รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การใช้โปรตีนไฮโดรไลเสตที่ได้จากเศษเครื่องในปลานิลเพื่อทดแทนการใช้ปลาป่นในอาหารปลาดุกลูกผสม

Utilization of protein hydrolysate obtained from Tilapia visceral waste to replace fishmeal in hybrid *Clarias* catfish (*Clarias macrocephalus x C.gariepinus*) diets.

รศ.ดร นงนุช เลาหะวิสุทธิ์

นางสาวบุปผา จงพัฒน์

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ 2555

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การใช้โปรตีนไฮโดรไลเสตที่ได้จากเศษเครื่องในปลานิลเพื่อทดแทนการใช้ปลาป่นในอาหารปลาดุกลูกผสม

Utilization of protein hydrolysate obtained from Tilapia visceral waste to replace fishmeal in hybrid *Clarias* catfish (*Clarias macrocephalus x C.gariepinus*) diets.

รศ.ดร นงนุช เลาหะวิสุทธิ์

นางสาวบุปผา จงพัฒน์

RCH
ฝ139ก
2555
สจพบ.
เลขทะเบียน 142686
รับเมื่อ.วัน 23 พ.ค. 2559
b 12779581
i

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ 2555

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการ การใช้โปรตีนไฮโดรไลเสตที่ได้จากเศษเครื่องในปลานิลเพื่อทดแทนการใช้ปลาป่นในอาหารปลาดุกลูกผสม

แหล่งเงิน เงินงบประมาณแผ่นดิน

ประจำปีงบประมาณ 2555

จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน 308,000 บาท

ระยะเวลาที่ทำการวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ เดือนตุลาคม 2554 ถึง เดือนกันยายน 2555

ชื่อ-สกุล และ พร้อมระบุ หน่วยงานต้นสังกัด

รศ. ดร. นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ E-mail: klnongnu@kmitl.ac.th

นางสาวบุบผา จงพัฒน์ E-mail: kjbuppha@kmitl.ac.th

หลักสูตรวิทยาศาสตร์การประมง สาขาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง

คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520

โทร. 0-2329-8517 โทรสาร 0-2329-8517

บทคัดย่อ

การศึกษาการใช้โปรตีนไฮโดรไลเสตที่ได้จากเศษเครื่องในปลานิลเพื่อทดแทนการใช้ปลาป่นในอาหารปลาดุกลูกผสม แบ่งเป็น 4 การทดลอง การทดลองที่ 1 ศึกษาการทดแทนปลาป่นด้วยโปรตีนไฮโดรไลเสตในรูปแบบต่างกันต่อการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการย่อยโปรตีน ค่าโลหิตวิทยาและภาวะเครียดของปลา โดยเลี้ยงปลาดุกด้วยอาหารผสมโปรตีนไฮโดรไลเสต 5 ระดับคือ 0, 25, 50, 75 และ100% เป็นเวลา 90 วัน พบว่าปลาดุกที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมโปรตีนไฮโดรไลเสต 50% มีอัตราการเจริญเติบโตที่ดีที่สุด ปริมาณเม็ดเลือดแดงมีค่าลดลงแปรผกผันกับปริมาณโปรตีนไฮโดรไลเสตที่เพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ($p>0.05$) ปริมาณเม็ดเลือดขาวที่ได้รับโปรตีนไฮโดรไลเสต 50% มีค่าน้อยที่สุด ปริมาณเม็ดเลือดแต่ละชนิดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ค่า Lysozyme พบว่า ปลาดุกที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมโปรตีนไฮโดรไลเสต 50% มีค่า lysozyme สูงที่สุด ค่า Hepatic Index พบว่า ไม่มีแตกต่างกันทางสถิติ($p>0.05$) ปริมาณ Malondialdehyde (MDA) ในตับ เนื้อ และเลือด พบว่า ปลาดุกที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมโปรตีนไฮโดรไลเสตมีปริมาณ MDA ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ($p>0.05$) การทดลองที่ 2 ศึกษาการใช้โปรตีนไฮโดรไลเสตเพื่อดึงดูดการกินอาหารของ ปลาดุกโดยผสมโปรตีนไฮโดรไลเสตในอาหารต่างกัน 4 ระดับ คือ 0, 5, 10 และ 15% เป็นระยะเวลา 60 วัน พบว่าปลาดุกที่เลี้ยงด้วยอาหารทั้ง 4 ระดับ มีผลทำให้น้ำหนักสุดท้าย น้ำหนักที่เพิ่ม อัตราการรอด และ อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลาดุกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p<0.05$) การทดลองที่ 3 ศึกษาการเสริมโปรตีนไฮโดรไลเสต อาร์จีนีน และโปรลีนในอาหารต่อการเจริญเติบโต ค่าโลหิตวิทยา ของปลาดุกลูกผสม เป็นระยะเวลา 90 วัน พบว่า ปลาดุก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมอาร์จีนีน โปรตีนไฮโดรไลเสต และโปรลีนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ส่วนค่าทางโลหิตวิทยา การต้านอนุมูลอิสระ (DPPH) เอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระ catalase และกรดไทโอบาร์บิวทูริก ไม่มีความแตกต่างกันอย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) และการทดลองที่ 4 ศึกษาการเสริมโปรตีนไฮโดรไลเสต ไทโรซีนและไลซีน ในอาหารต่อการเติบโต ค่าโลหิตวิทยา และการต้านอนุมูลอิสระของปลาดุกลูกผสม เป็นเวลา 90 วัน พบว่า ปลาดุกที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมไลซีน มีอัตราการเติบโตจำเพาะสูงสุดแต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ส่วนค่าโลหิตวิทยาและค่าของการต้านอนุมูลอิสระไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

คำสำคัญ : โปรตีนไฮโดรไลเสต ปลาดุก การต้านอนุมูลอิสระ

Research Title: Utilization of protein hydrolysate obtained from Tilapia visceral waste to replace fishmeal in hybrid *Clarias* catfish (*Clarias macrocephalus x C.gariepinus*) diets.

Researcher: Assoc. Prof. Nongnuch Laohavisuti

Miss Buppha Jongput

Faculty: Faculty of Agricultural Technology **Program:** Fisheries Science

Division: Animal Production Technology and Fisheries

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Ladkrabang, Bangkok

ABSTRACT

The studied on to the utilization of protein hydrolysate obtained from Tilapia's visceral waste to replace fishmeal in hybrid catfish (*Clarias macrocephalus x C.gariepinus*) diets by four experiments were conducted. The first experiment was determined the effects of protein hydrolysate on the growth, haematological and stress index of hybrid catfish. Five different protein hydrolysate levels were 0, 25, 50, 75 and 100%. After 90 day, the result of diet containing protein hydrolysate 50% had the growth and lysozyme higher than the other treatments ($p<0.05$). Number of red blood cell was decreased as the protein hydrolysate levels increased, while hematocrit value showed no significant differences among treatments ($P>0.05$). The second experiment was conducted to evaluate the effects of protein hydrolysate as attractant feed to fish. Four different levels of protein hydrolysate were 0, 5, 10, 15 and 20%. After 60 day, the result showed significant differences in growth performance among treatments ($P<0.05$). The third experiment aimed to determine the effects of protein hydrolysate Arginine and Proline in diets on growth, haematological and antioxidant activity of fish. After 90 day, the result of feed containing arginine had influence on total weight gain and specific growth rate (SGR) but no significant differences

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

performance among treatments (P>0.05). The hematocrit, inhibition activity of DPPH, catalase and TBARS were no significant differences among treatments (P>0.05). And the fourth experiment was determined the effects of protein hydrolysate compare to Tyrosine and Lysine in diets on growth, hematological index and antioxidant activity of fish. After 90 day, the result of diet which contain Lysine had total weight gain and SGR higher than the other treatments but no significant differences among treatments (P>0.05). Hematocrit, Inhibition activity of DPPH, catalase and TBARS were no significant differences among treatments (P>0.05).

Keywords : protein hydrolysate, catfish, antioxidant activity

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จากแหล่งทุนเงินงบประมาณแผ่นดิน คณะเทคโนโลยีการเกษตร ประจำปีงบประมาณ 2555

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	i
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	i
กิตติกรรมประกาศ	ii
สารบัญ	iv
สารบัญตาราง	v
สารบัญภาพ	Vii
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	12
บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิจารณ์	24
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	45
เอกสารอ้างอิง	47
ประวัตินักวิจัย	51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ชนิดของกรดอะมิโนสำหรับสัตว์น้ำ	10
3.1	องค์ประกอบโดยประมาณของวัตถุดิบที่ใช้ผลิตอาหาร (เปอร์เซ็นต์	14
3.2	อัตราของวัตถุดิบที่ใช้ประกอบสูตรอาหารทั้ง 5 สูตร (เปอร์เซ็นต์)	15
3.3	องค์ประกอบทางเคมีของอาหารที่ใช้เลี้ยงปลาทั้ง 5 สูตร (เปอร์เซ็นต์)	15
3.4	องค์ประกอบโดยประมาณของวัตถุดิบที่ใช้ผลิตอาหาร	17
3.5	อัตราของวัตถุดิบที่ใช้ประกอบสูตรอาหารทั้ง 4 สูตร (เปอร์เซ็นต์)	18
3.6	องค์ประกอบทางเคมีของอาหารที่ใช้เลี้ยงปลาทั้ง 4 สูตร (เปอร์เซ็นต์)	18
4.1	อัตราการเจริญเติบโตของปลาดุกที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมโปรตีนไฮโดรไลเสตที่ต่างกัน	24
4.2	องค์ประกอบเลือดของปลาดุกทีเลี้ยงด้วยอาหารผสมโปรตีนไฮโดรไลเสตที่ต่างกัน	27
4.3	ปริมาณเม็ดเลือดขาวแต่ละชนิดของปลาดุกที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมโปรตีนไฮโดรไลเสตที่ต่างกัน	27
4.4	ค่า Hepatic Index และ Lysozyme ของปลาดุกที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมโปรตีนไฮโดรไลเสตที่ต่างกัน	28
4.5	องค์ประกอบในปลาที่ใช้โปรตีนไฮโดรไลเสตผสมในอาหารที่ต่างกัน	30
4.6	การเจริญเติบโตของปลาดุกที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ผสมโปรตีนไฮโดรไลเสตที่ต่างกัน	31
4.7	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อวันของปลาดุกที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ผสมโปรตีนไฮโดรไลเสตที่ต่างกัน	32
4.8	อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลาดุกที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมโปรตีนไฮโดรไลเสต ที่ต่างกัน	33
4.9	อัตราการรอดของปลาดุกที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ผสมโปรตีนไฮโดรไลเสตที่ต่างกัน	33
4.10	ค่าเฉลี่ย (Mean±SD) ของน้ำหนักเริ่มต้น น้ำหนักสุดท้าย และอัตราการเติบโตจำเพาะของปลาดุกลูกผสมที่ได้รับอาหารแต่ละสูตร	37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.10	ค่าเฉลี่ย (Mean±SD) ของน้ำหนักเริ่มต้น น้ำหนักสุดท้าย และอัตราการเติบโตจำเพาะของปลาดุกลูกผสมที่ได้รับอาหารแต่ละสูตร	37
4.11	ปริมาณเม็ดเลือดแดง ปริมาณเม็ดเลือดขาว และเปอร์เซ็นต์ฮีมาโทคริต ของปลาดุกลูกผสมที่ได้รับอาหารในแต่ละสูตรการทดลอง	38
4.12	ค่าเฉลี่ย (Mean±SD) ของความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH, TBARs และเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระ catalase ในเลือดของปลาดุกลูกผสมที่ได้รับอาหารต่างกันในแต่ละสูตร	39
4.13	เปรียบเทียบน้ำหนักปลาเริ่มต้น น้ำหนักปลาสุดท้าย และอัตราการเติบโตจำเพาะของปลาดุกลูกผสมในอาหารแต่ละสูตร	42
4.14	เปรียบเทียบปริมาณเม็ดเลือดแดง ปริมาณเม็ดเลือดขาว และเปอร์เซ็นต์ฮีมาโทคริตของปลาดุกลูกผสมที่ได้รับอาหารต่างกัน	43
4.15	เปรียบเทียบความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH, TBARs และเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระ catalase ในเลือดของปลาดุกลูกผสมที่ได้รับอาหารต่างกัน	44

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
3.1	(A) เครื่องผสมอาหาร (B) เครื่องอัดเม็ดอาหาร (C) อาหารปลาที่ใช้ในการทดลอง	16
4.1	อัตราการเจริญเติบโตของปลาดุกอุยที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมโปรตีนไฮโดรไลเสตต่างกัน	25
4.2	อัตราการเจริญเติบโตของปลาดุกอุยที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมโปรตีนไฮโดรไลเสตต่างกันต่อวัน	26
4.3	ความเข้มข้นของ MDA ที่สะสมในตับ เนื้อ และเลือดของปลาดุกที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมโปรตีนไฮโดรไลเสตที่ต่างกัน	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.4	น้ำหนักปลาเฉลี่ยปลาดุกที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมโปรตีนไฮโดรไลเสตที่ระดับต่างกัน	32
4.5	น้ำหนักเฉลี่ยของปลาดุกต่อวันที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ผสมโปรตีนไฮโดรไลเสตที่ต่างกัน	33
4.6	อัตราการรอดของปลาดุกที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมโปรตีนโฮโดรไลเสตที่ต่างกัน	35
4.7	เปรียบเทียบน้ำหนักเพิ่มขึ้นทั้งหมดของปลาดุกลูกผสมในอาหารสูตรควบคุม สูตรผสมโปรตีนไฮโดรไลเสต สูตรผสมอาร์จินีน และสูตรผสมโปรลีน	35
4.8	เปรียบเทียบน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของปลาดุกลูกผสมที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรควบคุม สูตรผสมโปรตีนไฮโดรไลเสต สูตรผสมอาร์จินีน และสูตรผสมโปรลีน	38
4.9	ปริมาณกรดไทโอบาร์บิวทูริก(TBARs) ในตัวอย่างพลาสมาของปลาดุกลูกผสมที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรควบคุม สูตรผสมโปรตีนไฮโดรไลเสต สูตรผสมอาร์จินีน และสูตรผสมโปรลีน	40
4.10	เปรียบเทียบน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของปลาดุกลูกผสมที่ได้รับอาหารที่ผสมสูตรควบคุม สูตร ผสมโปรตีนไฮโดรไลเสต สูตรผสมไทโรซีน และสูตรผสมไลซีน	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปลานิล (Nile Tilapia) เป็นปลาน้ำจืดที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจของไทย นับตั้งแต่ปี 2508 เป็นต้นมา จากคุณสมบัติของปลานิลซึ่งเลี้ยงง่าย เติบโตเร็ว และเป็นที่นิยมของผู้บริโภค ทำให้เกษตรกรหันมาเลี้ยงปลานิลกันอย่างกว้างขวาง ประกอบกับในปัจจุบันรัฐบาลได้มีนโยบายสนับสนุนเพื่อเพิ่มศักยภาพการผลิตปลานิลให้ได้ผลผลิตมากกว่าที่เป็นอยู่ในปัจจุบันร้อยละ 10 ทั้งนี้เพื่อขยายตลาดส่งออกปลานิล โดยที่ไทยมีศักยภาพสูงด้านการผลิตปลานิล ประกอบกับทิศทางการบริโภคปลานิลที่ขยายตัวของตลาดโลก โดยเฉพาะตลาดในสหรัฐฯและยุโรป ตะวันออกกลาง และรัสเซีย (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2552) ในปี พ.ศ. 2550 ประเทศไทยสามารถผลิตปลานิลได้ 200,000 ตัน มูลค่าประมาณ 7,900 ล้านบาท (คิดที่ราคาเฉลี่ยกิโลกรัมละ 39.32 บาท) ซึ่งปริมาณการเลี้ยงปลานิลคิดเป็นร้อยละ 30 ของปริมาณการเพาะเลี้ยงปลาน้ำจืดทั้งหมดของไทย ส่วนมูลค่าของปลานิลนั้นคิดเป็นร้อยละ 20 ของมูลค่าการเพาะเลี้ยงปลาน้ำจืดทั้งหมดของไทย โดยพบว่าผลผลิตปลานิลร้อยละ70 ของปริมาณปลานิลที่ผลิตได้ทั้งหมด ใช้บริโภคภายในประเทศ โดยแยกเป็นการบริโภคสดร้อยละ 81 ในการแปรรูปทำเค็มและตากแห้งร้อยละ 8.0 นึ่งหรือย่างร้อยละ 7 และที่เหลือร้อยละ 4 เป็นการบริโภคในรูปอื่นๆ เช่น การทำปลาร้า ปลาเจ่า (ศูนย์วิจัยกสิกร, 2550) โดยปลานิลที่บริโภคในประเทศนั้นมีวิถีตลาดโดยเกษตรกรขายให้กับผู้บริโภคโดยตรง หรือขายผ่านผู้รวบรวม ซึ่งจะส่งต่อให้บรรดาผู้ค้าปลาในตลาดสดหรือผู้ที่แปรรูปปลา แล้วจึงจำหน่ายต่อให้กับผู้บริโภค

