รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การศึกษาหาระดับของสารสกัดร้อนจากสาหร่ายทุ่นที่เหมาะสม ต่อการเสริมในอาหารปลาตะกรับ

Study on the level of hot water extracts from *Sargassum* sp. suitable for supplementation in spotted scat (*Scatophagus argus* Linnaeus, 1766) diet

ประเภททุน ทุนพัฒนานักวิจัยใหม่ รหัสโครงการ KREF016102

คณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ นางสาวมนต์สรวง ยางทอง

ผู้ร่วมวิจัย นายจิระยุทธ รื่นศิริกุล

ได้รับทุนสนับสนุนเงินวิจัยจากกองทุนวิจัย ประจำปี พ.ศ. 2561

วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การศึกษาหาระดับของสารสกัดร้อนจากสาหร่ายทุ่นที่เหมาะสม ต่อการเสริมในอาหารปลาตะกรับ

Study on the level of hot water extracts from *Sargassum* sp. suitable for supplementation in spotted scat (*Scatophagus argus* Linnaeus, 1766) diet

ประเภททุน ทุนพัฒนานักวิจัยใหม่ รหัสโครงการ KREF016102

คณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ นางสาวมนต์สรวง ยางทอง

ผู้ร่วมวิจัย นายจิระยุทธ รื่นศิริกุล

ได้รับทุนสนับสนุนเงินวิจัยจากเงินงบประมาณ ประจำปี พ.ศ. 2561

วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) การศึกษาหาระดับของสารสกัดร้อนจากสาหร่ายทุ่นที่เหมาะสมต่อการเสริมในอาหารปลาตะกรับ
แหล่งเงิน กองทุนวิจัยสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ประจำปีงบประมาณ 2561 จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน 240,000 บาท
ระยะเวลาดำเนินการ 1 ปี ตั้งแต่ 1 เมษายน 2561 ถึง 31 มีนาคม 2562
หัวหน้าโครงการ ผู้ช่วยศาสตรจารย์ ดร.มนต์สรวง ยางทอง
หลักสูตรวิทยาศาสตร์การประมงและทรัพยากรทางน้ำ สาขาเทคโนโลยีเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์
ผู้ร่วมโครงการวิจัย ดร.จิระยุทธ รื่นศิริกุล
นักวิชาการกรมประมง ระดับชำนาญการพิเศษ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง เขต 6 สงขลา

บทคัดย่อ

ศึกษาผลของการเสริมสารสกัดสาหร่ายทุ่นในอาหารระดับต่างๆ ต่อการเจริญเติบโต น้ำหนักเฉลี่ย น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อวัน อัตราการรอดตาย อัตราการกินอาหาร อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน และคุณค่าทางโภชนาการของปลาตะกรับ ที่เลี้ยงในกระชังในทะเลสาบสงขลา ปลาทดลองมีน้ำหนักเฉลี่ย 25.53 ± 0.89 กรัม เลี้ยงด้วยอาหารทดลอง 5 สูตรแต่ละสูตรมี 3 ซ้ำ อาหารทดลองแต่ละสูตรมีระดับโปรตีนและพลังงานใกล้เคียงกัน แต่มีระดับสารสกัดสาหร่ายทุ่นที่แตกต่างกัน คือ 0 (สูตรควบคุม), 0.1, 0.3, 0.5 และ 1 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ตามลำดับ ให้อาหาร 5 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักตัว 1 มื้อต่อวัน เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ผลการทดลอง พบว่าปลาที่ได้รับสารสกัด 0.5 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีน้ำหนักเฉลี่ย น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อวัน และประสิทธิภาพการใช้โปรตีนสูงกว่าสูตรอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ขณะที่อัตราการกินอาหาร อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และอัตราการรอดตายของปลาทุกชุดการทดลองไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) ขณะที่คุณค่าทางโภชนาการ พบว่า ปริมาณความชื้นและไขมันไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) ขณะที่โปรตีนและเถ้ามีปริมาณแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ปลาที่ได้รับสารสกัด 0.5 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีโปรตีนสูงที่สุด และปลาที่ได้รับสารสกัด 1 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีปริมาณเถ้าสูงที่สุด ดังนั้นการเสริมสารสกัดสาหร่ายทุ่นระดับที่เหมาะสมคือ 0.5 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม

คำสำคัญ : สารสกัด, สาหร่ายทุ่น, ปลาตะกรับ, การเสริมอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Research Title: Study on the level of hot water extracts from *Sargassum* sp. suitable for supplementation in spotted scat (*Scatophagus argus* Linnaeus, 1766) diet

Researcher: Assist. Prof. Dr. Monsuang Yangthong

Program: Fisheries Science and Aquatic Resources

Department: Agricultural Technology, KMITL Prince of Chumphon Campus, Chumphon

Co-researcher: Dr. Jirayuth Ruensirikul

Department: Coastal Aquaculture Research and Department Regional Center 6, Songkhla

ABSTRACT

The growth performance of *Scatophagus argus* (25.53±0.89g) reared in Songkhla Lake, a backish lagoon, were evaluated after feeding them diets containing hot water extract of the seaweed, *Sargassum polycystum* at levels of 0, 0.1, 0.3, 0.5 and 1 g/kg diet. The fish were reared in net cages (50x50x60 cm) at a density of 20 fish/cage. Isonitrogeneous and isocaloric diets were fed to triplicate groups of fish twice a day to apparent satiation for 8 weeks. The results showed that fish fed extract at 0.5 g/kg diet demonstrated the highest mean average weight, weight gain, specific growth rate, average daily weight gain, and protein efficiency ratio with the differences significant at $P < 0.05$, whereas no significant differences in the rate of feed intake, feed conversion ratio, feed conversion efficiency and survival rate were found among the groups ($P > 0.05$). Investigation of the nutritional value of the fish found that the protein and ash composition was significantly different ($P < 0.05$) while the moisture and lipid values were not ($P > 0.05$). Fish fed with the 0.5 g/kg and 1 g/kg diet exhibited the highest protein (49.08±0.01) and ash (14.93±0.01) content respectively. Therefore, the appropriate level of seaweed extract supplementation for spotted scat was found to be 0.5 g/kg diet.

Keywords : *Sargassum polycystum*, spotted scat, feed supplement

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ได้รับการสนับสนุนทุนจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จากแหล่งทุนกองทุนวิจัย ประจำปี พ.ศ. 2561 และขอขอบคุณผู้อำนวยการตลอดจนเจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง เขต 6 สงขลา จังหวัดสงขลา ในการสนับสนุนสถานที่ และเครื่องมือการทำวิจัยตลอดระยะเวลาดำเนินการศึกษาวิจัยครั้งนี้

คณะผู้วิจัย
มีนาคม 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ข
กิตติกรรมประกาศ ค
สารบัญ ง
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ 1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย 2
1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย 2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3
2.1 ปลาตะกรับ 3
2.2 สาหร่ายทุ่น 4
บทที่ 3 วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง 7
3.1 วัสดุ 7
3.2 อุปกรณ์ 7
3.3 วิธีการทดลอง 9
3.4 แผนการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล 11
3.5 การเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล 12
บทที่ 4 ผลการทดลอง 14
4.1 ความผิดปกติและพฤติกรรมของปลาตะกรับ 14
4.2 การเจริญเติบโต 14
4.3 ส่วนประกอบทางโภชนาการของปลาทั้งตัว 20
4.4 คุณภาพน้ำ 21
บทที่ 5 วิจารณ์ผลการทดลอง 24
บทที่ 6 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ 26
เอกสารอ้างอิง 27
ภาคผนวก ก การวิเคราะห์ความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน และเยื่อใย 31
ภาคผนวก ข สรุปค่าใช้จ่ายการดำเนินงานโครงการวิจัย 37
ประวัตินักวิจัย 39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

จากนโยบายไทยแลนด์ 4.0 หรือโมเดลการพัฒนาเศรษฐกิจของรัฐบาลไทย ตามยุทธศาสตร์การพัฒนาเกษตรอินทรีย์แห่งชาติ พ.ศ. 2560-2564 มุ่งเน้นให้ประเทศไทยเป็นผู้นำในระดับภูมิภาคด้านการผลิต การบริโภค และการบริการเกษตรอินทรีย์ที่มีความยั่งยืน เป็นที่ยอมรับในระดับสากล และสำหรับด้านการผลิตสัตว์น้ำ เพื่อเป็นอาหาร มุ่งลดและหยุดการใช้สารเคมีเพื่อการผลิตสัตว์น้ำ โดยส่งเสริมสนับสนุนการใช้สารธรรมชาติมาทดแทนเพื่อลดโอกาสการตกค้างและถ่ายโอนสารพิษไปยังผู้บริโภค สาหร่ายทะเลถือเป็นแหล่งของสารสกัดจากธรรมชาติที่ได้รับความสนใจและยอมรับถึงฤทธิ์ทางชีวภาพที่ดีในหลายด้าน เช่น สารสกัดจากสาหร่ายทะเลได้รับการยอมรับว่า มีฤทธิ์กระตุ้นการทำงานของระบบภูมิคุ้มกัน ต้านเชื้อแบคทีเรีย เชื้อไวรัส ต้านการอักเสบ ลดความดันโลหิต ช่วยสลายลิ่มเลือด และต้านอนุมูลอิสระ (Chew et al., 2007; Kim et al., 2007; Li et al., 2008; Nahas et al., 2007; Yuan et al., 2005; Yangthong et al., 2012) สาหร่ายทะเลขนาดใหญ่แบ่งเป็น 4 กลุ่มคือ สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน สาหร่ายสีเขียว สาหร่ายสีแดง และสาหร่ายสีน้ำตาล สาหร่ายแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันในส่วนของรงควัตถุที่ใช้ในการสังเคราะห์แสง ส่งผลให้องค์ประกอบทางเคมีของสาหร่ายมีความแตกต่างกัน สาหร่ายทะเลสีน้ำตาลโดยเฉพาะสาหร่ายทุ่นเป็นสาหร่ายที่พบแพร่กระจายทั่วไปบริเวณชายหาดของทั้งทะเลอ่าวไทยและอันดามัน สำหรับสาหร่ายทุ่น คือสาหร่ายสีน้ำตาล ผนังเซลล์ ประกอบไปด้วย อัลจิเนต และฟิวคอยแดน ซึ่งเป็นสารสำคัญ ที่มีฤทธิ์ในการกระตุ้นภูมิคุ้มกันในสัตว์น้ำ (Chotigeat et al., 2004; Immanuel et al., 2012) นอกจากนี้สารสกัดร้อนจากสาหร่ายทุ่น สามารถกระตุ้นภูมิคุ้มกันกุ้งขาว *Litopenaeus vannamei* (Yeh et al., 2006), กุ้งกุลาดำ *Penaeus monodon* (Immanuel et al., 2010) และปลากะพงขาว *Lates calcirifer* (Yangthong et al., 2012; 2016) แต่การใช้สารเสริมภูมิคุ้มกันมักมีข้อจำกัด และผลอื่นๆที่เกิดจากการใช้สารเสริมภูมิคุ้มกัน ยังมีการศึกษาข้อมูลด้านดังกล่าวน้อย (Bricknell and Dalmo. 2005) ซึ่งข้อมูลในด้านการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหารก็เป็นอีกประเด็นที่น่าสนใจและส่งผลโดยตรงต่อสัตว์น้ำ เพราะหากสารสกัดสาหร่ายมีฤทธิ์ที่ดีต่อการกระตุ้นภูมิคุ้มกันแต่ทำให้สัตว์น้ำต้องสูญเสียพลังงานและลดการเจริญเติบโต ก็จะเป็นข้อด้อยหนึ่งของการใช้สารสกัด แต่ในทางกลับกันหากสาหร่ายมีฤทธิ์ที่ดีต่อการกระตุ้นภูมิคุ้มกันและกระตุ้นความอยากอาหารส่งผลบวกต่อการเจริญเติบโต ก็จะเพิ่มความสนใจ และจูงใจให้ผู้เลี้ยงนำสารสกัดจากสาหร่ายมาใช้เพิ่มขึ้น เนื่องจากในสารสกัดร้อนจากสาหร่ายทุ่นประกอบด้วยน้ำตาลที่จำเป็น (essential sugar) ถึง 4 ชนิดจากทั้งหมด 8 ชนิด โดยพบปริมาณฟิวโคสสูงสุด (Yangthong et al., 2016) ซึ่งน้ำตาลที่จำเป็น คือน้ำตาลที่มีผลต่อการทำงานในระดับเซลล์ และการทดลองครั้งนี้สนใจศึกษาในปลาตะกรับหรือปลาเสือดาว (*Scatophagus argus* Linnaeus, 1766) เป็นปลาที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจทั้งในตลาดปลาสวยงามและเป็นปลาที่นิยมบริโภคในหลายประเทศในเขตอินโดแปซิฟิก (Barry and Fast, 1988) รวมถึงประเทศไทย เนื่องจากเป็นปลาเนื้อสีขาวที่มีรสชาติดีและมีราคาค่อนข้างสูงโดยเฉพาะในพื้นที่ภาคใต้ (300-400 บาทต่อกิโลกรัม) ปลาตะกรับเป็นปลากินทั้งพืชและสัตว์ (omnivorous) และจะกินพวกพืชเป็นหลัก (Wongchinawit, 2007) ในอนาคตหากปลาชนิดนี้มีการเลี้ยงเพิ่มมากขึ้นโดยเฉพาะเป็นการเลี้ยงในเชิงพาณิชย์ การจัดการระบบการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลี้ยงต่างๆ ย่อมเข้ามามีบทบาทสำคัญ อาหารถือเป็นต้นทุนผันแปรที่มูลค่าสูงที่สุดของการเพาะเลี้ยง โดยหมายถึงกำไรหรือขาดทุนของการเพาะเลี้ยง อาหารนอกจากทำให้การดำรงชีวิต การเจริญเติบโต และการสืบพันธุ์ของสัตว์น้ำเป็นปกติ อาหารควรมีส่วนช่วยในการเสริมสร้างระบบภูมิต้านทานที่ดี โดยเฉพาะการเลี้ยงในเชิงพาณิชย์ ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงต้องการศึกษาผลของสารสกัดร้อนจากสาหร่ายทุ่นระดับต่างๆ ต่อการเจริญเติบโต และประสิทธิภาพการใช้อาหารของปลาตะกรับที่เลี้ยงในทะเลสาบสงขลา

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาผลของสารสกัดร้อนจากสาหร่ายทุ่นระดับต่างๆ ต่อการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้อาหาร อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ อัตราการรอดตาย และองค์ประกอบทางทางโภชนาการปลาตะกรับ

1.2.2 เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางทางโภชนาการของร่างกายปลาตะกรับ ได้แก่ ความชื้น เถ้าโปรตีน และไขมัน

1.2.3 เพื่อศึกษาหาระดับของสารสกัดร้อนจากสาหร่ายทุ่นที่เหมาะสมต่อการเสริมในอาหารปลาตะกรับ

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ต้องการศึกษาการเลี้ยงปลาตะกรับในทะเลสาปสงขลา โดยศึกษาผลของการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้อาหาร อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ อัตราการรอดตาย และองค์ประกอบทางทางโภชนาการปลาตะกรับที่ได้รับอาหารที่เสริมด้วยสารสกัดร้อนจากสาหร่ายทุ่นระดับต่างๆ และหาระดับของสารสกัดที่เหมาะสมต่อการเสริมในอาหารปลาตะกรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ปลาตะกรับ

ปลาตะกรับมีชื่อสามัญภาษาอังกฤษคือ spotted scat หรือ green scat หรือที่เรียกกันในท้องถิ่นภาคใต้เรียกว่า “ปลาขี้ตัง” ปลาตะกรับจัดอยู่ในวงศ์ Scatophagidae ซึ่งมีปลาอยู่เพียง 2 สกุล คือ Scatophagus และ Selenotoca สามารถจำแนกชนิดได้ตามหลักอนุกรมวิธาน (ดัดแปลงจาก Berg, 1940 อ้างตาม Barry and Fast, 1988) ดังนี้

