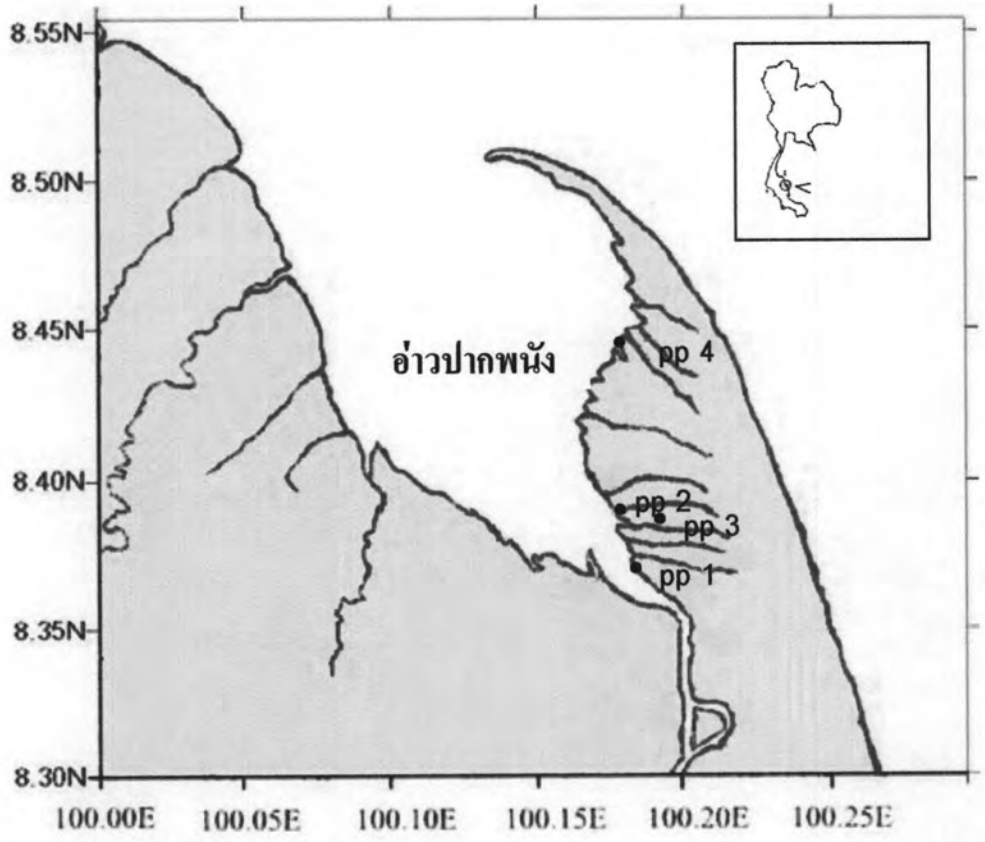
บทที่ 2

วิธีดำเนินการศึกษา

สถานที่ศึกษา

สถานที่ศึกษาอยู่ในพื้นที่ป่าชายเลนอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราชโดยแบ่งเป็น 4 บริเวณตามช่วงเวลาที่มีการปลูกและฟื้นฟูป่าชายเลนในบริเวณนี้ (รูปที่ 7)



รูปที่ 7 สถานที่ทำการศึกษาบริเวณป่าชายเลนอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช

บริเวณที่ 1 (สถานี pp1): บริเวณคลองบางหัวคูเป็นแปลงปลูกป่าชายเลนปี พ.ศ. 2510 ในช่วงที่ทำการศึกษาเป็นป่าปลูกอายุ 37 ปี สภาพทั่วไปของพื้นที่อยู่สูงจากระดับน้ำทะเล มีน้ำท่วมถึงเฉพาะในช่วงน้ำเกิดเท่านั้น ลักษณะดินเป็นดินเลนค่อนข้างแข็ง พันธุ์ไม้เด่นที่พบในบริเวณนี้เป็นพวกโกงกางใบใหญ่ *(R. mucronata)* และโกงกางใบเล็ก *(R. apiculata)* ความหนาแน่นของพันธุ์ไม้วัดได้ 5 ต้น /100 ตารางเมตร มีสังคมพืชป่าจาก *(Nypa fruticans)* ขึ้นแซม ไม้พื้นล่างที่พบบริเวณนี้เป็นพวกปรงทะเล *(Acrostichum aureum)* มีความหนาแน่นรวม 10 ต้น /100 ตารางเมตร และนอกจากนี้ยังพบต้นเหงือกปลาหมอ *(Acanthus* sp.*)* ขึ้นประปราย (รูปที่ 8)

ก.

ข.

รูปที่ 8 ป่าชายเลนปลูกอายุ 37 ปี (pp1; บางหัวคู)

ก. พื้นที่ในแปลง ข. พรรณไม้พวกปรงทะเลและเหงือกปลาหมอ

บริเวณที่ 2 (สถานี pp2): บริเวณคลองบางลึกเป็นแปลงปลูกป่าชายเลนปี พ.ศ. 2520 ในช่วงที่ทำการศึกษาเป็นป่าปลูกอายุ 27 ปี สภาพทั่วไปของพื้นที่เป็นบริเวณที่ได้รับอิทธิพลจากน้ำขึ้นน้ำลงตลอดเวลาโดยน้ำจะท่วมพื้นที่ในช่วงน้ำขึ้น สภาพดินมีลักษณะเป็นดินเลนค่อนข้างอ่อนและเปียกชื้นตลอดเวลา มีน้ำขังบางบริเวณ ดินมีสีดำมีกลิ่นเหม็นของสารประกอบซัลไฟด์ มีการตกทับถมของซากใบไม้ค่อนข้างสูง พันธุ์ไม้ที่ปลูกในบริเวณนี้เป็นพวกโกงกางใบเล็กและโกงกางใบใหญ่ความหนาแน่นรวมของพรรณไม้บริเวณนี้เท่ากับ 9 ต้น/100 ตารางเมตร บริเวณด้านนอกพบพรรณไม้กลุ่มลำพู ลำแพน *Sonneratia* spp. และต้นจาก (รูปที่ 9)

ก.

ข.

