

วงจรชีวิตของ *Ichthyophthirius multifiliis* และรูปแบบโปรตีนจากซีรัมของปลาทอง
(*Carassius auratus*) ที่เป็นโรคจุดขาว

Life Cycle of *Ichthyophthirius multifiliis* and Serum Protein Patterns
from White Spot Diseased Goldfish (*Carassius auratus*)

นิรัติศัย เพชรสุภา¹ อีรวุฒิ เลิศสุทธิขวาล²

¹ แผนกวิชาเทคโนโลยีการประมง ภาควิชาเทคโนโลยีและการอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี อ. เมือง จ.ปัตตานี

² สาขาวิชาประมง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย อ.ทุ่งสง จ.นครศรีธรรมราช

บทคัดย่อ

โรคจุดขาวในปลาทองเกิดจาก *Ichthyophthirius multifiliis* สามารถติดต่อจากปลาที่เป็นโรคไปสู่ปลาปกติได้ภายใน 2 วัน วงจรชีวิตของปรสิตชนิดนี้ใช้เวลา 4 วันในการพัฒนาจากระยะ trophont ในผิวหนังระหว่างชั้น dermis และ epidermis ของปลาที่เป็นโรค โดยพัฒนาเป็นระยะ tomont และออกจากตัวปลาตกสู่พื้น แล้วมีการสร้าง จากนั้นมีการแบ่งตัวภายในเป็นตัวอ่อนระยะ ciliophore จำนวนมาก จนกระทั่งเซลล์แม่แตก ตัวอ่อนระยะดังกล่าว จะออกมาจากเกราะ เป็นตัวอ่อนระยะ theront ตัวอ่อนระยะนี้ว่ายน้ำเข้าเกาะปลาตัวใหม่ ตัวอ่อนระยะ theront จะพัฒนาเป็นระยะ trophont ได้ผิวหนังระหว่างชั้น dermis และ epidermis ของปลาตัวใหม่ เมื่อเวลาผ่านไป 4 วัน เมื่อนำซีรัมจากปลาที่ติดโรคจุดขาวมาศึกษาในรูปแบบโปรตีนโดยเทคนิคอิเล็กโทรโฟรีซิส (SDS-PAGE) พบว่า มีแถบโปรตีนจากซีรัมของปลาเป็นโรคที่แตกต่างจากซีรัมของปลาปกติคือ แถบโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุล 36 kDa ซึ่งความแตกต่างของแถบโปรตีนนี้อาจแสดงถึงแอนติบอดี (antibody) ที่ปลาทองได้สร้างขึ้นเมื่อปลามีการเข้าเกาะของ *I. multifiliis* แถบโปรตีนนี้จึงน่าสนใจที่จะนำไปศึกษาต่อเพื่อหาแอนติเจน (antigen) ที่เข้ากับแอนติบอดีจากแถบโปรตีนนี้ซึ่งนำไปสู่การพัฒนาเพื่อผลิตวัคซีนต่อไป

Abstract

White spot disease caused by *Ichthyophthirius multifiliis* can be transmitted from diseased goldfish to normal goldfish within two days. Life cycle started from trophont beneath dermis and epidermis of the skin of infected fish to tomont, theront and trophont in new host within four days. Serum of infected goldfish were studied using electrophoresis technique (SDS-PAGE). The result showed that the 36 kDa protein band of infected fish was thicker and more obvious than the band from normal goldfish serum. The difference of the protein band might show the antibody, which was created for *I. multifiliis* infected fish. This 36 kDa protein band could be used to trace back for protective antigen leading to further study for vaccine development.

คำนำ

ปลาทอง (*Carassius auratus*) จัดเป็นปลาสวยงามที่มีความหลากหลายในสายพันธุ์ ได้รับความนิยมสูง และประสบความสำเร็จในการเพาะเลี้ยง ในขั้นตอนของการเลี้ยงปลาทอง มักจะประสบปัญหาด้านสุขภาพเกือบตลอดการเลี้ยง ซึ่งมีสาเหตุมาจากทั้งสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิต สาเหตุจากสิ่งมีชีวิตมีมากมายหลายกลุ่ม เช่น โปรโตซัว ปลิงใส เห็บปลา หนอนสมอ เป็นต้น (ประไพศิริ, 2546) ในจำนวนกลุ่มแบคทีเรีย รา ไวรัส และปรสิตซึ่งเป็นกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่เป็นสาเหตุให้เกิดโรคปลานั้น ปรสิตภายนอกนับว่าเป็นปัญหาใหญ่สำหรับเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์น้ำ ปรสิตภายนอกที่มีบทบาทหรือความสำคัญมากที่สุดชนิดหนึ่งคือ *Ichthyophthirius multifiliis* ซึ่งเป็นโปรโตซัวที่ทำให้เกิดโรคจุดขาว (white spot disease) โปรโตซัวชนิดนี้ทำให้เกิดปัญหาต่อสุขภาพของปลาและทำให้ปลาตาย ซึ่งเป็นการลดผลผลิตของเกษตรกร และนำไปสู่ภาวะการขาดทุน (Scholz, 1999; Tonguthai *et al.*, 1993)

ปลาที่เป็นโรคจุดขาวสามารถรักษาได้โดยการใช้ malachite green ผสมกับ formalin ซึ่งสามารถทำลายได้เฉพาะตัวอ่อนที่ว่ายน้ำ (tomite stage) แต่ไม่สามารถทำลายปรสิตในระยะตัวเต็มวัย (trophont stage) ที่ฝังตัวอยู่ในเนื้อเยื่อระหว่างชั้น dermis กับ epidermis ของปลาได้ การรักษาจึงไม่ได้ผลเท่าที่ควร (ประไพศิริ, 2546) ส่วนในกรณีที่ต้องการเลี้ยงปลาเศรษฐกิจเพื่อการส่งออกนั้นไม่สามารถใช้ malachite green ในการรักษาได้เนื่องจาก malachite green เป็นสารก่อมะเร็ง (carcinogen) ซึ่งเป็นสารต้องห้ามไม่ให้ใช้ในสัตว์น้ำที่ต้องการส่งออก การหาแนวทางในการป้องกันโรคจุดขาวโดยการผลิตวัคซีนจึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่ใช้ในการแก้ปัญหา

การได้มาซึ่งวัคซีนเพื่อต้านทานต่อการเข้าเกาะหรืออยู่อาศัยของ *I. multifiliis* นั้นต้องอาศัยการศึกษาทางด้านวิทยาภูมิคุ้มกัน ซึ่งนับเป็นพื้นฐานแรกที่จะนำไปสู่ความเข้าใจและแนวทางในการผลิตวัคซีนต่อต้านการรุกรานของ *I. multifiliis* ในต่างประเทศมีการศึกษาการเหนี่ยวนำให้เกิดภูมิคุ้มกันจาก *I. multifiliis* ในปลาชนิดต่าง ๆ (Buchmann *et al.*, 2001; Burkart *et al.*, 1990; Clark & Dickerson, 1995; Clark *et al.*, 1992; Cross & Matthew, 1992; Dickerson *et al.*, 1989; Goven *et al.*, 1990) แต่ส่วนใหญ่จะเป็นการศึกษาในปลาที่เลี้ยงเพื่อเป็นอาหาร เช่น channel catfish และ salmon ในเขตอบอุ่น ซึ่งมีลักษณะภูมิอากาศที่แตกต่างไปจากภูมิภาคของประเทศไทย

ในการศึกษานี้จึงเป็นการศึกษาพื้นฐานทางภูมิคุ้มกันของปลาทองซึ่งเป็นปลาสวยงามเพื่อเป็นแนวทางในการหาวิธีการผลิตวัคซีน ซึ่งเริ่มจากการศึกษาแถบโปรตีนจากซีรัมของปลาทองที่เป็นโรคเปรียบเทียบกับแถบโปรตีนจากซีรัมของปลาปกติเพื่อจะได้ทราบว่ามีการตอบสนองทางภูมิคุ้มกันของปลาต่อ *I. multifiliis* หรือไม่ โดยศึกษาจากแถบโปรตีนที่แตกต่างกันระหว่างปลาที่เป็นโรคกับปลาปกติ หากได้ทราบว่าแถบโปรตีนที่เกิดขึ้นในปลาทองที่เป็นโรคจุดขาวเป็นผลมาจากการตอบสนองทางภูมิคุ้มกันของปลาต่อปรสิตชนิดนี้แล้วก็อาจจะมีการศึกษาต่อยอดถึงการนำแถบโปรตีนนี้ไปใช้ในการหาแอนติเจนที่สามารถพัฒนาไปสู่การผลิตวัคซีนต่อไป เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาการสูญเสียผลผลิตเนื่องจากการตายของปลาที่เป็นโรคจุดขาว ทำ

ให้อัตราการรอดของปลาสูงขึ้น หลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีที่อาจจะตกค้างในตัวปลาซึ่งเป็นผลให้ไม่สามารถส่งออกได้ นอกจากนี้ยังเป็นการลดปัญหาสิ่งแวดล้อม และลดค่าใช้จ่ายด้านเวชภัณฑ์ลง ซึ่งเป็นการสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงได้อย่างยั่งยืน วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงวงจรชีวิตของ *I. multifiliis* ในปลาทองโดยการศึกษาระยะเวลาในการพัฒนาเป็นตัวอ่อนระยะต่างๆ และรูปแบบโปรตีนจากซีรัมของปลาทองที่เป็นโรค จุดขาวซึ่งแสดงถึงการตอบสนองทางภูมิคุ้มกันของปลาทองที่มีต่อ *I. multifiliis* เปรียบเทียบกับซีรัมของปลาทองปกติ

อุปกรณ์และวิธีการศึกษา

1. การเลี้ยงปลาทอง

1. คัดปลาทองพันธุ์อรันดาขนาดความยาวเฉลี่ย 7.10 ± 0.44 เซนติเมตร ที่สุขภาพดี จำนวน 50 ตัว มาเลี้ยงในตู้กระจกขนาด 30 x 60 x 30 เซนติเมตร ปริมาณน้ำ 40 ลิตร จำนวน 10 ตัวต่อตู้ ให้อาหารสำเร็จรูปสำหรับปลาสวยงามเช้า-เย็น

2. ทำการเก็บซีรัมของปลาปกติ โดยดูดเลือดปลาแล้วเอาไปปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่องเซนติฟิวซ์ (centrifuge) แบบควบคุมอุณหภูมิ แยกเอาเฉพาะส่วนของซีรัมที่อยู่ด้านบนไปเก็บในหลอดเก็บซีรัม ขนาด 1.5 มิลลิลิตร เพื่อนำไปศึกษารูปแบบโปรตีนต่อไป

