ภาคผนวก

Prince of Songkla University
Pattani Campus

ภาคผนวก ก.
สารเคมี

1. สารเคมีที่ใช้วิเคราะห์คุณค่าทางอาหาร

1.1 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ไขมัน

1.1.1 ปิโตรเลียมอีเทอร์

1.2 สารเคมีที่ใช้สำหรับวิเคราะห์โปรตีน

1.2.1 สารเร่งรวม (Catalyst mixture)

1.2.2 โซเดียมไฮดรอกไซด์ ร้อยละ 45 (NaOH)

1.2.3 กรดบอริค (H_3BO_3) ร้อยละ4

1.2.4 อินดิเคเตอร์รวม

1.2.5 เมทิลออเรนจ์อินดิเคเตอร์

1.2.6 กรดซัลฟูริก (H_2SO_4)

1.3 สารเคมีที่ใช้สำหรับวิเคราะห์ปริมาณเยื่อใย

1.3.1 กรดซัลฟูริก (H_2SO_4)เข้มข้น ร้อยละ1.25

1.3.2 โปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) เข้มข้น ร้อยละ1.25

1.3.3 n–อ๊อกทานอล (n – Octanal)

1.3.4 อะซิโตน (C_3H_6O)

1.3.5 สารช่วยย่อย (Celite)

Prince of Songkla University Pattani Campus

ภาคผนวก ข.

วิธีการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการอาหารอาหารสัตว์น้ำ

1. การวิเคราะห์ความชื้น (ตามวิธีการของ AOAC,1990)

1. เตรียมถ้วยครูซิเบิล (Crucible) โดยการล้างทำความสะอาด เช็ดให้แห้ง ทำสัญลักษณ์โดยการบันทึกหมายเลขบริเวณก้นถ้วย (ใช้ดินสอ) นำถ้วยครูซิเบิลเข้าตู้อบอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที และทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น บันทึกน้ำหนักถ้วย

2. ชั่งและบันทึกน้ำหนักของถ้วยครูซิเบิลชั่งโดยละเอียด

3. ชั่งตัวอย่างประมาณ 5 g ใส่ถ้วยครูซิเบิล และบันทึกน้ำหนักอย่างละเอียด

4. นำตัวอย่างเข้าตู้อบ โดยใช้อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง

5. นำตัวอย่างที่อบแล้วใส่โถดูดความชื้นทิ้งไว้ให้เย็น บันทึกน้ำหนักของตัวอย่าง

6. ทำซ้ำตามข้อ 1 ถึง 5 จนกระทั่งน้ำหนักที่ได้คงที่ โดยน้ำหนักที่หายไปคือน้ำหนักของความชื้นคำนวณ ร้อยละ ความชื้น

คำนวณ ร้อยละ ความชื้น $= \frac{(a - b)}{W}$

เมื่อ a = น้ำหนักของอาหารและถ้วยกระเบื้องเคลือบก่อนอบแห้ง

B = น้ำหนักของอาหารและถ้วยกระเบื้องเคลือบหลังอบแห้ง

w = น้ำหนักของอาหารก่อนอบแห้ง

2. การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า (ตามวิธีการของ AOAC, 1990)

1. เตรียมถ้วยครูซิเบิล (Crucible) โดยการล้างทำความสะอาด เช็ดให้แห้ง ทำสัญลักษณ์โดยการบันทึกหมายเลขบริเวณก้นถ้วย (ใช้ดินสอ) นำถ้วยครูซิเบิลเข้าตู้อบอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40นาที และทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วบันทึกน้ำหนักถ้วย

2. ชั่งตัวอย่างอาหาร 2 g ใส่ในถ้วยครูซิเบิล

3. นำไปเผาในเตาเผาที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่งโมงจนเถาเป็นสีขาว และในกรณีที่เถ้าไม่เป็นสีขาว แสดงว่ายังมีคาร์บอนอยู่ ให้หยดแอมโมเนียมคาร์โบเนต 2-3 หยด ทิ้งให้ระเหยจนแห้งแล้วนำไปเผาต่อจนได้เถ้าสีขาว

4. นำเข้าโถอบแห้ง เพื่อให้ดูดความชื้น และเมื่อตัวอย่างอาหารเย็นดีแล้ว นำออกชั่งทันที คำนวณ ร้อยละ เถ้าด้วยสมการ

Prince of Songkla University Pattani Campus

คำนวณ ร้อยละ เถ้า = $\frac{(b - a) \times 100}{w}$

เมื่อ a = น้ำหนักของถ้วยกระเบื้อง

B = น้ำหนักของอาหารและถ้วยกระเบื้องหลังเผา

w = น้ำหนักของอาหารก่อนเผา

3. การวิเคราะห์หาโปรตีน (ตามวิธีการของ AOAC, 1990)

สารเคมี

1. กรดซัลฟูริก (Sulfuric acid, H_2SO_4) เข้มข้น ร้อยละ 98

2. สารเร่งรวม (Catalyst mixture): เตรียมโดยผสม K_2SO_4 100 g, $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ 10 กรัม และ Se power 1 g บดให้ละเอียดเป็นเนื้อเดียวกัน

3. โซเดียมไฮดรอกไซด์ ร้อยละ 40 (Sodium hydroxide, NaOH): เตรียมโดยละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 400 g ในน้ำกลั่นประมาณ 600 ml. (ควรทำในตู้ดูดควัน) ทิ้งไว้ให้เย็น ปรับปริมาตรเป็น 1,000 ml.

4. กรดบอริค (Boric acid, H_3BO_3) ร้อยละ 2

4.1 Mixed indicator : ชั่งสาร bromocresol green 0.132 g และ methyl red 0.066 g ใส่รวมกันใน volumetric flask ขนาด 200 ml. ละลายด้วย ethanol แล้วปรับปริมาตรเป็น 200 ml.

4.2 Boric Acid : ละลายกรดบอริค (H_3BO_3) 20 g ในน้ำร้อนที่ต้มจนเดือด 700 มิลลิลิตร วางทิ้งไว้ให้เย็น

4.3 เติม ethanol 200 ml. mixed indicator 20 ml. และ กรดบอริค 700 ml. ลงใน volumetric flask ขนาด 1,000 ml. เขย่าของผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน แล้วเติม NaOH ซึ่งมีความเข้มข้น 0.05 N ลงไปทีละ 2-3 หยดจนกระทั่งสารละลายมี pH ประมาณ 5 ซึ่งทดสอบได้โดยนำสารละลายที่ปรับ pH แล้วนี้มา 1 ml. ผสมกับน้ำกลั่น 1 ml. (อาจต้องทดสอบหลายๆครั้ง)จนสีของสารละลายที่ทดสอบเปลี่ยนเป็นสีเขียวอ่อน (pale green) จึงปรับปริมาตรของสารละลายเป็น 1,000 ml.