Kingdom : Animalia
Phylum : Chordata
Subphylum : Vertebrata
Class : Osteichthyes
Order : Peciformes
Family : Scatophagidae
Genera : Scatophagus
Species : *Scatophagus argus* (Linnaeus, 1766)

ปลาตะกรับหรือปลาเสือดาว (*Scatophagus argus* Linnaeus, 1766) เป็นปลาที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ ทั้งในตลาดปลาสวยงามและตลาดปลาเนื้อ เป็นปลาที่นิยมบริโภคในประเทศเขตอินโดแปซิฟิก ฟิลิปปินส์ ไต้หวัน และไทย (Barry and Fast, 1988) โดยเฉพาะบริเวณภาคใต้ของประเทศไทย ปลาตะกรับเป็นปลาเนื้อขาวมีรสชาติดี และได้รับความนิยมในการบริโภค โดยเฉพาะแม่ปลาที่มีไข่แก่ มีราคาซื้อขายค่อนสูง ประมาณ 300-400 บาทต่อกิโลกรัม (เพ็ญศรี และคณะ, 2556) ปลาตะกรับมีรูปร่างลักษณะลำตัวป้อมกลม แบนข้างมากคล้ายรูปสี่เหลี่ยม ส่วนหัวมีขนาดใหญ่ ปากเล็ก ครีบหลังมีก้านครีบแข็ง 11 อัน ก้านครีบอ่อน 14-18 อัน ครีบก้นมีก้านครีบแข็ง 4 อัน ก้านครีบอ่อน 14-15 อัน ครีบท้องมีก้านครีบแข็ง 1 อัน ก้านครีบอ่อน 5 อัน และครีบอกมีก้านครีบอ่อนอย่างเดียว 17 อัน (วิมล, 2518) การแยกเพศ ปลาเพศเมียมักมีลำตัวอ้วนป้อม และมีขนาดโตกว่าเพศผู้ ปลาเพศผู้และเพศเมียมีความแตกต่างกันที่รูปร่างบริเวณส่วนหัว โดยเพศเมีย ส่วนหัวบริเวณ snout มีความลาดปกติจนถึงขากรรไกรบน เพศผู้ส่วนหัวบริเวณ snout โค้งงุ้มลงจนถึงขากรรไกรบน (Barry and Fast, 1988) เพศเมียเมื่อมีไข่แก่ ขนาดของรังไข่จะครอบคลุมตลอดช่องท้อง ส่วนเพศผู้ลักษณะของอัณฑะมีสีขาวขุ่น

ปลาตะกรับถูกจัดให้เป็นปลาที่กินทั้งพืชและสัตว์ เนื่องจากโครงสร้างการกินอาหาร เช่น ลักษณะของปาก ฟัน ซี่เหงือก (gill rakers) และทางเดินอาหาร ปากของปลาตะกรับเป็นแบบ subterminal mouth ที่เป็นลักษณะของปลาที่หากินบริเวณพื้นทะเล ปากของปลาตะกรับระยะวัยรุ่นถึงวัยเจริญพันธุ์มีความกว้างเฉลี่ย 0.12-0.61 เซนติเมตร มีฟันแบบ villiform type เป็นซี่เล็กๆ เรียวยาว จำนวน 1-2 แถวทั้งขากรรไกรบนและล่างเพิ่มขึ้นเป็น 6-7 แถว เมื่อปลาโตเต็มวัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลิ้นเป็นแบบ cilliform teeth ที่มีฟันขนาดเล็กละเอียดอยู่รวมกันเป็นกระจุก ซี่เหงือกสั้น กระเพาะอาหารเป็นแบบ U-shape ที่มีจำนวน pyloric caeca จำนวน 10-20 อัน ในทุกระยะของพัฒนาการของปลา (Wongchinawit and Paphawasit. 2009) อัตราส่วนความยาวลำไส้ต่อความยาวลำตัวของปลาตะกรับประมาณ 2.5 (วิมล, 2518), 2.61±0.41 (วลีรัตน์ และคณะ, 2548) และ 2.14 - 3.96 (Sivan and Radhakrishnan, 2011) เท่าของลำตัวซึ่งเป็นลักษณะของปลาที่กินทั้งพืชและสัตว์ (omnivorous fish) Wongchinawit (2007) พบว่าอัตราส่วนความยาวลำไส้ต่อความยาวลำตัวของปลาตะกรับมีค่าแตกต่างกันในแต่ละช่วงอายุ ปลาตะกรับมีพฤติกรรมการกินอาหารแบบแทะเล็ม หากินบริเวณพื้นท้องน้ำ เช่น ลูกกุ้ง ลูกปลา สัตว์หน้าดิน แพลงก์ตอน ซากพืช และสาหร่าย Wongchinawit and Paphawasit (2009) รายงานว่าปลาตะกรับสามารถปรับตัวกินอาหารได้หลากหลาย และมีการปรับเปลี่ยนอาหารไปตามช่วงอายุ ปลาตะกรับวัยอ่อนกินแพลงก์ตอนพืชขนาดเล็กบริเวณผิวน้ำและในมวลน้ำ ช่วงวัยรุ่นจะเปลี่ยนมากินอาหารที่อาศัยอยู่ในมวลน้ำและพื้นท้องน้ำ ได้แก่ ไดอะตอม แพลงก์ตอนสัตว์ สัตว์หน้าดิน และซากพืช

การแพร่กระจาย ปลาตะกรับชุกชุมบริเวณชายฝั่งในเขตร้อน ในน่านน้ำประเทศแถบอินโดแปซิฟิก เขตเอเชียใต้และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ในประเทศไทยพบแพร่กระจายทั้งในอ่าวไทยและทะเลอันดามัน (มาวิทย์ และคณะ, 2547) พบมากในทะเลสาบสงขลาทั้งทะเลสาบตอนบน ตอนกลาง และตอนล่าง รวมทั้งปากทะเลสาบที่เชื่อมต่อกับทะเลอ่าวไทย (ปัทมาภรณ์ และศักดิ์อนันต์, 2552) ปลาตะกรับเป็นปลาที่มีรสชาติดีราคาค่อนข้างสูง เป็นที่นิยมบริโภค ประกอบกรมประมงสามารถเพาะผสมพันธุ์ปลาชนิดนี้ได้สำเร็จจนสามารถขยายผลไปสู่การเลี้ยงแก่เกษตรกรได้ ซึ่งการเพาะพันธุ์ในเชิงปริมาณ (mass production) ของปลาชนิดนี้ยังไม่พบการรายงานมาก่อน ในอนาคตปลาตะกรับน่าจะเป็นปลาทะเลเศรษฐกิจที่สำคัญอีกชนิดหนึ่ง

2.2 **สาหร่ายทุ่น**

สาหร่ายทุ่น เป็นสาหร่ายสีน้ำตาล มีชื่อสามัญทั่วไปว่า gulf weed หรือ wire weed มีชื่อภาษาไทยว่า สาหร่ายใบ สาหร่ายทุ่น มีลักษณะคล้ายไม้ล้มลุกที่เป็นพืชชั้นสูง รูปร่างเกิดจากการเรียงตัวกันของเซลล์หลายเซลล์มาต่อกัน เรียกว่าทัลลัส (thallus) ทัลลัส หมายถึง โครงสร้างของเซลล์ที่ประกอบด้วย เซลล์เดียวหรือหลายเซลล์ แต่มีการเรียงของเซลล์ไม่ซับซ้อน ไม่มีเนื้อเยื่อทำหน้าที่เฉพาะ ไม่มีท่อลำเลียงสาร ไม่มีราก ลำต้น และใบที่แท้จริงเหมือนพืชชั้นสูง สาหร่ายสีน้ำตาลส่วนใหญ่จะมีทัลลัสใหญ่ มองเห็นได้ชัดเจน ส่วนของทัลลัสแบ่งออกเป็นส่วนย่อยๆ คือ 1.) โฮลด์ฟาสต์ (hoodfast) คือ ส่วนที่อยู่ด้านล่างสุด ทำหน้าที่ยึดเกาะคล้ายราก แต่ไม่ได้ดูดซับน้ำหรือสารอาหารเหมือนในพืชชั้นสูง โฮลด์ฟาสต์อาจจะแตกแขนงหรือ อาจจะมีลักษณะคล้ายถ้วยคว่ำ โฮลด์ฟาสต์จะฝังลงในทราย 2.) สไตป์ (stipe) คือส่วนที่อยู่ถัดจากโฮลด์ฟาสต์ขึ้นมา ตำแหน่งที่อยู่คล้ายลำต้น ทอดยาวไปตามกระแสน้ำ ซึ่งอาจจะมีความยาวถึง 10 เมตร 3.) เบลด (blade) หรือ ลามินา (lamina) คือ ส่วนที่อยู่ตำแหน่งของใบ สาหร่าย Sargassum เบลดอาจสั้นหรือยาวคล้ายใบไม้ และมีขอบหยัก บางชนิดมีเส้นกลางใบ ที่โคนของใบจะมีถุงลม (air bladder หรือ pneumatocyst) อยู่ที่โคนเพื่อช่วยในการพยุงทัลลัสให้ลอยอยู่ได้ในน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนประกอบของเซลล์ ผนังเซลล์ มี 2 ชั้น โดยชั้นในเป็นพวกเซลลูโลส ชั้นนอกเป็นสารเมือก และ กรดอัลจินิค ปริมาณมากถึง 1 ใน 4 ของน้ำหนักแห้ง ซึ่งเมื่อสกัดออกมาจะอยู่ในรูปเกลืออัลจิเนต ใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ คลอโรพลาสต์ ในสาหร่ายสีน้ำตาลมีคลอโรพลาสต์ 2 แบบ คือ แบบกลมแบน (discoid หรือ platelike) และชนิดที่เป็นแถบเหมือนริบบิ้น ซึ่งประกอบด้วยไทลาคอยด์ 3 แถวเรียงกันอยู่ มีไพรีนอยด์ชนิดเดี่ยวแบบมีก้าน (single-stalked) เกิดติดอยู่ข้างๆคลอโรพลาสต์ นิวเคลียส ใน 1 นิวเคลียสในแต่ละเซลล์ นอกจากนั้นในเซลล์ของสาหร่ายสีน้ำตาลยังประกอบไปด้วยออร์กาเนล ต่างๆ คล้ายๆกับเซลล์ทั่วไป คือ แวคคิวโอล ซึ่งอาจมีขนาดใหญ่หรือเล็ก เอนโดพลาสมิด เรติคิวลัม ไมโตคอนเดรีย และส่วนประกอบอื่นๆ คล้ายกับเซลล์ทั่วไป

สาหร่ายทุ่นลักษณะพิเศษ คือ วงจรชีวิตจะมีแต่ช่วงสปอโรไฟต์เท่านั้น วงจรชีวิตวงจรชีวิตจะเป็นแบบ สปอร์เจเนอเรชั่น คือ มีการสร้างแกมมีตโดยมีการแบ่งนิวเคลียสแบบไมโอซิสในระยะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ มีการสร้างแขนงพิเศษเพื่อการสืบพันธุ์ เรียกว่า รีเซปตาเคิล (receptacle) ซึ่งบนแขนงนี้จะมีการสร้างถุงที่เรียกว่า คอนเซปตาเคิล (conceptacle) ฝังอยู่ ซึ่งภายในจะมี ยูนิโลคูลา แกมมี-แทงเจียม ซึ่งถ้าเป็นเพศเมียจะเรียกว่า แมคโครสปอแรงเจียม (macrosporangium) หรือ โอโอโกเนียม (oogonium) ทำหน้าที่สร้างไข่ ถ้าทำหน้าที่เพศผู้เรียก ไมโครสปอแรงเจียม (microsprorangium) หรือ แอนเทอริเดียม (antheridium) ทำหน้าที่สร้างแอนเทอโรซอยด์ (antherozoid) เพื่อแอนเทอโรซอยด์ผสมกับไข่จะได้ ไซโกทซึ่งจะงอกเป็นสปอโรไฟต์ต่อไป

นอกจากนี้ ทัลลัสยังทำหน้าที่สืบพันธุ์โดยแตกแขนงออกมาจากบริเวณเบลดของทัลลัส อาจจะเจริญบนพื้นท้องน้ำ หรืออาจจะขาดลอยไปตามกระแสน้ำ ส่วนที่ขาดลอยออกไปนี้สามารถที่จะเจริญออกมาเป็นทัลลัสใหม่ได้ การเจริญเติบโตของสาหร่ายชนิดนี้ เป็นการเจริญจากยอด (apical grown) อาจจะเจริญจากเซลล์เพียง 1 เซลล์ หรือเซลล์ที่เป็นแถวเดียวกัน ช่วยในการเพิ่มความยาวของสาย หรือทัลลัส

สาหร่ายทุ่น (*Sargassum* sp.) พบแพร่กระจายทั้งในอ่าวไทย และทะเลอันดามัน (Noiraksar and Ajisaka 2008) มักพบยึดเกาะกับก้อนหิน (Lewmanomont and Ogawa, 1995) สาหร่ายถูกนำมาใช้ประโยชน์ เป็นอาหารโดยตรงของมนุษย์ (เฉพาะส่วนยอด) และสัตว์ สำหรับการใช้ประโยชน์จากสาหร่ายทุ่นในด้านอาหารสัตว์น้ำ จากรายงานการศึกษาของ Yangthong et al. (2014) พบว่าการเสริมสาหร่ายทุ่น (*Sargassum* spp.) มีผลต่อการลดการเจริญเติบโตของปลานิล ขนาด 2.86 กรัม โดยสาหร่ายทุ่นสามารถเสริมในอาหารปลานิลได้เพียง 5 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่การเสริมสาหร่ายทุ่น (*S. ilicifolium*) ต่อภูมิคุ้มกันและการเจริญเติบโตของปลาสเตอร์เจียนขาว (*Huso huso*) ขนาด 56.8±1.1 กรัม พบว่าการเจริญเติบโตของปลาที่ได้รับอาหารเสริมสาหร่ายทุ่น 10 % เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ มีการเจริญเติบโต และองค์ประกอบเลือด ได้แก่ โปรตีนรวมในซีรั่ม, ไลโซไซม, อิมมูโนโกลบูลินเอ็ม เรสพีราโทรี่บรัส (respiratory bursts) คอมพีเมนต์ ฮีโมโกลบิน เม็ดเลือดแดง และเม็ดเลือดขาวดีกว่าปลากลุ่มที่ได้สาหร่าย 0, 5 และ 7.5 % (Adel and Yeganeh, 2019)

สารสกัดจากสาหร่ายทุ่นได้รับการยอมรับว่ามีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (Yesilyurt et al., 2008; Yangthong et al., 2009) ต้านเชื้อแบคทีเรีย เชื้อไวรัส ต้านการอักเสบ ลดความดันโลหิต ช่วยสลายลิ่มเลือด ต้านสารก่อมะเร็ง (Kim et al., 2007; Chew et al., 2007; Li et al., 2008; Nahas et al., 2007; Yuan et al., 2005) สารสกัดร้อนจากสาหร่ายทุ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกอบด้วยน้ำตาลที่จำเป็นถึง 4 ชนิดจากทั้ง 8ชนิด ได้แก่ ฟิวโคส แมนโนส คลูโคส และกาแลคโตส โดยมีปริมาณฟิวโคสสูงที่สุด (Yangthong et al., 2016) ซึ่งฟิวโคสเป็นน้ำตาลที่จำเป็นโดยพบมากในน้ำนมแม่ น้ำตาลที่จำเป็น คือน้ำตาลที่มีผลต่อการทำงานในระดับเซลล์ สารสกัดร้อนจากสาหร่ายทุ่นสามารถกระตุ้นภูมิคุ้มกันโรคของสัตว์น้ำได้ (Chiu et al., 2008; Yangthong et al., 2012) ซึ่งจากรายงานของ Yangthong et al. (2012) ศึกษาผลของสารสกัดร้อนจากสาหร่ายทุ่น (*Sargassum* sp. SG-0044) พบว่าสามารถกระตุ้นภูมิคุ้มกันของปลากะพงขาวจากการติดเชื้อแบคทีเรีย *Streptococcus iniae* โดยปลากะพงขาวกลุ่มที่ได้รับการฉีดสารสกัดร้อนสาหร่ายทุ่นมีค่าคอมพลีเมนต์และไลโซไซม์ ดีกว่าปลาในชุดควบคุม นอกจากนี้สารสกัดร้อนจากสาหร่ายทุ่นสามารถช่วยลดภาวะลิพิดออกซิเดชั่นที่เกิดขึ้น Baleta and Gomez-Chiarri (2016) รายงานว่าสารสกัดร้อนจากสาหร่ายทุ่น (*S. oligocystum*) สามารถต้านเชื้อ *Vibrio harveyi* ในปลาซีกเดียว (*Paralichthys dentatus*) สำหรับผลของสารสกัดร้อนจากสาหร่ายทุ่นต่อการเจริญเติบโตของปลาตะกรับยังไม่พบรายงานการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