2. การเหนี่ยวนำให้ปลาเป็นโรคจุดขาว

1. เตรียมปลาทองพันธุ์อรันดาที่มีอาการโรคจุดขาว ที่เกิดจาก *I. multifiliis* โดยการขูดเมือกและนำไปส่องกล้องจุลทรรศน์เพื่อตรวจสอบว่ามีเฉพาะปรสิต *I. multifiliis* ที่เข้าเกาะปลา

2. นำปลาทองที่มีอาการของโรคจุดขาวจำนวน 2 ตัวใส่ลงในตู้ปลาที่มีปลาทองปกติจากข้อ 1 จำนวน 10 ตัวต่อตู้ จำนวน 5 ตู้ หลังจากใส่ปลาที่เป็นโรคจุดขาวแล้วจะไม่มี การเปลี่ยนแปลงถ่ายน้ำ แต่จะดูดตะกอน

3. ภายหลังจากใส่ปลาที่เป็นโรคจุดขาว สังเกตอาการของปลาทุก 4 ชั่วโมง ทดสอบว่าปลาปกติสามารถถูกเหนี่ยวนำให้เกิดโรคจุดขาวหรือไม่โดยขูดเมือกแล้วนำไปส่องกล้องจุลทรรศน์เช่นเดียวกับข้อ 1

4. ปลาที่ถูกเหนี่ยวนำให้เกิดโรคจุดขาวจะถูกเก็บซีรัมโดยวิธีเช่นเดียวกับปลาปกติ

3. การเก็บซีรัมจากปลาทอง

1. นำเลือดปลาที่ได้จากปลาปกติและจากปลาที่เป็นโรคจุดขาวมาตั้งทิ้งให้แข็งที่อุณหภูมิห้อง ประมาณ 1 ชั่วโมง แล้วย้ายไปเก็บที่อุณหภูมิต่ำประมาณ 4 องศาเซลเซียส ระยะเวลามากกว่า 2 ชั่วโมง จากนั้นนำไปปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่องเซนติฟิวซ์ (centrifuge) ที่ความเร็วรอบ 3,000 รอบต่อนาที (rpm) ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที

2. ใช้ automatic micropipette ดูดซีรัม ปริมาตร 200 ไมโครลิตร มาเก็บไว้ในหลอด microcentrifuge tube ขนาด 1.5 ml เก็บที่อุณหภูมิ -60 องศาเซลเซียส เพื่อบรรจุนำไปใช้

4. การศึกษารูปแบบโปรตีน

1. การศึกษารูปแบบโปรตีนจากซีรัมทำได้โดยวิธี sodium dodecyl sulphate polyacrylamide gel electrophoresis (SDS-PAGE) โดยใช้ 12% separating gel (Findlay & Tatner, 1995)
2. บันทึกผลโดยการถ่ายรูปเจลด้วยชุดเครื่องมือที่ใช้ในการถ่ายรูป (Vilber Lourmat) แล้วหาน้ำหนักโมเลกุลของแถบโปรตีนด้วยโปรแกรม Photo-capt software

5. การวิเคราะห์ผล

1. บันทึกผลและระยะเวลาที่ใช้ในการพัฒนาเป็นตัวอ่อนระยะต่างๆในวงจรชีวิตของ *I. multifiliis* ที่เริ่มตั้งแต่การต่อเชื้อจนกระทั่งตรวจพบปรสิตในระยะ trophont ในปลาที่ต่อเชื้อและปลาแสดงอาการของโรค
2. ศึกษาและวิเคราะห์ผลจากรูปแบบโปรตีนที่ได้โดยเปรียบเทียบกับระหว่างแถบโปรตีนจากซีรัมของปลาทองที่เป็นโรคจุดขาวกับซีรัมของปลาทองปกติ

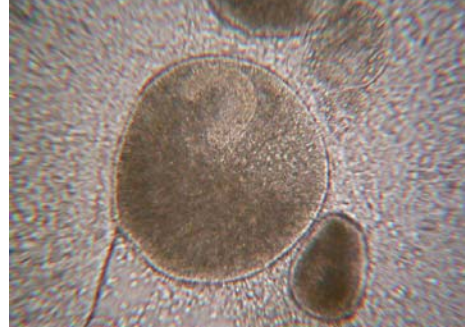
ผลการศึกษา

1. การศึกษาวงจรชีวิตของ *Ichthyophthirius multifiliis* ในปลาทอง

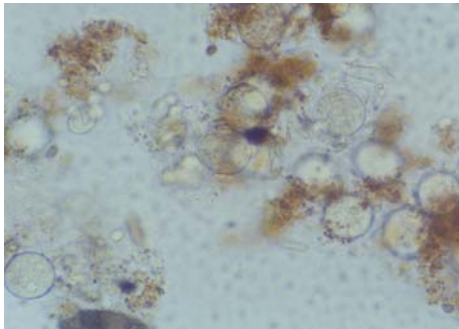
จากการศึกษาระยะเวลาในการพัฒนาเป็นระยะต่างๆในวงจรชีวิตของ *Ichthyophthirius multifiliis* โดยการนำปลาทองที่เป็นโรคจุดขาวมาเลี้ยงร่วมกับปลาทองปกติ พบว่า *I. multifiliis* สามารถติดต่อจากปลาที่เป็นโรคไปสู่ปลาปกติได้ภายใน 2 วัน โดยจะมีลักษณะเป็นเม็ดตุ่มสีขาวขนาดต่าง ๆ กัน บริเวณผิวหนัง ครีบ (ภาพที่ 1) วงจรชีวิตของปรสิตชนิดนี้จะใช้เวลา 4 วัน ในการพัฒนาจากรยะ trophont ซึ่งฝังตัวอยู่ในเนื้อเยื่อระหว่างชั้น dermis และ epidermis ของปลาที่เป็นโรค (ภาพที่ 2) ไปเป็นระยะ tomont ซึ่งออกมาจากตัวปลาแล้ว และมีการสร้างเกราะ (cyst) ตกลงสู่ก้นตู้ (ภาพที่ 3) จากนั้นจะมีการแบ่งตัวภายในเป็นตัวอ่อน ciliophore จำนวนมาก และเมื่อตัวอ่อนแตกออกมาจากเกราะก็จะพัฒนาเป็นตัวอ่อนระยะ theront (ภาพที่ 4, 5) ซึ่งเป็นระยะติดต่อก ตัวอ่อนระยะนี้จะเริ่มเข้าเกาะปลาตัวใหม่ภายใน 2 วัน โดยตรวจพบปรสิตชนิดนี้ในปลาตัวใหม่ในวันที่ 2 หลังจากการนำปลาตัวใหม่ไปใส่ในตู้ร่วมกับปลาเป็นโรค จากนั้นเมื่อถึงวันที่ 4 *I. multifiliis* ในปลาทองตัวใหม่มีการพัฒนาไปเป็นระยะ trophont ฝังตัวอยู่ในเนื้อเยื่อระหว่างชั้น dermis และ epidermis (ภาพที่ 6, 7, 8) ปลาที่ต่อเชื้อจะเริ่มแสดงอาการของโรคเมื่อเริ่มมีตัวอ่อนระยะ theront เข้าเกาะ คือปลาจะเอาตัวถูขังตู้ เชื้องซีม และ นอนก้นตู้ ต่อมาเมื่อโปรโตซัวมีการพัฒนาเข้าสู่ระยะ trophont ปลาจะมีอาการตกเลือด และมีจุดขาวเกิดขึ้นบริเวณลำตัวและครีบ ซึ่งรายละเอียดเกี่ยวกับระยะเวลาในการพัฒนาของปรสิต *I. multifiliis* และอาการของปลาที่เป็นโรคจุดขาว หลังจากการต่อเชื้อได้แสดงไว้ในตารางที่ 1



ภาพที่ 1 ปลาทองที่มีอาการของโรคจุดขาว



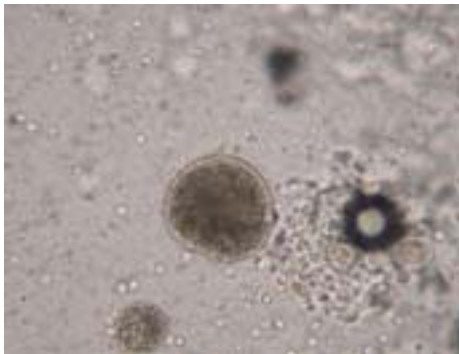
ภาพที่ 2 *I. multifiliis* ระยะ trophont ที่ได้จาก ผิวหนังปลาทอง



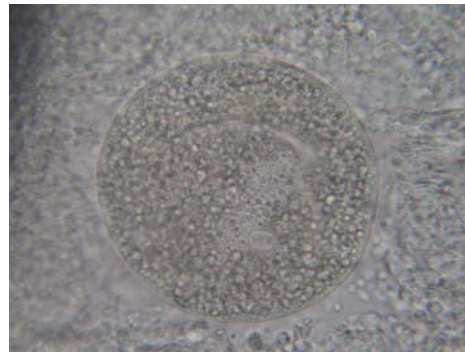
ภาพที่ 3 *I. multifiliis* ระยะ tomont



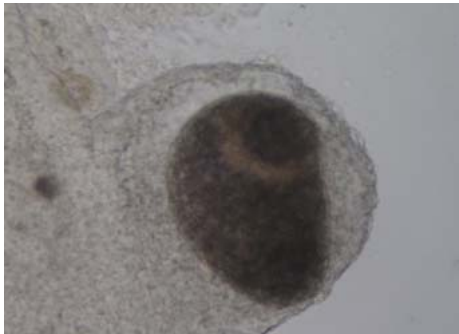
ภาพที่ 4 *I. multifiliis* ระยะ theront ซึ่งเป็นระยะติดต่อ



ภาพที่ 5 *I. multifiliis* ระยะ theront ช่วงทำย



ภาพที่ 6 *I. multifiliis* ระยะ trophont ช่วงแตก



ภาพที่ 7 *I. multifiliis* ระยะ mature trophont I
ที่ฝังในเนื้อเยื่อของปลา



ภาพที่ 8 *I. multifiliis* ระยะ mature trophont II
ที่หลุดออกจากเนื้อเยื่อมาอยู่ที่เมือก

ตารางที่ 1 ระยะเวลาในการพัฒนาของ *I. multifiliis* และอาการของปลาที่ถูกเหี่ยวงำที่แสดงอาการของโรค จุดขาวหลังจากการต่อเชื้อ