ในการแปรรูปปลานิลแต่ละครั้งจะมีเศษเหลือที่ไม่ต้องการถึงร้อยละ 65 ซึ่งได้แก่ ครีบปลาร้อยละ 10 ก้างปลาร้อยละ 15 หัวปลาร้อยละ 20 เครื่องในและอื่นๆอีกกว่าร้อยละ 20 ซึ่งโดยปกติเศษปลาที่เหลือเหล่านี้จะถูกนำไปเป็นอาหารสัตว์ซึ่งมีมูลค่าต่ำและทิ้ง ทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการบำบัดหรือกำจัดเพิ่มขึ้น นอกจากนั้นการจัดการที่ไม่เหมาะสมอาจก่อให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อมและส่งผลกระทบต่อชุมชนและสังคมได้ ดังนั้นการใช้ประโยชนวัสดุเศษเหลือดังกล่าวอย่างเหมาะสมจึงเป็นวิธีการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า

ในปัจจุบันการเลี้ยงสัตว์น้ำเชิงพาณิชย์ พบว่า มากกว่าร้อยละ 50 ของต้นทุนผันแปร คือต้นทุนอาหาร ซึ่งการผลิตอาหารเม็ดสำเร็จรูปของสัตว์น้ำมักนิยมใช้ปลาป่น (Fish meal) เป็นแหล่งโปรตีนจากสัตว์ เนื่องจากปลาป่น เป็นแหล่งโปรตีนที่มีคุณภาพดี คือ มีปริมาณโปรตีนเป็นองค์ประกอบที่สูง มีองค์ประกอบของกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายสัตว์น้ำอยู่ครบทุกชนิดและในสัดส่วนที่สมดุลย์ และมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลิ่นที่สามารถดึงดูดการกินอาหารของปลาได้ดี (วีรพงศ์, 2536) แต่ปลาป่นมีข้อจำกัดในการนำมาใช้คือ มีราคาแพง มีคุณภาพที่ไม่คงที่เนื่องจากปัญหาการปลอมปน ประกอบกับในอนาคตยังมีแนวโน้มของผลผลิตที่ลดลง เนื่องจากทรัพยากรปลาในธรรมชาติที่ใช้ในการผลิตปลาป่นมีปริมาณจำกัดและลดลงเรื่อยๆ ทุกปี

ดังนั้นการใช้ประโยชน์จากเศษเครื่องในปลานิลในการเป็นวัตถุดิบแหล่งโปรตีนในรูปของโปรตีนไฮโดรไลเสต เพื่อทดแทนการใช้ปลาป่นในอาหารปลา จึงน่าจะช่วยเพิ่มมูลค่าและทางเลือกการใช้ประโยชน์วัสดุเศษเหลือจากการแปรรูปสัตว์น้ำ ลดการใช้ปลาป่นในอาหารปลา แล้วยังช่วยลดมลพิษที่จะเกิดจากการทิ้งของเสียเหล่านี้ด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1.2.1 เพื่อเพิ่มมูลค่าของเศษเหลือจากการแปรรูปปลานิล

1.2.2 เพื่อศึกษาถึงความเป็นไปได้ในการใช้โปรตีนไฮโดรไลเสตจากเครื่องในปลานิลในการเป็นแหล่งวัตถุดิบอาหารสัตว์เพื่อทดแทนปลาป่น

1.2.3 เพื่อประเมินคุณค่าทางโภชนาการของโปรตีนไฮโดรไลเสตที่ผลิตได้จากเศษเครื่องในปลานิลและศึกษาถึงรูปแบบการใช้และปริมาณการใช้ที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงปลาดุกลูกผสม

1.2.4 เพื่อเพิ่มความน่ากิน (palatability) ของอาหารที่ใช้โปรตีนจากพืชทดแทนในระดับที่สูง และลดการใช้สารกระตุ้นการกินอาหารชนิดสังเคราะห์ซึ่งมีราคาแพง

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ มุ่งเน้นเพื่อเพิ่มมูลค่าของเศษเหลือจากการแปรรูปปลานิล ลดมลพิษที่จะเกิดสิ่งแวดล้อมเนื่องจากการกำจัดเศษเหลือเหล่านี้ที่ไม่เหมาะสม และเพิ่มทางเลือกให้เกษตรกรในการที่จะเลือกใช้วัตถุดิบอาหารสัตว์ให้เหมาะสมและสอดคล้องกับระบบการเลี้ยงและภาวะตลาดของวัตถุดิบอาหารสัตว์และสัตว์น้ำที่เลี้ยง

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 เพิ่มมูลค่าและการใช้ประโยชน์สูงสุดของเศษวัสดุของเหลือจากการแปรรูปสัตว์น้ำ

1.4.2 สามารถลดการใช้ปลาป่นในสูตรอาหารปลา

1.4.3 งานวิจัยครั้งนี้สามารถตีพิมพ์เผยแพร่สู่บุคคลที่สนใจ

หน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

- หน่วยงานเอกชนและผู้ประกอบการธุรกิจการแปรรูปสัตว์น้ำ
- เกษตรกรที่เกี่ยวข้องทางด้านการเลี้ยงสัตว์น้ำ
- สถาบันการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการประมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ปลาดุก

ปลาดุกมีชื่อวิทยาศาสตร์ คือ *Clarias macrocephalus* ชื่อสามัญ คือ Walking catfish เป็นปลาพื้นบ้านของไทยที่ไม่มีเกล็ด รูปร่างเรียวยาว หัวเล็กค่อนข้างรีไม่แบน กะโหลกจะมีรอยตรงกลางเล็กน้อย (สุทธิชัย , 2548) ตามีขนาดเล็ก มีหนวด 4 คู่ที่ริมฝีปากสามารถรับความรู้สึกได้ดี ใช้หนวดมากกว่าตาเมื่อหาอาหารตามหน้าพื้นดิน (ศักดิ์ชัย, 2536) แต่โคนหนวดจะเล็ก ใต้คางมีสีคล้ำไม่ขาว กะโหลกท้ายทอยจะมีลักษณะโค้งมน ปากมีลักษณะค่อนข้างมนไม่ป้าน (สุทธิชัย, 2548) มีอวัยวะช่วยหายใจ ลักษณะคล้ายพุ่มไม้สีขาวอยู่ภายในส่วนหัวเรียกว่า dendrite ซึ่งช่วยปลาดุกมีความอดทนสามารถอยู่ในที่ไม่มีน้ำได้หรือมีน้ำน้อยๆ ได้นาน (ศักดิ์ชัย , 2536) ครีบหูมีเงี่ยงเล็กๆสั้นแหลมคม มีครีบแข็งยื่นยาวเกินหรือเท่าครีบอ่อน ครีบหลังมีลักษณะปลายครีบสีเทาปนดำ ครีบหางจะกลมไม่ใหญ่มากนักมีสีเทาปนดำ สัดส่วนระหว่างหัวประมาณ 1:4 ลำตัวจะมีสีดำ และสีน้ำตาลปนดำที่บริเวณด้านบนของลำตัว จุดที่ลำตัวจะมีช่วงที่ปลายังเล็ก เป็นจุดขาวเรียงขวางเป็นทางประมาณ 9-10 แถว เมื่อปลามีขนาดใหญ่จุดจะหายไปเอง ผนังที่ท้องมีสีขาวถึงสีเหลืองเฉพาะบริเวณอกถึงครีบท้อง เนื้อจะออกสีเหลือง เป็นปลาที่เกษตรกรทั่วไปนิยมนำมาเลี้ยงและนำมาบริโภค เพราะเนื้อมีรสชาติอร่อย สามารถนำมาประกอบอาหารได้หลากหลายชนิด (สุทธิชัย, 2548)

2.2 โปรตีน

โปรตีนเป็นสารอินทรีย์โมเลกุลใหญ่ ซึ่งเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในเซลล์ของสัตว์ ในร่างกายมนุษย์ และสัตว์ โดยเฉลี่ยมีโปรตีนเป็นองค์ประกอบอยู่ประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ โมเลกุลของโปรตีนประกอบด้วยกรดอะมิโนเชื่อมติดกันด้วยพันธะเพปไทด์เป็นเส้นยาว กรดอะมิโนเป็นหน่วยย่อยที่เล็กที่สุดของโปรตีน ประกอบด้วยธาตุคาร์บอน 50 เปอร์เซ็นต์ ไฮโดรเจน 6.5 เปอร์เซ็นต์ ออกซิเจน 21.5 เปอร์เซ็นต์ และไนโตรเจน 16 เปอร์เซ็นต์ หรืออาจมีกำมะถัน ฟอสฟอรัส และเหล็กประกอบอยู่ด้วย โปรตีนเป็นสารอาหารที่ช่วยเสริมสร้างการเจริญเติบโต ซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ ช่วยในการขนส่งอาหาร สร้างภูมิคุ้มกัน เป็นแหล่งพลังงานสำรอง เป็นส่วนประกอบของเอนไซม์ และฮอร์โมน โปรตีนมีบทบาทสำคัญต่อการเจริญเติบโตของปลามากกว่าสารอาหารชนิดอื่นๆปลามีความต้องการโปรตีนอย่างน้อยที่สุดเท่ากับปริมาณโปรตีนที่สะสมอยู่ในร่างกายปลา ซึ่งในปลาแต่ละชนิดมีความต้องการโปรตีนที่แตกต่างกัน ปลากินเนื้อจะมีความต้องการโปรตีนในปริมาณที่มากกว่า คือ 30-35 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามมาด้วยปลากินพืชและเนื้อต้องการโปรตีน 25-32 เปอร์เซ็นต์ และในปลากินพืชต้องการโปรตีน 18-25 เปอร์เซ็นต์ (เวียง, 2525)

2.3 ความสำคัญของโปรตีนต่อสัตว์น้ำ

โปรตีนเป็นสารที่จำเป็นต่อการมีชีวิตและการเจริญเติบโตมีหน้าที่ในการซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอของร่างกาย เป็นส่วนประกอบของเอนไซม์ ฮอร์โมน สารภูมิคุ้มกันโรคและฮีโมโกลบินดังนั้นปลาจึงมีความต้องการและปริมาณที่มากเพียงพอและต่อเนื่อง ปลาวัยอ่อนต้องการโปรตีนมากและต้องการโปรตีนลดลงเมื่อปลาโตขึ้น การกำหนดโปรตีนที่ปลาได้รับในวันหนึ่งๆ นอกจากจะพิจารณาถึง วัย ชนิด ขนาด และสภาพแวดล้อมแล้ว ปริมาณความต้องการโปรตีนของสัตว์น้ำยังแตกต่างกันไปตามอุณหภูมิและปริมาณของออกซิเจนในน้ำ ซึ่งมีผลต่อการใช้โปรตีนของสัตว์น้ำเป็นอย่างมากเพราะอุณหภูมิและออกซิเจนในน้ำ จะช่วยเร่งอัตราการเผาผลาญอาหาร ขณะเดียวกันอาหารที่มีโปรตีนมากเกินไป นอกจากจะทำให้สัตว์น้ำไม่เจริญเติบโตเนื่องจากต้องสูญเสียพลังงานในกระบวนการ Deamination ภายในร่างกายของสัตว์น้ำโดยตรง สารประกอบไนโตรเจนที่ถูกขับถ่ายลงไปในน้ำ จะทำให้คุณภาพน้ำเสื่อมลง เป็นผลให้ปลาเบื่ออาหาร การใช้ประโยชน์จากอาหารได้น้อยลง และอัตราการเจริญเติบโตต่ำ ดังนั้นปริมาณโปรตีนที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงปลาคือ ปริมาณโปรตีนซึ่งน้อยที่สุด ซึ่งทำให้สัตว์น้ำมีการเจริญเติบโตดีที่สุด โดยทั่วไปปลาดุกต้องการโปรตีนในอาหาร 25-40% ปลาขนาด 2-4 เซนติเมตร ต้องการโปรตีนในอาหาร 35-40% ปลาขนาด 5-6 เซนติเมตร ขึ้นไปต้องการอาหารที่มีโปรตีน 25-30% ปลาพ่อแม่พันธุ์ต้องการโปรตีนในอาหาร 28-32% (เวียง, 2528) โปรตีนที่เป็นองค์ประกอบในอาหารสัตว์มีทั้งโปรตีนจากพืชและโปรตีนจากสัตว์ วัตถุดิบที่เป็นแหล่งโปรตีนจะมีโปรตีนมากกว่า 20% และมีเยื่อใยต่ำ (นฤมล, 2550)