3.1 วัสดุ

3.1.1 สาหร่ายทุ่น (*Sargassum polycystum*) จากชายฝั่งทะเลอ่าวบ่อเมา อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร

3.1.2 สัตว์ทดลอง ปลาตะกรับ (*Scatophagus argus*, Linnaeus, 1766) น้ำหนักเฉลี่ย 25.53±0.89 กรัม จากสถาบันวิจัยเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง จังหวัดสงขลา

3.1.3 สารเคมี

3.1.3.1 สารเคมีสำหรับวิเคราะห์ส่วนประกอบทางโภชนาการของร่างกายปลาตะกรับ และอาหารทดลอง (ภาคผนวก ก)

3.1.3.2 สารเคมีสำหรับวิเคราะห์คุณภาพน้ำ (ภาคผนวก)

3.1.3.3 สารเคมีสำหรับการป้องกันและรักษาโรคปลาได้แก่ ออกซีเตตราไซคลิน (oxytetracycline) ฟอร์มาลิน (formalin) มาลาไคท์กรีน (malachite green) ยาสลบ (2-phenoxyethanol)

3.2 อุปกรณ์

3.2.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเลี้ยงปลาตะกรับ

3.2.1.1 ถังไฟเบอร์กลาสกลม ขนาดความจุ 1,000 ลิตร จำนวน 5 ถัง

3.2.1.2 กระชังเลี้ยงปลา ขนาด 50 x 50 x 60 เซนติเมตร จำนวน 15 กระชัง ความจุน้ำ 150 ลิตร

3.2.1.3 อุปกรณ์ขนย้ายปลาได้แก่ สวิงช้อนปลา ขันพลาสติก

3.2.1.4 ผ้าขนหนู

3.2.1.5 ถังน้ำพลาสติก 20 ลิตร

3.2.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำอาหารทดลอง

3.2.2.1 เครื่องบดเนื้อรุ่น ZB – MGD600

3.2.2.2 อุปกรณ์ชั่งตวงวัสดุอาหารได้แก่ เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 2 ตำแหน่ง ของ Satorius รุ่น Basic เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง ของ Satorius รุ่น Research กระบอกตวง บีกเกอร์ ถาดเตรียมอาหาร

3.2.2.3 ตู้แช่แข็ง ใช้เพื่อเก็บอาหารทดลองระหว่างรอนำมาใช้

3.2.2.4 ถาดอะลูมิเนียม

3.2.2.5 ช้อนตักวัตถุดิบ

3.2.2.6 เครื่องบดสมุนไพร (NT – 500)

3.2.2.7 ตู้อบลมร้อน (Hot air oven)

3.2.3 อุปกรณ์วิเคราะห์น้ำ

3.2.3.1 อุปกรณ์วิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (Dissolved oxygen, DO)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3.2 อุปกรณ์สำหรับการวัดปริมาณแอมโมเนีย
3.2.3.3 อุปกรณ์สำหรับวัดปริมาณไนไตร์ท
3.2.3.4 อุปกรณ์วัดอุณหภูมิน้ำคือ เทอร์โมมิเตอร์
3.2.3.5 เครื่องวัดความเค็ม (Salinity meter)

3.2.4 อุปกรณ์วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง
3.2.4.1 อุปกรณ์วิเคราะห์ความชื้น
3.2.4.1.1 ตู้อบลมร้อน (Hot air oven)
3.2.4.1.2 ถ้วยกระเบื้อง (Crucible)
3.2.4.1.3 โถดูดความชื้น (Desiccator)
3.2.4.1.4 เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง
3.2.4.1.5 คีมคีบ (Tong)
3.2.4.2 อุปกรณ์วิเคราะห์โปรตีน
3.2.4.2.1 หลอดย่อยโปรตีน (Kjeldahl digestion tube)
3.2.4.2.2 ชุดสำหรับย่อย (Digestor และ Scrubber)
3.2.4.2.3 เครื่องสำหรับกลั่นอัตโนมัติ (Kjeltec 2200, Foss)
3.2.4.2.4 กระบอกตวงขนาด 25 ml
3.2.4.2.5 ขาตั้งและบิวเรท
3.2.4.2.6 เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง
3.2.4.2.7 ขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 ml หรือ 500 ml
3.2.4.2.8 ขวดปรับปริมาตร (Volumetric flask) ขนาด 1000 ml
3.2.4.2.9 แท่งแก้วคนสาร
3.2.4.3 อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์เถ้า
3.2.4.3.1 เตาเผา (Muffle furanace)
3.2.4.3.2 ถ้วยกระเบื้อง (Crucible)
3.2.4.3.3 คีมคีบ (Tong)
3.2.4.3.4 เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง
3.2.4.4 อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์ไขมัน
3.2.4.4.1 เครื่องสกัดหาไขมันแบบอัตโนมัติ (Soxtee™ 2050, Foss)
3.2.4.4.2 บีกเกอร์ (Aluminum extraction beaker)
3.2.4.4.3 ไส้กรองสาร (Extraction Thimble)
3.2.4.4.4 ตู้อบลมร้อน (Hot air oven)
3.2.4.4.5 เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง
3.2.4.4.6 โถดูดความชื้น (Desiccator)
3.2.4.4.7 สำลี
3.2.4.4.8 กระดาษกรอง เบอร์ 1
3.2.4.5 อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์เยื่อใย
3.2.4.5.1 เครื่องวิเคราะห์หาปริมาณเยื่อใย (Fibertec™2010, Foss)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4.5.2 ตู้อบลมร้อน (Hot air oven)

3.2.4.5.3 เตาเผา (Muffle furanace)

3.2.4.5.4 ถ้วยกระเบื้องเคลือบชนิดมีรู (Gooch crucible)

3.2.4.5.5 โถดูดความชื้น (Desiccator)

3.2.4.5.6 เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง

3.2.5 อุปกรณ์สำหรับตรวจสอบการเจริญเติบโตของปลา

3.2.5.1 เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 2 ตำแหน่ง

3.2.5.2 ถังน้ำบรรจุ 20 ลิตร

3.2.5.3 ถังพลาสติกขนาด 3 ลิตร

3.2.5.4 ขันพลาสติก

3.2.5.5 สวิงช้อนปลา

3.3 วิธีการทดลอง

3.3.1 การเตรียมอุปกรณ์การทดลอง

ใช้กระชังลอย ขนาด 50 x 50 x 60 เซนติเมตร (หน่วยทดลอง)

3.3.2 การเตรียมสัตว์ทดลอง

นำลูกปลาตะกรับจำนวน 1,000 ตัวมาอนุบาลในกระชัง ในทะเลสาบสงขลา เป็นเวลา 2 สัปดาห์ เพื่อให้ลูกปลาปรับสภาพให้เข้ากับสภาพแวดล้อมของการวิจัย โดยฝึกให้กินอาหารทดลอง (อาหารสูตร 1) วันละ 1 ครั้ง คือ เวลา 10.30 น. สังเกตพฤติกรรมการยอมรับอาหาร ก่อนเริ่มการทดลองนำปลาไปตรวจสอบการติดเชื้อแบคทีเรียและปรสิตภายนอก ปลาที่ใช้ทดลองต้องมีสุขภาพดี ไม่มีโรคใดๆ ทำการคัดขนาดใส่กระชัง จำนวน 20 ตัวต่อกระชัง ปรับสภาพปลาให้คุ้นเคยกับสภาพแวดล้อมและอาหารทดลองเป็นเวลา 7 วัน หลังจากปลาคุ้นเคยกับสภาพแวดล้อมและอาหารทดลองแล้ว ทำการชั่งหาน้ำหนักเริ่มต้นของปลา โดยแต่ละชุดการทดลองมีน้ำหนักปลาใกล้เคียงกัน

3.3.3 การเตรียมสาหร่ายทุ่น

เก็บตัวอย่างสาหร่ายทะเลทุ่น (*Sargassum polycystum*) จากชายฝั่งทะเลของอ่าวบ่อเมา อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร ตัวอย่างสาหร่ายทะเลที่เก็บรวบรวมได้แบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกเก็บเป็นตัวอย่างแห้ง (herbarium specimens) เพื่อใช้จำแนกชนิดและส่วนที่สอง ไปอบในตู้อบลมร้อน (hot air oven) ด้วยอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง นำสาหร่ายทุ่นที่อบแห้งแล้วมาบดด้วยเครื่องบดสมุนไพรรุ่น NT - 500 ให้ละเอียดเป็นผง หลังจากนั้นนำผงที่ได้ไปบรรจุในถุงพลาสติกปิดมิดชิด เก็บไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อใช้สกัดต่อไป

3.3.4 การเตรียมสารสกัดร้อนจากสาหร่ายทุ่น

นำตัวอย่างสาหร่ายทะเลล้างทำความสะอาดด้วยน้ำจืด กำจัดสิ่งต่างๆ ที่เกาะติด นำไปอบที่อุณหภูมิ 60 อาศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง และนำมาบดให้ละเอียด หลังจากนั้นนำสาหร่ายที่บดละเอียดแล้วมาสกัดด้วยน้ำตามวิธีการของ Yangthong *et al*. (2016) สารละลายที่ได้จากการสกัดด้วยน้ำกรองผ่านผ้ากรองขนาดตา 200 ไมโครเมตร ทำให้แห้งด้วยการแช่เยือกแข็ง (freeze drying)

3.3.5 การเตรียมอาหารทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาหารทดลองทั้งหมดมี 5 ชุดการทดลอง อาหารสูตรที่ 1 เป็นสูตรควบคุมไม่มีการเสริมด้วยสารสกัดจากสาหร่ายทุ่น ส่วนอาหารสูตรที่ 2-5 มีการเสริมด้วยสารสกัดจากสาหร่าย ระดับต่างๆ คือ คือ 0, 0.1, 0.3, 0.5 และ 1 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม คำนวณสูตรอาหารให้มีระดับโปรตีน ไขมัน และระดับพลังงานใกล้เคียงกัน โดยค่าพลังงานที่ย่อยได้ในอาหารคำนวณโดยใช้ค่าต่างๆคือ 4.0 กิโลแคลอรี่/อาหาร 1 กิโลกรัม สำหรับโปรตีน 9.0 กิโลแคลอรี่/อาหาร 1 กิโลกรัม สำหรับไขมัน และ 3.5 กิโลแคลอรี่/อาหาร 1 กิโลกรัม สำหรับคาร์โบไฮเดรต ตรวจสอบคุณค่าทางโภชนาการของวัตถุดิบได้แก่ ปลาป่น กากถั่วเหลือง ปลายข้าว ตับหมึก สารสกัดสาหร่ายทุ่น แป้งสาลี (ตารางที่ 1)

วิธีการเตรียมอาหารทดลองโดยชั่งวัสถุดิบอาหารแต่ละอย่างได้แก่ ปลาป่น กากถั่วเหลือง ปลายข้าว ตับหมึก สารสกัดจากสาหร่ายทุ่น แป้งสาลี น้ำมันตับปลา วิตามินผสม แร่ธาตุผสม ตามสูตรที่คำนวณไว้ (ตารางที่ 2) สำหรับน้ำมันถั่วเหลืองใส่ลงไปในระหว่างการผสมอาหาร เมื่อผสมส่วนประกอบวัสดุอาหารเข้ากันดีแล้ว นำมาอัดเม็ดอาหารผ่านหน้าแว่นขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.5 มิลลิเมตร นำอาหารที่เตรียมเสร็จแล้วอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง เก็บอาหารรักษาไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส (วุฒิพร และคณะ, 2540) และตรวจสอบคุณค่าทางโภชนาการของอาหารที่เตรียมเสร็จแล้ว (ความชื้น โปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า) ตามวิธีมาตรฐานของ AOAC (1999) ส่วนปริมาณคาร์โบไฮเดรตหาได้จากการคำนวณตามสูตร 100 - (ความชื้น + โปรตีน + ไขมัน + เยื่อใย + เถ้า) ก่อนนำไปใช้การทดลองเลี้ยง (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบทางโภชนาการของวัตถุดิบอาหารโดยการวิเคราะห์ (บนฐานของวัตถุแห้ง)

วัตถุดิบ อาหารทดลอง	คุณค่าทางโภชนาการ (%)				
	ความชื้น	เถ้า	โปรตีน	ไขมัน	เยื่อใย
ปลาป่น	3.04±0.09	27.61±0.14	61.00±1.26	4.69±0.14	-
ตับหมึกป่น	3.12±0.09	9.83±0.19	46.51±1.18	15.12±0.71	-
กากถั่วเหลือง	4.53±0.07	8.18±0.06	51.15±0.31	0.97±0.02	5.82±0.11
ปลายข้าว	2.38±0.12	0.72±0.01	9.37±0.34	0.06±0.02	0.74±0.06
แป้งสาลี	0.47±0.11	0.19±0.04	13.59±0.08	0.90±0.08	0.60±0.10
สารสกัดจากสาหร่ายทุ่น	3.36±0.17	24.68±0.18	13.07±0.24	0.31±0.07	-

ตัวเลขที่นำเสนอเป็นค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วิเคราะห์ตัวอย่าง 3 ซ้ำ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 ส่วนประกอบของอาหารทดลองแต่ละสูตร

ส่วนประกอบ	สูตรอาหาร				
(ก./อาหาร 1,000 ก.)	1	2	3	4	5
ปลาป่น	500	500	500	500	500
ตับหมึกป่น	40	40	40	40	40
กากถั่วเหลือง	155	155	155	155	155
ปลายข้าว	110	110	110	110	110
แป้งสาลี	100	100	100	100	100
น้ำมันปลา	50	50	50	50	50
น้ำมันถั่วเหลือง	30	30	30	30	30
วิตามินรวม[1]	3	3	3	3	3
แร่ธาตุรวม[2]	5	5	5	5	5
วิตามินซี	1	1	1	1	1
สารสกัด	0	0.1	0.3	0.5	1
เซลลูโลส	5.0	4.9	4.7	4.5	4.0
สารกันหืน	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
รวม	100	100	100	100	100

[1]Per kg of vitamin mixture: vitamin A,600,000 IU; vitamin D3, 200,000 IU; vitamin E, 6,000 IU; vitamin K, 1,200 mg; vitamin B1, 5,000 mg; vitamin B2, 6,000 IU; vitamin B6, 5,000 mg;vitamin B12, 6 mg; niacin, 20,000 mg; pantothenic acid, 16,000 mg; folic acid, 1,000 mg; biotin, 200 mg; Endox Dry 20,000 mg.

[2]Per kg of mineral mixture: iron, 12,000 mg; copper 12,000 mg; zinc,15,000 mg; manganese,6,000 mg; iodine,200 mg; selenium, 25mg; magnesium 50,000 mg; calcium, 100,000mg; phosphorus,80,000 mg.

