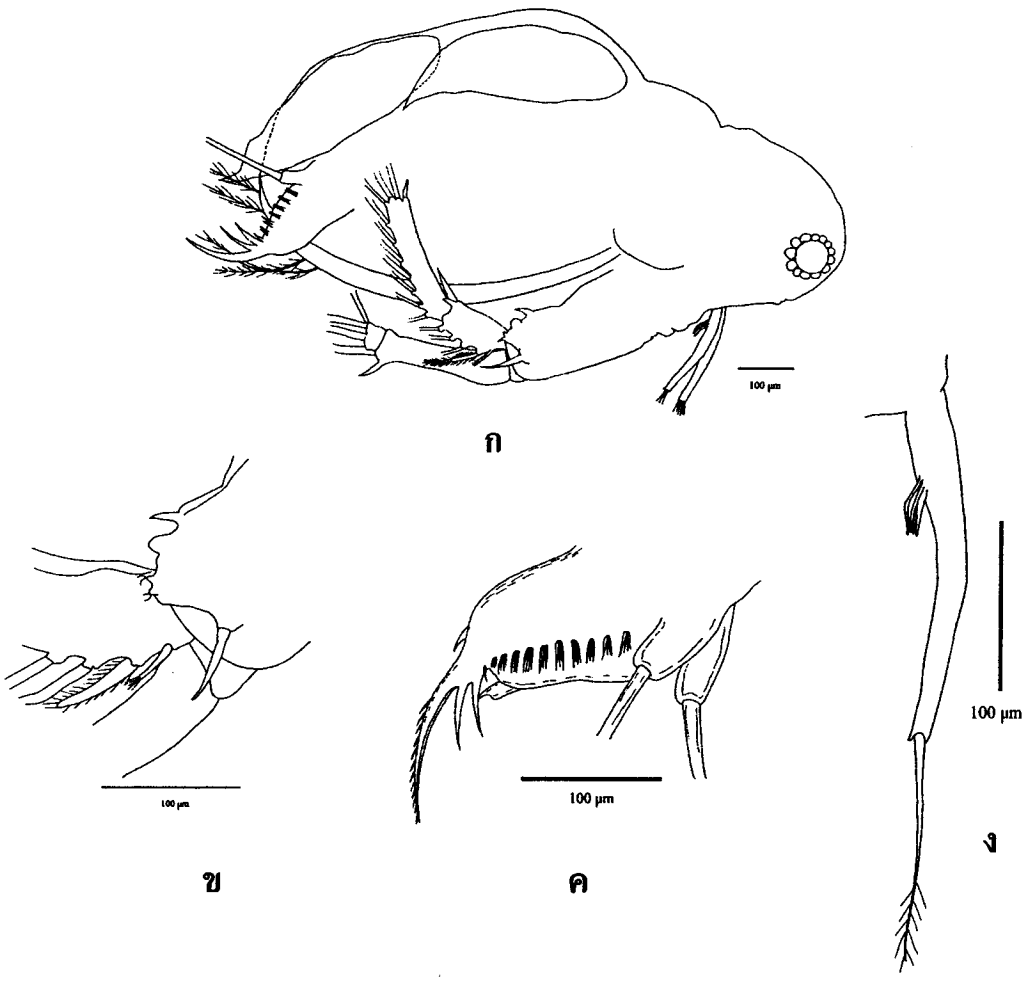


ภาพที่ 35 ภาพวาดของคลาโดเซอราที่พบเป็นครั้งแรกในประเทศไทย *Armatalona macrocopa*
ก: ตัวเต็มวัย, ข: หนวดคู่ที่ 2 และ ค: postabdomen

4.3.2 รายละเอียดเกี่ยวกับสัณฐานวิทยาบางประการของ *Pseudosida szalayi* Daday, 1898 (ภาพที่ 36ก-ง)

ลักษณะเด่นคือ ส่วนหัวกลม มีตาอยู่ทางด้านหน้าหรือด้านบนค่อนมาทางด้านท้องเล็กน้อย เพศเมียมีหนวดยาวประกอบด้วย sensory papillae เป็นแขนงที่ยื่นออกบริเวณด้านข้างของส่วนฐานหนวดซึ่งทำหน้าที่รับสัมผัส ส่วนของ postabdomen มีติ่งยื่นออกมาอยู่ใกล้กับส่วนฐานของ terminal claws

พบการแพร่กระจายในประเทศอินเดีย และศรีลังกา (Korovchinsky, 1992) จากการศึกษาครั้งนี้พบในสถานีที่ 1 และ 2 ของบึงโขงหลงซึ่งพบเฉพาะในฤดูร้อนของทั้งสองปีที่ทำการศึกษา แหล่งที่พบนั้นมีพืชน้ำขึ้นหนาแน่น เช่น ต้นกก บัวหลวง บัวบา สาหร่ายข้าวเหนียว สาหร่ายหางกระรอก เป็นต้น



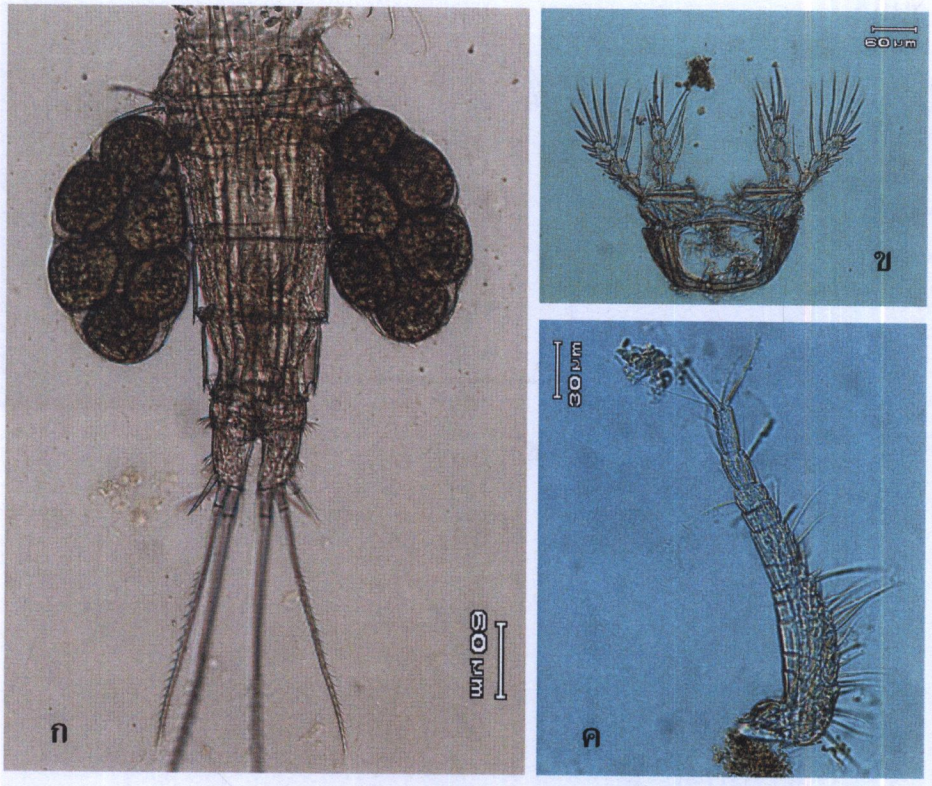
ภาพที่ 36 ภาพวาดของคลาโดเซอราที่พบเป็นครั้งแรกในประเทศไทย *Pseudosida szalayi*
ก: ตัวเต็มวัยเพศเมีย, ข: บริเวณส่วนปลายด้านนอกของเบซิโพไดท์,
ค: postabdomen และ ง: ส่วนฐานของหนวด

4.4 รายละเอียดเกี่ยวกับสัณฐานวิทยาบางประการและการแพร่กระจายของโคพีพอดกลุ่มไซโคลพอยด์ที่พบครั้งแรกในประเทศไทย

4.4.1 *Ectocyclops polyspinosus* (Harada, 1931) (ภาพที่ 37)

ลักษณะเด่นคือ ด้านหลังของเฟอร์คัลรามีมีหนามเรียงกันเป็นแถวหลายๆ แถว หนวดคู่ท 1 มี 11 ปล้อง ขาคู่ที่ 5 เป็นแผ่นติดกับทอแรกซ์ปล้องที่ 5 ของลำตัว บนแผ่นเชื่อมตรงกลางของขาคู่ที่ 4 มีหนามขนาดสั้น 3-4 อัน อยู่บริเวณปุ่มที่นูนออกมาทั้งสองข้าง และมีหนามยาว 1 อัน ค็อกโซโพไดท์ของขาคู่ที่ 4 มีหนามจำนวนมากเรียงเป็นแถวอยู่บริเวณผิว

พบการแพร่กระจายในประเทศจีน จากการศึกษาในครั้งนี้ พบเฉพาะสถานีที่ 3 ของบึงโขงหลง โดยพบได้ทุกฤดูกาลในปีที่สองของการศึกษา แหล่งที่พบนั้นมีพืชน้ำขึ้นหนาแน่น เช่น บัวหลวง บัวสาย บัวบา สาหร่ายข้าวเหนียว สาหร่ายหางกระรอก เป็นต้น

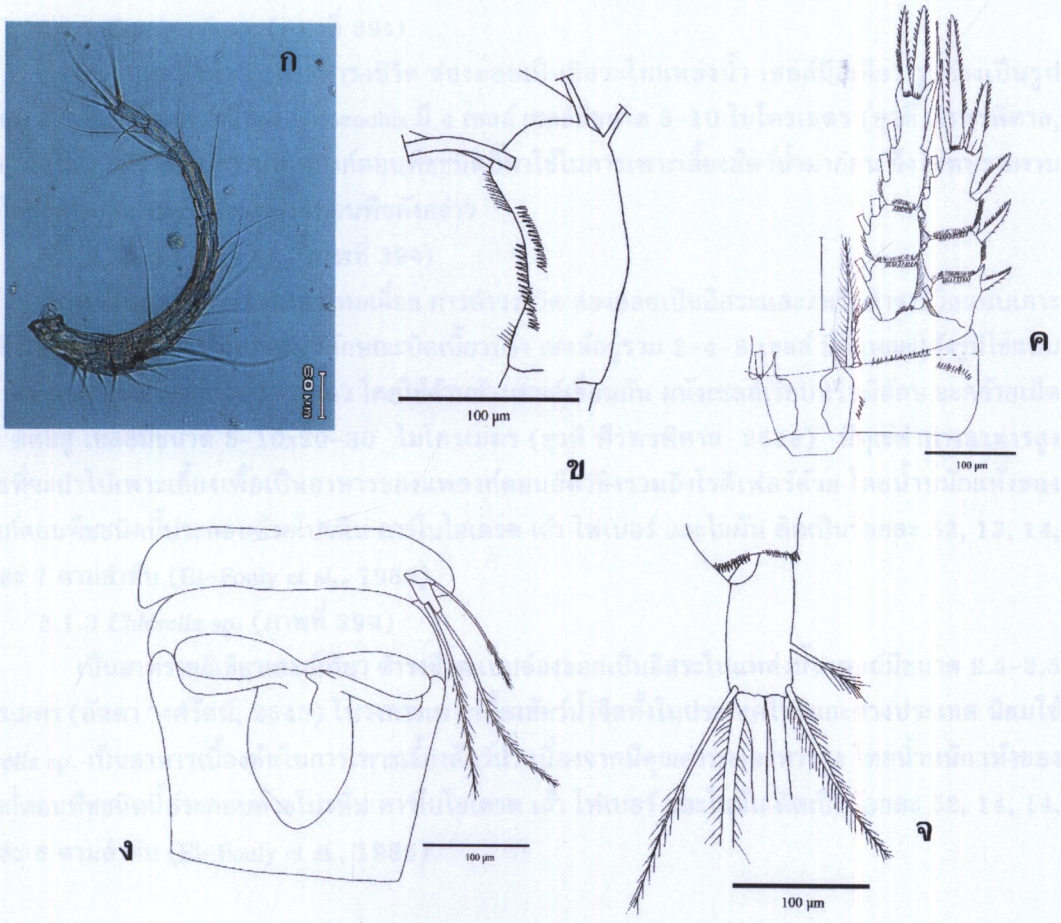


ภาพที่ 37 ภาพถ่ายโคพีพอดกลุ่มไซโคลพอยด์ที่พบเป็นครั้งแรกในประเทศไทย *Ectocyclops polyspinosus* ก: ขาคู่ที่ 5 และปล้องสืบพันธุ์เพศเมีย, ข: ขาคู่ที่ 4 และ ค: หนวดคู่ที่ 1

4.4.2 *Mesocyclops pehpeiensis* Hu, 1943 (ภาพที่ 38)

ลักษณะเด่นคือ หนวดคู่ที่ 1 มี 17 ปล้อง บริเวณทอแรกซ์ปล้องที่ 5 ไม่มีขน บริเวณขาคู่ที่ 5 ซีตีด้านในจะมีความยาวมากกว่าหรือเท่ากับซีตีด้านข้าง ลักษณะของช่องสืบพันธุ์เพศเมียค่อนข้างกลม เบซิโพไดท์ขาคู่ที่ 4 ไม่มีขน ปล้องเบซิโพไดท์ด้านท้าย มีหนามขนาดเล็กอยู่เป็นกลุ่มที่บริเวณด้านท้ายสุดของปล้อง บริเวณแผ่นเชื่อมตรงกลางของขาคู่ที่ 4 มีหนามแหลมสองอันเห็นได้อย่างชัดเจน และบริเวณค็อกโซโพไดท์ใกล้แผ่นเชื่อมตรงกลางของขาคู่ที่ 4 มีหนามข้างละ 1 อัน ส่วนปลายสุดของเอ็นโดโพไดท์ขาคู่ที่ 4 มีหนามที่มีความยาวเท่ากันจำนวน 2 อัน

จากการศึกษาในครั้งนี้ พบสปีชีส์ดังกล่าวในสถานีที่ 1 ของบึงโขงหลง โดยพบทุกฤดูกาลตลอดระยะเวลาของการศึกษา แหล่งที่พบนั้นมีพืชน้ำขึ้นหนาแน่น เช่น บัวหลวง บัวสาย บัวบา สาหร่ายข้าวเหนียว สาหร่ายหางกระรอก เป็นต้น



ภาพที่ 38 ภาพถ่ายและภาพวาดของโคพีพอดกลุ่มไซโคลพอยด์ที่พบเป็นครั้งแรกในประเทศไทย *Mesocyclops pehpeiensis* ก: หนวดคู่ที่ 1, ข: เบซิโพไดท์ของหวดคู่ที่ 2, ค: ขาคู่ที่ 4 ข้างขวา และแผ่นเชื่อมขาข้างซ้ายและขวาของขาคู่ที่ 4, ง: ขาคู่ที่ 5 และปล้องสืบพันธุ์เพศเมีย, จ: เฟอร์คาและเฟอร์คารามิ

5. การศึกษาชีววิทยาของการเจริญเติบโตและการเพาะเลี้ยงโรติเฟอร์

5.1 การคัดเลือกชนิดของแพลงก์ตอนพืช

ทำการแยกชนิดของแพลงก์ตอนพืชจากตัวอย่างน้ำที่เก็บมาจากบึงบอระเพ็ด ปฏิบัติตามขั้นตอนดังที่กล่าวมาแล้วในบทที่ 3 ได้แพลงก์ตอนพืช (สาหร่ายสีเขียว) จำนวน 2 ชนิดคือ *Crucigenia* sp. (ภาพที่ 39ก) และ *Scenedesmus* sp. (ภาพที่ 39ข) นำมาเลี้ยงเปรียบเทียบกับ *Chlorella* sp. (ภาพที่ 39ค) ซึ่งเป็นแพลงก์ตอนพืชที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในวงการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำทั้งในประเทศและต่างประเทศ สำหรับในต่างประเทศมีรายงานการนำ *Chlorella* sp. และ *Scenedesmus costato-granulatus* เลี้ยงโรติเฟอร์น้ำจืด *Brachionus calyciflorus* และ *B. bidens* พบว่าให้ผลดีต่อการเจริญเติบโตของโรติเฟอร์สปีชีส์ดังกล่าว (Dhert, 1996)

ลักษณะทั่วไปของแพลงก์ตอนพืชที่ใช้ในการศึกษามีดังต่อไปนี้

5.1.1 *Crucigenia* sp. (ภาพที่ 39ง)

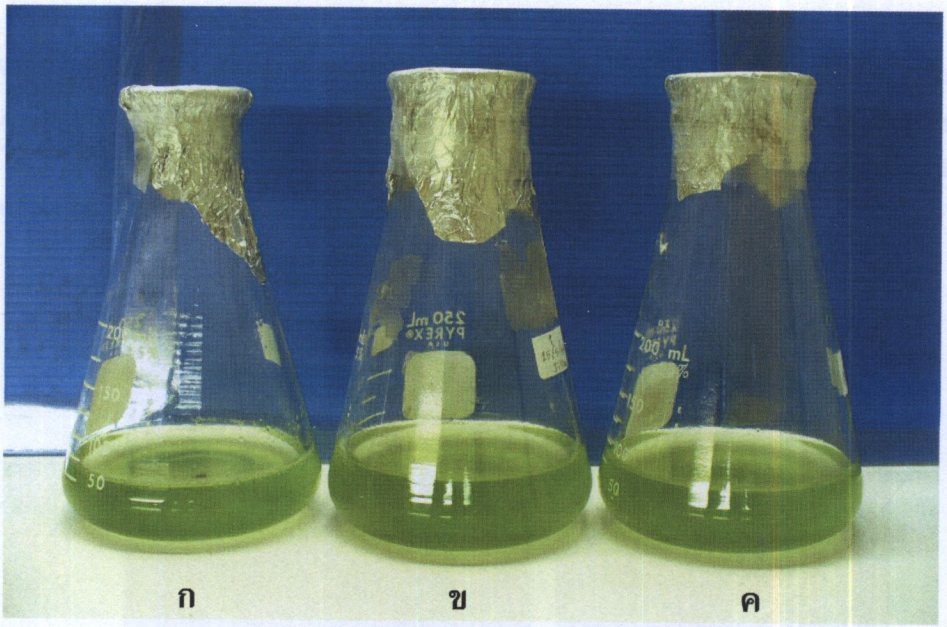
พบในแหล่งน้ำนิ่ง การดำรงชีวิต ล่องลอยเป็นอิสระในแหล่งน้ำ เซลล์มีสีเขียว รูปร่างเป็นรูปสี่เหลี่ยม ลักษณะกลุ่มเซลล์เป็นแบบ coenobia มี 4 เซลล์ เซลล์มีขนาด 5-10 ไมโครเมตร (ยุวดี พีรพรพิศาล, 2548) ยังไม่เคยมีรายงานการนำแพลงก์ตอนพืชชนิดนี้มาใช้ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำมาก่อน จึงไม่พบรายงานเกี่ยวกับคุณค่าทางอาหารของแพลงก์ตอนพืชดังกล่าว

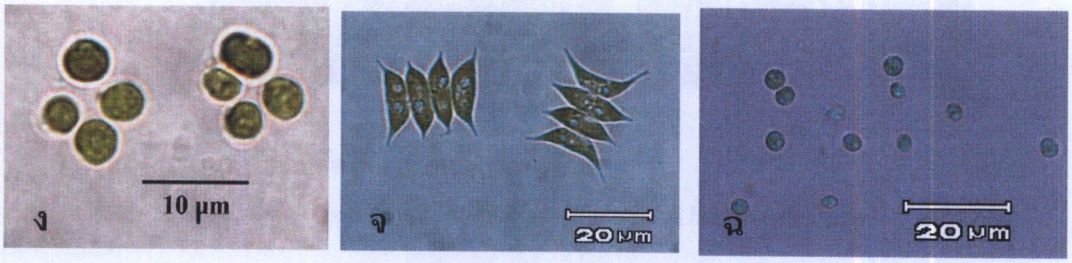
5.1.2 *Scenedesmus* sp. (ภาพที่ 39จ)

พบในแหล่งน้ำนิ่งและน้ำไหลเอื่อย การดำรงชีวิต ล่องลอยเป็นอิสระและ/หรือดำรงชีวิตแบบเกาะ เซลล์มีสีเขียว กลุ่มเซลล์แบนอาจพบมีลักษณะบิดเบี้ยวบ้าง เซลล์อยู่รวม 2-4-8 เซลล์ มีลักษณะโค้งรูปไข่แบนหรือรูปไข่ การเรียงตัวอาจเป็น 1-2 แถว โดยใช้ด้านข้างเซลล์เชื่อมกัน ผนังเซลล์เรียบหรือมีลักษณะคล้ายเม็ดเล็กๆ ติดอยู่ เซลล์มีขนาด 5-10x20-30 ไมโครเมตร (ยุวดี พีรพรพิศาล, 2548) มีคุณค่าทางอาหารสูงเหมาะที่จะนำไปเพาะเลี้ยงเพื่อเป็นอาหารของแพลงก์ตอนสัตว์ซึ่งรวมถึงโรติเฟอร์ด้วย โดยน้ำหนักแห้งของแพลงก์ตอนพืชชนิดนี้ประกอบด้วยโปรตีน คาร์โบไฮเดรต เถ้า ไฟเบอร์ และไขมัน คิดเป็นร้อยละ 53, 13, 14, 11 และ 7 ตามลำดับ (El-Fouly et al., 1985)

5.1.3 *Chlorella* sp. (ภาพที่ 39ฉ)

เป็นสาหร่ายสีเขียวเซลล์เดียว ดำรงชีวิตแบบล่องลอยเป็นอิสระในแหล่งน้ำ เซลล์มีขนาด 2.5-3.5 ไมโครเมตร (ลัดดา วงศ์รัตน์, 2543) ในวงการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ นิยมใช้ *Chlorella* sp. เป็นอาหารเบื้องต้นในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เนื่องจากมีคุณค่าทางอาหารสูง โดยน้ำหนักแห้งของแพลงก์ตอนพืชชนิดนี้ประกอบด้วยโปรตีน คาร์โบไฮเดรต เถ้า ไฟเบอร์ และไขมัน คิดเป็นร้อยละ 52, 14, 14, 11 และ 6 ตามลำดับ (El-Fouly et al., 1985)