2.3.1 โปรตีนจากพืช

โปรตีนที่ได้จากพืช ส่วนใหญ่จะเป็นวัตถุดิบที่ได้จากเมล็ดพืชน้ำมันต่างๆ เช่น กากถั่วเหลือง รำข้าว ข้าวโพด ถั่วลิสง

2.3.1.1 กากถั่วเหลือง

กากถั่วเหลืองเป็นผลจากการผลิตน้ำมันพืชที่นำมาใช้ในการผลิตอาหารสัตว์ มีอยู่ด้วยกันหลายประเภทเช่น กากถั่วเหลืองอัดน้ำมัน กากถั่วเหลืองสกัดน้ำมัน และกากถั่วเหลืองกะเทาะเปลือกก่อนการสกัดน้ำมัน โดยกากถั่วเหลืองอัดน้ำมันมีโปรตีนประมาณ 42-44% ไขมัน 4-5% ส่วนกากถั่วเหลืองสกัดน้ำมันมีโปรตีน 45-47% ไขมันไม่เกิน 1% และกากถั่วเหลืองกะเทาะเปลือกก่อนสกัดน้ำมันมีโปรตีน 47-49% กากถั่วเหลืองนับว่าเป็นแหล่งโปรตีนจากพืชที่มีคุณภาพเนื่องจากมี กรดไขมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่จำเป็น คือกรดไลโนเลอิก ในปริมาณที่ค่อนข้างสูง และยังมีไรโบฟลาวินและไนอาซีนสูงอีกด้วย แต่การใช้กากถั่วเหลืองเพื่อเป็นอาหารสัตว์นิยมใช้ร่วมกับปลาป่น เพราะกากถั่วเหลืองมีเมทไธโอนีนและซีสตีนค่อนข้างต่ำ (นฤมล, 2550)

1) การใช้กากถั่วเหลืองในอาหารสัตว์น้ำ

Chou et al. (2004) ทดลองใช้กากถั่วเหลืองทดแทนโปรตีนปลาป่นในอาหารลูกปลาช่อนทะเลที่ 10, 20, 30, 40, 50 และ 60% ระหว่างการทดลองปลาสามารถยอมรับอาหารได้ทุกสูตร และไม่มีการตายระหว่างการทดลอง แต่จะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญของค่า feed conversion ratio (FCR), protein efficiency ratio (PER) , net protein utilization (NPU) เมื่อมีการแทนที่โปรตีนจากปลาป่นในอาหารที่ 40% และ 50% และพบว่าการใช้โปรตีนจากกากถั่วเหลืองที่ 40% จะไม่ทำให้การเจริญเติบโตและการใช้ประโยชน์จากอาหารลดน้อยลง Hernandez et al. (2007) ทดลองการใช้กากถั่วเหลืองทดแทนปลาป่นในอาหารที่ 20, 40, 60, 80, 100 % ของอาหารปลา พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ($p>0.05$)ในปริมาณอาหารที่ปลากินเข้าไปในอาหารควบคุมและอาหารที่ทดแทนกากถั่วเหลือง น้ำหนักตัวของปลาจะลดลงตามระดับของกากถั่วเหลืองที่เพิ่มขึ้น แต่น้ำหนักตัวของปลาที่ทดแทนกากถั่วเหลืองในอาหาร 20% ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ($P>0.05$) กับอาหารควบคุม

2.3.2. โปรตีนจากสัตว์

วัตถุดิบที่เป็นแหล่งโปรตีนที่มาจากสัตว์ โดยทั่วไปแล้วจะมีคุณภาพของโปรตีนดีกว่าวัตถุดิบที่เป็นแหล่งโปรตีนจากพืช เนื่องจากมีองค์ประกอบของกรดอะมิโนที่จำเป็นในปริมาณที่ใกล้เคียงกับความต้องการของสัตว์ ปริมาณโปรตีนที่มาจากสัตว์จะอยู่ระหว่าง 25 – 85% ของวัตถุแห้ง และส่วนใหญ่จะมีปริมาณกรดอะมิโนไลซีนและเมไธโอนีน สูง วัตถุดิบที่มาจากสัตว์ เช่น ปลาป่น เนื้อปลา เนื้อและกระดูกป่น เลือดป่น ขนไก่ป่น นมผง และหางนมผง (นฤมล, 2550)

2.3.2.1 ปลาป่น

ปลาป่นเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำปลาเป็ดซึ่งเป็นปลาขนาดเล็กและขนาดใหญ่ที่ไม่นำไปบริโภค นำมาผ่านกระบวนการให้ความร้อนโดยใช้ไอน้ำร้อนผ่านเข้าหม้อนึ่งจนปลาสุก จากนั้นระเหยเอาน้ำออกในหม้ออบแห้งผ่านตะแกรงร่อนและบดให้ละเอียด ปลาป่นจัดเป็นโปรตีนที่มีคุณภาพ มีโปรตีน 60% เนื่องจากปลาป่นมีกรดอะมิโนที่สมดุลโดยเฉพาะมีไลซีนและเมทไธโอนีนสูง ปริมาณแร่ธาตุโดยเฉพาะแคลเซียมและฟอสฟอรัส สูง ส่วนพวกวิตามินบี 12 มีอยู่สูงมาก นอกจากนี้แล้วปลาป่นยังมีไรโบฟลาวิน โคลีน และไนอาซีนสูง มีกลิ่นและรสชาติที่สัตว์น้ำชอบ ดังนั้นการผลิตอาหารปลาส่วนใหญ่จึงใช้ปลาป่นเป็นแหล่งโปรตีน (นฤมล, 2550)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 โปรตีนไฮโดรไลเสต

โปรตีนไฮโดรไลเสตเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการย่อยโปรตีน โดยใช้ส่วนของเหลือปลา (Slizyte *et al.*, 2005) เช่น หัว และอวัยวะภายในของปลาด้วยสารเคมี หรือเอนไซม์ย่อยโปรตีน (โปรตีเอส) เพื่อให้ได้ส่วนผสมของโปรตีนที่มีสายสั้นลง หรือมีส่วนของเพปไทด์ และกรดอะมิโนอิสระเป็นส่วนประกอบมากขึ้น จุดประสงค์ในการผลิตโปรตีนไฮโดรไลเสต เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติบางประการของโปรตีนให้ดีขึ้น เช่น คุณสมบัติในด้านการละลาย การเกิดอิมัลชั่น และการเกิดโฟม เป็นต้น ในกระบวนการผลิต เริ่มจากการนำส่วนของเศษวัสดุเหลือใช้จากปลา เช่น หัว และไส้ มาล้างทำความสะอาด บดให้เป็นชิ้นเล็กลง ล้างทำความสะอาดเพื่อกำจัดส่วนของเลือด ไขมัน สารให้กลิ่น เอนไซม์ต่างๆที่ละลายในน้ำได้ออกมาบางส่วน หลังจากนั้นนำมาผ่านกระบวนการกำจัดไขมัน โดยใช้ตัวทำละลาย เช่น เอทานอล ทำการแยกตัวทำละลายออก แล้วทำการย่อยโปรตีนโดยใช้เอนไซม์ หรือสารเคมี คือ อัลคาเลส (Bougatef *et al.*, 2009) นำส่วนที่ได้จากการย่อยซึ่งเป็นสารละลายไปทำให้แห้ง โดยใช้เครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอยให้เป็นผงโปรตีนไฮโดรไลเสต

2.5 กระบวนการไฮโดรไลซิส

กระบวนการไฮโดรไลซิสเป็นกระบวนการที่สารประกอบอินทรีย์เชิงซ้อน (Complex organic compound) ซึ่งมีโมเลกุลขนาดใหญ่ เช่น โปรตีน คาร์โบไฮเดรต และไขมัน ถูกย่อยสลายโดยกลุ่มแบคทีเรีย Acid – Forming Bacteria โดยแบคทีเรียเหล่านี้จะปล่อยเอนไซม์ออกมาสู่ภายนอกเซลล์ ได้แก่ เซลลูโลส , โปรตีเอส และไลเปส เป็นต้น เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาทำให้ได้สารประกอบอย่างง่ายที่มีโมเลกุลเล็ก และสามารถละลายในน้ำได้ หรือเรียกว่า โมนอเมอร์ (Monomer) สามารถแพร่ผ่านเข้าไปในเซลล์ในแบคทีเรียได้ เช่น กรดอะมิโน คาร์โบไฮเดรตในรูปกลูโคส และกรดไขมัน เป็นต้น

กระบวนการไฮโดรไลซิสเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นช้า โดยจะขึ้นกับปัจจัยต่างๆ ได้แก่ ความเป็นกรด ด่าง ไขมัน ซึ่งสารต่างๆเหล่านี้จะทำให้อัตราการเกิดไฮโดรไลซิสต่างกัน ในกระบวนการนี้เป็นเพียงการเปลี่ยนสารประกอบอินทรีย์ที่ซับซ้อนไปเป็นสารประกอบอินทรีย์อย่างง่ายเท่านั้น (วิณัฐชยา , 2551)

การผลิตโปรตีนไฮโดรไลเสตโดยใช้เอนไซม์ จะทำให้คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพที่ดี พร้อมทั้งให้คุณค่าทางโภชนาการสูง โดยมีส่วนประกอบของกรดอะมิโนหลากหลายชนิด นอกจากนี้ยังมีวิตามินที่ละลายน้ำได้สูง คือ วิตามินบี ซึ่งมีความสำคัญต่อกระบวนการเผาผลาญในร่างกาย อย่างไรก็ตาม เนื่องจากโปรตีนไฮโดรไลเสทมีกลิ่นที่ค่อนข้างแรง การนำไปใช้ประโยชน์จึงมุ่งไปที่การเพิ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณค่าทางอาหารให้สัตว์ ซึ่งจะนำมาเป็นส่วยผสมในอาหารของสัตว์น้ำ เพื่อดึงดูดการกินอาหารให้สัตว์น้ำ และยังมีปริมาณโปรตีนมากตามที่สัตว์น้ำต้องการ

2.6 คุณค่าทางโภชนาการของโปรตีนไฮโดรไลเสต

Oliva *et al.* (1999) โปรตีนไฮโดรไลเสตเป็นโปรตีนที่ผ่านขบวนการย่อยจากส่วนต่างของปลา เช่น เนื้อ หรือของเสียจากอวัยวะภายในของปลา ด้วยสารเคมีหรือเอนไซม์ที่มีส่วนในการย่อยจาก Alcalase และ Neutrase โปรตีนไฮโดรไลเสตเป็นส่วนผสมที่สำคัญในอาหารของปลา ในการให้เป็นส่วนผสมในอาหารปลานั้นพบว่าจะช่วยเพิ่มเนื้อของปลา 20% อีกทั้งช่วยในการเจริญเติบโตและอัตราการรอดทั้งในปลาน้ำจืดและน้ำเค็มในอัตราที่เหมาะสม แต่คุณค่าหรือประโยชน์ของโปรตีนไฮโดรไลเสตนั้นก็ขึ้นอยู่กับกระบวนการผลิตที่อาจส่งผลถึงประสิทธิภาพในการทำงานได้

Abdul-Hamid *et al.* (2002) กล่าวถึงการศึกษาโปรตีนไฮโดรไลเสตที่ใช้ในอาหาร 4 ชุด แบ่งเป็น ชุด A และ B ที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิที่แตกต่างกัน 2 ลักษณะคือ 150°c / 76 °c และ 180 °c / 90 °c โดยที่อาหารชุด A ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 150°c / 76 °c และ B ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 180 °c / 90 °c โดยที่โปรตีนปลาไฮโดรไลเสตในอาหารทั้ง 2 ชุดมีองค์ประกอบที่แตกต่างกัน โปรตีนไฮโดรไลเสต A กับ B ได้มาจากขบวนการย่อยด้วยเอนไซม์ Alcalase ได้แสดงถึงคุณค่าทางโภชนาการของโปรตีนไฮโดรไลเสต คือ 37.7-49.6% เป็นโปรตีน 2.6-2.8% เป็นไขมัน 1.6-4.0% เป็นระดับความชื้น และ 8.6-8.7% เป็นเถ้าถ่าน โดยความสามารถในการย่อยคิดเป็น 92.1 และ 88.4%

2.7 การใช้โปรตีนไฮโดรไลเสตเพื่อเป็นอาหารสัตว์น้ำ

จากผลการศึกษาของ Berge and Storebakken (1996) สามารถใช้โปรตีนไฮโดรไลเสตในอาหารปลาแซลมอนที่กินปลาป่นผสมกับกรดอะมิโนไนโตรเจนจากโปรตีนไฮโดรไลเสท 5 เปอร์เซ็นต์ ดีกว่าในอาหารเม็ดทั่วไปและปลาป่น

Savoid *et al.* (2006) สามารถใช้โปรตีนไฮโดรไลเสตเป็นอาหารสำหรับปลา spotted wolfish (*Anarhichas minor)* ในกลุ่มอาหารผสมกับโปรตีนไฮโดรไลเสต 20 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ของอัตราการรอดตาย และอัตราการเติบโตที่สูงกว่าในสูตรควบคุม และอาหารผสมกับโปรตีนไฮโดรไลเสท 10 เปอร์เซ็นต์

Batista *et al.* (2010) โปรตีนไฮโดรไลเสตที่ได้จากปลา black scabbard คุณสมบัติด้านการต้านอนุมูลอิสระ เป็นแหล่งโมเลกุลที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพ เช่น ฮอร์โมน secretagogue, calciotropic และ growth factor ยังมีการพบฤทธิ์ด้าน การลดความดันโลหิต ฤทธิ์ด้านการกระตุ้นภูมิคุ้มกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Shiyuan *et al.* (2008) ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของ protein hydrolysate จากปลา silver carp นั้นเกี่ยวพันกับระดับของ hydrolysis ระยะเวลาการ hydrolysis และน้ำหนักโมเลกุล protein hydrolysate นี้ เตรียมจาก Alcalase หรือ Flavourzyme แสดงให้เห็นถึงฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระของไฮดรอกซิลและการยับยั้งการเกิดเปอร์ออกไซด์ของไขมันอย่างมีนัยสำคัญ

2.8 ผลของโปรตีนไฮโดรไลเสตต่อการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ

Wu *et al.* (2008) กล่าวว่าผลของโปรตีนปลาไฮโดรไลเสต ต่อการเจริญเติบโตของปลา ด้วยการให้อาหารที่เสริมด้วยโปรตีนปลาไฮโดรไลเสตในปริมาณที่ต่างกันสามารถให้ผลการเจริญเติบโตไปในทางที่ดี โดยแบ่งเป็น 4 สูตรอาหารประกอบด้วย การให้อาหารปกติโดยไม่มีการเพิ่มโปรตีนปลาไฮโดรไลเสต และการเพิ่มโปรตีนปลาไฮโดรไลเสท 5% 10% และ15% ตามลำดับ โดยที่ส่วนประกอบและคุณค่าในอาหารแต่ละชุดจะแสดงใน ผลที่ได้จากการทดลองพบว่าการให้อาหารในชุดที่ 1 ที่ไม่มีการเพิ่มโปรตีนปลาไฮโดรไลเสตแสดงผลการเจริญเติบโตน้อยที่สุดจากการเปรียบเทียบจากจำนวนที่เพิ่มขึ้นของน้ำหนักปลาจากทุกกลุ่ม ความสัมพันธ์ของน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นและอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ คือ 83.55±15.18 กรัม, 51.63±8.63% และ 0.74±0.1% ตามลำดับ โดยที่การเพิ่มโปรตีนปลาไฮโดรไลเสต 10% ในอาหารปลาจะมีประสิทธิภาพต่ออัตราการเจริญเติบโตที่ดีที่สุดคือ 101.90±11.89 กรัม เมื่อเปรียบเทียบกับการเพิ่มโปรตีนปลาไฮโดรไลเสต 0, 5, และ 15% คือ 83.55±15.18, 91.05±5.61 และ 93.24±13.40 กรัม ตามลำดับ

จะเห็นได้ว่าอาหารแบบที่ 1 ที่ไม่มีส่วนประกอบของโปรตีนปลาไฮโดรไลเสตจะมีที่เพิ่มขึ้นของน้ำหนักปลาจากทุกกลุ่ม ความสัมพันธ์ของน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มอื่นๆ โดยที่อาหารผสมโปรตีนไฮโดรไลเสต 10% มีค่ามากที่สุด แสดงว่าการเพิ่มปริมาณโปรตีนปลาไฮโดรไลเสตในปริมาณที่มากเกินไปอาจจะไม่ส่งผลดีต่อการเจริญเติบโตของปลา แต่จะขึ้นอยู่กับปริมาณที่เหมาะสมมากกว่า

Cahu *et al.* (1999) กล่าวว่าโปรตีนปลาไฮโดรไลเสตมีส่วนช่วยในการป้องกันการผิดปกติของรูปร่างในปลาพบว่ามีอัตราการผิดปกติทางรูปร่างลดลงเมื่อมีการเพิ่มปริมาณโปรตีนไฮโดรไลเสตในอาหารให้มากขึ้นในปริมาณที่เหมาะสม เมื่อเทียบกับกลุ่มปลาตัวอย่างที่ให้อาหารตามปกติ เมื่อพิจารณาจากการให้โปรตีนไฮโดรไลเสตที่ 58% พบว่าอัตราการผิดปกติทางรูปร่างของปลากลุ่มนี้มีอัตราที่น้อยกว่าปลาในกลุ่มที่ไม่มีการให้โปรตีนไฮโดรไลเสต

Kotzamamis et al. (2007) กล่าวว่าการโปรตีนปลาไฮโดรไลเสตผสมในอาหารทางการค้าที่ระดับ 10% และ 19% ในส่วนประกอบของอาหารทั้งหมด ซึ่งใช้เลี้ยงปลากะพงยุโรปวัยอ่อน พบว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาหารทางการค้าที่มีโปรตีนปลาไฮโดรไลเสตผสมในอาหาร 10% ให้ผลที่ดีในแง่ของการเจริญเติบโต และการอยู่รอดที่ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) Berge and Storebakken (1996) กล่าวว่าการใช้โปรตีนไฮโดรไลเสตในปลาแอตแลนติกแซลมอน ที่ระดับ 3.3 และ 5.3% ของอาหาร พบว่าปลามีอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่าการเลี้ยงด้วยอาหารที่มีปลาป่นเพียงอย่างเดียว

2.9 องค์ประกอบของกรดอะมิโนในโปรตีนไฮโดรไลเสต

หลังกระบวนการไฮโดรไลซิส โปรตีนไฮโดรไลเสตที่ได้จะประกอบไปด้วยกรดอะมิโนอิสระและโปรตีนสายสั้นๆ ซึ่งกรดอะมิโนจะเป็นองค์ประกอบสำคัญของโปรตีนโดยมีผลต่อการทำงานของสรีรวิทยาทั้งโดยตรงและทางอ้อมกรดอะมิโนมีหน้าที่สำคัญ คือ สร้างโปรตีน รวมถึงเป็นตัวนำพาออกซิเจน วิตามิน และเอนไซม์ต่างๆ ดังนั้นองค์ประกอบกรดอะมิโนในโปรตีนไฮโดรไลเสตจึงมีความสำคัญ เพราะจะช่วยเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้กับอาหารสัตว์น้ำ Chalamaiah *et al.* (2012) รายงานว่า โปรตีนไฮโดรไลเสตจะมีองค์ประกอบกรดอะมิโนที่หลากหลาย ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น วัตถุดิบที่นำมาทำโปรตีนไฮโดรไลเสต แหล่งเอนไซม์ และสภาวะของกระบวนการไฮโดรไลซิสกรดอะมิโนจำเป็นที่ปลามีความต้องการเป็นหลักจะพบมากในโปรตีนไฮโดรไลเสต นอกจากนี้การทำโปรตีนไฮโดรไลเสทจากส่วนที่ต่างกันของปลาและชนิดของปลา จะทำให้ได้องค์ประกอบกรดอะมิโนแตกต่างกันด้วย

2.10 กรดอะมิโน

กรดอะมิโนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของปลาโดยเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในโปรตีนของร่างกาย ซึ่งมีส่วนสำคัญในเรื่องการเจริญเติบโต และการให้ผงผลิตต่างๆ เช่น ไข่ปลา ลูกปลา เป็นต้น (อรพินท์ และคณะ, 2542) ในการทดลองของ Li et al. (2008) ได้กล่าวไว้ว่ากรดอะมิโนนั้นจะอยู่ในโปรตีน ซึ่งเป็นสารอาหารพื้นฐานในการเจริญเติบโต กรดอะมิโนจะแบ่งเป็นกรดอะมิโนที่จำเป็นและกรดอะมิโนที่ไม่จำเป็น (ตารางที่ 2.1) ต่อปลา กรดอะมิโนที่จำเป็นนั้นสิ่งมีชีวิตจะไม่สามารถสังเคราะห์เองได้จึงต้องได้รับเข้าไปจากอาหาร ในขณะที่กรดอะมิโนที่ไม่จำเป็นสิ่งมีชีวิตจะสามารถสังเคราะห์ขึ้นเองได้ความต้องการกรดอะมิโนนั้นในสัตว์บกจะขึ้นอยู่กับน้ำหนักในปลาก็เป็นเช่นเดียวกัน (Tram, 2010)

2.11 Lysine และ Tyrosine

Zhou et al. (2011) ได้ศึกษาผลของ Lysine ในอาหารปลาต่อการเจริญเติบโต พบว่า Lysine เป็นกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อปลา โดยหากปลาได้รับ Lysine ในปริมาณที่มากเกินความต้องการก็จะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่งผลให้การเจริญเติบโตของปลาลดลง ส่วนที่เกินความจำเป็นนั้นจะถูกขับเป็นของเสียมากกว่าการดึงไปใช้จากปกติและทำให้คุณภาพน้ำแย่ลง

Wilson and Halver (1986) กล่าวว่าความต้องการ Lysine ในปลากลุ่มแซลมอน ปลาไหลญี่ปุ่น ปลาดุก มีความต้องการในปริมาณที่ไม่แตกต่างกันมาก (5.0-5.3 เปอร์เซ็นต์/โปรตีน) ในปลากลุ่มปลาคราฟจะต้องการในปริมาณที่สูงไม่มาก (5.7 เปอร์เซ็นต์/โปรตีน) ส่วนปลานิลนั้นต้องการเพียงเล็กน้อยเท่านั้น (4.1 เปอร์เซ็นต์/โปรตีน) Tram (2010) ได้กล่าวว่า ความต้องการ Lysine ของปลาต่างๆ จะอยู่ประมาณที่ 5 เปอร์เซ็นต์ของระดับโปรตีนที่ต้องการของปลาแต่ละชนิด

ตารางที่ 2.1 ชนิดของกรดอะมิโนสำหรับสัตว์น้ำ

Essential AA	Nonessential AA	Conditionally essential AA
Arginine	Alanine	Cysteine
Histidine	Asparagine	Glutamine
Isoleucine	Aspartate	Hydroxyproline
Leucine	Glutamate	Proline
Lycine	Glycine	Taurine
Methionine	Serine	
Phenylalanine	Tyrosine	
Threonine		
Thyptophan		
Valine		

ที่มา: Li et al. (2008)

Saavedra et al. (2008) กล่าวว่า Tyrosine เป็นกรดอะมิโนที่เปลี่ยนมาจาก phenylalanine ซึ่งเป็นกรดอะมิโนที่สำคัญต่อต่อมไทรอยด์และฮอร์โมน adrenocortical, norepinephrine และ epinephrine Tyrosine นั้นจึงสำคัญต่อระบบประสาทที่จะเป็นตัวควบคุมความเครียดของสัตว์น้ำ ส่วน Lysine นั้นจะเป็นกรดอะมิโนที่สำคัญต่อสิ่งมีชีวิต โดยจะช่วยลดการสูญเสียไนโตรเจนและที่สำคัญจะทำให้สามารถนำกรดอะมิโนตัวอื่นๆมาใช้ได้มากขึ้น

Pinto et al. (2010) ได้กล่าวไว้ว่า กรดอะมิโนกลุ่ม aromatic (Phenylalanine และ Tyrosine) นั้นจำเป็นต่อการสร้างฮอร์โมนจากต่อมไทรอยด์ซึ่งสำคัญในสัตว์มีกระดูกสันหลังส่วนในปลานั้นจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่วยทำให้ปลามีการพัฒนาไปในระยะต่างๆและเจริญเติบโตได้ดีขึ้น โดยผลกระทบจากสิ่งแวดล้อมจะส่งผลให้มีความต้องการกรดอะมิโนเหล่านี้มากขึ้น

2.12 กรดอะมิโนต่อการเจริญเติบโตของปลา

Cheng *et al.* (2011) ศึกษาผลของ arginine และ glutamine ในอาหารปลาต่อการเติบโตและระบบภูมิคุ้มกันของปลา red drum พบว่า ทั้ง arginine และ glutamine มีความสำคัญต่อการซ่อมแซมเนื้อเยื่อและสร้างเซลล์ ซึ่งส่งผลต่อการเติบโตและอัตรารอดของปลาเมื่อปลาได้รับอาหารผสม arginine และ glutamine1-2 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้ปลามีระบบภูมิคุ้มกันดีขึ้น แต่การเติบโตของปลา red drum ในกลุ่มการทดลองที่ได้รับอาหารผสม arginine และ glutamine ไม่มีความแตกต่างกันกับกลุ่มปลา red drum ที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และการเสริมกรดอะมิโนในอาหารปลาจะช่วยให้ประสิทธิภาพของอาหารปลาดียิ่งขึ้น

Zhou et al. (2011) ศึกษาผลของ arginine ในอาหารปลาต่อการเติบโตและการนำอาหารไปใช้ประโยชน์ของปลา black sea bream พบว่า การให้ arginine ในระดับที่เกินความจำเป็นหรือไม่ได้สัดส่วนที่ต้องการของปลานั้น ไม่ทำให้การเจริญเติบโตหรือการนำอาหารไปใช้ประโยชน์ของปลา black sea bream ลดลง เนื่องจาก arginine เป็นกรดอะมิโนที่จำเป็นและไม่สามารถสร้างขึ้นเองได้ซึ่ง Zhou et al. (2011) ทดลองนำ arginine และ lysine มาผสมอาหารในสัดส่วนที่แตกต่างกัน พบว่า การผสม arginine 2.83% และ lysine3.25% ในอาหารปลา 1 กิโลกรัม จะทำให้ปลา black sea bream มีการเติบโตดีที่สุด แต่ถ้าเพิ่มปริมาณ lysine สูงกว่า 60% ของอาหารปลา จะทำให้การเติบโตของปลา black sea bream ลดลงอย่างชัดเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การทดลองที่ 1 การศึกษาผลการทดแทนปลาป่นด้วยโปรตีนไฮโดรไลเสตในรูปแบบที่ต่างกันต่อการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการย่อยโปรตีน ค่าโลหิตวิทยาและภาวะเครียดของปลา

3.1.1 แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design: CRD) ปริมาณโปรตีนไฮโดรไลเสทที่ผสมในอาหารต่างกัน 5 ระดับ ได้แก่ 0, 25, 50, 75 และ 100% แบ่งออกเป็น 5 ชุดการทดลอง ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ เป็นเวลา 90 วัน ดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 ให้อาหารที่ไม่ผสมโปรตีนไฮโดรไลเสต 0% (กลุ่มควบคุม)

ชุดการทดลองที่ 2 ให้อาหารที่ผสมโปรตีนไฮโดรไลเสต 25%

ชุดการทดลองที่ 3 ให้อาหารที่ผสมโปรตีนไฮโดรไลเสต 50%

ชุดการทดลองที่ 4 ให้อาหารที่ผสมโปรตีนไฮโดรไลเสต 75%

ชุดการทดลองที่ 5 ให้อาหารที่ผสมโปรตีนไฮโดรไลเสต 100%

3.1.2 วิธีการทดลอง

3.1.2.1 การเตรียมโปรตีนไฮโดรไลเสต

1) นำไส้ปลาและเครื่องในปลานิลมาล้างทำความสะอาด แยกส่วนที่เป็นไขมันและน้ำดีแล้วนำไปปั่นให้ละเอียด

2) นำไส้ปลานิลที่ปั่นแล้วใส่ในบีกเกอร์ปริมาณ 400 มิลลิลิตร ต้มน้ำให้ความร้อนอยู่ที่ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที โดยระหว่างต้มน้ำให้ตักส่วนที่เป็นฟองทิ้ง

3) ทำการปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 3600 รอบ อุณหภูมิ 10 °C เป็นเวลา 25 นาที ตักส่วนที่เป็นไขมันชั้นบนสุดซึ่งจะเป็นสีดำทิ้งและเอาส่วนที่เหลือเก็บไว้ใช้ต่อไป

4) หยด Tris HCL จำนวน 2 มิลลิลิตร และ Protease 0.25 มิลลิลิตรต่อปริมาณโปรตีนไฮโดรไลเสท 400 มิลลิลิตร นำมาต้มในน้ำที่ความร้อน 80 °C เป็นเวลา 20 นาที จากนั้นทิ้งไว้ให้เย็นและเก็บไว้ในตู้เย็น

