

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ปลาตะกรับ หรือปลาเสือดาว (*Scatophagus argus* Linnaeus, 1766) เป็นปลาที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจทั้งในตลาดปลาสวยงามและตลาดปลาเนื้อ เป็นปลาที่ได้รับความนิยมบริโภคในหลายประเทศ โดยเฉพาะเขตอินโดแปซิฟิก (Barry and Fast, 1988) รวมถึงประเทศไทย เนื่องจากเป็นปลาเนื้อสีขาวที่มีรสชาติดี และมีราคาค่อนข้างสูง กรมประมงประสบความสำเร็จในการเพาะขยายพันธุ์และอนุบาลปลาชนิดนี้ (จิระยุทธ และคณะ, 2551; จิระยุทธ และคณะ, 2552) จนสามารถขยายผลไปสู่การเลี้ยงเพื่อสร้างรายได้ให้แก่เกษตรกร ส่งผลให้ปัจจุบันมีการเลี้ยงกันมากขึ้น อาหารที่เกษตรกรใช้เลี้ยงปลาตะกรับมักเป็นอาหารเม็ดสำเร็จรูปที่มีจำหน่ายตามท้องตลาดโดยทั่วไป เช่น อาหารปลาดุก ปลานิล ปลาทับทิม ปลาทะเล ปลากินพืช เป็นต้น เนื่องจากยังไม่มีการผลิตอาหารสำเร็จรูปเฉพาะสำหรับปลาชนิดนี้ การศึกษาในด้านอาหารที่ผ่านมามีเพียงการเปรียบเทียบชนิดของอาหารเม็ดสำเร็จรูปที่ผลิตเพื่อสัตว์น้ำชนิดต่างๆ ที่มีวางตลาดในท้องตลาดเท่านั้น (มาวิทย์ และ เรณู, 2547) ปลาตะกรับเป็นปลากินทั้งพืชและสัตว์ (omnivorous) และจะกินพวกพืชเป็นหลัก (Wongchinawit, 2007) ดังนั้นการเลี้ยงปลาตะกรับจึงมีโอกาสดัดต้นทุนค่าอาหารได้มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการเลี้ยงปลากินเนื้อ เช่น ปลากะพง หรือ ปลากะรัง

กล้วยเล็บมือนาง หรือ Musa (AA group) เป็นกล้วยพันธุ์หนึ่งที่มีเฉพาะภาคใต้ โดยพันธุ์ที่มีชื่อเสียงมากเป็นพันธุ์ที่ปลูกในจังหวัดชุมพร ทำให้กล้วยเล็บมือนางเป็นสินค้าเด่นของจังหวัดชุมพร กล้วยเล็บมือนางถูกแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ที่หลากหลายเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค เช่น กล้วยอบ กล้วยทอดกรอบ กล้วยกวน เป็นต้น ส่งผลให้มีปริมาณการใช้กล้วยเพิ่มขึ้นและปริมาณเปลือกกล้วยดังกล่าวก็เพิ่มขึ้นตามมา เมื่อกล้วยถูกนำไปใช้ประโยชน์แต่เปลือกกล้วยถูกทิ้งและกลายเป็นขยะ ดังนั้นหากสามารถนำเปลือกกล้วยดังกล่าวมาใช้ประโยชน์ นอกจากช่วยลดปริมาณขยะยังเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับกล้วยเล็บมือนางได้อีกทางหนึ่ง

สำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ อาหารถือเป็นต้นทุนผันแปรที่มูลค่าสูงสุดของต้นทุนการเลี้ยงสัตว์น้ำ เมื่อลดต้นทุนค่าอาหารได้ ก็เสมือนเป็นการเพิ่มกำไรให้แก่เกษตรกรผู้เลี้ยง ดังนั้นการศึกษาค้นคว้าจึงมีความสนใจในการนำเปลือกกล้วยเล็บมือนาง ซึ่งเป็นขยะในท้องถิ่นมาใช้ให้เกิดประโยชน์ โดยการนำมาเป็นวัตถุดิบในการเลี้ยงปลาตะกรับ และเป็นอีกโอกาสของการศึกษาพัฒนาด้านอาหารสำหรับปลาตะกรับ ซึ่งนับเป็นช่วงเริ่มต้นของการเลี้ยงปลาชนิดนี้ในประเทศไทย

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

- 1.2.1 เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของเปลือกกล้วยเล็บมือนาง
- 1.2.2 เพื่อศึกษาผลของเปลือกกล้วยเล็บมือนางระดับต่างๆ ต่อการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้อาหาร อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ อัตราการรอดตาย และองค์ประกอบทางโภชนาการของร่างกายปลาตะกรับ
- 1.2.4 เพื่อศึกษาหาระดับของเปลือกกล้วยเล็บมือนางที่เหมาะสมต่อการเสริมในอาหารปลาตะกรับ

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ต้องการศึกษาอัตราการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้อาหาร อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ อัตราการรอดตาย องค์ประกอบทางโภชนาการของร่างกายปลาตะกรับ ที่ได้รับอาหารที่เสริมด้วยเปลือกกล้วยเล็บมือนางระดับต่างๆ และระดับของเปลือกกล้วยเล็บมือนางที่เหมาะสมต่อการเสริมในอาหารปลาตะกรับ

1.4 ทฤษฎี สมมุติฐาน (ถ้ามี) และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

ประเทศไทยสามารถเพาะพันธุ์ปลาตะกรับและเริ่มขยายผลไปสู่การเลี้ยงเพื่อสร้างรายได้ให้แก่เกษตรกร ปลาตะกรับถือเป็นสัตว์น้ำเศรษฐกิจตัวใหม่ ที่ได้รับความสนใจจากกลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยง โดยเฉพาะทางภาคใต้ นอกจากเรื่องรสชาติ และราคาที่ดึงดูดใจแล้ว พฤติกรรมการกินอาหารของปลาตะกรับ ซึ่งเป็นปลาในกลุ่มกินทั้งพืชและสัตว์ (omnivorous) และจะกินพวกพืชเป็นหลัก ทำให้ปลาตะกรับมีความน่าสนใจยิ่งขึ้น เพราะเป็นโอกาสอันดีแก่เกษตรกรผู้เลี้ยง ในการลดต้นทุนค่าอาหารและเพิ่มรายได้ เมื่อเปรียบเทียบกับปลาเศรษฐกิจ ซึ่งเป็นปลาประเภทกินเนื้ออย่างปลากะพง ดังนั้นงานวิจัยการนำเปลือกกล้วยเล็บมือนางมาใช้เพื่อเป็นวัตถุดิบอาหารให้แก่ปลาตะกรับ จึงถือเป็นบันไดขั้นหนึ่งของความก้าวหน้าของการเลี้ยงปลาชนิดนี้ในอนาคต

1.5 การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (information) ที่เกี่ยวข้อง

การจำแนกทางอนุกรมวิธาน ปลาตะกรับมีชื่อสามัญภาษาอังกฤษคือ spotted scat หรือ green scat หรือที่เรียกกันในห้องถิ่นภาคใต้เรียกว่า “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 เป็นปลาที่นิยมบริโภคในประเทศเขตร้อนโดแปซิฟิก ฟิลิปปินส์ ไต้หวัน และไทย (Barry and Fast, 1988) โดยเฉพาะบริเวณภาคใต้ของประเทศไทย ปลาตะกรับเป็นปลาเนื้อขาวมีรสชาติดี และได้รับความนิยมในการบริโภคโดยเฉพาะแม่ปลาที่มีไข่แก่ มีราคาซื้อขายค่อนข้างสูง ประมาณ 300-400 บาทต่อกิโลกรัม (เพ็ญศรี และคณะ, 2556) ปลาตะกรับมีรูปร่างลักษณะลำตัวป้อมกลมแบนข้างมาก คล้ายรูปสี่เหลี่ยม ส่วนหัวมีขนาดใหญ่ ปากเล็ก ครีบหลังมีก้านครีบแข็ง 11 อัน ก้านครี้อ่อน 14-18 อัน ครีบก้นมีก้านครีบแข็ง 4 อัน ก้านครี้อ่อน 14-15 อัน ครีบท้องมีก้านครีบแข็ง 1 อัน ก้านครี้อ่อน 5 อัน และครีบอกมีก้านครี้อ่อนอย่างเดียว 17 อัน (วิมล, 2518) การแยกเพศปลาเพศเมียมักมีลำตัวอ้วนป้อม และมีขนาดโตกว่าเพศผู้ ปลาเพศผู้และเพศเมียมีความแตกต่างกันที่รูปร่างบริเวณส่วนหัว โดยเพศเมีย ส่วนหัวบริเวณ snout มีความลาดปกติดจนถึงขากรรไกรบน เพศผู้ส่วนหัวบริเวณ snout โค้งงุ้มลงจนถึงขากรรไกรบน (Barry and Fast, 1992) เพศเมียเมื่อมีไข่แก่ ขนาดของรังไข่จะครอบคลุมตลอดช่องท้อง ส่วนเพศผู้ลักษณะของอวัยวะสืบพันธุ์

ปลาตะกรับถูกจัดให้เป็นปลาที่กินทั้งพืชและสัตว์ เนื่องจากโครงสร้างการกินอาหาร เช่น ลักษณะของปาก ฟัน ที่เหงือก (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 ลิ่นเป็นแบบ cilliform teeth ที่มีฟันขนาดเล็กละเอียดอยู่รวมกันเป็นกระจุก ที่เหงือกสัน 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, 2549) 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 ช่วง

วัยรุ่นจะเปลี่ยนมากินอาหารที่อาศัยอยู่ในมวลน้ำและพื้นท้องน้ำ ได้แก่ ไตอะตอม แพลงก์ตอน สัตว์ สัตว์หน้าดิน และซากพืช

การแพร่กระจาย ปลาตะกรับชุกชุมบริเวณชายฝั่งในเขตร้อน ในน่านน้ำประเทศแถบอินโดแปซิฟิก เขตเอเชียใต้และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ในประเทศไทยพบแพร่กระจายทั้งในอ่าวไทยและทะเลอันดามัน (มาวิทย์ และคณะ, 2547) พบมากในทะเลสาบสงขลาทั้งทะเลสาบตอนบน ตอนกลางและตอนล่าง รวมทั้งปากทะเลสาบที่เชื่อมต่อกับทะเลอ่าวไทย (ปัทมาภรณ์ และศักดิ์อนันต์, 2552) ปลาตะกรับเป็นปลาที่สามารถทนต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มได้ในช่วงกว้างจึงสามารถอาศัยอยู่ได้ทั้งในน้ำจืด น้ำกร่อย และในทะเล การอนุบาลลูกปลาเมื่อลูกปลาปากเริ่มเปิดให้โรติเฟอร์ จนถึง 15 วัน การอนุบาลลูกปลาในระหว่างนี้จะไม่มีการดูดตะกอน โดยเริ่มมีการดูดตะกอนพื้นบ่อในวันที่ 15 เมื่อปริมาตรน้ำลดลงให้เติมน้ำทะเลที่มีอุณหภูมิและความเค็มเท่ากับในถังทดลองจนได้ระดับเท่าเดิม (จิระยุทธ และคณะ, 2552)

การอนุบาลลูกปลาตั้งแต่อายุ 16 วัน ถึง 20 วัน ให้อาร์ทีเมียแรกฟักที่ความหนาแน่น 3-5 ตัว/มล. ร่วมกับโรติเฟอร์ 5 ตัว/มล. ควบคุมอุณหภูมิของน้ำให้อยู่ในช่วง 29-30 องศาเซลเซียส การทำความสะอาดพื้นบ่อโดยดูดตะกอน เปลี่ยนถ่ายน้ำวันละ 10 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาตรน้ำทั้งหมด เมื่อลูกปลาอายุ 21-24 วัน อาหารที่ให้คืออาร์ทีเมีย และงดการให้โรติเฟอร์ เมื่อลูกปลาอายุ 25 วัน ย้ายลูกปลาไปไว้ในบ่อที่มีขนาดใหญ่ขึ้น โดยปล่อยลูกปลาที่ความหนาแน่น 2-3 ตัว/ลิตร เมื่อลูกปลาอายุ 30 วัน คัดขนาดลูกปลาเป็นสองขนาดด้วยกะละมังแยกปลา ปลาขนาดเล็กยังคงให้อาร์ทีเมียแรกฟักในระดับความหนาแน่นเท่าเดิม แต่ปลาขนาดใหญ่ให้อาร์ทีเมียตัวโตที่มีขนาดความยาว 3-5 มม.ในระดับความหนาแน่น 1-2 ตัว/ลิตรหรือจนอิ่มวันละ 2-3 มื้อ การอนุบาลลูกปลาในช่วงนี้ควบคุมความเค็มไว้ที่ 12-15 ส่วนในพันส่วน ส่วนอุณหภูมิของน้ำให้อยู่ในช่วง 29-30 องศา ทำความสะอาดพื้นบ่อโดยดูดตะกอนวันละครั้งในตอนเช้า รูปแบบการเลี้ยงปลาตะกรับ สามารถเลี้ยงได้ในบ่อกึ่งทั้งร้าง และ เลี้ยงในกระชังในบ่อคุณภาพน้ำที่ใช้เลี้ยงปลาตะกรับ ควรมีความเค็มอยู่ระหว่าง 5-10 ส่วนในพันส่วน พีเอช อยู่ระหว่าง 7- 8 อุณหภูมิ อยู่ระหว่าง 27-30 องศาเซลเซียส ค่าความเป็นด่างอยู่ระหว่าง 90-130 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำอยู่ระหว่าง 5-6 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนช่วงเต็มวัยจะกินอาหารหลากหลายที่สุดทั้งแพลงก์ตอนพืชขนาดเล็ก โปรโตซัว แพลงก์ตอนสัตว์ สัตว์หน้าดิน และซากพืช

สำหรับปลาในกลุ่มที่กินทั้งพืชและสัตว์ มีความต้องการโปรตีนอยู่ในช่วง 20-35 เปอร์เซ็นต์ (วีรพงศ์, 2536) และเพื่อลดต้นทุนค่าอาหาร เนื่องจากสารอาหารโปรตีนกลุ่มที่มีราคาสูง เราสามารถเพิ่มสารอาหารในกลุ่มพลังงาน เพื่อลดการใช้โปรตีนมาเป็นแหล่งพลังงานได้ ดังนั้นการนำเปลือกกล้วยซึ่งเป็นสารอาหารกลุ่มที่ให้พลังงาน และมีราคาถูกมาใช้เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจ

กล้วยในปัจจุบันมีวิวัฒนาการมาจากกล้วยป่า 2 ชนิด คือ *Musa acuminata* และ *Musa balbisiana* ทำให้เกิดพันธุ์กล้วยต่างๆ มากมาย ซึ่งมีโครโมโซม และยีนโนมแตกต่างกัน เช่น AA, AB, AAB, ABB เป็นต้น (Simmond, 1982) สำหรับวิธีการเขียนชื่อกล้วยที่ดีที่สุด คือ

เขียนเพียงชื่อสกุลของกล้วยคือ ตามด้วยชนิดและจำนวนยีนโนม อยู่ในวงเล็บและใส่ชื่อพันธุ์ไว้ในเครื่องหมายัญญประกาศชั้นเดียว เช่น กล้วยหอมทอง เขียนว่า Musa (AAA group) 'Kluai hom thong' กล้วยน้ำว้า เขียนว่า Musa (ABB group) 'Kluai namwa' กล้วยเล็บมือนาง Musa (AA group) 'Kluai Leb Mu Nang'

กล้วยเล็บมือนาง Musa (AA group) 'Kluai Leb Mu Nang' เป็นกล้วยพันธุ์พื้นเมืองของจังหวัดชุมพร เป็นผลิตภัณฑ์ท้องถิ่นที่ได้รับความนิยมจากผู้บริโภคทั้งในท้องถิ่น และต่างถิ่น กล้วยเล็บมือนางสามารถรับประทานได้ทั้งผลดิบและสุก ผลสุกมีรสหวานและย่อยง่าย มีวิตามินซีสูง มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูง ในกล้วย Cavendish (AAA Group) จะพบปริมาณสารประกอบฟีนอลิก และปริมาณสารฟลาโวนอยด์มากในเปลือกมากกว่าเนื้อ และผลดิบมีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าผลสุก (Fatmeh et al., 2012) องค์ประกอบทางเคมีของเปลือกกล้วย *Musa sapientum* โดย Anhwange et al. (2009) ประกอบด้วย ความชื้น ถ้าโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต เยื่อใย ดังนี้ 6.70 ± 2.22 , 8.50 ± 1.52 , 0.90 ± 0.25 , 1.70 ± 0.10 , 59.00 ± 1.36 , 31.70 ± 0.25 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ นอกจากนี้ประกอบด้วยแร่ธาตุ ได้แก่ โพแทสเซียม, แคลเซียม, โซเดียม เหล็ก แมงกานีส และโบรมีน ดังนี้ 78.10 ± 6.58 , 19.20 ± 0.00 , 24.30 ± 0.12 , 0.61 ± 0.22 , 76.20 ± 0.00 และ 0.04 ± 0.00 มิลลิกรัมต่อกรัม ติโรโซล (2535) รายงานปริมาณกรดแทนนิกในเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ และสุกดังนี้ 1.67 และ 2.78 เปอร์เซ็นต์

การใช้เปลือกกล้วยเป็นอาหารสัตว์มีการทดลองใช้ในสัตว์บกเช่น ในอาหารไก่ สุกร และหนู ระดับที่ให้อยู่ในช่วง 20 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่กระทบต่อการเจริญเติบโต (Long et al., 1977; Silverio et al., 1982) นอกจากนี้มีการใช้เปลือกกล้วยป่นเป็นแหล่งของคาร์โบไฮเดรต โดยใช้แทนบางส่วนของข้าวโพดในอาหารนกกระทา และพบว่าการเสริมในระดับ 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีผลทำให้น้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นแตกต่างจากกลุ่มที่ใช้อาหารผสมข้าวโพด สำหรับการเสริมเปลือกกล้วยในอาหารสัตว์น้ำ พบรายงานการเสริมเปลือกกล้วยน้ำว้าบดในอาหารปลาแรด 5 ระดับ คือ 0, 8.70, 17.40, 26.10 และ 34.80 เปอร์เซ็นต์ การเสริมเปลือกกล้วยน้ำว้าบดระดับ 0, 8.70 และ 17.40 เปอร์เซ็นต์ เป็นระดับที่ให้การเจริญเติบโตไม่แตกต่างกันทางสถิติ และการทดลองนี้พบว่าระดับที่เพิ่มขึ้นของเปลือกกล้วยบดที่เสริมในอาหารปลา ส่งผลให้ปริมาณกรดแทนนิกในอาหารเพิ่มขึ้น (สุเทพ, 2539) และรายงานการศึกษาของ Sreeja et al. (2013) ผลของเปลือกกล้วยบด และจุลินทรีย์ในลำไส้ปลา 2 ชนิด คือ *Bacillus altitudinis* และ *B. licheniformis* ต่อการเจริญเติบโตของปลาหมอโครมาต์เขียว *Etroplus suratensis* ซึ่งเป็นปลาน้ำกร่อยในวงศ์ปลาหมอสี ทดลองผลิตอาหาร 3 สูตร มีโปรตีน 40 เปอร์เซ็นต์ สูตร 1 ประกอบด้วย 1 % ของ *B. altitudinis* และ 2 % ของเปลือกกล้วยบด สูตรที่ 2 ประกอบด้วย 1 % ของ *B. licheniformis* และ 2 % ของเปลือกกล้วยบด สูตรที่ 3 ประกอบด้วย 2% ของคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสหรือซีเอ็มซี (carboxymethyl cellulose, CMC) ผลการศึกษาพบว่าปลาที่ได้รับจุลินทรีย์และเปลือกกล้วยบดทั้ง สูตร 1 และ 2 มีอัตราแลกเนื้อ ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และองค์ประกอบทางชีวเคมีของ กล้ามเนื้อ เหนือก และลำไส้ดีกว่าปลาที่ได้รับอาหารสูตรที่ 3 สำหรับการเสริมเปลือกกล้วยในอาหารสัตว์น้ำมีรายงานการศึกษาน้อยมากดังนั้น จึง

เป็นโอกาสดีต่อการศึกษาผลของเปลือกกล้วยเล็บมือนาง (Musa AA group 'Kluai Leb Mue Nang') ต่อการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพ การใช้อาหาร และองค์ประกอบทางโภชนาการของร่างกายปลาทะกรับ

บทที่ 2

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

2.1 วัสดุ

2.1.1 สัตว์ทดลอง

ลูกปลาดุก (Scatophagus argus, Linnaeus, 1766) น้ำหนักเฉลี่ย 0.64 กรัม จากสถาบันวิจัยเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง จังหวัดสงขลา

2.1.2 สารเคมี

2.1.2.1 สารเคมีสำหรับวิเคราะห์ส่วนประกอบทางโภชนาการของร่างกายปลาดุก และอาหารทดลอง (ภาคผนวก ก)

2.1.2.2 สารเคมีสำหรับวิเคราะห์คุณภาพน้ำ (ภาคผนวก)

2.1.2.3 สารเคมีสำหรับการป้องกันและรักษาโรคปลา ได้แก่ ออกซีเตตราไซคลิน (oxytetracycline) ฟอร์มาลิน (formalin) มาลาไคท์กรีน (malachite green) ยาสลบ (2-phenoxyethanol)

2.2 อุปกรณ์

2.2.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเลี้ยงปลาดุก

2.2.1.1 ถังไฟเบอร์กลาสกลม ขนาดความจุ 1,000 ลิตร จำนวน 5 ถัง

2.2.1.2 ตู้กระจกทดลองขนาด 90 x 40 x 45 เซนติเมตร จำนวน 15 ตู้ ความจุ น้ำ 162 ลิตร ปิดด้านข้างและด้านหลังตู้ด้วยแผ่นพลาสติกสีทึบทั้ง 3 ด้าน เพื่อป้องกันการถูกรบกวนจากภายนอก

2.2.1.3 อุปกรณ์ระบบให้อากาศ ประกอบด้วยเครื่องให้อากาศ สายยาง หัวทราย

2.2.1.4 อุปกรณ์เปลี่ยนถ่ายน้ำได้แก่ สายยาง เครื่องปั้มน้ำชนิดจุ่ม (submarine pump)

2.2.1.5 อุปกรณ์ขนย้ายปลาได้แก่ สวิงช้อนปลา ขันพลาสติก

2.2.1.6 ผ้าขนหนู

2.2.1.7 ถังน้ำพลาสติก 20 ลิตร

2.2.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำอาหารทดลอง

2.2.2.1 เครื่องบดเนื้อรุ่น ZB – MGD600

2.2.2.2 อุปกรณ์ชั่งตวงวัสดุอาหารได้แก่ เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 2 ตำแหน่ง ของ Satorius รุ่น Basic เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง ของ Satorius รุ่น Research กระบอกตวง ปีกเกอร์ ถาดเตรียมอาหาร

2.2.2.3 ตู้แช่แข็ง ใช้เพื่อเก็บอาหารทดลองระหว่างรอนำมาใช้

2.2.2.4 ถาดอะลูมิเนียม

2.2.2.5 ช้อนตักวัตถุติด

2.2.2.6 เครื่องบดสมุนไพร (NT – 500)

2.2.2.7 ตู้อบลมร้อน (Hot air oven)

2.2.3 อุปกรณ์วิเคราะห์น้ำ

2.2.3.1 อุปกรณ์วิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (Dissolved oxygen, DO)

2.2.3.2 อุปกรณ์สำหรับการวัดปริมาณแอมโมเนีย

2.2.3.3 อุปกรณ์สำหรับวัดปริมาณไนไตรท์

2.2.3.4 อุปกรณ์วัดอุณหภูมิน้ำคือ เทอร์โมมิเตอร์

2.2.3.5 เครื่องวัดความเค็ม (Salinity meter)

2.2.4 อุปกรณ์วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลองและตัวปลา

2.2.4.1 อุปกรณ์วิเคราะห์ความชื้น

2.2.4.1.1 ตู้อบลมร้อน (Hot air oven)

2.2.4.1.2 ถ้วยกระเบื้อง (Crucible)

2.2.4.1.3 โถดูดความชื้น (Desiccator)

2.2.4.1.4 เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง

2.2.4.1.5 คีมคีบ (Tong)

2.2.4.2 อุปกรณ์วิเคราะห์โปรตีน

2.2.4.2.1 หลอดย่อยโปรตีน (Kjeldahl digestion tube)

2.2.4.2.2 ชุดสำหรับย่อย (Digestor และ Scrubber)

2.2.4.2.3 เครื่องสำหรับกลั่นอัตโนมัติ (Kjeltec 2200, Foss)

2.2.4.2.4 กระบอกตวงขนาด 25 ml

2.2.4.2.5 ขาดังและบิวเรต

2.2.4.2.6 เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง

2.2.4.2.7 ขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 ml หรือ 500 ml

2.2.4.2.8 ขวดปรับปริมาตร (Volumetric flask) ขนาด 1000 ml

2.2.4.2.9 แท่งแก้วคนสาร

2.2.4.3 อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์เถ้า

2.2.4.3.1 เตาเผา (Muffle furnace)

2.2.4.3.2 ถ้วยกระเบื้อง (Crucible)

2.2.4.3.3 คีมคีบ (Tong)

2.2.4.3.4 เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง

2.2.4.4 อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์ไขมัน

2.2.4.4.1 เครื่องสกัดหาไขมันแบบอัตโนมัติ (SoxteeTM 2050, Foss)

2.2.4.4.2 บีกเกอร์ (Aluminum extraction beaker)

2.2.4.4.3 ใส่กรองสาร (Extraction Thimble)

2.2.4.4.4 ตู้อบลมร้อน (Hot air oven)

2.2.4.4.5 เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง

2.2.4.4.6 โถดูดความชื้น (Desiccator)

2.2.4.4.7 สำลี

2.2.4.4.8 กระดาษกรอง เบอร์ 1

2.2.4.5 อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์เยื่อใย

2.2.4.5.1 เครื่องวิเคราะห์หาปริมาณเยื่อใย (FibertecTM 2010, Foss)

2.2.4.5.2 ตู้อบลมร้อน (Hot air oven)

2.2.4.5.3 เตาเผา (Muffle furnace)

2.2.4.5.4 ถ้วยกระเบื้องเคลือบชนิดมีรู (Gooch crucible)

2.2.4.5.5 โถดูดความชื้น (Desiccator)

2.2.4.5.6 เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง

2.2.5 อุปกรณ์สำหรับตรวจสอบการเจริญเติบโตของปลา

2.2.5.1 เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 2 ตำแหน่ง

2.2.5.2 ถังน้ำบรรจุ 20 ลิตร

2.2.5.3 ถังพลาสติกขนาด 3 ลิตร

2.2.5.4 ขันพลาสติก

2.2.5.5 สวิงช้อนปลา

2.3 วิธีการทดลอง

2.3.1 การเตรียมอุปกรณ์การทดลอง

ใช้ตู้กระจกขนาด 90 x 40 x 45 เซนติเมตร ความจุน้ำ 162 ลิตร (หน่วยทดลอง) ทำความสะอาด และติดตั้งอุปกรณ์ให้อากาศให้พร้อมสมบูรณ์แล้วเติมน้ำทะเลความเค็ม 5 psu. ให้ได้ปริมาตร 140 ลิตร ปิดตู้ด้วยพลาสติกสีทึบ 3 ด้านเพื่อป้องกันการถูกรบกวนขณะทำการทดลอง

2.3.2 การเตรียมสัตว์ทดลอง

นำลูกปลาตะกรับจำนวน 1,000 ตัวมาอนุบาลในถังไฟเบอร์กลาสกลม ขนาดความจุ 1,000 ลิตร เป็นเวลา 1 สัปดาห์ เพื่อให้ลูกปลาปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมของการวิจัย โดยฝึกให้กินอาหารทดลอง (อาหารสูตร 1) วันละ 2 ครั้ง คือ เวลา 8.30 น. และ 16.30 น. สังเกตพฤติกรรมการยอมรับอาหาร ก่อนเริ่มการทดลองนำลูกปลาไปตรวจสอบการติดเชื้อแบคทีเรียและปรสิตภายนอก ลูกปลาที่ใช้ทดลองต้องมีสุขภาพดี ไม่มีโรคใดๆ ทำการคัดขนาด