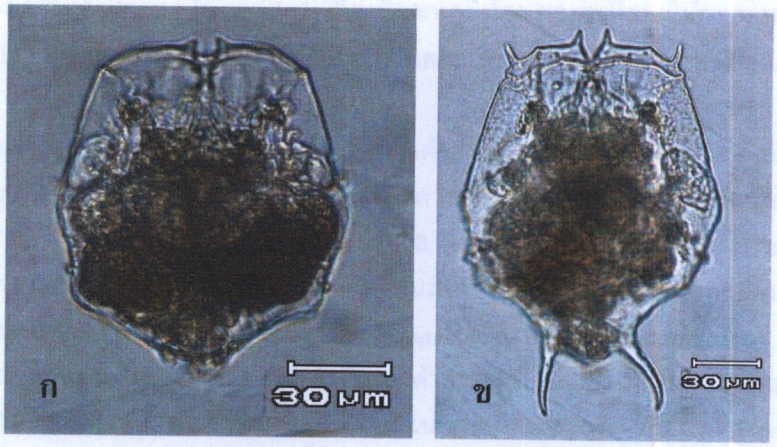


ภาพที่ 39 แพลงก์ตอนพืชที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงโรติเฟอร์

ก, ง: *Crucigenia* sp., ข, จ: *Scenedesmus* sp., ค, ฉ: *Chlorella* sp.,

5.2 การเพาะเลี้ยงโรติเฟอร์

จากการคัดเลือกโรติเฟอร์จากแหล่งน้ำธรรมชาติจำนวน 2 สปีชีส์คือ *Brachionus angularis* (ภาพที่ 40 ก) และ *B. caudatus* (ภาพที่ 40ข) นำมาเพาะเลี้ยงเพื่อศึกษาชีววิทยาของการเจริญเติบโต โดยโรติเฟอร์ชนิดดังกล่าวนี้ใช้เป็นตัวแทนของโรติเฟอร์ที่พบในบึงบอระเพ็ด และบึงโขงหลง ตามลำดับ เนื่องจากเป็นชนิดที่พบสม่ำเสมอตลอดการศึกษาในครั้งนี้ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้



ภาพที่ 40 แพลงก์ตอนสัตว์ที่นำมาทดลองเพาะเลี้ยง

ก: *Brachionus angularis* Gosse และ ข: *B. caudatus* Barrois and Daday

5.2.1 การเพาะเลี้ยง *Brachionus angularis*

5.2.1.1 ศึกษาชีววิทยาของการเจริญเติบโตของ *B. angularis* ในสภาวะการสืบพันธุ์แบบไม่มีเพศ (พาร์ทีโนเจเนซิส) โดยให้ *Chlorella* sp. มีความหนาแน่น 2.5-5.0x10^4 เซลล์ต่อมิลลิลิตร เป็นอาหาร เลี้ยงที่อุณหภูมิห้อง (27-32 องศาเซลเซียส) พบว่าโรติเฟอร์แรกเกิดจะมีรูปร่างคล้ายตัวเต็มวัยเพียงแต่มีขนาดที่เล็กกว่าโรติเฟอร์แม่พันธุ์ตัวเต็มวัย เริ่มสร้างไข่ซึ่งจะสังเกตุเห็นเซลล์ไข่ในถุงไข่ซึ่งอยู่ภายในช่องท้องเนื่องจากโรติเฟอร์มีลำตัวค่อนข้างใส และเมื่อไข่พัฒนาการมาระยะเวลาหนึ่ง แม่พันธุ์จะเคลื่อนที่ไข่ที่อยู่ภายในลำตัวออกมาอยู่ข้างนอกลำตัวจะติดอยู่ที่บริเวณด้านท้ายของลำตัว และมีพัฒนาการต่ออีกระยะเวลาหนึ่งตัวอ่อนพร้อมจะออกจากตัวแม่จึงออกเป็นลูกโรติเฟอร์ต่อไป จากลูกโรติเฟอร์จะมีการเจริญเติบโตโดยมีการเพิ่มขนาดของรูปร่างจนโตเต็มที่เป็นแม่พันธุ์ และเริ่มให้ไข่ครั้งแรกเมื่อมีอายุเฉลี่ย 28.9 ชั่วโมง (ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน 5.15 ชั่วโมง) และให้ไข่ครั้งต่อไปเมื่อแม่พันธุ์มีอายุเพิ่มขึ้นหลังจากให้ไข่ครั้งแรกแล้ว โดยเฉลี่ย 14.6 ชั่วโมง (ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน 4.16 ชั่วโมง) แม่พันธุ์โรติเฟอร์จะทยอยให้ไข่ครั้งละ 1 ฟอง แต่ไข่ฟองเดิมยังไม่เจริญเป็นตัวอ่อน โรติเฟอร์ก็สามารถสร้างไข่เพิ่มขึ้นอีกทำให้พบว่ามีจำนวนไข่ติดอยู่ที่ตัวแม่มากถึง 3 ฟอง ตลอดช่วงอายุขัยจะให้ลูกเฉลี่ย 14.7 ตัว (ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน 0.91 ตัว) โรติเฟอร์สปีชีส์นี้มีอายุขัยโดยเฉลี่ย 8.96 วัน (ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน 0.75 วัน)

จะเห็นได้ว่าระยะตัวอ่อนของโรติเฟอร์จนถึงตัวเต็มวัย มีลักษณะคล้ายคลึงกันในแต่ละระยะของวัยจะไม่เห็นความแตกต่างกันในระยะต่าง ๆ อย่างชัดเจน (ภาพที่ 41) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Sanoamuang (1993) ที่รายงานว่าโรติเฟอร์ในระยะตัวอ่อนจนถึงตัวเต็มวัยมีรูปร่างโดยทั่วไปที่คล้ายคลึงกันไม่

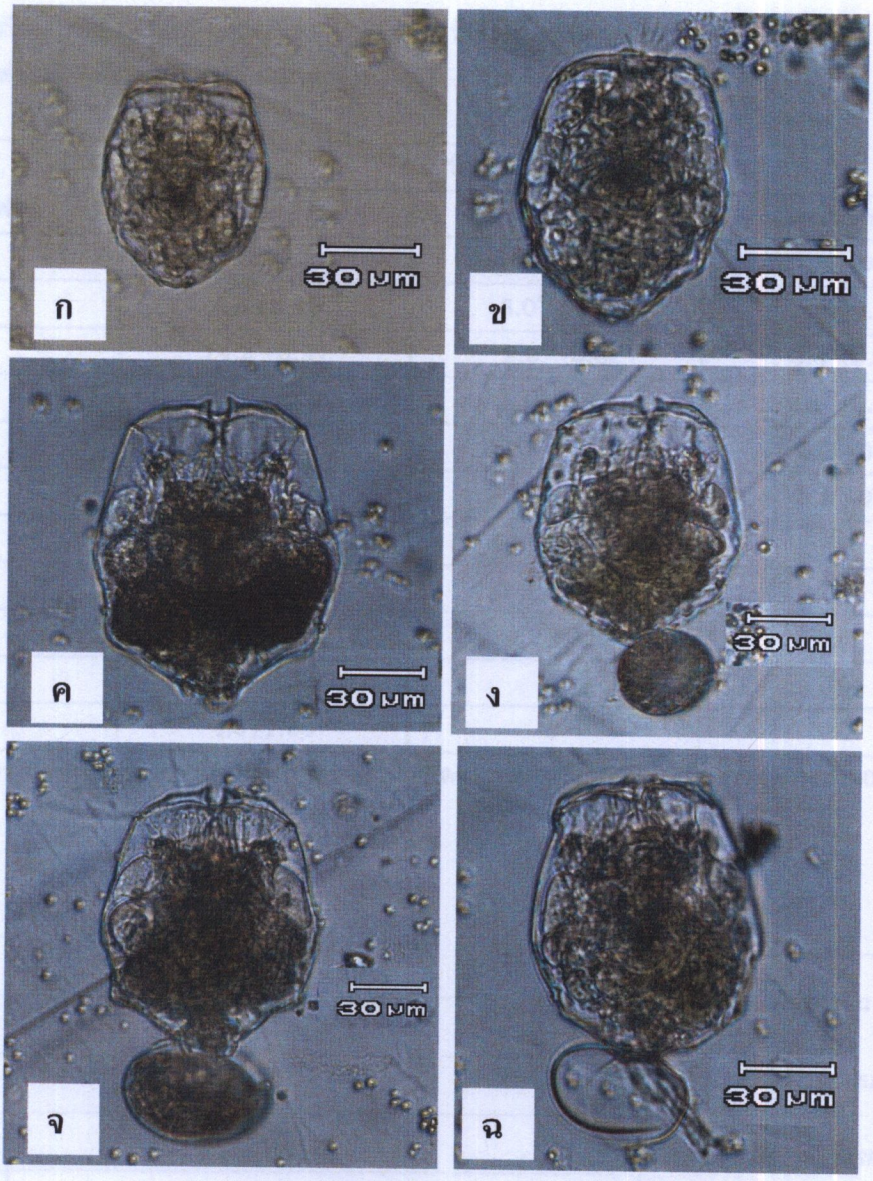
สามารถแบ่งออกเป็นระยะของวัยต่าง ๆ ได้อย่างชัดเจน เมื่อเปรียบเทียบกับแพลงก์ตอนสัตว์ในกลุ่มโคพีพอดซึ่งมีระยะของวัยต่าง ๆ อย่างชัดเจน เริ่มตั้งแต่ระยะนอเพลียส เจริญเติบโตเป็นระยะโคพีโพไดท์ และพัฒนาการจนกระทั่งเป็นตัวเต็มวัยในที่สุด (เนียน ศรีวงศ์ชัย, 2548)

5.2.1.2 ชนิดของแพลงก์ตอนพืชต่อการเจริญเติบโตของ *Brachionus angularis*

ในการศึกษาชนิดของแพลงก์ตอนพืช 3 ชนิดคือ *Chlorella* sp., *Crucigenia* sp. และ *Scenedesmus* sp. ต่อการเจริญเติบโตของ *B. angularis* เลี้ยงที่อุณหภูมิห้อง ผลการศึกษาใช้การทดสอบความแตกต่างระหว่างประชากรหลายกลุ่มด้วย Kruskal Wallis test และเปรียบเทียบเชิงซ้อนด้วยวิธี Dunn ได้ผลดังนี้

การเจริญเติบโตของ *B. angularis* ที่เลี้ยงด้วยแพลงก์ตอนพืชต่างกัน 3 ชนิด พบว่า *Chlorella* sp. ให้ผลการเจริญเติบโตของโรติเฟอร์ชนิดนี้ดีที่สุด มีความหนาแน่นเฉลี่ยสูงสุดในวันที่ 6 ของการเลี้ยงมีค่าเท่ากับ 387.2 ตัว (ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน 20.43 ตัว) (ตารางที่ 23, ภาพที่ 42 และภาพที่ 43) โรติเฟอร์ชนิดนี้มีอายุขัยเฉลี่ย 8.96 วัน (ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน 0.75 วัน) เมื่อทดสอบทางสถิติพบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) กับที่เลี้ยงด้วย *Crucigenia* sp. และ *Scenedesmus* sp.

จากการทดลองจะเห็นได้ว่าการเลี้ยงโรติเฟอร์ด้วย *Chlorella* sp. มีอัตราการเจริญเติบโตดีที่สุดทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก *Chlorella* sp. เป็นสาหร่ายเซลล์เดียว ในขณะที่ *Crucigenia* sp. และ *Scenedesmus* sp. มักจะอยู่รวมกันเป็นกลุ่มเซลล์ และเซลล์ของ *Scenedesmus* sp. จะมีหนามที่ยื่นยาวออกมาอยู่สองข้างของเซลล์ ทำให้โรติเฟอร์ไม่สามารถกินได้อย่างสะดวก นอกจากนี้ยังพบว่า *Chlorella* sp. เป็นอาหารที่สำคัญในการเลี้ยงแพลงก์ตอนสัตว์ได้หลายชนิด ดังตัวอย่างงานวิจัยของ Sarma and Nandini (2001) ทำการเพาะเลี้ยงโรติเฟอร์น้ำจืด *Brachionus variabilis* Hempel ด้วย *Chlorella vulgaris* ที่ระดับความหนาแน่นของอาหารแตกต่างกัน พบว่าโรติเฟอร์มีการเจริญเติบโตดี

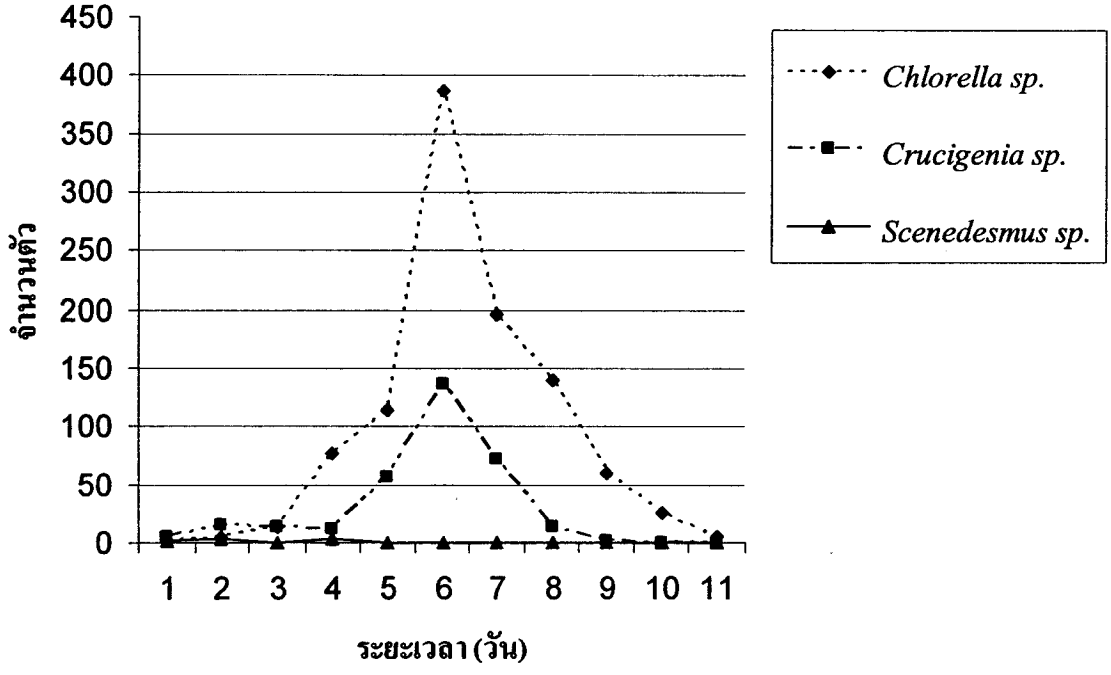


ภาพที่ 41 พัฒนาการของ *Brachionus angularis* ตั้งแต่ระยะแรกเกิดถึงตัวเต็มวัย
ก: แรกเกิด, ข: อายุ 1 วัน, ค: ตัวเต็มวัย, ง: เริ่มสร้างถุงไข่,
จ: ระยะไข่แก่ และ ฉ: เพิ่งให้กำเนิดตัวลูกและคงเหลือถุงไข่ติดอยู่กับตัวแม่

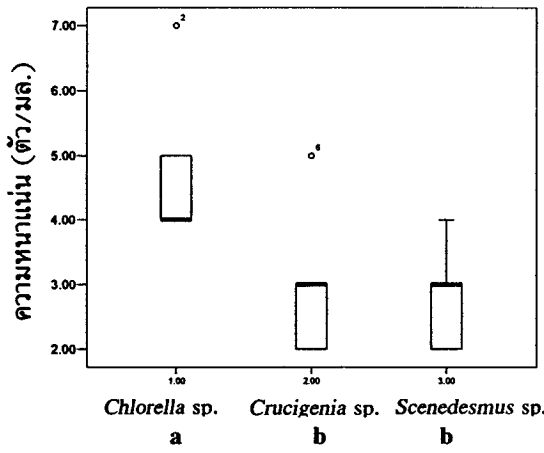
ตารางที่ 23 ปริมาณเฉลี่ย (ตัวต่อมิลลิลิตร) ของ *B. angularis* ที่เลี้ยงด้วยแพลงก์ตอนพืชต่างกัน 3 ชนิด (ค่าเฉลี่ย±ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน)

อายุของโรติเฟอร์ (วัน)	ชนิดของแพลงก์ตอนพืช		
	Chlorella sp.	*Crucigenia* sp.	*Scenedesmus* sp.
1	1.2^{a}±0.2	1^{a}±0	1^{a}±0
2	4.8^{a}±0.58	3.0^{a}±0.55	2.8^{a}±0.37
3	14.2^{a}±0.97	2.8^{ab}±0.8	0.4^{b}±0.24
4	76.0^{a}±10.92	2.4^{ab}±0.75	4.0^{b}±0.95
5	114.0^{a}±8.98	11.2^{ab}±5.56	0.2^{b}±0.2
6	387.2^{a}±20.43	27.4^{ab}±2.66	0.2^{b}±0.2
7	195.4^{a}±11.50	14.4^{a}±1.86	0
8	139.4^{a}±8.69	2.6^{a}±0.24	0
9	59.6^{a}±8.23	0.2^{a}±0.2	0
10	25.0±4.25	0	0
11	4.6±1.36	0	0

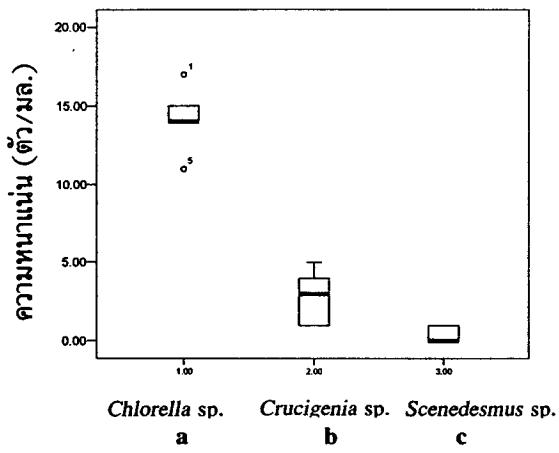
หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05



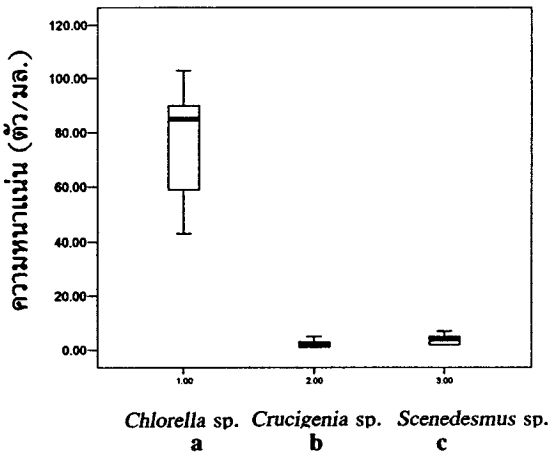
ภาพที่ 42 ค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโตของ *Brachionus angularis* ที่เลี้ยงด้วยแพลงก์ตอนพืชต่างกัน 3 ชนิด



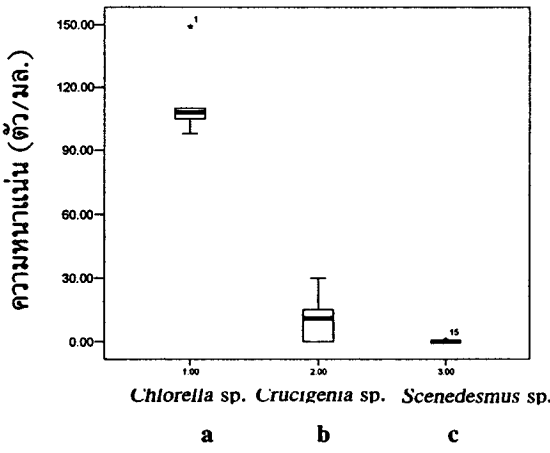
วันที่ 2



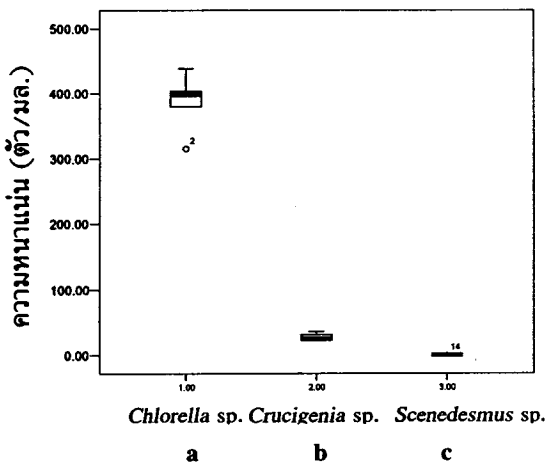
วันที่ 3



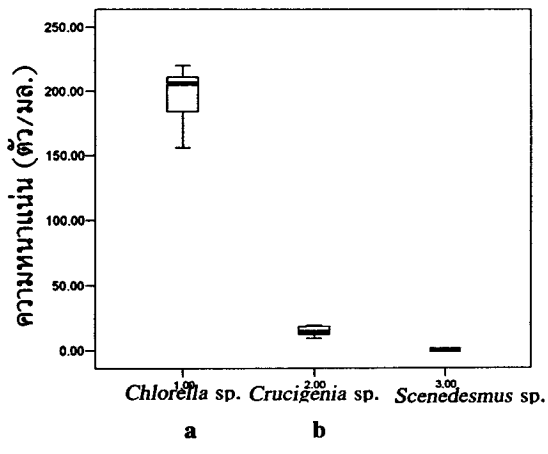
วันที่ 4



วันที่ 5



วันที่ 6



วันที่ 7

ภาพที่ 43 ความหนาแน่นของ *Brachionus angularis* ที่เลี้ยงด้วยแพลงก์ตอนพืชต่างกัน 3 ชนิด (ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05)