3.1.2.2 การเตรียมอาหาร

ผสมอาหาร 5 ระดับ คือ อาหารที่ผสมโปรตีนไฮโดรไลเสต 0% (กลุ่มควบคุม) อาหารที่ผสมโปรตีนไฮโดรไลเสท 25% อาหารที่ผสมโปรตีนไฮโดรไลเสท 50% อาหารที่ผสมโปรตีนไฮโดรไลเสต 75% และอาหารที่ผสมโปรตีนไฮโดรไลเสต 100% โดยใช้วัตถุดิบอาหารได้แก่ ปลาป่น , ข้าวโพด โปรตีนไฮโดรไลเสต ปลายข้าว กากถั่วเหลือง น้ำมันปลา กากมะพร้าว เปลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หอย รำละเอียด และ วิตามินพรีมิกซ์ โดยนำวัตถุดิบทั้งหมดมาวิเคราะห์องค์ประกอบโดยประมาณของความชื้น เถ้า โปรตีน และไขมัน (ตารางที่ 3.1) อัตราส่วนของวัตถุดิบที่ใช้ประกอบสูตรอาหารทั้ง 5 สูตร (ตารางที่ 3.2) และองค์ประกอบทางเคมีของอาหารที่ใช้เลี้ยงปลาทั้ง 5 สูตร (ตารางที่ 3.3)

3.1.2.3 การเตรียมปลาทดลอง

คัดปลาดุกน้ำหนักเฉลี่ย 21.48±0.46 กรัม ลงในบ่อปริมาตร 1000 ลิตร บ่อละ 25 ตัว โดยใส่หัวทรายและให้ออกซิเจน ทำการพักปลาก่อนการทดลอง 2 วันเพื่อให้ปลาคุ้นเคยกับระบบและไม่เกิดอาการเครียด ให้อาหารวันละ 2 ครั้งโดยให้อาหารจนปลากินอิ่มแล้วหาน้ำหนักอาหารที่หายไป และถ่ายน้ำสัปดาห์ละ 2 ครั้ง หลังสิ้นสุดการทดลอง 90 วันนำปลาดุกมาวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน ไขมัน เถ้า เยื่อใย และความชื้น

3.1.3 การเก็บข้อมูล

3.1.3.1 ทำการชั่งน้ำหนักเพื่อหาค่าน้ำหนักเฉลี่ยของปลาในอาหารแต่ละสูตร โดยจำทำการชั่งวัดทุก 2 สัปดาห์ เพื่อคำนวณน้ำหนักอาหารที่เพิ่มขึ้นในแต่ละสัปดาห์

น้ำหนักอาหารที่ปลากินอิ่ม = น้ำหนักอาหารก่อนใส่ยอ – น้ำหนักอาหารที่เหลือในยอ

3.1.3.2 บันทึกน้ำหนักหลังสิ้นสุดการทดลอง เพื่อคำนวณน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก (Feeding conversion ratio; FCR) ด้วยสมการดังต่อไปนี้

น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น = น้ำหนักเฉลี่ยสุดท้าย – น้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น

$$\text{อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก (FCR)} = \frac{\text{ปริมาณอาหารที่กิน}}{\text{น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น}}$$

3.1.3.3 วิเคราะห์ปริมาณไขมันที่สะสมในปลาดุก ด้วยสมการดังต่อไปนี้

$$\%\ \text{ไขมัน} = \frac{\text{น้ำหนักถ้วยพร้อมไขมันที่สกัดได้ (g)} - \text{น้ำหนักถ้วยเปล่า (g)}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (g)}} \times 100$$

3.1.3.4 วิเคราะห์ปริมาณโปรตีนที่สะสมในปลาดุก ด้วยสมการดังต่อไปนี้

$$\%\ \text{โปรตีน} = [1.4(V_2 - V_1)N \times 6.25] / w$$

V_2 = ปริมาตรของกรดซัลฟุริกที่ใช้ไตเตรต blank (ml)

V_1 = ปริมาตรของกรดซัลฟุริกที่ใช้ไตเตรตตัวอย่าง (ml)

N = ความเข้มข้นของกรดซัลฟุริก (0.1 N)

W = น้ำหนักตัวอย่างอาหาร (g)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3.5 วิเคราะห์ปริมาณความชื้นที่สะสมในปลาดุก ด้วยสมการดังต่อไปนี้

$$\% \text{ ความชื้น} = \frac{[(A+B) - C] \times 100}{B}$$

A = น้ำหนักถ้วยเปล่า (g)

B = น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ (g)

C = น้ำหนักตัวอย่างและถ้วยหลังอบ (g)

3.1.3.6 วิเคราะห์ปริมาณเถ้าที่สะสมในปลาดุก ด้วยสมการดังต่อไปนี้

$$\% \text{ เถ้า} = \frac{\text{น้ำหนักถ้วยและตัวอย่างหลังเผา (g)} - \text{น้ำหนักถ้วยเปล่า (g)} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (g)}}$$

ตารางที่ 3.1 องค์ประกอบโดยประมาณของวัตถุดิบที่ใช้ผลิตอาหาร (เปอร์เซ็นต์)

วัตถุดิบ	ร้อยละขององค์ประกอบโดยประมาณของวัตถุดิบ					
	โปรตีน	ไขมัน	เถ้า	เยื่อใย	ความชื้น	NFE
ปลาป่น	54.97	10.09	26	0.68	7.95	0.31
ปลายข้าว	7.86	0.38	0.45	0.51	9.91	80.89
ข้าวโพด	8.38	2.12	0.68	4.1	9.12	75.6
กากถั่วเหลือง	36.28	1.05	5.87	5.4	9.93	41.5
กากมะพร้าว	20.8	6.3	7	12	8	45.5
รำละเอียด	13.7	15.13	8.62	6.19	7.75	48.54

3.2 การทดลองที่ 2 การศึกษาผลการใช้โปรตีนไฮโดรไลเสตเพื่อเป็นสารดึงดูดการกินอาหารของปลา

3.2.1 แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) ปริมาณโปรตีนไฮโดรไลเสตที่ผสมในอาหารต่างกัน 4 ระดับ ได้แก่ 0, 5, 10 และ 15% แบ่งออกเป็น 4 ชุดการทดลอง ชุดการทดลองละ 4 ซ้ำ เป็นเวลา 60 วัน ดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 ให้อาหารที่ไม่ผสมโปรตีนไฮโดรไลเสต 0% (กลุ่มควบคุม)

ชุดการทดลองที่ 2 ให้อาหารที่ผสมโปรตีนไฮโดรไลเสต 5%

ชุดการทดลองที่ 3 ให้อาหารที่ผสมโปรตีนไฮโดรไลเสต 10%

ชุดการทดลองที่ 4 ให้อาหารที่ผสมโปรตีนไฮโดรไลเสต 15%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 อัตราของวัตถุดิบที่ใช้ประกอบสูตรอาหารทั้ง 5 สูตร (เปอร์เซ็นต์)

วัตถุดิบ	สูตร 1 (0%)	สูตร 2 (25%)	สูตร 3 (50%)	สูตร 4 (75%)	สูตร 5 (100%)
ปลาป่น	43.6	32.7	21.8	11.0	-
โปรตีนไฮโดรเสต	-	13.5	27.1	40.6	60.9
กากถั่วเหลือง	26.0	32.6	37.3	42.8	64.2
กากมะพร้าว	3.3	1.5	2.2	2.7	1.6
รำละเอียด	6.5	4.3	4.3	2.3	1.3
ข้าวโพด	4.4	3.9	3.9	2.2	1.2
ปลายข้าว	20.9	18.7	13.2	11.0	7.7
น้ำมันปลา	43.6	32.7	21.8	11.0	-
เปลือกหอย	-	13.5	27.1	40.6	60.9
วิตามินพรีมิกต์	26.0	32.6	37.3	42.8	64.2
รวม	3.3	1.5	2.2	2.7	1.6

ตารางที่ 3.3 องค์ประกอบทางเคมีของอาหารที่ใช้เลี้ยงปลาทั้ง 5 สูตร (เปอร์เซ็นต์)

องค์ประกอบทางเคมี	สูตร 1(0%)	สูตร 2(25%)	สูตร 3(50%)	สูตร4(75%)	สูตร5(100%)
โปรตีน	34.00	34.00	34.00	34.00	34.00
ไขมัน	6.60	6.90	7.70	8.20	8.70
NFE	32.60	31.50	29.60	28.30	26.70
เถ้า	14.20	12.30	10.60	8.80	7.70
เยื่อใย	2.50	2.50	2.70	2.70	2.80
ความชื้น	8.50	11.20	13.90	16.60	19.2
ค่าพลังงาน	391.37	390.31	389.48	388.06	387.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 วิธีการทดลอง

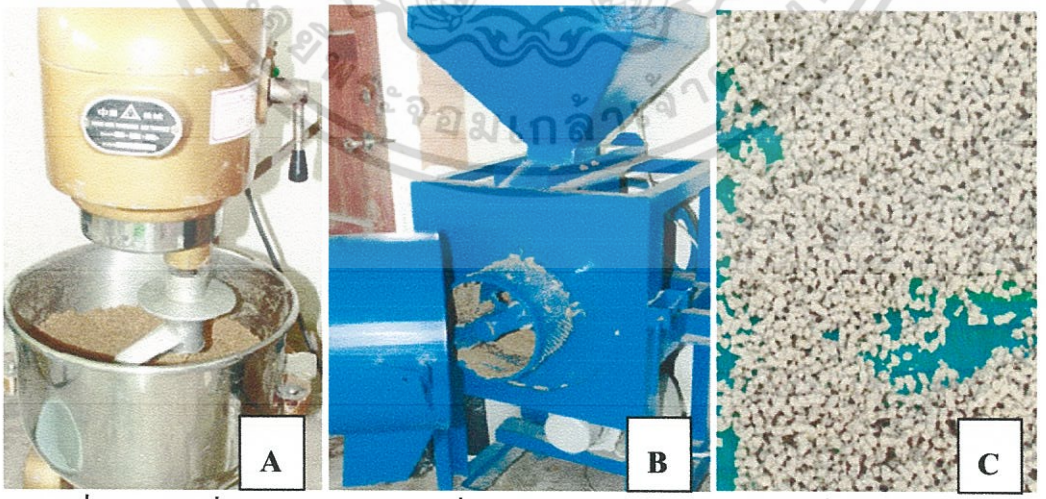
3.2.2.1 การเตรียมโปรตีนไฮโดรไลเสต ดำเนินเช่นเดียวกันกับการทดลองที่ 1

3.2.2.2 การเตรียมอาหาร

อาหารที่ใช้ทดลองเป็นอาหารเม็ดชนิดจม กำหนดให้อาหารทุกสูตรมีระดับโปรตีนรวมประมาณ 30 % โดยกำหนดสูตรอาหารทั้งหมด 4 สูตร คืออาหารผสมโปรตีนไฮโดรไลเสต 0% (ควบคุม) อาหารที่ผสมโปรตีนไฮโดรไลเสต 5% อาหารที่ผสมโปรตีนไฮโดรไลเสต 10% และ อาหารที่ผสมโปรตีนไฮโดรไลเสต 15% โดยมีส่วนผสมของกากถั่วเหลืองในอาหาร 40% ใช้วัตถุดิบอาหารได้แก่ ปลาป่น ข้าวโพด รำข้าว ปลายข้าว โปรตีนไฮโดรไลเสต เปลือกหอย น้ำมันปลา วิตามินพรีมิกซ์ ผสมอาหารโดยใช้เครื่องผสมอาหาร (ภาพที่3. 1A) นำอาหารที่ผสมเรียบร้อยแล้วเข้าเครื่องอัดเม็ดอาหาร (ภาพที่ 3.1B) นำวัตถุดิบสำหรับทำอาหารทั้งหมดมาวิเคราะห์องค์ประกอบของความชื้น เถ้า โปรตีน เยื่อไย และไขมัน (ตารางที่3.4) อัตราส่วนของวัตถุดิบที่ใช้ประกอบสูตรอาหารทั้ง 4 สูตร (ตารางที่3.5) และองค์ประกอบทางเคมีของอาหารที่ใช้เลี้ยงปลาทั้ง 4 สูตร (ตารางที่3.6)

3.2.2.3 การเตรียมปลาทดลอง

นำลูกปลาดุกบิ๊กอุยที่มีขนาดประมาณ 3 นิ้ว น้ำหนักเฉลี่ย 6 กรัม/ตัว มาเลี้ยงในถังไฟเบอร์กลาส ขนาด 500 ลิตร เพื่อพักปลาและฝึกให้ปลากินอาหารทดลองที่ผลิตขึ้นเองเมื่อปลาชินกับอาหารแล้ว จึงคัดปลาที่มีขนาดใกล้เคียงกัน จำนวน 20 ตัว ชั่งน้ำหนักรวมในแต่ละถัง ปล่อยเลี้ยงลงถังไฟเบอร์กลาสทรงกลม ความจุขนาด 200 ลิตร จำนวน 16 ถัง เลี้ยงด้วยระบบหมุนเวียนน้ำแบบมีตัวกรองด้วยเปลือกหอย และใยสังเคราะห์ ให้อาหารวันละ 2 ครั้ง



ภาพที่ 3.1 (A) เครื่องผสมอาหาร (B) เครื่องอัดเม็ดอาหาร (C) อาหารปลาที่ใช้ในการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ตารางที่ 3.4 องค์ประกอบโดยประมาณของวัตถุดิบที่ใช้ผลิตอาหาร

วัตถุดิบ	ร้อยละขององค์ประกอบโดยประมาณของวัตถุดิบ					
	โปรตีน	ไขมัน	เถ้า	ความชื้น	เยื่อใย	NFE
ปลาป่น	50.77	4.86	30.68	8.42	0.85	4.42
ปลายข้าว	6.75	0.64	0.78	10.66	0.51	80.66
ข้าวโพด	8.19	4.11	1.19	10.22	1.85	74.44
รำละเอียด	12.45	15.27	7.02	8	4.38	52.88
กากถั่วเหลือง	34.03	1.58	6.49	8.84	5.38	43.68

3.2.3 การเก็บข้อมูล

3.2.3.1 ทำการชั่งน้ำหนักปลาเพื่อหาค่าน้ำหนักเฉลี่ยน้ำหนักเริ่มต้นของปลาในอาหารแต่ละสูตร โดยจะทำการชั่งน้ำหนักปลาทุก 2 สัปดาห์ในระหว่างการเลี้ยงด้วยเครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 2 ตำแหน่ง เพื่อคำนวณน้ำหนักอาหารที่เพิ่มขึ้นในแต่ละสัปดาห์