วันที่	ระยะของปรสิต <i>I. multifiliis</i> ที่เกาะที่ตัวปลา และในตู้ปลา	อาการของปลาที่ถูกเหี่ยวงำ
1	ตรวจไม่พบปรสิตที่ตัวปลาต่อเชื้อ แต่พบปรสิตในระยะ tomont จำนวนน้อยจากการขีดที่พื้นก้นตู้ปลา	ปลามีอาการปกติ
2	ปรสิตในปลาต่อเชื้ออยู่ในระยะ theront ช่วงแรก	ปลามีการว่ายน้ำเอาตัวชูข้างตู้
3	ปรสิตในปลาต่อเชื้ออยู่ในระยะ theront แต่มีขนาดใหญ่กว่าวันแรก	ปลาเริ่มมีอาการเซื่องซึม ไม่ค่อยว่ายน้ำ นอนก้นตู้
4	ปรสิตในปลาต่อเชื้ออยู่ในระยะ trophont ระยะแรก เป็นส่วนใหญ่สังเกตจากนิเวศเลียสรูปเกือบม้วน และยังมี ระยะ theront บางส่วน	ปลาเริ่มมีอาการตกเลือดโดยเฉพาะที่ครีบ และเริ่มเห็นเป็นจุดขาวเล็กๆที่ลำตัวแต่ไม่มากนัก
5	ปรสิตในปลาต่อเชื้ออยู่ในระยะ mature trophont ทั้งหมด	ปลามีอาการตกเลือดมาก และมีจุดขาวเกิดขึ้นทั่วไปทั้งบริเวณลำตัวและครีบ
6	ปรสิตอยู่ในระยะ mature trophont ที่มีการเกาะกลุ่มกันอย่างหนาแน่นที่ตัวปลา และที่ก้นตู้จะเริ่มมีปรสิตระยะ tomont เกิดขึ้น	ปลาเริ่มตาย ส่วนตัวที่ยังมีชีวิตจะมีอาการเมือกแตก และลอยหัวอยู่บริเวณผิวน้ำหรือจมอยู่ก้นตู้
7	ปรสิตในระยะ tomont ซึ่งจะมีลักษณะเป็น cyst จำนวนมากเกาะอยู่ที่ก้นตู้และเริ่มมีปรสิตระยะ theront ช่วงแรกเกิดขึ้นในน้ำ	ปลาที่ต่อเชื้อบางตัวตาย

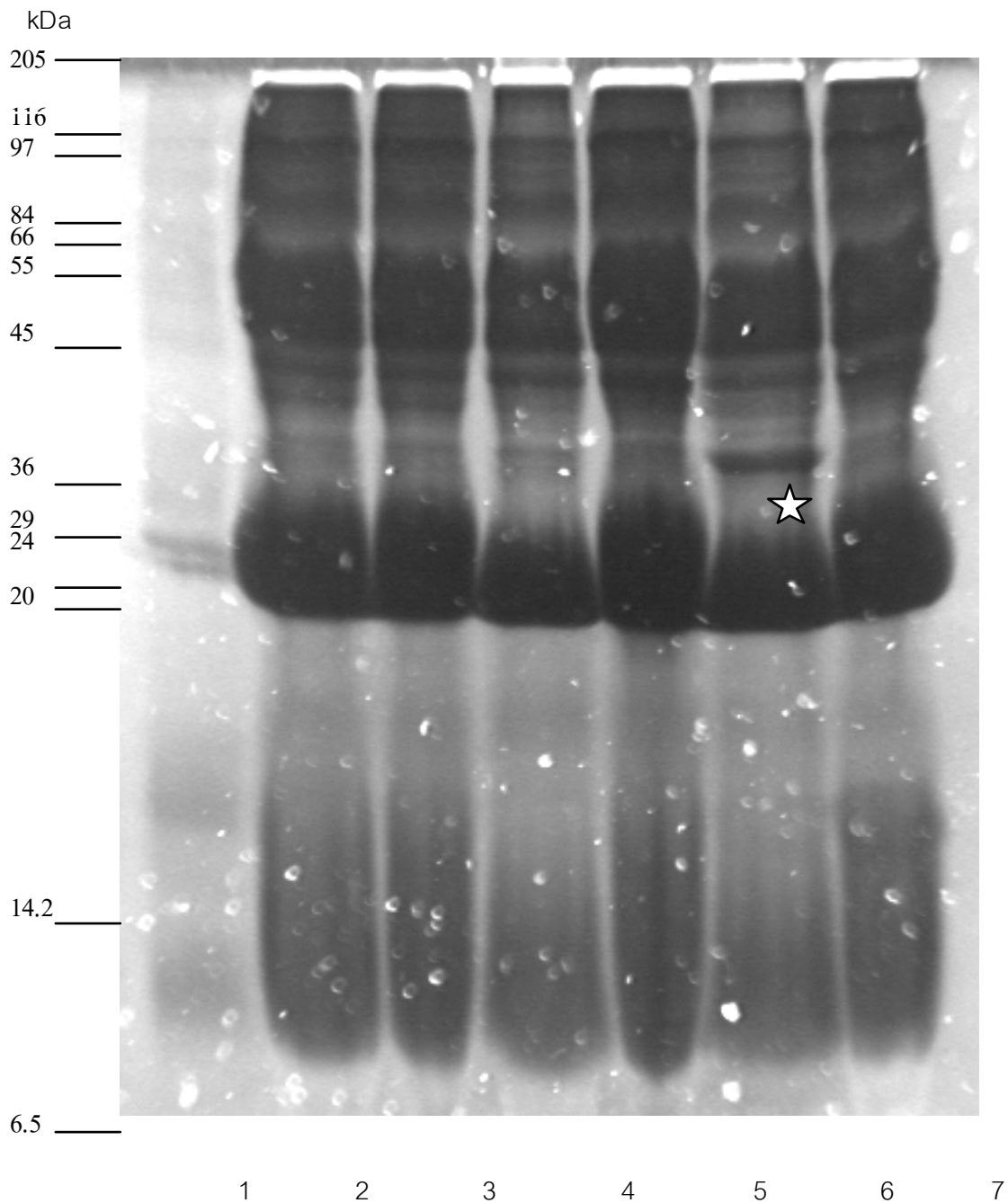
2. ผลการศึกษาแบบของแถบโปรตีนจากซีรัมของปลาทองที่เป็นโรคจุดขาว

การศึกษารูปแบบโปรตีนจากซีรัมของปลาทองที่เป็นโรคจุดขาวครั้งนี้ได้นำซีรัมของปลาทองที่เป็นโรคจุดขาวจากการต่อเชื้อ และซีรัมของปลาทองปกติมาศึกษาแถบโปรตีนโดยใช้เทคนิคอิเล็กโทรโฟรีซิสแบบ sodium dodecyl sulphate polyacrylamide gel electrophoresis (SDS-PAGE) ซึ่งใช้ตัวอย่างซีรัมผสมกับ sample buffer (ซีรัม : sample buffer = 1:4) โดยการใส่ตัวอย่าง 10 ไมโครลิตร ต่อ 1 ช่องเจล (well) ใช้กระแสไฟฟ้า 100 โวลต์ นาน 2 ชั่วโมง ในการแยกแถบโปรตีนจากซีรัมของปลาโดยใช้เทคนิคอิเล็กโทรโฟรีซิส และใช้ wide molecular weight standards marker (Sigma) ซึ่งมีน้ำหนักโมเลกุลอยู่ระหว่าง 6.5-205 กิโลดาลตัน (kDa) เป็นมาตรฐานที่ใช้ในการแยกแถบโปรตีนตามน้ำหนักโมเลกุลเป็นกิโลดาลตัน ผลจากการศึกษา

รูปแบบโปรตีนจากซีรัมของปลาทอง พบว่าแถบโปรตีนที่ได้จากซีรัมของปลาทองที่เป็นโรคจุดขาวและแถบโปรตีนที่ได้จากซีรัมของปลาทองปกติมีความคล้ายคลึงกัน แต่มีแถบโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุล 36 kDa ซึ่งเป็นแถบโปรตีนที่ได้จากซีรัมของ ปลาทองที่ต่อเชื้อและเกิดอาการของโรคจุดขาวจากทุกตู้ โดยแถบโปรตีนนี้มีควมหนาและเด่นชัดมากในซีรัมจากปลาทองที่เป็นโรคจุดขาวในตู้ที่ 4 ซึ่งเป็นตู้ที่ปลาต่อเชื้อมีอาการของโรคจุดขาวรุนแรงมากที่สุดและมีปลาตายภายหลังการทดลองมากที่สุด (ภาพที่ 9)