5.2.2 การเพาะเลี้ยง *Brachionus caudatus*

5.2.2.1 ศึกษาชีววิทยาของการเจริญเติบโตของ *B. caudatus* ในสภาวะการสืบพันธุ์แบบไม่มีเพศ โดยให้ *Chlorella* sp. มีความหนาแน่น 2.5-5.0x10^4 เซลล์ต่อมิลลิลิตร เป็นอาหาร เลี้ยงที่อุณหภูมิห้อง (27-32 องศาเซลเซียส) แม่พันธุ์โรติเฟอร์เริ่มให้ไข่ครั้งแรกเมื่ออายุเฉลี่ย 11.8 ชั่วโมง (ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน 0.2 ชั่วโมง) และให้ไข่ครั้งต่อไปเมื่อแม่พันธุ์มีอายุเพิ่มขึ้นหลังจากให้ไข่ครั้งแรกแล้ว โดยเฉลี่ย 2.7 ชั่วโมง (ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน 0.15 ชั่วโมง) แม่พันธุ์โรติเฟอร์จะให้ไข่ครั้งละ 1 ฟอง และตลอดช่วงอายุขัยสามารถให้ลูกเฉลี่ย 18.4 ตัว (ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน 0.83 ต่อตัว) โรติเฟอร์สปีชีส์นี้มีอายุขัยโดยเฉลี่ย 2.82 วัน (ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน 0.07 วัน)

5.2.2.2 ชนิดของอาหารต่อการเจริญเติบโตของ *Brachionus caudatus*

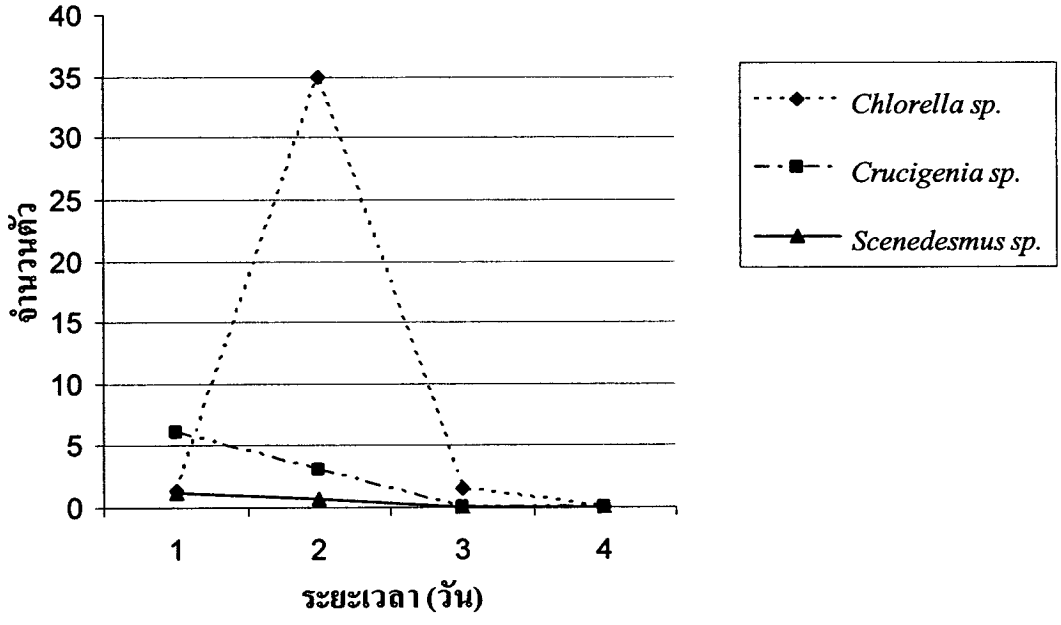
ในการศึกษาชนิดของแพลงก์ตอนพืช 3 ชนิดคือ *Chlorella* sp., *Crucigenia* sp. และ *Scenedesmus* sp. ต่อการเจริญเติบโตของ *B. caudatus* เลี้ยงที่อุณหภูมิห้อง ผลการศึกษาใช้การทดสอบความแตกต่างระหว่างประชากรหลายกลุ่มด้วย Kruskal Wallis test และเปรียบเทียบเชิงซ้อนด้วยวิธี Dunn ได้ผลดังนี้

การเจริญเติบโตของ *B. caudatus* ที่เลี้ยงด้วยแพลงก์ตอนพืชต่างกัน 3 ชนิด พบว่า *Chlorella* sp. ให้ผลการเจริญเติบโตของโรติเฟอร์ชนิดนี้ดีที่สุด พบจำนวนตัวเฉลี่ยสูงสุดในวันที่ 2 ของการเลี้ยงมีค่าเท่ากับ 35.0 ตัว (ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน 3.41 ตัว) (ตารางที่ 24, ภาพที่ 44 และภาพที่ 45) เมื่อทดสอบทางสถิติพบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) กับที่เลี้ยงด้วย *Crucigenia* sp. และ *Scenedesmus* sp.

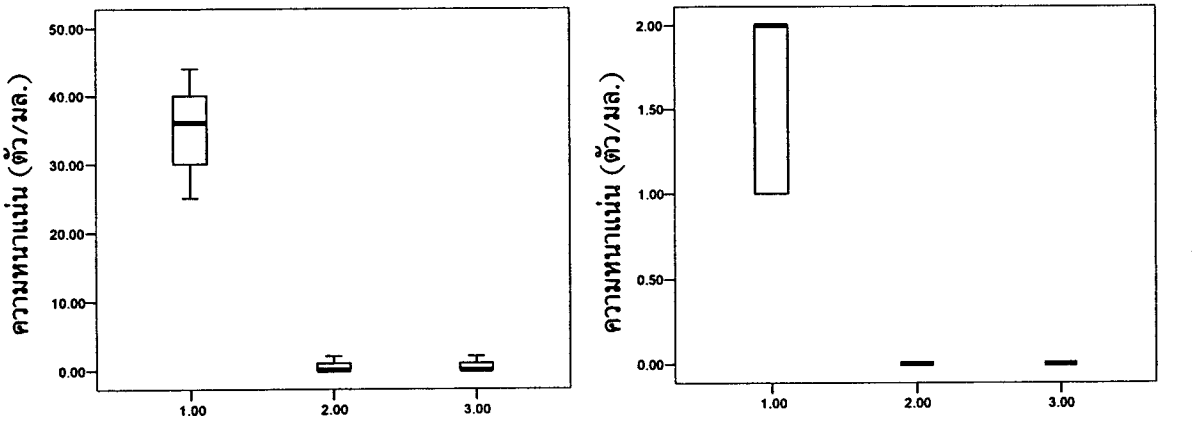
ตารางที่ 24 ปริมาณเฉลี่ย (ตัวต่อมิลลิลิตร) ของ *B. caudatus* ที่เลี้ยงด้วยแพลงก์ตอนพืชต่างกัน 3 ชนิด (ค่าเฉลี่ย±ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน)

อายุของโรติเฟอร์ (วัน)	ชนิดของแพลงก์ตอนพืช		
	Chlorella sp.	*Crucigenia* sp.	*Scenedesmus* sp.
1	1.2^{a}±0.2	1.2^{a}±0.2	1.2^{a}±0.2
2	35^{a}±3.41	0.6^{b}±0.4	0.6^{b}±0.4
3	1.6±0.24	0	0

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05



ภาพที่ 44 ค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโตของ *Brachionus caudatus* ที่เลี้ยงด้วยแพลงก์ตอนพืชต่างกัน 3 ชนิด



ภาพที่ 45 ความหนาแน่นของ *Brachionus caudatus* ที่เลี้ยงด้วยแพลงก์ตอนพืชต่างกัน 3 ชนิด
(ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05)

5.2.3 การวัดขนาดของโรติเฟอร์ที่ได้จากการเพาะเลี้ยง

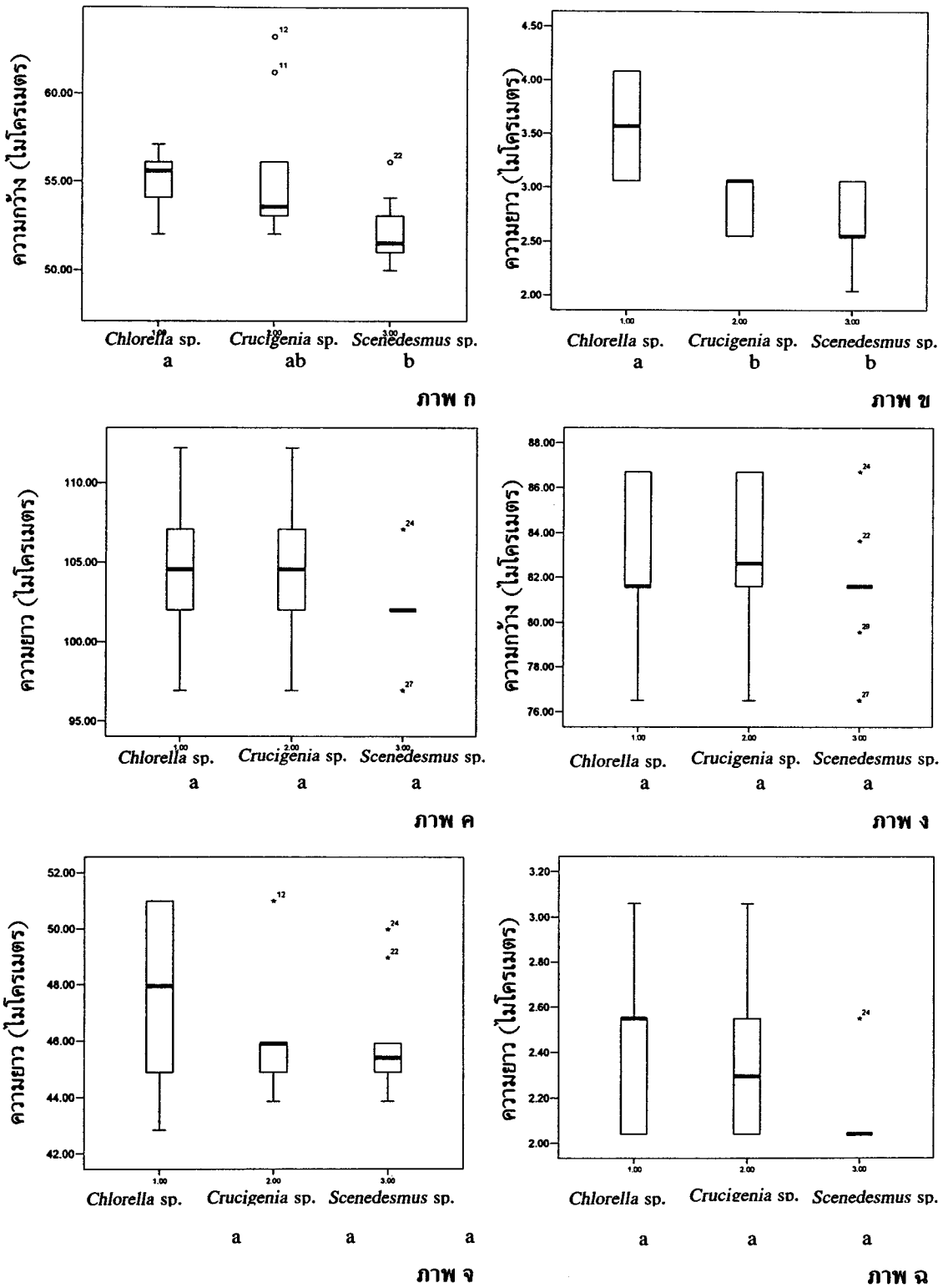
5.2.3.1 *Brachionus angularis*

เมื่อนำโรติเฟอร์จากการเลี้ยงในหัวข้อที่ 5.2.1.2 ที่ศึกษาชนิดของอาหารต่อการเจริญเติบโตของ *B. angularis* โดยนำโรติเฟอร์ในวันที่ 6 ของการเลี้ยง (เนื่องจากมีจำนวนตัวมากพอสำหรับการสุ่มมาวัดขนาด, n=20) ทำการวัดขนาดความกว้าง และความยาวของลำตัว ความกว้างและความยาวของไข่ ความยาวของหนามตรงกลางส่วนบน (antero-medial spine) และหนามส่วนท้าย (posterior spine) ของลำตัว พบว่าขนาดที่วัดได้นั้นไม่แตกต่างกันมากนักในทั้ง 3 ชนิดของอาหารอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) มีเพียงขนาดความกว้างของไข่ และหนามส่วนท้ายของลำตัวที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ดังตารางที่ 25, ภาพที่ 46ก และภาพที่ 46ช ตามลำดับ ส่วนขนาดความยาวและความกว้างของลำตัว ความยาวของไข่ และความยาวหนามส่วนบนนั้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) แสดงไว้ดังภาพที่ 46ค-46ฉ ตามลำดับ

ตารางที่ 25 ขนาดของความกว้างและความยาวของลำตัว ความกว้างและความยาวของไข่ ความยาวของหนามตรงกลางส่วนบน และหนามส่วนท้ายของ *B. angularis* ที่เลี้ยงด้วยแพลงก์ตอนพืชต่างกัน 3 ชนิด (ค่าเฉลี่ย±ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน)

ขนาดของโรติเฟอร์ (ไมโครเมตร)	ชนิดของแพลงก์ตอนพืช		
	Chlorella sp.	*Crucigenia* sp.	*Scenedesmus* sp.
ความกว้างของลำตัว	$82.83^{a}\pm1.05$	$83.03^{a}\pm1.01$	$81.60^{a}\pm0.82$
ความยาวของลำตัว	$105.06^{a}\pm1.56$	$104.55^{a}\pm1.37$	$102.0^{a}\pm0.76$
ความกว้างของไข่	$55.08^{a}\pm0.55$	$55.18^{a}\pm1.24$	$52.02^{b}\pm0.61$
ความยาวของไข่	$47.83^{a}\pm1.04$	$46.51^{a}\pm0.78$	$46.0^{a}\pm0.62$
หนามตรงกลางส่วนบน	$2.50^{a}\pm0.12$	$2.35^{a}\pm0.11$	$2.14^{a}\pm0.07$
หนามส่วนท้าย	$3.52^{a}\pm0.14$	$2.86^{b}\pm0.08$	$2.65^{b}\pm0.13$

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05



ภาพที่ 46 ขนาดของ *Brachionus angularis* ที่เลี้ยงด้วยแพลงก์ตอนพืชต่างกัน 3 ชนิด
ก: ความกว้างของไข่, ข: ความยาวหนามส่วนท้ายลำตัว, ค: ความยาวลำตัว,
ง: ความกว้างลำตัว, จ: ความยาวไข่ และ ฉ: ความยาวหนามส่วนบนของลำตัว
(ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05)

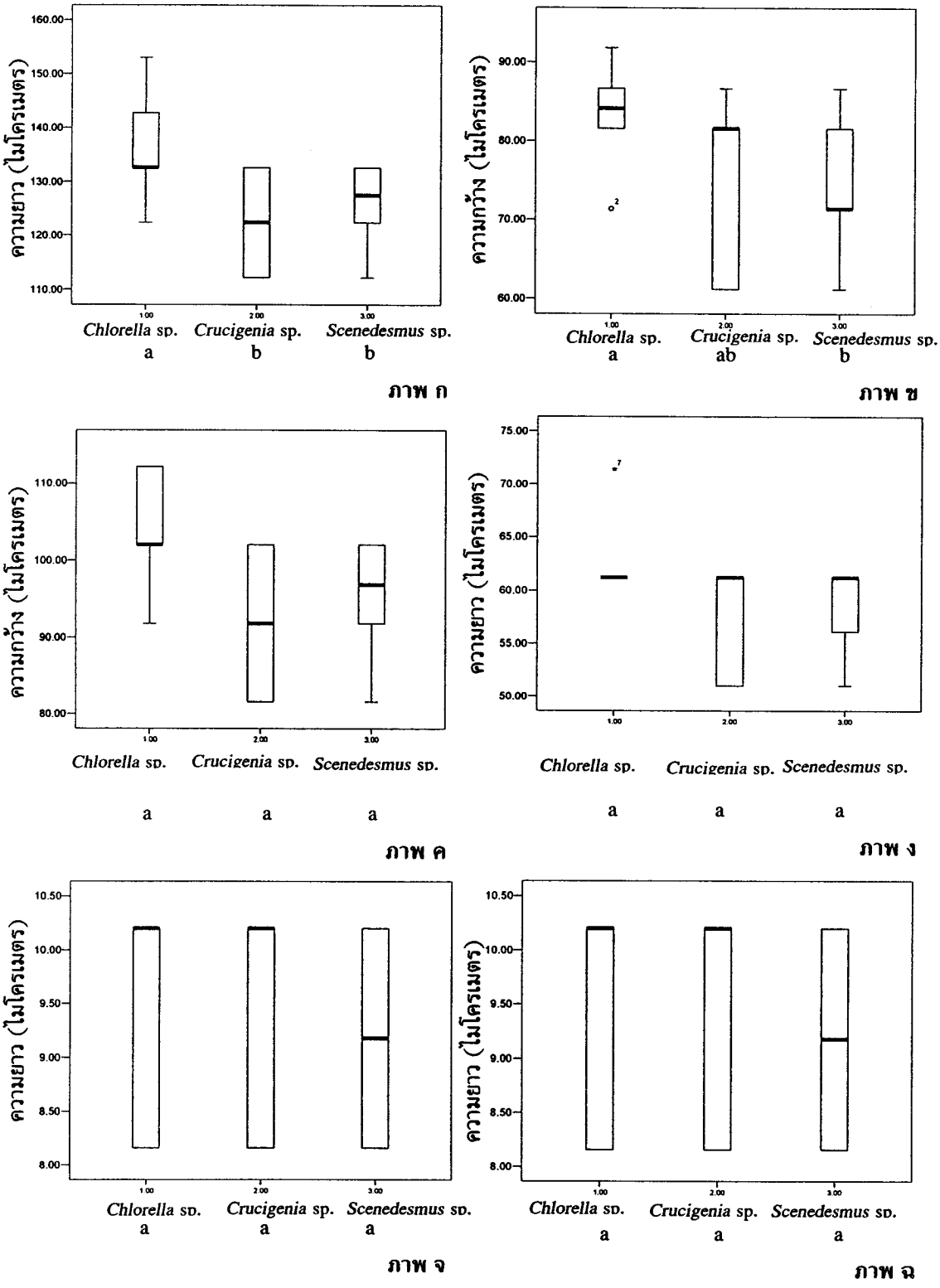
5.2.3.2 *Brachionus caudatus*

เมื่อนำโรติเฟอร์จากการเลี้ยงในหัวข้อที่ 5.2.2.2 ที่ศึกษาชนิดของอาหารต่อการเจริญเติบโตของ *B. caudatus* โดยนำโรติเฟอร์ในวันที่ 2 ของการเลี้ยง (เนื่องจากมีจำนวนตัวมากพอสำหรับการนำมาวัดขนาด, n=20) ทำการวัดขนาดความกว้าง และความยาวของลำตัว ความกว้างและความยาวของไข่ ความยาวของหนามด้านข้างส่วนบน (antero-lateral spine) ความยาวของหนามตรงกลางส่วนบน และหนามส่วนท้ายของลำตัว พบว่าขนาดความยาวของลำตัว และความกว้างของไข่เท่านั้นที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ดังตารางที่ 26, ภาพที่ 47ก และภาพที่ 47ข ตามลำดับ ส่วนขนาดความกว้างของลำตัว ความยาวของไข่ ความยาวของหนามด้านข้างส่วนบน ความยาวของหนามตรงกลางส่วนบน และหนามส่วนท้ายของลำตัวนั้นไม่แตกต่างกันมากนักในทั้ง 3 ชนิดของอาหารอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) แสดงไว้ดังภาพที่ 47ค-47ฉ และภาพที่ 48 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าลักษณะรูปร่างของโรติเฟอร์แรกเกิดและแม่พันธุ์ตัวเต็มวัย เริ่มสร้างไข่จนกระทั่งไข่เจริญเติบโตเป็นลูกนั้นมีลักษณะเช่นเดียวกับ *B. angularis* (ภาพที่ 49)

ตารางที่ 26 ขนาดของความกว้างและความยาวของลำตัว ความกว้างและความยาวของไข่ ความยาวของหนามด้านข้างส่วนบน หนามตรงกลางส่วนบน และหนามส่วนท้ายของ *B. caudatus* ที่เลี้ยงด้วยแพลงก์ตอนพืชต่างกัน 3 ชนิด (ค่าเฉลี่ย±ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน)

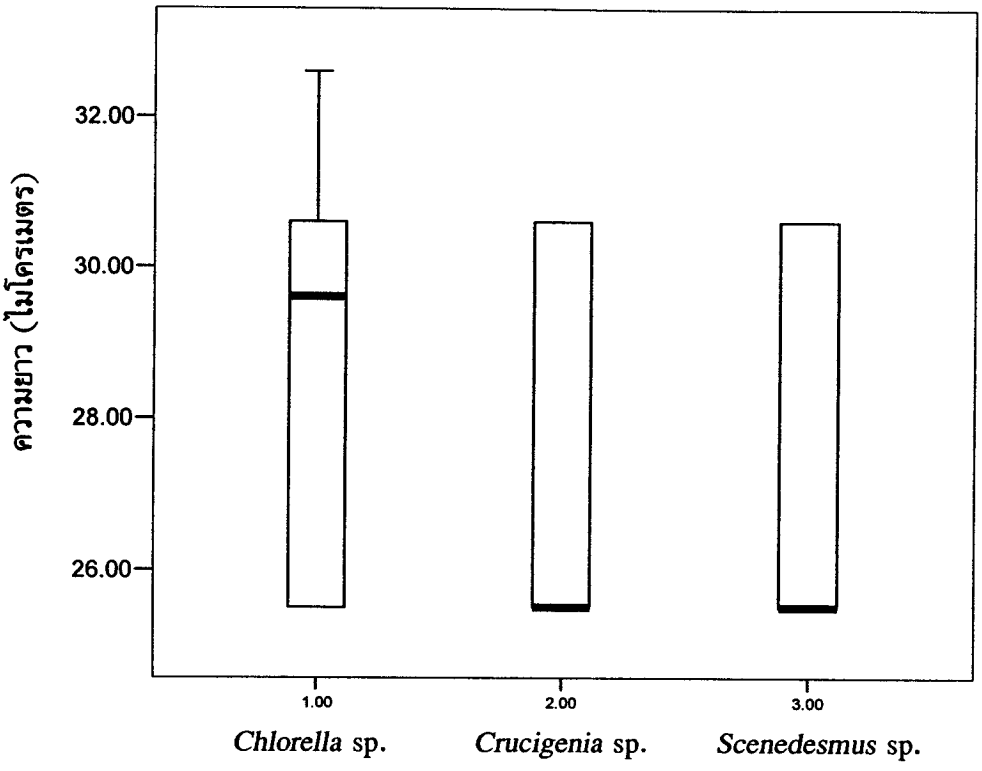
ขนาดของโรติเฟอร์ (ไมโครเมตร)	ชนิดของแพลงก์ตอนพืช		
	Chlorella sp.	*Crucigenia* sp.	*Scenedesmus* sp.
ความกว้างของลำตัว	$103.02^{a}\pm2.38$	$92.82^{a}\pm2.82$	$95.88^{a}\pm2.26$
ความยาวของลำตัว	$135.66^{a}\pm3.06$	$123.42^{b}\pm2.82$	$126.48^{b}\pm2.26$
ความกว้างของไข่	$83.95^{a}\pm1.82$	$74.97^{ab}\pm3.23$	$74.46^{b}\pm2.54$
ความยาวของไข่	$62.22^{a}\pm1.02$	$57.12^{a}\pm1.67$	$58.65^{a}\pm1.37$
หนามด้านข้างส่วนบน	$9.59^{a}\pm0.31$	$9.59^{a}\pm0.31$	$9.18^{a}\pm0.34$
หนามตรงกลางส่วนบน	$9.59^{a}\pm0.31$	$9.59^{a}\pm0.31$	$9.18^{a}\pm0.34$
หนามส่วนท้าย	$28.56^{a}\pm0.88$	$27.03^{a}\pm0.78$	$27.54^{a}\pm0.83$