3.4 แผนการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely randomized design: CRD) โดยจัดให้แต่ละชุดการทดลองมี 3 ซ้ำ ทำการสุ่มด้วยวิธีการจับฉลาก โดยจับหน่วยการทดลองทั้งหมด 15 หน่วย เมื่อเริ่มทำการทดลองสุ่มปลาจากถังอนุบาลมาชั่งน้ำหนัก จากนั้นเก็บปลาชุดดังกล่าวนี้ไว้เพื่อนำไปวิเคราะห์ความชื้น และองค์ประกอบทางเคมีของตัวปลาได้แก่ โปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า ตามวิธีมาตรฐานของ AOAC (1999) ปล่อยปลาลงในกระชัง กระชังละ 20 ตัว ใช้ปลาทั้งหมด 300 ตัวโดยสุ่มปลาที่มีน้ำหนักเฉลี่ย 25.53±0.89 กรัม ให้อาหารวันละ 1 ครั้ง คือช่วงเช้าเวลา 10.30 น. โดยให้อาหาร 5 เปอร์ดซ็นต์ต่อน้ำหนักตัว บันทึกน้ำหนักอาหารที่ให้ทุก 2 สัปดาห์ตลอดการทดลอง และตรวจวัดคุณภาพน้ำทุกๆ 1 สัปดาห์ตลอดการทดลองตามวิธีของ นิคม และ ยงยุทธ (2546) ข้อมูลที่ได้รับจากการทดลองได้แก่ การเจริญเติบโตจำเพาะ การใช้ประโยชน์โปรตีนสุทธิ อัตราการกินอาหาร อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ อัตราการรอดตาย ดัชนีตับต่อตัว ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณภาพซากของตัวปลา นำไปวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติโดยวิธี Duncan's New multiple range Test (Duncan, 1955)

3.5 การเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

3.5.1 การตรวจสอบพฤติกรรมและลักษณะที่แสดงออกภายนอก ในระหว่างการทดลอง สังเกตลักษณะภายนอกทั่วไปของปลาทุกชุดการทดลอง ได้แก่ สีของผิวหลัง การเกิดบาดแผลที่ผิวหนัง ครีบ อวัยวะภายนอกอื่นๆ ลักษณะการว่ายน้ำและการขดงอของลำตัว

3.5.2 การตรวจสอบการเจริญเติบโตของปลา ดำเนินการชั่งน้ำหนักปลาทุกๆ 2 สัปดาห์ ด้วยเครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 2 ตำแหน่ง (ก่อนการชั่งน้ำหนักงดให้อาหารเป็นเวลา 1 วัน) นับจำนวนปลาที่เหลืออยู่ สังเกตลักษณะอาการปลาตลอดการทดลอง พร้อมทั้งจดบันทึก จนสิ้นสุดการทดลอง 10 สัปดาห์ นำข้อมูลที่ได้มาคำนวณหาอัตราการรอดตาย (Survival rate) โดยสมการ

$$\text{อัตราการรอดตาย (\%)} = \frac{\text{จำนวนปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง}}{\text{จำนวนปลาเมื่อเริ่มต้น}} \times 100$$

คำนวณอัตราการเจริญเติบโต โดยพิจารณาจาก
น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (Weight gain %)

$$= \frac{[\text{น.น.ปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} - \text{น.น.ปลาเมื่อเริ่มต้นการทดลอง}]}{\text{น.น.ปลาเมื่อเริ่มต้น}} \times 100$$

อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific growth rate, SGR %)

$$= \frac{[\ln \text{น.น.ปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} - \ln \text{น.น.ปลาเมื่อเริ่มต้นการทดลอง}]}{\text{เวลา (วัน)}} \times 100$$

คำนวณอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (Feed conversion rate) ตามวิธีการของ Dupree and Sneed (1966) โดยสมการ

$$\text{อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR)} = \frac{\text{น.น.อาหารที่ปลากินทั้งหมด}}{\text{น.น.ปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง}}$$

คำนวณอัตราการกินอาหาร (Rate of feed intake) ตามวิธีของ Yone and Fujii (1975) โดยสมการ

$$\text{อัตราการกินอาหาร (เปอร์เซ็นต์ต่อตัวต่อวัน)} = \frac{F \times 100}{\frac{W_0 + W_t}{2} \times \frac{N_0 + N_t}{2} \times t}$$

โดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

F = น.น.อาหารแห้งที่ปลากิน

N_0 = จำนวนปลาเริ่มต้น

W_0 = น.น.ปลาเฉลี่ยเริ่มต้น

N_t = จำนวนปลาสุดท้าย

W_t = น.น.ปลาเฉลี่ยสุดท้าย

t = ระยะเวลาที่ปลาได้รับอาหารทดลอง

3.5.3 การวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน ANOVA แบบ CRD และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธีการ Duncan's New Multiple Range Test (Duncan, 1955)

ตารางที่ 3 คุณค่าทางโภชนาการอาหารทดลองทั้ง 5 สูตร จากการวิเคราะห์ (บนฐานของวัตถุแห้ง)

สูตร	ส่วนประกอบ (%)					พลังงาน
	ความชื้น	โปรตีน	ไขมัน	เถ้า	เยื่อใย	(kg cal/100g)
1	1.30±0.14	44.21±0.06	6.13±0.72	12.26±0.43	2.20±0.45	382.78±2.38
2	1.47±0.05	45.02±0.40	5.97±0.43	12.74±0.53	2.81±0.47	379.88±0.45
3	0.96±0.18	44.98±0.34	6.33±0.81	13.34±0.42	2.44±.0.78	384.66±1.32
4	1.07±0.25	45.09±0.29	5.86±0.47	14.52±0.57	2.59±0.45	376.85±0.51
5	0.87±0.88	45.21±0.25	6.04±0.87	14.42±0.58	2.96±0.78	386.11±0.48

ตัวเลขที่นำเสนอเป็นค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วิเคราะห์ตัวอย่าง 3 ซ้ำ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลอง

4.1 ความผิดปกติและพฤติกรรมของปลาตะกรับ

ความผิดปกติและพฤติกรรมของปลาตะกรับที่ได้รบอาหารผสมสารสกัดจากสาหร่ายทุ่นทั้ง 5 ระดับคือ 0, 0.1, 0.3, 0.5 และ 1 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ไม่มีความผิดปกติของรูปร่างลักษณะภายนอก ปลาตะกรับทุกตัวมีสุขภาพแข็งแรง และมีพฤติกรรมปกติ

4.2 การเจริญเติบโต

4.2.1 น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว

น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวของปลาตะกรับที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 5 สูตรตลอดระยะเวลาการทดลอง 8 สัปดาห์ เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่เลี้ยง ดังแสดงในตารางที่ 4 โดยที่น้ำหนักปลาเริ่มทดลองตลอดระยะเวลาการเลี้ยง 4 สัปดาห์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) โดยเริ่มต้นทดลองที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 5 สูตรมีค่าน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวอยู่ในช่วง 25.41±0.73-25.69±1.27 กรัม ในสัปดาห์ที่ 2 น้ำหนักปลาได้รับอาหารทดลองทั้ง 5 สูตรมีค่าอยู่ในช่วง 26.43±0.98-27.75±0.66 กรัม ในสัปดาห์ที่ 4 น้ำหนักปลาได้รับอาหารทดลองทั้ง 5 สูตรมีค่าอยู่ในช่วง 27.75±0.43-31.51±0.88 กรัม น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวของปลาตะกรับที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 5 สูตร เริ่มมีความแตกต่างกันในสัปดาห์ที่ 6 และ 8 โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ในสัปดาห์ที่ 6 น้ำหนักปลามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 30.38±1.19-35.92±1.98 กรัม โดยปลาที่ได้รับอาหารที่เสริมสารสกัดสาหร่ายทุ่น 0.3, 0.1 และ 0.5 กรัมต่ออาหาร 1กิโลกรัม (35.92±1.98, 35.45±0.83 และ 34.97±1.55 กรัม ตามลำดับ) มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวมากกว่าปลาที่ได้รับอาหารสูตรควบคุม และปลาที่ได้รับอาหารเสริมสารสกัดสาหร่ายทุ่น 1 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม (31.50±2.14 และ30.38±1.19 กรัม ตามลำดับ) ในสัปดาห์ที่ 8 น้ำหนักปลามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 34.95±0.96-40.10±1.13 กรัม โดยปลาที่ได้รับอาหารที่เสริมสารสกัดสาหร่ายทุ่น 0.5 กรัมต่ออาหาร 1กิโลกรัม มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวสูงที่สุดคือ 40.10±1.13 กรัม รองลงมาคือปลาที่ได้รับอาหารที่เสริมสารสกัดสาหร่ายทุ่น 0.3 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีน้ำหนักเฉลี่ยคือ 38.12±0.35 กรัม รองลงมาคือปลาที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมมีน้ำหนักเฉลี่ยคือ 36.59±1.18 กรัม และปลาที่ได้รับอาหารที่เสริมสารสกัดสาหร่ายทุ่น 0.1 และ 1 กรัมต่ออาหาร 1กิโลกรัม มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวต่ำที่สุดคือ 35.91±0.70 และ 34.95±0.96 กรัม ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 การเจริญเติบโตของปลาตะกรับที่ได้รับอาหารเสริมสารสกัดร้อนจากสาหร่ายทุ่นระดับต่างๆ เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ (หน่วยเป็นกรัม)

สารสกัดร้อนสาหร่ายทุ่น	ระยะเวลา (สัปดาห์)				
(g/kg diet)	0	2	4	6	8
0	25.69±1.27[a]	26.43±0.99[a]	29.08±2.75[a]	31.50±2.14[b]	36.59±1.18[bc]
0.1	25.58±1.52[a]	27.42±0.95[a]	30.33±1.18[a]	35.45±0.83[a]	35.91±0.70[c]
0.3	25.54±0.62[a]	27.66±0.64[a]	30.92±2.75[a]	35.92±1.98[a]	38.11±0.35[b]
0.5	25.41±0.73[a]	27.50±0.87[a]	31.51±0.88[a]	34.97±1.54[a]	40.10±1.31[a]
1	25.44±0.81[a]	25.75±0.66[a]	27.75±0.43[a]	30.38±1.19[b]	34.95±0.96[c]

[1]ตัวเลขที่นำเสนอเป็นค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากข้อมูล 3 ซ้ำ

ค่าเฉลี่ยในสดมภ์ที่มีตัวอักษรเหมือนกันในกำกับ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p>0.05$)

4.2.2 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น

น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของปลาตะกรับที่ได้รับอาหารทั้ง 5 สูตรเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ แสดงดังตารางที่ 5 พบว่าน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของปลาที่ได้รับอาหารทั้ง 5 สูตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ระหว่าชุดการทดลอง โดยมีค่าอยู่ในช่วง 40.72±9.36-57.97±8.44 เปอร์เซ็นต์ โดยปลาที่ได้รับอาหารเสริมสารสกัดสาหร่ายทุ่น 0.5 กรัมต่ออาหาร 1กิโลกรัมมีน้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มสูงขึ้นสูงที่สุดคือ 57.97±8.44 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ ปลาที่ได้รับอาหารเสริมสารสกัดสาหร่ายทุ่น 0.3 กรัมต่ออาหาร 1กิโลกรัม มีน้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มคือ 49.29±5.04 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปลาที่มีน้ำหนักเฉลี่ยเพิ่มขึ้นต่ำที่สุด คือ ปลาที่ได้รับอาหารสูตรควบคุม และปลาที่ได้รับอาหารเสริมสารสกัดสาหร่ายทุ่น 0.1 และ 1 กรัมต่ออาหาร 1กิโลกรัม มีน้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มคือ 42.51±2.77, 40.72±9.36 และ 37.54±7.76 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

4.2.3 อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ

อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของปลาตะกรับที่ได้รับอาหาทั้ง 5 สูตรเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ แสดงดังตารางที่ 5 พบว่าอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของปลาตะกรับที่ได้รับอาหาทั้ง 5 สูตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ระหว่างชุดการทดลองโดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.57±0.10-0.81±0.10 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน โดยปลาที่ได้รับอาหารเสริมสารสกัดสาหร่ายทุ่น 0.5 กรัมต่ออาหาร 1กิโลกรัม มีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ยสูงที่สุดคือ 0.81±0.10 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน รองลงมาได้แก่ ปลาที่ได้รับอาหารเสริมสารสกัดสาหร่ายทุ่น 0.3 กรัมต่ออาหาร 1กิโลกรัม มีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ คือ 0.71±0.06 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน ขณะที่ปลาที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมและปลาที่ได้รับอาหารเสริมสารสักดสาหร่าย 0.1 และ 1 กรัมต่ออาหาร 1กิโลกรัม มีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ยต่ำสุดคือ 0.63±0.03, 0.61±0.12 และ 0.57±0.10 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน ตามลำดับ

4.2.4 น้ำหนักเพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อวัน

น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อวันของปลาตะกรับที่ได้รับอาหาทั้ง 5 สูตรเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ แสดงดังตารางที่ 5 พบว่าอัตราการกินอาหารของปลาตะกรับที่ได้รับอาหาทั้ง 5 สูตร มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.17±0.03-0.26±0.03 กรัมต่อวัน โดยปลาที่ได้รับอาหารเสริมสารสกัดสาหร่ายทุ่น 0.5 กรัมต่ออาหาร 1กิโลกรัม มีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อวันสูงที่สุดคือ 0.26±0.03 กรัมต่อวัน รองลงมาได้แก่ ปลาที่ได้รับอาหารเสริมสารสกัดสาหร่ายทุ่น 0.3 กรัมต่ออาหาร 1กิโลกรัม มีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อวัน คือ 0.22±0.02 กรัมต่อวัน รองลงมาปลาที่ได้รับอาหารสูตรควบคุม และปลาที่ได้รับอาหารเสริมสารสกัดสาหร่าย 0.1 กรัมต่ออาหาร 1กิโลกรัม มีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อวันคือ 0.19±0.01 และ 0.18±0.03 กรัมต่อวัน ตามลำดับ ขณะที่ปลาที่ได้รับอาหารเสริมสารสักดสาหร่าย 1 กรัมต่ออาหาร 1กิโลกรัม มีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อวันต่ำสุด คือ 0.17±0.03 กรัมต่อวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.5 อัตราการรอดตาย

อัตราการรอดตายของปลาตะกรับที่ได้รับอาหารทั้ง 5 สูตร เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ แสดงดังตารางที่ 5 พบว่าปลาที่ได้รับอาหารเสริมสารสกัดสาหร่ายทุ่นทั้ง 5 สูตร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ระหว่างชุดการทดลอง

4.2.6 อัตราการกินอาหาร

อัตราการกินอาหารของปลาตะกรับที่ได้รับอาหาทั้ง 5 สูตรเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ แสดงดังตารางที่ 6 พบว่าอัตราการกินอาหารของปลาตะกรับที่ได้รับอาหาทั้ง 5 สูตร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.32±0.02-0.34±0.01 เปอร์เซ็นต์ต่อตัวต่อวัน

4.2.7 อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ

อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลาตะกรับที่ได้รับอาหารทั้ง 5 สูตร เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ แสดงดังตารางที่ 6 พบว่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลาที่ได้รับอาหารทั้ง 5 สูตร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.41±0.05-0.59±0.13 เปอร์เซ็นต์ต่อตัวต่อวัน

4.2.8 ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ

ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลาตะกรับที่ได้รับอาหารทั้ง 5 สูตร เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ แสดงดังตารางที่ 6 พบว่าประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ของปลาที่ได้รับอาหารทั้ง 5 สูตร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 174.22±32.62-246.07±28.64 เปอร์เซ็นต์ต่อตัวต่อวัน

4.2.9 ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน

ประสิทธิภาพการใช้โปรตีนของปลาตะกรับที่ได้รับอาหารทั้ง 5 สูตร เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ แสดงดังตารางที่ 6 พบว่าประสิทธิภาพการใช้โปรตีนของปลาที่ได้รับอาหารทั้ง 5 สูตร มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 4.54±0.76-7.59±0.53 เปอร์เซ็นต์ โดยปลาที่ได้รับอาหารเสริมสารสกัดสาหร่ายทุ่น 0.5 กรัมต่ออาหาร 1กิโลกรัม มีประสิทธิภาพการใช้โปรตีนสูงที่สุดคือ 7.59±0.53 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ ปลาที่ได้รับอาหารเสริมสารสกัดสาหร่ายทุ่น 0.3 กรัมต่ออาหาร 1กิโลกรัม มีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อวัน คือ 5.56±0.25 กรัมต่อวัน รองลงมาปลาที่ได้รับอาหารสูตรควบคุม และปลาที่ได้รับอาหารเสริมสารสกัดสาหร่าย 1 กรัมต่ออาหาร 1กิโลกรัม มีประสิทธิภาพการใช้โปรตีนคือ 4.99±0.28 และ 4.87±0.61 เปอร์เซ็นต์ และปลาที่ได้รับอาหารเสริมสารสกัดสาหร่าย 0.1 กรัมต่ออาหาร 1กิโลกรัม มีประสิทธิภาพการใช้โปรตีนต่ำที่สุดคือ 4.54±0.76 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ และอัตราการรอดตายของปลาตะกรับที่ได้รับอาหารเสริมสารสกัดจากสาหร่ายทุ่นระดับต่างๆ เป็นเวลา 8 สัปดาห์[1]