รูปที่ 9 ป่าชายเลนปลูกอายุ 27 ปี (pp2; บางลึก)
ก. พื้นที่ในแปลง ข. การตกทับถมของซากใบไม้ในแปลง

บริเวณที่ 3 (สถานี pp3): บริเวณคลองโก้งโค้งเป็นแปลงปลูกป่าชายเลนปี พ.ศ. 2530 ในช่วงที่ทำการศึกษาเป็นป่าปลูกอายุ 17 ปี สภาพทั่วไปของพื้นที่เป็นบริเวณที่ได้รับอิทธิพลจากน้ำขึ้นน้ำลงตลอดเวลา สภาพดินมีลักษณะเป็นดินเลนค่อนข้างอ่อนมีสีดำและมีกลิ่นเหม็นของสารประกอบซัลไฟด์ มีการตกทับถมของซากใบไม้ค่อนข้างสูง พันธุ์ไม้ที่ปลูกในบริเวณนี้เป็นพวกโกงกางใบเล็กและโกงกางใบใหญ่ ความหนาแน่นรวมของพรรณไม้ในบริเวณนี้เท่ากับ 10 ต้น/100 ตารางเมตร พรรณไม้แสดงลักษณะการแก่งแย่งแสงสว่างโดยต้นไม้มีความสูงมากและเริ่มมีการล้มตาย (รูปที่ 10)

ก.

ข.

รูปที่ 10 ป่าชายเลนปลูกอายุ 17 ปี (pp3; โก้งโค้ง)
ก. พื้นที่ในแปลง ข. การตกทับถมของซากใบไม้ในแปลง

บริเวณที่ 4 (สถานี pp4): บริเวณคลองอ้ายฮ้อเป็นแปลงปลูกป่าชายเลนปี พ.ศ. 2534 ในช่วงที่ทำการศึกษาเป็นป่าปลูกอายุ 13 ปี และเป็นแหล่งที่มีการทำประมงปูแสมชุกชุม สภาพทั่วไปของพื้นที่อยู่สูงจากระดับน้ำทะเล มีลักษณะเป็นป่าโปร่งมีแสงส่องถึงพื้นดิน ลักษณะดินเป็นดินเลนค่อนข้างแข็ง ซากใบไม้ที่ตกทับถมในบริเวณนี้ส่วนใหญ่มีลักษณะแห้งกรอบและจะถูกพัดพาออกนอกพื้นที่ในช่วงน้ำขึ้นสูงสุด พันธุ์ไม้เด่นที่พบในบริเวณนี้เป็นพวกแสมขาว *(Avicennia alba)* ความหนาแน่นของพรรณไม้ในบริเวณนี้เท่ากับ 5 ต้น/100 ตารางเมตร บริเวณนี้มีการปลูกโกงกางใบใหญ่แซมโดยมีความหนาแน่นเท่ากับ 28 ต้น /100 ตารางเมตร (รูปที่ 11)

ก.

ข.

รูปที่ 11 ป่าชายเลนปลูกอายุ 13 ปี (pp4; อ้ายฮ้อ)
ก. พื้นที่ในแปลง ข. การล่องลอยของซากใบไม้ออกนอกแปลงในช่วงน้ำขึ้นสูงสุด

I23291188

การศึกษาชนิด ปริมาณ และการกระจายของปูแสมสกุล *Neoepisesarma*

การเก็บตัวอย่าง

ทำการเก็บตัวอย่างปูในป่าชายเลนอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2547 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2548 ในแปลงปลูกป่าชายเลนที่มีอายุต่างกัน 4 บริเวณ (รูปที่ 7) ในแต่ละบริเวณทำการเก็บตัวอย่างในแปลงถาวรขนาด 10 X 10 เมตรบริเวณละ 1 แปลง โดยออกเก็บตัวอย่างปูแสมในเวลากลางคืนช่วงน้ำลง ดองตัวอย่างปูแสมด้วยแอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ และนำกลับมาศึกษาในห้องปฏิบัติการภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเพื่อจำแนกชนิดและนับจำนวนเพื่อหาความหนาแน่นของปูแสมสกุล *Neoepisesarma* ในระหว่างการเก็บตัวอย่างจะทำการศึกษาปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ในป่าชายเลนร่วมด้วย โดยแบ่งเป็น

1. <u>คุณภาพน้ำในดิน</u>

ทำการเก็บข้อมูลคุณภาพน้ำในดินในแต่ละบริเวณทุกเดือนโดยทำการวัดอุณหภูมิและความเค็มด้วยเครื่อง Salt meter (Merbabu รุ่น NS-3P) วัดความเป็นกรด-เบสด้วยเครื่อง Pocket pH meter (HANNA)

2. <u>คุณสมบัติของดิน</u>

ทำการวิเคราะห์คุณสมบัติของดินโดยทำการศึกษาเฉพาะในช่วงที่เป็นตัวแทนของแต่ละฤดูกาลเท่านั้น โดยแบ่งเป็น 2 ช่วง ได้แก่ ช่วงฤดูฝน ทำการศึกษาในเดือนตุลาคม 2547 ส่วนช่วงฤดูแล้งทำการศึกษาในเดือนเมษายน 2548 โดยทำการเก็บตัวอย่างดินในแต่ละแปลงที่ผิวดินลึกไม่เกิน 15 เซนติเมตร แปลงละประมาณ 1 กิโลกรัม ทำมาตากให้แห้งสนิทแล้วบดให้ละเอียด จากนั้นนำตัวอย่างดินที่บดแล้วผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร จำนวน 50 กรัม เพื่อนำมาวิเคราะห์ขนาดอนุภาคตะกอนดิน (grain size) โดยวิธี Hydrometer Method (ณรงค์ ชินบุตร และจักรพงษ์ เจิมศิริ, 2536) และแบ่งตัวอย่างดินที่บดแล้วอีกส่วนหนึ่งนำมาร่อนผ่านตะแกรงขนาดตา 0.5 มิลลิเมตร จำนวน 0.5 กรัม เพื่อนำมาวิเคราะห์หาปริมาณอินทรีย์สารในดิน (organic content) โดยวิธี Wet Oxidation ของ Walkley Black (อ้างถึง ประไพ ชัยโรจน์, 2536)