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05



ภาพที่ 47 ขนาดของ *Brachionus caudatus* ที่เลี้ยงด้วยแพลงก์ตอนพืชต่างกัน 3 ชนิด
ก: ความยาวลำตัว, ข: ความกว้างของไข่, ค: ความกว้างลำตัว, ง: ความยาวของไข่,
จ: ความยาวหนามด้านข้างส่วนบนของลำตัว และ ฉ: ความยาวหนามตรงกลางส่วนบนลำตัว
(ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05)

(ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05)



ภาพที่ 48 ขนาดความยาวหนามด้านข้างส่วนท้ายของลำตัว *Brachionus caudatus* ที่เลี้ยงด้วยแพลงก์ตอนพืชต่างกัน 3 ชนิด
(ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05)

5.3 ระดับความหนาแน่นของชนิดแพลงก์ตอนพืชที่ดีที่สุดต่อการเจริญเติบโตของโรติเฟอร์

จากการศึกษาดังกล่าวข้างต้นจะเห็นได้ว่า *B. angularis* เป็นชนิดที่มีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตดีที่สุดในครั้งนี้ และ *Chlorella* sp. เป็นอาหารที่ดีที่สุดเหมาะสมในการนำมาใช้เป็นอาหารในการเพาะเลี้ยงโรติเฟอร์ต่อไป ดังนั้นจึงนำ *Chlorella* sp. มาศึกษาหาระดับความหนาแน่นที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของ *B. angularis* โดยแบ่งความหนาแน่นของ *Chlorella* sp. ออกเป็น 5 ระดับ ได้แก่ $2.5x10^4$, $5x10^4$, $1x10^5$, $5x10^5$ และ $1x10^6$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร ผลการศึกษาใช้การทดสอบความแตกต่างระหว่างประชากรหลายกลุ่มด้วย Kruskal Wallis test และเปรียบเทียบเชิงซ้อนด้วยวิธี Dunn ได้ผลดังนี้

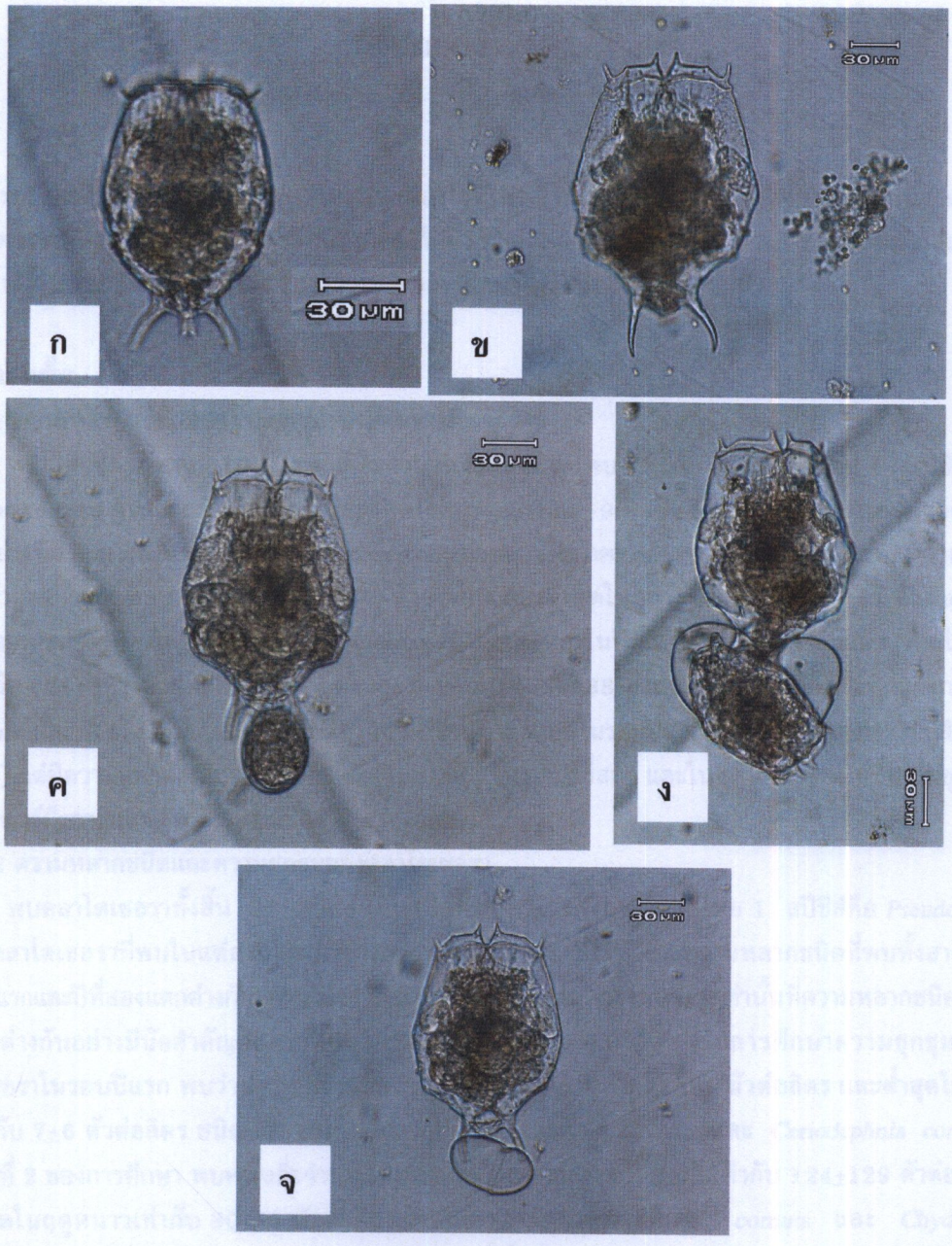
ผลจากการเลี้ยง *B. angularis* เป็นระยะเวลา 11 วัน พบว่าที่ระดับความหนาแน่นของ *Chlorella* sp. เท่ากับ $5x10^5$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร ให้ผลการเจริญเติบโตของโรติเฟอร์ชนิดดังกล่าวดีที่สุด โดยโรติเฟอร์มีความหนาแน่นเพิ่มขึ้นทุกวัน ในวันที่ 1-2 ของการเลี้ยง พบว่าโรติเฟอร์มีการเจริญเติบโตเพิ่มจำนวนขึ้นอย่างต่อเนื่อง คิดเป็น 4.7 เท่าของโรติเฟอร์เริ่มต้น เมื่อเข้าวันที่ 3-4 ของการเลี้ยงจะพบว่ามีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วซึ่งการเจริญเติบโตดังกล่าวอยู่ในระยะ log phase เป็นช่วงที่มีความหนาแน่นมากที่สุด เห็นได้อย่างชัดเจนว่าในวันที่ 4 ของการศึกษา พบโรติเฟอร์มีความหนาแน่นสูงสุดเฉลี่ยเท่ากับ 306.0 ตัวต่อมิลลิลิตร (ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน 36.95 ตัวต่อมิลลิลิตร) เมื่อเทียบกับความหนาแน่นในระดับอื่น ๆ อย่างมี

นัยสำคัญ ($p<0.05$) คิดเป็น 30.6 เท่าของโรติเฟอร์เริ่มต้น (ตารางที่ 27) เมื่อเปรียบเทียบกับการทดลองของ Sarma and Nandini (2001) พบว่าความหนาแน่นของ *C. vulgaris* ที่ดีที่สุดในการเลี้ยงโรติเฟอร์คือ $1x10^6$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร นอกจากนี้มีรายงานการทดลองเลี้ยงโรติเฟอร์ *Filinia terminalis* (Plate) และ *F.* cf. *pejleri* Hutchinson โดยให้ *Oocystis* sp. เป็นอาหาร พบว่าความหนาแน่นที่เหมาะสมและให้ผลผลิตโรติเฟอร์ดังกล่าวดีที่สุดคือ $5x10^4$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร (Sanoamuang, 1993) ซึ่งจากรายงานดังกล่าวข้างต้นให้ผลที่ต่างจากการศึกษาในครั้งนี้ของผู้วิจัย ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากชนิดของสาหร่ายและชนิดของโรติเฟอร์ที่นำมาศึกษา และจากการศึกษาการเจริญเติบโต ช่วงระยะเวลาที่เหมาะสมในการนำโรติเฟอร์ไปใช้ในการอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อนนั้น ช่วงอายุที่ดีที่สุดคือ 2-4 วัน ให้ผลที่ใกล้เคียงกับการศึกษาของทวี วิพุทธานุมาศ และคณะ (2530) ที่เลี้ยงโรติเฟอร์ *Brachionus calyciflorus* Pallas และพบว่าควรเก็บเกี่ยวผลผลิตโรติเฟอร์ในวันที่ 2-3 ของการเลี้ยง เนื่องจากมีความหนาแน่นของโรติเฟอร์สูงสุด นอกจากนี้ก่อนนำโรติเฟอร์ไปเลี้ยงสัตว์น้ำควรแบ่งบางส่วนไว้เพื่อใช้เป็นหัวเชื้อสำหรับเพาะขยายพันธุ์ต่อไป

ตารางที่ 27 การเจริญเติบโตของ *B. angularis* ที่เลี้ยงด้วย *Chlorella* sp. มีความหนาแน่นต่างกัน 5 ระดับ (ค่าเฉลี่ย±ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน)

วันที่เช็คผล	ระดับความหนาแน่นของ *Chlorella* sp.				
	$2.5x10^4$	$5.0x10^4$	$1.0x10^5$	$5.0x10^5$	$1.0x10^6$
2	18.0^{a}±2.49	17.4^{a}±2.01	16.2^{a}±2.39	47.4^{b}±4.79	31.8^{ab}±3.93
3	27.0^{a}±4.10	25.4^{a}±4.27	49.2^{ab}±4.54	116.6^{b}±10.13	32.4^{ab}±4.13
4	48.2^{ab}±2.60	23.4^{a}±4.18	49.8^{ab}±5.89	306.0^{b}±36.95	65.4^{ab}±9.62
5	21.6^{a}±3.34	39.0^{ab}±4.92	14.8^{a}±2.56	191.2^{b}±27.78	27.2^{ab}±4.16
6	9.2^{a}±0.37	8.4^{a}±0.51	11.2^{a}±2.85	109.4^{b}±9.83	19.6^{ab}±3.44

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05



ภาพที่ 49 พัฒนาการของ *Brachionus caudatus* ตั้งแต่ระยะแรกเกิดถึงตัวเต็มวัย
ก: แรกเกิด, ข: ตัวเต็มวัย, ค: เริ่มสร้างถุงไข่, ง: ระยะที่ตัวอ่อนพัฒนาการเต็มที่ และ
จ: เพิ่งให้กำเนิดตัวลูกและคงเหลือถุงไข่ติดอยู่กับตัวแม่

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย

การศึกษาความหลากชนิดและความชุกชุมของโรติเฟอร์ คลาโดเซอรา และโคพีพอดในบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์ และบึงโขงหลง จังหวัดหนองคาย เก็บตัวอย่างใน 3 ฤดูกาล เป็นระยะเวลา 2 ปี (เริ่มตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2545 ถึงเมษายน พ.ศ. 2547) สรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

1. บึงบอระเพ็ด

1.1 ความหลากชนิดและความชุกชุมของโรติเฟอร์

พบโรติเฟอร์ทั้งสิ้น 103 สปีชีส์ ในจำนวนนี้เป็นชนิดที่พบครั้งแรกในประเทศไทย 1 สปีชีส์คือ *Brachionus nilsoni* จำนวนชนิดที่พบในแต่ละฤดูกาลอยู่ระหว่าง 66-90 สปีชีส์ ชนิดที่พบสม่ำเสมอตลอดปีที่เก็บตัวอย่างคือ *Polyarthra vulgaris* และ *Lecane bulla* ส่วนการศึกษาความชุกชุมพบว่าในรอบปีแรก มีค่าเฉลี่ยจำนวนตัวสูงสุดในฤดูหนาวเท่ากับ 1,096$\pm$339 ตัวต่อลิตร และต่ำสุดในฤดูร้อนเท่ากับ 327$\pm$157 ตัวต่อลิตร ชนิดที่มีความชุกชุมมากคือ *P. vulgaris* และ *Anuraeopsis coelata* และในปีที่ 2 พบค่าเฉลี่ยจำนวนตัวสูงสุดในฤดูร้อนเท่ากับ 621$\pm$307 ตัวต่อลิตร และต่ำสุดในฤดูฝนเท่ากับ 445$\pm$288 ตัวต่อลิตร ชนิดที่มีความชุกชุมมากคือ *P. vulgaris* และ *Keratella tropica* ความหลากชนิดที่พบทั้งสามฤดูในรอบปีแรกไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ในรอบปีที่สอง และในฤดูหนาวเท่านั้นที่ความชุกชุมของโรติเฟอร์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

1.2 ความหลากชนิดและความชุกชุมของคลาโดเซอรา

พบคลาโดเซอราทั้งสิ้น 32 สปีชีส์ เป็นชนิดที่พบครั้งแรกในประเทศไทย 1 สปีชีส์คือ *Pseudosida szalayi* คลาโดเซอราที่พบในแต่ละฤดูกาลมีจำนวนอยู่ระหว่าง 13-27 สปีชีส์ ความหลากชนิดที่พบทั้งสามฤดูในรอบปีแรกและปีที่สองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) และเฉพาะในฤดูฝนเท่านั้นที่ความหลากชนิดในปีแรกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับความหลากชนิดในปีที่สอง ($p<0.05$) จากการศึกษาความชุกชุมของคลาโดเซอราในรอบปีแรก พบว่าค่าเฉลี่ยจำนวนตัวสูงสุดในฤดูฝนเท่ากับ 21$\pm$21 ตัวต่อลิตร และต่ำสุดในฤดูร้อนเท่ากับ 7$\pm$6 ตัวต่อลิตร ชนิดที่มีความชุกชุมมากคือ *Bosminopsis deitersi* และ *Ceriodaphnia cornuta* ส่วนในปีที่ 2 ของการศึกษา พบค่าเฉลี่ยจำนวนตัวของคลาโดเซอราสูงสุดในฤดูฝนเท่ากับ 124$\pm$129 ตัวต่อลิตร และต่ำสุดในฤดูหนาวเท่ากับ 80$\pm$85 ตัวต่อลิตร ชนิดที่มีความชุกชุมมากคือ *C. cornuta* และ *Chydorus eurynotus* ความชุกชุมของคลาโดเซอราที่พบในฤดูหนาวเท่านั้นที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

1.3 ความหลากชนิดและความชุกชุมของโคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์

พบคาลานอยด์ทั้งสิ้น 4 สปีชีส์ ได้แก่ *Heliodiaptomus viduus*, *Mongolodiaptomus botulifer*, *Phyllodiaptomus praedictus* และ *Tropodiaptomus lanaonus* คาลานอยด์ที่พบในแต่ละฤดูกาลมีจำนวนอยู่ระหว่าง 1-3 สปีชีส์ ความหลากชนิดของคาลานอยด์ที่พบในฤดูหนาวเท่านั้นที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับความหลากชนิดในปีที่สอง ($p<0.05$) จากการศึกษาความชุกชุมของคาลานอยด์ในรอบปีแรก พบว่าค่าเฉลี่ยจำนวนตัวเฉพาะในฤดูหนาวฤดูกาลเดียวเท่านั้นมีค่าเท่ากับ 8$\pm$9 ตัวต่อลิตร ส่วนในปีที่ 2 ของการศึกษา พบค่าเฉลี่ยจำนวนตัวเฉพาะในฤดูฝนฤดูกาลเดียวเท่านั้นมีค่าเท่ากับ 1$\pm$1 ตัวต่อลิตร ความชุกชุม

ของคาลานอยด์ที่พบในปีแรกและปีที่สองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) และเฉพาะในฤดูหนาวเท่านั้นที่ความชุกชุมของคาลานอยด์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

1.4 ความหลากชนิดและความชุกชุมของโคพีพอดกลุ่มไซโคลพอยด์

พบไซโคลพอยด์รวม 6 สปีชีส์ ได้แก่ *Eucyclops serrulatus*, *Mesocyclops aspericornis*, *M. thermocyclopoides*, *Microcyclops* sp., *Thermocyclops crassus* และ *T. decipiens* ไซโคลพอยด์ที่พบในแต่ละฤดูกาลมีจำนวนอยู่ระหว่าง 3-5 สปีชีส์ ความหลากชนิดที่พบทั้งสามฤดูในรอบปีแรกและปีที่สองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) และความหลากชนิดที่พบในฤดูกาลเดียวกันของทั้งสองปี พบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) จากการศึกษาความชุกชุมของไซโคลพอยด์ ในรอบปีแรก พบว่าค่าเฉลี่ยจำนวนตัวสูงสุดในฤดูหนาวเท่ากับ 41±31 ตัวต่อลิตร และต่ำสุดในฤดูฝนเท่ากับ 31±33 ตัวต่อลิตร ส่วนในปีที่ 2 ของการศึกษา พบค่าเฉลี่ยจำนวนตัวสูงสุดในฤดูฝนมีค่าเท่ากับ 152±171 ตัวต่อลิตร และต่ำสุดในฤดูร้อนเท่ากับ 31±52 ตัวต่อลิตร ความชุกชุมของไซโคลพอยด์ที่พบระหว่างสามฤดูกาลในปีแรกและปีที่สองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) และความชุกชุมที่พบในฤดูกาลเดียวกันของทั้งสองปี พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

2. บึงโขงหลง

2.1 ความหลากชนิดและความชุกชุมของโรติเฟอร์

พบโรติเฟอร์รวม 110 สปีชีส์ โรติเฟอร์ที่พบในแต่ละฤดูกาลมีจำนวนอยู่ระหว่าง 68-92 สปีชีส์ ความหลากชนิดของโรติเฟอร์ที่พบในฤดูกาลเดียวกันของทั้งสองปี พบว่าในทุกฤดูกาลของปีแรกมีความหลากชนิดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับความหลากชนิดในปีที่สอง ($p<0.05$) โรติเฟอร์ชนิดที่พบสม่ำเสมอและทุกสถานีที่เก็บตัวอย่าง ได้แก่ *Polyarthra vulgaris*, *Keratella cochlearis*, *Lecane bulla* และ *L. lunaris* จากการศึกษาความชุกชุมของโรติเฟอร์ในรอบปีแรก พบว่าค่าเฉลี่ยจำนวนตัวสูงสุดในฤดูฝนเท่ากับ 695±398 ตัวต่อลิตร และต่ำสุดในฤดูร้อนเท่ากับ 159±47 ตัวต่อลิตร ชนิดที่มีความชุกชุมมากคือ *P. vulgaris* ส่วนในปีที่ 2 ของการศึกษา พบค่าเฉลี่ยจำนวนตัวสูงสุดในฤดูฝนเท่ากับ 502±312 ตัวต่อลิตร และต่ำสุดในฤดูร้อนเท่ากับ 291±45 ตัวต่อลิตร ชนิดที่มีความชุกชุมมากคือ *Polyarthra vulgaris* ความชุกชุมของโรติเฟอร์ที่พบในฤดูฝนและฤดูร้อนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

2.2 ความหลากชนิดและความชุกชุมของคลาโดเซอรา

พบคลาโดเซอราทั้งสิ้น 31 สปีชีส์ เป็นชนิดที่พบครั้งแรกในประเทศไทย 1 สปีชีส์คือ *Armatalona macrocopa* คลาโดเซอราที่พบในแต่ละฤดูกาลมีจำนวนอยู่ระหว่าง 20-23 สปีชีส์ ความหลากชนิดที่พบทั้งสามฤดูและในฤดูกาลเดียวกันของปีแรกและปีที่สองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) นอกจากนี้ยังพบว่าคลาโดเซอราที่พบได้ทุกฤดูกาลมี 19 สปีชีส์ ชนิดที่พบสม่ำเสมอและเกือบทุกสถานีที่เก็บตัวอย่าง ได้แก่ *Alona verrucosa*, *Chydorus eurynotus*, *Ephemeroperus barroisi*, *Macrothrix flabelligera* และ *Latonopsis australis* จากการศึกษาความชุกชุมของคลาโดเซอราในรอบปีแรก พบว่าค่าเฉลี่ยจำนวนตัวสูงสุดในฤดูร้อนมีค่าเท่ากับ 55±62 ตัวต่อลิตร และต่ำสุดในฤดูหนาวเท่ากับ 35±32 ตัวต่อลิตร ชนิดที่มีความชุกชุมมากคือ *M. flabelligera* และ *E. barroisi* ส่วนในปีที่ 2 ของการศึกษา พบค่าเฉลี่ยจำนวนตัวสูงสุดในฤดูร้อนเท่ากับ 105±107 ตัวต่อลิตร และต่ำสุดในฤดูหนาวเท่ากับ 92±60 ตัวต่อลิตร ชนิดที่มีความชุกชุมมากคือ *E. barroisi* และ *A. verrucosa* ความชุกชุมของ คลาโดเซอราที่พบระหว่างสามฤดูกาลและในฤดูกาลเดียวกันของปีแรกและปีที่สองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

2.3 ความหลากชนิดและความชุกชุมของโคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์