สูตรอาหาร	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (%)	อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (%ต่อวัน)	น้ำที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อวัน (กรัม/วัน)	อัตราการรอดตาย (%)
1	42.51±2.77^{b}	0.63±0.03^{b}	0.19±0.01^{bc}	98.33±2.89^{a}
2	40.72±9.36^{b}	0.61±012^{b}	0.18±0.03^{bc}	98.33±2.89^{a}
3	49.29±5.04^{ab}	0.71±0.06^{ab}	0.22±0.02^{ab}	100.00±0.00^{a}
4	57.97±8.44^{a}	0.81±0.10^{a}	0.26±0.03^{a}	98.33±2.89^{a}
5	37.54±7.76^{b}	0.57±0.10^{b}	0.17±0.03^{c}	100.00±0.00^{a}

[1]ตัวเลขที่นำเสนอเป็นค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากข้อมูล 3 ซ้ำ
ค่าเฉลี่ยในสดมภ์ที่มีตัวอักษรเหมือนกันในกำกับ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p>0.05$)

ตารางที่ 6 อัตราการกินอาหาร อัตราการแลกเนื้อ ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และประสิทธิภาพการใช้โปรตีนของปลาตะกรับที่ได้รับอาหารเสริมสารสกัดจากสาหร่ายทุ่นระดับต่างๆ เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์

สูตรอาหาร	อัตราการกินอาหาร (%ต่อตัวต่อวัน)	อัตราการแลกเนื้อ	ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (%)	ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน (%)
1	0.32±0.01 [a]	0.52±0.04 [a]	193.99±14.59 [a]	4.99±0.28 [bc]
2	0.34±0.01 [a]	0.59±0.13 [a]	174.57±35.69 [a]	4.54±0.76 [c]
3	0.34±0.01 [a]	0.48±0.05 [a]	210.15±25.07 [a]	5.56±0.25 [b]
4	0.33±0.02 [a]	0.41±0.05 [a]	246.07±28.64 [a]	7.59±0.53 [a]
5	0.32±0.02 [a]	0.59±0.11 [a]	174.22±32.62 [a]	4.87±0.61 [bc]

[1]ตัวเลขที่นำเสนอเป็นค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากข้อมูล 3 ซ้ำ
ค่าเฉลี่ยในสดมภ์ที่มีตัวอักษรเหมือนกันในกำกับ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p>0.05$)

4.3 ส่วนประกอบทางโภชนาการของปลาทั้งตัว

ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางโภชนาการของปลาทั้งตัว เมื่อสิ่นสุดการทดลอง (ตารางที่ 7) พบว่า ความชื้น และไขมันของปลาที่ได้รับอาหารเสริมสารสกัดสาหร่ายทุ่นทุกระดับ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) โดยมีค่าความชื้นอยู่ในช่วง 63.69±0.67-65.82±2.45 เปอร์เซ็นต์ ไขมันอยู่ในช่วง 34.88±0.25-35.89±1.06 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่โปรตีนและเถ้ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) โดยปลาที่ได้รับสารสกัดสาหร่ายทุ่น 0.5 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีปริมาณโปรตีนสะสมสูงที่สุดคือ 49.08±0.01เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ปลาที่ได้รับสารสกัดสาหร่ายทุ่น 0.3 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีปริมาณโปรตีน 48.04±0.76 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ปลาที่ได้รับสารสกัดสาหร่ายทุ่น 0.1 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีปริมาณโปรตีน 47.29±0.42 เปอร์เซ็นต์ และปลาที่ได้รับสารสกัดสาหร่ายทุ่น 1 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม และสูตรควบคุม มีโปรตีนสะสมต่ำที่สุด คือ 47.11±0.21 และ 46.66±0.27 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับปริมาณเถ้า ปลาที่ได้รับสารสกัดสาหร่ายทุ่น 1 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีปริมาณเถ้าสูงสุดคือ 14.93±0.01 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือปลาที่ได้รับอาหารสูตรควบคุม มีปริมาณเถ้าคือ 14.56±0.42 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ปลาที่ได้รับสารสกัดสาหร่ายทุ่น 0.3 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีปริมาณเถ้า 14.24±0.27 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ปลาที่ได้รับสารสกัดสาหร่ายทุ่น 0.5 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีปริมาณเถ้า 13.89±0.29 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 7 คุณค่าทางโภชนาการของปลาตะกรับได้รับอาหารเสริมสารสกัดสาหร่ายทุ่นระดับต่างๆ ระยะเวลา 8 สัปดาห์ (บนฐานของวัตถุแห้ง)

สูตร	ความชื้น	โปรตีน	ไขมัน	เถ้า
เริ่มเลี้ยง	64.98±0.96	52.29±0.77	33.12±0.76	13.89±1.88
1	63.69±0.67^{a}	46.66±0.27^{c}	34.88±0.25^{a}	14.56±0.42^{ab}
2	63.78±1.99^{a}	47.29±0.42^{bc}	35.45±0.57^{a}	13.45±0.07^{d}
3	64.41±0.49^{a}	48.04±0.75^{b}	35.57±1.12^{a}	14.24±0.27^{bc}
4	63.78±0.74^{a}	49.08±0.01^{a}	35.89±1.06^{a}	13.89±0.29^{cd}
5	65.82±2.46^{a}	47.11±0.22^{c}	35.02±1.01^{a}	14.93±0.01^{a}

ตัวเลขที่นำเสนอเป็นค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วิเคราะห์ตัวอย่าง 3 ซ้ำ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 คุณภาพน้ำ

คุณภาพน้ำในระหว่างการทดลองเลี้ยงปลาตะกรับด้วยอาหาร 5 สูตร ที่เสริมด้วยสารสกัดสาหร่ายทุ่นที่ระดับต่างกัน คือ 0, 0.1, 0.3, 0.5 และ 1 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันในระหว่างชุดการทดลองและมีค่าเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ โดยอุณหภูมิ มีค่าในช่วง 28.00 – 30.00 องศาเซลเซียส ความเค็ม มีค่า 25.00-27.00 ส่วนในพันส่วน ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ มีค่าในช่วง 5.08-6.89 มิลลิกรัมต่อลิตร และปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน มีค่าในช่วง 0.041-0.061 มิลลิกรัมต่อลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 อุณหภูมิน้ำตลอดระยะเวลาการทดลอง 8 สัปดาห์

	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)				
สัปดาห์	1	2	3	4	5
1	30.00±0.00	30.00±0.00	30.00±0.00	30.00±0.00	29.00±0.00
2	29.00±0.00	29.00±0.00	29.00±0.00	29.00±0.00	30.00±0.00
3	28.00±0.00	28.00±0.00	28.00±0.00	28.00±0.00	29.00±0.00
4	30.00±0.00	30.00±0.00	30.00±0.00	30.00±0.00	28.00±0.00
5	30.00±0.00	30.00±0.00	30.00±0.00	30.00±0.00	30.00±0.00
6	28.00±0.00	28.00±0.00	28.00±0.00	28.00±0.00	29.00±0.00
7	29.00±0.00	29.00±0.00	29.00±0.00	29.00±0.00	27.00±0.00
8	30.00±0.00	30.00±0.00	30.00±0.00	30.00±0.00	29.00±0.00

ตัวเลขที่นำมาเสนอเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงบนมาตรฐาน (จากการวิเคราะห์ตัวอย่าง 3 ซ้ำ)

ตารางที่ 9 ความเค็มน้ำตลอดระยะเวลาการทดลอง 8 สัปดาห์

	ความเค็ม (ส่วนในพันส่วน)				
สัปดาห์	1	2	3	4	5
1	25.00±0.00	25.00±0.00	25.00±0.00	25.00±0.00	25.00±0.00
2	25.00±0.00	25.00±0.00	25.00±0.00	25.00±0.00	25.00±0.00
3	26.00±0.00	26.00±0.00	26.00±0.00	26.00±0.00	26.00±0.00
4	25.00±0.00	25.00±0.00	25.00±0.00	25.00±0.00	25.00±0.00
5	25.00±0.00	25.00±0.00	25.00±0.00	25.00±0.00	25.00±0.00
6	27.00±0.00	27.00±0.00	27.00±0.00	27.00±0.00	27.00±0.00
7	25.00±0.00	25.00±0.00	25.00±0.00	25.00±0.00	25.00±0.00
8	25.00±0.00	25.00±0.00	25.00±0.00	25.00±0.00	25.00±0.00

ตัวเลขที่นำมาเสนอเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงบนมาตรฐาน (จากการวิเคราะห์ตัวอย่าง 3 ซ้ำ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 10 ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำตลอดระยะเวลาการทดลอง 8 สัปดาห์

	ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร)				
สัปดาห์	1	2	3	4	5
1	6.57±0.11	6.62±0.48	6.00±0.11	6.19±0.28	6.98±0.28
2	6.57±0.11	6.62±0.48	6.00±0.31	5.81±0.28	6.28±0.45
3	6.25±0.62	5.81±0.51	6.25±0.42	6.44±0.28	6.48±0.25
4	5.78±0.48	6.82±0.27	5.87±0.45	6.56±0.34	6.40±0.36
5	6.87±0.47	6.47±0.21	6.72±0.49	6.25±0.52	6.22±0.71
6	6.56±0.47	6.82±0.74	6.54±0.75	6.79±0.48	6.75±0.84
7	6.85±0.78	6.82±0.58	6.87±0.87	6.89±0.58	6.48±0.47
8	6.57±0.87	5.08±0.45	6.47±0.47	6.81±0.78	6.87±0.78

ตัวเลขที่นำมาเสนอเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (จากการวิเคราะห์ตัวอย่าง 3 ซ้ำ)

ตารางที่ 11 ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนละลายในน้ำ ตลอดระยะเวลาการทดลอง 8 สัปดาห์

	แอมโมเนีย - ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร)				
สัปดาห์	1	2	3	4	5
1	0.061±0.01	0.067±0.01	0.059±0.02	0.052±0.01	0.058±0.02
2	0.049±0.04	0.050±0.01	0.048±0.10	0.057±0.05	0.057±0.11
3	0.046±0.20	0.053±0.16	0.057±0.24	0.045±0.17	0.052±0.04
4	0.057±0.42	0.065±0.31	0.059±0.15	0.044±0.15	0.042±0.02
5	0.047±0.05	0.062±0.04	0.062±0.06	0.051±0.07	0.051±0.03
6	0.053±0.11	0.043±0.09	0.059±0.07	0.054±0.07	0.051±0.05
7	0.042±0.04	0.045±0.06	0.061±0.10	0.048±0.11	0.041±0.05
8	0.057±0.06	0.051±0.04	0.051±0.06	0.042±0.11	0.048±0.04

ตัวเลขที่นำมาเสนอเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (จากการวิเคราะห์ตัวอย่าง 3 ซ้ำ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
วิจารณ์ผลการทดลอง

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาหาระดับของสารสกัดร้อนจากสาหร่ายทุ่นที่เหมาะสมต่อการเสริมในอาหารปลาตะกรับ คุณค่าทางโภชนาการของสารสกัดร้อนจากสาหร่าย *S. cristaefolium* พบว่ามี มีโปรตีน ไขมัน เถ้า ความชื้น คือ 2.05±0.02, 0.8±0.01, 63.41±0.67 และ 5.25±0.05 % (Wong et al., 2013) ซึ่งต่างจากการทดลองครั้งนี้ในสารสกัดร้อนจากสาหร่าย *S. polycystum* มีปริมาณโปรตีนสูงกว่า แต่ปริมาณไขมัน เถ้า ความชื้น ต่ำกว่า สารสกัดจากสาหร่ายเป็นสารจากธรรมชาติ ซึ่งได้รับการยอมรับว่ามีสารกระตุ้นภูมิคุ้มกัน และต้านอนุมูลอิสระ (Baleta and Gomez-Chiarri, 2016; Yangthong et al., 2012; 2016) การนำสารกระตุ้นภูมิคุ้มกัน และต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติเหล่านี้ ควรมีการศึกษาถึงระดับที่เหมาะสม เนื่องจากหากระดับ และระยะเวลาการใช้ไม่เหมาะสม คุณประโยชน์ของสารสกัดจากธรรมชาติเหล่านี้อาจก่อให้เกิดโทษ สำหรับการศึกษาของ Yeh et al (2008) การเสริมโซเดียมแอลจิเนท 1 หรือ 2 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม สำหรับลูกปลากะรัง (*E. coioides*) พบว่าน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และประสิทธิภาพการใช้อาหารในการเลี้ยงสัปดาห์ที่ 6 และ 8 ไม่ได้สัมพันธ์กับระดับของโซเดียมแอลจิเนทที่เสริม และการศึกษาของ Wong et al. (2013) ในลูกปลากะรังขนาด 3.3±0.8 กรัม พบว่าน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และประสิทธิภาพการใช้อาหารของลูกปลาที่ได้รับสารสกัดร้อนจากสาหร่าย *S. cristaefolium* 0.5, 1 และ 2 กรัมต่ออาหาร 1กิโลกรัมเพิ่มขึ้นตามระดับสารสกัดที่เสริม ในระหว่างการเลี้ยง 4 สัปดาห์ ซึ่งต่างจากการทดลองครั้งนี้พบว่าการเสริมสารสกัดร้อนจากสาหร่ายทุ่นในอาหารปลาตะกรับ 0, 0.1, 0.3, 0.5 และ 1 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัมในระยะเวลาการเลี้ยง 4 สัปดาห์ พบว่าไม่มีความแตกต่างของน้ำหนักเฉลี่ย โดยน้ำหนักเฉลี่ยของปลาที่ได้อาหารเสริมสารสกัดร้อนจากสาหร่ายมีความแตกต่างกันในสัปดาห์ที่ 6 และ 8 โดยในสัปดาห์ที่ 6 พบว่าปลาตะกรับที่ได้รับอาหารสูตรควบและปลากลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมสารสกัด 1 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีน้ำหนักเฉลี่ยต่ำกว่าปลาที่ได้สารสกัดร้อน 0.1, 0.3 และ 0.5 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม แสดงให้เห็นว่า การเสริมสารสกัดร้อนในระดับที่สูงเกินไป ไม่ส่งผลดีต่อการเจริญเติบโต ขณะที่ผลการศึกษาในสัปดาห์ที่ 8 แสดงว่า การเสริมสารสกัดร้อนในระดับ 0.5 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ส่งผลให้น้ำหนักเฉลี่ยของปลาตะกรับ อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อวัน และประสิทธิภาพการใช้โปรตีนสูงที่สุด สำหรับอัตราการกินอาหาร ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ อัตราการการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ระหว่างชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกัน เนื่องจากการทดลองครั้งนี้เป็นทดลองในทะเลเปิด กำหนดปริมาณอาหารที่ให้คือ 5 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Wong et al. (2013) รายงานการเสริมสารสกัดร้อนจากสาหร่าย *S. cristaefolium* ในปลากะรังขนาด 35.8±0.8 กรัม พบว่า การเสริมสารสกัดร้อน 0.5, 1 และ 2 กรัมต่อกิโลกรัมในระยะเวลา 18 วัน ไม่พบความแตกต่างของกิจกรรมฟาโกไซโตซีส เรสพีราโทรีบรัส และซุปเปอร์ออกไซด์ ดิสมูเตส และรายงานว่าการเสริมสารสกัดร้อนจากสาหร่ายทุ่นในอาหารปลากะรังควรเสริมในช่วงสั้นๆ และปริมาณน้อยกว่าหรือเท่ากับ 2 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ซึ่งมีความสอดคล้องกับการศึกษานี้ พบว่าการเสริมสารสกัดร้อนจากสาหร่ายทุ่น 0.5 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม เป็นระดับที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปลาตะกรับ ซึ่งสัมพันธ์กับการรายงานของ Yangthong et al. (2016) พบว่าการเสริมสารสกัดร้อนจากสาหร่ายทุ่น (SG-0044) ระดับ 0, 0.5, 1 และ 2 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม เลี้ยง 4 สัปดาห์ ไม่พบความแตกต่างของน้ำหนัก น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น การเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และเปอร์เซ็นต์ดัชนีตับต่อตัวของปลากะพงขาวขนาดเริ่มต้น 80 กรัม แต่การเสริมสารสกัดร้อนจากสาหร่ายทุ่นตั้งแต่ 0.5 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีผลให้ภูมิคุ้มกัน อัตราการรอดตายของปลากะพงขาวดีกว่าปลาในชุดควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาผลของสารสกัดร้อนจากสาหร่ายทุ่นต่อ การเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้อาหารและอัตราการรอดตายของปลาตะกรับ สามารถสรุปได้ดังนี้