5. Standard sulfuric acid, 0.05 N (0.05 N H_2SO_4) : เตรียมโดยปิเปต กรด H_2SO_4 ความเข้มข้น 1N (เตรียมจาก ampole) 50 ml. ลงใน volumetric flask ขนาด 1,000 ml. เติมน้ำกลั่นเขย่าของผสมให้เป็นเนื้อเดียวกันอีกครั้ง (เก็บในขวดที่มีฝาปิดและใสในตู้เย็น)

Prince of Songkla University Pattani Campus

วิธีการ

ก. ขั้นตอนการย่อย (Digestion)

1. ชั่งตัวอย่างอาหารให้ได้น้ำหนักประมาณ 0.2 g ใส่ในหลอดวิเคราะห์โปรตีน การเทตัวอย่างลงในหลอด ระวังอย่าให้ตัวอย่างหกหรือติดอยู่ตามผนังหลอด

2. เติมสารเร่งรวม 1 g

3. เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 5 ml.ขณะที่เติมกรดควรให้กรดหยดรอบๆ ผนังหลอดของ อย่างช้าๆ เพื่อชะเอาตัวอย่างที่อาจติดอยู่รอบๆ ผนังหลอดลงไปให้หมด

4. นำไปย่อยด้วยชุดเครื่องย่อยโปรตีน ที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส 1 ชั่วโมง แล้วเพิ่มอุณหภูมิ 250 องศาเซลเซียส 1 ชั่วโมง และ 380 องศาเซลเซียส จนกระทั่งสารละลายใน flask มีสีเขียวใส ทิ้งไว้ให้เย็น

ข. ขั้นตอนการกลั่น (Distillation)

1. รินน้ำกลั่นลงไปรอบๆหลอด เขย่าของผสมให้เข้ากันปล่อยไว้จนเย็นอีกครั้งหนึ่ง

2. นำขวดรูปชมพู่ขนาดปริมาณ 125 ml. ใส่กรดบอริค 20 ml.

3. นำหลอดวิเคราะห์โปรตีนเข้ากับเครื่องกลั่น และต่อขวดรูปชมพู่เข้ากับเครื่องกลั่นโดยให้ปลายสายยางจากเครื่องจุ่มลงอยู่ในกรดบอริค เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ลงในหลอดแก้วช้าๆ จนกระทั่งสานละลายมีสีดำ

4. ทำการกลั่นจนกระทั่งไม่มีแก๊สแอมโนเนียออกมาแล้วทำการกลั่นต่อไปอีก 10 นาที แล้วล้างสายยางของเครื่องกลั่นด้วยน้ำกลั่น นำขวดชมพู่ออกจากเครื่องกลั่นเพื่อนำไปไตเตรท

ค. ขั้นตอนการไตเตรท (Titration)

1. นำไปไตเตรทด้วย standard H_2SO_4 ที่ทราบความเข้มข้น (0.05 นอร์มอล) จนถึงจุดยุติ (End point) เปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีม่วงแดง (สีของน้ำยา boric acid indicator ก่อนการกลั่นตัวอย่าง)

2. จดปริมาตรของ standard H_2SO_4 ไว้เพื่อคำนวณต่อไป

Prince of Songkla University Pattani Campus

การวิเคราะห์โปรตีน

$$\text{คำนวณ ร้อยละ โปรตีน} = \frac{1.4\,(V1 - V2)\,N \times 6.25}{w}$$

เมื่อ V_1 = ปริมาณของกรดมาตรฐานที่ใช้ไตเตรทตัวอย่าง

V_2 = ปริมาณของกรดมาตรฐานที่ใช้ไตเตรทตัวอย่างที่ใช้ตรวจสอบ

N = ความเข้มข้นของกรดเกลือเป็นนอร์มอล

w = น้ำหนักของตัวอย่างอาหาร

การตรวจหาความเข้มข้นของสารละลายกรดเกลือมาตรฐาน

1. เตรียมสารละลายกรดเกลือ (Hydrochloric acid, HCl) 0.1 นอร์มอล: เตรียมโดยละลายกรดเกลือ 9 ml. ลงในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรให้ได้ 1 l.

2. เตรียมสาทรละลายโซเดียมคาร์นอเนต (Sodium carbonate, Na_2CO_3) 0.1 นอร์มอล: เตรียมโดย อบโซเดียมคาร์บอเนตที่อุณหภูมิ 260-270 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งสารมา 1.325 g เต็มน้ำกลั่น ปรับปริมาตรให้ได้ 250 ml. และนำสารละลายโซเดียมคาร์บอเนตมา 40 ml. ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 ml. เติมน้ำกลั่น 20 ml. เติมเมทิลออเรนจ์อินดิเคเตอร์ 2-3 หยด ทำการไตเตรทด้วยสารละลายกรดเกลือ 0.1 นอร์มอล คำนวณความเข้มข้นของสารละลายกรดเกลือโดยใช้สูตร

$$N_1V_1 = N_2V_2$$

N_1 = ความเข้มข้นของสารละลายที่จะปรับค่า

V_1 = ความเข้มข้นของสารละลายที่ต้องการ

N_2 = ปริมาตรของสารละลายที่จะปรับค่า

V_2 = ปริมาณของสารละลายที่ต้องการ

4. การวิเคราะห์หาไขมัน (ใช้เครื่อง Soxhlet)

สารเคมี

1. Petrolium ether

วิธีการ

1. อบถ้วยพร้อมลูกแก้ว ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส 8 ชั่วโมง ทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น

2. ชั่งน้ำหนักถ้วยพร้อมลูกแก้ว

3. ชั่งตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์ใส่กระดาษกรอง 1-2 g ห่อให้มิดชิด ใส่ลงไส้กรอง (Thimble) ที่เตรียมไว้ไปใส่เข้าเครื่อง Soxhlet

4. นำถ้วยพร้อมลูกแก้วที่ชั่งน้ำหนักไว้แล้วมาเติมปิโตเลียม อีเทอร์ ประมาณ 3/4

5. เปิดเครื่องปรับอุณหภูมิไปที่ 130 องศาเซลเซียส เปิดน้ำเข้าเครื่อง เปิดวาล์ว เลื่อนปุ่มไปที่ Boiling ต้มให้เดือด 45 นาที

6. เลื่อนปุ่มไปที่ washing เพื่อล้างตัวอย่าง 10 นาที

7. ปิดวาล์ว เปิดสวิทซ์อากาศ เลื่อนปุ่มไปที่ Recover เพื่อให้สารละเหยออกไป 5 นาที

8. ปิดเครื่อง อากาศและน้ำ แล้วเลื่อนปุ่ม Recover กลับที่เดิม นำถ้วยออกจากเครื่อง แล้วนำไปอบที่ 100 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 คืน หรือนำไปอดที่ 100 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 30 นาที

9. นำถ้วยออกมาใส่โถดูดความชื้น ทิ้งไว้ให้เย็น แล้วนำมาชั่งน้ำหนัก

การวิเคราะห์ไขมัน

$$\text{การคำนวณ ร้อยละ ไขมัน} = \frac{(b - a) \times 100}{w}$$

เมื่อ a = น้ำหนักของบีกเกอร์ (Aluminum extraction beaker)

B = น้ำหนักของบีกเกอร์ (Aluminum extraction beaker) และไขมันหลังการอบ

w = น้ำหนักของตัวอย่างอาหาร

5.การวิเคราะห์เยื่อใย

สารเคมี

1. กรดกำมะถันเข้มข้น ร้อยละ 1.25 เตรียมโดยนำกรดกำมะถันเข้มข้นปริมาตร 12.5 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 1000 มิลลิลิตร