พบคาลานอยด์ทั้งสิ้น 6 สปีชีส์ ในจำนวนนี้เป็นชนิดที่พบเป็นครั้งแรกของโลก 1 สปีชีส์คือ *Tropodiaptomus* sp. ส่วนสปีชีส์อื่นๆ ที่พบในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ *Allodiaptomus raoi*, *Heliodiaptomus elegans*, *Mongolodiaptomus pectinidactylus*, *Neodiaptomus yangtsekiangensis* และ *Tropodiaptomus oryzanus* คาลานอยด์ที่พบในแต่ละฤดูกาลมีจำนวนอยู่ระหว่าง 3-5 สปีชีส์ ความหลากชนิดที่พบทั้งสามฤดูและในฤดูกาลเดียวกันของปีแรกและปีที่สองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) จากการศึกษาความชุกชุมของคาลานอยด์ในรอบปีแรก พบว่าค่าเฉลี่ยจำนวนตัวสูงสุดในฤดูฝนมีค่าเท่ากับ 4 ± 9 ตัวต่อลิตร และต่ำสุดในฤดูร้อนเท่ากับ 1 ± 2 ตัวต่อลิตร ส่วนในปีที่ 2 ของการศึกษา พบค่าเฉลี่ยจำนวนตัวสูงสุดในฤดูหนาวเท่ากับ 20 ± 16 ตัวต่อลิตรและต่ำสุดในฤดูร้อนเท่ากับ 2 ± 4 ตัวต่อลิตร ความชุกชุมของคาลานอยด์ที่พบระหว่างสามฤดูกาลในปีแรกและปีที่สองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) แต่พบว่าเฉพาะในฤดูหนาวเท่านั้นที่ความชุกชุมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

2.4 ความหลากชนิดและความชุกชุมของโคพีพอดกลุ่มไซโคลพอยด์

พบไซโคลพอยด์ทั้งสิ้น 5 สปีชีส์ ในจำนวนนี้เป็นชนิดที่พบเป็นครั้งแรกของประเทศไทย 2 สปีชีส์คือ *Ectocyclops polyspinosus* และ *Mesocyclops pehpeiensis* ส่วนสมาชิกที่พบในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ *M. aspericornis*, *M. thermocyclopoides*, *Microcyclops* sp. ความหลากชนิดที่พบทั้งสามฤดูและในในฤดูกาลเดียวกันของรอบปีแรกและปีที่สองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) จากการศึกษาความชุกชุมของไซโคลพอยด์ในรอบปีแรก พบว่าค่าเฉลี่ยจำนวนตัวสูงสุดในฤดูร้อนเท่ากับ 57 ± 66 ตัวต่อลิตร และต่ำสุดในฤดูฝนเท่ากับ 39 ± 40 ตัวต่อลิตร ส่วนในปีที่ 2 ของการศึกษา พบค่าเฉลี่ยจำนวนตัวสูงสุดในฤดูฝนเท่ากับ 160 ± 126 ตัวต่อลิตร และต่ำสุดในฤดูหนาวเท่ากับ 111 ± 77 ตัวต่อลิตร เมื่อวิเคราะห์ความชุกชุมของไซโคลพอยด์ที่พบระหว่างสามฤดูกาลและในฤดูกาลเดียวกันทางสถิติ พบว่าทั้งในปีแรกและปีที่สองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

จากการเปรียบเทียบความหลากชนิดและความชุกชุมของโรติเฟอร์ คลาโดเซอรา และโคพีพอด (กลุ่มคาลานอยด์ และไซโคลพอยด์) ที่พบระหว่างบึงบอระเพ็ด และบึงโขงหลง เพื่อวิเคราะห์ความเป็นเอกพันธ์ พบว่าความหลากชนิดของโรติเฟอร์ คลาโดเซอรา และโคพีพอด (กลุ่มคาลานอยด์ และไซโคลพอยด์) ที่พบในบึงบอระเพ็ดและบึงโขงหลงมีความเหมือนกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) แต่ความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์ดังกล่าวที่มีลักษณะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.01$)

3. ปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของน้ำที่มีผลต่อความหลากชนิดและความชุกชุมของโรติเฟอร์ คลาโดเซอรา และโคพีพอด

จากการศึกษาความหลากชนิดและความชุกชุมของโรติเฟอร์ คลาโดเซอรา และโคพีพอด เมื่อนำข้อมูลที่ได้หาความสัมพันธ์ระหว่างความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มดังกล่าวกับปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของน้ำ พบว่าความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มดังกล่าวมีความสัมพันธ์ทั้งในเชิงบวกและเชิงลบกับปัจจัยสภาพแวดล้อมดังกล่าวอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยอยู่ในระดับน้อยจนถึงค่อนข้างมาก แสดงให้เห็นว่าปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการที่มีผลต่อชนิดและความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มดังกล่าวที่พบในครั้งนี้ยังไม่ปรากฏผลให้เห็นอย่างเด่นชัด ดังนั้นในอนาคตควรมีการศึกษาอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ชัดเจนและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

4. การศึกษาชีววิทยาของการเจริญเติบโตและการเพาะเลี้ยงโรติเฟอร์

การเพาะเลี้ยงโรติเฟอร์เพื่อศึกษาชีววิทยา และการเจริญเติบโตของโรติเฟอร์ 2 สปีชีส์คือ *Brachionus angularis* Gosse และ *B. caudatus* โดยให้อาหาร 3 ชนิดคือ *Crucigenia* sp., *Scenedesmus* sp. และ *Chlorella* sp. พบว่าโรติเฟอร์ทั้งสองชนิดเจริญเติบโตได้ดีเมื่อเลี้ยงด้วย *Chlorella* sp. แต่ *B. angularis* เจริญเติบโตได้ดีกว่า *B. caudatus* และมีการเพิ่มจำนวนได้มากที่สุด นอกจากนี้ยังพบว่าระยะตัวอ่อนของโรติเฟอร์ทั้งสองชนิดจนถึงตัวเต็มวัยมีรูปร่างไม่แตกต่างกันในระยะต่าง ๆ ของวัยอย่างชัดเจน เมื่อศึกษาระดับความหนาแน่นของ *Chlorella* sp. ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของ *B. angularis* โดยแบ่งความหนาแน่นของ *Chlorella* sp. ออกเป็น 5 ระดับคือ $2.5x10^4$, $5x10^4$, $1x10^5$, $5x10^5$ และ $1x10^6$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร เลี้ยงโรติเฟอร์เป็นระยะเวลา 11 วัน พบว่าที่ระดับความหนาแน่นของ *Chlorella* sp. เท่ากับ $5x10^5$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร โรติเฟอร์สปีชีส์ดังกล่าวนี้มีการเจริญเติบโตดีที่สุด ซึ่งให้ผลที่ชัดเจนในวันที่ 4 ของการศึกษา พบโรติเฟอร์มีความหนาแน่นสูงสุดเฉลี่ยเท่ากับ 306.0 ตัวต่อมิลลิลิตร (ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน 36.95 ตัวต่อมิลลิลิตร) คิดเป็น 30.6 เท่าของโรติเฟอร์เริ่มต้น เมื่อเทียบกับความหนาแน่นของ *Chlorella* sp. ในระดับอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

5. ข้อเสนอแนะ

ควรทำการศึกษาเกี่ยวกับความหลากชนิดและความชุกชุมอย่างต่อเนื่อง และควรเก็บตัวอย่างในทุกเดือน เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น เก็บข้อมูลปัจจัยคุณภาพน้ำเพิ่มเติม อาทิเช่น ความขุ่นของน้ำ (turbidity) ปริมาณ Na^+, K^+, Ca^+ และ Mg^+ รวมถึงปริมาณคลอโรฟิลล์ เป็นต้น

ในการเก็บตัวอย่างควรใช้อุปกรณ์ และวิธีการเก็บตัวอย่างในรูปแบบอื่น ๆ ที่นอกจากการใช้วิธีการลากด้วยถุงแพลงก์ตอน ทั้งนี้เนื่องจากแพลงก์ตอนสัตว์มีพฤติกรรมที่แตกต่างกันไป ยกตัวอย่างเช่น คลาโดเซอรามักอาศัยอยู่ตามบริเวณที่มีพืชน้ำขึ้นหนาแน่น และโคพีพอดกลุ่มไซโคลพอยด์มักชอบอาศัยอยู่ตามพื้นท้องน้ำ เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

กรมอุตุนิยมวิทยา. 2545. ฤดูกาลของโลก. **ความรู้ด้านอุตุนิยมวิทยา**. แหล่งที่มา: http://www.tmd.go.th/knowledge/know-season.html. 15 พฤษภาคม 2549.

จิตรา ตีระเมธี พัฒนา ภูลเปี่ยม ธิดารัตน์ น้อยรักษา และจารุนันท์ ประทุมยศ. 2544. ผลการอนุบาลม้าน้ำวัยอ่อนสายพันธุ์ *Hippocampus kuda* ด้วยไรน้ำเค็มที่เลี้ยงด้วยแพลงก์ตอนพืชแตกต่างกัน 3 ชนิด. **วารสารการประมง** 54(5): 395-399.

จุฑามาส แสงอรุณ และละอองศรี เสนาะเมือง. 2545. ความหลากชนิดและความชุกชุมของคลาโดเซอราในบึงกุดทิง จังหวัดหนองคาย. **วารสารวิจัย มข.** 7(1): 14-25.

ณัฏฐวดี ภูคำ. 2542. **ความหลากชนิดและการแพร่กระจายของโรติเฟอร์ในเขตอุทยานแห่งชาติภูพาน**. โครงงานวิจัยระดับปริญญาตรี. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ทวี วิพุทธานุมาศ ภาณุ เทวรัตน์มณีกุล สุภาณี มัจฉา และทัศนีย์ สุขสวัสดิ์. 2530. วงจรชีวิตของโรติเฟอร์น้ำจืด *Brachionus calyciflorus*. ใน: **รายงานการประชุมทางวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 25**. หน้า 204-214. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ธิดา เพชรมณี. 2530. อาหารสัตว์น้ำวัยอ่อน "โรติเฟอร์". **วารสารการประมง** 40: 383-384.

เนียน ศรีวงศ์ชัย. 2548. **ความหลากชนิดและการแพร่กระจายของคาลานอยด์และไซโคลพอยด์โคพีพอดในเขตภาคกลางของประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว**. วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาชีววิทยา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ปริญดา ตั้งปัญญาพร. 2543. **ความหลากชนิดและการแพร่กระจายของคาลานอยด์โคปีปอดน้ำจืดในเขตจังหวัดสุรินทร์ ศรีสะเกษ และบุรีรัมย์**. โครงงานวิจัยระดับปริญญาตรี. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ปริญดา ตั้งปัญญาพร. 2546. **การแพร่กระจายของไรน้ำนางฟ้าและแพลงก์ตอนสัตว์ในแหล่งน้ำชั่วคราวในเขตจังหวัดสกลนครและนครพนม**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาชีววิทยา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

พิมพรรณ ตัณสกุล และพรศิลป์ ผลพันธิน. 2544. ความหลากหลายของแพลงก์ตอนน้ำจืดในประเทศไทย (ไซยาโนไฟตา คลาโดเซอรา และโคพีโพดา). ใน: **รายงานผลการวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย: การประชุมวิชาการประจำปีโครงการ BRT ครั้งที่ 3**. หน้า 88-92. โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย, กรุงเทพฯ.

พงษ์พิชญ์ บัวอาจ. 2540. **ความหลากหลายของโรติเฟอร์น้ำจืดในทะเลสาบหนองหาน จังหวัดสกลนคร**. โครงงานวิจัยระดับปริญญาตรี. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

พรรณา วันชวง. 2543. **ความหลากชนิดและการแพร่กระจายของโรติเฟอร์ในเขตจังหวัดบุรีรัมย์ และศรีสะเกษ**. โครงงานวิจัยระดับปริญญาตรี. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

พรรณา วันชวง. 2547. **ความหลากชนิดของโรติเฟอร์ คลาโดเซอรา และโคพีพอดในแหล่งน้ำชั่วคราวในเขตจังหวัดอุบลราชธานี**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาชีววิทยา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

พรรณา วันชวง และละออศรี เสนาะเมือง. 2545. ความหลากชนิดของแพลงก์ตอนสัตว์น้ำจืดกลุ่มโรติเฟอร์ คลาโดเซอรา และโคพีพอดในแหล่งน้ำชั่วคราวในเขตจังหวัดอุบลราชธานี. ใน: **บทคัดย่อโครงการวิทยานิพนธ์ 2545**, วิสุทธิ์ ใบไม้ และรังสิมา ตัณฑเลขา (บรรณาธิการ). หน้า 100. บริษัทจิรวัฒน์เอ็กซ์เพรส จำกัด, กรุงเทพฯ.

พรรณี สอาดฤทธิ์. 2545. **ความหลากหลายและการแพร่กระจายของคลาโดเซอราในแหล่งน้ำจืด จังหวัดตรัง.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขานิเวศวิทยา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

พรรณี สอาดฤทธิ์. 2547. **ความหลากหลายของคลาโดเซอรา ความชุกชุม และความสัมพันธ์กับแหล่งที่อยู่อาศัยในแหล่งน้ำจืด ต.ห้วยเขย่ง อ.ทองผาภูมิ จ.กาญจนบุรี.** รายงานการวิจัยโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย, กรุงเทพฯ.

ภัทราวรรณ เขียววัน. 2537. **ความหลากหลายของโรติเฟอร์น้ำจืดในเขตจังหวัดชัยภูมิ.** โครงงานวิจัยระดับปริญญาตรี. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

มนู โอมะคุปต์ และจิระ จินตนุกูล. 2543. ทะเบียนพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญระดับนานาชาติและระดับชาติ. ใน: **รายงานการประชุมพื้นที่ชุ่มน้ำเพื่อเตรียมรับสหัสวรรษหน้า: Wetland 2000.** หน้า 15-17. สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

ยุวดี พีรพรพิศาล. 2548. **สาหร่ายน้ำจืดในภาคเหนือของประเทศไทย.** โชตนาพรินท์ จำกัด, เชียงใหม่.

รัชดา ไชยเจริญ. 2537. **ความหลากหลายของคาลานอยด์โคพีพอดน้ำจืดในเขตจังหวัดหนองบัวลำภู และชัยภูมิ.** โครงงานวิจัยระดับปริญญาตรี. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ละออศรี เสนาะเมือง. 2530. ตัวเล็กในบึงใหญ่. **วารสารวิทยาศาสตร์ มข.** 15(1): 25-30.

ละออศรี เสนาะเมือง. 2537ก. **การศึกษาชนิดและการแพร่กระจายของแพลงก์ตอนสัตว์ในเขตจังหวัดขอนแก่นและกาฬสินธุ์.** รายงานการวิจัยภาควิชาชีววิทยา. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ละออศรี เสนาะเมือง. 2537ข. **การศึกษาชนิดและการแพร่กระจายของแพลงก์ตอนสัตว์น้ำจืดกลุ่มโรติเฟอร์ คลาโดเซอรา และโคปีปอดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.** รายงานการวิจัยกองทุนพัฒนาและส่งเสริมด้านวิชาการ. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ละออศรี เสนาะเมือง. 2539. **ความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์น้ำจืดกลุ่มโรติเฟอร์ คลาโดเซอรา และโคปีปอดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.** รายงานการวิจัยกองทุนพัฒนาและส่งเสริมด้านวิชาการ. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ละออศรี เสนาะเมือง. 2544. ความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์น้ำจืดในประเทศไทย. ใน: **รายงานการวิจัยในโครงการ BRT 2544.** วิสุทธิ์ ใบไม้ และรังสิมา คุ้มหอม (บรรณาธิการ). หน้า 1-16. บริษัทจิรวัฒน์ เอ็กซ์เพรส จำกัด กรุงเทพฯ.

ละออศรี เสนาะเมือง. 2545. **แพลงก์ตอนสัตว์น้ำจืด: คาลานอยด์โคพีพอดในประเทศไทย.** โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา, ขอนแก่น.

ละออศรี เสนาะเมือง และพิพัฒน์พงษ์ แคนลา. 2542. ความหลากหลายของแพลงก์ตอนน้ำจืดในประเทศไทย (โรติเฟอรา). ใน: **รายงานผลการวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย การประชุมวิชาการประจำปีโครงการ BRT ครั้งที่ 3.** วิสุทธิ์ ใบไม้ และคณะ (กองบรรณาธิการ). หน้า 1-4. Work Press Printing กรุงเทพฯ.

ละออศรี เสนาะเมือง และศิริชัย ไฝทาคำ. 2548. ความหลากหลายของคลาโดเซอราและโคพีพอดในพื้นที่บุ่งทามบริเวณลุ่มแม่น้ำมูล. **วารสารวิจัย มข.** 10(2): 106-112.

ลัดดา วงศ์รัตน์. 2541. **คู่มือการเลี้ยงแพลงก์ตอนสัตว์.** พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

ลัดดา วงศ์รัตน์. 2543. **คู่มือการเลี้ยงแพลงก์ตอน.** พิมพ์ครั้งที่ 3. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ลัดดา วงศ์รัตน์. 2543. **แพลงก์ตอนสัตว์.** พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วิภาศิริ สุนทรชัย. 2548. **ความหลากชนิดของโรติเฟอร์ในเขตจังหวัดระยองและจันทบุรี.** โครงงานวิจัยระดับปริญญาตรี. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

วิราวรรณ โคตรทิพย์. 2546. **ความหลากชนิดและการแพร่กระจายของโรติเฟอร์ในบุ่งทามบริเวณลุ่มแม่น้ำมูล.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาชีววิทยา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

วิลาวัลย์ ทองดา. 2548. **ความหลากหลายของคลาโดเซอราในเขตจังหวัดระยองและจันทบุรี.** โครงงานวิจัยระดับปริญญาตรี. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

วิสุทธิ์ ใบไม้. 2545. **วิวัฒนาการ มนุษย์ และความหลากหลายทางชีวภาพ.** พิมพ์ครั้งที่ 1. บริษัทจิรวัฒน์เอ็กซ์เพรส จำกัด, กรุงเทพฯ.

วีระ ยินดี. 2545. **ความหลากชนิดและการแพร่กระจายของโคพีพอดในเขตจังหวัดสุรินทร์.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาชีววิทยา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

วรรณดา พิพัฒน์เจริญชัย. 2542. ความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์ในจังหวัดกาญจนบุรี. ใน: **รายงานผลการวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย.** วิสุทธิ์ ใบไม้ และคณะ (กองบรรณาธิการ). หน้า 1-4. เวิร์คเพรส พริ้นติ้ง, กรุงเทพฯ.

ศุจิภรณ์ อธิบาย. 2545. **การแพร่กระจายของแพลงก์ตอนสัตว์ในแหล่งน้ำชั่วคราวในเขตจังหวัดขอนแก่นและอุดรธานี.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาชีววิทยา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สุคนธ์ทิพย์ เศวตนลินทล. 2537. **ความหลากหลายของโรติเฟอร์น้ำจืดในเขตจังหวัดหนองบัวลำภู.** โครงงานวิจัยระดับปริญญาตรี. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สุคนธ์ทิพย์ เศวตนลินทล. 2542. **ความหลากหลายของโรติเฟอร์ในเขตจังหวัดนครราชสีมา.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาชีววิทยา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สุพัสตรา เหล็กจาน. 2546. **การแพร่กระจายของไรน้ำนางฟ้าและแพลงก์ตอนสัตว์ในแหล่งน้ำชั่วคราวในเขตจังหวัดมหาสารคามและร้อยเอ็ด.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาชีววิทยา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2546. **ความหลากหลายทางชีวภาพในพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด.** กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ.

สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม. 2545. **ความหลากหลายทางชีวภาพในพื้นที่ชุ่มน้ำบึงโขงหลง.** กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ.

สันทนา ดวงสวัสดิ์. 2546. ความชุกชุมและความหลากหลายของสัตว์หน้าดินในบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์. **วารสารการประมง** 56(6): 503-520.

อนุวัติ สายแสง. 2541. **พื้นที่ชุ่มน้ำ. แอดวานซ์ ไทยแลนด์จีโอกราฟฟิค** 3(32): 50-63.

อโนทัย ตรีวานิช. 2545. **การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติพื้นฐาน.** ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

อินทิรา ปรุงเกียรติ และละออศรี เสนาะเมือง. 2545. ความหลากชนิดและการแพร่กระจายของโคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์ในเขตภาคเหนือของประเทศไทย. ใน: **บทคัดย่อการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 28.** หน้า 406. สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, กรุงเทพฯ.

Alonso, M. 1984. The genus *Mixodiaptomus* Kiefer, 1932 (Zcopepoda, Diaptomidae) in Spain. **Hydrobiologia** 118: 135-146.

Alonso, M. 1991. Review of Iberian Cladocera with remarks on ecology and biogeography. **Hydrobiologia** 225: 37-43.

Amoros, C. 1984. Crustacés cladocéres. Introduction pratique a la systematique des organismes des eaux continentals francaises. Bull. Soc. Linn. Lyon 3/4: 1-63. cited in Alonso, M. 1991. Review of Iberian Cladocera with remarks on ecology and biogeography. **Hydrobiologia** 225: 37-43.

Awaiss, A., Kestemont, P. and Micha, J.C. 1992. An investigation into the mass production of the freshwater rotifer *Brachionus calyciflorus* Pallas. 1. An eco-physiological approach to nutrition. **Aquaculture** 105: 325-336.

Baribwegure, D. and Dumont, H.J. 2000. Some freshwater Cyclopoids (Crustacea: Copepoda) of the Island of Soqotra (Indian Ocean), with the description of three new species. **International Reviev of Hydrobiologie** 85: 471-489.

Baribwegure, D. and Segers, H. 2000. Rotifera from Burundi: the Lecanidae (Rotifera: Monogononta). **Annuals Limnology** 36(4): 241-248.

Baribwegure, D. and Segers, H. 2001. Rotifera from Burundi: the Lepadellidae (Rotifera: Monogononta). **Hydrobiologia** 446/447: 247-254.

Barnes, R.D. 1974. **Invertebrate Zoology.** 3rd ed. W. B. Saunders company.

Barón-Rodriguez, M.M., Ramirez, R.J.J. and Gavilán-Diaz, R.A. 2005. Factors and variables related to temporal and special fluctuation of the numeric density of cladocera at a lowland neotropical "ciénaga". In: **VIIth International Symposium on Cladocera.** Abstract book, p. 5. Herzberg, Switzerland.