6.1 การเสริมสารสกัดร้อนจากสาหร่ายทุ่นระดับต่างๆ ในอาหารสำหรับปลาตะกรับ พบว่ามีผลต่อ น้ำหนักเฉลี่ย น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อวัน ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) สำหรับอัตราการกินอาหาร อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และอัตราการรอดตาย ไม่มีความแตกต่างกัน ($P>0.05$)

6.2 คุณค่าทางโภชนาการของปลาตะกรับที่ได้รับอาหารเสริมสารสกัดร้อนจากสาหร่ายทุ่นระดับต่างๆ พบว่าปริมาณโปรตีนและเถ้าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ปลาที่ได้รับอาหารสูตรที่ 4 มีปริมาณโปรตีนสูงที่สุด สำหรับปริมาณเถ้าพบว่า ปลาที่ได้รับอาหารสูตรที่ 5 มีปริมาณเถ้าสะสมสูงที่สุด ขณะที่ปริมาณความชื้นและไขมันไม่มีความแตกต่างกัน

6.3 การเสริมสารสกัดร้อนจากสาหร่ายทุ่นระดับ 0.5 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ในอาหารสำหรับปลาตะกรับ เป็นระดับที่เหมาะสมที่สุด

ข้อเสนอแนะ

ควรมีการศึกษาเพิ่มเติม ถึงการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบเลือด และภูมิคุ้มกันของปลาตะกรับที่ได้รับอาหารเสริมสารสกัดร้อนในระดับ 0.5 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

เพ็ญศรี เมืองเยาว์, ทศพล พลรัตน์, อัตรา ไชยมงคล และไวทัศน์ หนูกล่ำ. 2556. การเจริญเติบโตและอัตรารอดของปลาตะกรับ (*Scatophagus argus* Linneaus, 1766) ที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปเสริมด้วยสาหร่ายไส้ไก่. เอกสารวิชาการฉบับที่ 13/2556. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, กรมประมง. 18 หน้า.

มาวิทย์ อัศวอารีย์ และเรณู ยาชิโร. 2547. การศึกษาผลของความเค็มและอาหารสำเร็จรูปต่อการเจริญเติบโตและอัตรารอดของลูกปลาตะกรับ. ใน : รายงานการสัมมนาวิชาการประมง ประจำปี 2547. วันที่ 7-9 กรกฎาคม 2547. ณ ห้องประชุมกรมประมง กรมประมง บางเขน กรุงเทพมหานคร. หน้า 764-770.

วลีรัตน์ มูสิกะสังข์, เยาวนิตย์ ดนยดล และพุทธ ส่องแสงจินดา. 2548. องค์ประกอบของอาหารในกระเพาะและสภาพทางนิเวศวิทยาของปลาตะกรับในทะเลสาบสงขลา. ใน: บทคัดย่อการประชุมวิชาการประมง ประจำปี 2548, กรมประมง บางเขน กรุงเทพมหานคร.

วิมล อรัญญาเกษมสุข. 2518.การศึกษาชีววิทยาบางประการของปลาตะกรับ.วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 89 หน้า.

วุฒิพร พรหมขุนทอง, วิมล จันทรโรทัย, นรินทร์ สงสีจันทร์ และนพพร มานะจิตต์. 2540. ระดับโปรตีนในอาหารที่เหมาะสมต่อปลากดเหลืองขนาดปลานิ้ว. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 19: 327-335.

Adel, M and Yeganeh, S 2019. Effects of dietary algae (*Sargassum ilicifolium*) as immunomodulator and growth promoter of juvenile great sturgeon (*Huso huso* Linnaeus, 1758). J. Appl Phycol 30(3): 2093-2102.

AOAC. (Association of Official Analytical Chemists). 1999. Official Methods of Analysis. Washington, DC: AOAC.

Baleta, F. N and Gomez-Chiarri, M. 2016. Effect of *Sargassum oligocystum* hot-water extract on innate immune response and survival of summer flounder *Paralichthys dentatus* to Vibrio harveyi challenge. The Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh. 68: 1289-1302.

Barry, T. P. and A. W. Fast. 1988. Natural history of the spotted scat (Scatophagus argus). In: Arlo, W.F. (ed.). Spawning Induction Pond Culture of The Spotted Scat (Scatophagus argus, Linnaeus) in The Philippines. Mariculture Research and Training Center, Iloilo. p. 4-32.

Bricknell, I and Dalmo, R. A., 2005. The use of immunostimulants in fish larval aquaculture Fish & Shellfish Immunology 19: 457-472

Chew, Y.L., Lim, Y.Y., Oma, M. and Khoo, K.S. 2007. Antioxidant activity of three edible seaweeds from two areas in South East Asia. LWT. Food Science and Technology. 1-6.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Chiu, S.T., Tsai, R.T., Hsu, J.P., Liu, C.H. and Cheng, W. 2008. Dietary sodium alginate administration to enhance the non-specific immune responses, and disease resistance of the juvenile grouper Epinephelus fuscoguttatus. Aquaculture. 277: 66–72.

Chotigeat, W., Tongsupa. S., Supamataya, K. and Phongdara, A. 2004. Effect of fucoidan on disease resistance of black tiger shrimp. Aquaculture. 233: 23-30.

Dupree, H.K. and Sneed, K.P. 1966. Response of channel catfish fisherling to different levels of major nutrients in purified diets. U.S. Bureau of sports Fish and Wildlifte Tech. No. 9.

Duncan, 1955. Multiple-range and multiple F tests. Biometrics 11: 1-42.

Immanuel, G., Sivagnanavelmurugan, M., Balasubramanian, V. and Palavesam, A. 2010. Effect of hot water extracts of brown seaweeds Sargassum spp. on growth and resistance to white spot syndrome virus in shrimp Penaeus monodon postlarvae. Aquaculture Research. 41: 545-553.

Immanuel, G., Sivagnanavelmurugan, M., Marudhupandi, T., Radhakrishnan, S. and Palavesam, A. 2012. The effect of fucoidan from brown seaweed Sargassum wightii on WSSV resistance and immune activity in shrimp Penaeus monodon (Fab) Fish Shellfish Immunol. 32: 551-564.

Kim, S. K., Lee, D.Y., Jumg, W.K., Kim,J.H, Choi, I., Park, S.G., Seo, S.K., Lee,S.W., Lee, C.M.,Yea, S.S., Choi, Y.H. and Choi, W., 2007. Effects of Ecklonia cava ethanolic extracts on airway hyper responsiveness and inflammation in a murine asthma model: Role of suppreeor of cytokine signaling. Biomedicine & Pharmacrotherapy. 1-8.

Lewmanomont, K and Ogawa, H. 1995. Common Seaweeds and Seagrasses of Thailand. Integrated Promotion Technology Co., Ltd. 161.

Li, B., Lu,F., Wei, X., and Zhao, R. 2008. Fucoidan: Structure and Bioactivity. Molecules. 13: 1671-1695.

Nahas, R., Abatis, D., Anagnostopoulou, M.A., Kefalas, P., Vasias, C. and Roussis, V. 2007. Radical- scavenging activity of Aegean Sea marine algae. Food Chem. 102: 577- 581.

Noiraksar, T and Ajisaka, T. 2008. Taxonomy and distribution of Sargassum (Phaeophyceae) in the Gulf of Thailand. J. Appl. Phycol. 20: 963–977.

Wong, S-L, Gao, L-H, Chang, C-C and Cheng, W. 2013. The effect of hot-water extract of Sargassum cristaefolium on growth, innate immune responses and resistancen of grouper, Epinephelus coiodes. J. Fish Soc. Taiwan. 40(1): 11-26.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Wongchinawit, S. 2007. Feeding ecology of spotted scat Scatophaqus argus, Linnaeus in mangrove forests, Pak Phanang Estuary, Nakhon Si Thammarat province. Doctoral's Dissertation, Department of Marine Science. Graduate School, Chulalongkorn University. 291 pp.

Wongchinawit, S. and Paphawasti, N. 2009.Ontogenetic niche shift in the spottedscat, *Scatophagus argus,* in Pak Phanang estuary, Nakhon Si Thammarat province, Thailand. The National History Journal of Chulalongkorm University. 9(2): 143-169.

Yangthong, M., Hutadilok-Towatana, N. and Phromkunthong, W. 2009. Antioxidant activities of four edible seaweeds from the southern coast of Thailand. Plant Foods Human Nutrient. 64(3): 218-223

Yangthong, M., Thawonsuwan, J., Hutadilok-Towatana, N. and Phromkunthog, W. 2012. Effects of the hot-water extract from Sargassum sp. on antibacterial activity, non-specific immunity and TBARs production in Asian Sea Bass (Lates calcarifer, Bloch). Kasetsart University Fisheries Research Bulletin. 36(3): 30-42.

Yangthong, M., Oncharoen, S. and Sripanomyom, J. 2014. Effect of *Sargassum* meal supplementation on growth performance of sex-reversed tilapia (*Oreochromis niliticus* Linn.). The proceedings of 52nd Kasetsart University Annual Conference, Agricultural Sciences: Leading Thailand to World Class Standards. Bangkok (Thailand), p. 234-241.

Yangthong, M., Hutadilok-Towatana, N., Thawonsuwan, J., and Phromkunthog, W. 2016. An aqueous extract from Sargassum sp. enhances the immune response and resistance against Streptococcus iniae in the Asian Sea Bass (Lates calcarifer, Bloch). Journal of applied phycology. DOI: 10.1007/s10811-016-0859-7

Yeh, S.Y., Lee, C.S. and Chen, J.C. 2006. Administration of hot-water extract of brown seaweed *Sargassum duplicatum* via immersion and injection enhances the immune resistance of white shrimp *Litopenaeus vannamei*. Fish Shellfish Immunol. 20: 332-345.

Yeh, S.P., Chang, C.A., Chang, C.Y., Liu, C.H., Chheng, W. 2008. Dietary sodium alginate administration affects the fingerling growth and resistance to Streptococcus sp. and iridovirus, and juvenile non-specific immune responses of the orange-spotted grouper, Epinephelus coicoides. Fish Shellfish Immunol 25: 19-27.

Yesilyurt, V., Halfon, B., Ozturk, M and Topcu, G. 2008. Antioxidant potential and phenolic constituent of *Salvia cedronella*. Food Chem. 108: 31-39.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Yone, Y. and M. Fujii. 1975. Studies on nutrition of red sea bream-XL: effect of fatty acid supplement in a com oil diet on grow rate and feed efficiency. Bulletin of the Japanese Society for the science of Fish. 41: 73-77.

Yuan, Y.V., Carrington, M.F., Walsh, N.A. 2005. Extracts from dulse (*Palmaria palmate*) are effective antioxidants and inhibitors of cell proliferation in vitro. Food and Chemical Toxicology 43: 1073-1081.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์ ความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน และเยื่อใย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

1. การวิเคราะห์ความชื้น (ตามวิธีการของ AOAC, 1999)

1.1 เตรียมถ้วยครูซิเบิล (Cruible) โดยการล้างทำความสะอาด เช็ดให้แห้ง ทำสัญลักษณ์โดยการบันทึกหมายเลขบริเวณก้นถ้วย (ใช้ดินสอ) นำถ้วยครูซิเบิลเข้าตู้อบอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที และทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น

1.2 ชั่งและบันทึกน้ำหนักของถ้วยครูซิเบิลโดยละเอียด

1.3 ชั่งตัวอย่างประมาณ 1 กรัม ใส่ถ้วยครูซิเบิล และบันทึกน้ำหนักอย่างละเอียด (W_1)

1.4 นำตัวอย่างเข้าตู้อบ โดยใช้อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง

1.5 นำตัวอย่างที่อบแล้วใส่โถดูดความชื้นทิ้งไว้ให้เย็น บันทึกน้ำหนักของตัวอย่าง (W_3)

1.6 ทำซ้ำตามข้อ 1 ถึง 5 จนกระทั่งน้ำหนักที่ได้คงที่ โดยน้ำหนักที่หาย คือ น้ำหนักของความชื้น

การคำนวณหาความชื้น

$$\text{ความชื้น (\%)} = \frac{(W_2 - W_3)}{W_1} \times 100$$

เมื่อ W_1 = น้ำหนักของตัวอย่างก่อนอบแห้ง

W_2 = น้ำหนักของตัวอย่างและถ้วยครูซิเบิลก่อนอบแห้ง

W_2 = น้ำหนักของตัวอย่างและถ้วยครูซิเบิลหลังอบแห้ง

2. การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า (ตามวิธีการของ AOAC, 1999)

2.1 เตรียมถ้วยครูซิเบิล (Crucible) โดยการล้างทำความสะอาด เช็ดให้แห้ง ทำสัญลักษณ์โดยการบันทึกหมายเลขบริเวณก้นถ้วย (ใช้ดินสอ) นำถ้วยครูซิเบิลเข้าตู้อบอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที และทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วบันทึกน้ำหนักถ้วย (W_1)

2.2 ชั่งตัวอย่างอาหาร 1 กรัมใส่ในถ้วยครูซิเบิล (W_2)

2.3 นำไปเผาในเตาเผาที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่งโมง จนเถ้าเป็นสีขาว และในกรณีที่เถ้าไม่เป็นสีขาว แสดงว่ายังมีคาร์บอนอยู่ ให้หยดแอมโมเนียมไบคาร์โบเนต 2-3 หยด ทิ้งให้ระเหยจนแห้งแล้วนำไปเผาต่อจนได้เถ้าสีขาว

2.4 นำเข้าโถดูดความชื้น และเมื่อตัวอย่างอาหารเย็นดีแล้ว นำออกชั่งทันที (W_3)

การคำนวณหาเถ้า

$$\text{เถ้า (\%)} = \frac{(W_3 - W_1)}{W_2} \times 100$$

เมื่อ W_1 = น้ำหนักถ้วยครูซิเบิล

W_2 = น้ำหนักของตัวอย่างก่อนเผา

W_2 = น้ำหนักของตัวอย่างและถ้วยครูซิเบิลหลังเผา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การวิเคราะห์หาโปรตีน (ตามวิธีการของ AOAC, 1999)

สารเคมี

1. กรดซัลฟูริก (Sulfuric acid, H_2SO_4) เข้มข้น 93 - 98 %

2. สารเร่งรวม (Catalyst mixture): เตรียมโดย ชั่งคอปเปอร์ซัลเฟต (Copper sulfate, $CuSO_4$) 7 กรัม กับโพแตสเซียมซัลเฟต (Potassium sulfate, K_2SO_4) 100 กรัม ผสมให้เข้ากัน

3. โซเดียมไฮดรอกไซด์ 45% (Sodium hydroxide, NaOH): เตรียมโดย ละลาย 450 กรัม ของโซเดียมไฮดรอกไซด์ ชนิดเกล็ดลงในน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 1 ลิตร