3.2.3.2 บันทึกน้ำหนักหลังสิ้นสุดการทดลอง (วัน) เพื่อคำนวณหาน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก (Feeding conversion ratio; FCR) ด้วยสมการดังต่อไปนี้

น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น = น้ำหนักเฉลี่ยสุดท้าย – น้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น

น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อวัน (Dairy Weight Gain, DWG) กรัมต่อวัน = $\frac{\text{น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (กรัม)}}{\text{ระยะเวลาที่เลี้ยง(วัน)}}$

อัตราการรอด (Survival rate) = $\frac{\text{จำนวนปลาที่เหลือรอด} \times 100}{\text{จำนวนปลาที่ปล่อยเลี้ยง}}$

อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก (FCR) = $\frac{\text{ปริมาณอาหารที่กิน}}{\text{น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น}}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

142686

ตารางที่ 3.5 อัตราของวัตถุดิบที่ใช้ประกอบสูตรอาหารทั้ง 4 สูตร (เปอร์เซ็นต์)

วัตถุดิบ	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4
ปลาป่น	26	25.4	24.7	24.1
โปรตีนไฮโดรไลเสต	-	5	10	15
กากถั่วเหลือง	40	40	40	40
รำข้าว	20	20	20	20
ปลายข้าว	5	5	5	5
ข้าวโพดป่น	5	5	5	5
น้ำมันปลา	1	1	1	1
เปลือกหอย	1.5	1.5	1.5	1.5
วิตามินพรีมิกซ์	1.5	1.5	1.5	1.5
รวม	100	104.4	108.7	113.1

ตารางที่ 3.6 องค์ประกอบทางเคมีของอาหารที่ใช้เลี้ยงปลาทั้ง 4 สูตร (เปอร์เซ็นต์)

องค์ประกอบทางเคมี	เถ้า	ความชื้น	โปรตีน	ไขมัน	เยื่อใย	NFE
สูตรที่ 1	14.4	7.55	30.95	6.95	2.85	37.3
สูตรที่ 2	14.31	5.07	31.2	6.43	2.82	40.17
สูตรที่ 3	14.25	5.36	31.3	6.23	2.8	40.06
สูตรที่ 4	13.73	4.37	31.31	5.06	2.79	42.74

3.3 การทดลองที่ 3 ผลของการเสริมโปรตีนไฮโดรไลเสต อาร์จินีน และโปรลีนในอาหารต่อการเติบโต ค่าโลหิตวิทยาและการต้านอนุมูลอิสระของปลาดุกลูกผสม

3.3.1. แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) การทดลองแบ่งออกเป็น 4 ชุดการทดลอง ชุดการทดลองละ 4 ซ้ำ เป็นเวลา 90 วัน ดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 ให้อาหารสูตรควบคุม

ชุดการทดลองที่ 2 ให้อาหารที่ผสมโปรตีนไฮโดรไลเสต

ชุดการทดลองที่ 3 ให้อาหารที่ผสมอาร์จินีน

ชุดการทดลองที่ 4 ให้อาหารที่ผสมโปรลีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 วิธีการทดลอง

3.2.2.1 การเตรียมโปรตีนไฮโดรไลเสต ดำเนินเช่นเดียวกันกับการทดลองที่ 1

3.2.2.2 การวิเคราะห์กรดอะมิโนในโปรตีนไฮโดรไลเสต

1) นำโปรตีนไฮโดรไลเสตที่เตรียมไว้ไปแช่แข็งโดยทำเป็นแผ่นบางๆ หนา 0.5-1 ซม.

2) นำโปรตีนไฮโดรไลเสตที่เป็นแผ่นแข็งแล้ว ทำ freeze dry ที่อุณหภูมิเริ่มต้น -4°C เป็นเวลา 8 ชั่วโมง และเพิ่มอุณหภูมิขึ้นทีละ 2°C จนถึง 8°C จนกว่าโปรตีนไฮโดรไลเสตแห้งเป็นผง

3) นำผงโปรตีนไฮโดรไลเสต 10 กรัม วิเคราะห์กรดอะมิโนอิสระด้วยวิธี HPLC (Steven and Dennis, 1993)

3.2.2.3. การเตรียมอาหาร

1) อาหารสูตรควบคุม เตรียมอาหาร โดยนำอาหารผงสำเร็จรูป 500 กรัม มาผสมกับน้ำ 300 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันแล้วนำไปบดอัดเม็ด และอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 80 °C เป็นเวลา 12 ชั่วโมง

2) อาหารสูตรผสมโปรตีนไฮโดรไลเสต 10% เตรียมอาหารโดย นำอาหารผงสำเร็จรูป 500 กรัม มาผสมกับน้ำ 300 มิลลิลิตร และโปรตีนไฮโดรไลเสต 50 กรัมผสมให้เข้ากัน แล้วนำไปบดอัดเม็ดและอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 80 °C เป็นเวลา 12 ชั่วโมง

3) อาหารสูตรผสมกรดอะมิโน เตรียมอาหารโดย นำอาหารผงสำเร็จรูป 500 กรัม มาผสมกับน้ำ 300 มิลลิลิตร และอาร์จินีน 0.0452 กรัม ซึ่งเป็นระดับเดียวกับที่มีในโปรตีนไฮโดรไลเสต ผสมให้เข้ากันแล้วนำไปบดอัดเม็ด และอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 80 °C เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ส่วนอาหารสูตรโปรลีน เตรียมโดย นำอาหารผงสำเร็จรูป 500 กรัม มาผสมกับน้ำ 300 มิลลิลิตร และโปรลีน 0.0172 กรัม ซึ่งเป็นระดับเดียวกับที่มีในโปรตีนไฮโดรไลเสต ผสมให้เข้ากันแล้วนำไปบดอัดเม็ด และอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 80 °C เป็นเวลา 12 ชั่วโมง

3.2.2.4 การให้อาหารปลา ให้อาหารวันละ 2 ครั้ง เวลา 9:00 และ 16:00 น. โดยมีการปรับปริมาณอาหารดังนี้ สัปดาห์ที่ 1-3 ให้อาหาร 5 % ต่อน้ำหนักตัวปลา สัปดาห์ที่ 4-5 ให้อาหารครั้งละ 3 กรัมและตั้งแต่สัปดาห์ที่ 6 จนถึงสิ้นสุดการทดลองเลี้ยงปลา ให้อาหารครั้งละ 6 กรัม โดยจะทำการบันทึกน้ำหนักปลาทุกสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ และคำนวณหาน้ำหนักเพิ่มขึ้นทั้งหมด (TWG) และอัตราการเติบโตจำเพาะ (SGR) ของปลาดุกลูกผสม ตามสูตรการคำนวณของ Tang (2008)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2.5 วิเคราะห์ค่าโลหิตวิทยาและการต้านอนุมูลอิสระของปลาดุกลูกผสมหลังจากเลี้ยงปลาดุกลูกผสมเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์แล้ว จึงนำปลาดุกลูกผสมมาทำการสลบด้วย Tricainemethanesulfonate (TMS หรือ MS-222, Sigma, USA) และเจาะเลือดที่ caudal vein ซึ่งอยู่บริเวณโคนหางของปลา โดยใช้หลอดฉีดยาพลาสติกขนาด 1 มิลลิลิตร เข็มเบอร์ 25 G เก็บเลือดประมาณ 1 มิลลิลิตร นำเลือดที่ ได้ไปแยกเซรั่ม และทำการศึกษาดังนี้

1) ปริมาณเม็ดเลือดแดงอัดแน่น (% Haematocrit) ตรวจจากการนำเลือดปลาดุกลูกผสมใส่ใน microhaematocrit tube แล้วปิดปลายด้านหนึ่งของหลอดด้วยดินน้ำมันสีขาว หลังจากนั้นนำไปปั่นเหวี่ยงด้วยความเร็วรอบ 12000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที ที่อุณหภูมิ 4°C และนำมาคำนวณเปอร์เซ็นต์ฮีมาโตคริต

2) ปริมาณเม็ดเลือดแดงและเม็ดเลือดขาวตรวจสอบจากการนำเลือดปลาดุกลูกผสมใส่ลงใน diluting pipette ให้ถึงขีด 0.5 เช็ดเลือดที่ปลายหลอดออกให้หมดก่อนนำไปจุ่มลงในน้ำยา Yokoyama' s white cell fluid จนถึงขีด 101 จะได้เลือดที่มีความเจือจาง 1:200 ใช้นิ้วอุดที่ปลายทั้งสองด้านของหลอดและพลิกไปมาช้าๆ ประมาณ 2 นาที ปล่อยน้ำยาจาก diluting pipette 2-3 หยดแรกทิ้งเพื่อกำจัดน้ำยาที่ไม่ได้รับการผสมกับเลือด จากนั้นนำส่วนปลายด้านล่างของ diluting pipette มาแตะระหว่าง counting chamber ที่ปิดด้วย cover glass จากนั้นนำไปส่องใต้กล้องจุลทรรศน์หาตารางสี่เหลี่ยมจัตุรัส โดยตรงกลาง 25 ช่อง จะใช้นับจำนวนเม็ดเลือดแดง 5 ช่อง ใช้กำลังขยาย 40 เท่า ส่วนการนับจำนวนเม็ดเลือดขาว นับเฉพาะสี่เหลี่ยมจัตุรัสใหญ่ (16 ช่อง) ที่ตำแหน่งมุมทั้ง 4 หลังจากนั้นทำการคำนวณจำนวนเม็ดเลือดที่นับได้

3) การทดสอบความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH ในเลือด โดยใช้พลาสมาที่ได้จากการปั่นเหวี่ยงเลือดปลาดุกจำนวน 0.1 มิลลิลิตร เติม DPPH 3.9 มิลลิลิตร จากนั้นเขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที จากนั้นนำตัวอย่างในหลอดทดลองถ่ายลงใน appendorf ปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 12000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที ที่อุณหภูมิ 20°C จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร และนำไปคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความสามารถการต้านอนุมูลอิสระ DPPH

4) การวิเคราะห์หาเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระ catalase ในเลือดโดยการนำตะกอนเลือดที่ได้จากการปั่นเหวี่ยง มาล้างตะกอนด้วย 0.85 เปอร์เซ็นต์ NaCl นำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 3000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที ที่อุณหภูมิ 4°C (ทำซ้ำ 3 ครั้ง) จากนั้นละลายตะกอนเม็ดเลือดด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำกลั่น 5 เท่าของตะกอนเม็ดเลือด เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นดูดตัวอย่างสารละลายเม็ดเลือด 0.5 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 7.5 มิลลิลิตร แล้วเติม 1 เปอร์เซ็นต์ H_2O_2จำนวน 1 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที จากนั้นเติม 10เปอร์เซ็นต์ H_2SO_4 แล้วนำไปไตเตรทด้วย 1 N $KMnO_4$จนตัวอย่างเปลี่ยนเป็นสีชมพู แล้วจึงคำนวณหาปริมาณของ H_2O_2

5) การวิเคราะห์หาค่า TBARS ในเลือด โดยดูดพลาสมาจากเลือดที่ปั่นเหวี่ยงแล้วจำนวน 0.1 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดทดลองที่มีฝาปิด เติม 50 mM potassium phosphate buffer pH 7.4 ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร, triobarbituric acid (TBA) 0.2 มิลลิลิตร, trichloroacetic acid (TCA) 1 มิลลิลิตร และเติม butylatedhydroxytoluene (BHT) 0.01 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปต้มใน water bath ที่อุณหภูมิ 95-100°C เป็นเวลานาน 30 นาที เมื่อครบระยะเวลาที่กำหนดทำให้เย็นทันทีโดยแช่ในน้ำแข็ง จากนั้นนำสารในหลอดทดลองถ่ายลงใน appendorf นำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 1500 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที ที่อุณหภูมิ 4°C จากนั้นวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 532 นาโนเมตร และคำนวณหาค่ากรดไทโอบาร์บิวทูริก โดยแทนในสมการเส้นตรงจากกราฟมาตรฐานมัลลัลไดแอลดีไฮด์ (MDA) แสดงผลเป็นมิลลิกรัมมัลลัลไดแอลดีไฮด์ต่อมิลลิลิตรของพลาสมา

3.3.2 การบันทึกข้อมูล

3.3.2.1 ทำการชั่งน้ำหนักปลาทุกๆ สัปดาห์ เป็นเวลา 60 วัน เพื่อหาน้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น คำนวณจากสมการต่อไปนี้

TWG (total weight gain) (กรัม/ตัว) = $(W_t - W_i)$

SGR (specific growth rate) (%) = $\frac{(\ln W_t - \ln W_i) \times 100}{d}$

W_i คือ น้ำหนักปลาเริ่มต้น (กรัม)

W_t คือ น้ำหนักปลาเริ่มต้น (กรัม)

d คือ จำนวนวันที่ให้อาหาร

3.3.2.2 วิเคราะห์ค่าโลหิตวิทยา ด้วยสมการต่อไปนี้

เปอร์เซ็นต์ฮีมาโตคริต = $\frac{\text{ความยาวชั้นเม็ดเลือดแดงใน microhaematocrit tube} \times 100}{\text{ความยาวของเลือดทั้งหมด microhaematocrit tube}}$

จำนวนเม็ดเลือดแดง (เซลล์/ลบ.มม.) = จำนวนเม็ดเลือดแดงที่นับได้ 5 ช่อง x 5 x 10 x 200

จำนวนเม็ดเลือดขาว (เซลล์/ลบ.มม.)= จำนวนเม็ดเลือดขาวที่นับได้ 16 ช่อง x 10 x 200

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2.3 วิเคราะห์การต้านอนุมูลอิสระ ด้วยสมการต่อไปนี้

% Inhibition DPPH = 1- (ค่าดูดกลืนแสง $_{experiment}$/ ค่าดูดกลืนแสง $_{control}$) x 100

การตรวจสอบปริมาณของ H2O2 Reduction ได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$A\ (mg\ H_2O_2) = 1.7\ \frac{(V_{control} - V_{experiment})}{30 \times 0.5}$$

A คือ ปริมาณของ H_2O_2หน่วยเป็น มิลลิกรัม H_2O_2

$V_{control}$ คือ ปริมาตรของ $KMnO_4$ ที่ไตเตรทได้ใน blank (น้ำกลั่น)

$V_{experiment}$ คือ ปริมาตรของ $KMnO_4$ ที่ไตเตรทได้ในตัวอย่าง

3.4 การทดลองที่ 4 ผลของการเสริมโปรตีนไฮโดรไลเสต ไทโรซีนและไลซีนในอาหารต่อการเจริญเติบโตและค่าโลหิตวิทยาของปลาดุกลูกผสม

3.4.1 แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) แบ่งออกเป็น 4 ชุดการทดลอง ชุดการทดลองละ 4 ซ้ำ เป็นเวลา 90 วัน ดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 ให้อาหารสูตรควบคุม