วิจารณ์ผลการศึกษา

โรคจุดขาวเป็นโรคที่เกิดจากปรสิต *Ichthyophthirius multifiliis* สามารถติดต่อกับปลาทองที่เป็นโรคไปสู่ปลาปกติได้ภายใน 2 วัน และวงจรชีวิตของปรสิตชนิดนี้ใช้เวลา 4 วัน ในการพัฒนาจากระยะ trophont ซึ่งฝังตัวอยู่ระหว่างเนื้อเยื่อชั้น dermis และ epidermis ของปลาที่เป็นโรคไปเป็นระยะ trophont ซึ่งฝังตัวอยู่ระหว่างเนื้อเยื่อชั้น dermis และ epidermis ของปลาที่ถูกเหนี่ยวนำ ซึ่งในช่วงนี้จะมีการพัฒนาของระยะตัวอ่อนหลายระยะ ซึ่งจากระยะ trophont ในเนื้อเยื่อของปลาทองที่เป็นโรค ตัวอ่อนระยะ trophont ของ *I. multifiliis* ออกมาจากตัวปลาแล้วมีการสร้างเกราะตกลงสู่ก้นตู้กลายเป็นระยะ tomont จากนั้นจะมีการแบ่งตัวภายในเป็นตัวอ่อน ciliophore จำนวนมาก และเมื่อตัวอ่อนแตกออกมาจากเกราะ จะพัฒนาเป็นตัวอ่อนระยะ theront ซึ่งตัวอ่อนระยะนี้เป็นตัวอ่อนระยะติดต่อกับจะเริ่มเข้าเกาะปลาตัวใหม่ภายใน 2 วัน จากนั้นเมื่อถึงวันที่ 4 ของการเข้าเกาะตัวอ่อนก็จะพัฒนาไปเป็นระยะ trophont ซึ่งฝังตัวอยู่ในเนื้อเยื่อระหว่างชั้น dermis กับ epidermis ของปลาเจ้าบ้านตัวใหม่ ซึ่งผลการศึกษาวงจรชีวิตของ *I. multifiliis* ในปลาทองครั้งนี้พบว่า ปรสิตใช้เวลา 4 วันในการพัฒนาระยะต่างๆของปรสิตจากปลาที่เป็นโรคสู่ปลาที่ถูกเหนี่ยวนำ โดยในการทดลองนี้พบว่าน้ำที่ใช้เลี้ยงปลาทองมีอุณหภูมิอยู่ที่ 25-28 องศาเซลเซียส และมีค่าออกซิเจนละลายในน้ำประมาณ 6-7 ppm เนื่องจากมีการให้อากาศตลอดเวลาในการเลี้ยงปลา ซึ่งสอดคล้องกับ ประไพสิริ (2546) คือน้ำที่อุณหภูมิ 25-26 องศาเซลเซียส และมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำมาก *I. multifiliis* จะมีวงจรชีวิตสั้นและขยายพันธุ์ได้เร็ว ซึ่ง Lom and Dykova (1992) ได้ระบุไว้เช่นกันว่าวงจรชีวิตของ *I. multifiliis* ในปลาแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันขึ้นกับอุณหภูมิของน้ำโดย วงจรชีวิตของปรสิตชนิดนี้ใช้เวลา 3-6 วันในน้ำที่อุณหภูมิ 23-24 องศาเซลเซียส และจะใช้เวลาเพิ่มขึ้นเป็น 7-12 วันในน้ำที่อุณหภูมิ 18-20 องศาเซลเซียส ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ทำให้ทราบว่าวงจรชีวิตของปรสิตชนิดนี้ในปลาทองใช้เวลาสั้นมากเพียง 4 วัน เมื่อเลี้ยงปลาที่อุณหภูมิสูงคือ 25-26 องศาเซลเซียส ดังนั้นการเกิดโรคจุดขาวของปลาในเขตร้อน (tropics) จึงมีแนวโน้มที่จะเกิดได้ดีกว่า เนื่องจากมีอุณหภูมิที่สูงกว่า ซึ่งเอื้อต่อการพัฒนาการทั้งในส่วนของวงจรชีวิต และการเกิดโรคจากการศึกษารูปแบบของแถบโปรตีนจากซีรัมของปลาทองที่เป็นโรคจุดขาวเปรียบเทียบกับปลาทองปกติพบว่าแถบโปรตีนจากซีรัมของปลาทองที่ถูกเหนี่ยวนำให้เป็นโรคแตกต่างจากซีรัมของปลาปกติ คือแถบโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุล 36 kDa ซึ่งพบได้ในซีรัมของปลาทองที่เป็นโรคจุดขาวจากทุกตู้ แต่แถบนี้เด่นชัดมากที่สุดจากซีรัมของปลาที่เป็นโรคจุดขาวตู้ที่ 4 ซึ่งเป็นตู้ที่มีปลาแสดงอาการรุนแรงมากที่สุด แต่ปลาตู้ที่ 1 2 3 และ 5 นั้น ตอนเก็บซีรัม



ภาพที่ 9 รูปแบบโปรตีนจากซีรัมของปลาทองปกติและปลาทองที่เป็นโรคจุดขาว โดยช่องที่ 1 คือ wide molecular weight standard marker (Sigma) ช่องที่ 2 คือซีรัมของปลาปกติ และช่องที่ 3 4 5 6 และ 7 คือซีรัมของปลาที่เป็นโรคจุดขาวตู้ที่ 1 2 3 4 และ 5 ตามลำดับ ส่วนสัญลักษณ์ ☆ แสดงถึงแถบโปรตีนที่ 36 kDa จากซีรัมของปลาทองที่เป็นโรคจุดขาวตู้ที่ 4 ซึ่งมีความเด่นชัดกว่าซีรัมจากปลาทองต่อเชื้อในตู้อื่นและปลาปกติ

ปลามีอาการรุนแรงน้อยกว่าปลาในตู้ที่ 4 ซึ่งอาจเป็นเพราะสาเหตุนี้ที่ทำให้แถบโปรตีนจากซีรัมของปลาที่เป็นโรคจุดขาวตู้ที่ 1 2 3 และ 5 มีความจางมากกว่าแถบโปรตีนจากซีรัมของปลาที่เป็นโรคจุดขาวตู้ที่ 4

แถบโปรตีนที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ที่น่าสนใจคือ ที่ 36 kDa ซึ่งมีความหนาและเด่นชัดในปลาที่มีอาการของโรคจุดขาวรุนแรง ซึ่งผลที่ได้นี้แตกต่างจากผลการศึกษาของ Dickerson *et al.* (1989) ซึ่งรายงานการพบ immobilization antigens ที่มีน้ำหนักโมเลกุล 43 kDa นอกจากนี้ Clark *et al.* (1992) ยังพบ surface antigens ของ *I. multifiliis* ที่มีน้ำหนักโมเลกุล 40 kDa ขณะที่ Clark *et al.*, (1995) รายงานการพบ immobilization antigens ของปรสิตตัวนี้มีน้ำหนักโมเลกุลอยู่ในช่วง 40-70 kDa ซึ่ง antigens ที่ได้จากรายงานต่าง ๆ นั้น อยู่ในช่วงระหว่าง 40-70 kDa แต่จากการศึกษาครั้งนี้พบแถบโปรตีนจากซีรัมของปลาทองที่เป็นโรคที่น้ำหนักโมเลกุล 36 kDa ซึ่งแตกต่างจากรายงานการศึกษาที่ผ่านมา ทั้งนี้อาจเป็นเพราะวิธีการในการศึกษาแตกต่างกัน ไม่ว่าจะเป็นการใช้แอนติเจน หรือแอนติบอดีที่มีที่มาต่างกัน (เช่น จากซีรัมปลาป่วย หรือจาก polyclonal antibody: PAb หรือ monoclonal antibody: MAb)

ส่วนความแตกต่างของแถบโปรตีนที่ได้จากการศึกษานี้ อาจเป็นผลมาจากความต่างระดับ serotypes ของ *I. multifiliis* ดังรายงานของ Lin *et al.* (1996) ที่กล่าวถึง serotypes ของปรสิตที่ต่างกัน ให้ความคุ้มโรคที่ต่างกัน โดยศึกษาการนำ immobilization antigens ของ *I. multifiliis* serotype G3 มาใช้ในการพัฒนา MAb และนำ MAb ที่ได้ ไปศึกษาการป้องกันโรคโดยวิธี passive immunization ซึ่งผลการศึกษาของ Lin *et al.*, (1996) พบว่า MAb ที่อยู่ในกลุ่ม immunoglobulin G (Ig G) สามารถป้องกันโรคจากการเหนี่ยวนำให้เกิดโรคจุดขาว ที่เกิด *I. multifiliis* serotype G3 ได้ แต่ MAb ที่อยู่ในกลุ่ม immunoglobulin M (Ig M) ไม่สามารถคุ้มกันโรคได้ จึงเป็นไปได้ว่าแถบโปรตีนที่ได้จากการศึกษาซีรัมจากปลาทองที่เป็นโรคจุดขาวที่มีน้ำหนักโมเลกุล 36 kDa ในครั้งนี้มีความแตกต่างจาก immobilization antigens ที่ได้จากการศึกษาของ Clark *et al.* (1992, 1995) และ Lin *et al.* (1996) เนื่องจาก *I. multifiliis* ที่แยกได้จากปลาทองนั้นมี serotype ที่แตกต่างจากการศึกษา immobilization antigens ที่ผ่านมานอกจากนี้การกระตุ้นให้เกิด แอนติบอดีในปลาต่างชนิด แม้เกิดจากแอนติเจนจากปรสิตชนิดเดียวกัน ก็อาจจะให้ผลที่ต่างกัน ทั้งนี้จากผลการศึกษาของ Swennes *et al.* (2007) ยืนยันว่าปรสิตชนิดนี้มีหลาย serotypes โดยที่ serotype G 5 สามารถกระตุ้นให้ปลา channel catfish สร้างแอนติบอดีต่อต้าน *I. multifiliis* serotype G 5 และ serotype G 12 ได้ แต่ *I. multifiliis* serotype G12 สามารถกระตุ้นให้ปลาสร้างแอนติบอดีที่ต่อต้านได้เฉพาะ *I. multifiliis* serotype G12 เท่านั้น

แถบโปรตีนที่มีน้ำหนัก โมเลกุลเท่ากับ 36 kDa จากซีรัมของปลาที่เป็นโรคจุดขาวเป็นแถบโปรตีนที่มีความแตกต่างจากปลาปกติมากที่สุด จึงน่าจะนำไปศึกษาต่อเพื่อหาแอนติเจนจากปลาเนื่องจากแถบนี้เกิดขึ้นอย่างเด่นชัดในปลาทองที่มีอาการของโรครุนแรงมาก จึงมีความเหมาะสมที่จะนำมาศึกษาหาแอนติเจนที่อาจพัฒนาไปสู่แนวทางการผลิตวัคซีนจากแอนติเจนที่สัมพันธ์กับแถบโปรตีนนี้ซึ่งจะมีส่วนในการลดอัตราการตายเนื่องจากปรสิตชนิดนี้ในปลาทองหรือปลาสวยงามอื่นๆได้

อย่างไรก็ตาม แอนติบอดีในปลา นอกจากพบในซีรัมของปลาแล้ว ยังสามารถพบได้จากเมือกและผิวหนังของปลา โดยพบเซลล์ที่สร้างแอนติบอดี (antibody-secreting cells) ที่เมือกและผิวหนังของปลาภายหลังจากปลาได้รับ *I. multifiliis* ซึ่งสามารถพบเซลล์นี้ได้จนถึง 17 สัปดาห์ภายหลังจากที่ปลาสัมผัสกับปรสิตชนิดนี้ ซึ่งแสดงว่าปรสิตชนิดนี้สามารถกระตุ้นให้ปลาสร้างภูมิคุ้มกันชนิด humoral immunity ที่สามารถป้องกันโรคจุงขวิดได้ (Zhao *et al.*, 2008)

สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาการเหนี่ยวนำให้เกิดโรคจุงขวิดในปลาทอง พบว่าปรสิต *I. multifiliis* จะใช้เวลาเพียง 4 วันในการพัฒนาระยะต่างๆในวงจรชีวิตได้สมบูรณ์ที่อุณหภูมิของน้ำที่ 25-28 องศาเซลเซียส โดยปลาจะแสดงอาการของโรคจุงขวิดภายใน 2 วันเท่านั้น แอบโปรตีนที่ได้จากซีรัมของปลาทองที่เป็นโรคจุงขวิดที่ขนาด 36 kDa มีความเด่นชัดกว่าแอบโปรตีนในปลาปกติ ซึ่งสามารถใช้แอบโปรตีนนี้ในการศึกษาต่อไปเพื่อหาแอนติเจนที่สามารถนำไปพัฒนาวัคซีนเพื่อป้องกันการตายของปลา เพราะแอบโปรตีนนี้พบได้เด่นชัดในปลาที่มีอาการของโรคจุงขวิดรุนแรง ช่วงเวลาในระยะต่างๆในวงจรชีวิตของ *I. multifiliis* ที่ได้จากการศึกษาโรคจุงขวิดในปลาทองและแอบโปรตีนที่ได้จากซีรัมของปลาทองที่เป็นโรคจุงขวิดมีความแตกต่างจากรายงานการศึกษาที่ผ่านมาอาจเป็นเพราะปรสิตมีความแตกต่างกันใน serotypes ที่ทำให้เกิดโรคจุงขวิดในปลาแต่ละชนิดที่ต่างกัน