ใส่ตู้ทดลอง ปริมาตรน้ำ 140 ลิตร จำนวน 20 ตัวต่อตู้ ปรับสภาพปลาให้คุ้นเคยกับสภาพแวดล้อมของตู้และอาหารทดลองเป็นเวลา 7 วัน หลังจากปลาคุ่นเคยกับสภาพตู้และอาหารทดลองแล้ว ทำการชั่งน้ำหนักเริ่มต้นของปลา โดยแต่ละชุดการทดลองมีน้ำหนักปลาใกล้เคียงกัน

2.3.3 การเตรียมเปลือกกล้วยเล็บมือนาง

นำเปลือกกล้วยเล็บมือนาง ไปอบในตู้อบลมร้อน (hot air oven) ด้วยอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส จนเปลือกกล้วยเล็บมือนางแห้งกรอบ นำเปลือกกล้วยเล็บมือนางที่อบแห้งแล้วมาบดด้วยเครื่องบดสมุนไพรรุ่น NT - 500 ให้ละเอียดเป็นผง หลังจากนั้นนำผงที่ได้ไปบรรจุในถุงพลาสติกปิดมิดชิด เก็บไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

2.3.4 การเตรียมอาหารทดลอง

อาหารทดลองทั้งหมดมี 5 ชุดการทดลอง อาหารสูตรที่ 1 เป็นสูตรควบคุมไม่มีการเสริมด้วยเปลือกกล้วยเล็บมือนาง ส่วนอาหารสูตรที่ 2-5 มีการเสริมด้วยเปลือกกล้วยเล็บมือนางระดับต่างๆ คือ 5, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ คำนวณสูตรอาหารให้มีระดับโปรตีน ไขมัน และระดับพลังงานใกล้เคียงกัน โดยค่าพลังงานที่ย่อยได้ในอาหารคำนวณโดยใช้ค่าต่างๆ คือ 4.0 กิโลแคลอรี/อาหาร 1 กิโลกรัม สำหรับโปรตีน 9.0 กิโลแคลอรี/อาหาร 1 กิโลกรัม สำหรับไขมัน และ 3.5 กิโลแคลอรี/อาหาร 1 กิโลกรัม สำหรับคาร์โบไฮเดรต ตรวจสอบคุณค่าทางโภชนาการของวัตถุดิบได้แก่ ปลาป่น กากถั่วเหลือง ปลาขี้ขาว ดับหมึก เปลือกกล้วยเล็บมือนาง แป้งสาลี (ตารางที่ 1)

วิธีการเตรียมอาหารทดลองโดยชั่งวัตถุดิบอาหารแต่ละอย่างได้แก่ ปลาป่น กากถั่วเหลือง ปลาขี้ขาว ดับหมึก เปลือกกล้วยเล็บมือนาง แป้งสาลี น้ำมันตับปลา วิตามินผสมแร่ธาตุผสม วิตามินซี สารกันหืน (Butylated hydroxytoluene: BHT) ตามสูตรที่คำนวณไว้ (ตารางที่ 2) สำหรับน้ำมันถั่วเหลืองใส่ลงไปในช่วงการผสมอาหาร เมื่อผสมส่วนประกอบวัตถุดิบเข้ากันดีแล้ว นำมาอัดเม็ดอาหารผ่านหน้าแวนขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร นำอาหารที่เตรียมเสร็จแล้วอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง เก็บอาหารรักษาไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส (วุฒิพร และคณะ, 2540) และตรวจสอบคุณค่าทางโภชนาการของอาหารที่เตรียมเสร็จแล้ว (ความชื้น โปรตีน ไขมัน เยื่อใย ถั่ว) ตามวิธีมาตรฐานของ AOAC (1999) ส่วนปริมาณคาร์โบไฮเดรตหาได้จากการคำนวณตามสูตร $100 - (\text{ความชื้น} + \text{โปรตีน} + \text{ไขมัน} + \text{เยื่อใย} + \text{ถั่ว})$ ก่อนนำไปใช้การทดลองเลี้ยง (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบทางโภชนาการของวัตถุดิบอาหารโดยการวิเคราะห์ (บนฐานของวัตถุดิบแห้ง)

วัตถุดิบ อาหารทดลอง	คุณค่าทางโภชนาการ (%)				
	ความชื้น	เถ้า	โปรตีน	ไขมัน	เยื่อใย
ปลาป่น	3.04±0.10	27.61±0.15	61.00±1.26	4.69±0.14	0.88±0.16
ตับหมึกป่น	3.12±0.09	9.83±0.20	46.50±1.18	15.12±0.71	7.52±0.06
กากถั่วเหลือง	4.54±0.07	8.18±0.06	51.16±0.31	0.97±0.02	5.82±0.10
ปลายข้าว	2.39±0.12	0.72±0.01	9.37±0.35	0.06±0.03	0.73±0.06
แป้งสาลี	0.47±0.11	0.19±0.03	13.59±0.08	0.90±0.08	0.60±0.10
เปลือกกล้วย	9.54±0.13	17.45±0.11	9.77±0.21	5.10±0.07	11.41±0.11

ตัวเลขที่นำเสนอเป็นค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วิเคราะห์ตัวอย่าง 3 ซ้ำ)

ตารางที่ 2 ส่วนประกอบของอาหารทดลองแต่ละสูตร

ส่วนประกอบ (ก./อาหาร 100 ก.)	สูตรอาหาร				
	1	2	3	4	5
ปลาป่น	45	45	45	45	45
ตับหมึกป่น	4	4	4	4	4
กากถั่วเหลือง	16	16	16	16	16
ปลายข้าว	10	19	15	9	4
แป้งสาลี	16	2	1	2	2
เปลือกกล้วย	0	5	10	15	20
น้ำมันตับปลา	5	5	5	5	5
น้ำมันถั่วเหลือง	3	3	3	3	3
แร่ธาตุรวม ¹	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
วิตามินรวม ²	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
วิตามินซี	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
สารกันหืน	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
รวม	100	100	100	100	100

¹Per 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.

²Per 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.

2.4 แผนการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely randomized design: CRD) โดยจัดให้แต่ละชุดการทดลองมี 3 ซ้ำ ทำการสุ่มด้วยวิธีการจับฉลาก โดยจับหน่วยการทดลองทั้งหมด 15 หน่วย เมื่อเริ่มทำการทดลองสุ่มปลาจากถังอนุบาลมาชั่งน้ำหนัก จากนั้นเก็บปลาชุดดังกล่าวนี้ไว้เพื่อนำไปวิเคราะห์ความชื้น และองค์ประกอบทางเคมีของตัวปลาได้แก่ โปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า ตามวิธีมาตรฐานของ AOAC (1999) ปลอยปลาในตู้ทดลอง ตู้ละ 20 ตัว ใช้ลูกปลาทั้งหมด 300 ตัวโดยสุ่มปลาที่มีน้ำหนักเฉลี่ย 0.64 กรัมต่อตัว ให้อาหารวันละ 2 ครั้ง คือช่วงเช้าเวลา 8.30 น. และช่วงเย็นเวลา 16.30 น. โดยให้ปลากินอาหารจนอิ่ม บันทึกน้ำหนักอาหารที่ให้ทุก 2 สัปดาห์ตลอดการทดลอง และตรวจวัดคุณภาพน้ำทุกๆ 1 สัปดาห์

ตลอดการทดลองตามวิธีของ นิคม และ ยงยุทธ (2546) ข้อมูลที่ได้รับจากการทดลองได้แก่ การเจริญเติบโตจำเพาะ การใช้ประโยชน์โปรตีนสุทธิ อัตราการกินอาหาร อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ อัตราการรอดตาย ดัชนีตัวต่อตัว ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน คุณภาพซากของตัวปลา นำไปวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติโดยวิธี Duncan's New multiple range Test (Duncan, 1955)

2.5 การเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

2.5.1 การตรวจสอบพฤติกรรมและลักษณะที่แสดงออกภายนอก ในระหว่างการทดลองสังเกตลักษณะภายนอกทั่วไปของปลาทุกชุดการทดลอง ได้แก่ สีของผิวหนัง การเกิดบาดแผลที่ผิวหนัง ครีบ อวัยวะภายนอกอื่นๆ ลักษณะการว่ายน้ำและการขดของลำตัว ใช้ยาและสารเคมีเพื่อป้องกันโรค ตามสภาพของปลา ทำการดูดตะกอน ทำความสะอาดตู้ปลาทุกๆ 2 วัน เปลี่ยนถ่ายน้ำ เพื่อควบคุมคุณภาพน้ำให้เหมาะสมตลอดการทดลอง

2.5.2 การตรวจสอบการเจริญเติบโตของปลา ดำเนินการชั่งน้ำหนักปลาทุกๆ 2 สัปดาห์ ด้วยเครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 2 ตำแหน่ง (ก่อนการชั่งน้ำหนักงดให้อาหารเป็นเวลา 1 วัน) นับจำนวนปลาที่เหลืออยู่ สังเกตลักษณะอาการปลาตลอดการทดลอง พร้อมทั้งจดบันทึกจนสิ้นสุดการทดลอง 12 สัปดาห์ นำข้อมูลที่ได้นำมาคำนวณหาอัตราการรอดตาย (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

F = น.น.อาหารแห้งที่ปลากิน

N₀ = จำนวนปลาเริ่มต้น

W₀ = น.น.ปลาเฉลี่ยเริ่มต้น

N_t = จำนวนปลาสุดท้าย

W_t = น.น.ปลาเฉลี่ยสุดท้าย

t = ระยะเวลาที่ปลาได้รับอาหารทดลอง

2.5.3 การหาค่าดัชนีตับต่อตัว (Hepatosomatic Index) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง สุ่มปลาจากทุกชุดการทดลอง 10 ตัว นำปลาแต่ละตัวไปชั่งน้ำหนักตัวและน้ำหนักตับ นำค่าที่ได้มาคำนวณหาค่าดัชนีตับต่อตัว ตามวิธีของ Anwar and Jafri (1995) โดยสมการ

$$\text{ดัชนีตับต่อตัว (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักตับปลา} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวปลา}}$$

2.5.4 การศึกษาทางองค์ประกอบทางเคมีของปลา สุ่มตัวอย่างปลาก่อนเริ่มการทดลองจำนวน 30 ตัว นำไปวิเคราะห์ความชื้นในร่างกายนั่นที่และนำตัวอย่างปลาไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของตัวปลาได้แก่ เถ้า ไขมัน โปรตีน ตามวิธีมาตรฐานของ AOAC (1999) บันทึกเป็นองค์ประกอบทางเคมีของตัวปลาเริ่มต้น เมื่อสิ้นสุดการทดลองสุ่มตัวอย่างปลาจากแต่ละตู้ทดลอง 6 ตัวไปวิเคราะห์หาความชื้นของตัวปลาตามวิธีมาตรฐานของ AOAC (1999) และนำปลา 10 ตัวจากตู้การทดลองไปผ่านกระบวนการทำให้แห้งโดย อบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง นำตัวอย่างไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของตัวปลาได้แก่ โปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า ตามวิธีมาตรฐานของ AOAC (1999) แล้วบันทึกเป็นองค์ประกอบทางเคมีของตัวปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง จากนั้นจึงนำมาคำนวณค่าประสิทธิภาพการใช้โปรตีน ตามวิธีการของ Zeitoun et al. (1973)

$$\text{ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน (PER)} = \frac{\text{น.น.ปลาที่เพิ่มขึ้น (กรัม)}}{\text{น.น.โปรตีนที่ปลากิน (กรัม)}}$$

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

2.5.6 การตรวจสอบคุณภาพน้ำ ในขณะทดลอง ทำการตรวจสอบคุณภาพน้ำในตู้ทดลองทุกๆ 1 สัปดาห์ โดยวัดอุณหภูมิด้วยเทอร์โมมิเตอร์ วัดปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ และใช้ขวดเก็บตัวอย่างน้ำขนาด 1 ลิตร เก็บตัวอย่างน้ำก่อนเปลี่ยนน้ำ นำไปวัดค่าปริมาณแอมโมเนียและปริมาณไนไตรท์ (ตามวิธีการของ นิคม และ ยงยุทธ, 2546)

ตารางที่ 3 คุณค่าทางโภชนาการอาหารทดลองทั้ง 5 สูตร จากการวิเคราะห์ (บนฐานของวัตถุดิบแห้ง)

สูตร	ส่วนประกอบ (%)					พลังงาน (kg cal/100g)
	ความชื้น	โปรตีน	ไขมัน	ถั่ว	เยื่อใย	
1	1.30±0.05	34.66±0.25	7.92±1.04	15.79±0.29	2.05±0.30	398.05±1.87
2	1.57±0.17	33.01±0.39	7.32±0.02	16.47±0.07	2.88±0.34	399.28±3.45
3	1.64±0.17	33.08±0.31	8.16±0.40	17.11±0.20	3.62±0.26	411.17±2.81
4	1.59±0.05	33.47±0.44	7.60±0.26	17.68±0.12	4.41±0.39	402.44±1.69
5	1.69±0.05	33.41±0.44	8.39±0.41	18.43±0.01	5.16±0.37	397.54±2.23

ตัวเลขที่นำเสนอเป็นค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วิเคราะห์ตัวอย่าง 3 ซ้ำ)

บทที่ 3

ผลการทดลอง

ศึกษาผลของเปลือกกล้วยเล็บมือนางต่อการเจริญเติบโตของปลาตะกรับ

3.1 ความผิดปกติและพฤติกรรมของปลาตะกรับที่ได้รับอาหารต่างๆ

ความผิดปกติและพฤติกรรมของปลาตะกรับที่ได้รับอาหารที่มีการผสมเปลือกกล้วยเล็บมือนางทั้ง 5 ระดับคือ 0, 5, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีความผิดปกติของรูปร่าง ลักษณะภายนอก ปลาตะกรับทุกตัวมีสุขภาพแข็งแรง และมีพฤติกรรมปกติ