Prince of Songkla University Pattani Campus

2. โซเดียมไฮดรอกไซด์ ร้อยละ 1.25 เตรียมโดยชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1.25 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่น 1000 มิลลิลิตร

วิธีการ

1. ชั่งซิลิกาไดอะตอมประมาณ 0.05 กรัม และชั่งตัวอย่างอาหารประมาณ 2 กรัม (เป็นตัวอย่างที่ผ่านการสกัดไขมัน) บันทึกน้ำหนักตัวอย่าง (W) ใส่ถ้วยกระเบื้องเคลือบชนิดรู (Gooch crucible) แล้วนำมาวางต่อกับเครื่องย่อยเยื่อใย

2. เติมสารละลายกรดกำมะถันเข้มข้น ร้อยละ 1.25 ที่อุ่นบนเครื่องทำความร้อนประมาณ 100 มิลลิลิตร (เติมด้านบนของเครื่อง) จนครบทั้ง 60 นาที

3. เปิดเครื่องหล่อเย็นและเครื่องย่อย โดยเฝ้าสังเกตและควบคุมให้ทุกตัวอย่างได้รับความร้อนเท่ากัน ระยะเวลาในการย่อยด้วยกรดประมาณ 60 นาที

4. ล้างตัวอย่างด้วยน้ำร้อนจนมั่นใจว่าหมดกรด ตรวจสอบโดยใช้กระดาษลิสมัสสีม่วง

5. ย่อยตัวอย่างต่อด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์เป็นเวลา 60 นาที และล้างตัวอย่างด้วยน้ำร้อนจนมั่นใจว่าหมดด่าง ตรวจสอบโดยใช้กระดาษลิสมัสสีแดง

6. ล้างตัวอย่างด้วยอะซิโตน

7. นำตัวอย่างในถ้วยไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้นแล้วบันทึกน้ำหนัก (A)

8. นำตัวอย่างในถ้วยไปเผาในถ้วยที่มีอุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมงแล้วทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้นแล้วบันทึกน้ำหนัก (B)

การวิเคราะห์กากเยื่อใย

$$\text{การคำนวณ ร้อยละ เยื่อใย} = \frac{(a - b) \times 100}{w}$$

เมื่อ a = น้ำหนักถ้วยกระเบื้องเคลือบมีรูและน้ำหนักตัวอย่างหลังอบ

b = น้ำหนักถ้วยกระเบื้องเคลือบมีรูและน้ำหนักตัวอย่างหลังเผา

w = น้ำหนักตัวอย่างอาหาร

Prince of Songkla University Pattani Campus

ภาคผนวก ค.

ภาพกลุ่มปูแสม *Episesarma spp.* ที่พบในพื้นที่ป่าชายเลนจังหวัดปัตตานี

ภาพที่ 1 ปูแสมก้ามม่วง (*Episesarma mederi*) ที่พบในพื้นที่ป่าชายเลนจังหวัดปัตตานี

ภาพที่ 2 ปูแสมก้ามม่วง (*Episesarma mederi*) ที่พบในพื้นที่ป่าชายเลนจังหวัดปัตตานี

Prince of Songkla University Pattani Campus

ภาพที่ 3 ปูแสมก้ามม่วง (*Episesarma mederi*) ที่พบในพื้นที่ป่าชายเลนจังหวัดปัตตานี

ภาพที่ 4 ปูแสมกลุ่ม *Episesarma* sp. ที่พบในพื้นที่ป่าชายเลนจังหวัดปัตตานี

Prince of Songkla University Pattani Campus

ภาพที่ 5 ปูแสมก้ามม่วง (*Episesarma mederi*)ที่พบในพื้นที่ป่าชายเลนจังหวัดปัตตานี

ภาพที่ 6 ปูแสมกลุ่ม *Episesarma* sp. ที่พบในพื้นที่ป่าชายเลนจังหวัดปัตตานี

ภาพที่ 7 ปูแสมก้ามม่วง (*Episesarma mederi*) ที่พบในพื้นที่ป่าชายเลนจังหวัดปัตตานี

ภาพที่ 8 ปูแสมก้ามขาว (*Episesarma versicolor*) ที่พบในพื้นที่ป่าชายเลนจังหวัดปัตตานี

Prince of Songkla University Pattani Campus

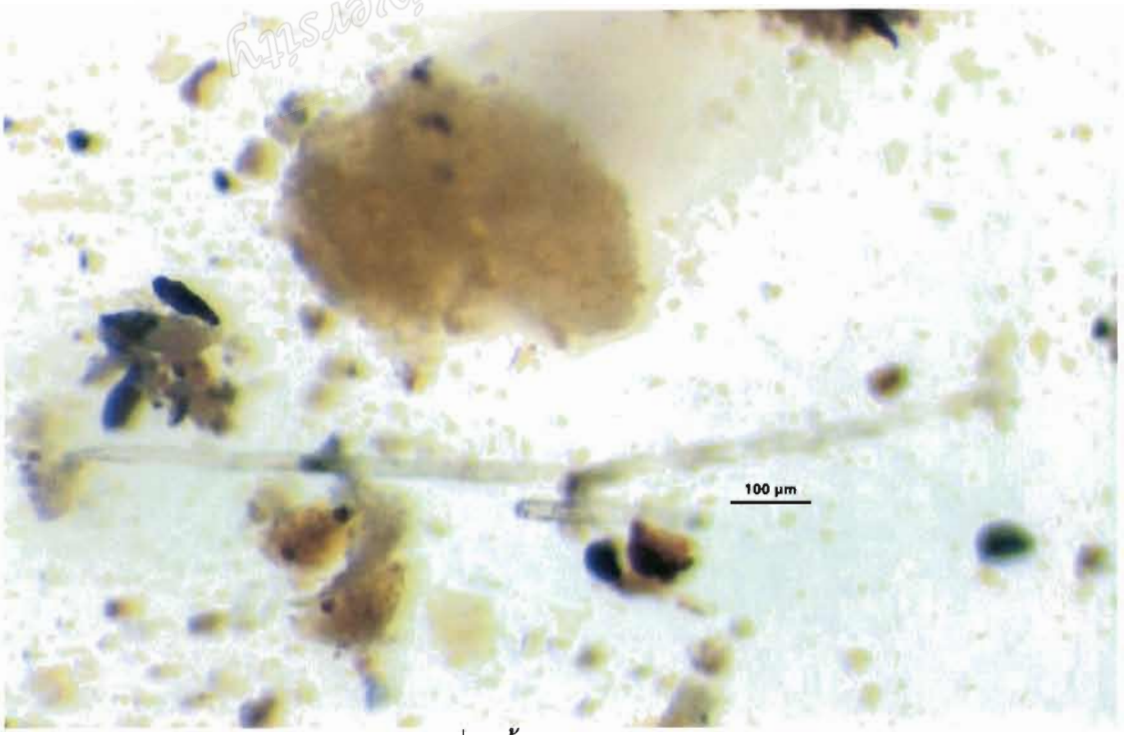
ภาพที่ 9 ปูแสมก้ามแดง (*Episesarma singaporense*) ที่พบในพื้นที่ป่าชายเลนจังหวัดปัตตานี