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยชิ้นนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัย เรื่อง การศึกษาการตอบสนองทางภูมิคุ้มกันของปลาทอง (*Carassius auratus*) ต่อ *Ichthyophthirius multifiliis* และแนวทางในการผลิตวัคซีนเพื่อควบคุมโรคจุงขวิดในปลาสร้อยงาม ผู้วิจัยขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช และคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ที่สนับสนุนงบประมาณในการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- ประไพสิริ สิริกาญจน. 2546. ความรู้เรื่องปรสิตของสัตว์น้ำ. ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 270 น.
- Buchmann, K., Sigh, J., Nielsen, C.V. and Dalgaard, M. 2001. Host responses against the fish parasitizing ciliate *Ichthyophthirius multifiliis*. *Veterinary Parasitology*. 100: 105-116.
- Burkart, M.A., Clark, T.G. and Anderson, H.W. 1990. Immunization of channel catfish, *Ictalurus punctatus* Rafinesque, against *Ichthyophthirius multifiliis* (Fouquet): killed versus live vaccines. *Journal of Fish Diseases*. 13(5): 401-410.

- Clark, T.G., McGraw, R.A. and Dickerson, H.W. 1992. Developmental expression of surface antigen genes in the parasitic ciliate *Ichthyophthirius multifiliis*. Proceedings of National Academic Sciences USA. 89: 6363-6367.
- Clark, T.G., Lin, T.L. and Dickerson, H.W. 1995. Surface immobilization antigens of *Ichthyophthirius multifiliis* : Their role in protective immunity. Annual Review of Fish Diseases. 6: 113-131.
- Cross, M.L. and Matthews, R.A. 1992. Ichthyophthiriasis in carp, *Cyprinus carpio* L.: fate of parasites in immunized fish. Journal of Fish Diseases. 15: 497-505.
- Dickerson, H.W. and Clark, T.G. 1996. Immune response of fishes to ciliates. Annual Review of Fish Diseases. 6: 107-120.
- Dickerson, H.W., Clark, T.G. and Findly, R.C. 1989. *Ichthyophthirius multifiliis* has membrane-associated immobilization antigens. Journal of Protozoology. 36(2): 159-164.
- Findlay, C. and Tatner, M.F. 1995. Electrophoretic analysis of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) leucocyte lysates. Fish & Shellfish Immunology. 5: 169-177.
- Goven, B.A., Dawe, D.L. and Gratzek, J.B. 1990. Protection of channel catfish, *Ictalurus punctatus* Rafinesque, against *Ichthyophthirius multifiliis* (Fouquet) by immunization. Journal of Fish Biology. 17: 311-316.
- Lin, T.L., Clark, T.G. and Dickerson, H. 1996. Passive Immunization of Channel Catfish (*Ictalurus punctatus*) against the Ciliated Protozoan Parasite *Ichthyophthirius multifiliis* by Use of Murine Monoclonal Antibodies. Infection and Immunity. 64(10): 4085-4090
- Lom, J. and Dykova, I. 1992. Protozoan Parasites of Fishes. Elsevier, Amsterdam. 315 p.
- Scholz, T. 1999. Parasites in cultured and feral fish. Veterinary Parasitology 84: 317-335.
- Swennes, A.G., Findly, R.C. and Dickerson, H.W. 2007. Cross-immunity and antibody responses to different immobilization serotypes of *Ichthyophthirius multifiliis*. Fish & Shellfish Immunology. 22: 589-597.
- Tonguthai, K., Chinabut, S., Limsuwan, C., Somsiri, T., Chanratchakool, P., Kanchanakhan, S. and MacRae, I.H. 1993. Handbook of hybrid catfish: Husbandry and Health. Aquatic Animal Health Research Institute. Department of Fisheries, Bangkok. 37 p.
- Zhao, X., Findly, R.C. and Dickerson, H.W. 2008. Cutaneous antibody-secreting cells and B cells in teleost fish. Developmental and Comparative Immunology. 32: 500-508.

ชนิด และการแพร่กระจายของปูบริเวณป่าชายเลนปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร
SPECIES AND DISTRIBUTION OF MANGROVE CRABS IN THA CHIN RIVER MOUTH,
SAMUT SAKHON PROVINCE

วุฒิพงษ์ วงศ์อินทร์, นงนุช ศิลปสาร, พัชราภรณ์ เขาวสุต, ไพรินทร์ เพ็ญประไพ,

วัลภา ทองดียิ่ง และ วินัย เสาวฤทธิ์

ศูนย์วิจัยทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งอ่าวไทยตอนบน ๑๒๐/๑ หมู่ ๖ ตำบลบางหญ้าแพรก อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร ๗๔๐๐๐

บทคัดย่อ

ศึกษาชนิดและการแพร่กระจายของปูบริเวณป่าชายเลนฝั่งตะวันตกปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร สุ่มและเก็บตัวอย่างจำนวน 9 สถานี ๆ ละ 4 ครั้ง ช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (มิถุนายน ถึง สิงหาคม 2550) โดยใช้ตารางสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 0.5 x 0.5 เมตร พร้อมตรวจวัดปัจจัยสภาพแวดล้อมเบื้องต้น พบปูจำนวน 11 ชนิด จาก 2 วงศ์ คือ วงศ์ Grapsidae จำนวน 8 ชนิด ได้แก่ ปูแสมก้ามแดง *Chiromantes eumolpe*, ปูแสมก้ามส้ม *Parasesarma lanchesteri*, ปูแสมก้ามม่วง *Episesarma versicolor*, *Sarmatium germaini*, *S. indicum*, ปูแสมพื้น *Metaplex dentipes*, *M. Crenata* และ *M. elegans* และวงศ์ Ocypodidae จำนวน 3 ชนิด ได้แก่ ปูเปี้ยวปากคิบบ *Uca forcipata*, ปูเปี้ยวก้ามยาว *Uca spinata* และ *Camptandrium cf. sexdentatum* การแพร่กระจายของปูชนิดต่าง ๆ พบว่าประชากรปูในพื้นที่ศึกษามีการแบ่งเขตที่อยู่อาศัยค่อนข้างชัดเจน โดยปัจจัยแวดล้อมที่เป็นตัวแปรสำคัญคือ ปริมาณสารอินทรีย์ในดิน *Camptandrium cf. sexdentatum* เป็นชนิดที่พบแพร่กระจายทั่วไปและพบจำนวนมากที่สุด ส่วน *Episesarma versicolor* พบว่ามีจำนวนน้อยที่สุด ขณะที่ *Metaplex dentipes*, *M. crenata* และ *M. elegans* พบแพร่กระจายเฉพาะพื้นที่ที่ติดกับชายฝั่งทะเล

คำสำคัญ: ชนิด, การแพร่กระจาย, ปูป่าชายเลน, ปากแม่น้ำท่าจีน, ประเทศไทย

Abstract

Studies on species composition and distribution of mangrove crabs in Tha Chin River Mouth, Samutsakhon Province, were carried out in southwest monsoon season. Samplings were done 4 times at 9 stations by using 0.5 x 0.5 meter . A Environmental parameters were recorded *in situ* and analyzed in laboratory. There were 11 crab species from 2 families found in this study. Firstly, Family grapsidae were. *Chiromantes eumolpe*, *Parasesarma lanchesteri*, *Episesarma versicolor*, *Sarmatium germaini*, *S. indicum*, *Metaplex dentipes*, *M. crenata* and *M. elegans*. Secondly, Family Ocypodidae, were *Uca forcipat*, *Uca spinata* and *Camptandrium cf. sexdentatum*. Density and distribution of each species were different among the sampling line transects According to the zonation among species. *Camptandrium cf. sexdentatum* was the most

abundant species in all stations whereas *Episesarma versicolor* was rare. *Metaplex dentipes*, *M. crenata* and *M. elegans* were found in some specific area, particularly close to the shoreline The organic matter . The organic matter showed the trend of influence factor for crabs distribution.

Key words: Species, Distribution, Mangrae crabs ,Tha Chin River, Thailand

คำนำ

ระบบนิเวศป่าชายเลน นอกจากเป็นระบบสังคมที่มีความซับซ้อนและความหลากหลายของทรัพยากรชีวภาพ ตั้งแต่ผู้ผลิตเบื้องต้นไปจนถึงผู้บริโภคลำดับที่สูงแล้ว ประชากรสิ่งมีชีวิตเหล่านี้ต่างก็มีบทบาทที่สำคัญต่อระบบนิเวศป่าชายเลน ซึ่งนับเป็นทรัพยากรสัตว์น้ำชนิดหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญยิ่ง นอกจากนี้มีความสำคัญทางเศรษฐกิจที่เป็นอาหารของมนุษย์ ปูยังเป็นสัตว์ที่มีบทบาทสำคัญในห่วงโซ่อาหารของระบบนิเวศป่าชายเลน กล่าวคือ เป็นทั้งผู้บริโภคและผู้กำจัดซากเน่าเปื่อยบริเวณพื้นที่ท้องทะเล โดยมีส่วนช่วยในการหมุนเวียนสารอินทรีย์ และธาตุอาหาร เช่น ปูแสม ชอบกินใบไม้ที่ร่วงหล่นภายในป่าชายเลน จึงช่วยให้เศษใบไม้ต่าง ๆ แยกออกเป็นชิ้นเล็ก ๆ ซึ่งทำให้จุลชีพสามารถย่อยสลายได้เร็วขึ้น รวมทั้งปูที่อาศัยในป่าชายเลนชนิดอื่น ๆ ยังเป็นอาหารที่สำคัญสำหรับสัตว์ขนาดใหญ่หลายชนิด เช่น ลิงแสม และปูทะเล รวมถึงมนุษย์ด้วย ส่วนพฤติกรรมการขุดรูเพื่อที่อยู่อาศัยของปูยังช่วยในการหมุนเวียนออกซิเจนระหว่างดินกับอากาศที่มีบทบาทต่อกระบวนการทางธรณีชีวเคมีของธาตุอาหาร เพื่อเร่งการย่อยสลายของสารอินทรีย์ในดิน ก่อให้เกิดความอุดมสมบูรณ์ของระบบนิเวศป่าชายเลน และต่อเนื่องถึงระบบนิเวศชายฝั่งทะเลอื่น ๆ (นลินี และสมบัติ 2550; Warren and Underwood 1986)