3.2 การเจริญเติบโต

3.2.1 น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว

น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวของปลาตะกรับที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 5 สูตรตลอดระยะเวลาการทดลอง 12 สัปดาห์ เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่เลี้ยง ดังแสดงในตารางที่ 4 โดยที่น้ำหนักปลาเริ่มทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) น้ำหนักของปลามีความแตกต่างกันในสัปดาห์ที่ 2 โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 1.02 ± 0.02 - 0.87 ± 0.07 กรัม โดยปลาที่ได้รับอาหารที่ไม่เสริมเปลือกกล้วยเล็บมือนางมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวมากที่สุดคือ 1.02 ± 0.02 กรัม และปลาที่ได้รับอาหารที่เสริมเปลือกกล้วยเล็บมือนาง 5 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวรองลงมาก็คือ 0.96 ± 0.07 กรัม ส่วนปลาที่มีน้ำหนักเฉลี่ยต่ำที่สุดคือ ปลาที่ได้รับอาหารที่เสริมเปลือกกล้วยเล็บมือนาง 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ โดยมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวคือ 0.93 ± 0.06 , 0.95 ± 0.05 และ 0.87 ± 0.07 กรัม และในสัปดาห์ที่ 4 น้ำหนักปลาไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 1.46 ± 0.05 - 1.19 ± 0.04 กรัม โดยปลาที่ได้รับอาหารที่ไม่เสริมเปลือกกล้วยเล็บมือนางมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวมากที่สุดคือ 1.46 ± 0.05 กรัม และปลาที่ได้รับอาหารที่เสริมเปลือกกล้วยเล็บมือนาง 15 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวรองลงมาก็คือ 1.39 ± 0.10 กรัม และรองมาได้แก่ปลาที่ได้รับอาหารเสริมเปลือกกล้วยเล็บมือนาง 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ โดยมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวคือ 1.36 ± 0.14 และ 1.36 ± 0.08 กรัม ปลาที่มีน้ำหนักเฉลี่ยต่ำที่สุดคือ ปลาที่ได้รับอาหารที่เสริมเปลือกกล้วยเล็บมือนาง 20 เปอร์เซ็นต์ โดยมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวคือ 1.19 ± 0.04 กรัม และในสัปดาห์ที่ 6 น้ำหนักปลาไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 2.07 ± 0.02 - 1.66 ± 0.16 กรัม โดยปลาที่ได้รับอาหารที่ไม่เสริมเปลือกกล้วยเล็บมือนางมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวมากที่สุดคือ 2.07 ± 0.02 กรัม และปลาที่ได้รับอาหารที่เสริมเปลือกกล้วยเล็บมือนาง 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวรองลงมาก็คือ 2.01 ± 0.31 , 2.04 ± 0.14 และ 2.02 ± 0.19 กรัม ปลาที่มีน้ำหนักเฉลี่ยต่ำที่สุดคือ ปลาที่ได้รับอาหารที่เสริมเปลือกกล้วยเล็บมือนาง 20 เปอร์เซ็นต์ โดยมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวคือ 1.66 ± 0.16 กรัม และในสัปดาห์ที่ 8 น้ำหนักปลาไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 3.33 ± 0.67 - 2.63 ± 0.37 กรัม ปลาที่ได้รับอาหารที่เสริม

เปลือกกล้วยเล็บมือนาง 5 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวมากที่สุดคือ 3.33 ± 0.67 กรัม และปลาที่ได้รับอาหารที่ไม่เสริมเปลือกกล้วยเล็บมือนาง ปลาที่ได้รับอาหารเสริมเปลือกกล้วยเล็บมือนาง 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวรองลงมาก็คือ 3.32 ± 0.44 , 3.30 ± 0.22 และ 3.1 ± 0.40 กรัม ปลาที่น้ำหนักเฉลี่ยต่ำที่สุดคือ ปลาที่ได้รับอาหารที่เสริมเปลือกกล้วยเล็บมือนาง 20 เปอร์เซ็นต์ โดยมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวคือ 2.63 ± 0.37 กรัม และในสัปดาห์ที่ 10 น้ำหนักปลาไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 5.01 ± 1.05 - 3.84 ± 0.76 กรัม ปลาที่ได้รับอาหารที่เสริมเปลือกกล้วยเล็บมือนาง 5 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวมากที่สุดคือ 5.01 ± 1.05 กรัม และปลาที่ได้รับอาหารที่ไม่เสริมเปลือกกล้วยเล็บมือนาง ปลาที่ได้รับอาหารเสริมเปลือกกล้วยเล็บมือนาง 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวรองลงมาก็คือ 4.99 ± 0.77 , 4.66 ± 0.44 และ 4.53 ± 0.82 กรัม ปลาที่น้ำหนักเฉลี่ยต่ำที่สุดคือ ปลาที่ได้รับอาหารที่เสริมเปลือกกล้วยเล็บมือนาง 20 เปอร์เซ็นต์ โดยมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวคือ 3.84 ± 0.76 กรัม และในสัปดาห์ที่ 12 น้ำหนักปลาไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 7.75 ± 0.75 - 6.09 ± 1.29 กรัม โดยปลาที่ได้รับอาหารที่ไม่เสริมเปลือกกล้วยเล็บมือนางมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวมากที่สุดคือ 7.75 ± 0.75 กรัม และปลาที่ได้รับอาหารที่เสริมเปลือกกล้วยเล็บมือนาง 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวรองลงมาก็คือ 7.65 ± 1.40 , 7.17 ± 0.53 และ 7.0 ± 1.20 กรัม ปลาที่ได้รับอาหารที่เสริมเปลือกกล้วยเล็บมือนาง 20 เปอร์เซ็นต์ โดยมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวคือ 6.09 ± 1.29 กรัม

3.2.2 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น

น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของปลาตะกรับที่ได้รับอาหารทั้ง 5 สูตรเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ แสดงดังตารางที่ 5 พบว่าน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของปลาที่ได้รับอาหารทั้ง 5 สูตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ระหว่างชุดการทดลอง โดยมีค่าอยู่ในช่วง $1,113.29 \pm 195.00$ - 841.40 ± 135.70 เปอร์เซ็นต์ โดยปลาที่ได้รับอาหารเสริมเปลือกกล้วยเล็บมือนาง 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มสูงขึ้นสูงที่สุดคือ $1,113.29 \pm 195.00$ และ $1,058.67 \pm 45.81$ เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ปลาที่ได้รับอาหารที่ไม่เสริมเปลือกกล้วยเล็บมือนาง และ ปลาที่ได้รับอาหารเสริมเปลือกกล้วยเล็บมือนาง 15 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักเฉลี่ยเพิ่มขึ้นคือ $1,053.77 \pm 102.72$ และ $1,003.56 \pm 152.63$ เปอร์เซ็นต์ ส่วนปลาที่มีน้ำหนักเฉลี่ยต่ำที่สุด ปลาที่ได้รับอาหารเสริมเปลือกกล้วยเล็บมือนาง 20 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักเฉลี่ยเพิ่มขึ้นคือ 841.40 ± 135.70 เปอร์เซ็นต์

3.2.3 อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ

อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของปลาตะกรับที่ได้รับอาหารทั้ง 5 สูตรเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ แสดงดังตารางที่ 5 พบว่าอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของปลาตะกรับที่ได้รับอาหารทั้ง 5 สูตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ระหว่างชุดการทดลอง โดยมีค่าอยู่ในช่วง 2.96 ± 0.19 - 2.66 ± 0.18 เปอร์เซ็นต์ โดยปลาที่ได้รับอาหารเสริมเปลือกกล้วยเล็บมือนาง 5 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ยสูงที่สุดคือ 2.96 ± 0.19 เปอร์เซ็นต์ ปลาที่ได้รับอาหารที่ไม่เสริมเปลือกกล้วยเล็บมือนาง ปลาที่ได้รับอาหารเสริมเปลือกกล้วยเล็บมือนาง 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะรองลงมาคือ 2.91 ± 0.11 , 2.92 ± 0.47 และ 2.85 ± 0.17 เปอร์เซ็นต์ ปลาที่ได้รับอาหารที่เสริมเปลือกกล้วยเล็บมือนาง 20 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะต่ำที่สุดคือ 2.66 ± 0.18 เปอร์เซ็นต์

3.2.4 อัตราการกินอาหาร

อัตราการกินอาหารของปลาตะกรับที่ได้รับอาหารทั้ง 5 สูตรเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ แสดงดังตารางที่ 5 พบว่าอัตราการกินอาหารของปลาตะกรับที่ได้รับอาหารทั้ง 5 สูตร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 7.53 ± 1.26 - 6.28 ± 0.24 เปอร์เซ็นต์ โดยปลาที่ได้รับอาหารเสริมเปลือกกล้วยเล็บมือนาง 20 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการกินอาหารเฉลี่ยสูงที่สุดคือ 7.53 ± 1.26 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาปลาที่ได้รับอาหารเสริมเปลือกกล้วยเล็บมือนาง 10 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการกินอาหารเฉลี่ยคือ 7.45 ± 0.68 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาปลาที่ได้รับอาหารเสริมเปลือกกล้วยเล็บมือนาง 5 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการกินอาหารเฉลี่ยคือ 6.89 ± 0.47 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาปลาที่ได้รับอาหารเสริมเปลือกกล้วยเล็บมือนาง 15 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการกินอาหารเฉลี่ยคือ 6.86 ± 0.79 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปลาที่ได้รับอาหารเสริมเปลือกกล้วยเล็บมือนาง 0 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการกินอาหารเฉลี่ยต่ำที่สุดคือ 6.28 ± 0.24 เปอร์เซ็นต์

3.2.5 อัตราการรอดตาย

อัตราการรอดตายของปลาตะกรับที่ได้รับอาหารทั้ง 5 สูตร เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ แสดงดังตารางที่ 5 พบว่าปลาที่ได้รับอาหารผสมเปลือกกล้วยเล็บมือนางทั้ง 5 สูตร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ระหว่างชุดการทดลอง

3.2.6 อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ

อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลาตะกรับที่ได้รับอาหารทั้ง 5 สูตร เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ แสดงดังตารางที่ 6 พบว่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลาที่ได้รับอาหารทั้ง 5 สูตร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 3.51 ± 0.65 - 2.87 ± 0.12 เปอร์เซ็นต์ โดยปลาที่ได้รับอาหารเสริมเปลือกกล้วยเล็บมือนาง 20 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อเฉลี่ยสูงที่สุดคือ 3.51 ± 0.65 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ปลาที่ได้รับอาหารเสริมเปลือกกล้วยเล็บมือนาง 10 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อเฉลี่ยคือ 3.40 ± 0.32 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ปลาที่ได้รับอาหารเสริมเปลือกกล้วยเล็บมือนาง 15 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อเฉลี่ยคือ 3.15 ± 0.40 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ปลาที่ได้รับอาหารเสริมเปลือกกล้วยเล็บมือนาง 5 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อเฉลี่ยคือ 3.14 ± 0.25 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปลาที่ได้รับอาหารเสริมเปลือกกล้วยเล็บมือนาง 0 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อเฉลี่ยต่ำที่สุดคือ 2.87 ± 0.12 เปอร์เซ็นต์

3.2.7 ดัชนีตับต่อตัว

ดัชนีตับต่อตัวของปลาตะกรับที่ได้รับอาหารทั้ง 5 สูตร เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ แสดงดังตารางที่ 6 พบว่าดัชนีตับต่อตัวของปลาที่ได้รับอาหารทั้ง 5 สูตร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 4.12 ± 0.27 - 3.63 ± 0.57 เปอร์เซ็นต์ โดยปลาที่ได้รับอาหารเสริมเปลือกกล้วยเล็บมือนาง 5 เปอร์เซ็นต์ มีดัชนีตับต่อตัวเฉลี่ยสูงที่สุดคือ 4.12 ± 0.27 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาปลาที่ได้รับอาหารเสริมเปลือกกล้วยเล็บมือนาง 10 เปอร์เซ็นต์ มีดัชนีตับต่อตัวเฉลี่ยคือ 3.99 ± 0.22 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาปลาที่ได้รับอาหารเสริมเปลือกกล้วยเล็บมือนาง 15 เปอร์เซ็นต์ มีดัชนีตับต่อตัวเฉลี่ยคือ 3.98 ± 1.38 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาปลาที่ได้รับอาหารเสริมเปลือกกล้วยเล็บมือนาง 0 เปอร์เซ็นต์ มีดัชนีตับต่อตัวเฉลี่ยคือ 3.82 ± 0.40 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปลาที่ได้รับอาหารเสริมเปลือกกล้วยเล็บมือนาง 20 เปอร์เซ็นต์ มีดัชนีตับต่ำที่สุดต่อตัวเฉลี่ยคือ 3.63 ± 0.57 เปอร์เซ็นต์

3.2.8 ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน

ประสิทธิภาพการใช้โปรตีนของปลาตะกรับที่ได้รับอาหารทั้ง 5 สูตร เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ แสดงดังตารางที่ 6 พบว่าประสิทธิภาพการใช้โปรตีนของปลาที่ได้รับอาหารทั้ง 5 สูตร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.92 ± 0.04 - 0.78 ± 0.14 เปอร์เซ็นต์ โดยปลาที่ได้รับอาหารเสริมเปลือกกล้วยเล็บมือนาง 0 เปอร์เซ็นต์ มีประสิทธิภาพการใช้โปรตีนเฉลี่ยสูงที่สุดคือ 0.92 ± 0.04 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาปลาที่ได้รับ

อาหารเสริมเปลือกกล้วยเล็บมือนาง 5 เปอร์เซ็นต์ มีประสิทธิภาพการใช้โปรตีนเฉลี่ยคือ 0.88 ± 0.08 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาปลาที่ได้รับอาหารเสริมเปลือกกล้วยเล็บมือนาง 15 เปอร์เซ็นต์ มีประสิทธิภาพการใช้โปรตีนเฉลี่ยคือ 0.86 ± 0.12 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาปลาที่ได้รับอาหารเสริมเปลือกกล้วยเล็บมือนาง 10 เปอร์เซ็นต์ มีประสิทธิภาพการใช้โปรตีน