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบความแตกต่างความหนาแน่นของปูแสมสกุล *Neoepisesarma* ในแต่ละบริเวณที่ทำการศึกษาและในแต่ละช่วงเวลา โดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA)

2. เปรียบเทียบความแตกต่างของปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ในแต่ละบริเวณที่ทำการศึกษาและในแต่ละช่วงเวลา โดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA)

3. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของปูแสมสกุล *Neoepisesarma* กับปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ โดยการหาค่าสหสัมพันธ์ (Pearson Correlation)

การศึกษาองค์ประกอบอาหารจากกระเพาะอาหารของปูแสมสกุล *Neoepisesarma*

นำตัวอย่างปูแสมสกุล *Neoepisesarma* ที่จับได้จากแปลงถาวรทั้ง 4 บริเวณ มาทำการศึกษาองค์ประกอบอาหารจากกระเพาะอาหารของปูแสม โดยหลังเก็บตัวอย่างต้องนำปูแสมมาเก็บรักษาในแอลกอฮอล์ 70 % ทันทีเพื่อป้องกันไม่ให้อาหารในกระเพาะถูกย่อย จากนั้นนำมาทำการผ่าตัดกระเพาะอาหารออกแล้วใช้น้ำกลั่นชะล้างส่วนประกอบของอาหารในกระเพาะลงในจาน petri dish แล้วนำส่วนประกอบดังกล่าวมาจำแนกประเภทด้วยกล้องจุลทรรศน์ เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบของอาหารของปูแสมที่ศึกษาจากกระเพาะอาหารของปูแสมโดยวิธี Percentage of occurrence method (Williams, 1981) ซึ่งเป็นวิธีการหาข้อมูลความถี่ชนิดของอาหารที่พบในกระเพาะอาหารของปูแสม โดยใช้สมการ 2.1

$$PO_i = (a_i / n)*100 \quad \text{----(2.1)}$$

เมื่อ PO_i = เปอร์เซ็นต์ความถี่ของอาหารชนิด i ที่พบในกระเพาะอาหาร

a_i = จำนวนปูแสมที่มีอาหารชนิด i อยู่ในกระเพาะอาหาร

n = จำนวนปูแสมที่ศึกษาทั้งหมด (ไม่รวมปูที่ไม่มีอาหารอยู่ในกระเพาะอาหาร)

ส่วนเอกสารที่ใช้ในการจำแนกกลุ่มตัวอย่างสิ่งมีชีวิตที่พบในกระเพาะอาหารของปูแสม พวกสัตว์ทะเลหน้าดินขนาดเล็กจะใช้เอกสารของ Higgins and Thiel (1988) ส่วนสาหร่ายจะใช้เอกสารของอัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์ และคณะ (2545) และนิรุชา มงคลแสงสุรีย์ (2547)

การศึกษาชีววิทยาการสืบพันธุ์

การเก็บตัวอย่าง

การศึกษาชีววิทยาการสืบพันธุ์ได้ทำการศึกษาในปูแสม 2 ชนิด ได้แก่ *N. mederi* ซึ่งเป็นปูแสมสกุล *Neoepisesarma* ชนิดเด่น และ *N. singaporensis* ซึ่งเป็นชนิดที่พบมากรองลงมา ตัวอย่างปูแสม *N. mederi* ที่นำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้ได้จากการสุ่มตัวอย่างจากร้านรับซื้อปูแสมที่ชาวประมงจับมาจากบริเวณป่าชายเลน อ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยทำการสุ่มตัวอย่างเดือนละประมาณ 4 – 5 กิโลกรัมทุกเดือนตั้งแต่เดือนตุลาคม 2547 จนถึงเดือนธันวาคม 2548 ส่วน *N. singaporensis* ซึ่งเป็นปูแสมที่พบได้ค่อนข้างน้อยดังนั้นจึงได้สุ่มตัวอย่างเฉพาะปูแสมเพศเมียเท่านั้นเดือนละ 30 ตัวเพื่อนำมาศึกษาช่วงฤดูวางไข่ และขนาดปูที่เริ่มสมบูรณ์เพศ นำตัวอย่างปูแสมที่สุ่มตัวอย่างได้ในแต่ละเดือน มาแยกเพศ ชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งสปริงมีหน่วยเป็นกรัม วัดขนาดความกว้างกระดองปูแสมด้วยเวอร์เนียคาลิเปอร์แบบดิจิตอลมีหน่วยเป็นมิลลิเมตร

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. อัตราส่วนระหว่างเพศ (Sex-ratio)

จากข้อมูลจำนวนปูแสม *N. mederi* เพศผู้และเพศเมียที่สุ่มตัวอย่างได้ในแต่ละเดือน จะนำมาคำนวณหาอัตราส่วนระหว่างเพศและทดสอบอัตราส่วนระหว่างเพศด้วยวิธี Chi-square โดยใช้สมการ 2.2

$$\chi^2 = i(O_i - E_i)^2/E_i \quad \text{----------(2.2)}$$

เมื่อ χ^2 = ค่า Chi-square จากการคำนวณ

O_i = จำนวนตัวของแต่ละเพศจากการสุ่มตัวอย่าง

E_i = จำนวนตัวที่คาดหวังของแต่ละเพศ

จากนั้นนำค่า Chi-square จากการคำนวณไปเปรียบเทียบกับค่า Chi-square ที่ได้จากตารางที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยตั้งสมมติฐานว่า ไม่มีความแตกต่างระหว่างจำนวนของปูแสมเพศผู้และปูแสมเพศเมีย นั่นคือมีอัตราส่วนเพศเท่ากับ 1:1

2. การเจริญของอวัยวะสืบพันธุ์

<u>การผ่าตัดอวัยวะสืบพันธุ์</u> : นำตัวอย่างปูแสม *Neoepisesama mederi* เพศผู้และเพศเมียมาทำการผ่าตัดเปิดกระดองด้านบนออก บันทึกลักษณะภายนอกของอวัยวะสืบพันธุ์ ได้แก่ สี ขนาด และรูปร่าง จากนั้นจึงผ่าตัดแยกเอาส่วนของอวัยวะสืบพันธุ์ ได้แก่ รังไข่ (Ovary) ของปูเพศเมีย อัณฑะ (Testis) ของปูเพศผู้ ออกมาทำให้เนื้อเยื่อคงสภาพใน Bouin's fluid นาน 24 ชั่วโมง แล้วจึงนำมาผ่านกระบวนการทำ Paraffin Section