Prince of Songkla University
Pattani Campus

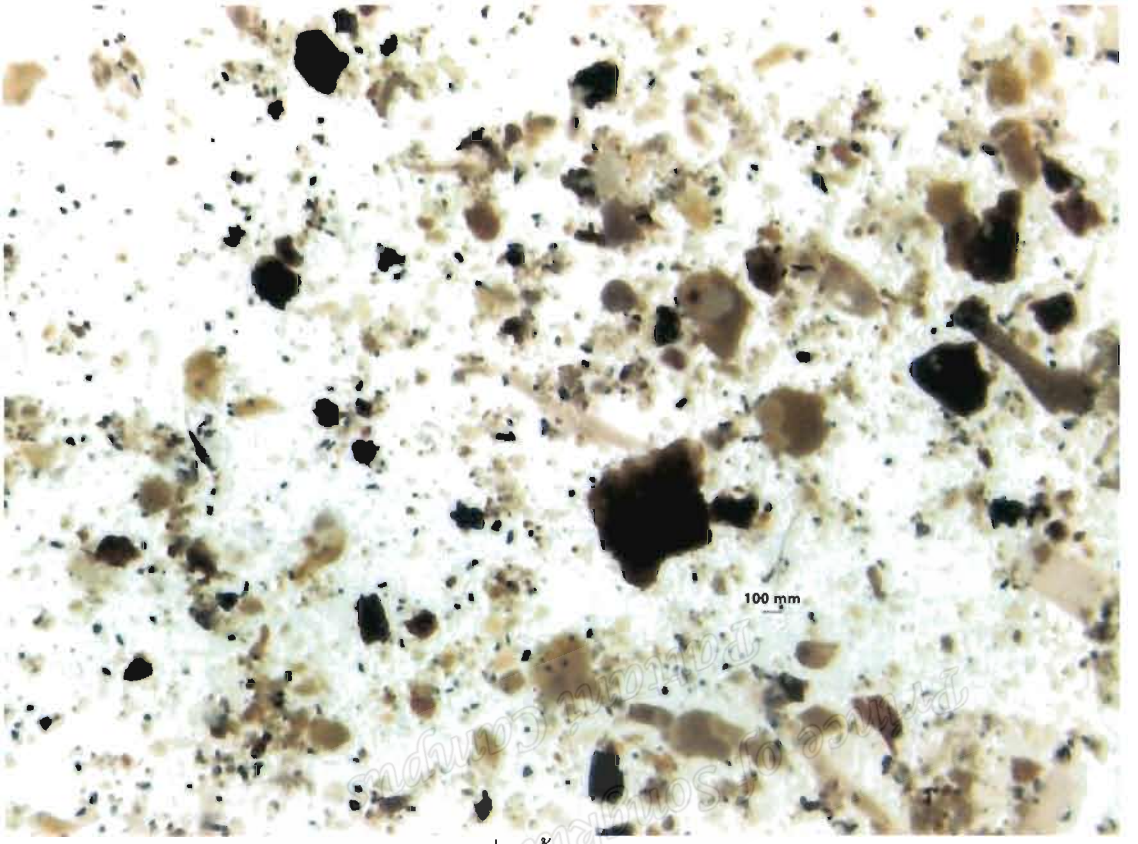
ภาคผนวก ง.

ภาพอาหารกลุ่มต่างๆ ที่พบในกระเพาะอาหารปูแสมทั้ง 3 ชนิดที่ศึกษา

ภาพที่ 1 ชิ้นส่วนของกลุ่มครัสเตเซียน



ภาพที่ 2 ชิ้นส่วนของกลุ่มปลา



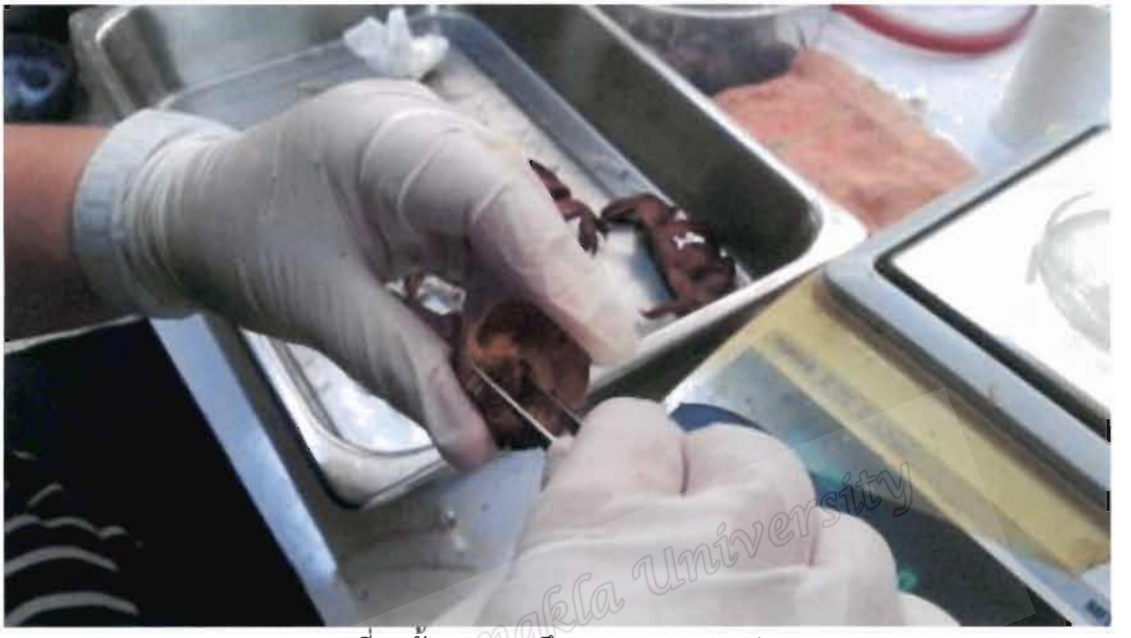
ภาพที่ 3 ชิ้นส่วนของพืช

ภาคผนวก ฉ.