3.3 ส่วนประกอบทางโภชนาการของปลาทั้งตัว

ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางโภชนาการของปลาทั้งตัว เมื่อสิ้นสุดการทดลอง (ตารางที่ 7) พบว่า ความชื้น โปรตีน ไขมัน และเถ้าของปลาที่ได้รับอาหารผสมเปลือกกล้วย เล็บมือนางทุกระดับ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) โดยมีค่าความชื้นอยู่ในช่วง 65.75 ± 0.02 - 64.74 ± 0.52 เปอร์เซ็นต์ โปรตีนอยู่ในช่วง 46.63 ± 0.99 - 44.72 ± 1.14 เปอร์เซ็นต์ ไขมันอยู่ในช่วง 34.38 ± 0.73 - 36.69 ± 0.15 เปอร์เซ็นต์ และเถ้าอยู่ในช่วง 16.20 ± 0.51 - 14.20 ± 0.70 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 7 คุณค่าทางโภชนาการของปลาตะกรับหลังการเลี้ยง 12 สัปดาห์ (บนฐานของวัตถุแห้ง)

สูตร	ความชื้น	โปรตีน	ไขมัน	เถ้า
เริ่มเลี้ยง	72.16 ± 0.39	57.74 ± 0.12	18.68 ± 1.38	20.83 ± 0.70
1	65.75 ± 0.02^a	44.97 ± 0.81^a	36.48 ± 1.89^a	14.98 ± 0.13^a
2	64.82 ± 0.04^a	44.97 ± 0.46^a	36.69 ± 0.15^a	16.20 ± 0.51^a
3	65.35 ± 1.10^a	45.05 ± 1.39^a	36.38 ± 0.46^a	14.72 ± 0.51^a
4	64.75 ± 0.52^a	46.63 ± 0.99^a	35.99 ± 1.93^a	14.20 ± 0.70^a
5	64.97 ± 0.57^a	44.72 ± 1.14^a	34.38 ± 0.73^a	14.81 ± 0.78^a

ตัวเลขที่นำเสนอเป็นค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วิเคราะห์ตัวอย่าง 3 ซ้ำ)

3.4 คุณภาพน้ำ

คุณภาพน้ำในระหว่างการทดลองเลี้ยงปลาดุกกับด้วยสูตรอาหารทั้ง 5 สูตร ที่เสริมด้วยเปลือกกล้วยเล็บมือนางที่ระดับต่างกัน คือ 0, 5, 10, 15 และ 20 กรัมต่ออาหาร 100 กรัม เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันในระหว่างชุดการทดลองและมีค่าเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ โดยอุณหภูมิ มีค่าในช่วง 27.00 – 30.00 องศาเซลเซียส ความเค็ม มีค่า 5.00 ส่วนในพันส่วน ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ มีค่าในช่วง 5.62-6.81 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณไนโตรเจน-ไนโตรเจน มีค่าในช่วง 0.24-1.73 มิลลิกรัมต่อลิตร และปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน มีค่าในช่วง 0.03-0.69 มิลลิกรัมต่อลิตร

ตารางที่ 8 อุณหภูมิน้ำตลอดระยะเวลาการทดลอง 12 สัปดาห์

สัปดาห์	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)				
	1	2	3	4	5
1	29.00±0.00	29.00±0.00	29.00±0.00	29.00±0.00	29.00±0.00
2	30.00±0.00	30.00±0.00	30.00±0.00	30.00±0.00	30.00±0.00
3	29.00±0.00	29.00±0.00	29.00±0.00	29.00±0.00	29.00±0.00
4	28.00±0.00	28.00±0.00	28.00±0.00	28.00±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	29.00±0.00	29.00±0.00	29.00±0.00	29.00±0.00	29.00±0.00
7	27.00±0.00	27.00±0.00	27.00±0.00	27.00±0.00	27.00±0.00
8	29.00±0.00	29.00±0.00	29.00±0.00	29.00±0.00	29.00±0.00
9	30.00±0.00	30.00±0.00	30.00±0.00	30.00±0.00	30.00±0.00
10	28.00±0.00	28.00±0.00	28.00±0.00	28.00±0.00	28.00±0.00
11	27.00±0.00	27.00±0.00	27.00±0.00	27.00±0.00	27.00±0.00
12	29.00±0.00	29.00±0.00	29.00±0.00	29.00±0.00	29.00±0.00

ตัวเลขที่นำมาเสนอเป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (จากการวิเคราะห์ตัวอย่าง 3 ซ้ำ)

ตารางที่ 9 ความเค็มน้ำตลอดระยะเวลาการทดลอง 12 สัปดาห์

สัปดาห์	ความเค็ม (ส่วนในพันส่วน)				
	1	2	3	4	5
1	5.00±0.00	5.00±0.00	5.00±0.00	5.00±0.00	5.00±0.00
2	5.00±0.00	5.00±0.00	5.00±0.00	5.00±0.00	5.00±0.00
3	5.00±0.00	5.00±0.00	5.00±0.00	5.00±0.00	5.00±0.00
4	5.00±0.00	5.00±0.00	5.00±0.00	5.00±0.00	5.00±0.00
5	5.00±0.00	5.00±0.00	5.00±0.00	5.00±0.00	5.00±0.00
6	5.00±0.00	5.00±0.00	5.00±0.00	5.00±0.00	5.00±0.00
7	5.00±0.00	5.00±0.00	5.00±0.00	5.00±0.00	5.00±0.00
8	5.00±0.00	5.00±0.00	5.00±0.00	5.00±0.00	5.00±0.00
9	5.00±0.00	5.00±0.00	5.00±0.00	5.00±0.00	5.00±0.00
10	5.00±0.00	5.00±0.00	5.00±0.00	5.00±0.00	5.00±0.00
11	5.00±0.00	5.00±0.00	5.00±0.00	5.00±0.00	5.00±0.00
12	5.00±0.00	5.00±0.00	5.00±0.00	5.00±0.00	5.00±0.00

ตัวเลขที่นำมาเสนอเป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (จากการวิเคราะห์ตัวอย่าง 3 ซ้ำ)

ตารางที่ 10 ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำตลอดระยะเวลาการทดลอง 12 สัปดาห์

สัปดาห์	ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร)				
	1	2	3	4	5
1	6.57±0.11	6.62±0.48	6.00±0.21	6.19±0.28	5.98±0.48
2	6.57±0.11	6.62±0.48	6.00±0.21	6.19±0.28	5.98±0.48
3	6.27±0.36	6.62±0.48	6.04±0.38	6.56±0.34	6.40±0.36
4	6.27±0.36	6.62±0.48	6.04±0.38	6.56±0.34	6.40±0.36
5	6.21±0.67	6.27±0.81	5.62±0.37	5.97±0.82	6.24±0.34
6	6.21±0.67	6.27±0.81	5.62±0.37	5.97±0.82	6.24±0.34
7	6.55±0.52	6.40±0.24	6.80±0.41	6.81±0.49	6.81±0.62
8	6.55±0.52	6.40±0.24	6.80±0.41	6.81±0.49	6.81±0.62
9	6.65±0.54	6.58±0.47	6.76±0.46	6.34±0.14	6.50±0.25
10	6.65±0.54	6.58±0.47	6.76±0.46	6.34±0.14	6.50±0.25
11	6.39±0.15	6.91±0.20	6.34±0.05	6.73±0.36	6.33±0.04
12	6.39±0.15	6.91±0.20	6.34±0.05	6.73±0.36	6.33±0.04

ตัวเลขที่นำมาเสนอเป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (จากการวิเคราะห์ตัวอย่าง 3 ซ้ำ)

ตารางที่ 11 ปริมาณไนโตรเจน-ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร)

สัปดาห์	ปริมาณไนโตรเจน - ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร)				
	1	2	3	4	5
1	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
2	0.07±0.08	0.06±0.04	0.04±0.03	0.07±0.05	0.07±0.03
3	0.24±0.02	0.28±0.05	0.29±0.06	0.29±0.07	0.27±0.03
4	0.52±0.20	0.58±0.18	0.66±0.15	0.45±0.17	0.45±0.08
5	0.29±0.06	0.28±0.07	0.27±0.12	0.29±0.07	0.31±0.06
6	0.65±0.49	0.40±0.20	0.71±0.60	0.55±0.49	0.61±0.55
7	1.05±0.14	0.92±0.19	0.80±0.02	0.79±0.17	1.06±0.17
8	1.12±0.45	1.42±0.04	1.43±0.08	1.82±1.64	1.74±0.66
9	1.23±0.21	1.67±1.12	1.44±0.96	1.63±0.32	1.60±0.46
10	0.92±0.06	0.85±0.07	0.80±0.02	0.86±0.12	0.94±0.03
11	1.57±0.51	1.56±1.29	1.37±0.86	1.73±0.31	1.73±0.40
12	0.69±0.15	0.52±0.11	0.62±0.14	0.48±0.13	0.49±0.12

ตัวเลขที่นำมาเสนอเป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (จากการวิเคราะห์ตัวอย่าง 3 ซ้ำ)

ตารางที่ 12 ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนน้ำตลอดระยะเวลาการทดลอง 12 สัปดาห์

สัปดาห์	แอมโมเนีย - ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร)				
	1	2	3	4	5
1	0.04±0.01	0.03±0.01	0.07±0.02	0.05±0.01	0.06±0.02
2	0.49±0.04	0.54±0.01	0.45±0.10	0.35±0.05	0.45±0.11
3	0.66±0.20	0.63±0.16	0.59±0.24	0.68±0.17	0.75±0.03
4	0.57±0.42	0.68±0.31	0.34±0.15	0.39±0.15	0.36±0.08
5	0.30±0.05	0.51±0.04	0.33±0.06	0.36±0.07	0.43±0.07
6	0.53±0.11	0.52±0.09	0.53±0.07	0.56±0.07	0.58±0.05
7	0.69±0.04	0.43±0.06	0.48±0.10	0.58±0.11	0.50±0.08
8	0.49±0.06	0.36±0.04	0.39±0.06	0.45±0.11	0.38±0.04
9	0.26±0.12	0.23±0.03	0.29±0.09	0.18±0.07	0.18±0.01
10	0.24±0.08	0.24±0.02	0.31±0.07	0.24±0.01	0.21±0.03
11	0.42±0.03	0.54±0.06	0.47±0.09	0.39±0.10	0.40±0.08
12	0.22±0.03	0.44±0.06	0.31±0.06	0.48±0.05	0.41±0.10

ตัวเลขที่นำมาเสนอเป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (จากการวิเคราะห์ตัวอย่าง 3 ซ้ำ)

บทที่ 4

วิจารณ์ผลการทดลอง

การทดลองครั้งนี้เป็นการใช้ประโยชน์จากเปลือกกล้วยเล็บมือนางเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เปลือกกล้วยเล็บมือนางจัดเป็นขยะหรือของเสียจากการแปรรูปกล้วยเล็บมือนางซึ่งเป็นสินค้าประจำจังหวัดชุมพร สำหรับคุณค่าทางโภชนาการของกล้วยเล็บมือนางยังไม่พบรายงานการศึกษามาก่อน ผลจากการศึกษาพบว่าเปลือกกล้วยเล็บมือนางมีคุณค่าทางโภชนาการที่น่าสนใจและเมื่อเปรียบเทียบกับคุณค่าทางโภชนาการกับเปลือกกล้วยชนิดอื่น เปลือกกล้วยเล็บมือนางจากการทดลองครั้งนี้มีโปรตีนสูงกว่าเปลือกกล้วย *Musa sapientum* ซึ่งมีโปรตีน 0.9 เปอร์เซ็นต์ (Anhwange et al., 2009) และสูงกว่าเปลือกกล้วยจากการรายงานของ Nambi-Kasozi et al. (2014) ซึ่งมีโปรตีน 6 เปอร์เซ็นต์ และสูงกว่าเปลือกกล้วย *Musa paradaisica* ซึ่งมีโปรตีน 4.6-7.7 เปอร์เซ็นต์ (Nagarajaiah and Prakash. 2011) สูงกว่าเปลือกกล้วย *Musa ABB* ซึ่งมีโปรตีน 8.6 เปอร์เซ็นต์ (Wachirasiri et al., 2009) และสูงกว่าเปลือกกล้วยน้ำว้า *Musa ABB* ซึ่งมีโปรตีน 4.56 เปอร์เซ็นต์ (สุเทพ 2539) สำหรับไขมัน พบว่าเปลือกกล้วยเล็บมือนางจากการทดลองครั้งนี้มีไขมันสูงกว่าเปลือกกล้วย *Musa sapientum* ซึ่งมีไขมัน 1.7 เปอร์เซ็นต์ แต่มีไขมันใกล้เคียงกับเปลือกกล้วย *Musa paradaisica* ซึ่งมีไขมัน 5.13-11.26 เปอร์เซ็นต์ (Nagarajaiah and Prakash. 2011) และใกล้เคียงกับเปลือกกล้วยจากการรายงานของ Nambi-Kasozi et al. (2014) ซึ่งมีไขมัน 5.6 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ไขมันจากเปลือกกล้วยจากการศึกษาครั้งนี้มีค่าต่ำกว่าเปลือกกล้วยน้ำว้า *Musa ABB* ซึ่งมีไขมัน 8.62 เปอร์เซ็นต์ (สุเทพ 2539) และต่ำกว่าเปลือกกล้วย *Musa ABB* ซึ่งมีไขมัน 13.1 เปอร์เซ็นต์ (Wachirasiri et al., 2009) สำหรับเถ้าพบว่าเปลือกกล้วยเล็บมือนางจากการทดลองครั้งนี้มีเถ้าสูงกว่าเปลือกกล้วย *Musa paradaisica*, เปลือกกล้วยน้ำว้า และเปลือกกล้วย *Musa ABB* ซึ่งมีค่าดังนี้ 11.71, 8.9-12.96, 15.25 เปอร์เซ็นต์ (สุเทพ 2539; Nagarajaiah and Prakash. 2011; Wachirasiri et al., 2009) สำหรับเยื่อใย พบว่าเปลือกกล้วยเล็บมือนางจากการทดลองครั้งนี้มีเยื่อใยใกล้เคียงกับเปลือกกล้วยน้ำว้า คือ 10.71 เปอร์เซ็นต์ (สุเทพ 2539) แต่ต่ำกว่าเปลือกกล้วย *Musa sapientum* และ *Musa paradaisica* ซึ่งมีเยื่อใยเท่ากันคือ 31.7 เปอร์เซ็นต์ (Anhwange et al., 2009; Nambi-Kasozi et al., 2014)

การเลี้ยงปลาตะกรับ สำหรับความเค็มในการทดลองครั้งนี้ใช้ความเค็มที่ 5 ส่วนในพันส่วน ตลอดระยะเวลาทดลอง 12 สัปดาห์ ซึ่งไม่มีผลต่อการเจริญเติบโต ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาอัตราการรอดของลูกปลาตะกรับอายุ 45-120 วัน ที่อนุบาลในน้ำเค็มความเค็มต่ำ คือ