จากการเพิ่มจำนวนประชากรในประเทศอย่างรวดเร็วมีผลต่อทรัพยากรมากขึ้น เกิดปัญหาการบุกรุกพื้นที่ป่าชายเลนเพื่อกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ เช่น การสร้างที่อยู่อาศัย โรงงานอุตสาหกรรม การตัดต้นไม้เพื่อนำไปเป็นเชื้อเพลิง การทำนาเกลือ และการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (สุวรรณ จิตรสิงห์, 2519) โดยเฉพาะการทำนา กุ้งที่เป็นการทำลายป่าชายเลนทั้งทางตรงและทางอ้อม ส่งผลกระทบต่อความเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยและแหล่งอาหารของปู ประกอบกับการจับปูมาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ จนเกินกำลังผลิตตามธรรมชาติของมนุษย์ ส่งผลให้ประชากรปูชนิดต่าง ๆ ในธรรมชาติลดจำนวนลงอย่างรวดเร็วจึงได้มีการศึกษาชนิด และการกระจายของปูขึ้นที่บริเวณป่าชายเลนสถานีวิจัยและพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลน 5 จังหวัดสมุทรสาคร เพื่อให้ได้ข้อมูลฐานทรัพยากรชีวภาพที่สำคัญเพื่อประกอบแนวทางการอนุรักษ์ รวมถึงแนวทางการจัดการและการฟื้นฟูระบบนิเวศป่าชายเลนให้ได้ประโยชน์อย่างยั่งยืนและสมดุลต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษาบริเวณป่าชายเลนฝั่งตะวันตกของปากแม่น้ำท่าจีน ตำบลบางหญ้าแพรก อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร (เส้นรุ้งที่ 13.50 องศาเหนือ และเส้นแวงที่ 100.27 องศาตะวันออก) ครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมด 189.53 ไร่ (รูปที่ 1) ซึ่งเป็นป่าชายเลนตามธรรมชาติบริเวณสถานีวิจัยและพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลน 5 จังหวัดสมุทรสาคร และได้รับการพัฒนาเป็นแหล่งท่องเที่ยวในการศึกษาเชิงธรรมชาติตามยุทธศาสตร์การท่องเที่ยวเชิงนิเวศของจังหวัดสมุทรสาคร ประกอบด้วยพรรณไม้ป่าชายเลนชนิดเด่น ๆ 2 ชนิด คือ ต้นแสมขาว (*Avicennia alba*) และแสมทะเล (*A. marina*) ส่วนพรรณไม้อื่น ๆ ได้แก่ โกงกางใบใหญ่ (*Rhizophora mucronata*) ลำพู (*Sonneratia caseolaris*) และจาก (*Nypa fruticans*) เป็นต้น (รูปที่ 2)



รูปที่ 1 พื้นที่ศึกษาบริเวณป่าชายเลนธรรมชาติฝั่งตะวันตกปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร



รูปที่ 2 ลักษณะพื้นที่ป่าชายเลนธรรมชาติที่ดำเนินการศึกษา และวิธีการเก็บตัวอย่างปู

วิธีดำเนินการศึกษา

1. การเก็บตัวอย่างและระยะเวลาดำเนินการ

ดำเนินการศึกษาช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (เดือนมิถุนายน – สิงหาคม 2550) แบ่งพื้นที่ออกเป็น 3 แนวสำรวจ ได้แก่ CA, CB และ CC ขนาดกับแนวชายฝั่ง โดยแต่ละแนวสำรวจแบ่งออกเป็น 3 สถานีครอบคลุมพื้นที่ตอนล่าง (สถานี CA1, CA2 และ CA3) ตอนกลาง (สถานี CB1, CB2 และ CB3) และตอนบน (สถานี CC1, CC2 และ CC3) ของป่าชายเลนรวม 9 สถานี (รูปที่ 1) กำหนดขอบเขตที่ศึกษาในแต่ละสถานีเป็นแปลงถาวร โดยทำเครื่องหมายปักเสาเป็น 4 มุม และใช้เชือกผูกทั้ง 4 มุม เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาด 10 x 10 เมตร ดำเนินการเก็บตัวอย่างเฉพาะในกรอบแปลงถาวรที่กำหนดไว้โดยวิธีสุ่ม จำนวน 3 ซ้ำ ด้วยตารางสี่เหลี่ยมจัตุรัสแบบสุ่ม เก็บตัวอย่างปุ๋ยบริเวณผิวหน้าดินและชุดดินลึกลงไปประมาณ 30 เซนติเมตร (รูปที่ 2) เพื่อเก็บตัวอย่างปุ๋ยที่หลบอาศัยในรูใต้ดินโดยการร่อนผ่านตะแกรงขนาดตา 0.5 เซนติเมตร นำตัวอย่างปุ๋ยที่ได้คองด้วยสารละลายผสมระหว่าง 70% เอทิลแอลกอฮอล์ และกลีเซอริน อัตราส่วน 8:2 ตามลำดับ ก่อนนำไปจำแนกชนิด เพศ นับจำนวน และวัดขนาดความกว้างของกระดอง (Carapace width)

2. ปัจจัยที่ทำการศึกษา

ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่ดำเนินการตรวจวัดและวิเคราะห์

- คุณลักษณะของดินตะกอน คือ ขนาดอนุภาคดินตะกอน โดยนำตัวอย่างดินมาซึ่งเปียกประมาณ 100 กรัม แล้วนำไปอบที่ 105 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำตัวอย่างดินที่อบแห้งและปล่อยให้เย็นแล้วนำมาซึ่งประมาณ 50 กรัม ไปร่อนผ่านตะแกรงเครื่องร่อนอัตโนมัติแบบเปียก (Wet Automatic Mechanical Sieving) ที่มีขนาดความถี่ของตะแกรงต่าง ๆ กัน โดยชั้นที่ใหญ่ที่สุดและเล็กที่สุดคือ 2 และน้อยกว่า 0.063 มิลลิเมตร ตามลำดับ และจัดชนิดของอนุภาคตะกอนดินตาม Wentworth Grade Classification (Buchanan, 1984)
- ปริมาณสารอินทรีย์ ในดินด้วยวิธี ignition loss โดยการนำตัวอย่างดิน 15 กรัม เผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง หลังจากการเผานำดินมาซึ่งน้ำหนักอีกครั้ง น้ำหนักที่หายไปเป็นตัวแทนของสารอินทรีย์ในดินในแต่ละแปลง ตามสูตรของ Nelson and Sommers (1982)

$$\text{ปริมาณสารอินทรีย์ทั้งหมด (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักดินที่เผา} \times 100}{\text{น้ำหนักดินหลังเผา}}$$

- วัดความเป็นกรดต่างของน้ำในดินในแต่ละแปลง โดยใช้เครื่อง YSI Incorporated รุ่น 63/25 FT
- วัดความเค็มของน้ำในดิน ใน แต่ละแปลง โดยใช้เครื่อง YSI Incorporated รุ่น 63/25 FT
- วัดอุณหภูมิ ของอากาศและดิน ด้วยเทอร์โมมิเตอร์แบบปรอท

3. การวิเคราะห์ทางสถิติ

- วิเคราะห์ความแตกต่างของปัจจัยสิ่งแวดล้อมในแต่ละแนวสำรวจ ด้วยโปรแกรม SPSS วิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธี T- test
- วิเคราะห์หาความสัมพันธ์การกระจายตัวและความชุกชุมของชนิดปูกับปัจจัยสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง ด้วยโปรแกรม SPSS โดยหาค่าสหสัมพันธ์ (Pearson correlation)

ผลการศึกษา

ชนิด และการแพร่กระจายของปู

1. ชนิด อัตราส่วนเพศ และขนาด

การศึกษาปูพื้นที่ป่าชายเลนฝั่งตะวันตกปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร ช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ พบปูจำนวน 11 ชนิด จาก 2 วงศ์ คือ วงศ์ Grapsidae 8 ชนิด ได้แก่ ปูแสมก้ามแดง *Chiromantes eumolpe*, ปูแสมก้ามส้ม *Parasesarma lanchesteri*, ปูแสมก้ามม่วง *Episesarma versicolor*, *Sarmatium germaini*, *S. indicum*, ปูแสมพื้น *Metaplex dentipes*, *M. crenata* และ *M. elegans* และวงศ์ Ocypodidae 3 ชนิด ได้แก่ ปูเปี้ยวปากคิ๊บ *Uca forcipata*, ปูเปี้ยวก้ามยาว *Uca spinata* และ *Camptandrium cf sexdentatum* อัตราส่วนเพศของปูแสมที่พบส่วนใหญ่พบปูเพศผู้มากกว่าเพศเมีย ในขณะที่ปูก้ามดาบพบว่าอัตราส่วนระหว่างเพศผู้และเพศเมียใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 อัตราส่วนระหว่างเพศ และจำนวนรวมการกระจายขนาดของปูบริเวณป่าชายเลนฝั่งตะวันตกปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร

วงศ์ / ชื่อวิทยาศาสตร์	อัตราส่วน เพศผู้ : เพศเมีย	ขนาดความกว้างของกระดอง (CW) (มม.)						รวม
		< 5	5-9.9	10-14.9	15-19.9	20-24.9	>25	
Grapsidae								
<i>Chiromantes eumolpe</i>	2:1	56	97	175	113	79	8	528
<i>Parasesarma lanchesteri</i>	7:1	1	6	3	1	9	5	25
<i>Episesarma versicolor</i>	3:0	1	1	0	0	0	1	3
<i>Sarmatium germaini</i>	0.7:1	0	1	2	1	1	0	5
<i>Sarmatium indicum</i>	4:0	0	3	1	0	0	0	4
<i>Metaplex dentipes</i>	1:1	45	95	75	11	0	0	226
<i>Metaplex crenata</i>	0.3:1	0	7	1	0	0	0	8
<i>Metaplex elegans</i>	4:1	2	37	30	0	0	0	69
Ocypodidae								
<i>Uca forcipata</i>	1:1	2	7	61	75	34	29	208
<i>Uca spinata</i>	3:1	3	0	3	2	0	0	8
<i>Camptandrium cf sexdentatum</i>	1:1	73	336	420	4	0	0	833
รวม		183	590	771	207	123	43	1,917