ภาพการทดลองในห้องปฏิบัติการ

ภาพที่ 1 วัดความกว้างของกระดอง

ภาพที่ 2 วัดความยาวของกระดอง



ภาพที่ 3 ขั้นตอนการดึงกระเพาะอาหารปูแสม

ภาพที่ 4 เตรียมตู้การทดลองสำหรับส่วนการเลือกกินอาหารของปูแสม

Prince of Songkla University Pattani Campus

ภาพที่ 5 ขั้นตอนการใส่ดินในตู้ทดลองสำหรับส่วนการเลือกกินอาหารของปูแสม

ภาพที่ 6 ตู้ที่พักปูแสมสำหรับการทดลอง

Prince of Songkla University Pattani Campus

ภาพที่ 7 ตู้ที่ทำการทดลองที่มีการเตรียมพร้อมสำหรับการทดลอง

ภาพที่ 8 เครื่องย่อยโปรตีน

Prince of Songkla University Pattani Campus

ภาพที่ 9 เครื่องทำไขมัน

Prince of Songkla University
Pattani Campus

อิทธิพลของแหล่งอาศัย เพศ และขนาดที่มีต่อการกินอาหารปูแสม *Episesarma mederi* ในป่าชายเลน จังหวัดปัตตานี

The Influence of Habitats Sex and Size on Feeding Habits of *Episesarma mederi* in Mangrove Forest, Pattani Province

เยาวพา เพ็งสกุล[1*] ซุกรี หะยีสาแม[1] และ เศวต ไชยมงคล[1]
Yaowapa Pangsakun[1*], Sukree Hajisamae[1] and Saweit Chaimongkol[1]

[1]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ปัตตานี
[1]Faculty Science and Technology, Prince of Songkhla University, Pattani
*Corresponding author: phai_name@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของแหล่งอาศัย เพศและขนาดที่มีต่อการกินอาหารของปูแสม *Episesarma mederi* บริเวณพื้นที่ป่าชายเลนของจังหวัดปัตตานี โดยเก็บตัวอย่างปูแสมทุกเดือน ระหว่างเดือน กรกฎาคม 2561 ถึงเดือน มกราคม 2562 นำตัวอย่างมาผ่ากระเพาะอาหาร จำแนกชนิดอาหารและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ จากการศึกษาพบว่า ปูแสม ที่เก็บได้จากแหล่งอาศัยต่าง ๆ กินอาหารที่เหมือนกันมาก โดยประกอบด้วย plant, crustacean, fish, algae และ shell เป็นอาหาร ในขณะที่แหล่งอาศัย และเพศของปูแสม มีอิทธิพลต่อค่าอาหารเต็มกระเพาะ ($P<0.05$) และแหล่งอาศัย เพศ และขนาดของปูแสมมีอิทธิพลต่อจำนวนชนิดของอาหารในกระเพาะ ($P<0.05$) ผลจากการวิเคราะห์ multivariate analysis พบว่า แหล่งอาศัยมีผลต่อองค์ประกอบชนิดของอาหารที่ปูแสมบริโภค ในขณะที่ เพศ และขนาด ไม่มีผลที่ชัดเจนต่อองค์ประกอบชนิดของอาหารปูแสม

คำสำคัญ: *Episesarma mederi*, การกินอาหาร, แหล่งอาศัย, เพศ, ขนาด

Abstract

This research is aimed to investigate the influence of habitat, sex and size on feeding habits of mangrove crabs *Episesarma mederi* in mangrove habitat. Samples were collected monthly between July 2018 and January 2019. Stomach analysis of samples were done, food contents were identified, estimated and analyzed statistically. It was found that plant, crustacean, fish, algae and shell were food of this crab. Habitat and sex had significant impacts on fullness index of food ($P<0.05$) and habitat, sex and size of crab significantly affected number of food item in the stomach ($P<0.05$). Results from multivariate analysis indicated that habitat had an impact on diet composition of crab. Sex and crab size did not show trend of influence on diet composition.

Keywords: *Episesarma mederi*, feeding ecology, habitat, sex, size

บทนำ

การกินอาหาร นับว่า เป็นศาสตร์ที่สำคัญสาขาหนึ่งในการศึกษาทางด้านนิเวศวิทยาของสัตว์น้ำ เนื่องจากพฤติกรรมการกินอาหาร การเลือกกินอาหาร และการมีอยู่ของอาหารในระบบนิเวศเป็นปัจจัยสำคัญที่จะกำหนดลักษณะโครงสร้างประชากรของของสัตว์น้ำชนิดนั้น ๆ ในบริเวณใดบริเวณหนึ่ง (ซุกรี, 2551) อันจะส่งผลต่อระบบนิเวศอื่น ๆที่ สัมพันธ์โดยตรงกับระบบนิเวศนั้นอีกด้วย ปูเป็นสัตว์น้ำกลุ่มที่

สำคัญกลุ่มหนึ่งที่สามารถพบได้บริเวณพื้นที่ป่าชายเลน (Smith *et al.*, 1991; Lee, 1998) โดยเฉพาะกลุ่มปูแสม (Grapsidae) ซึ่งเป็นกลุ่มปูที่มีการแพร่กระจายทั่วไปในเขตอินโดแปซิฟิก (Macnae, 1968) แอฟริกา (Emmerson and McGwynne, 1992) และอเมริกาตะวันออก (Abele, 1973) โดยเฉพาะบริเวณเขตน้ำขึ้นน้ำลง ไปจนถึงบริเวณที่ติดกับป่าบก ในประเทศไทยสามารถพบปูแสมบริเวณชายฝั่งทะเลทั้งทางฝั่งอันดามันและอ่าวไทย ปัจจุบันปูแสมได้รับความนิยมนำมาบริโภคกันอย่างแพร่หลาย ปูแสมจึงกลายเป็นสัตว์น้ำที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจอีกชนิดหนึ่งที่มีความต้องการของตลาดเพิ่มสูงขึ้น โดยเฉพาะการนำมาทำปูเค็ม ในพื้นที่จังหวัดปัตตานี จากการศึกษาเบื้องต้น พบว่า มีกลุ่มชาวบ้านที่จับปูแสมในพื้นที่จังหวัดปัตตานีจำนวนประมาณ 50 ราย ที่ประกอบอาชีพจับปูแสมเป็นหลัก โดยเฉพาะในพื้นที่อำเภอหนองจิก อำเภอเมือง และอำเภอยะหริ่ง ที่มีป่าชายเลนอยู่อย่างหนาแน่น โดยสามารถขายปูแสมได้ในราคาเฉลี่ยประมาณ 40-80 บาท ต่อกิโลกรัม โดยปกติแล้ว ปูแสมจะใช้เวลาส่วนใหญ่ในการหาอาหารกินในช่วงน้ำลง (Steinke *et al.*, 1993) และสามารถกินอาหารที่หลากหลายแตกต่างกันในแต่ละชนิดของปูแสม เช่น บางชนิด กินฝักของต้นโกงกาง และใบไม้สดเป็นอาหาร (Longgonje and Raffaelli, 2014) บางชนิดกิน พืช ไดอะตอม ชิ้นส่วนของสัตว์จำพวกครัสเตเซียน (นลินี และสมบัติ, 2550) เป็นต้นอย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับนิเวศวิทยาการกินอาหารของปูแสมทั้งในระดับนานาชาติและในส่วนของประเทศไทยมีน้อยมาก ทั้ง ๆ ที่มีปูแสมมีการแพร่กระจายทั่วไป และมีมูลค่าทางเศรษฐกิจสูง ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของแหล่งอาศัย เพศและขนาดที่มีต่อการกินอาหาร ของปูแสม *Episesarma mederi* ในป่าชายเลนของจังหวัดปัตตานี