ชุดการทดลองที่ 2 ให้อาหารที่ผสมโปรตีนไฮโดรไลเสต

ชุดการทดลองที่ 3 ให้อาหารที่ผสมไทโรซีน

ชุดการทดลองที่ 4 ให้อาหารที่ผสมไลซีน

3.4.2 วิธีการทดลอง

3.4.2.1 การเตรียมโปรตีนไฮโดรไลเสต ดำเนินเช่นเดียวกันกับการทดลองที่1

3.4.2.2 การวิเคราะห์กรดอะมิโนในโปรตีนไฮโดรไลเสต ดำเนินเช่นเดียวกันกับการทดลองที่ 3

3.4.2.3 การเตรียมอาหาร

1) อาหารสูตรควบคุม เตรียมอาหาร โดยนำอาหารผงสำเร็จรูป 500 กรัม มาผสมกับน้ำ 300 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันแล้วนำไปบดอัดเม็ด และอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 80 °C เป็นเวลา 12 ชั่วโมง

2) อาหารสูตรผสมโปรตีนไฮโดรไลเสต 10% เตรียมอาหาร โดย นำอาหารผงสำเร็จรูป 500 กรัม มาผสมกับน้ำ 300 มิลลิลิตร และโปรตีนไฮโดรไลเสต 50 กรัมผสมให้เข้ากัน แล้วนำไปบดอัดเม็ดและอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 80 °C เป็นเวลา 12 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) อาหารสูตรผสมกรดอะมิโน เตรียมอาหารโดย นำอาหารผงสำเร็จรูป 500 กรัม มาผสมกับน้ำ 300 มิลลิลิตร และไทโรซีน 0.0426 กรัม ซึ่งเป็นระดับเดียวกับที่มีในโปรตีนไฮโดรไลเสต ผสมให้เข้ากันแล้วนำไปบดอัดเม็ด และอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 80 °C เป็นเวลา 12 ชั่วโมง

4) อาหารสูตรไลซีน เตรียมโดย นำอาหารผงสำเร็จรูป 500 กรัม มาผสมกับน้ำ 300 มิลลิลิตร และโปรลีน 0.0408 กรัม ซึ่งเป็นระดับเดียวกับที่มีในโปรตีนไฮโดรไลเสต ผสมให้เข้ากันแล้วนำไปบดอัดเม็ด และอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 80 °C เป็นเวลา 12 ชั่วโมง

3.4.2.4 การให้อาหารปลา ให้อาหารวันละ 2 ครั้ง เวลา 9:00 และ 16:00 น. โดยมีการปรับปริมาณอาหารดังนี้ สัปดาห์ที่ 1-3 ให้อาหาร 5 % ต่อน้ำหนักตัวปลา สัปดาห์ที่ 4-5 ให้อาหารครั้งละ 3 กรัมและตั้งแต่สัปดาห์ที่ 6 จนถึงสิ้นสุดการทดลองเลี้ยงปลา ให้อาหารครั้งละ 6 กรัม โดยจะทำการบันทึกน้ำหนักปลาทุกสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ และคำนวณหาน้ำหนักเพิ่มขึ้นทั้งหมด (TWG) และอัตราการเติบโตจำเพาะ (SGR) ของปลาดุกลูกผสม ตามสูตรการคำนวณของ Tang (2008)

3.4.2.5 วิเคราะห์ค่าโลหิตวิทยาและการต้านอนุมูลอิสระของปลาดุกลูกผสมหลังจากเลี้ยงปลาดุกลูกผสมเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์แล้ว เช่นเดียวกันกับการทดลองที่ 3

3.4.3 การบันทึกข้อมูล ดำเนินเช่นเดียวกันกับการทดลองที่ 3

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาความแปรปรวน (analysis of variance; ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan' s New Multiple Range Test ด้วยโปรแกรม SPSS for Windows version 17.0

3.6 สถานที่ทำการทดลอง

ห้องปฏิบัติการหลักสูตรวิทยาศาสตร์การประมง สาขาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 การทดลองที่ 1 การศึกษาผลการทดแทนปลาป่นด้วยโปรตีนไฮโดรไลเสตในรูปแบบที่ต่างกันต่อการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการย่อยโปรตีน ค่าโลหิตวิทยาและภาวะเครียดของปลา

4.1.1 ผลต่อการเจริญเติบโตของปลาดุก

ผลการทดแทนปลาป่นด้วยโปรตีนไฮโดรไลเสตในรูปแบบที่ต่างกัน 0, 25, 50, 75 และ 100% เมื่อสิ้นสุดการทดลองระยะเวลา 90 วัน พบว่าน้ำหนักเฉลี่ยสุดท้ายเท่ากับ 56.84±1.26, 57.02±0.90, 58.96±0.92, 62.86±2.42 และ 55.36±1.22 กรัม/ตัว ตามลำดับ น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเท่ากับ 37.74±2.45, 38.77±1.77, 42.58±1.53, 37.34±1.01 และ 35.48±1.18 กรัม/ตัว ตามลำดับ โดยทั้งน้ำหนักเฉลี่ยสุดท้ายและน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของชุดการทดลองที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมโปรตีนไฮโดรไลเสต 50% มีน้ำหนักเฉลี่ยสุดท้ายและน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นสูงที่สุดเท่ากับ 62.86±2.42 และ 42.58±1.53 กรัม/ตัว มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (ตารางที่ 4.1) และค่า FCR ในปลาดุกจากการทดลองเลี้ยงด้วยผสมโปรตีนไฮโดรไลเสต อาหาร 5 ระดับ พบว่า FCR ในชุดที่เลี้ยงด้วยโปรตีนไฮโดรไลเสต 50 % มีค่า FCR ที่ดีที่สุดเท่ากับ 4.52±0.12 และน้อยสุดในชุดที่เลี้ยงด้วยโปรตีนไฮโดรไลเสต 100% เท่ากับ 5.17±0.21 โดยไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (ตารางที่ 4.1)

ตารางที่ 4.1 อัตราการเจริญเติบโตของปลาดุกที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมโปรตีนไฮโดรไลเสตที่ต่างกัน

โปรตีนไฮโดรไลเสต(%)	น้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น (กรัม/ตัว)	น้ำหนักเฉลี่ยสุดท้าย (กรัม/ตัว)	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (กรัม/ตัว)	อัตราการเปลี่ยนอาหาร(FCR)
0	21.09±0.68^{a}	56.84±1.26^{a}	37.74±2.45^{ab}	3.17±0.23^{ab}
25	22.25±0.86^{a}	57.02±0.90^{a}	38.77±1.77^{ab}	2.71±0.19^{a}
50	21.61±0.95^{a}	62.86±2.42^{b}	42.58±1.53^{b}	2.51±0.13^{a}
75	21.28±0.97^{a}	58.96±0.92^{ab}	37.34±1.01^{ab}	2.54±0.27^{a}
100	22.88±0.83^{a}	55.36±1.22^{a}	35.48±1.18^{a}	5.17±0.24^{b}

*อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

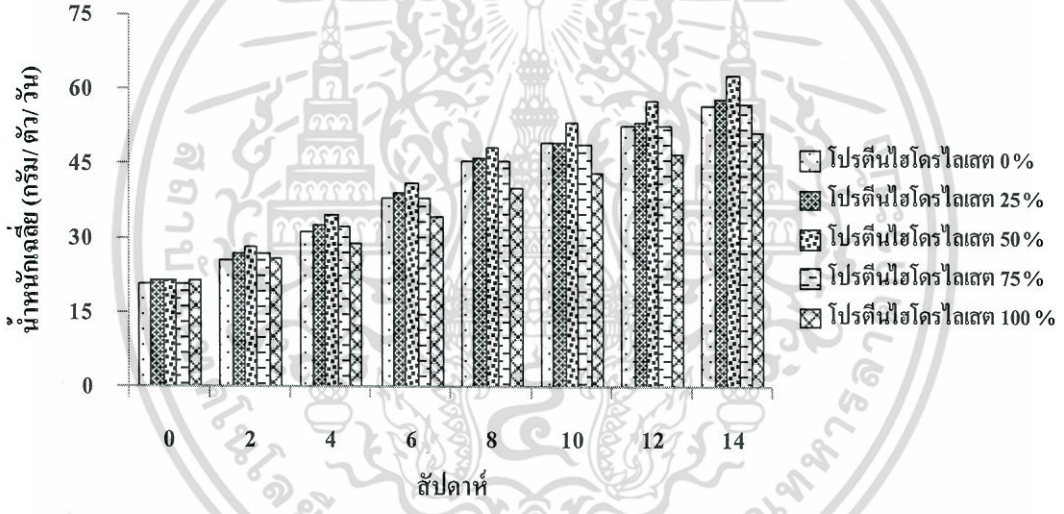
จากการทดลองสอดคล้องกับ (Olli *et al.*,2004) ทำการศึกษาการเจริญเติบโตของปลา Atlantic salmon ด้วยอาหารที่ผสมโปรตีนไฮโดรไลเสตที่ระดับ 0, 5, 10 และ 15% พบว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารผสมโปรตีนไฮโดรไลเสต 10 และ 15% มีอัตราการเจริญเติบโตที่ดีที่สุด มากกว่าในกลุ่มผสมโปรตีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไฮโดรไลเสต 5% และอาหารที่เป็นชุดควบคุมไม่มีการผสมโปรตีนไฮโดรไลเสตเป็นกลุ่มที่มีอัตราการเจริญเติบโตน้อยที่สุด

4.1.2 อัตราการเจริญเติบโต

น้ำหนักเฉลี่ยของปลาดุกที่เลี้ยงด้วยโปรตีนไฮโดรไลเสตในระดับต่างกัน เมื่อเวลาการทดลองผ่านไป 2 สัปดาห์พบว่า ปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารแต่ละสูตรเริ่มมีการเจริญเติบโตที่แตกต่างอย่างเห็นได้ชัดโดยที่อาหารผสมโปรตีนไฮโดรไลเสต 50% มีน้ำหนักเฉลี่ยที่สูงที่สุดเมื่อเทียบกับปลาดุกที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมโปรตีนไฮโดรไลเสตในระดับอื่นๆ คือ 28.21 กรัม/ตัว จนสิ้นสุดการทดลอง 90 วัน ปลาดุกที่เลี้ยงด้วยโปรตีนไฮโดรไลเสต 50% มีน้ำหนักสูงที่สุด คือ 62.87 กรัม/ตัว และปลาดุกที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมโปรตีนไฮโดรไลเสต 100% มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวน้อยที่สุด คือ 52.36 กรัม/ตัว (ภาพที่ 4.1)

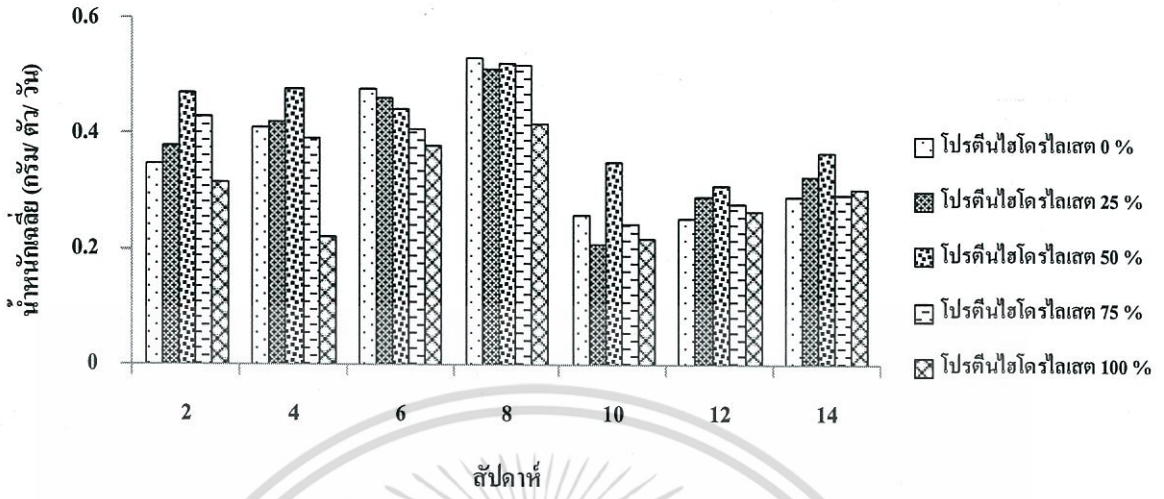


ภาพที่ 4.1 อัตราการเจริญเติบโตของปลาดุกอุยที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมโปรตีนไฮโดรไลเสตต่างกัน

4.1.3 อัตราการเติบโตต่อวัน

จากการทดลองปลาดุกด้วยโปรตีนไฮโดรไลเสตผสมในอาหารที่ต่างกัน 5 ระดับจนสิ้นสุดระยะเวลาทดลอง 90 วัน พบว่าใน 4 สัปดาห์แรกของการทดลองน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อวันของปลาดุกชุดที่ให้อาหารผสมโปรตีนไฮโดรไลเสต 50% มีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นมากที่สุด คือ 0.47 กรัม/ตัว จนช่วงสัปดาห์ที่ 8 ที่มีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อวันที่สูงที่สุดในการทดลอง 90 วันคือ 0.52 กรัม/ตัว หลังจากนั้นน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อวันของปลาดุกทุกชุดการทดลองตั้งแต่สัปดาห์ที่ 8 จะลดลงมา เนื่องจากสัปดาห์ที่ 8 ตรงกับช่วงเดือนมีนาคมที่อากาศแปรปรวน ทำให้ปลาดุกที่ใช้ในการทดลองกินอาหารได้น้อยลง และอัตราการเจริญเติบโตลดลง (ภาพที่ 4.2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.2 อัตราการเจริญเติบโตของปลาดุกอุยที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมโปรตีนไฮโดรไลเสตต่างกันต่อวัน