ปูแสมก้ามแดง, ปูแสม *Sarmatium germaini*, *Camptandrium cf sexdentatum* และ ปูเปี้ยวก้ามยาว มีพิสัยความกว้างกระดองระหว่าง 10.0 ถึง 14.9 มิลลิเมตร ปูแสม *S. indicum*, ปูแสมฟัน *Metaplex dentipes*, *M. crenata* และ *M. elegans* มีขนาดเล็กกว่าปูชนิดอื่น ส่วนใหญ่ มีพิสัยความกว้างกระดองระหว่าง 5.0 ถึง 9.9 มิลลิเมตร และ ปูเปี้ยวปากคืบ มีพิสัยความกว้างกระดองอยู่ในช่วง 15.0 ถึง 19.9 มิลลิเมตร. ส่วน ปูแสมก้ามส้ม เป็นปูที่มีขนาดใหญ่มีความกว้างกระดองอยู่ในช่วง 20.0 ถึง 24.9 มิลลิเมตร (ตารางที่ 1) ขณะที่ปูแสมก้ามม่วง เป็นชนิดที่พบในปริมาณน้อย จากการสังเกตพบว่าปูเพศเมียส่วนใหญ่แสดงถึงระยะเต็มวัย (adult stage) เนื่องจากมีไข่นอกกระดอง ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่าปูที่พบส่วนใหญ่อยู่ในระยะเต็มวัย และ ขนาดวัยเจริญพันธุ์ที่พบมีขนาดเล็กถึง แสดงถึงการพัฒนาการเข้าสู่ระยะวัยเจริญพันธุ์ของสัตว์น้ำเพื่อการออกรอดจากภาวะที่ถูกคุกคาม

จากการศึกษาการแพร่กระจายของปูในป่าชายเลนบริเวณนี้พบว่า *Camptandrium cf sexdentatum* เป็นชนิดที่มีการกระจายกว้างและมีความชุกชุมมากที่สุดคิดเป็น 43.45 % รองลงมาคือ ปูแสมก้ามแดง คิดเป็น 27.54% สำหรับปูแสมก้ามม่วง เป็นชนิดที่พบการแพร่กระจายและชุกชุมน้อยที่สุดคิดเป็น 0.16% (ตารางที่ 1)

2. การแพร่กระจายและความชุกชุมของปูบริเวณป่าชายเลนปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร

ประชากรปูในพื้นที่ศึกษามีการแบ่งเขตที่อยู่อาศัยค่อนข้างชัดเจน (ตารางที่ 2) พบว่าปูที่อยู่ในวงศ์ Grapsidae ชนิดที่พบการแพร่กระจายมากที่สุดคือ ปูแสมก้ามแดง เป็นชนิดที่มีการกระจายกว้างและมีความชุกชุมมากที่สุด มีการพบทั่วไปในเขตป่าชายเลนตอนกลาง ตอนล่าง และตอนบนของชายฝั่ง ปูที่มีการแพร่กระจายและชุกชุมน้อยที่สุดคือ ปูแสมก้ามม่วง และ ปูแสมก้ามส้ม พบอาศัยในบริเวณป่าชายเลนตอนกลางตลอดจนถึงบริเวณป่าชายเลนตอนบน ไม่พบในบริเวณป่าชายเลนตอนล่างส่วนปูแสมฟัน ทั้ง 3 ชนิดพบกระจายและชุกชุมมากบริเวณป่าชายเลนตอนล่าง ส่วนในพื้นที่ป่าชายเลนตอนกลาง และตอนบน พบปูชนิดนี้น้อย ปูในวงศ์ Ocypodidae พบว่า *Camptandrium cf sexdentatum* เป็นชนิดที่มีการกระจายกว้างและมีความชุกชุมมากที่สุด พบทั่วไปในเขตป่าชายเลนตอนกลาง ตอนล่าง และตอนบนของชายฝั่ง ปูที่มีการกระจายรองลงมาคือ ปูเปี้ยวปากคืบ ส่วนปูเปี้ยวก้ามยาว พบมีการแพร่กระจายเฉพาะบริเวณป่าชายเลนตอนล่าง ติดกับชายฝั่งทะเลที่เป็นลักษณะดินโคลนอ่อนนุ่ม

ปัจจัยแวดล้อมบริเวณพื้นที่ศึกษา

จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่า อุณหภูมิมีขนาดเล็กอยู่ในช่วง 0.045 ถึง 0.05 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.048 ± 0.003 มิลลิเมตร ตะกอนดินมีปริมาณโคลนเลนที่สูงมากในแต่ละสถานีและมีค่าที่ใกล้เคียงกันอยู่ในช่วงระหว่าง 90.42 ± 4.03 ถึง $91.84 \pm 1.83\%$ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ $91.32 \pm 0.78\%$ ปริมาณ สารอินทรีย์ในดินมีแนวโน้มลดลงตามระยะทางโดยมีค่าสูงสุดบริเวณพื้นที่ป่าชายเลนตอนบนจนถึงป่าชายเลนตอนกลาง และมีค่าน้อยสุดในป่าชายเลนตอนล่าง โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.3 ± 1.82 , 14.15 ± 0.76 และ $8.69 \pm 1.36\%$ ตามลำดับ เมื่อทดสอบทางสถิติพบว่า ปริมาณสารอินทรีย์ในแต่ละแนวการศึกษา มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

ค่าความเค็มของน้ำในดินมีค่าอยู่ระหว่าง 8.8 ± 3.68 ถึง 28.68 ± 12.48 psu และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.48 ถึง 10.68 psu โดยบริเวณป่าชายเลนตอนกลางมีค่าสูงสุด 28.68 ± 12.48 psu ส่วนบริเวณป่าชายเลนตอนล่างมีค่าต่ำสุด 8.8 ± 3.68 psu เมื่อทดสอบทางสถิติพบว่า เขตป่าชายเลนตอนกลางมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับแนวป่าชายเลนตอนบน และแนวป่าชายเลนตอนล่าง (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 2 ชนิด และความหนาแน่นของปูในสถานีเก็บตัวอย่างป่าชายเลนฝั่งตะวันตกปากแม่น้ำท่าจีน

จังหวัด สมุทรสาคร

ชนิด	สถานี								
	CA1	CA2	CA3	CB1	CB2	CB3	CC1	CC2	CC3
Grapsidae									
<i>Chiromantes eumolpe</i>	9	40	33	61	96	88	76	57	68
<i>Parasesama lanchesteri</i>	0	0	0	5	13	5	0	1	1
<i>Episesama versicolor</i>	0	0	0	1	1	0	0	0	1
<i>Samatium gemaini</i>	0	1	1	0	3	0	0	0	0
<i>Samatium indicum</i>	2	1	1	0	0	0	0	0	0
<i>Metaplex dentipes</i>	107	60	60	10	0	0	11	0	0
<i>Metaplex crenata</i>	3	0	0	3	0	0	2	0	0
<i>Metaplex elegans</i>	36	15	15	1	1	0	7	0	0
Ocypodidae									
<i>Uca forcipata</i>	27	27	41	16	48	20	9	4	16
<i>Uca spinata</i>	8	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Campandrium cf sexdentatum</i>	2	100	93	97	110	133	79	99	120

ตารางที่ 3 ปัจจัยสิ่งแวดล้อมบริเวณป่าชายเลนปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร

ปัจจัยสิ่งแวดล้อม	สถานี		
	CA	CB	CC
ความเป็นกรด-ด่าง	7.11±0.43	6.75±0.70	7.04±0.56
ความเค็ม (psu)	11.95±10.93	28.68±12.48*	8.8±3.68
ขนาดอนุภาคดิน (Ø)	0.05±0.00	0.05±0.00	0.045±0.00
ปริมาณสารอินทรีย์ (%)	8.69±1.36*	14.15±0.76*	16.30±1.82*
อุณหภูมิในดิน (°C)	28.08±1.39	28.83±2.18	27.90±0.95
ปริมาณโคลนเลน (%)	91.84 ±1.83	90.42 ±4.03	91.71±2.84

หมายเหตุ * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

สหสัมพันธ์ระหว่างชนิด และการแพร่กระจายของปูกับปัจจัยสิ่งแวดล้อม

สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณปูในป่าชายเลนกับ ปัจจัยสิ่งแวดล้อม มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 4) โดยเฉพาะปริมาณสารอินทรีย์ และความเค็มของน้ำในดิน พบว่า ความหนาแน่นของปู *Chiromantes eumolpe* และ *Camptandrium cf sexdentatum* ซึ่งเป็นชนิดที่มีการแพร่กระจายทั่วไป และชุกชุมมากที่สุด มีค่าสหสัมพันธ์ใกล้เคียงกัน มีแนวโน้มสหสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณสารอินทรีย์และความเค็มของน้ำในดิน รวมถึงมีแนวโน้มแปรผกผันกับความเป็นกรด - ด่างของน้ำในดิน ส่วนปู *Metaplex dentipes*, *M. crenata*, *M. elegans*, *S. indicum* และ *Uca spinata* เป็นชนิดที่พบการแพร่กระจายส่วนใหญ่อยู่ในแนวป่าชายเลนตอนล่างที่ติดกับชายฝั่งทะเล มีแนวโน้มแปรผกผันกับปริมาณสารอินทรีย์ในดินอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ส่วนขนาดอนุภาคดินมีแนวโน้มความสัมพันธ์โดยตรงกับปู *Parasesarma lanchesteri*, *Sarmatium germaini*, *Metaplex crenata* และ *Uca forcipata* อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ตารางที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของปูกับปัจจัยสิ่งแวดล้อม บริเวณป่าชายเลนฝั่งตะวันตกปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร

ชนิดปู	ค่าสหสัมพันธ์เส้นตรง			
	ความเค็ม	ความเป็นกรด-ด่าง	ปริมาณอินทรีย์สาร (%)	อนุภาคดิน
<i>Chiromantes eumolpe</i>	0.49	-0.44	0.80	0.08
<i>Parasesarma lanchesteri</i>	0.79	-0.41	0.26	0.50
<i>Episesarma versicolor</i>	-	-	-	-
<i>Sarmatium germaini</i>	0.68	-0.24	-0.47	0.68
<i>Sarmatium indicum</i>	-0.30	0.37	-0.91	0.09
<i>Metaplex dentipes</i>	-0.31	0.37	-0.90	0.09
<i>Metaplex crenata</i>	0.50	-0.08	-0.71	0.63
<i>Metaplex elegans</i>	-0.36	0.39	-0.88	0.04
<i>Uca forcipata</i>	0.95	-0.01	-0.80	0.58
<i>Uca spinata</i>	-0.30	0.37	0.78	0.09
<i>Camptandrium cf sexdentatum</i>	0.50**	-0.44	0.78	0.09