วิธีการศึกษา

1. สถานที่เก็บตัวอย่าง บริเวณที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ ป่าชายเลนในจังหวัดปัตตานี โดยเลือกเก็บตัวอย่างบริเวณป่าชายเลนที่สำคัญของจังหวัดให้ครอบคลุมในพื้นที่ดังต่อไปนี้ คือ สถานีบางเขา (b) อำเภอหนองจิก มีลักษณะเป็นป่าชายเลนที่มีต้น โกงกางใบเล็ก แสมขาว เป็นหลัก สถานีแคนา (k) อำเภอหนองจิก มีลักษณะเป็นป่าชายเลนที่มีต้น โกงกางใบเล็ก เป็นหลัก สถานีสวนสมเด็จศรีนครินทร์ (s) อำเภอเมือง มีลักษณะเป็นป่าชายเลนที่มีต้น แสมทะเล เป็นหลัก และสถานียะหริ่ง (y) อำเภอยะหริ่ง มีลักษณะเป็นป่าชายเลนที่มีต้น โกงกางใบเล็ก เป็นหลัก

Figure 1 Sampling station
ที่มา: https://www.google.com/intl/th/earth/download/gep/agree.html

2. วิธีเก็บตัวอย่างปูแสม เก็บตัวอย่างปูแสม *Episesarma mederi* ทุกเดือน เป็นเวลา 7 เดือน ระหว่างเดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2561 ถึงเดือน มกราคม พ.ศ. 2562 จากสถานีต่างๆ ทั้ง 4 สถานี จำนวน 15 ตัวต่อสถานีต่อเดือน ยกเว้นในเดือนที่ปูแสมมีน้อย

2.1 วิธีการเก็บและรักษาตัวอย่างปูแสม

1) เก็บตัวอย่างปูแสม *Episesarma mederi* ในป่าชายเลน โดยวิธี "จับด้วยมือเปล่า" ตามวิธีการที่ผู้ล่าปูแสมใช้ โดยเก็บระว่างช่วงเวลา 19.00 น ถึง 21.00 น

2) ใช้น้ำแข็งดองตัวอย่างปูทันที เพื่อให้ปูหยุดตายโดยเร็วและไม่ทรมาน ชั่งน้ำหนัก วัดความยาวและความกว้างกระดอง จำแนกเพศ บันทึกรหัสปูแสม

3) นำตัวอย่างปูแสมดองในสารละลายฟอร์มาลีน 10% ทิ้งไว้เป็นระยะเวลา 1 สัปดาห์

4) ล้างน้ำเปล่าและแช่ปูแสมในน้ำเปล่าทิ้งไว้ 1 คืน

5) ดองตัวอย่างปูแสมในสารละลายแอลกอฮอล์ 70%

3. การวิเคราะห์ตัวอย่างในห้องปฏิบัติการ

3.1) นำตัวอย่างปูแสมผ่าท้อง แล้วใช้กรรไกรผ่าตัดผ่าตัดกระเพาะอาหาร (stomach) ใช้เข็มเขี่ยเอาอาหารออกจากกระเพาะแล้วทำการประเมินค่าดัชนี Fullness Index ของกระเพาะอาหารดังกล่าว โดยในที่นี้ ใช้ค่าดัชนีที่ระดับ 0-5 โดย 0 หมายถึง กระเพาะอาหารที่ไม่มีอาหารใด ๆเลย และ 5 หมายถึง กระเพาะที่มีอาหารเต็มและล้นกระเพาะ

3.2) จำแนกชนิดของอาหารที่พบภายในกระเพาะอาหาร ประเมินอาหารที่พบในกระเพาะอาหารโดยใช้วิธีประเมินปริมาตรของอาหาร (volumetric method หรือ %V) (Hyslop, 1980) บันทึกข้อมูลที่ได้ทั้งหมด

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1) วิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

ข้อมูลทางด้านอาหารที่ได้จากตัวอย่างปูแสม จากแหล่งอาศัยต่าง ๆ ขนาดต่าง ๆ และเพศต่าง ๆ จะใช้ในการวิเคราะห์เพื่อใช้ครอบคลุมประเด็นต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1) การวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการศึกษาการกินอาหาร

1.1) ดัชนีทางอาหาร (trophic indices)

1) ดัชนีกระเพาะอาหารว่าง (vacuity index) หมายถึง สัดส่วนของจำนวนของกระเพาะอาหารของปูที่วิเคราะห์แล้วไม่พบอาหารต่อจำนวนกระเพาะอาหารของปูที่ศึกษาทั้งหมด สมการสำหรับใช้คำนวณค่าดัชนีคือ

$$V = E\frac{100}{TL} \quad (1)$$

โดยที่ VI = ค่าดัชนี vacuity index; E = จำนวนกระเพาะอาหารที่ไม่มีอาหาร; TL = จำนวนกระเพาะอาหารทั้งหมดที่นำมาศึกษา

2) ดัชนีการเต็มกระเพาะของอาหาร (gut fullness, FL): ค่าเฉลี่ยของดัชนี Fullness Index ในกระเพาะอาหารของปูทั้งหมด

$$\mathrm{F} = \frac{\sum_{i=1}^{n} Fs}{TL} \quad (2)$$

โดยที่ F = ดัชนี Gut Fullness; Fs = ค่าความเต็มกระเพาะของปูแต่ละตัว; TL = จำนวนกระเพาะอาหารทั้งหมด

2) การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ใช้สถิติ Analysis of variance เพื่อวิเคราะห์ว่าแหล่งอาศัย (4 สถานี) และขนาด (3 ขนาด) ที่แตกต่างกันของปูแสมมีผลต่อค่าดัชนี Fullness index และจำนวนชนิดอาหารที่ปูกินหรือไม่ ใช้สถิติ T-test เพื่อวิเคราะห์ว่าเพศของปูมีผลต่อค่าดัชนี Fullness index และจำนวนชนิดอาหารที่ปูกินหรือไม่ โดยแปลงรูปข้อมูลดิบด้วยค่า Log X + 1 ก่อนวิเคราะห์ทางสถิติ ใช้ Cluster analysis เพื่อวิเคราะห์ว่าองค์ประกอบอาหารที่พบในกระเพาะอาหารของปูมีความแตกต่างหรือ

เหมือนกันนั้นขึ้นอยู่กับอิทธิพลของแหล่งอาศัย ขนาด และเพศของปูหรือไม่ และใช้สถิติ Analysis of Similarity (ANOSIM) วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของกลุ่ม cluster ต่าง ๆ จากเดนโดแกรมที่วิเคราะห์ได้ และใช้สถิติ Similarity Percentage (SIMPER) วิเคราะห์ว่า การจัดกลุ่มเป็นคลัสเตอร์ย่อยดังกล่าวนั้น เกิดจากองค์ประกอบของอาหารชนิดใดบ้าง โดยใช้ PRIMER Statistical Package version 5.0 (Clarke and Warwick, 1994) ทั้งนี้ข้อมูลที่ใช้สำหรับวิเคราะห์ในส่วนนี้ เป็นข้อมูลที่เรียกว่า dietary samples ที่เกิดจากการสุ่มเอาองค์ประกอบอาหารที่พบในตัวอย่างปูแสมแต่ละตัว แยกตามปัจจัยต่าง ๆ ที่กำหนด คือ แหล่งอาศัย ขนาดและเพศ 5-20 ตัว ขึ้นอยู่กับปริมาณตัวอย่างสำหรับแต่ละปัจจัยมาหาค่าเฉลี่ย แล้วนำค่าเฉลี่ยนี้ไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