4. กรดบอริค 4% (Boric acid, H_3BO_3) 4%: เตรียมโดย ต้มน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร ให้ร้อน แล้วใส่ผงกรดบอริคลงไป 4 กรัม ต้มจนละลายหมด ทิ้งไว้จนสารละลายเย็นลงแล้วจึงเติมน้ำกลั่นให้ครบ 100 มิลลิลิตร

5. อินดิเคเตอร์รวม (Mixed indicator): เตรียมโดยละลายเมทธิลเรด (Methyl red) 0.2 กรัม ใน แอลกอฮอล์ 95% ปรับปริมาตรให้ได้ 100 มิลลิลิตร และละลายเมทธิลีนบลู (Methylene blue) 0.2 กรัม ในแอลกอฮอล์ 95% ปรับปริมาตรให้ได้ 100 มิลลิลิตร จากนั้นนำสารละลายเมทธิลเรด 2 ส่วน ผสมกับสารละลายเมทธิลีนบลู 1 ส่วน เขย่าให้เข้ากัน

6. เมทิลออเรนจ์ อินดิเคเตอร์ (Methyl orange indicator): เตรียมโดยละลายเมทิลออเรนจ์ 0.1 กรัม ในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรให้ได้ 100 มิลลิลิตร

7. สารละลายกรดเกลือ (HCl) 0.1 นอร์มอล เตรียมโดยละลายกรดเกลือ 9 มิลลิลิตร ในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรจนครบ 1 ลิตร

8. สารละลายโซเดียมคาร์บอเนต (Sodium carbonate, Na_2CO_3) 0.1 นอร์มอล เตรียมโดยอบโซเดียมคาร์บอเนตที่อุณหภูมิ 260 – 270 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที หรืออบที่ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำไปใส่ในโถดูดความชื้น และชั่งสารดังกล่าวมา 1.325 กรัม (จดน้ำหนักของสารอย่างละเอียดสำหรับใช้ในการคำนวณ) ละลายน้ำกลั่นและปรับปริมาตรเป็น 250 มิลลิลิตร

วิธีการ

ก. ขั้นตอนการย่อย (Digestion)

1. ชั่งตัวอย่างอาหารให้ได้น้ำหนักประมาณ 0.3 - 0.5 กรัม โดยชั่งด้วยกระดาษกรองที่ปราศจากสารไนโตรเจนแล้วใส่ในขวดแก้ววิเคราะห์โปรตีน

2. เติมสารเร่งรวม 3 กรัม เพื่อเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาการย่อย

3. เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 12 มิลลิลิตร

4. นำไปย่อยด้วยชุดเครื่องย่อยโปรตีน ที่อุณหภูมิ 375 องศาเซลเซียส กระทั่งสารละลายในหลอดย่อยโปรตีนเป็นสีเขียวใส (ซึ่งใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง 45 นาที) ทิ้งไว้ให้เย็น

ข. ขั้นตอนการกลั่น (Distillation)

1. นำขวดรูปชมพู่ขนาดประมาณ 250 มิลลิลิตร ใส่กรดบอริค 40 มิลลิลิตรและหยดอินดิเคเตอร์ลงใน กรดบอริค 2-3 หยด ปิดปากขวดด้วยกระดาษฟอยด์ เพื่อรอการกลั่น

2. เมื่อสารละลายในหลอดแก้วที่ผ่านการย่อยเย็นดีแล้ว จึงเติมน้ำกลั่นลงไป 20 มิลลิลิตร และใส่ลงแก้ว 2 ลูก เพื่อป้องกันการกระแทกของสารละลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ต่อหลอดแก้ววิเคราะห์โปรตีนเข้ากับเครื่องกลั่น และต่อขวดรูปชมพู่เข้ากับเครื่องกลั่น โดยให้ปลายสายยางจากเครื่องจุ่มลงอยู่ในกรดบอริค เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ลงในหลอดแก้วช้าๆ จนกระทั่งสารละลายมีสีดำ (50 มิลลิลิตร)

4. ทำการกลั่นจนกระทั่งไม่มีแก๊สแอมโนเนียออกมาแล้วทำการกลั่นต่อไปอีก 10 นาที แล้วล้างสายยางของเครื่องกลั่นด้วยน้ำกลั่น นำขวดชมพู่ออกจากเครื่องกลั่นเพื่อนำไปไตเตรท

ค.ขั้นตอนการไตเตรท (Titration)

1. นำไปไตเตรทด้วยเกลือมาตรฐานที่ทราบความเข้มข้น (0.1 นอร์มอล) จนถึงจุดยุติ (End point) โดยใช้ อินดิเคเตอร์ สารละลายจะเปลี่ยนไปเป็นสีน้ำเงินอ่อน

2. จดปริมาตรของเกลือไว้เพื่อคำนวณต่อไป

การวิเคราะห์โปรตีน

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

เมื่อ V_1 = ปริมาณของกรดมาตรฐานที่ใช้ไตเตรทตัวอย่าง

V_2 = ปริมาณของกรดมาตรฐานที่ใช้ไตเตรทตัวอย่างที่ใช้ตรวจสอบ

N = ความเข้มข้นของกรดเกลือเป็นนอร์มอล

W= น้ำหนักของตัวอย่างอาหาร

โปรตีนโดยทั่วไปมีไนโตรเจน16% $\frac{100}{16} = 6.25$

การตรวจหาความเข้มข้นของสารละลายกรดเกลือมาตรฐาน

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

2. เตรียมสารละลายโซเดียมคาร์นอเนต (Sodium carbonate, Na_2CO_3) 0.1 นอร์มอล: เตรียมโดย อบโซเดียมคาร์บอเนตที่อุณหภูมิ 260-270 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งสารมา 1.325 กรัม เต็มน้ำกลั่น ปรับปริมาตรให้ได้ 250 มิลลิลิตร และนำสารละลายโซเดียมคาร์บอเนตมา 40 มิลลิลิตร ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร เติมเมทิลออเรนจ์ อินดิเคเตอร์ 2-3 หยด ทำการไตเตรทด้วยสารละลายกรดเกลือ 0.1 นอร์มอล คำนวณความเข้มข้นของสารละลายกรดเกลือโดยใช้สูตร

ความเข้มข้นของกรดเกลือ $N_1V_1 = N_2V_2$

เมื่อ N_1 = ความเข้มข้นของสารละลายที่จะปรับค่า

V_1 = ความเข้มข้นของสารละลายที่ต้องการ

N_2 = ปริมาตรของสารละลายที่จะปรับค่า

V_2 = ปริมาณของสารละลายที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การวิเคราะห์หาไขมัน (ตามวิธีการของ AOAC, 1999)

สารเคมี

1. ปิโตรเลียม อีเทอร์ (Petrolium ether)

วิธีการ

1. อบถ้วยพร้อมลูกแก้ว ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส 8 ชั่วโมง วางไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น

2. ชั่งน้ำหนักถ้วยพร้อมลูกแก้ว (W_1)

3. ชั่งตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์ใส่กระดาษกรอง 1 – 2 กรัม ห่อให้มิดชิด ใส่ลงไส้กรอง (Thimble) ที่เตรียมไว้ไปใส่เข้าเครื่อง Soxhlet

4. นำบีกเกอร์พร้อมลูกแก้วที่ชั่งน้ำหนักไว้แล้วมาเติมปิโตเลียม อีเทอร์ ประมาณ 80 – 100 มิลลิลิตร

5. เปิดเครื่อง ปรับอุณหภูมิไปที่ 130 องศาเซลเซียส เปิดน้ำเข้าเครื่อง เปิดวาล์ว เลื่อนปุ่มไปที่ Boiling ต้มให้เดือด 45 นาที

6. เลื่อนปุ่มไปที่ Washing เพื่อล้างตัวอย่าง 10 นาที

7. ปิดวาล์ว เปิดสวิทช์อากาศ เลื่อนปุ่มไปที่ Recover เพื่อให้สารละเหยออกไป 5 นาที

8. ปิดเครื่อง อากาศและน้ำ แล้วเลื่อนปุ่ม Recover กลับที่เดิม นำถ้วยออกจากเครื่อง แล้วนำไปอบที่ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 คืน หรือนำไปอดที่ 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที

9.นำถ้วยออกมาใส่โถดูดความชื้น วางไว้ให้เย็น แล้วนำมาชั่งน้ำหนัก (W_3)

$$\text{การวิเคราะห์ไขมัน (\%)} = \frac{(W_3 - W_1)}{W_2} \times 100$$

เมื่อ W_1 = น้ำหนักบีกเกอร์พร้อมลูกแก้ว

W_2 = น้ำหนักตัวอย่าง

W_2 = น้ำหนักบีกเกอร์พร้อมลูกแก้วและไขมันหลังอบ

5. การวิเคราะห์เยื่อใย (ตามวิธีการของ AOAC, 1999)

สารเคมี

1. กรดกำมะถันเข้มข้น 1.25%: เตรียมโดยนำกรดกำมะถันเข้มข้นปริมาตร 12.5 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 1,000 มิลลิลิตร

2. โซเดียมไฮดรอกไซด์ 1.25%: เตรียมโดยชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ 12.5 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่น 1,000 มิลลิลิตร

3. ออกทานอล (n – Octanal) ป้องกันการเกิดฟอง

4. อะซิโตน

วิธีการ

1. นำถ้วยกูซครูซิเบิล (Gooch crucible) ไปอบที่อุณหภูมิ 135 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2 ชั่วโมง (ถ้าถ้วยกูซครูซิเบิลสกปรกมากให้นำไปเผาที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส ประมาณ 3 ชั่วโมง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ชั่งตัวอย่างอาหารประมาณ 2 กรัม (เป็นตัวอย่างที่ผ่านการสกัดไขมัน) ใส่ถ้วยกูซครูซิเบิล แล้วนำมาวางต่อกับเครื่องย่อยเยื่อใย เลื่อนคันโยกด้านหน้า ไปที่ตำแหน่ง Closed

3. เติมสารละลายกรดกำมะถันเข้มข้น 1.25% ที่อุ่นบนเครื่องทำความร้อนประมาณ 150 มิลลิลิตร หยดออกทานอล 2 -3 หยด เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดฟองขณะเดือด

4. เปิดเครื่องหล่อเย็นและเครื่องย่อยใย เปิดความร้อนจนสุดสเกล และเลื่อนวาล์วทุกตัวให้อยู่ในตำแหน่งปิด ต้มให้สารละลายเดือดเต็มที่ แล้วลดความร้อนลง ต้มนานประมาณ 30 นาที จากนั้นปิดเครื่องแล้วกรองสารละลายออกโดยเลื่อนปุ่มไปที่ Vacuum

5. ล้างตัวอย่างด้วยน้ำอุ่น 3 ครั้ง โดยเติมน้ำอุ่นลงไปแล้วเลื่อนปุ่มไปที่ Vacuum เพื่อกรองน้ำออก

6. ย่อยตัวอย่างต่อด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ประมาณ 150 มิลลิลิตร หยดออกทานอล 2 – 3 หยดเพื่อไม่ให้เกิดฟองขณะเดือด

7. เปิดเครื่องหล่อเย็นและเครื่องย่อยใย เปิดความร้อนจนสุดสเกล และเลื่อนวาล์วทุกตัวให้อยู่ในตำแหน่งปิด ต้มให้สารละลายเดือดเต็มที่ แล้วลดความร้อนลง ต้มนานประมาณ 30 นาที จากนั้นปิดเครื่องแล้วกรองสารละลายออกโดยเลื่อนปุ่มไปที่ Vacuum

8. ล้างตัวอย่างด้วยน้ำอุ่น 3 ครั้ง โดยเติมน้ำอุ่นลงไปแล้วเลื่อนปุ่มไปที่ Vacuum เพื่อกรองน้ำออก

9. ล้างถ้วยกูซครูซิเบิลไปที่ชุดสกัดเย็น ล้างตัวอย่างด้วยอะซิโตน

10. นำถ้วยกูซครูซิเบิลไปอบที่อุณหภูมิ 135 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที และวางไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้นแล้วบันทึกน้ำหนัก (W_3)

การคำนวณเยื่อใย

$$\text{เยื่อใย (\%)} = \frac{(W_2 - W_3) \times 100}{W_1}$$

เมื่อ W_1 = น้ำหนักตัวอย่าง

W_2 = น้ำหนักถ้วยกูซครูซิเบิลและน้ำหนักตัวอย่างหลังอบ

W_3 = น้ำหนักถ้วยกูซครูซิเบิลและน้ำหนักตัวอย่างหลังเผา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

สรุปค่าใช้จ่ายการดำเนินงานโครงการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปค่าใช้จ่ายการดำเนินงานโครงการวิจัย
สัญญาเลขที่ KREF016102

โครงการ การศึกษาหาระดับของสารสกัดร้อนจากสาหร่ายทุ่นที่เหมาะสมต่อการเสริมในอาหารปลาตะกรับ
Study on the level of hot water extracts from *Sargassum* sp. suitable for supplementation in spotted scat (*Scatophagus argus* Linnaeus, 1766) diet

รายงานสรุปการเงินรอบ 12 เดือน

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนต์สรวง ยางทอง

รายงานในช่วงตั้งแต่วันที่ 1 เมษายน 2561 ถึงวันที่ 31 มีนาคม 2562

สรุปงบประมาณค่าใช้จ่ายที่ใช้นับตั้งแต่เริ่มทำการวิจัยถึงปัจจุบัน

หมวดค่าใช้จ่าย	งบประมาณรวมทั้งโครงการ	ค่าใช้จ่ายจากรายงานครั้งก่อน	ค่าใช้จ่ายงวดปัจจุบัน	รวมค่าใช้จ่ายสะสมถึงปัจจุบัน	คงเหลือ (หรือเกิน)
งบบุคลากร : ค่าจ้างชั่วคราว	-	-	-	-	-
งบดำเนินงาน					
ค่าตอบแทน	72,000.00	-	-	-	72,000.00
ค่าใช้สอย	93,000.00	56,024.00	36,990.00	93,014.00	(14.00)
ค่าวัสดุ	75,000.00	48,029.70	26,790.00	74,819.70	180.30
ค่าสาธารณูปโภค	-	-	-	-	
งบลงทุน: ค่าครุภัณฑ์	-	-	-	-	
รวม	240,000.00	104,053.70	63,780.00	167,833.70	72,166.30

จำนวนเงินที่ได้รับและจำนวนเงินที่ใช้จ่าย

งวดเงินที่ได้รับ	จำนวนเงินที่ได้รับ (บาท)	เมื่อ (ระบุวัน เดือน ปี)
งวดที่ 1	168,000.00	9 ก.ค.61
งวดที่ 2	-	-
ดอกเบี้ยครั้งที่ 1	**0.00**	
รวม		❶

งวดที่	จำนวนเงินที่ใช้จ่าย (บาท)	
งวดที่ 1	167,883.70	
งวดที่ 2		
รวม		❷

จำนวนเงินคงเหลือ ❶-❷ 116.30 บาท

(ผศ.ดร.มนต์สรวง ยางทอง)
ลงนามหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน

(ผศ.ดร.มนต์สรวง ยางทอง)
ลงนามเจ้าหน้าที่การเงิน/เจ้าหน้าที่ที่กี่ยวข้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลประวัติคณะผู้วิจัย

1.ประวัติหัวหน้าโครงการ

ชื่อ-สกุล ดร. มนต์สรวง ยางทอง

ตำแหน่งปัจจุบัน ผู้ช่วยศาสตราจารย์

2.ประวัติการศึกษา

ชื่อย่อปริญญา	สาขา	สถาบันที่จบ	ปีที่จบ
ปร.ด	วาริชศาสตร์	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ (ประเทศไทย)	2556
วท.ม.	วาริชศาสตร์	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ (ประเทศไทย)	2545
วท.บ.	การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ	สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้ (ประเทศไทย)	2539

สาขาวิจัยที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) อาหารสัตว์น้ำ สาหร่ายขนาดใหญ่