<u>การทำ Paraffin Section</u> : หลังจาก Fix ชิ้นเนื้อเยื่อใน Bouin's fluid เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้ว จึงนำมาผ่านกระบวนการทาง Paraffin Section ดังนี้

1. ล้าง Fixative ออก ด้วย 70 % Ethanol จนไม่มีสีเหลืองของ Picric acid เหลืออยู่

2. การขจัดน้ำ (Dehydration) โดยนำเนื้อเยื่อมาแช่ใน 70 % Ethanol 80 % Ethanol 90 % Ethanol 95 %Ethanol และ Absolute ตามลำดับ ขั้นตอนละ 30 นาที

3. การ Clearing : นำชิ้นเนื้อเยื่อที่ผ่านขั้นตอนการขจัดน้ำ (Dehydration) มาแช่ใน Xylene นาน 1 ชั่วโมง

4. Infiltration : นำชิ้นเนื้อเยื่อมาแช่ใน Xylene + Molten Paraffin Wax นาน 30 นาที Paraffin Wax1 นาน 30 นาที และ Paraffin Wax2 นาน 1 ชั่วโมง ตามลำดับ โดยทำในตู้อบที่อุณหภูมิ 58 องศาเซลเซียส

5. Embedding : นำชิ้นเนื้อมา embed ด้วย Paraffin Wax3

6. ตัด Section เนื้อเยื่อที่ความหนา 5 ไมครอน

7. ติด Section บนสไลด์ ที่เคลือบด้วย egg albumen

การย้อมสีด้วย Hematoxylin และ Eosin (H & E) : มีขั้นตอนดังนี้

1. การขจัด Paraffin (Deparaffinization) : นำสไลด์มาแช่ใน xylene 2 ครั้ง นานครั้งละ 5 นาที

2. การนำน้ำเข้าเนื้อเยื่อ (hydration) :นำสไลด์แช่ใน Absolute Ethanol 95% Ethanol 90% Ethanol 80% Ethanol 70% Ethanol และในน้ำกลั่น นานครั้งละ 5 นาที ตามลำดับ

3. นำสไลด์มาย้อมด้วยสี Mayer's Hematoxylin นาน 1-5 นาที แล้วล้างด้วยน้ำประปาที่ไหลผ่านสไลด์ อยู่ตลอดเวลานาน 10 นาที

4. นำสไลด์มาย้อมด้วยสี Eosin นาน 1-3 นาที แล้วนำสไลด์มาแช่ใน 95% Ethanol นาน 1 นาที

5. นำสไลด์มาแช่ใน n-butyl alcohol นาน 3 - 5 นาที ตามด้วย Xylene นาน 3-5 นาที

6. นำสไลด์มา mount ด้วย permount ทิ้งไว้ข้ามคืน แล้วนำสไลด์มาศึกษา ภายใต้กล้องจุลทรรศน์

การจำแนกระยะการเจริญของอวัยวะสืบพันธุ์: การจำแนกระยะการเจริญของรังไข่ (ovary) ของปูแสมเพศเมีย ดำเนินการโดยพิจารณาลักษณะเนื้อเยื่อและลักษณะภายนอก ได้แก่ สี ขนาด และรูปร่างของรังไข่ ตามการศึกษาของ Minagawa *et al.* (1993) และ Armstrong (1988) ส่วนอวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ (Testis) จะจำแนกระยะการเจริญตามการศึกษาของ Minagawa *et al.* (1994)

3. ขนาดของปูแสมเพศเมียที่เริ่มสมบูรณ์เพศ (first sexual maturity size)

การประมาณขนาดของปูแสมเพศเมียที่เริ่มสมบูรณ์เพศจากตัวอย่างปูแสม *N. mederi* และ *N. singaporensis* เพศเมียที่สุ่มตัวอย่างได้ในแต่ละเดือน ทำได้ 2 วิธี คือการประมาณขนาดของปูแสมเพศเมียที่เริ่มสมบูรณ์เพศโดยกำหนดให้ปูแสมที่เริ่มสมบูรณ์เพศ คือปูขนาดที่เล็กที่สุดที่สามารถวางไข่ได้หรือมีไข่นอกกระดอง (Pillay and Ono, 1978) ส่วนวิธีที่สองประมาณจากขนาดที่ปูแสมมีความสมบูรณ์เพศโดยที่มีรังไข่เจริญอยู่ในระยะที่ 2 ในสัดส่วนร้อยละ 50 ซึ่งระยะนี้รังไข่มีการเติบโตจนสามารถสังเกตได้หลังจากผ่าตัดเปิดกระดอง

4. ช่วงฤดูวางไข่

การประมาณช่วงฤดูวางไข่โดยการติดตามการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักอวัยวะสืบพันธุ์ด้วยวิธีการใช้ดัชนีสมบูรณ์เพศ (Gonad index values หรือ GSI) จากตัวอย่างปูแสมเพศเมีย *N. mederi* และ *N. singaporensis* ที่สุ่มได้ในแต่ละเดือนและทำการเปรียบเทียบร้อยละของปูแสมเพศเมียที่มีไข่นอกกระดอง โดยนำตัวอย่างที่ได้มาวัดความกว้างกระดอง (มิลลิเมตร) และชั่งน้ำหนัก (กรัม) จากนั้นตัดแยกส่วนของรังไข่ของปูแสมแต่ละตัวมาชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง

และนำมาคำนวณหาค่า GSI ตามวิธีของ Quinn และ Kojis (1987) ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการ 2.3

GSI = (น้ำหนักรังไข่ของปูแสม / น้ำหนักของปูแสม)* 100 ----------(2.3)