ผลการศึกษาและการวิจารณ์

จากการศึกษา พบว่า อาหารที่พบในกระเพาะปูแสม *Episesarma mederi* ประกอบด้วย plant, crustacean และ fish เป็นหลัก โดยมีองค์ประกอบของพืชเป็นสัดส่วนมากที่สุด (Table 1) ซึ่งผลการศึกษานี้สอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมา เช่น Dahdouh-Guebas *et al.* (1997) พบว่า *Sesarma ortmanni* และ *Selatium elongatum* เป็นปูที่กินพืชเป็นอาหาร ทั้งนี้เนื่องจาก ปูกลุ่ม *Sesarma* อาศัยในบริเวณป่าชายเลนและสามารถไต่ต้นโกงกางเพื่อที่จะกินยอดและใบสดของโกงกาง *Eurycarcinus natalensis* เป็นปูที่กินสัตว์ จะกินจำพวก gastropods, anomurans และ brachyurans (Dahdouh-Guebas *et al.*, 1999) ส่วนปูแสม *Neoepisesarma versicolor* จะกินส่วนต่างๆของพืชและตะกอนดินเป็นอาหาร นอกจากนี้ยังพบพวกไดอะตอม สาหร่าย ซากสัตว์กลุ่มครัสตาเซียน ปลา และไซยาโนแบคที่เรียในกระเพาะปูแสมบางส่วนด้วย (นลินี และสมบัติ, 2550) สำหรับปู *Perisesarma semperi*, *P. darwinensis* และ *Neosarmatium meinerti* จะกินใบไม้ที่เปื่อยและแก่มากกว่าใบไม้สดและปูเลือกกินใบไม้มากกว่าผลและเมล็ดพันธุ์ของพืช (Salgado-Kent and Mcguinness, 2008) นอกจากนี้ *Perisesarma eumolpe* และ *P. indiarum* บริโภคตะกอนดิน รากของโกงกางและสัตว์เล็กน้อยเป็นอาหาร และเลือกกิน *Avicennia alba* Blume และ *Rhizophora apiculata* Blume เป็นอาหาร (Boon *et at.*, 2008) จากการศึกษาชนิดของอาหารในกระเพาะปูแสมสกุล *Episesarma* พบว่ามีพืชชั้นสูง (vascular plant) มากสุดคิดเป็นร้อยละ 37 ของอาหารที่พบในกระเพาะ รองลงมาเป็นพบตะกอนดินในบางครั้งยังพบซากครัสเตเซียน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าปูสามารถกินทั้งพืชและสัตว์เป็นอาหาร (omnivores)
จากการศึกษาอิทธิพลของแหล่งอาศัย เพศ และขนาด ต่อการกินอาหารของปูแสม พบว่า แหล่งอาศัยและเพศของปูแสม มีอิทธิพลต่อค่าอาหารเต็มกระเพาะ (Fullness index) ($P<0.05$) และแหล่งอาศัย เพศ และขนาดของปูแสมมีอิทธิพลต่อจำนวนชนิดของอาหารในกระเพาะ ($P<0.05$) (Table 1)

ผลจากการวิเคราะห์ cluster analysis พบว่า สามารถจัดกลุ่มปูแสมตามแหล่งอาศัยออกเป็นกี่สองกลุ่มด้วยกัน (Figure 2) โดยที่ กลุ่มที่ 1 (G1) เป็นปูแสมจากสถานีบางเขา (b) เป็นหลัก ส่วนกลุ่มที่ 2 (G2) เป็นปูแสมที่จับจากหลายสถานีรวมกลุ่มกัน จากการวิเคราะห์ ANOSIM พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสองกลุ่มดังกล่าว ($R = 0.698$, $P = 0.001$) เมื่อวิเคราะห์ SIMPER พบว่าอาหารที่ผลต่อการจัดกลุ่มได้แสดงใน Table 2 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า องค์ประกอบของอาหารที่ปูแสมจากแหล่งอาศัยต่างๆกินนั้นไม่แตกต่างกัน ยกเว้นปูแสมจากพื้นที่บางเขา (b) ในขณะที่ขนาดและเพศของปูแสม ไม่มีผลต่อองค์ประกอบทางอาหารที่ปูแสมกิน เมื่อวิเคราะห์อิทธิพลของขนาดและเพศต่อองค์ประกอบอาหาร พบว่า ไม่มีแนวโน้มของความแตกต่างที่เด่นชัดระหว่างกัน (Figure 3 และ 4)

Table 1 The Fullness index of *Episesarma mederi*, that N = number of samples, VI = vacuity index, FL = Fullness index, Station (b = bangkao, k = kaena, s = srinakarin park and y = yaring)

E. mederi	N	VI	FL±SD	No. of food	plant	algal	Crustacean	fish	shell	digest	sand
station											
b	91	12.90	0.51 ± 0.16^{c}	0.62 ± 0.08^{a}	45.11	0.87	24.02	9.95	0.76	9.29	10
k	77	34.62	0.57 ± 0.16^{b}	0.59 ± 0.09^{b}	60.26	1.15	1.79	3.33	0	20.51	12.94
s	58	59.32	0.63 ± 0.14^{a}	0.58 ± 0.16^{bc}	54.48	0.38	6.88	1.60	0.27	23.19	12.27
y	62	40.63	0.52 ± 0.16^{c}	0.56 ± 0.11^{c}	58.57	0.16	4.68	0.63	0.15	23.02	9.88
sex											
Female	109	33.64	0.55±0.16	0.61±0.08	53.50	0.50	10.72	4.63	0.45	16.86	13.31
Male	144	36.55	0.58±0.16	0.59±0.10	56.00	0.93	8.03	3.62	0.21	19.2069	11.93
size											
<25 mm.	23	31.8	0.59 ± 0.17^{a}	0.40 ± 0.14^{a}	49.58	0.21	20	5.62	0	13.75	10.83
25 – 30 mm.	126	49.2	0.55 ± 0.16^{a}	0.36 ± 0.13^{ab}	56.81	0.47	10.79	3.31	0.24	16.02	12.36
>30 mm.	141	37.9	0.56 ± 0.16^{a}	0.33 ± 0.14^{b}	52.65	0.88	7.15	5.42	0.35	21.55	11.94
All					54.52	0.65	9.81	4.53	0.27	17.99	12.17

Table 2 The percentage of participation in various food item of the population, *Episesarma mederi*, 4 habitats in mangrove forests in Pattani between July 2018 and January 2019

Cluster	Food item	% contribution
G1	Plant	43.03%
	Crustacean	33.58%
	Fish	20.11%
G2	Plant	86.47%
	Crustacean	7.28%