Bērzinš, B. 1973. Some rotifers from Cambodia. **Hydrobiologia** 41(4): 453-459.

Boonsom, J. 1984. The freshwater zooplankton of Thailand (Rotifera and Crustracea). **Hydrobiologia** 113: 223-229.

Brain, C.K., Fourie, I. and Shiel, R.J. 1995. Rotifers of the Kalahari Gemsbok National Park, South Africa. **Hydrobiologia** 313/314: 319-324.

Brandorff, G., Koste, W. and Smirnov, N.N. 1982. The composition and structure of rotiferan and crustacean communities of the Lower Rio Nhamundá, Amazonas, Brazil. **Studies on Neotropical Fauna and Environment** 17: 69-121.

Bromley, H.J. 1993. A checklist of the Cladocera of Israel and Eastern Sinai. **Hydrobiologia** 257: 21-28.

Bruno, M.C., Loftus, W.F. and Parry, S.A. 2001. **Preliminary data on microcrustacean communities from ground water in the southern Everglades.** U.S. Geographical Survey Karst Interest Group Proceedings, Water-Resources Investigation Report 01-4011, 89-97 pp.

Chambers, M.R., Kyle, J.H., Leach, G.J., Osborne, P.L. and Leach, D.N. 1987. A limnological study of seven highlands lakes in Papua New Guinea. **Science in New Guinea** 13: 51-81. cited in Segers, H. and De Meester, L. 1994. Rotifera of Papua New Guinea, with the description of a new *Scaridium* Ehrenberg, 1830. **Archiv for Hydrobiologie Supplement** 131(1): 111-125.

Chittapun, S. and Pholpunthin, P. 2001. The rotifer fauna of peat-swamps in southern Thailand. **Hydrobiologia** 446/447: 255-259.

Chittapun, S., Pholpunthin, P. and Segers, H. 1999. Rotifera from peat-swamps in Phuket Province, Thailand, with the description of a new *Colurella* Bory De St. Vincent. **International Revue der Gesamten Hydrobiologia** 84(6): 587-593.

Chittapun, S., Pholpunthin, P. and Segers, H. 2002. Rotifer diversity in a peat-swamp in southern Thailand (Narathivas province) with the description of a new species of *Keratella* Bory de St. Vincent. **Annuals Limnology** 38: 185-190.

Chittapun, S., Pholpunthin, P. and Segers, H. 2003. Contribution to the knowledge of Thai microfauna diversity: notes on rare peat swamp Rotifera, with the description of a new *Lecane* Nitzsch, 1872. **Hydrobiologia** 501: 7-12.

Ciros-Pérez, J. and Eílas-Gutiérrez, M. 1997. *Spinalona anophtalma*, n. gen. n. sp. (Anomopoda, Chydoridae) a blind epigean cladoceran from the Neovolcanic Province of Mexico. **Hydrobiologia** 353: 19-28.

Collado, C., Defaye, D., Dussart, B.H. and Fernando, C.H. 1984. The freswater Copepoda (Crustacea) of Costa Rica with notes on some species. **Hydrobiologia** 119: 89-99.

Defaye, D. 1988. Contribution à la connaissance des Crustacés Copépodes d'Ethiopie. **Hydrobiologia** 164: 103-147.

Defaye, D. 1995. The cyclopoid (Crustacea, Copepoda) fauna of the inland waters of Israel 2. Preliminary note on the genus *Mesocyclops* (Cyclopoda, Cyclopidae), with description of new species. **Hydrobiologia** 310: 11-18.

Defaye, D. 2002. A new *Tropodiaptomus* (Copepoda, Calanoida, Diaptomidae, Diatominae) from Vietnam. **Crustaceana** 75 (3-4): 341-350.

Defaye, D. and Dussart, B.H. 1995. The Cyclopoid (Crustacea, Copepoda) fauna of the inland waters of Israel 1. First data from semi-arid regions. **Hydrobiologia** 310: 1-10.

De Ridder, M. 1970. Raderdieren Uit Het Verre Oosten. **Biologisch Jaarboek Dodonaea** 39: 361-391. อ้างถึงในละออศรี เสนาะเมือง. 2545. **แพลงก์ตอนสัตว์น้ำจืด: คาลานอยด์ โคพีพอดในประเทศไทย.** โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา, ขอนแก่น.

De Smet, W.H. 1994a. *Proales christinae* (Rotifera, Proalidae): a new species from the littoral of the North sea. **Belgium Journal of Zoology** 124: 21-25.

De Smet, W.H. 1994b. *Lepadella beyensi* (Rotifera Monogononta: Colurellidae), a new species from the Canadian High Arctic. **Hydrobiologia** 294: 61-63.

De Smet, W.H. 1996a. Description of *Proales litoralis* sp. nov. (Rotifera, Monogononta: Proalidae) from the marine littoral. **Hydrobiologia** 335: 203-208.

De Smet, W.H. 1996b. **Rotifera. Volume 4: The Proalidae (Monogononta).** Guide to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World. SPB Academic Publishing, The Hague.

De Smet, W.H. and Beyens, L. 1995. Rotifers from the Canadian High Arctic (Devon Island, Northwest Territories). **Hydrobiologia** 313/314: 29-34.

De Smet, W.H. and Pourriot, R. 1997. **Rotifera. Volume 5: The Dicranophoridae (Monogononta).** Guide to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World. SPB Academic Publishing, The Hague.

De Smet, W.H., Van Rompu, E.A. and Beyena, L. 1993. Contribution to the rotifer fauna of subarctic Greenland (Kangerlussuaq and Ammassalik area). **Hydrobiologia** 255/256: 463-466.

Dhert, P. 1996. Rotifers. In: **Manual on the Prosuction and Use of live Food for Aquaculture.** Lavens, P. and P. Sorgeloos (Eds.), p.70. Artemia Reference Center, University of Ghent, Belgium.

Dodson, S.I. and Briano, M.S. 1996. Crustacean zooplankton species richness and associations in reservoirs and ponds of Aguascalientes State, Mexico. **Hydrobiologia** 325: 163-172.

Dumont, H.J. 1995. The evolution of groundwater Cladocera. **Hydrobiologia** 307: 69-74.

Dumont, H.J. and Brancelj, A. 1994. *Alona alsafadii* n. sp. from Yemen, a primitive, groundwater-dwelling member of the *A. karua*-group. **Hydrobiologia** 281: 57-64.

Dumont, H.J. and Maas, S. 1985. *Mesocyclops cuttattae* n. sp. from a cave in northern Australia (Crustacea: Copepoda, Cyclopoida). The Beagke, **Occasional Papers of Northern Territory Museum of Arts and Sciences**: 115-122.

Dumont, H.J. and Reddy, Y.R. 1993. A reapraisal of the genus *Phyllodiaptomus* Kiefer, 1993, with the description of *P. wellekensae* n. sp. from India, and a redescription of *P. tunguidus* Shen and Tai, 1964 from China (Copepoda, Calanoida). **Hydrobiologia** 263: 65-93.

Dumont, H.J. and Reddy, Y.R. 1994. *Phyllodiaptomus praedictus* n.sp. (Copepoda, Calanoida) From Thailand. **Hydrobiologia** 273: 101-110.

Dumont, H.J., Reddy, Y.R. and Sanoamuang, L. 1996. Description of *Phyllodiaptomus christineae* n. sp. from Thailand, and distinction of two subgenera within *Phyllodiaptomus* Kiefer, 1936 (Copepoda: Calanoida). **Hydrobiologia** 323: 139-148.

Dussart, B.H. 1984. Some Crutacea Copepoda from Venezuela. **Hydrobiologia** 113: 25-67.

Dussart, B.H. and Defaye, D. 1995. **Introduction to Copepoda. Guide to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the world 7.** SPB Academic Publishing, The Hague.

Dussart, B.H. and Fernando, C.H. 1988. Sur quelques *Mesocyclops* (Crustacea, Copepoda). **Hydrobiologia** 157: 241-264.

Edmondson, W.T. 1959. **Freshwater Biology.** 2nd ed. John Willey and Sons.

Ejsmont-Karabin, J. 1995. Rotifer occurrence in relation to age, depth and trophic state of quarry lakes. **Hydrobiologia** 313/314: 21-28.

El-Fouly, M., Abdalla, F.E., El-Baz, F.K. and Mohn, F.S. 1985. Experience with algae production within the Egypto-German microalgae project. **Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol.** 20: 9-15.

Fernando, C.H. and Zankai, N.P. 1981. The Rotifera of Malaysia and Singapore, with remarks on some species. **Hydrobiologia** 78: 205-219.

Galindo, M.D., Serrana, L., Segers, H. and Mazuelos, N. 1994. *Lecane donyanaensis* n.sp. (Rotifera: Monogononta, Lecanidae) from the Doñana National Park (Spain). **Hydrobiologia** 284: 235-239.

Google Earth-Home. nd. A 3D interface to the planet. Available Source: http://earth.google.com. July 19, 2006.

Green, J. 1984. Zooplankton associations in the swamp of Southern Sudan. **Hydrobiologia** 113: 93-98.

Green, J. 1995. Associations of planktonic and periphytic rotifers in a Malaysian estuary and two nearby ponds. **Hydrobiologia** 313/314: 47-56.

Guo, X. 1999. The genus *Thermosocyclops* Kiefer, 1927 (Copepoda: Cyclopidae) in China. **Hydrobiologia** 403: 87-95.

Gutiérrez-Aguirre, A.M. and Suárez-Morales. 2001. A new species of *Mesocyclops* (Copepoda, Cyclopoida, Cyclopidae) form Southeastern Mexico. **Journal of Limnology** 60(2): 143-154.

Haberman, J. 1995. Dominant rotifers of Võrtsjärv (Estonia). **Hydrobiologia** 313/314: 313-317.

Hauer, F.R. and Resh, V.H. 1996. Benthic Macroinvertebrates. In: **Methods in Stream Ecology.** F.R. Hauer and G.A. Lamberti (Eds.). pp. 339-369. Academic Press, New York.

Heckman, C. 1974. The seasonal succession of species in a rice paddy in Vientiane, Laos. **International Revue der Gesamten Hydrobiologia** 59: 489-507.

Holynska, M. 1998. A new species of *Mesocyclops* (Copepoda: Cyclopoida) from Vietnam. **Annales Zoologicae (Warszawa)** 48: 337-347.

Holynska, M. and Num, V.S. 2000. A new Oriental species of *Mesocyclops* (Copepoda, Cyclopoida). **Hydrobiologia** 429: 197-206.

Holynska, M. and Brown, M. 2003. Three new species of *Mesocyclops* G. O. Sars, 1914 (Copepoda, Cyclopoida) from Australia and Burma, with comments on the *Mesocyclops* fauna of Australia. **Crustaceana** 75: 1301-1334.

Idris, B.A.G. 1983. **Freshwater zooplankton of Malaysia (Crustacea: Cladocera).** Penerbit University Pertanian, Malaysia.

James, C.M. and Abu-Rezeq, T.S. 1988. Effect of different cell densities of *Chlorella capsulata* and a marine *Chlorella* sp. for feeding the rotifer *Brachionus plicatilis.* **Aquaculture** 69: 43-56.

Janssen, C.R., Rodrigo, M.D.F. and Persoone, G. 1993. Ecotoxicological studies with the freshwater rotifer *Brachionus calyciflorus.* I. Conceptual framework and applications. **Hydrobiologia** 255/256: 21-32.

Jersabek, C. 1994. *Encentrum (Parencentrum) walterkostei* n. sp., a new dicranophorid rotifer (Rotatoria: Monogononta) from the high alpine zone of the Central Alps (Austria). **Hydrobiologia** 281: 51-56.

Karatug, S., Defaye, D. and Boxshall, G. 1998. Two new species of *Paracyclops* (Copepoda: Cyclopoida, Cyclopidae) from Africa. **Hydrobiologia** 382: 119-136.

Korovchinsky, N.M. 1992. **Sididae and Holopediidae (Crustacea: Daphniiformes).** Guide to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the world 3. SPB Academic Publishing, The Hague.

Korovchinsky, N.M. 1996. How many species of Cladocera are there?. **Hydrobiologia** 321: 191-204.

Korovchinsky, N.M. 1998. Revision of the *Diaphanosoma modigliani-Diaphanosoma dubium* species group (Crustacea: Ctenopoda: Sididae), with description of a new species from Tropical Asia. **Hydrobiologia** 361: 113-123.

Korovchinsky, N.M. and Smirnov, N. 1996. **International Training Course 1995-1996: Introduction to the "Cladocera" (Daphniiformes, Polyphemiformes and Leptodoriformes).** 157 pp.

Koste, W. 1975. Über den Rotatorienbestand einer MikrobiozÖnose in einem tropischen aquatischen Saumbiotop, der *Eichhornia crassipes*-Zone im Litoral des Bung Borapet, einem Stausee in Zentralthailand. **Gewäss. Abwäss.** 57/58: 43-58.

Koste, W. 1978. **Rototaria. Die Radertiere Mitteleuropas. Ein Bestim-mungswerk berg. Vo Max Voigt. Uberordnung Monogononta. Vol. 1-2.** Gegruder Borntraeger, Berlin Stuttgart, West Germany.

Koste, W. 1989a. Rotifera from Australian inland waters. III. Euchlanidae, Mytilinidae and Trichotriidae (Rotifera: Monogononta). **Transactions of the Royal Society of South Australia** 113: 85-114.

Koste, W. 1989b. Rotifera from Australian inland waters. IV. Colurellidae (Rotifera: Monogononta). **Transactions of the Royal Society of South Australia** 113(3): 119-143.

Koste, W. 1989c. Rotifera from Australian inland waters. VI. Proalidae and Lindiidae. **Transactions of the Royal Society of South Australia** 114: 129-143.

Koste, W. 1990. Zur Kenntnis der Rädertierfauna des Kinda-Stausees in Zentral-Burma (Aschelmintes: Rotatoria). Osnabrücker naturwiss. Mitt. 16: 83-110. cited in Segers, H. 2001. Zoogeography of the Southeast Asain Rotifera. **Hydrobiologia** 446/447: 233-246.

Koste, W. 1991. *Anuraeopsis miraclei*, a new planktonic rotifer species in karstic lakes of Spain. **Hydrobiologia** 209: 169-173.

Koste, W. and Shiel, R.J. 1987. Rotifera from Australian inland waters. II. Epiphanidae and Brachionidae (Rotifera: Monogononta). **Invertebrate Taxonomy** 7: 949-1021.

Koste, W. and Zhuge, Y. 1996. A preliminary report on the occurrence of Rotifera in Hainan. **The Quekett Journal of Microscopy** 37(8): 666-683.

Kotov, A.A. and Sanoamuang, L. 2004. *Ilyocryptus thailandensis* sp. nov. (Cladocera: Anomopoda: Ilyocryptidae) from North Thailand. **International Reviev of Hydrobiologie** 89(2): 206-214.

Kotov, A.A., Maiphae, S. and Sanoamuang, L. 2005. Revision of *Macrothrix paulensis*-like species (Anomopoda, Cladocera, Branchiopoda) in Asia, and phylogeny of the *paulensis*-group. **Archiv for Hydrobiologie Supplement** 151/3: 269-299.

Kutikova, L. and Haberman, J. 1986. Rotifera (*Rotatoria*) of Lake Võrtsjärv. I. Taxonomical and ecological survey. Proc. **Estonian A. Sci. Biology** 35: 113-121.

Lai, H.C. and Fernando, C.H. 1978. The freshwater Calanoida (Crustacea : Copepoda) of Singapore and Peninsular Malaysia. **Hydrobiologia** 61: 113-127.

Lutz, P.E. 1986. **Invertebrate Zoology.** Addison-Wesley Publishing Company, United States of America.

Maas, S. 1994. **Introduction to the Copepoda. International Training Course: 'Lake Zooplankton: a tool in Lake Management'.** University of Ghent, Belgium.

Maas, S., Segers, H. and Decleer, K. 1994. The freshwater Rotifera and Copepoda fauna (Rotifera: Monogononta, Crustacea: Copepoda) of three islands in the Seychelles Archipelago. **Biol. Jaarb. Dodonaea** 62: 169-174.

Mäemets, A., Timm, M. and Nöges, T. 1996. Zooplankton of Lake Peipsi-Pihkva in 1909-1987. **Hydrobiologia** 338: 105-112.

Maiphae, S., Pholpunthin, P. and Dumont, H.J. 2005. Species richness of the Cladocera (Branchiopoda: Anomopoda and Ctenopoda) in southern Thailand, and its complementarity with neighboring regions. **Hydrobiologia** 537: 147-156.

Margalef, R. 1972. Homage to Evalyn Hutchinson, or why is there an upper limit to diversity. **Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences** 44: 211-235. cited in Hajisamae, S., Yeesin, P., Ibrahim, S. and Sirimontaporn, P. 1999. Abundance and diversity of juvenile fishes in Saiburi estuary, Gulf of Thailand. **Songklanakarin Journal of Science and Technology** 21(3): 265-276.

Mc Geachin, R.B. 1977. **Algae fed *Artemia salina* nauplii as a food source for larval *Cynoscion nebulosus*.** M.S. thesis, Texas A&M University, College Station. 39 pp. cited in Stickney, R.R. 1979. **Principles of Warmwater Aquaculture.** John Wiley and Sons. New York.

Meas, S. and Sanoamuang, L. 2006. Rotifer communities in the Cambodian Mekong River Basins. In: **The First International Conference on Science and Technology for Sustainable Development of the Greater Mekong Sub-region.** Abstract book, p. 14. Khon Kaen University, Khon Kaen.

Mengestou, S., Green, J. and Fernando, C.H. 1991. Species composition, distribution and seasonal dynamics of Rotifera in a Rift Valley lake in Ethiopia (Lake Awasa). **Hydrobiologia** 209: 203-214.

Michaloudi, E., Zarfdjian, M. and Economidis, P.S. 1997. The zooplankton of Lake Mikri Prespa. **Hydrobiologia** 351: 77-94.

Mitchell, S.A. 1986. Experiences with outdoor semi-continuous mass culture of *Brachionus calyciflorus* Pallas (Rotifera). **Aquaculture** 51: 289-297.

Mirabdullayef, I.M. and Kuzmetov, A.R. 1997. The genus *Thermocyclops* (Crustacea : Copepoda) in Uzbekistan (Central Asia). **Hydrobiologia** 82: 201-212.

Mouelhi, S., Defaye, D. and Balvay, G. 2000. Présence de *Mesocyclops ogunnus* Onabamiro, 1957 (Crustacea : Copepoda) en Tunisie. **Annuals Limnology** 36(2): 95-99.

Negrea, S. 1983. **Cladocera.** Fauna Republ. Social. Romania 4, Edit. Academ., Bucuresti. Cited in Korovchinsky, N.M. 1996. How many species of Cladocera are there?. **Hydrobiologia** 321: 191-204.

Nogrady, T. and Rowe, T.L.A. 1993. Comparative laboratory studies of narcosis in *Brachionus plicatilis.* **Hydrobiologia** 255/256: 51-56.

Nogrady, T., Wallace, R.L. and Snell, T.W. 1993. **Rotifera vol. 1: Biology, Ecology and Systematics. Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World 4.** SPB Academic Publishing, The Hague.

Nøst, T. and Jensen, J.W. 1997. Crustacean plankton in Høylandet. **Hydrobiologia** 348: 95-111.

Onwudinjo, C.C. and Egborge, A.B.M. 1994. Rotifers of Benin River, Nigeria. **Hydrobiologia** 272: 87-94.

Pechenik, J.A. 1996. **Biology of the invertebrate.** 3rd ed. Brown Publication.

Pechenik, J.A. 2000. **Biology of the invertebrate.** 4th ed. The McGraw-Hill Companies, The United States.

Pejler, B. 1983. Zooplanktonic indicators of trophy and their food. **Hydrobiologia** 101: 111-114.

Pejler, B. and BērzinŠ, B. 1994. On the ecology of Lecane (Rotifera). **Hydrobiologia** 273: 77-80.

Pennak, R.M. 1978. **Fresh-water Invertebrates of the United States.** 2nd ed. John Wiley and Sons, New York.

Pennak, R.M. 1989. **Fresh-water Invertebrates of the United State.** 3rd ed. John Wiley and Sons, New York.

Pholpunthin, P. 1997. Freshwater zooplankton (Rotifera, Cladocera, Copepoda) from Thale-Noi, South Thailand. **Journal of Science Society of Thailand** 23: 23-34.

Pholpunthin, P. and Chittapun, S. 1998. Freshwater Rotifera of the genus *Lecane* from Songkhla Province, southern Thailand. **Hydrobiologia** 387/388: 23-26.

Ponthalith, C. and Sanoamuang, L. 2006. Species diversity and distribution of Cladocerans in Champasak Province, LAO PDR. In: **The First International Conference on Science and Technology for Sustainable Development of the Greater Mekong Sub-region.** Abstract book, p. 85. Khon Kaen University, Khon Kaen.

Por, F.D. and Dimentman, C. 2001. Cyclopoid diversity in the basin of Lake Hula (Israel), after its partial reflooding. **Hydrobiologia** 453/454: 333-339.

Proongkiat, I. and Sanoamuang, S. 2002. The diaptomid copepods (Copepoda, Calanoida) of northern Thailand. In: **The 8th International Conference on Copepoda.** Abstract book, p. 138. Keelung, Taiwan.

Raina, H.S. and K.K. Vass. 1993. Distribution and species composition of zooplankton in Himalayan Ecosystems. **International Revue der Gesamten Hydrobiologia** 78(2): 295-307.

Reddy, Y.R. 1994. **Copepoda: Calanoida: Diaptomidae Key to the genera Heliodiaptomus, Allodiaptomus, Neodiaptomus, Phyllodiaptomus, Eodiaptomus, Arctodiaptomus and Sinodiaptomus.** Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the world 5. SPB Academic Publishing, The Hague.

Reddy, Y.R. 2000a. Amended delimitation of *Mongolodiaptomus* against *Neodiaptomus* and *Allodiaptomus* and redescription of the little know *Mongolodiaptomus uenoi* (Kikuchi, 1936) from Thailand (Copepoda: Calanoida: Diaptomidae). **Hydrobiologia** 418: 99-109.