2.5, 5.0, 7.5 และ 10 ส่วนในพันส่วน พบว่าระดับความเค็ม 5.0 ส่วนในพันส่วน ลูกปลามีน้ำหนัก และความยาวเหยียดสูงสุด ดังนั้นการอนุบาลลูกปลาตะกรับตั้งแต่แรกฟักจนถึงระยะวัยรุ่น ควรใช้ระดับความเค็มต่ำที่ 5 ส่วนในพันส่วน เพื่อให้ลูกปลามีการเจริญเติบโตดีที่สุด (จิระยุทธ และคณะ, 2555) อาหารทดลองสำหรับการเลี้ยงปลาตะกรับครั้งนี้เป็นอาหารเม็ดสำเร็จรูปที่ผลิตขึ้นเอง เป็นอาหารชนิดจมน้ำ เนื่องจากรายงานการศึกษาของ วลีรัตน์ และกฤษณา (2552) ศึกษาผลของอาหารสำเร็จรูปชนิดลอยน้ำและจมน้ำต่อการเลี้ยงปลาตะกรับ โดยนำอาหารสำเร็จรูปชนิดลอยน้ำสำหรับปลากะพงขาวและอาหารสำเร็จรูปชนิดจมน้ำสำหรับกุ้งกุลาดำมาใช้เลี้ยงปลาตะกรับ ให้อาหาร 2 มื้อ ประมาณ 60 วัน พบว่าปลาตะกรับกินอาหารสำเร็จรูปชนิดจมน้ำได้ดีกว่าอาหารสำเร็จรูปชนิดลอยน้ำ คุณค่าทางโภชนาการของอาหารทดลองเสริมเปลือกกล้วยเล็บมือนางพบว่า ปริมาณเถ้าและเยื่อใยเพิ่มขึ้นตามระดับของเปลือกกล้วยที่เสริม เนื่องจากในเปลือกกล้วยเล็บมือนางมีองค์ประกอบของเถ้าและเยื่อใยปริมาณสูง ดังนั้นการเสริมเปลือกกล้วยเล็บมือนางในสูตรอาหารแต่ละสูตรจึงมีผลต่อองค์ประกอบทางโภชนาการของอาหารที่แตกต่างกันไป สำหรับผลของเปลือกกล้วยเล็บมือนางต่ออัตราการรอดตาย พบว่าจากการเสริมเปลือกกล้วยเล็บมือนางในระดับต่างๆ ไม่มีผลต่อการรอดตายปลาตะกรับในทุกชุดการทดลอง เนื่องจากเปลือกกล้วยมีสารต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งสอดคล้องกับ การรายงานของ Gonzalez-Montelongo et al. (2010) พบว่าเปลือกกล้วยมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ นอกจากนี้ยังมีฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียและลดความเครียด กระตุ้นภูมิคุ้มกันและเพิ่มความต้านทานโรคของกุ้งก้ามกราม ซึ่งจากการศึกษาของ Rattanavichai and Cheng (2014) ทดลองฉีดสารสกัดจากเปลือกกล้วย 1, 3 และ 6 ไมโครกรัมต่อกรัม เป็นเวลา 6 วัน พบว่าอัตราการรอดตายของกุ้งเป็น 28.6%, 31.1% และ 47.8% ดังนั้นสารสกัดจากเปลือกกล้วยสามารถกระตุ้นภูมิคุ้มกันและลดความเครียดของกุ้งได้

การเจริญเติบโตของปลาตะกรับจากการทดลองครั้งนี้มีค่าต่ำกว่าการรายงานของเพ็ญศรี และคณะ (2556) เนื่องจากปริมาณโปรตีนในอาหาร ซึ่งใช้อาหารกุ้งมีโปรตีนไม่ต่ำกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ขณะที่จากการศึกษาครั้งนี้อาหารทดลองมีปริมาณโปรตีนเพียง 33-34 เปอร์เซ็นต์ อีกทั้งขนาดปลาเริ่มต้นต่างกัน สำหรับค่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื่องจากการทดลองครั้งนี้สูงกว่าการรายงานของเพ็ญศรี และคณะ (2556) เนื่องจากปริมาณโปรตีนที่แตกต่างแล้ว การทดลองของเพ็ญศรี และคณะ (2556) มีการเสริมสาหร่ายไส้ไก่ (*Ulva intestinalis*) ในรูปแบบสด ส่งค่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อต่ำลง สำหรับเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่เพิ่มของปลาตะกรับจากการทดลองครั้งนี้มีเปอร์เซ็นต์สูงกว่าการรายงานของ เพ็ญศรี และคณะ (2556) เนื่องจากขนาดปลาเริ่มต้นในการเลี้ยงมีขนาดต่างกัน ซึ่งจากการทดลองครั้งนี้ใช้ปลาเริ่มต้นขนาดเล็กกว่าส่งผลให้ค่าเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่เพิ่มสูงกว่า

องค์ประกอบทางโภชนาการของปลาทั้งตัว พบว่าการเสริมเปลือกกล้วยเล็บมือนางในอาหารสำหรับเลี้ยงปลาตะกรับทุกระดับของเปลือกกล้วยเล็บมือนางที่เสริม ไม่มีผลที่แตกต่าง

กันของความชื้น โปรตีน ไขมัน และเถ้า องค์ประกอบทางโภชนาการของปลาทั้งตัวจากการทดลองครั้งนี้พบว่าโปรตีนและไขมันสูงกว่าการรายงานของ Sivan and Radhakrishnan (2011) ซึ่งเก็บตัวอย่างปลาตะกรับจากแหล่งน้ำธรรมชาติในรอบปี โดยมีปริมาณโปรตีนและไขมันคือ 15.13-17.47 และ 5.16-7.92 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งปลาจากแหล่งน้ำธรรมชาติและระบบการเพาะเลี้ยงย่อมมีความสมบูรณ์ต่างกัน

การใช้เปลือกกล้วยเล็บมือนางสำหรับการเลี้ยงสัตว์น้ำยังไม่พบรายงานการศึกษามาก่อน โดยรายงานการศึกษาก่อนนี้เป็นการใช้เปลือกกล้วยน้ำว้ามาเสริมในอาหารสำหรับเลี้ยงปลาแรด พบว่าระดับเปลือกกล้วยน้ำว้าสามารถใช้เสริมในอาหารปลาแรดขนาด 1.2-1.60 กรัม ได้ 8.70 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้การเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ อัตราการรอดตาย องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปลาและดัชนีตับต่อตัวสูงกว่าปลาแรดกลุ่มที่ได้รับเปลือกกล้วยน้ำว้า 17.40, 26.10 และ 34.80 เปอร์เซ็นต์ (สุเทพ 2539) ซึ่งจากการทดลองครั้งนี้ พบว่าการเสริมเปลือกกล้วยเล็บมือนางในอาหารสำหรับเลี้ยงปลาตะกรับทุกระดับของเปลือกกล้วยเล็บมือนางที่เสริม ไม่มีผลที่แตกต่างกันของ อัตราการกินอาหาร อัตราการรอดตาย อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ดัชนีตับต่อตัว ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน และคุณค่าทางโภชนาการของปลาตะกรับ แต่มีผลที่แตกต่างกันของเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ โดยพบว่าเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของปลาที่ได้รับการเสริมเปลือกกล้วยเล็บมือนาง 5 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงสุด รองมาเป็นกลุ่มปลาที่ได้รับการเสริมเปลือกกล้วยเล็บมือนาง 10, 0 และ 15 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ปลาที่ได้รับการเสริมเปลือกกล้วยเล็บมือนาง 20 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะต่ำที่สุด ซึ่งอาจเนื่องจากเปลือกกล้วยมีสารแทนนินเป็นส่วนประกอบ การเพิ่มระดับเปลือกกล้วยสูงขึ้นก็เพิ่มปริมาณสารแทนนินมากขึ้น ซึ่งแทนนินสามารถยับยั้งเอนไซม์ที่ช่วยย่อยอาหาร (Tamir and Alumot, 1969) จึงส่งผลให้การเสริมเปลือกกล้วย 20 เปอร์เซ็นต์มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะต่ำที่สุด ดังนั้นการเสริมเปลือกกล้วยเล็บมือนางในอาหารสำหรับเลี้ยงปลาตะกรับสามารถเสริมได้ถึง 15 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่ส่งผลกระทบต่ออัตราการเจริญเติบโต อัตราการกินอาหาร อัตราการรอดตาย อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ดัชนีตับต่อตัว ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน และคุณค่าทางโภชนาการของปลาตะกรับ แต่การเสริมเปลือกกล้วยเล็บมือนางในอาหารสำหรับเลี้ยงปลาตะกรับในระดับ 5 เปอร์เซ็นต์ เป็นระดับที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งมีค่าเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะสูงกว่าการเสริมในระดับ 0 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่รายงาน

การศึกษาของสุเทพ (2539) พบว่าการเสริมเปลือกกล้วยน้ำว้าระดับ 0 เปอร์เซ็นต์มีความเฉลี่ย
น้ำหนักเฉลี่ยเพิ่มขึ้นสูงสุด

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาผลของเปลือกกล้วยเล็บมือนางต่อ การเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้ อาหาร และองค์ประกอบทางโภชนาการของร่างกายปลาตะกรับ สามารถสรุปได้ดังนี้

5.1 องค์ประกอบทางเคมีของเปลือกกล้วยเล็บมือนาง ประกอบด้วย โปรตีน ไขมัน เถ้า เยื่อใยดังต่อไปนี้ 9.77 ± 0.21 , 5.10 ± 0.07 , 17.45 ± 0.11 และ 11.41 ± 0.11 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

5.2 การเสริมเปลือกกล้วยเล็บมือนางในอาหารสำหรับเลี้ยงปลาตะกรับ สามารถเสริม ได้สูงถึง 15 เปอร์เซ็นต์สำหรับการทดลองนี้โดยไม่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้อาหารอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ อัตราการรอดตาย และองค์ประกอบ ทางโภชนาการของร่างกายปลาตะกรับ

5.3 การเสริมเปลือกกล้วยเล็บมือนางในอาหารสำหรับเลี้ยงปลาตะกรับในระดับ 5 เปอร์เซ็นต์ เป็นระดับที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจากเป็นระดับที่ส่งผลให้น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นและอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะสูงที่สุด

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงผลของเปลือกกล้วยเล็บมือนางต่อภูมิคุ้มกันของปลา ตะกรับ
2. ควรส่งเสริมให้มีการศึกษาวิจัยการใช้ประโยชน์จากเปลือกกล้วยเล็บมือนางในด้าน ต่างๆ

รายงานสรุปการเงิน ประจำปีงบประมาณ 2558
รหัสโครงการ สกอ 2558A11862006
โครงการส่งเสริมการวิจัยในอุดมศึกษาและพัฒนามหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติ
สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา

ชื่อมหาวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ชื่อโครงการ (ไทย) ผลของเปลือกกล้วยเล็บมือนาง (Musa AA group 'Kluai Leb Mue Nang') ต่อ การ
เจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้อาหาร และองค์ประกอบทางโภชนาการของร่างกายปลาตะกรับ
(*Scatophagus argus* Linnaeus, 1766)

(อังกฤษ) Effects of banana peel (Musa AA group 'Kluai Leb Mue Nang') as Feed
Supplements in Diet on Growth Performance, Feed Utilization and Body Composition of Spotted
Scat (*Scatophagus argus* Linnaeus, 1766)

ชื่อ-สกุลหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน/ผู้วิจัย ผศ.ดร.มนต์สรวง ยางทอง
รายงานในช่วงตั้งแต่วันที่ 1 เมษายน 2558 ถึงวันที่ 30 มีนาคม 2559
ระยะเวลาทำวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ 1 เมษายน 2558 ถึง 30 มีนาคม 2559

รายจ่าย

หมวด	งบประมาณรวมทั้ง โครงการ (บาท)	ค่าใช้จ่ายงวดปัจจุบัน	คงเหลือ (หรือใช้เกิน)
1.ค่าจ้าง	144,480.00	144,480.00	-
2.ค่าใช้สอย			-
2.1 ค่าพาหนะ เดินทาง	25,000.00	32,950.00	(7,950.00)
2.2 ค่าจ้างเหมาวิเคราะห์	30,000.00	32,222.37	(2,222.37)
2.3 ค่าใช้จ่ายในการสัมมนา	10,000.00	-	10,000.00
3.ค่าวัสดุ	69,620.00	69,447.63	-
4.ค่าครุภัณฑ์	20,900.00	20,900.00	-
รวม	300,000	300,000	-

จำนวนเงินที่ได้รับและคงเหลือ

จำนวนเงินที่ได้รับ
งวดที่ 1 180,000 บาท เมื่อ 22 เมษายน 2558
งวดที่ 2 120,000 บาท เมื่อ 22 กรกฎาคม 2558
รวม 300,000 บาท

.....
(ผศ.ดร.มนต์สรวง ยางทอง)
ลงนามหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน
.....14/ ก.พ../ 2559

.....
(นางสาวจีระนัย แก้วบังตู)
ลงนามเจ้าหน้าที่การเงินโครงการ
...../...../.....