จากนั้นนำค่าเฉลี่ย GSI ที่คำนวณได้ในแต่ละเดือนนำมาพลอตกราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของค่า GSI ในแต่ละเดือนเพื่อประมาณช่วงฤดูวางไข่ โดยอาศัยสมมติฐานว่าเมื่อน้ำหนักอวัยวะสืบพันธุ์เพศเมียเพิ่มขึ้นแสดงถึงการเข้าสู่ฤดูวางไข่ ปูแสมจะมีการวางไข่หลังจากช่วงที่มีน้ำหนักอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์สูงสุดและเมื่อน้ำหนักอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ลดลง แสดงว่าได้ผ่านฤดูวางไข่ไปแล้ว

5. ความดกไข่ (Fecundity)

การศึกษาความดกไข่ศึกษาในปูแสม *N. mederi* เท่านั้น โดยนำตัวอย่างปูแสม *N. mederi* เพศเมียที่มีไข่นอกกระดองขนาดความกว้างกระดองตั้งแต่ 26.00-34.00 มิลลิเมตร ที่สุ่มตัวอย่างได้ในช่วงเดือนตุลาคมและพฤศจิกายน ซึ่งเป็นช่วงที่สามารถพบปูแสมที่มีไข่นอกกระดองได้มากที่สุด นำมาศึกษาความดกไข่โดยทำการนับจำนวนไข่นอกกระดอง การนับจำนวนไข่นอกกระดองของปูแต่ละตัว ทำโดยครูดไข่นอกกระดองทั้งหมดออกจากรยางค์ส่วนท้อง (pleopods) ในน้ำกลั่น จากนั้นสุ่มตัวอย่าง จำนวนไข่บางส่วนออกมานับ แล้วจึงคำนวณกลับเป็นจำนวนไข่ทั้งหมด จากนั้นวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของความดกไข่กับความกว้างกระดองตามการศึกษาของจักรพัณน์ ปิ่นพุทธศิลป์ (2545) ดังสมการที่ 2.4

$$F = c * CW^{n} \quad \text{---------- 2.4}$$

เมื่อ F= ความดกไข่ (ฟอง)

CW= ความกว้างกระดองของปูแสมเพศเมีย (มิลลิเมตร)

c,n = ค่าคงที่

ประมาณหาค่า c และ n โดยแปลงสมการที่ 2.4 อยู่ในรูปของลอการิทึม (logarithmic transformation) จะได้สมการเส้นตรงดังสมการที่ 2.5 คือ

$$\ln F = \ln c + n \ln CW \quad \text{---------- 2.5}$$

การศึกษาชีววิทยาการประมง

การเก็บข้อมูล

การเก็บข้อมูลได้เก็บข้อมูลทุกเดือนตั้งแต่เดือนตุลาคม 2547 - เดือนธันวาคม 2548 โดยในแต่ละเดือนจะทำการเก็บข้อมูลต่างๆ ซึ่งแบ่งเป็น 3 ส่วนคือ

1. ข้อมูลองค์ประกอบชนิด ความยาว และน้ำหนักของปูแสม: ได้จากการสุ่มตัวอย่างปูแสมจากแพปูแสมทุกเดือน เดือนละ 4 - 5 กิโลกรัม จากตัวอย่างปูแสมที่สุ่มได้นำมาจำแนกชนิด แยกเพศ วัดความกว้างกระดองและชั่งน้ำหนัก ในการศึกษาครั้งนี้ทำการประเมินสภาวะทรัพยากรของปูแสมชนิด *Neoepisesarma mederi* ซึ่งเป็นปูแสมชนิดเด่นที่พบในพื้นที่ป่าชายเลนอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราชเท่านั้น โดยที่ข้อมูลองค์ประกอบความยาวที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างในแต่ละเดือนของปูแสม *N. mederi* นำมาสร้างเป็นตารางแจกแจงความถี่ตามกลุ่มความยาวโดยกำหนดความกว้างของอันตรภาคชั้นเท่ากับ 1 มิลลิเมตร

2. ข้อมูลปริมาณการจับ การลงแรงงานประมง และจำนวนชาวประมง : ได้จากการสุ่มตัวอย่างชาวประมงในพื้นที่เดือนละไม่ต่ำกว่า 30 คน โดยขอความร่วมมือจากชาวประมงในการช่วยบันทึกข้อมูลปริมาณการจับ และจำนวนวันที่ออกทำการประมงทุกเดือน (ภาคผนวก 1) จากข้อมูลที่ได้จะถูกนำมาคำนวณหาปริมาณการจับปูแสมรายเดือนในเชิงน้ำหนัก (monthly catch) ดังสมการที่ 2.6

$$W_j = CPUE_j * Effort_j \text{ ---------- (2.6)}$$

โดยที่ j = เดือนที่ j

W_j = ปริมาณการจับปูแสมรายเดือนของเดือนที่ j (กิโลกรัม)

$CPUE_j$ = อัตราการจับต่อหน่วยการลงแรงงานของเดือนที่ j (กิโลกรัม /วัน)

$Effort_j$ = การลงแรงงาน หรือ จำนวนวันที่ออกทำการประมงของเดือนที่ j (วัน)

3. ข้อมูลการทำประมงอื่นๆ : โดยเฉพาะวิธีการทำประมงและแหล่งที่ออกไปทำการประมงนั้นได้จากการสำรวจออกเก็บตัวอย่าง และจากการทำแบบสอบถามสัมภาษณ์ชาวประมงในหมู่บ้านที่มีการทำประมงปูแสม (ภาคผนวก 2)

การวิเคราะห์ข้อมูล

จากข้อมูลทั้ง 3 ส่วนที่เก็บรวบรวมได้นำมาศึกษาในเรื่องต่างๆดังนี้

1. วิธีการทำประมงและแหล่งทำการประมงปูแสม: จากข้อมูลที่ได้จากการสำรวจออกเก็บตัวอย่างและจากการสัมภาษณ์ชาวประมงปูแสมในพื้นที่ป่าชายเลนอ่าวปากพนังนำมาใช้ในการศึกษาวิธีการทำประมงและแหล่งทำการประมงปูแสมในพื้นที่ป่าชายเลนอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช

2. ปริมาณการจับ และฤดูทำการประมงปูแสม: จากข้อมูลปริมาณการจับรายเดือนในเชิงน้ำหนักตั้งแต่เดือนตุลาคม 2547 ถึงเดือนธันวาคม 2548 นำมาใช้ในการศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงฤดูทำการประมงปูแสมในบริเวณป่าชายเลนอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช

3. องค์ประกอบชนิดของปูแสม (species composition): จากข้อมูลองค์ประกอบชนิดของปูแสมในเชิงน้ำหนักที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างในแต่ละเดือน นำมาคำนวณให้อยู่ในรูปของผลจับทั้งหมด (catch composition) จากนั้นนำค่าผลจับปูแสมแต่ละชนิดที่คำนวณได้มาคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของปูแสมแต่ละชนิดและนำค่าที่ได้ในแต่ละเดือนมาพลอตกราฟเพื่อศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง

4. ปริมาณการจับเป็นจำนวนตัว (catch in number) ของปูแสม *Neoepisesarma mederi* : จากข้อมูลองค์ประกอบความยาวของปูแสม *N. mederi* ที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างในแต่ละเดือนจะถูกนำมาทำการปรับค่าความถี่จำนวนตัวของทุกกลุ่มความยาวให้เป็นค่าความถี่ของผลจับทั้งหมด โดยนำค่าปัจจัยปรับค่า (Raising factor, RF) ที่คำนวณได้ในแต่ละเดือนตามสมการที่ 2.7 มาคูณกับค่าความถี่จำนวนตัวในแต่ละอันตรภาคชั้นตามสมการที่ 2.8

$$RF_{(j)} = W_{(j)} / w_{(j)} \quad \text{---------- (2.7)}$$

$$C_{(ij)} = f_{(ij)} * RF_{(j)} \quad \text{----------(2.8)}$$

โดยที่ i = อันตรภาคชั้นที่ (i)

j = เดือนที่ (j)

$RF_{(j)}$ = ปัจจัยปรับค่า (Raising factor) ของเดือนที่ (j)

$W_{(j)}$ = ปริมาณการจับเป็นจำนวนกิโลกรัม ของเดือนที่ (j)

$w_{(j)}$ = น้ำหนักสุ่มตัวอย่างเป็นกิโลกรัม ของเดือนที่ (j)

$C_{(ij)}$ = ปริมาณการจับเป็นจำนวนตัวของอันตรภาคชั้นที่ (i) ของเดือนที่ (j)

$f_{(ij)}$ = ความถี่จำนวนตัวของอันตรภาคชั้นที่ (i) ของเดือนที่ (j)

5. <u>ความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างกระดอง (CW) และน้ำหนัก(W) ของปูแสม *Neoepisesarma mederi*</u> : นำข้อมูลของขนาดความกว้างกระดองและน้ำหนักของปูแสมเพศผู้และเพศเมียที่ได้จากการเก็บสุ่มตัวอย่างทุกๆ เดือน มาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างกระดองและน้ำหนักของปูแสมเพศผู้และเพศเมีย โดยใช้สมการที่ 2.9

$$W = a\,(CW)^b \quad \text{----------(2.9)}$$

เมื่อ W = น้ำหนักตัว

CW = ความกว้างกระดอง (มิลลิเมตร)

a = ค่าคงที่ที่เกี่ยวข้องกับความถ่วงจำเพาะ

b = ค่าคงที่ที่เกี่ยวข้องกับการเติบโต

ประมาณหาค่า a และ b จากการวิเคราะห์เส้นถดถอยโดยเปลี่ยนสมการให้อยู่ในรูปลอการิธึมธรรมชาติดังสมการที่ 2.10

$$\ln(W) = \ln(a) + b*\ln(CW) \quad \text{----------(2.10)}$$

นำค่าความชัน b มาทดสอบสมมติฐานการเจริญเติบโตของปูแสม หากปูแสมมีการเจริญเติบโตแบบไอโซเมตริก ค่าของ b ต้องเท่ากับ 3 โดยใช้ t-test

$$t = (b-3)/s_b$$

ค่า t ที่คำนวณได้นำไปเปรียบเทียบกับค่า t ในตารางที่ df = n-2

6. <u>การประมาณค่าพารามิเตอร์การเติบโต (growth parameter) ของปูแสม *Neoepisesarma mederi*:</u> ได้แก่ ค่าสัมประสิทธิ์การเจริญเติบโต (K) ความกว้างกระดองสูงสุดที่ปูแสมสามารถเจริญเติบโตได้ (L_∞) และอายุของปูแสมเมื่อมีความกว้างกระดองเท่ากับศูนย์ (t_o) โดยนำข้อมูลปริมาณการจับเป็นจำนวนตัวของปูแสม *N. mederi* ที่อยู่ในรูปข้อมูลการกระจายความถี่ของความกว้างกระดองตั้งแต่เดือนตุลาคม 2547 จนถึงเดือนธันวาคม 2548 จากข้อ 4 มาทำการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์การเติบโตต่าง ๆ เหล่านี้ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป FiSAT (FAO-ICLARM Stock Assessment Tools) (Gayanilo *et al.*, 1994) ดังนี้

- การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การเจริญเติบโต (K) และความกว้างกระดองสูงสุดที่ปูแสมสามารถเจริญเติบโตได้ (L_∞): โดยใช้โปรแกรม FiSAT มาวิเคราะห์จำแนกรุ่นของปูแสม *N.mederi* ในแต่ละเดือน ตามวิธีการของ Bhattacharya (1967 อ้างถึงใน Sparre and Venema, 1992) โดยอาศัยหลักการว่าประชากรปูแสมที่อยู่ในรุ่นหรือกลุ่มอายุเดียวกัน จะมีการกระจายความถี่ของขนาดความ

กว้างกระดองเป็นแบบ normal distribution และสามารถหาค่าความกว้างกระดองเฉลี่ยของประชากรปูแสมในแต่ละรุ่นได้ จากการวิเคราะห์การถดถอย (linear regression analysis) ระหว่างค่าความกว้างกระดองกึ่งกลาง (ML)กับผลต่างของ logarithm ของจำนวนปูแสม (N)