สรุปและวิจารณ์ผล

จากการศึกษาการแพร่กระจายของปูชนิดต่าง ๆ บริเวณป่าชายเลนฝั่งตะวันตกปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร ช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (เดือนมิถุนายน - สิงหาคม 2550) พบปู จำนวน 11 ชนิด จาก 2 วงศ์ ได้แก่ วงศ์ Grapsidae จำนวน 8 ชนิด คือ ปูแสมก้ามแดง *Chiromantes eumolpe*, ปูแสมก้ามส้ม *Parasesarma lanchesteri*, ปูแสมก้ามม่วง *Episesarma versicolor*, *Sarmatium germaini*, *S. indicum*, ปูแสมพื้น *Metaplex dentipes*, *M. crenata* และ *M. elegans* และวงศ์ Ocypodidae จำนวน 3 ชนิด คือ ปูเปี้ยวปากคืบ *Uca forcipata*, ปูเปี้ยวก้ามยาว *U. spinata* และ *Camptandrium cf sexdentatum* โดย *Camptandrium cf sexdentatum* และ *Chiromantes eumolpe* เป็นชนิดที่มีการกระจายกว้างและมีความชุกชุมมากที่สุดคิดเป็น 43.45% และ 27.88% ตามลำดับ สอดคล้องกับสุรินทร์ (2547) ที่กล่าวว่า ปูแสมก้ามแดง

เป็นชนิดที่มีการแพร่กระจายทั่วไปและพบได้บ่อยทั้งในฝั่งอ่าวไทยและฝั่งมหาสมุทรอินเดียจากการศึกษาปู
 แสมของ จำลอง และคณะ (2548) บริเวณปากแม่น้ำท่าจีนที่มีพื้นที่ใกล้เคียงกับการศึกษาครั้งนี้ พบปูแสม
 จำนวน 6 ชนิด ได้แก่ ปูแสมก้ามแดง, ปูแสมก้ามส้ม, *Sarmatium germaini*, *Metaplex dentipes*,
M. elegans และ *Neopisesarma mederi* สำหรับการศึกษาชนิดของปูที่พบเพิ่มขึ้น ได้แก่ *Episesarma*
versicolor, *M. crenata* และ *Sarmatium indicum* แต่ไม่พบปู *Neopisesarma mederi* ส่วนปู *Episesarma*
versicolor เป็นชนิดที่พบการแพร่กระจายและชุกชุมต่ำที่สุด (0.15%) อาจเป็นเพราะปูชนิดนี้มีจำนวนน้อยมาก
 และจากพฤติกรรมการขุดรูอาศัยที่ลึกประมาณ 50 – 165 เซนติเมตร (บรรจง, 2548) ซึ่งอาจเป็นสาเหตุที่พบปู
 ชนิดนี้ได้บ่อย ส่วนปูในวงศ์ Ocypodidae เสรี (2521) รายงานว่า จากการศึกษาก้ามดาบในประเทศไทย
 พบว่า ปูเปี้ยวปากคืบ และ ปูเปี้ยวก้ามยาว เป็นปูที่มีการแพร่กระจายอย่างกว้างขวางสามารถพบได้ตามแนว
 ฝั่งทะเลอ่าวไทยและชายฝั่งทะเลด้านตะวันตกของประเทศไทย แต่ ปูเปี้ยวก้ามยาว พบเป็นจำนวนน้อย ซึ่ง
 สอดคล้องกับการศึกษานี้สามารถพบ ปูเปี้ยวปากคืบ และปูเปี้ยวก้ามยาว จำนวน 10.85% และ 0.14%
 ตามลำดับ

การศึกษานี้พบการแพร่กระจายของปู *Metaplex dentipes*, *M. crenata*, *M. elegans*, *S. indicum*
 และ ปูเปี้ยวก้ามยาว ส่วนใหญ่อยู่ในแนวป่าชายเลนตอนล่างที่ติดกับชายฝั่งทะเล ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษา
 ของ ภูมิสุวรรณ์ และคณะ (2542) และมีแนวโน้มความสัมพันธ์ผกผันกับปริมาณสารอินทรีย์ในดินอย่างมี
 นัยสำคัญยิ่ง ปูแสมก้ามแดง แสดงความสัมพันธ์โดยตรงปริมาณสารอินทรีย์ในดิน เนื่องจากปริมาณ
 สารอินทรีย์ เป็นแหล่งอาหารที่สำคัญ ของสัตว์หน้าดิน ในป่าชายเลน ดังนั้นปูที่เข้าอาศัยในป่าชายเลนที่มี
 ปริมาณสารอินทรีย์สูง ยังได้รับประโยชน์ในแง่ความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งอาหาร

นอกจากปริมาณสารอินทรีย์ที่เป็นตัวควบคุมการแพร่กระจายของปูบริเวณนี้แล้ว ความลาดเอียงของ
 พื้นที และการท่วมถึงของน้ำทะเลยังเป็นส่วนที่ควบคุมการแพร่กระจายของปูด้วยเช่นกัน โดย จำลอง และคณะ
 (2548) รายงานว่า *Metaplex dentipes* และ *M. elegans* ส่วนใหญ่จะมีการขุดรูในบริเวณหาดเลน ที่มีความ
 ลาดชันต่ำกว่าป่าชายเลนตอนกลางและตอนบน ส่งผลให้ได้รับ อิทธิพล จากน้ำขึ้นน้ำลง ทำให้ดินบริเวณนั้น
 เป็นดินโคลนสูงเหมาะแก่การขุดรูอาศัยของปูในกลุ่มนี้

จากการศึกษาชนิด และการแพร่กระจายของปูบริเวณป่าชายเลนปากแม่น้ำท่าจีนจังหวัดสมุทรสาคร
 พบว่าปัจจัยสิ่งแวดล้อมมีผลกระทบต่อปูบริเวณนี้ทั้งทางตรงและทางอ้อม หากสภาพของป่าชายเลนมีการ
 เปลี่ยนแปลงย่อมส่งผลกระทบต่อสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมต่อปูที่อยู่อาศัย รวมถึงปัจจัยอื่น ๆ เช่น การ
 ขยายตัวของชุมชนส่งผลต่อที่อยู่อาศัยของปู การปล่อยน้ำเสียจากแหล่งชุมชน และโรงงานอุตสาหกรรมลงสู่
 แม่น้ำ ล้วนเป็นการทำลายแหล่งที่อยู่อาศัยของปูทั้งสิ้น รวมไปถึงความต้องการปูเพื่อมาบริโภค โดยเฉพาะ ปู
 แสมก้ามม่วง ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจและนิยมนำมาทำเป็นปูเค็ม ปัจจุบันปูชนิดนี้มีประชากรลดลงเป็น
 อย่างมาก อันเนื่องมาจากการจับจนเกินกำลังผลิตทดแทนตามธรรมชาติ ดังนั้นการอนุรักษ์และการใช้

ทรัพยากรจากปู รวมถึงการจัดการ การอนุรักษ์ และฟื้นฟูป่าชายเลน มีส่วนสำคัญยิ่ง เพื่อคงไว้และใช้ประโยชน์จากป่าชายเลนอย่างยั่งยืนต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัย ขอขอบคุณ คุณสุชาติ สว่างอารีย์รักษ์ ที่ให้ข้อเสนอแนะการดำเนินงานต่างๆ ในการศึกษาครั้งนี้ และ ขอขอบพระคุณ ศูนย์วิจัยทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งอ่าวไทยตอนบน และสถานีวิจัยและพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลน 5 จังหวัดสมุทรสาคร ที่สนับสนุนกิจกรรมการศึกษาในครั้งนี้สำเร็จตามวัตถุประสงค์

เอกสารอ้างอิง

- จำลอง โตอ่อน, ปิ่นสักก์ สุรัสวดี, ศิวพร ราชสุวรรณ และ วิทยา ชุณสัน. 2548. ชนิด และการกระจายของปูแสม ในบริเวณป่าชายเลนปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร. เอกสารวิชาการฉบับที่ 1/2548, สถานีวิจัยและพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 5, สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรป่าชายเลน, กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. 17 หน้า.
- ณัฐวรรธน์ ปภาวสิทธิ์, จำลอง โตอ่อน และ อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์ 2542. ชนิดและการกระจายของปูก้ามดาบในป่าชายเลนปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร. **ใน:** การฟื้นฟูและการพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนเพื่อสังคมและเศรษฐกิจอย่างยั่งยืนของประเทศไทย. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. หน้า 357 – 373.
- นลินี ทองแถม และ สมบัติ ภู่วชิรานนท์. 2550. บทบาทของปูแสม *Neopisesarma versicolor* ต่อระบบนิเวศป่าชายเลนบ้านบางโรง จังหวัดภูเก็ต. **ใน:** การประชุมวิชาการระบบนิเวศป่าชายเลนแห่งชาติ “ป่าชายเลน: รากฐานเศรษฐกิจพอเพียงของชุมชนชายฝั่ง” วันที่ 12 – 14 กันยายน 2550 จังหวัดเพชรบุรี. หน้า 242 – 250.
- บรรจง เทียนรัศมี. 2548. ปูแสมสัตว์น้ำเค็มที่น่าเลี้ยงเป็นอาชีพ. มติชนพบเทคโนโลยีชาวบ้าน, ปี 17(358): 95 – 98.
- เสรี บรรพวจิตร. 2521. อนุกรมวิธานของปูก้ามดาบในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, แผนกชีววิทยา, บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 124. หน้า.
- สุรินทร์ มัจฉาชีพ. 2547. สัตว์ชายฝั่งทะเลไทย. บริษัท รุ่งศิลป์การพิมพ์ กรุงเทพฯ 310 หน้า.
- สุวรรณภา จิตรสิงห์. 2519. การศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับชีวประวัติทางนิเวศวิทยาและพฤติกรรมบางประการของปูแสม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 61 หน้า.
- Buchanan, J.B. 1984. Sediment analysis. *In* : Holme, N.A. & A.D. McIntyre (eds.). *Methods for the study of marine benthos*. Blackwell Scientific Publications, California, USA. pp. 41-65.
- Nelson, D.W. and L.E. Sommers. 1982. *Methods of Soil Analysis*. Indiana Purdue University,
- Warren, J.H. and A.J. Underwood. 1986. Effects of burrowing crabs on the topography of mangrove swamps in New South Wales. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **102**: 223 – 235.