เอกสารอ้างอิง

- จิระยุทธ รื่นศิริกุล, มาวิทย์ อัสวารี, เยาวนิตย์ ดนยดล และละออ ชูศรีรัตน์. 2551. ความสำเร็จในการผสมเทียมปลาตะกรับ *Scatophagus argus* Linnaeus, 1766 โดยใช้ฮอร์โมน LHRHa. เอกสารวิชาการฉบับที่ 32/2551. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง. 20 หน้า.
- จิระยุทธ รื่นศิริกุล, มาวิทย์ อัสวารี, เยาวนิตย์ ดนยดล และละออ ชูศรีรัตน์. 2552. เทคนิคการให้น้ำเชื้อปลาตะกรับ (*Scatophagus argus* Linnaeus, 1766) ไปใช้เพื่อการผสมเทียม. ใน: รายงานการประชุมวิชาการกรมประมง ประจำปี 2552 กรมประมง. วันที่ 22-24 มิถุนายน 2552. ณ ห้องประชุมกรมประมง บางเขน กรุงเทพฯ. หน้า 3-15.
- จิระยุทธ รื่นศิริกุล, อาคม สิงห์บุญ และ กนกพร เกษสุวรรณ. 2555. อัตรารอดของการอนุบาลลูกปลาตะกรับ *Scatophagus argus* Linnaeus, 1766 ที่ปรับลดความเค็ม 4 รูปแบบ. เอกสารประกอบวิชาการฉบับที่ 36/2555. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง. 20 หน้า
- นิคม ละอองศิริวงศ์ และยงยุทธ ปรีดาลัมพบุตร. 2546. วิธีการวิเคราะห์น้ำเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กลุ่มงานวิจัยระบบและการจัดการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง จังหวัดสงขลา สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง กรมประมง. 221 หน้า
- ปัทมาภรณ์ หมาดน้อย และศักดิ์อนันต์ ปลาทอง. 2552. ปลาในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา. ศูนย์วิจัยทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, สงขลา. 279 หน้า.
- เพ็ญศรี เมืองเยาว์, ทศพล พลรัตน์, อัครา ไชยมงคล และไวทัศน์ หนูกล้า. 2556. การเจริญเติบโตและอัตราการรอดของปลาตะกรับ (*Scatophagus argus* Linnaeus, 1766) ที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปเสริมด้วยสาหร่ายไส้ไก่. เอกสารวิชาการฉบับที่ 13/2556. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, กรมประมง. 18 หน้า.
- มาวิทย์ อัสวารี และเรณู ยาชีโร. 2547. การศึกษาผลของความเค็มและอาหารสำเร็จรูปต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอดของลูกปลาตะกรับ. ใน: รายงานการสัมมนาวิชาการ กรมประมงประจำปี 2547. วันที่ 7-9 กรกฎาคม 2547. ณ ห้องประชุมกรมประมง บางเขน กรุงเทพฯ. หน้า 764-770.
- มาวิทย์ อัสวารี, ธเนศ ศรีถกล, ละออ ชูศรีรัตน์ และทรงฤทธิ์ โชติธรรมโม. 2547. ฤดูกาลวางไข่ ขนาดความสมบูรณ์เพศ อัตราส่วนเพศ และความดกไข่ของปลาตะกรับ (*Scatophagus argus*, Linnaeus) ทะเลสาบสงขลาตอนนอก. เอกสารวิชาการฉบับที่ 58/2547. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง. 19 หน้า.

- วลีรัตน์ มุสิกะสังข์, เยาวนิตย์ ดนยดล และพุทธร ส่องแสงจินดา. 2549. องค์ประกอบของอาหารในกระเพาะและสภาพทางนิเวศวิทยาของปลาตะกรับในทะเลสาบสงขลา. เอกสารวิชาการฉบับที่ 47/2549. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง. 30 หน้า.
- วิมล อรัญญาเกษมสุข. 2518. การศึกษาชีววิทยาบางประการของปลาตะกรับ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ. 84 หน้า.
- วีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย. 2536. อาหารปลา. ภาควิชาวาริชศาสตร์, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา. 253 หน้า.
- วุฒิพร พรหมขุนทอง, วิมล จันทรโรทัย, นรินทร์ สงสีจันทร์ และนพพร มานะจิตต์. 2540. ระดับโปรตีนในอาหารที่เหมาะสมต่อปลากดเหลืองขนาดปลานี้ว. ว. สงขลานครินทร์ วทท. 19: 327-335.
- สุเทพ เจือละออง. 2539. การทดลองใช้เปลือกกล้วยน้ำว้าแห้งบดละเอียดเป็นส่วนผสมในอาหารสำหรับเลี้ยงปลาแรด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- AOAC. (Association of Official Analytical Chemists). 1999. Official Methods of Analysis. Washington, DC: AOAC.
- Anhwange, B.A., Ugye, T.J. and Nyiaatagher, T.D. 2009. Chemical composition of Musa sapientum (banana) peels. Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry. 8(6): 437-442.
- Anwar, M.F. and Jafri, A.K. 1995. Effect of varying dietary lipid levels on growth, feed conversion, nutrient retention and carcass composition of fingerling catfish, *Heteropneustes fossilis*. Asian Fishries Scienc.8: 55-62.
- Barry, T. P. and A. W. Fast. 1988. Natural history of the spotted scat (*Scatophagus argus*). In: W. F. Arlo (ed.). Spawning Induction Pond Culture of The Spotted Scat (*Scatophagus argus*, Linnaeus) in The Philippines. Mariculture Research and Training Center, Iloilo. pp. 4-32.
- Barry, T. P. and A. W. Fast. 1992. Biology of the spotted scat (*Scatophagus argus*) in the Philippines. Asian Fisheries Science 5: 163 – 179.
- Duncan, 1955. Multiple-range and multiple F tests. Biometrics 11: 1-42.
- Dupree, H.K. and Sneed, K.P. 1966. Response of channel catfish fingerling to different levels of major nutrients in purified diets. U.S. Bureau of Sports Fish and Wildlife Tech. Pap. No.9.

- Fatemeh, S.R., Saifullah,R., Abbas,F.M.A., Azhar,M.E., 2012, "Total phenolics, flavonoids and antioxidant activity of banana pulp and peel flours: influence of variety and stage of ripeness" International Food Research Journal. 19: 1041-1046.
- Gonzalez-Montelong, R., Lobo, M.G., Gonzalez, M. 2010. Antioxidant activity in banana peel extracts: Testing extraction conditions and related bioactive compounds. Food Chemistry. 119: 1030-1039.
- Longe, O.C., Famojuro, E.O. and Oyenuga, V.A. 1977. Available carbohydrates and energy values of cassava, yam and plantain peels for chick. East African Agricultural and Forestry Journal 42(4): 408-413.
- Nagarajaiah, S.B. and Prakash, J. 2011. Chemical composition and antioxidant potential of peels from three varieties of banana. Asian Journal of Food and Agro-Industry 4(1): 31-46.
- Nambi-Kasozi, J. Sabiti, E.N, Bareeba, F.B and Sporndly, E. 2014. Effect of feeding varying levels of banana peelings supplemented with maize bran, cotton seed cake and Gliricidia sepium on the performance of lactating dairy cows. African Journal of Agricultural Research. 9(8): 720-727.
- Rattanaichai, W and Cheng, W. 2014. Effects of hot-water extract of banana (*Musa acuminata*) fruit's peel on the antibacterial activity, and anti-hypothermal stress, immune responses and disease resistance of the giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. Fish Shellfish Immunol. 39(2): 326-335.
- Silverio, V.G., Raymundo, S.G. Bautista, J.G., Velasco, M.N.I. and Cruz, L.N. 1982. Utilization of dried banana peeling meal in hog finisher rations. Philippine Journal of Animal Industry 37(1): 46-51.
- Simmond, N.W. 1982. Banana. Longman group Limited, London. 512 p.
- Sivan, G and Radhakrishnan, C.K. 2011. Food, Feeding Habits and Biochemical Composition of *Scatophagus argus*. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 11: 603-608.
- Sreeja, S.J., Jeba, M., P.W., Sharmila J.F.R., Steffi, T., Raja, J.S., and Palavesam, A. 2013. Effect of cellulose rich banana peel powder and fish intestinal cellulolytic microbes on growth and biochemical changes of fish *Etroplus suratensis* (Bloch). International Journal of Advancements in Research and Technology. 2(5): 112-115.

- Tamir, M. and Alumot, E. Inhibition of digestive enzymes by condensed tannins from green and ripe carobs. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 20: 199-202.
- Wachirasiri, P. Julakarangka, S. and Wanlapa, S. 2009. The effects of banana peel preparations on the properties of banana peel dietary fibre concentrate. *Songklanakarin Journal Science Technology*. 31(6): 605-611.
- Wongchinawit, S. 2007. Feeding ecology of spotted scat *Scatophagus 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 N. Paphawasit. 2009. Ontogenetic niche shift in the spotted scat, *Scatophagus argus*, in Pak Phanang estuary, Nakhon Si Thammarat province, Thailand. *The National History Journal of Chulalongkorn University*. 9(2): 143-169.
- Yone, Y. and Fujii, M. 1975. Studies on Nutrition of red sea bream-XI: Effect of 3 fatty acid supplement in a corn oil diet on growth rate and feed efficiency. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries* 41: 73-77.
- Zeitoun, I.H. Tack, P.L., Halver, J.E. and Ullrey, D.E. 1973. Influence of salinity on protein requirements of rainbow trout, *Salmo gairdneri* fingerling. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 30: 1867-1873.

ภาคผนวก

การวิเคราะห์ ความชื้น ถ้ำ โปรตีน ไขมัน และเยื่อใย

ภาคผนวก

1. การวิเคราะห์ความชื้น (ตามวิธีการของ AOAC, 1999)

1.1 เตรียมถ้วยครุชีเบิล (Cruible) โดยการล้างทำความสะอาด เช็ดให้แห้ง ทำสัญลักษณ์โดยการบันทึกหมายเลขบริเวณก้นถ้วย (ใช้ดินสอ) นำถ้วยครุชีเบิลเข้าตู้อบอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที และทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น

1.2 ชั่งและบันทึกน้ำหนักของถ้วยครุชีเบิลโดยละเอียด

1.3 ชั่งตัวอย่างประมาณ 1 กรัม ใส่ถ้วยครุชีเบิล 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

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

เมื่อ W_1 = น้ำหนักของตัวอย่างก่อนอบแห้ง

W_2 = น้ำหนักของตัวอย่างและถ้วยครุชีเบิลก่อนอบแห้ง

W_3 = น้ำหนักของตัวอย่างและถ้วยครุชีเบิลหลังอบแห้ง

2. การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า (ตามวิธีการของ AOAC, 1999)

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

2.2 ชั่งตัวอย่างอาหาร 1 กรัม ใส่ในถ้วยครุชีเบิล (W_2)

2.3 นำไปเผาในเตาเผาที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง จนเถ้าเป็นสีขาว และในกรณีที่เถ้าไม่เป็นสีขาว แสดงว่ายังมีคาร์บอนอยู่ ให้หยดแอมโมเนียมไบคาร์บอเนต 2-3 หยด ทิ้งให้ระเหยจนแห้งแล้วนำไปเผาต่อจนได้เถ้าสีขาว

2.4 นำเข้าโถดูดความชื้น และเมื่อตัวอย่างอาหารเย็นดีแล้ว นำออกชั่งทันที (W_3)

การคำนวณหาเถ้า

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

เมื่อ W_1 = น้ำหนักถ้วยครุชชีเบล

W_2 = น้ำหนักของตัวอย่างก่อนเผา

W_2 = น้ำหนักของตัวอย่างและถ้วยครุชชีเบลหลังเผา

3. การวิเคราะห์หาโปรตีน (ตามวิธีการของ AOAC, 1999)

สารเคมี

1. กรดซัลฟูริก (Sulfuric acid, H_2SO_4) เข้มข้น 93 - 98 %
2. สารเร่งรวม (Catalyst mixture): เตรียมโดย ซังคอปเปอร์ซัลเฟต (Copper sulfate, $CuSO_4$) 7 กรัม กับโพแทสเซียมซัลเฟต (Potassium sulfate, K_2SO_4) 100 กรัม ผสมให้เข้ากัน
3. โซเดียมไฮดรอกไซด์ 45% (Sodium hydroxide, NaOH): เตรียมโดย ละลาย 450 กรัมของโซเดียมไฮดรอกไซด์ ชนิดเกล็ดลงในน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 1 ลิตร
4. กรดบอริก 4% (Boric acid, H_3BO_3) 4%: เตรียมโดย ต้มน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร ให้ร้อนแล้วใส่ผงกรดบอริกลงไป 4 กรัม ต้มจนละลายหมด ทิ้งไว้จนสารละลายเย็นลงแล้วจึงเติมน้ำกลั่นให้ครบ 100 มิลลิลิตร
5. อินดิเคเตอร์รวม (Mixed indicator): เตรียมโดยละลายเมทิลเรด (Methyl red) 0.2 กรัม ใน แอลกอฮอล์ 95% ปรับปริมาตรให้ได้ 100 มิลลิลิตร และละลายเมทิลีนบลู (Methylene blue) 0.2 กรัม ในแอลกอฮอล์ 95% ปรับปริมาตรให้ได้ 100 มิลลิลิตร จากนั้นนำสารละลายเมทิลเรด 2 ส่วน ผสมกับสารละลายเมทิลีนบลู 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 (จดน้ำหนักของสารอย่างละเอียดสำหรับการใช้ในการคำนวณ) ละลายน้ำกลั่นและปรับปริมาตรเป็น 250 มิลลิลิตร

วิธีการ

ก. ขั้นตอนการย่อย (Digestion)

1. ชั่งตัวอย่างอาหารให้น้ำหนักประมาณ 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 ใส่กรดบอริก 40 มิลลิลิตรและหยดอินดิเคเตอร์ลงใน กรดบอริก 2-3 หยด ปิดปากขวดด้วยกระดาษฟอยด์ เพื่อรอการกลั่น

2. เมื่อสารละลายในหลอดแก้วที่ผ่านการย่อยเย็นดีแล้ว จึงเติมน้ำกลั่นลงไป 20 มิลลิลิตรและใส่ลงแก้ว 2 ลูก เพื่อป้องกันการกระแทกของสารละลาย

3. ต่อหลอดแก้ววิเคราะห์โปรตีนเข้ากับเครื่องกลั่น และต่อขวดรูปชมพู่เข้ากับเครื่องกลั่นโดยให้ปลายสายยางจากเครื่องจุ่มลงอยู่ในกรดบอริก เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ลงในหลอดแก้วช้าๆ จนกระทั่งสารละลายมีสีดำ (50 มิลลิลิตร)

4. ทำการกลั่นจนกระทั่งไม่มีแก๊สแอมโมเนียออกมาแล้วทำการกลั่นต่อไปอีก 10 นาที แล้วล้างสายยางของเครื่องกลั่นด้วยน้ำกลั่น นำขวดรูปชมพู่ออกจากเครื่องกลั่นเพื่อนำไปไทเทรต

ค. ขั้นตอนการไทเทรต (Titration)