Reddy, Y.R. 2000b. *Neodiaptomus meggiti* Kiefer, 1932: a rare, South-East Asian species from the Andaman Island, India (Copepoda, Calanoida, Diaptomidae). **Crustaceana** 73(3): 257-272.

Reddy, Y.R. and Radhakrishna, Y. 1984. The calanoid and cyclopoid fauna (Crustacea: Copepoda) of Lake Kolleru South India. **Hydrobiologia** 119: 27-48.

Reddy, Y.R. and Dumont, H. J. 1998. A review of the genus *Eodiaptomus* Kiefer, 1932, with the description of *E. Sanoamuangae* n. sp. from Thailand, and a redescription of *E. lumholtzi* (Sars, 1889) from Australia (Copepoda, Calanoida). **Hydrobiologia** 361: 169-189.

Reddy, Y.R. and Dumont, H. J. 1999. Redescription of *Heliodiaptomus elegans* Kiefer, 1935, a rare south-east Asian calanoid copepod. **Hydrobiologia** 94: 145-152.

Reddy, Y.R., Sanoamuang, L. and Dumont, H. J. 1998. A note on the Diaptomidae of Thailand, including redescription of three species and description of a new species (Copepoda, Calanoida). **Hydrobiologia** 361: 201-223.

Reid, J.W. and Ishida, T. 2000. Itocyclops a new genus proposed for *Speocyclops yezoensis* (Copepoda: Cyclopoida: Cyclopoidae). **Journal of Crustacean Biology** 20(3): 589-596.

Rico-Martinez, R. and Silva-Briano, M. 1993. Contribution to the knowledge of the rotifer of Mexico. **Hydrobiologia** 255/256: 467-474.

Rocha, C.E.F. 1984. Four new species of *Halicyclops* Norman, 1903 (Copepoda, Cyclopoida) from Brazil. **Hydrobiologia** 119: 107-117.

Rocha, C.E.F. and Iliffe, T.M. 1994. *Troglocyclops janstocki*, new genus, new species, a very primitive cyclopoid (Copepoda, Cyclopoida) from an anchialine cave in the Bahamas. **Hydrobiologia** 292/293: 105-111.

Ruppert, E.E. and Barnes, R.D. 1994. **Invertebrate Zoology.** 6th ed. Harcourt College Publisher, Forth Worth.

Sarma, S.S.S. and Nandini, S. 2001. Life table demography and population growth of *Brachionus variabilis* Hempel, 1896 in relation to *Chlorella vulgaris* densities. **Hydrobiologia** 446/447: 75-83.

Samraoui, B., Segers, H., Maas, S., Baribwegure, D. and Dumont, H.J. 1998. Rotifera, Cladocera, Copepoda, and Ostracod from coastal wetlands in northeast Algeria. **Hydrobiologia** 386: 183-193.

Sanoamuang, L. 1993a. The effect of temperature on morphology, life history and growth rate of *Filinia terminalis* (Plate) and *Filinia* cf. *pejleri* Hutchinson in culture. **Freshwater Biology** 30: 257-267.

Sanoamuang, L. 1993b. Comparative studies on scanning electron microscopy of trophi of the *Filinia* Bory De St. Vincent (Rotifera). **Hydrobiologia** 264: 115-128.

Sanoamuang, L. 1996. *Lecane segersi* n. sp. (Rotifera, Lecanidae) from Thailand. **Hydrobiologia** 339: 23-25.

Sanoamuang, L. 1998a. Rotifera of some freshwater habitats in the floodplain of the River Nan, Northern Thailand. **Hydrobiologia** 387/388: 27-33.

Sanoamuang, L. 1998b. Contributions to the knowledge of the Cladocera of north-east Thailand. **Hydrobiologia** 362: 45-53.

Sanoamuang, L. 1999. Species composition and distribution of freshwater Calanoida and Cyclopoida (Copepoda) of northeast Thailand In: **Crustaceans and Biodiversity Crisis Vol. I.**, F.R. Schram and J.C.V. Klein (Eds.). pp. 217-230. Brill Academic publishers.

Sanoamuang, L. 2001a. Distributions of three *Eodiaptomus* species (Copepoda: Calanoida) in Thailand, with a redescription of *E. draconisignivomi* Brehm, 1952. **Hydrobiologia** 453/454: 565-567.

Sanoamuang, L. 2001b. *Eodiaptomus phuphanensis* n. sp., a new freshwater copepod from the Phuphan National Park, Thailand. **Hydrobiologia** 86: 587-593.

Sanoamuang, L. 2001c. *Mongolodiaptomus dumonti n. sp.*, a new freshwater copepod (Calanoida, Diaptomidae) from Thailand. **Hydrobiologia** 448: 41-52.

Sanoamuang, L. 2001d. The rotifer fauna of Lake Kud-Thing, a shallow lake in Nong Khai Province, northeast Thailand. **Hydrobiologia** 446/447: 297-304.

Sanoamuang, L. 2004. *Heliodiaptomus phuthaiorum* n. sp., a new freshwater copepod (Calanoida, Diaptomidae) from temporary ponds in northeast Thailand. **International Reviev of Hydrobiologie** 89(4): 392-406.

Sanoamuang, L. 2005. The Anomopoda and Ctenopoda (Cladocera) of Lake Kud-Thing in Nong Khai Province, northeast Thailand. In: **VIIth International Symposium on Cladocera.** Abstract book, p. 40. Herzberg, Switzerland.

Sanoamuang, L. and Athibai, S. 2002. A new species of *Neodiaptomus* (Copepoda, Diaptomidae) from temporary waters in northeast Thailand. **Hydrobiologia** 489: 71-82.

Sanoamuang, L., Lekchan, S. and Tungpunyaporn, P. 2002. Diaptomid copepods in temporary waters of northeast Thailand. In: **The 8th International Conference on Copepoda.** Abstract book, p. 148. Keelung, Taiwan.

Sanoamuang, L. and Savatenalinton, S. 1999. New records of rotifers from Nakhon Ratchasima Province, north-east Thailand, with a description of *Lecane baimaii* n.sp. **Hydrobiologia** 412: 95-101.

Sanoamuang, L. and Savatenalinton, S. 2001a. New records of rotifers from Nakhon Ratchasima province, northeast Thailand, with a description of *Lecane baimaii* n.sp. **Hydrobiologia** 412: 95-101.

Sanoamuang, L. and Savatenalinton, S. 2001b. The rotifer fauna of Lake Kud-Thing, a shallow lake in Nong Khai province, northeast Thailand. **Hydrobiologia** 446/447: 297-304.

Sanoamuang, L. and Segers, H. 1997. Additions to the *Lecane* fauna (Rotifera: Monogononta) of Thailand. **International Revue der Gesamten Hydrobiologia** 82: 525-530.

Sanoamuang, L. and Segers, H. and Dumont, H.J. 1995. Additions to the rotifers fauna of southeast Asia: new and rare species from northeast Thailand. **Hydrobiologia** 313/314: 35-45.

Sanoamuang, L. and Stout, V.M. 1993. New records of rotifers from the South Island lakes, New Zealand. **Hydrobiologia** 255/256: 481-490.

Sanoamuang, L. and Sivongxay, N. 2005. Description of *Eodiaptomus phuvongi* n.sp. (Copepoda, Calanoida) from Thailand and Laos. **Crustaceana** 77(10): 1223-1236.

Sanoamuang, L. and Teeramaethee, J. 2006. *Phyllodiaptomus thailandicus*, a new freshwater copepod (Copepoda, Calanoida, Diaptomidae) from Thailand. **Crustaceana** 79(4): 475-487.

Sanoamuang, L. and Yindee, W. 2001. A new species of *Phyllodiaptomus* (Copepoda : Diaptomidae) from northeast Thailand. **Crustaceana** 74(5): 435-448.

Schmid-Araya, J.M. 1993. Rotifer communities from some Araucanian lakes of southern Chile. **Hydrobiologia** 255/256: 397-409.

Segers, H. 1993a. Rotifera of some lakes in the floodplain of the River Niger (Imo State, Nigeria). I. New species and other taxonomic considerations. **Hydrobiologia** 250: 39-61.

Segers, H. 1993b. Rotifera of some lakes in the floodplain of the River Niger (Imo State, Nigeria). II. Faunal composition and diversity. **Hydrobiologia** 250: 63-71.

Segers, H. 1994. **Rotifera. Volume 2: The Lecanidae (Monogononta).** Guide to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world 5. SPB Academic Publishing, The Hague.

Segers, H. 1995. Nomenclatural consequences of some recent studies on *Brachionus plicatilis* (Rotifera, Brachionidae). **Hydrobiologia** 313/314: 121-122.

Segers, H. 1996a. The biogeography of littoral *Lecane* Rotifera. **Hydrobiologia** 323: 169-197.

Segers, H. 1996b. *Scaridium elongatum* n.sp., a new monogonont rotifer from Brazil. **Belgian Journal of Zoology** 126: 57-63.

Segers, H. 1997. Contribution to a revision of *Floscularia* Cuvier, 1798 (Rotifera: Monogononta): notes on some Neotropical taxa. **Hydrobiologia** 354: 165-175.

Segers, H. 1998. Notes on the taxonomy and distribution of the interstitial rotifera from a dune pool. **Belgian Journal of Zoology** 128: 35-47.

Segers, H. 2001. Zoogeography of the Southeast Asain Rotifera. **Hydrobiologia** 446/447: 233-246.

Segers, H. 2002. The nomenclature of the Rotifera annotated checklist of valid family- and genus-group names. **Journal of Natural History** 36: 631-640.

Segers, H. and Babu, S. 1999. Rotifera from a high-altitude lake in Southern India, with a note on the taxonomy of *Polyarthra* Ehrenberg, 1834. **Hydrobiologia** 405: 89-93.

Segers, H. and Baribwegure, D. 1996. On *Lecane tanganyikae* new species (Rotifera: Monogononta, Lecanidae). **Hydrobiologia** 324: 179-182.

Segers, H. and Chittapun, S. 2001. The interstitial Rotifera of a tropical freshwater peat swamp on Phuket Island, Thailand. **Belgium Journal of Zoology** 131(2): 65-71.

Segers, H. and De Meester, L. 1994. Rotifera of Papua New Guinea, with the description of a new *Scaridium* Ehrenberg, 1830. **Archiv for Hydrobiologie Supplement** 131(1): 111-125.

Segers, H., De Smet, W. and Bonte, D. 1996. Description of *Lepadella deridderae deridderae* n. sp., n. subsp. and *L. deridderae alaskae* n. sp., n. subsp. (Rotifera: Monogononta, Colurellidae). **Belgium Journal of Zoology** 126: 117-122.

Segers, H. and Dumont, H.J. 1995. 102+ rotifer species (Rotifera: Monogononta) in Broa reservoir (SP., Brazil) on 26 August 1994, with the description of three new species. **Hydrobiologia** 316: 183-197.

Segers, H., Emir, N. and Mertens, J. 1992. Rotifera from north and northeast Anatolia (Turkey). **Hydrobiologia** 245: 179-189.

Segers, H., Kotethip, W. and Sanoamuang, L. 2004. Biodiversity of freshwater microfauna in the floodplain of the River Mun, northeast Thailand: the Rotifera monogononta. **Hydrobiologia** 515: 1-9.

Segers, H., Mbogo, D.K. and Dumont, H.J. 1994. New Rotifera from Kenya, with a revision of the Ituridae. **Zoological Journal of the Linnean Society** 110: 193-206.

Segers, H. and Mertens, J. 1997. New Rotifera from the Korup National Park, Cameroon. **Journal of Natural History** 31: 663-668.

Segers, H., Nwadiaro, C.S. and Dumont, H.J. 1993. Rotifera of some lakes in the floodplain of the river Niger (Imo State: Nigeria), II. Faunal composition and diversity. **Hydrobiologia** 250: 63-71.

Segers, H. and Pholpunthin, P. 1997. New and rare Rotifera from Thale-Noi Lake, Pattalung Province, Thailand, with a note on the taxonomy of *Cephalodella* (Notommatidae). **Annales de Limnologie** 33(1): 13-21.

Segers, H. and Rong, S. 1998. Two new Species of *Keratella* (Rotifera: Monogononta: Brachionidae) from Inner Mongolia, P.R. China. **Hydrobiologia** 382:175-181.

Segers, H. and Sanoamuang, L. 1994. Two more new species of *Lecane* (Rotifera, Monogononta) from Thailand. **Belgium Journal of Zoology** 124: 39-46.

Segers, H., Santos-Silva, E.N. and Oliveira-Neto, A.L. 1993. New and rare species of *Lecane* and *Lepadilla* (Rotifera: Lecanidae: Colurellidae) from Brazil. **Belgium Journal of Zoology** 123: 113-121.

Segers, H. and Sarma, S.S.S. 1993. Notes on some new or little known Rotifera from Brazil. **Rev. Hydrobiol. Trop.** 26(3): 175-185.

Segers, H., Sarma, S.S.S., Kakkassery, F.K. and Nayar, C.K.G. 1994. New records of Rotifera from India. **Hydrobiologia** 287: 251-258.

Segers, H. and Wang, Q. 1997. On a new species of *Keratella* (Rotifera: Monogononta: Brachionidae). **Hydrobiologia** 344: 163-167.

Sharma, B.K. and Sharma, S. 1997. Lecanid rotifers (Rotifera: Monogononta: Lecanidae) from North-Eastern India. **Hydrobiologia** 356: 157-163.

Sharma, B.K. and Sharma, S. 2001. Biodiversity of Rotifera in some tropical floodplain lakes of the Brahmaputra river basin, Asma (N.E. India). **Hydrobiologia** 446/447: 305-313.

Shiel, R.J. 1993. Rotifera from Australian inland waters. IX. Gastropodidae, Synchaetidae, Asplanchnidae (Rotifera: Monogononta). **Transactions of the Royal Society of South Australia** 117(3): 111-139.

Shiel, R.J. 1995. **A guide to identification of Rotifers, Cladocerans and Copepods from Australian inland waters.** Cooperative Research Centre for Freshwater Ecology, Identification No.3, Murray-Darling Freshwater Research Centre, Albury, Australia.

Shiel, R.J. and Koste, W. 1979. Rotifera recorded from Australia. **Transactions of the Royal Society of South Australia** 103(3): 57-68.

Shiel, R.J. and Koste, W. 1992. Rotifera from Australian inland waters. VIII. Trichocercidae (Monogononta). **Transactions of the Royal Society of South Australia** 116(1): 1-27.

Shiel, R.J. and Sanoamuang, L. 1993. Trans-Tasman variation in Australasian *Filinia* populations. **Hydrobiologia** 255/256: 455-462.

Shirota, A. 1966. **The plankton of South Vietnam-fresh water and marine plankton.** Overseas Technical Corporation Agency, Japan.

Silva, E.N.S., Kakassery, F.K., Mass, S. and Dumont, H.J. 1994. *Keraladiaptomus rangareddyi* a new genus and new species of Diaptomidae (Copepoda, Calanoida, Diaptomidae) from a temporary pond in Mattam, Kerala State, India. **Hydrobiologia** 288: 119-128.

Sinev, A.Y. 1998. *Alona ossiani* sp. n., a new species of the *Alona affinis* complex from Brazil, deriving from the collection of G.O. Sars (Anomopoda: Chydoridae). **Arthropoda Selecta** 7(2): 103-110.

Sinev, A.Y. 1999a. *Alona werestschagini* sp. n., a new species of the genus *Alona* Baird, 1843 related to *A. guttata* Sars, 1862 (Anomopoda: Chydoridae). **Arthropoda Selecta** 8(1): 23-30.

Sinev, A.Y. 1999b. *Alona costata* Sars, 1862 versus related palaeotropical species: the first example of close relations between species with a different number of main head pores among Chydoridae (Crustacea: Anomopoda). **Arthropoda Selecta** 8(3): 131-148.

Sinev, A.Y. 2004. Armatalona gen. n.-a new genus of subfamily Aloninae (Anomopoda, Chydoridae), separated from genus *Alona* Baird, 1840. **Hydrobiologia** 520: 29-47.

Sinev, A.Y. and Hollwedel, W. 2002. *Alona brandorffi* sp. n. (Crustacea: Anomopoda: Chydoridae)-a new species from Brazil, related to *A. verrucosa* Sars, 1901. **Hydrobiologia** 472: 131-140.

Sirimongkonthaworn, R. 1997. **Freshwater zooplankton from inland waters in Northeast Thailand.** End-of-Course Report. International Training Course Lake Zooplankton: A Tool in Management 1996-1997. Ghent, Belgium.

Sladecek, V. 1983. Rotifers as indicators of water quality. **Hydrobiologia** 100: 169-201.

Smirnov, N.N. 1974. **Fauna of the U.S.S.R.: Crustacea 1.** Keter Press, Jerusalem.

Smirnov, N.N. 1996. **Cladocera: the Chydorinae and Sayciinae (Chydoridae) of the World.** Guide to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the world 11. SPB Academic Publishing, The Hague.

Smirnov, N.N. and De Meester, L. 1996. Contributions to the Cladocera fauna from Papua New Guinea. **Hydrobiologia** 317: 65-68.

Smirnov, N.N. and Timms, B.V. 1983. **A Revision of the Australian Cladocera (Crustacea).** Records of the Australian Museum.

Smith, D.G. 2001. **Pennak's Freshwater Invertebrates of the United States: Porifera to Crustacea.** 4th ed. John Wiley and Sons, New York.

Sørensen, M.V. 1998. Marine Rotifera from a sandy beach at Disko Island, West Greenland, with the description of *Encentrum porsildi* n. sp. and *Notholca angakkoq* n. sp. **Hydrobiologia** 386: 153-165.

Stepanova, L.A. 1994. *Arctodiaptomus naurzumensis* n. sp. (Copepod, Calanoida) from north Kazakhstan. **Hydrobiologia** 288: 129-134.

Swadling, K.M., Gibson, J.A.E., Pienitz, R. and Vincent, W.F. 2001. Biogeography of copepods in lakes and ponds of subarctic Québec, Canada. **Hydrobiologia** 453/454: 341-350.

Sze, P. 1998. **Biology of the Algae.** McGraw-Hill, USA.

Theilacker, G.H. and McMaster, M.F. 1971. Mass culture of the rotifer *Brachionus plicatilis* and its evaluation as a food for larval anchovies. **Marine Biology** 10: 183-188.

Turki, S. and Abed, E.A. 1999. New data on Copepoda Calanoida and Cyclopoida from Tunisian continental waters. **Crustaceana** 72 (2): 157-168.

Turner, P.N. 1990. Some rotifers from coastal lakes Brazil, with description of a new rotifer, *Lepadella* (*Xenolepadella*) *curvicaudata* n.sp. **Hydrobiologia** 208: 141-152.

Turner, P.N. 1996. Preliminary data on rotifers in the interstitial of the Ninnescah river, Kansas, USA. **Hydrobiologia** 319: 179-184.

Tuyor, J.B. and Segers, H. 1999. Contribution to the knowledge of the Phillipine freshwater zooplankton: New records of monogonont Rotifera. **International Revue der Gesamten Hydrobiologia** 84: 175-180

Ueda, H., Ishida, T. and Imai, J. 1996. Planktonic cyclopoid copepods from small ponds in Kyushu, Japan. I. Subfamaly Eucyclopinae with descriptions of micrcharacters on appendages. **Hydrobiologia** 333: 45-56.

Ueno, M. 1966. Freshwater zooplankton of Southeast Asia. **S. E. Asian Study** 3: 94-109. อ้างถึงใน ละออศรี เสนาะเมือง. 2545. **แพลงก์ตอนสัตว์น้ำจืด: คาลานอยด์โคพีพอดในประเทศไทย.** โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา, ขอนแก่น.

Vasconcelos, V.M. 1994. Seasonal fluctuation of planktonic rotifers in Azibo reservoir (Portugal). **Hydrobiologia** 294: 177-184.

Virro, T. 1996. Taxonomic composition of rotifers in Lake Peipsi. **Hydrobiologia** 338: 125-132.

Vlaardingerbroek, B. 1985. Limnological characteristics of Surinumu reservoir (Papua New Guinea). **Ekologia** 1: 83-86. cited in Segers, H. and De Meester, L. 1994. Rotifera of Papua New Guinea, with the description of a new *Scaridium* Ehrenberg, 1830. **Arch. Hydrobiol.** 131(1): 111-125.

Watanabe, T., Kitajama, C. and Fujita, S. 1983. Nutritional value of live organisms used in Japan for mass propagation of fish: a review. **Aquaculture** 34: 115-143.

Williamson, C.E. 1991. Copepoda In : **Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates.** Academic Press.

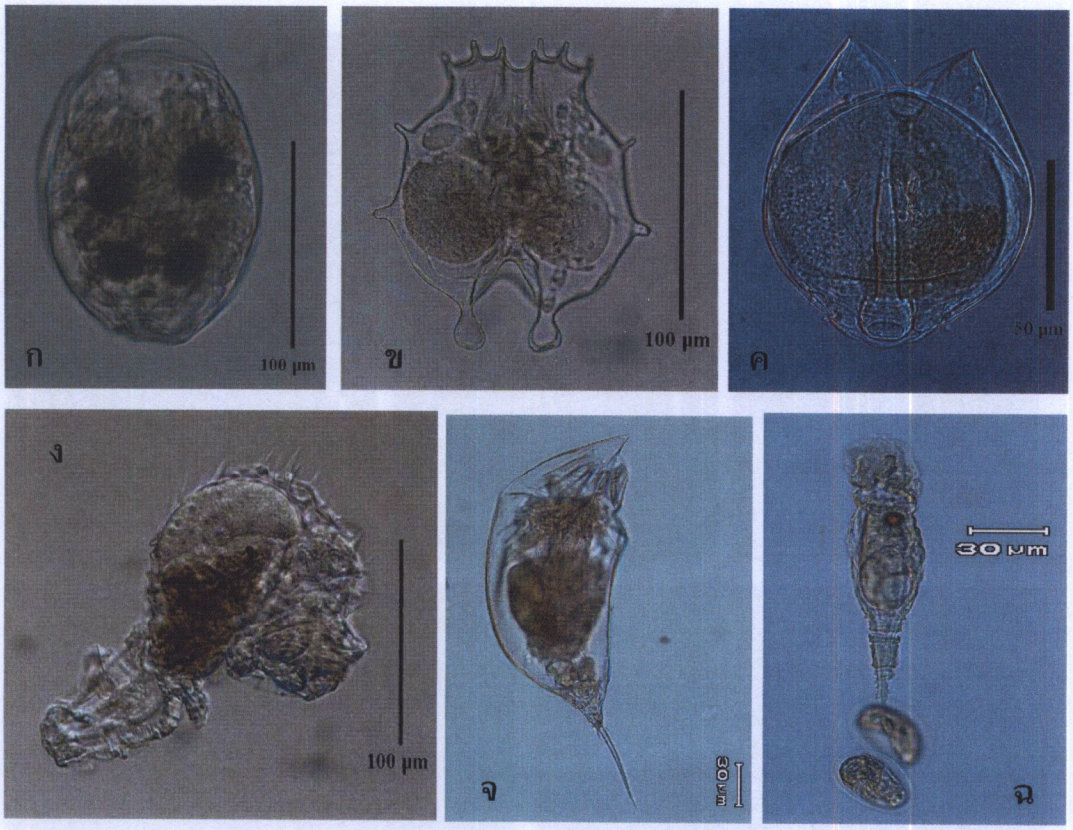
Zarfdjian, M.H., Vranovsky, M. and Economidis, P.S. 1990. The planktonic invertebrates of Lake Volvi (Macedonia, Greece). **International Revue der Gesamten Hydrobiologia** 75: 403-412.