3.ทุนการศึกษาและทุนวิจัยที่เคยได้รับ

ปี พ.ศ.	ทุนการศึกษาและทุนวิจัย	สถาบันที่ให้
2561	การศึกษาหาระดับของสารสกัดร้อนจากสาหร่ายทุ่นที่เหมาะสมต่อการเสริมในอาหารปลาตะกรับ	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร (กองทุนวิจัย สจล)
2561	องค์ประกอบของอาหารในทางเดินอาหารของปลาทูในอ่าวไทย (2ปี)	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร (งบประมาณแผ่นดิน 2561)
2560	ผลการเลี้ยงปลาตะกรับร่วมกับปลากะพงขาวในกระชังรูปแบบต่างๆ ในทะเลสาบสงขลา (2ปี)	เครือข่ายองค์กรบริหารงานวิจัยแห่งชาติ (คอบช.)
2559	ผลของการเสริมสาหร่ายผักกาดทะเล (*Ulva rigida* C. Agardh, 1823) ต่อการเจริญเติบโต และประสิทธิภาพการใช้อาหารของปลาตะกรับ (*Scatophagus argus* Linnaeus, 1766)	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เขตรอุดมศักดิ์จังหวัดชุมพร (งบประมาณแผ่นดิน 2559)
2558	ผลของเปลือกกล้วยเล็บมือนาง (Musa AA group 'Kluai Leb Mue Nang') ต่อ การเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้อาหาร และองค์ประกอบทางโภชนาการของร่างกายปลาตะกรับ (*Scatophagus argus* Linnaeus, 1766)	สำนักงานคณะกรรมการอุดมการศึกษาแห่งชาติ
2558	ฤทธิ์การต้านแบคทีเรียของสาหร่ายทะเลจากหาดบ่อเมา จังหวัดชุมพร	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์จังหวัดชุมพร (งบประมาณเงินรายได้ 2558)
2557	ทุนวิจัยเรื่องการต้านอนุมูลอิสระของสาหร่ายทะเลจากจังหวัดชุมพร	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์จังหวัดชุมพร (งบประมาณเงินรายได้ 2557)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่อ

2550	ทุนการศึกษาระดับปริญญาเอก	สำนักงานคณะกรรมการอุดมการศึกษาแห่งชาติ
2550	ทุนวิจัยเรื่อง การเจริญเติบโตของปลานิลแปลงเพศที่ได้รับอาหารเคลือบด้วยไคโตซานระดับต่างๆ	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์จังหวัดชุมพร (งบประมาณแผ่นดิน 2550)
2548	ทุนวิจัยเรื่อง ผลของไคโตซานระดับต่างๆ ต่อการเคลือบเม็ดอาหารปลานิลแปลงเพศที่เสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตส	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาชุมพรเขตรอุดมศักดิ์จังหวัดชุมพร (งบประมาณแผ่นดิน 2548)

4.ผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์

ผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์ที่ตีพิมพ์เผยแพร่ (ระดับชาติและนานาชาติ)

มนต์สรวง ยางทอง. 2546. ปะการังเทียมกับการฟื้นฟูทรัพยากรประมง. ว. ราชมงคลหันตรา ปีที่ 1 (2)

วุฒิพร พรหมขุนทอง. **มนต์สรวง ยางทอง.** กิจการ ศุภมาตย์ และดุสิต นาคะชาต. 2547. ผลของเอนไซม์ไฟเตสและอนินทรีย์ฟอสเฟตต่อการใช้ฟอสฟอรัสในปลานิลแปลงเพศ. ว. สงขลานครินทร์. ปีที่ 26 (2)

วุฒิพร พรหมขุนทอง และ**มนต์สรวง ยางทอง**. 2548. การประยุกต์ใช้เอนไซม์ไฟเตสในการเลี้ยงปลา. ผลงานวิจัยและบทความทางวิชาการในวาระครบรอบ 30 ปี คณะทรัพยากรธรรมชาติ. 28-32.

มนต์สรวง ยางทอง และศิริญญา งามระลึก. 2549. ผลของปุ๋ยชนิดต่างๆต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายผมนาง. การประชุมวิชาการนเรศวรวิจัย ครั้งที่ 2 ความสำเร็จของการพัฒนาชุดโครงการ 28-29 กรกฎาคม 2549. 262- 268.

มนต์สรวง ยางทอง. 2549. ผลของไคโตซานระดับต่างๆ ต่อการเคลือบเม็ดอาหารปลานิลแปลงเพศที่เสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตส. ว. พระจอมเกล้าลาดกระบัง. 14 (1): 34-43.

มนต์สรวง ยางทอง. 2549. บทบาทของไคติน-ไคโตซานต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ. ว. พระจอมเกล้าลาดกระบัง. 14 (1): 44-48.

มนต์สรวง ยางทอง แขวลี วิบูลย์กิจ และ พิมาน เถาสมบัติ. 2550. ศึกษาการเจริญเติบโตของปลานิลแปลงเพศที่ได้รับอาหารเคลือบด้วยไดโตซานระดับต่างๆ. วารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง. 1(2): 223-234.

มนต์สรวง ยางทอง. 2557. การเกิดภาวะเครียดออกซิเดชันในปลา. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า คณะเทคโนโลยีการเกษตร. 32(2): 66-75.

มนต์สรวง ยางทอง และ จิระยุทธ รื่นศิริกุล. 2557. การนำ cut-down tube มาประยุกต์ใช้แทน cannulation tube เพื่อตรวจสอบความสมบูรณ์เพศของปลาทะเล. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 22(4): 545-552.

มนต์สรวง ยางทอง จำเริญศรี ถาวรสุวรรณ และ นงพร โตวัฒนะ. 2558. ปริมาณฟีนอลิกและคุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดน้ำและเอทานอลของสาหร่ายทะเลจากจังหวัดชุมพร. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า คณะเทคโนโลยีการเกษตร. 33(2): 73-81.

มนต์สรวง ยางทอง ฐิติมา ปานศิริ และสมพร นพเกื้อ. 2558. การพัฒนาผลิตภัณฑ์เจลลี่จากสาหร่ายผมนาง (*Gracilaria fisheri*). หน้า 6-66. ใน รายงานการประชุมวิชาการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประจำปี 2558 8-9 ธันวาคม ศูนย์การศึกษาและฝึกอบรมนานาชาติ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่.

มนต์สรวง ยางทอง และ จำเริญศรี ถาวรสุวรรณ. 2559. คุณค่าทางโภชนาการและฤทธิ์การต้านแบคทีเรียของสาหร่ายทะเล. วารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง. 10(2): 68-77.

มนต์สรวง ยางทอง อุไรวรรณ พุ่มกะเนาว์ และสุชาติ จุลอดุง. 2560. การประเมินผลของสาหร่ายไกเพื่อใช้เป็นส่วนผสมในอาหารลูกปลาหมอไทย. หน้า 267-274. ใน งานประชุมวิชาการสาหร่ายและแพลงก์ตอนแห่งชาติครั้งที่ 8 วันที่ 27-28 มีนาคม 2560 ณ อาคารเครื่องมือกลาง คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี.

มนต์สรวง ยางทอง อติชาต หนูพันธ์ขาว และจิระยุทธ รื่นศิริกุล. 2561. ผลของน้ำเชื้อของปลาตะกรับหน้าเขียว (*Scatophagus argus*) และปลาตะกรับหน้าแดง (*S. argus* var. *rubrifrons*) ต่อการผสมเทียม การอนุบาลและความทนทานต่อความเค็มของลูกปลา. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า คณะเทคโนโลยีการเกษตร. 36(3): 32-41.

Yangthong, M., Ngamraluek, S. and Viboonkit, K. 2007. Effect of fertilizers on growth of *Gracilaria fisheri* (Xia & Abbott) Abbott, Zhang & Xia, XIXth International Seaweed Symposium March 26 -31, Kobe, Japan.

Nualcharoen, M. Nualcharoen**,** P.Seingkaew, J. Mayusoa, S.Johnduong, S. Chookaew, O. Jinpracha, J.Ruangchuay, R. **Yangthong, M.** Jankaew, W. Chankaew, S. Thersakul, M. and Ariyadet, C. 2008. Diversity and sustainable use development of the marine algae in Souther Coast of Thailand. Vth Asian Pacific Phycological Forum Algae in a changing world. November 10-14, Wellington, New Zealand.

Yangthong, M., Thawonsuwan, J., Hutadilok-Towatana, N. and Phromkunthong, W. 2009. Effects of hot water extracted from marine algae on scavenging activity and immunostimulatory of seabass. Phycologia. 48(4): 147.

Yangthong, M., Hutadilok-Towatana, N. and Phromkunthong, W. 2009. Antioxidant activities of four edible seaweeds from the southern coast of Thailand. Plant Foods Human Nutrient. 64(3): 218-223.

Yangthong, M., Thawonsuwan, J., Hutadilok-Towatana, N. and Phromkunthog, W. 2011. Immunostimulatory effects of hot water extract from *Sargassum* sp. in seabass. 5th National Conference on Algae and Plankton. 16-18 March 2011, BP Samila Beach Hotel, Songkhla.

Yangthong, M., Thawonsuwan, J., Hutadilok-Towatana, N. and Phromkunthog, W. 2012. Effects of the hot-water extract from *Sargassum* sp. on antibacterial activity, non-specific immunity and TBARs production in Asian Sea Bass (*Lates calcarifer*, Bloch). Kasetsart University Fisheries Research Bulletin. 36 (3): 30-42.

Yangthong, M., Oncharoen, S. and Sripanomyom, J. 2014. Effect of *Sargassum* meal supplementation on growth performance of sex-reversed tilapia

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(*Oreochromis niliticus* Linn.). The proceedings of 52nd Kasetsart University Annual Conference, Agricultural Sciences: Leading Thailand to World Class Standards. Bangkok (Thailand), p. 234-241.

Yangthong, M. and Hutadilok-Towatana. 2014. Total phenolic contents, DPPH radical-scavenging activities of six seaweeds from the Southern Coast of Thailand. Journal of Fisheries Technology Research. 8(1): 93-104.

Yangthong, M. and Thawonsuwan, J. 2015. The chemical and elemental compositions of three species of *Sargassum* from Bo Mao Beach, Chumphon, Thailand. 5th International Fisheries Symposium. 1-4 December 2015, The Gurney Hotel, Penang, Malaysia.

Yangthong, M. Hutadilok-Towatana, N., Thawonsuwan, J and Phromkunthong, W. 2016. An aqueous extract from *Sargassum* sp. enhances the immune response and resistance against *Streptococcus iniae* in the Asian sea bass (*Lates calcarifer* Bloch). Journal of Applied Phycology. 28: 3587-3598.

Yangthong, M. 2017. The chemical and elemental compositions from three species of Sargassum at Bo Mao Beach, Chumphon, Thailand. Journal of Fisheries and Environment. 41(3): 1-5.

Yangthong, M., Hutadilok-Towatana, N. and Ruensirikul, J. 2018. Use of 'Kluai Leb Mu Nang' banana peel as a dietary ingredient in feed for spotted scat (*Scatophagus argus* Linnaeus, 1766). Maejo Int. J. Sci. Technol. 12(03): 221-231.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติคณะผู้วิจัย

1. ชื่อ- สกุล ดร. จิระยุทธ รื่นศิริกุล

2. ตำแหน่งปัจจุบัน นักวิชาการประมง ชำนาญการพิเศษ

3. หน่วยงานที่อยู่ติดต่อได้พร้อมโทรศัพท์และโทรสาร

กลุ่มงานวิจัยการเพาะพันธุ์สัตว์น้ำชายฝั่ง สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง
ต.เขารูปช้าง อ.เมือง จ.สงขลา 90000 โทรศัพท์ (074) 311895 โทรสาร (074) 442054
E-mail: jruensirikul@yahoo.com

4. ประวัติการศึกษา

ชื่อย่อปริญญา	สาขา	สถาบันที่จบ	ปีที่จบ
ปร.ด	วาริชศาสตร์	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ (ประเทศไทย)	2561
วท.ม.	วาริชศาสตร์	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ประเทศไทย	2550
วท.บ.	วาริชศาสตร์	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ประเทศไทย	2538

5. สาขาวิชาการที่ความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ- เพาะผสมพันธุ์ปลาทะเล

6. ประสบการณ์ที่เกี่ยวกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ

จิระยุทธ รื่นศิริกุล, มาวิทย์ อัศวอารีย์, เยาวนิตย์ ดนยดล และละออ ชูศรีรัตน์. 2551. ความสำเร็จในการผสมเทียมปลาตะกรับ *Scatophagus argus* Linnaeus,1766 โดยใช้ฮอร์โมน LHRHa. เอกสารวิชาการฉบับที่ 32/2551. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, กรมประมง. 20 หน้า.

มาวิทย์ อัศวอารีย์ และจิระยุทธ รื่นศิริกุล. 2551. การอนุบาลลูกปลากะรังดอกแดง*Epinephelus coioides* Hamilton, 1822. โดยการใช้อาหารสำเร็จรูปร่วมกับอาร์ทีเมีย. เอกสารวิชาการฉบับที่ 31/2551. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง. 20 หน้า.

จิระยุทธ รื่นศิริกุล, มาวิทย์ อัศวอารีย์, เยาวนิตย์ ดนยดล และละออ ชูศรีรัตน์. 2552. การอนุบาลและพัฒนาการของลูกปลาตะกรับ *Scatophagus argus* Linnaeus,1766. วารสารการประมง 62(1):13-22.

จิระยุทธ รื่นศิริกุล, มาวิทย์ อัศวอารีย์, เยาวนิตย์ ดนยดล และละออ ชูศรีรัตน์. 2552. เทคนิคการนำน้ำเชื้อปลาตะกรับ (*Scatophagus argus* Linnaeus,1766) ไปใช้เพื่อการผสมเทียม. ใน: รายงานการประชุมวิชาการกรมประมง ประจำปี 2552 กรมประมง. วันที่ 22-24 มิถุนายน 2552. ณ ห้องประชุมกรมประมง บางเขน กรุงเทพมหานคร. หน้า 3-15.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จิระยุทธ รื่นศิริกุล, มาวิทย์ อัศวอารีย์ และละออ ชูศรีรัตน์. 2555. ผลของอุณหภูมิและความเข้มแสงต่ออัตรารอดตายของลูกปลาตะกรับ *Scatophagus argus* Linnaeus, 1776. เอกสารวิชาการฉบับที่ 11/2555. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง. 20 หน้า.

จิระยุทธ รื่นศิริกุล, มาวิทย์ อัศวอารีย์ และละออ ชูศรีรัตน์. 2555. การพัฒนาการของอวัยวะสืบพันธุ์ปลาตะกรับ *Scatophagus argus* Linnaeus, 1776 จากการเพาะพันธุ์. เอกสารวิชาการฉบับที่ 34/2555. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง. 29 หน้า.

จิระยุทธ รื่นศิริกุล, อาคม สิงหบุญ และ กนกพร เกษสุวรรณ์. 2555. อัตรารอดของการอนุบาลลูกปลาตะกรับ (*Scatophagus argus* Linneaus, 1766) ที่ปรับลดความเค็ม 4 รูปแบบ. เอกสารวิชาการฉบับที่ 36/2555. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง. 20 หน้า.

จิระยุทธ รื่นศิริกุล, มาวิทย์ อัศวอารีย์ และสิราวรรณ บุญชัย. 2557. ผลการเสริมกรดไขมันที่จำเป็นให้โรติเฟอร์และอาร์ทีเมียต่ออัตรารอดตายและการเจริญเติบโตของลูกปลาตะกรับ *Scatophagus argus* Linnaeus, 1766. ใน : รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 52 (สาขาประมง). วันที่ 4-7 กุมภาพันธ์ 2557. ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพมหานคร. หน้า 351-358. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

มนต์สรวง ยางทอง และ จิระยุทธ รื่นศิริกุล. 2557. การนำ cut-down tube มาประยุกต์ใช้แทน cannulation tube เพื่อตรวจสอบความสมบูรณ์เพศของปลาทะเล. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 22(4): 545-552.

Yangthong, M., Hutadilok-Towatana, N. and **Ruensirikul, J.** 2018. Use of 'Kluai Leb Mu Nang' banana peel as a dietary ingredient in feed for spotted scat (*Scatophagus argus* Linnaeus, 1766). Maejo Int. J. Sci. Technol. 12(03): 221-231.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้