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

2. จดปริมาตรของเกลือไว้เพื่อคำนวณต่อไป

การวิเคราะห์โปรตีน

$$\text{คำนวณ \% โปรตีน} = \frac{1.4 (V_2 - V_1) N \times 6.25}{W}$$

เมื่อ V_1 = ปริมาณของกรดมาตรฐานที่ใช้ไทเทรตตัวอย่าง

V_2 = ปริมาณของกรดมาตรฐานที่ใช้ไทเทรตตัวอย่างที่ใช้ตรวจสอบ

N = ความเข้มข้นของกรดเกลือเป็นนอร์มอล

W = น้ำหนักของตัวอย่างอาหาร

$$\text{โปรตีนโดยทั่วไปมีไนโตรเจน 16\%} \quad \frac{100}{16} = 6.25$$

การตรวจหาความเข้มข้นของสารละลายกรดเกลือมาตรฐาน

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

2. เตรียมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต (Sodium carbonate, Na_2CO_3) 0.1 นอร์มอล: เตรียมโดย อบโซเดียมคาร์บอเนตที่อุณหภูมิ 260-270 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งสารมา 1.325 กรัม เติมน้ำกลั่น ปรับปริมาตรให้ได้ 250 มิลลิลิตร และนำสารละลายโซเดียมคาร์บอเนตมา 40 มิลลิลิตร ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250

มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร เติมนีลลอสเรนจ์ อินดิเคเตอร์ 2-3 หยด ทำการไทเทรตด้วยสารละลายกรดเกลือ 0.1 นอร์มอล คำนวณความเข้มข้นของสารละลายกรดเกลือโดยใช้สูตร

$$\text{ความเข้มข้นของกรดเกลือ } N_1V_1 = N_2V_2$$

เมื่อ N_1 = ความเข้มข้นของสารละลายที่จะปรับค่า

V_1 = ความเข้มข้นของสารละลายที่ต้องการ

N_2 = ปริมาตรของสารละลายที่จะปรับค่า

V_2 = ปริมาณของสารละลายที่ต้องการ

4. การวิเคราะห์หาไขมัน (ตามวิธีการของ AOAC, 1999)

สารเคมี

1. ปีโตรเลียม อีเทอร์ (Petroleum ether)

วิธีการ

1. อบถ้วยพร้อมลูกแก้ว ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส 8 ชั่วโมง วางไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น
2. ชั่งน้ำหนักถ้วยพร้อมลูกแก้ว (W_1)
3. ชั่งตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์ใส่กระดาษกรอง 1 – 2 กรัม ห่อให้มิดชิด ใส่ลงใส่กรอง (Thimble) ที่เตรียมไว้ไปใส่เข้าเครื่อง Soxhlet
4. นำบีกเกอร์พร้อมลูกแก้วที่ชั่งน้ำหนักไว้แล้วมาเติมปีโตรเลียม 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 เปิดสวิตช์อากาศ เลื่อนปุ่มไปที่ Recover เพื่อให้สารละลายออกไป 5 นาที
8. ปิดเครื่อง อากาศและน้ำ แล้วเลื่อนปุ่ม Recover กลับที่เดิม นำถ้วยออกจากเครื่อง แล้วนำไปอบที่ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 คืน หรือนำไปอบที่ 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที
9. นำถ้วยออกมาใส่โถดูดความชื้น วางไว้ให้เย็น แล้วนำมาชั่งน้ำหนัก (W_3)

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

$$W_2$$

เมื่อ W_1 = น้ำหนักบีกเกอร์พร้อมลูกแก้ว

W_2 = น้ำหนักตัวอย่าง

W_3 = 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. นำถ้วยกุชครูชีเบิล (Gooch crucible) ไปอบที่อุณหภูมิ 135 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2 ชั่วโมง (ถ้าถ้วยกุชครูชีเบิลสกปรกมากให้นำไปเผาที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียสประมาณ 3 ชั่วโมง)
2. ชั่งตัวอย่างอาหารประมาณ 2 กรัม (เป็นตัวอย่างที่ผ่านการสกัดไขมัน) ใส่ถ้วยกุชครูชีเบิล แล้วนำมาวางต่อกับเครื่องย่อยเยื่อใย เลื่อนคันโยกด้านหน้า ไปที่ตำแหน่ง Closed
3. เติมสารละลายกรดกำมะถันเข้มข้น 1.25% ที่อุณหภูมิห้องทำความร้อนประมาณ 150 มิลลิลิตร หยดออกทานอล 2-3 หยด เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดฟองขณะเดือด
4. เปิดเครื่องหล่อเย็นและเครื่องย่อยเยื่อใย 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. เปิดเครื่องหล่อเย็นและเครื่องย่อยเยื่อใย เปิดความร้อนจนสุดสเกล และเลื่อนวาล์วทุกตัวให้อยู่ในตำแหน่งปิด ต้มให้สารละลายเดือดเต็มที่ แล้วลดความร้อนลง ต้มนานประมาณ 30 นาที จากนั้นปิดเครื่องแล้วกรองสารละลายออกโดยเลื่อนปุ่มไปที่ Vacuum
8. ล้างตัวอย่างด้วยน้ำอุ่น 3 ครั้ง โดยเติมน้ำอุ่นลงไปแล้วเลื่อนปุ่มไปที่ Vacuum เพื่อกรองน้ำออก
9. ล้างถ้วยกุชครูชีเบิลไปที่ชุดสกัดเย็น ล้างตัวอย่างด้วยอะซิโตน
10. นำถ้วยกุชครูชีเบิลไปอบที่อุณหภูมิ 135 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที และวางไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้นแล้วบันทึกน้ำหนัก (W_3)

การคำนวณเยื่อใย

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

 W_1

เมื่อ W_1 = น้ำหนักตัวอย่าง

W_2 = น้ำหนักถ้วยชงครุชิลและน้ำหนักตัวอย่างหลังอบ

W_3 = น้ำหนักถ้วยชงครุชิลและน้ำหนักตัวอย่างหลังเผา

ข้อมูลประวัติคณะผู้วิจัย

1.ประวัติส่วนตัว

ชื่อ-สกุล ดร. มนต์สรวง ยางทอง
ตำแหน่งปัจจุบัน ผู้ช่วยศาสตราจารย์

2.ประวัติการศึกษา

ชื่อย่อ	สาขา	สถาบันที่จบ	ปีที่จบ
ปริญญา			
ปร.ด	วาริชศาสตร์	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขต หาดใหญ่ (ประเทศไทย)	2556
วท.ม.	วาริชศาสตร์	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขต หาดใหญ่ (ประเทศไทย)	2545
วท.บ.	การเพาะเลี้ยงสัตว์ น้ำ	สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้ (ประเทศไทย)	2538

สาขาวิจัยที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) อาหารสัตว์น้ำ

3.ทุนการศึกษาและทุนวิจัยที่เคยได้รับ

ปี พ.ศ.	ทุนการศึกษาและทุนวิจัย	สถาบันที่ให้
2558	ทุนการด้านแบคทีเรียของสาหร่ายทะเลจาก หาดบ่อเมา จังหวัดชุมพร	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ ทหารลาดกระบัง เขตอุตสาหกรรมศักดิ์จังหวัด ชุมพร (งบประมาณเงินรายได้ 2558)
2557	ทุนวิจัยเรื่องการต้านอนุมูลอิสระของสาหร่าย ทะเลจากจังหวัดชุมพร	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ ทหารลาดกระบัง เขตอุตสาหกรรมศักดิ์จังหวัด ชุมพร (งบประมาณเงินรายได้ 2557)
2550	ทุนการศึกษาระดับปริญญาเอก	สำนักงานคณะกรรมการอุดมการศึกษา แห่งชาติ
2550	ทุนวิจัยเรื่อง การเจริญเติบโตของปลานิลแปลง เพศที่ได้รับอาหารเคลือบด้วยไคโตซานระดับ ต่างๆ	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ ทหารลาดกระบัง เขตอุตสาหกรรมศักดิ์จังหวัด ชุมพร (งบประมาณแผ่นดิน 2550)
2548	ทุนวิจัยเรื่อง ผลของไคโตซานระดับต่างๆ ต่อ การเคลือบเม็ดอาหารปลานิลแปลงเพศที่เสริม ด้วยเอนไซม์ไฟเตส	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ ทหารลาดกระบัง เขตอุตสาหกรรมศักดิ์จังหวัด ชุมพร (งบประมาณแผ่นดิน 2548)

4.ผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์

ผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์ที่ตีพิมพ์เผยแพร่ (ระดับชาติและนานาชาติ)

มนต์สรวง ยางทอง. 2546. ประการังเทียมกับการฟื้นฟูทรัพยากรประมง. ว. ราชมงคล
หน้า 1 (2)

วุฒิพร พรหมขุนทอง. มนต์สรวง ยางทอง. กิจการ สุขุมมัตย์ และดุสิต นาคะชาติ. 2547. ผล
ของเอนไซม์ไฟเตสและอนินทรีย์ฟอสเฟตต่อการใช้ฟอสฟอรัสในปลานิลแปลงเพศ.
ว. สงขลานครินทร์. ปีที่ 26 (2)

วุฒิพร พรหมขุนทอง และมนต์สรวง ยางทอง. 2548. การประยุกต์ใช้เอนไซม์ไฟเตสในการ
เลี้ยงปลา. ผลงานวิจัยและบทความทางวิชาการในวาระครบรอบ 30 ปี คณะ
ทรัพยากรธรรมชาติ. 28-32.

มนต์สรวง ยางทอง และศิริกัญญา งามระลึก. 2549. ผลของปุ๋ยชนิดต่างๆต่อการเจริญเติบโต
ของสาหร่ายผมนาง. การประชุมวิชาการนเรศวรวิจัย ครั้งที่ 2 ความสำเร็จของการ
พัฒนาชุดโครงการ 28-29 กรกฎาคม 2549. 262- 268.

มนต์สรวง ยางทอง. 2549. ผลของโคโคซานระดับต่างๆ ต่อการเคลือบเม็ดอาหารปลานิล
แปลงเพศที่เสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตส. ว. พระจอมเกล้าลาดกระบัง. 14 (1): 34-43.

มนต์สรวง ยางทอง. 2549. บทบาทของโคโคซาน-โคโคซานต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ. ว. พระ
จอมเกล้าลาดกระบัง. 14 (1): 44-48.

มนต์สรวง ยางทอง แววลี วิบูลย์กิจ และ พิมาน เกษมบัณฑิต. 2550. ศึกษาการเจริญเติบโตของ
ปลานิลแปลงเพศที่ได้รับอาหารเคลือบด้วยโคโคซานระดับต่างๆ. วารสารวิจัย
เทคโนโลยีการประมง. 1(2): 223-234.

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

มนต์สรวง ยางทอง และ จิระยุทธ รื่นศิริกุล. 2557. การนำ cut-down tube มาประยุกต์ใช้
แทน cannulation tube เพื่อตรวจสอบความสมบูรณ์เพศของปลาทะเล. วารสาร
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 22(4): 545-552.

มนต์สรวง ยางทอง จำเริญศรี ถาวรสุวรรณ และ นงพร โตวัฒน์. 2558. ปริมาณฟีนอลิก
และคุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดน้ำและเอทานอลของสาหร่ายทะเล
จากจังหวัดชุมพร. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า คณะเทคโนโลยีการเกษตร. 33(2):
73-81.

มนต์สรวง ยางทอง รุติมา ปานศิริ และสมพร นพเกื้อ. 2558. การพัฒนาผลิตภัณฑ์เจลลี่จาก
สาหร่ายผมนาง (*Gracilaria fisheri*). หน้า 61-66. ใน รายงานการประชุมวิชาการ
ประจำปี 2558 8-9 ธันวาคม ศูนย์การศึกษาและฝึกอบรมนานาชาติ มหาวิทยาลัยแม่
โจ้ เชียงใหม่.

- 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 Southern 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 Phromkunthong, 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 Phromkunthong, 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 niloticus* 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.

ประวัติคณะผู้วิจัย

1. ชื่อ-สกุล นายจิระยุทธ รื่นศิริกุล

2. ตำแหน่งปัจจุบัน นักวิชาการประมง ชำนาญการ

3. หน่วยงานที่อยู่ติดต่อได้พร้อมโทรศัพท์และโทรสาร

กลุ่มงานวิจัยการเพาะพันธุ์สัตว์น้ำชายฝั่ง สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง

ต.เขารูปช้าง อ.เมือง จ.สงขลา 90000 โทรศัพท์ (074) 311895 โทรสาร (074) 442054

E-mail: jruensirikul@yahoo.com

4. ประวัติการศึกษา

ชื่อย่อ ปริญญา	สาขา	สถาบันที่จบ	ปีที่จบ
วท.ม.	วาริชศาสตร์	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขต หาดใหญ่ ประเทศไทย	2550
วท.บ.	วาริชศาสตร์	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขต หาดใหญ่ ประเทศไทย	2538

5. สาขาวิชาการที่ความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ-
เพาะผสมพันธุ์ปลาทะเล

6. ประสบการณ์ที่เกี่ยวกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ

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

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

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

จิระยุทธ รื่นศิริกุล, มาวิทย์ อัสวอารีย์, เยาวนิตย์ ดนยดล และละออ ชูศรีรัตน์. 2552. เทคนิคการให้น้ำเชื้อปลาตะกรับ (*Scatophagus argus* Linnaeus, 1766) ไปใช้เพื่อ

การผสมเทียม. ใน: รายงานการประชุมวิชาการกรมประมง ประจำปี 2552 กรมประมง. วันที่ 22-24 มิถุนายน 2552. ณ ห้องประชุมกรมประมง บางเขน กรุงเทพมหานคร. หน้า 3-15.

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

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

จิระยุทธ รื่นศิริกุล, อาคม สิงหนบุญ และ กนกพร เกษสุวรรณ. 2555. อัตรารอดของการอนุบาลลูกปลาดตะก๊อบ (*Scatophagus argus* Linnaeus, 1766) ที่ปรับลดความเค็ม 4 รูปแบบ. เอกสารวิชาการฉบับที่ 36/2555. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง. 20 หน้า.

จิระยุทธ รื่นศิริกุล, มาวิทย์ อัครอารีย์ และสิริววรรณ บุญชัย. 2557. ผลการเสริมกรดไขมันที่จำเป็นให้โรติเฟอร์และอาร์ทีเมียต่ออัตราการรอดตายและการเจริญเติบโตของลูกปลาดตะก๊อบ *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.