จากนั้นนำค่าความกว้างกระดองเฉลี่ยของปูแสมในแต่ละรุ่นที่วิเคราะห์ได้ในแต่ละเดือนมาวิเคราะห์เพื่อประมาณค่าสัมประสิทธิ์การเจริญเติบโต (K) และความกว้างกระดองสูงสุดที่ปูแสมสามารถเจริญเติบโต (L_∞) ตามวิธีการของ Gulland and Holt plot (Sparre and Venema, 1992) ดังสมการที่ 2.11 โดยใช้โปรแกรม FiSAT

$$\Delta L / \Delta t = a + bL_{\text{เฉลี่ย}} \quad \text{---------- (2.11)}$$

เมื่อพลอตกราฟระหว่าง $\Delta L / \Delta t$ กับ $L_{\text{เฉลี่ย}}$ แล้ววิเคราะห์การถดถอยจะสามารถประมาณค่าพารามิเตอร์การเจริญเติบโต K และ L_∞ ได้จาก

$$K = -b \text{ และ } L_\infty = -a/b$$

- การประมาณค่า t_0 : ประมาณโดยใช้ค่า L_∞ และ K ที่คำนวณได้ และค่าความกว้างกระดองของลูกปู ตอนที่ฟักออกเป็นตัว (hatch) (ปรีชา สมมณี, 2526) ดังสมการที่ 2.12 โดยค่าความกว้างกระดองของลูกปูแสม *N. mederi* ที่ฟักออกเป็นตัวอ่อนจากการศึกษาของทิพย์นภา สุวรรณสนิท (2550) จะมีขนาดความกว้างกระดองเท่ากับ 0.23 มิลลิเมตร

$$t_0 = 1/K \ln [(L_\infty - L_0) / L_\infty] \quad \text{---------- (2.12)}$$

เมื่อ t_0 = อายุของปูแสมเมื่อมีความกว้างกระดองเท่ากับ 0

K = ค่าสัมประสิทธิ์การเติบโตของปูแสม

L_∞ = ความกว้างกระดองสูงสุดที่ปูแสมสามารถเติบโตได้

L_0 = ความกว้างกระดองของปูแสมตอนที่ฟักออกเป็นตัว (hatch)

7. <u>การประมาณค่าพารามิเตอร์การตาย (mortality parameter) ของปูแสม *Neoepisesarma mederi*:</u> ได้แก่ ค่าสัมประสิทธิ์การตายรวม (Z) ค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยธรรมชาติ (M) และค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยการประมง (F) โดยนำข้อมูลปริมาณการจับเป็นจำนวนตัวของปูแสม *N. mederi* ที่อยู่ในรูปข้อมูลการกระจายความถี่ของความกว้างกระดองตั้งแต่เดือนตุลาคม 2547 จนถึงเดือนธันวาคม 2548 จากข้อ 4 มาทำการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์การตาย ดังนี้

- การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การตายรวม (Z) : โดยวิธี linearized length converted catch curve (Sparre and Venama, 1992) ซึ่งเป็นการหาค่า Z โดยใช้ข้อมูลการแจกแจงความถี่ของความกว้างกระดองปูแสม ค่า K และ L_∞ ดังสมการที่ 2.13 โดยใช้โปรแกรม FiSAT

$$\ln (C_{(i)} / \Delta t_{(i)}) = a - b * t_{[(L(i) + L(i+1))/2]} \quad \text{---------- (2.13)}$$

เมื่อพลอตระหว่าง $\ln (C_{(i)} / \Delta t_{(i)})$ กับ $t_{[(L(i) + L(i+1))/2]}$ แล้ววิเคราะห์การถดถอยจะได้

$$Z = -b$$

เมื่อ $L_{(i)}$ = ขีดจำกัดล่าง (Lower limit) ของอันตราภาคชั้นที่ (i)

$C_{(i)}$ = จำนวนตัวของปูแสมในอัตราภาคชั้นที่ (i)

$t_{(i)}$ = อายุของแสมที่ความยาว $L_{(i)}$

$\Delta t_{(i)}$ = พิสัย (range) ของอายุระหว่าง $t_{(i)}$ และอายุ $t_{(i+1)}$

$= (1/K) * \ln [(L_\infty - L_{(i)}) / (L_\infty - L_{(i+1)})]$

$t_{[(L(i) + L(i+1))/2]} = t_0 - (1/K) * \ln [1 - (L_{(i)} + L_{(i+1)} / 2 L_\infty]$

- การหาค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยธรรมชาติ (M): ใช้วิธีของ Taylor (1958) อ้างถึงใน กิตติพงศ์ กลิ่นรอด, 2533) ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้ประมาณค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยธรรมชาติ (M) ในสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหลายชนิด เช่น กุ้งปล้อง *Parapenaeopsis hungerfordi* (กิตติพงศ์ กลิ่นรอด, 2533) และ หมึกกล้วย *Loligo duvauceli* (มาลา สุพงษ์พันธุ์, 2530) โดยอาศัยค่า t_0 และ K ดังสมการที่ 2.14 และ 2.15

$$t_m = t_0 + 2.9557 / K \quad \text{---------- (2.14)}$$

$$M = 2.9557 / t_m \quad \text{---------- (2.15)}$$

เมื่อ M = สัมประสิทธิ์การตายโดยธรรมชาติ

t_m = อายุของปูแสมที่เจริญเติบโตมาถึง 95 เปอร์เซ็นต์ของความยาวสูงสุด

t_0 = อายุของปูแสมเมื่อมีความยาวเท่ากับศูนย์

K = สัมประสิทธิ์การเติบโตของปูแสม

- การหาค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยการประมง (F) ได้คำนวณจากสมการ 2.16

$$F = Z - M \quad \text{---------- (2.16)}$$

เมื่อ F = สัมประสิทธิ์การตายโดยการประมง

Z = สัมประสิทธิ์การตายรวม

M = สัมประสิทธิ์การตายโดยธรรมชาติ

8. ความยาวแรกจับด้วยการประมง (length at first capture L_c หรือ L_{50}) ด้วยวิธีการเฉลี่ยค่าข้อมูลสามจำนวน (running - average –by-3) ตามวิธีการของ Pauly (อ้างถึงใน สมหมาย อยู่สุข สวัสดิ์, 2538) โดยนำข้อมูลปริมาณการจับเป็นจำนวนตัวรายเดือนจากข้อ 4 มาเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของความถี่สะสม (Cumulative frequency, $C_{(1,i)}$) ดังสมการที่ 2.17

$$C_{(1,i)} = C_{(1)} + C_{(2)} \ldots\ldots + C_{(i)} \quad \text{---------- (2.17)}$$