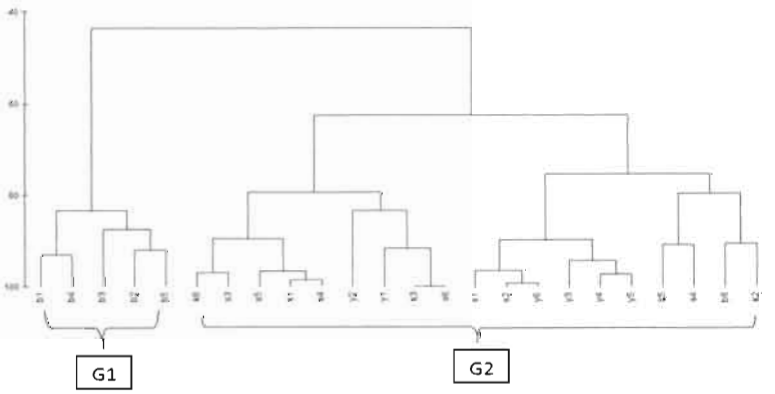


Figure 2 Cluster dendogram demonstrating diet composition based on habitats

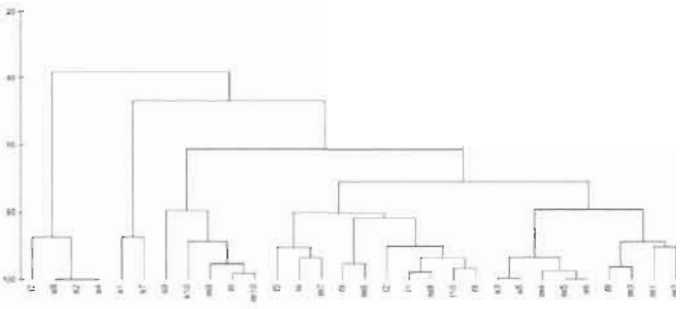


Figure 3 Cluster dendogram demonstrating diet composition based on size classes

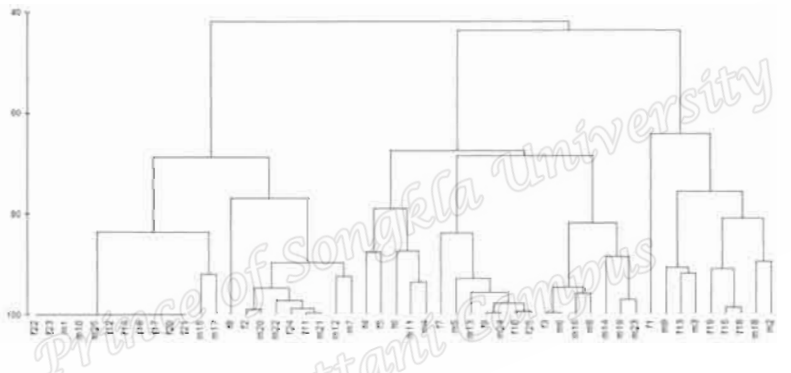


Figure 4 Cluster dendogram demonstrating diet composition based on sex

Prince of Songkla University Pattani Campus

สรุป

จากการศึกษา อิทธิพลของแหล่งอาศัย เพศ และขนาดที่มีต่อการกินอาหารปูแสม *Episesarma mederi* ในป่าชายเลน จังหวัดปัตตานี พบว่าอาหารส่วนใหญ่ประกอบด้วยพืช ครัสเตเชียน และปลา เป็นหลัก นอกจากนี้ยังพบว่าแหล่งอาศัย และเพศของปูแสม มีอิทธิพลต่อค่าอาหารเต็มกระเพาะ (Fullness index) และแหล่งอาศัย เพศ และขนาดของปูแสมมีอิทธิพลต่อจำนวนชนิดของอาหารในกระเพาะ ผลจากการวิเคราะห์ multivariate analysis พบว่า แหล่งอาศัยมีผลต่อองค์ประกอบชนิดของอาหารที่ปูแสมบริโภค ในขณะที่เพศ และขนาด ไม่มีผลที่ชัดเจนต่อองค์ประกอบชนิดของอาหารปูแสม

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ คุณสมนึก เรืองนุ่น ที่ช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่างภาคสนาม และงานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนส่วนหนึ่งจาก สาขาความเป็นเลิศการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอย่างยั่งยืน ระยะที่ 1 มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

เอกสารอ้างอิง

ซุกรี หะยีสาแม. 2551. ทฤษฎีและการประยุกต์ใช้. ใน นิเวศวิทยาของปลา. ครั้งที่ 1. หน้า 123-150. โรงพิมพ์มิตรภาพ. ปัตตานี.

นลินี ทองแถม และ สมบัติ ภู่วชิรานนท์. 2550. บทบาทของปูแสม *Neoepisesarma versicolor* ต่อระบบนิเวศป่าชายเลนบ้านบางโรง จังหวัดภูเก็ต. ใน รายงานการประชุมวิชาการระบบนิเวศป่าชายเลนแห่งชาติ "ป่าชายเลน: รากฐานเศรษฐกิจพอเพียงของชุมชนชายฝั่ง". โรงแรมฮอลิเดย์อินน์รีสอร์ทรีเจนท์, เพรชบุรี, 12 - 14 กันยายน 2550, หน้า. 242-249.

Abele, L. G. 1973. Taxonomy, Distribution and Ecology of the Genus Sesarma (Crustacea, Decapoda, Grapsidae) in Eastern North America, with special reference to Florida. The American Midland Naturalist. 90(2):375-386.

Boon, P. Y., Darren, C. J. Y. and Peter A. Y. 2008. Feeding ecology of two species *Perisesarma* (Crustacea: Decapoda: Brachyura: Sesarmidae) in Mandai Mangroves, Singapore. Journal of Crustacean Biology. 28(3):480-484.

Clark, K.R. and Warwick, R.M. 2004. Change in marine communites: An approach to statistical analysis and interpretation. Plymounth Marine Laboratory, Plymounth. 8-16.

Emmerson, W. D. and McGwynne, L. E. 1992. Feeding and assimilation of mangrove leaves by the crab *Sesarma meinerti* de Man in relation to leaf-litter production in Mgazana, a warm-temperate southern African, mangrove swamp. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 157:41-53.

Hyslop, E.J. 1980. Stomach contents analysis-a review of methods and their application. Journal of Fish Biology. 17:411-429.

Lee, S. Y. 1998. Ecological role of grapsid crabs in mangrove. ecosystems a review Marine Freshwater Research. 49:335-345.

Longonje, S. N. and Raffaelli, D. 2014. Feeding Ecology of Mangrove Crabs in Cameroon. Applied Ecology and Environmental Research. 12(4):959-973.

Macnae, W. 1968. A general account for the flora and fauna of mangrove swamps and forests on the Indo-West Pacific Region. Advances in Marine Biology. 6:73-270.

Salgado-Kent, C. P. and Mcguinness, K. A. 2008. Feeding selectivity of sesarmid crabs from northern Australian mangrove forests. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 300:161-187.

Smith, T. J., Boto, K. G., Frusher, S. D., Giddins, R. L. 1991. Keystone species and mangrove forest dynamics: the influence of burrowing by crabs on soil nutrient status and forest productivity. Estuarine and Coastal Shelf Science. 33:419–432.

Steinke, T. D., Holland, A. J. and Singh, Y. 1993. Leaching losses during decomposition of mangrove leaf litter. Suid-Afrikaanse Geografiese Tydskrif. 59(1):21-25.