Zhuge, Y., Kutikova, L.A. and Sudzuki, M. 1998. *Notholca dongtingensis* (Rotifera: Monogononta: Brachionidae), a new species from Dongting Lake, China. **Hydrobiologia** 368: 37-40.

Zoppi de Roa, E. and Vasquez, W. 1991. Additional cladoceran records for Mantecal and new for Venezuela. **Hydrobiologia** 225: 45-62.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
ภาพโรติเฟอร์บางสปีชีส์ที่พบในการศึกษาครั้งนี้



ภาพที่ 50 ชนิดของโรติเฟอร์ที่พบ

ก. *Ascomorpha ovalis* (Bergendal)

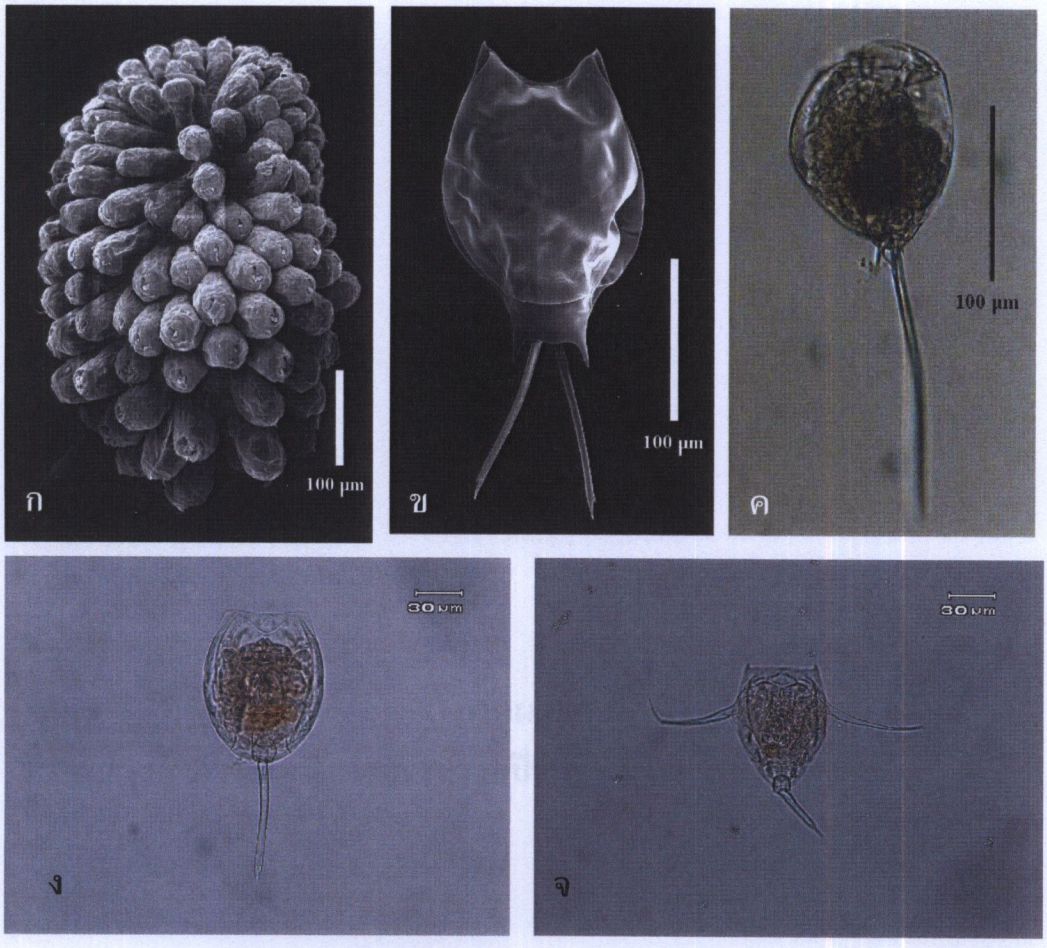
ข. *Brachionus donneri* Brehm

ค. *Lecane bulla* (Gosse)

ง. *Sinantherina spinosa* (Thorpe)

จ. *Trichocerca capucina* Wierzejski and Zacharias

ฉ. *Collotheca* cf. *trilobata*



ภาพที่ 51 ภาพถ่ายโรติเฟอร์จากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดและกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง

ก. *Conochilus* sp.

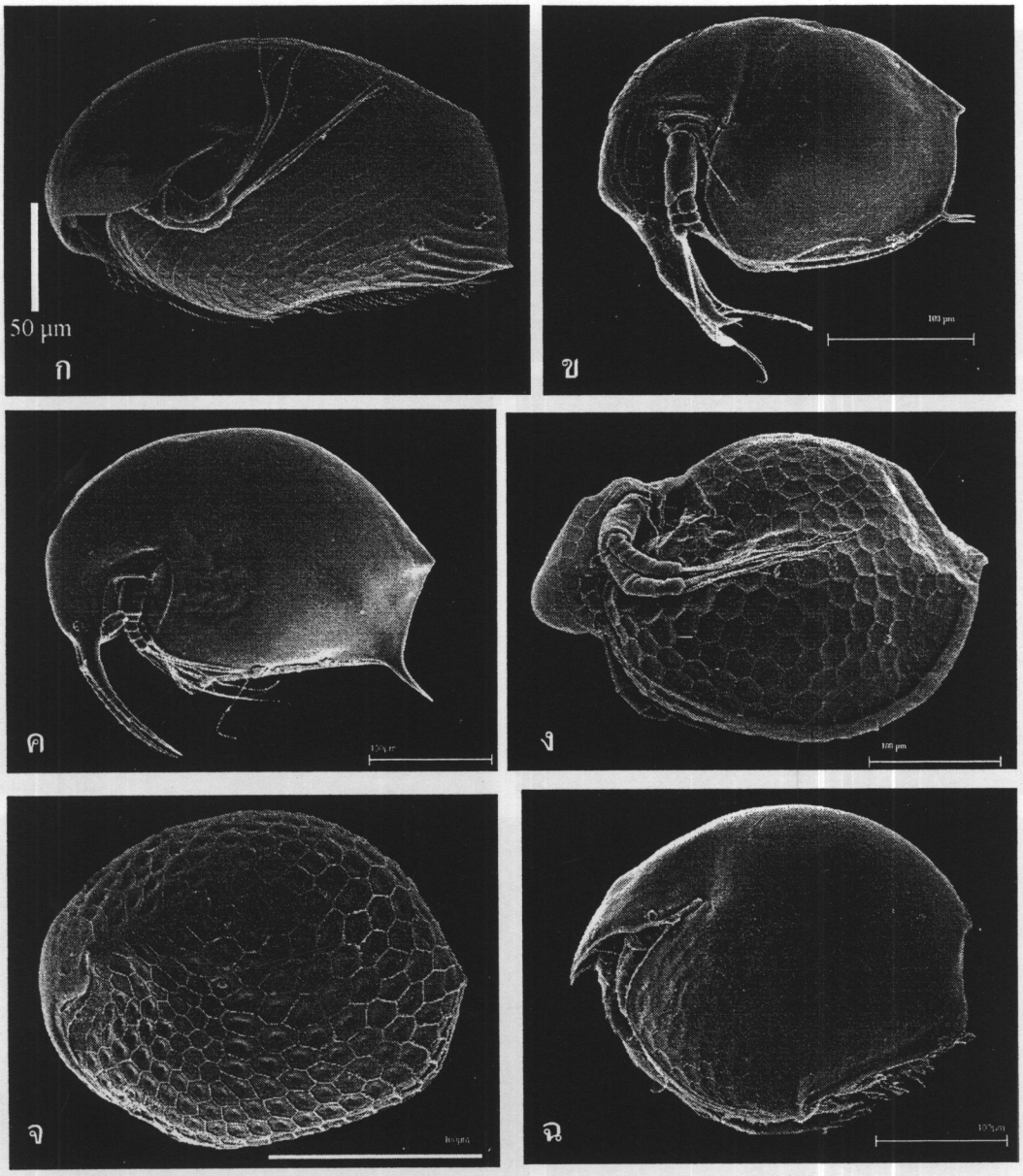
ข. *Lecane leontina* (Turner)

ค. *Trichocerca flagellata* Hauer

ง. *Lecane lunaris* (Ehrenberg)

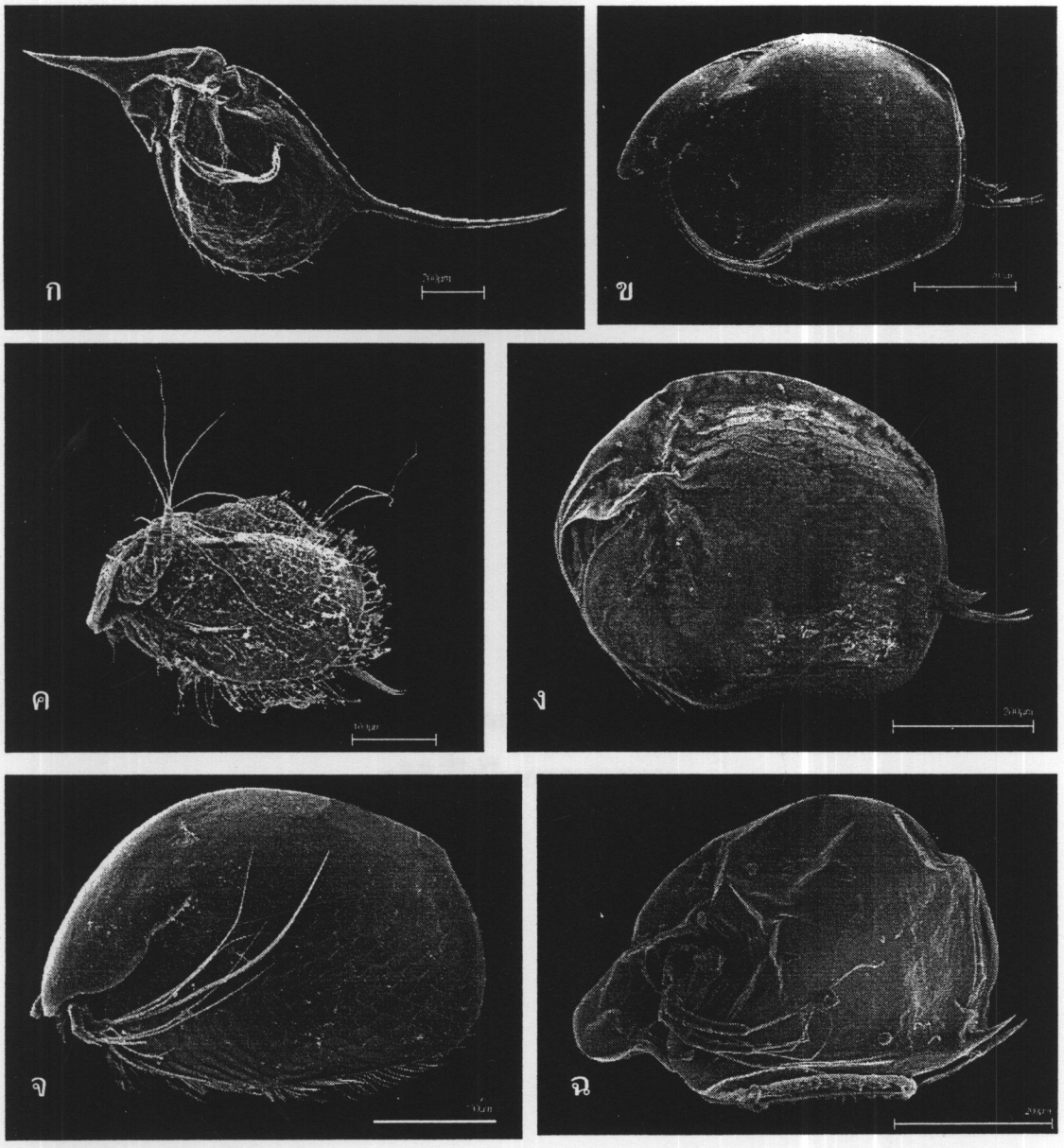
จ. *Lecane monostyla* (Daday)

ภาคผนวก ข
ภาพคลาโดเซอราบางสปีชีส์ที่พบในการศึกษาครั้งนี้



ภาพที่ 52 ภาพถ่ายคลาโดเซอราจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

ก. *Alonella excisa* (Fischer)
ข. *Bosminopsis deitersi* Richard
ค. *Bosmina meridionalis* Sars
ง. *Ceriodaphnia cornuta* Sars
จ. *Chydorus reticulatus* Daday
ฉ. *Ephemeroporus barroisi* (Richard)



ภาพที่ 53 ภาพถ่ายคลาโดเซอราจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

ก. *Daphnia lumholtzi* Sars

ข. *Euryalona orientalis* (Daday)

ค. *Ilyocryptus spinifer* Herrick

ง. *Kurzia brevilabris* Rajapaksa and Fernando

จ. *Karualona karua* (King)

ฉ. *Scapholeberis kingi* Sars

ภาคผนวก ค
สถิติที่ใช้ในการทดสอบ

สถิติที่ใช้ในการทดสอบ

1. Friedman test

1.1 สมมติฐานในการทดสอบ

H_0: การพบชนิดและความชุกชุมของโรติเฟอร์ คลาโดเซอรา และโคพีพอดที่พบในแต่ละฤดูกาลของรอบปีไม่มีความแตกต่างกัน

H_1: การพบชนิดและความชุกชุมของโรติเฟอร์ คลาโดเซอรา และโคพีพอดที่พบในแต่ละฤดูกาลของรอบปีมีความแตกต่างกัน

1.2 สถิติทดสอบ:

$$Fr = \frac{12}{bk(k+1)} \sum_{i=1}^{k} (Rj)^2 - 3b(k+1)$$

1.3 เกณฑ์การตัดสินใจ: จะปฏิเสธ H_0 ที่ระดับ Fr ใดๆ ถ้า $Q > X^2_{(k-1),\alpha}$

สำหรับการเปรียบเทียบเชิงซ้อนโดยวิธีของ Dunn โดยจะสรุปว่าสิ่งทดลองคู่ที่ i และ j แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ α ถ้า

$$\left| R_i - R_j \right| \geq Z_{[\alpha/k(k-1)]} \sqrt{\frac{bk(k+1)}{6}}$$

2. Wilcoxon Sign Rank test

2.1 สมมติฐานในการทดสอบ

H_0: ชนิดและความชุกชุมของโรติเฟอร์ คลาโดเซอรา และโคพีพอดที่พบในฤดูกาลเดียวกันของสองปีไม่มีความแตกต่างกัน

H_1: ชนิดและความชุกชุมของโรติเฟอร์ คลาโดเซอรา และโคพีพอดที่พบในฤดูกาลเดียวกันของสองปีมีความแตกต่างกัน

2.2 สถิติทดสอบ:

$$T = \min(T+, T-) \leq t_{n,\alpha/2}$$

เมื่อ $t_{n,\alpha/2}$ เปิดจากตาราง A1 ที่ทำให้ $P[T \leq t_{n,\alpha/2}] = \frac{\alpha}{2}$

2.3 เกณฑ์การตัดสินใจ: จะปฏิเสธ H_0 ที่ระดับ α ใดๆ ถ้า $T = \min(T+, T-) \leq t_{n,\alpha/2}$

3. Correlation Analysis ข้อมูลของประชากรไม่มีการแจกแจงแบบปกติ

3.1 สมมติฐานในการทดสอบ

H_0: ความชุกชุมของโรติเฟอร์ คลาโดเซอรา และโคพีพอดไม่มีความสัมพันธ์กับปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของน้ำ

H_1: ความชุกชุมของโรติเฟอร์ คลาโดเซอรา และโคพีพอดมีความสัมพันธ์กับปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการของน้ำ

3.2 สถิติทดสอบ (Spearman Correlation Coefficient; r_s)

$$r_s = 1 - \frac{6SR}{n(n^2-1)}$$,เมื่อ n เป็นจำนวนคู่ และ r_s มีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง +1

3.3 เกณฑ์การตัดสินใจ: จะปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ α ใดๆ ถ้า p-value of $r_s < \alpha$

4. Test of homogeneity

4.1 สมมติฐานในการทดสอบ

H_0: ความหลากชนิดและความชุกชุมของโรติเฟอร์ คลาโดเซอรา และโคพีพอดที่พบใน 2 บึงเหมือนกัน

H_1: มีอย่างน้อย 1 ประชากรของโรติเฟอร์ คลาโดเซอรา และโคพีพอดที่ความหลากชนิดและความชุกชุมที่พบใน 2 บึงมีลักษณะแตกต่างกัน

4.2 สถิติทดสอบ:

$$X^2 = \sum_j^k \sum_i^a \frac{(x_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}} \quad \text{เมื่อ } E_{ij} = \frac{n_j x_{oi}}{n}$$

4.3 เกณฑ์การตัดสินใจ: จะปฏิเสธ H_0 ถ้า X^2 ที่คำนวณได้ในข้อ 2 $\geq X^2_{\alpha, (a-1)(k-1)}$

5. Kruskal Wallis test

5.1 สมมติฐานในการทดสอบความแตกต่างของค่ากลางหลายประชากรโดยข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบปกติ หรือความแปรปรวนของข้อมูลในแต่ละประชากรไม่เท่ากัน (ให้ M1, M2, M3 เป็นมัธยฐานของการเจริญเติบโตของโรติเฟอร์ในแต่ละชนิดของแพลงก์ตอนพืชและแต่ละระดับความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช)

H_0: M1 = M2 = M3

H_1: มีมัธยฐานอย่างน้อย 1 ค่าที่แตกต่างกัน

5.2 สถิติทดสอบ:

$$H = \frac{12}{n(n+1)} \sum_j^k \frac{R_j^2}{n_j} - 3(n+1)$$

5.3 เกณฑ์การตัดสินใจ: จะปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ α ใดๆ ถ้า $H_0 > X^2_{\alpha, (k-1)}$

สำหรับการเปรียบเทียบเชิงซ้อนโดยวิธีของ Dunn โดยจะสรุปว่าสิ่งทดลองคู่ที่ i และ j แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ α ถ้า

$$\left|\overline{R}_i - \overline{R}_j\right| \geq Z_{[\alpha/k(k-1)]}\sqrt{\frac{N(N+1)}{12}\left(\frac{1}{n_i}+\frac{1}{n_j}\right)} \quad ; N = n_1 + n_2 + \ldots\ldots + n_k$$

การเผยแพร่ผลงานวิทยานิพนธ์

1. จิตรา ตีระเมธี ละออศรี เสนาะเมือง และอโนทัย ตรีวานิช. 2547. ความหลากชนิดของคลาโดเซอราในพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์ และบึงโขงหลง จังหวัดหนองคาย. ใน: **การประชุมทางวิชาการเสนอผลงานวิทยานิพนธ์ครั้งที่ 6 (ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ)**. (หน้า 13-14). ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
2. จิตรา ตีระเมธี ละออศรี เสนาะเมือง และอโนทัย ตรีวานิช. 2547. ความหลากชนิดและความชุกชุมของคลาโดเซอราในพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์ และบึงโขงหลง จังหวัดหนองคาย. ใน: **บทคัดย่อโครงการวิจัย การประชุมวิชาการประจำปีโครงการ BRT ครั้งที่ 8.** วิสุทธิ์ ใบไม้ และรังสิมา ตัณฑเลขา (บรรณาธิการ). หน้า 16. สุราษฎร์ธานี.
3. จิตรา ตีระเมธี ละออศรี เสนาะเมือง และอโนทัย ตรีวานิช. 2548. ชุมชนของโรติเฟอร์ในพื้นที่ชุ่มน้ำบึงโขงหลง จังหวัดหนองคาย. ใน: **บทคัดย่อโครงการวิจัย การประชุมวิชาการประจำปีโครงการ BRT ครั้งที่ 9.** วิสุทธิ์ ใบไม้ และรังสิมา ตัณฑเลขา (บรรณาธิการ). หน้า 47. (รางวัลโปสเตอร์ดีเด่น).
4. จิตรา ตีระเมธี อโนทัย ตรีวานิช และละออศรี เสนาะเมือง. 2549. ความหลากชนิดและความชุกชุมของโรติเฟอร์ในพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์. **วารสารวิจัย มข.** 11(3): 191-202.
5. จิตรา ตีระเมธี ละออศรี เสนาะเมือง และอโนทัย ตรีวานิช. 2549. อิทธิพลของปัจจัยทางกายภาพและเคมีบางประการที่มีผลต่อความชุกชุมของโรติเฟอร์ในพื้นที่ชุ่มน้ำบึงโขงหลง จังหวัดหนองคาย. ใน: **บทคัดย่อโครงการวิจัย การประชุมวิชาการประจำปีโครงการ BRT ครั้งที่ 10.** วิสุทธิ์ ใบไม้ และรังสิมา ตัณฑเลขา (บรรณาธิการ). หน้า 69. กระบี่.
6. Teeramaethee, J. and Sanoamuang, L. 2005. Biodiversity and abundance of Cladocera (Anomopoda and Ctenopoda) in Bueng Boraphet, a shallow lake in northern Thailand. In: **VIIth International Symposium on Cladocera.** p. 47. Herzberg, Switzerland.