เมื่อ $C_{(1,i)}$ = จำนวนตัวรวมของปูแสมตั้งแต่อันตรภาคชั้นที่ (1) ถึงอันตรภาคชั้นที่ (i)

$C_{(1)}$ = จำนวนตัวปูแสมในอันตรภาคชั้นที่ (1)

$C_{(2)}$ = จำนวนตัวปูแสมในอันตรภาคชั้นที่ (2)

$C_{(i)}$ = จำนวนตัวปูแสมในอันตรภาคชั้นที่ (i)

จากนั้นเปลี่ยนความถี่สะสม ($C_{(1,i)}$ Cumulative frequencies) ให้อยู่ในรูปของโอกาสที่จะถูกจับ (probability of capture, $P_{(i)}$) ดังสมการที่ 2.18

$$P_{(i)} = C_{(1,i)} / C_{(1,n)} \quad \text{---------- (2.18)}$$

เมื่อ $P_{(i)}$ = ค่าของโอกาสที่จะถูกจับ (probability of capture) ของอันตรภาคชั้นที่ (i)

$C_{(1,i)}$= จำนวนตัวรวมของปูแสมตั้งแต่อันตรภาคชั้นที่ (1) ถึงอันตรภาคชั้นที่ (i)

$C_{(1,n)}$= จำนวนตัวรวมทั้งหมดตั้งแต่อันตรภาคชั้นที่ (1) ถึงอันตรภาคชั้นสุดท้าย (n)

จากนั้น เฉลี่ยค่าของโอกาสที่จะถูกจับ ($RA_{(i)}$) ด้วยวิธีการเฉลี่ยค่าข้อมูลสามตัว (running-average-by-3) ดังสมการ 2.19 โดยกำหนดให้อันตรภาคชั้นก่อนหน้าอันตรภาคชั้นที่ 1 มีค่าของโอกาสที่จะถูกจับเท่ากับศูนย์ และ อันตรภาคชั้นต่อจากอันตรภาคชั้นสุดท้าย (n+1) มีค่าของโอกาสที่จะถูกจับ = 1

$$RA_{(i)} = (P_{(i-1)} + P_{(i)} + P_{(i+1)}) / 3 \text{ ---------- (2.19)}$$

เมื่อ RA_i = ค่าของโอกาสที่จะถูกจับที่ได้เฉลี่ยค่าแล้ว (smoothed probability)

$P_{(i)}$ = ค่าของโอกาสที่จะถูกจับของอันตรภาคชั้นที่ (i)

$P_{(i-1)}$ = ค่าของโอกาสที่จะถูกจับของอันตรภาคชั้นที่ (i-1)

$P_{(i+1)}$ = ค่าของโอกาสที่จะถูกจับของอันตรภาคชั้นที่ (i+1)

คำนวณหาค่าความยาวแรกจับด้วยการประมง (Lc) ดังสมการที่ 2.20

$$Lc = X_{LE50} + dl * ((0.5-RA_{LE50}) / (RA_{GE50}-RA_{LE50})) \text{ ---------- (2.20)}$$

เมื่อ L_c = ความยาวแรกจับโดยการประมงหรือเมื่อค่าของโอกาสที่จะถูกจับเท่ากับ 0.5

X_{LE50} = จุดกลางอันตรภาคชั้นความยาว (mid-length) ของโอกาสที่จะถูกจับ อันตรภาคชั้นอันแรกที่มีค่าต่ำกว่า 0.50

dl = ความกว้างของอันตรภาคชั้น (Interval width)

RA_{LE50}= ค่าของโอกาสที่จะถูกจับ ค่าแรกที่มีค่าต่ำกว่า 0.50

RA_{GE50}= ค่าของโอกาสที่จะถูกจับ ค่าแรกที่มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0.50

9. ผลผลิตต่อหน่วยการทดแทนสัมพัทธ์ (relative yield per recruit, $[Y/R]'$)และมวลชีวภาพสัมพัทธ์ต่อหน่วยการทดแทนสัมพัทธ์ (relative biomass, $[B/R]'$) คำนวณตามวิธีการของ Beverton and Holt ด้วยโปรแกรม FiSAT โดยอาศัยพารามิเตอร์การเติบโตได้แก่ ค่าสัมประสิทธิ์การเจริญเติบโต (K) และค่าความยาวอนันต์ (L_∞) สัมประสิทธิ์การตายโดยธรรมชาติ (M) และค่าความยาวแรกจับด้วยการประมง (L_C) ดังสมการที่ 2.21 และ 2.22

$$[Y/R]' = E * U^{(M/K)} * [1-((3U) / (1+m)) + ((3U^2) / (1+2m)) - (U^3 / (1+3m))] \text{ ------- (2.21)}$$

และ

$$[B/R]' = (1-E) * \frac{[(1-(3U/(1+m))+(3U^2/(1+2m))-(U^3/(1+3m))]}{[(1-(3U/(1+m_2))+(3U^2/(1+2m_2))-(U^3/(1+3m_2))]} \text{ ---------- (2.22)}$$

เมื่อ $U = 1-L_C/ L_\infty$

$m = (1-E) / (M /K)$

$m_2 = K/M$

คำนวณค่า $[Y/R]'$ และ $[B/R]'$ โดยเปลี่ยนแปลงค่าอัตราการใช้ประโยชน์ในทางการประมง (Exploitation rate (E), $E = F/Z$) ให้ผันแปรจาก 0-1 แล้วพลอตแสดงความสัมพันธ์ เพื่อหาอัตราการใช้ประโยชน์ทางการประมงที่ให้ ค่าผลจับต่อหน่วยทดแทนสูงสุด (Emsy) ได้

10. วิเคราะห์รูปแบบการทดแทนที่ (Recruitment pattern) ของปูแสม *N. mederi* โดยใช้โปรแกรม FiSAT (Gayanilo *et al.*, 1994)