4.1.4 ผลต่อองค์ประกอบเลือดของปลาดุก

จากการทดลองเลี่ยงปลาดุกด้วยโปรตีนไฮโดรไลเสตที่ผสมอาหารที่ต่างกัน 5 ระดับ คือ 0, 25, 50, 75 และ100 % จนสิ้นสุดการทดลองระยะเวลา 90 วัน พบว่ามีค่าโลหิตวิทยาดังนี้ ในปลาดุกลูกผสมปริมาณเม็ดเลือดแดงมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.03±0.18, 2.44±0.91, 2.44±0.91, 1.85±0.22, 1.73±1.70 x 10^6 ต่อลูกบาศก์มิลลิเมตร ตามลำดับ ค่าฮีมาโตคริตมีค่าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 40.28±1.40, 34.94±1.91 , 32.67±2.91 , 30.33±1.89 , 33.11±3.40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ปริมาณเม็ดเลือดขาวมีโดยเฉลี่ยค่าเท่ากับ 35.04±2.40, 30.44±1.93, 25.51±2.71, 31.55±1.50 และ 36.56±2.08 x 10^4 ต่อลูกบาศก์มิลลิเมตร ตามลำดับ เมื่อนำมาทดสอบค่าทางสถิติพบว่าปริมาณเม็ดเลือดแดงและปริมาณเม็ดเลือดขาว และ ค่าฮีมาโตคริตของปลาดุก มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (ตารางที่ 4.2)
จากการทดลองสอดคล้องกับ Wedemeyer *et al*. 1990 ทำการศึกษาการภูมิคุ้มกันของปลา coho salmon โดยศึกษาที่ระดับโปรตีนไฮรโดรไลเสต 0, 10, 20 แล ะ 30% โดยพบว่าพวกกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมโปรตีนไฮโดรไลเสต ชุดควบคุม 20 และ 30% มีปริมาณเม็ดเลือดขาวสูงที่สุด มากกว่าในกลุ่มผสมโปรตีนไฮโดรไลเสต 10% ที่มีเม็ดเลือดขาวน้อยที่สุดน้อยที่สุด

จากผลการวิเคราะห์เพื่อแยกชนิดของเซลล์เม็ดเลือดขาวในปลาดุกที่เลี้ยงด้วยโปรตีนไฮโดรไลเสตผสมอาหารที่ต่างกัน 5 ระดับ คือ 0, 25, 50, 75 และ100 % จนสิ้นสุดการทดลองระยะเวลา 90 วัน พบว่ามีเม็ดเลือดขาว 3 ชนิดที่พบ คือ lymphocyte, monocyte และ thrombocyte โดยไม่พบชนิด basophil, eosinophil และ neutrophil มีจำนวนเซลล์เม็ดเลือดขาวแต่ละชนิดดังนี้ lymphocyte มีจำนวนโดยเฉลี่ยเท่ากับ 39.78, 37.78, 37.33, 37.22 และ 40.67% ตามลำดับ monocyte มีจำนวนโดยเฉลี่ยเท่ากับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11.67, 14.78, 16.78, 14.77 และ 14.67% ตามลำดับ thrombocyte มีจำนวนโดยเฉลี่ยเท่ากับ 48.56, 47.44, 45.89, 47.78 และ 44.67% ตามลำดับ และเมื่อนำมาทดสอบค่าทางสถิติพบว่า เปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดขาวในปลาดุกที่ผ่านการเลี้ยงด้วยโปรตีนไฮโดรไลเสตผสมอาหารที่ต่างกัน 5 ระดับ คือ 0, 25, 50, 75 และ100 % จนสิ้นสุดการทดลองระยะเวลา 90 วัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) (ตารางที่ 4.3)

ตารางที่ 4.2 องค์ประกอบเลือดของปลาดุกที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมโปรตีนไฮโดรไลเสตที่ต่างกัน

โปรตีนไฮโดรไลเสต (%)	ปริมาณเม็ดเลือดแดง (10^6 mm^3)	ปริมาณเม็ดเลือดขาว (10^4 mm^3)	ฮีมาโตคริต(%)
0	3.03±0.18	35.04±2.40	40.28±1.40
25	2.44±0.91	30.44±1.93	34.94±1.91
50	2.19±0.90	25.51±2.71	32.67±2.91
75	1.85±0.22	31.55±1.50	30.33±1.89
100	1.73±1.70	36.56±2.08	33.11±3.40

*อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

จากการทดลองสอดคล้องกับ Batista *et al.* (2010) โปรตีนไฮโดรไลเสตที่ได้จากปลา black scabbard คุณสมบัติด้านการต้านอนุมูลอิสระ เป็นแหล่งโมเลกุลที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพ เช่น ฮอร์โมน secretagogue, calciotropic และ growth factor ยังมีการพบฤทธิ์ด้าน การลดความดันโลหิต และการกระตุ้นภูมิคุ้มกัน

4.1.5 ผลต่อภูมิคุ้มกันปลาดุก

จากผลการวิเคราะห์เพื่อหาค่า Hepatic Index ในปลาดุกที่เลี้ยงด้วยโปรตีนไฮโดรไลเสตที่ผสมอาหารที่แตกต่างกัน 5 ระดับ คือ 0, 25, 50, 75 และ100 % จนสิ้นสุดการทดลองระยะเวลา 90 วัน พบว่ามีค่า Hepatic Index เฉลี่ยเท่ากับ 12.21±0.71, 7.96±1.29, 9.81±1.30, 9.84±0.82 และ 8.06±0.34 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (ตารางที่ 4.4)

จากการทดลองเลี้ยงปลาดุกด้วยโปรตีนไฮโดรไลเสตที่ผสมอาหารที่ต่างกัน 5 ระดับ คือ 0, 25, 50, 75 และ100 % จนสิ้นสุดการทดลองระยะเวลา 90 วัน พบว่ามีค่า Lysozyme เฉลี่ยเท่ากับ 11.87±3.59, 12.92±2.06, 17.99±8.41, 6.57±1.80 และ 3.72±5.87 (unit/sec) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (ตารางที่ 4.4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ปริมาณเม็ดเลือดขาวแต่ละชนิดของปลาดุกที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมโปรตีนไฮโดรไลเสตที่ต่างกัน

โปรตีนไฮโดรไลเสต	ชนิดของเม็ดเลือดขาว		
(%)	Lymphocyte	Monocyte	Thormbocyte
0	39.78±2.22 [a]	11.67±1.00 [b]	48.56±3.09 [a]
25	37.78±1.45 [a]	14.78±1.28 [ab]	47.44±1.28 [a]
50	37.33±4.55 [a]	16.78±2.11 [a]	45.89±3.77 [a]
75	37.22±3.78 [a]	14.77±0.72 [ab]	47.78±3.53 [a]
100	40.67±1.35 [a]	14.67±0.67 [ab]	44.67±1.26 [a]

*อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

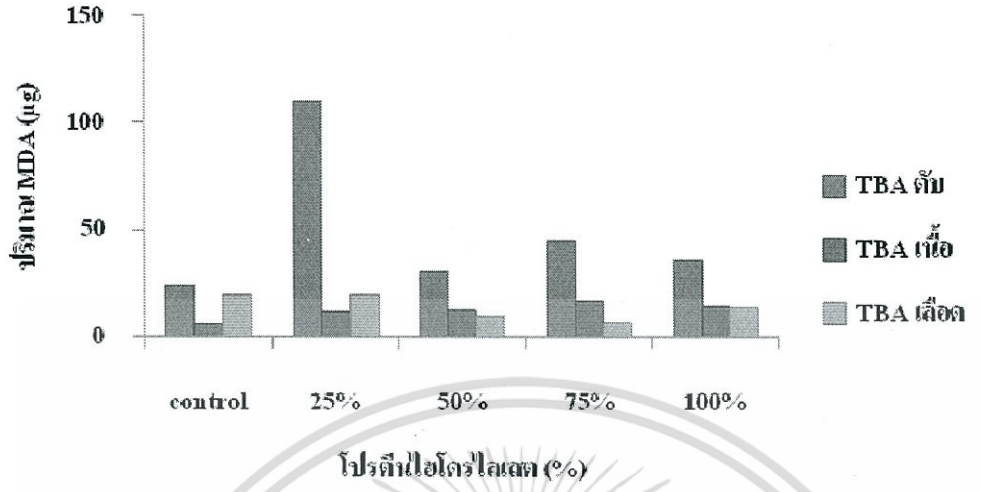
ตารางที่ 4.4 ค่า Hepatic Index และ Lysozyme ของปลาดุกที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมโปรตีนไฮโดรไลเสตที่ต่างกัน

โปรตีนไฮโดรไลเสต(%)	Hepatic Index	Lysozyme (unit/sec)
0	12.21±0.71 [a]	11.87±3.59 [ab]
25	7.96±1.29 [b]	12.92±2.06 [ab]
50	9.81±1.30 [ab]	17.99±8.41 [a]
75	9.84±0.82 [ab]	6.57±1.80 [b]
100	8.06±0.34 [b]	3.72±5.87 [b]

*อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

จากผลการวิเคราะห์เพื่อหาค่า TBARS ในปลาดุกที่เลี้ยงด้วยโปรตีนไฮโดรไลเสตที่ผสมอาหารที่แตกต่างกัน 5 ระดับ คือ คือ 0, 25, 50, 75 และ100 % จนสิ้นสุดการทดลองระยะเวลา 90 วัน พบว่ามีค่า TBARS ไม่มีความแตกต่างกัน (ภาพที่ 4.3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.3 ความเข้มข้นของ MDA ที่สะสมในตับ เนื้อ และเลือดของปลาดุกที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมโปรตีนไฮโดรไลเสตที่ต่างกัน

จากการทดลองสอดคล้องกับ Shiyuan *et al.* (2008) ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของ protein hydrolysate จากปลา silver carp นั้นเกี่ยวพันกับระดับของ hydrolysis ระยะเวลาการ hydrolysis และน้ำหนักโมเลกุล protein hydrolysate นี้ เตรียมจาก Alcalase หรือ Flavourzyme แสดงให้เห็นถึงฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระของไฮดรอกซิลและการยับยั้งการเกิดเปอร์ออกไซด์ของไขมันอย่างมีนัยสำคัญ

4.1.6 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีในปลาดุก

4.1.6.1 การวิเคราะห์โปรตีน

การทดลองเลี้ยงปลาดุกด้วยโปรตีนไฮโดรไลเสตที่ผสมในอาหารที่ต่างกัน 5 ระดับ คือ 0, 25, 50, 75 และ100 % จนสิ้นสุดการทดลองระยะเวลา 90 วัน พบว่า มีปริมาณโปรตีนประมาณ 35.36±2.93, 35.94±1.88, 37.35±0.47 และ 36.68±1.41% ตามลำดับ โดยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยปลาดุกที่เลี้ยงด้วยโปรตีนไฮโดรไลเสต 50% พบปริมาณโปรตีนมากที่สุด (ตารางที่ 4.5)

4.1.6.2 การวิเคราะห์ไขมัน

การทดลองเลี้ยงปลาดุกด้วยโปรตีนไฮโดรไลเสตที่ผสมในอาหารที่ต่างกัน 5 ระดับ คือ 0, 25, 50, 75 และ100 % จนสิ้นสุดการทดลองระยะเวลา 90 วัน พบว่า มีปริมาณไขมันประมาณ 9.03±5.35, 18.81±2.10, 18.74±1.38, 16.36±0.47 และ 11.92±5.59% ตามลำดับ โดยที่อาหารผสมโปรตีนไฮโดรไลเสต 25 % มีปริมาณไขมันสูงที่สุด และอาหารชุดควบคุมมีปริมาณไขมันน้อยที่สุด คือ 18.81±2.10 และ 9.03±5.35 % แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (ตารางที่ 4.5)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.6.3 การวิเคราะห์เถ้าและความชื้น

การเลี้ยงปลาดุกด้วยโปรตีนไฮโดรไลเสตที่ผสมในอาหารที่ต่างกัน 5 ระดับ คือ 0, 25, 50, 75 และ100 % เป็นเวลา 90 วัน มีปริมาณเถ้าสูงที่สุดในปลาดุกที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมโปรตีนไฮโดรไลเสต 75 % เท่ากับ 17.97±0.50 % และปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ผสมโปรตีนไฮโดรไลเสต 100% มีความชื้นสูงที่สุดเท่ากับ 5.98±0.11% ปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ผสมโปรตีนไฮโดรไลเสต 0% ปริมาณความชื้นน้อยที่สุด คือ 5.09±0.39 % โดยไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (ตารางที่ 4.5)

4.1.6.4 การวิเคราะห์เยื่อใย

การเลี้ยงปลาดุกด้วยโปรตีนไฮโดรไลเสตที่ผสมในอาหารที่ต่างกัน 5 ระดับ คือ 0, 25, 50, 75 และ100 % ระยะเวลา 90 วัน มีปริมาณเยื่อใยในตัวปลาดุกที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมโปรตีนไฮโดรไลเสต 100% มากที่สุด คือ 9.74±0.18% ส่วนปลาดุกที่เลี้ยงด้วยอาหารชุดควบคุมมีปริมาณเยื่อใยน้อยที่สุด คือ 4.59±0.29% แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (ตารางที่ 4.5)

4.1.6.5 NFE

การทดลองเลี้ยงปลาดุกด้วยโปรตีนไฮโดรไลเสตที่ผสมในอาหารที่ต่างกัน 5 ระดับ คือ 0 %, 25 %, 50 %, 75 % และ100 % จนสิ้นสุดการทดลองระยะเวลา 90 วัน มี NFE มากที่สุดในปลาดุกที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ผสมโปรตีนไฮโดรไลเสต 0 % คือ 31.99±0.86% และน้อยที่สุดในปลาดุกที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมโปรตีนไฮโดรไลเสต 50 % คือ 14.78±0.39 % แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (ตารางที่ 4.5)

ตารางที่ 4.5 องค์ประกอบในปลาที่ใช้โปรตีนไฮโดรไลเสตผสมในอาหารที่ต่างกัน

องค์ประกอบ	โปรตีนไฮโดรไลเสต (%)				
ทางเคมี	0	25	50	75	100
โปรตีน	33.75±1.01 ^{b}	35.94±1.88 ^{ab}	37.35±0.47 ^{a}	35.36±2.93 ^{ab}	36.68±1.41 ^{ab}
ไขมัน	9.03±5.35 ^{b}	18.81±2.10 ^{a}	16.36±0.47 ^{ab}	16.36±0.47 ^{ab}	11.92±5.59 ^{ab}
เถ้า	15.55±0.77 ^{b}	16.53±0.23 ^{ab}	17.97±0.50 ^{a}	17.97±0.50 ^{a}	16.64±1.15 ^{ab}
ความชื้น	5.09±0.39 ^{a}	5.21±0.51 ^{a}	5.63±1.02 ^{a}	5.63±1.02 ^{a}	5.98±0.11 ^{a}
เยื่อใย	4.59±0.29 ^{a}	4.64±0.15 ^{a}	6.10±0.26 ^{ab}	6.96±0.22 ^{ab}	9.74±0.18 ^{b}
NFE	31.99±0.86 ^{a}	18.87±0.34 ^{b}	14.78±0.39 ^{b}	17.72±0.15 ^{b}	19.04±0.24 ^{b}
รวม	100	100	100	100	100

*อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดลองที่ 2 การศึกษาผลการใช้โปรตีนไฮโดรไลเสตเพื่อเป็นสารดึงดูดการกินอาหารของปลา

4.2.1 ผลของโปรตีนไฮโดรไลเสตในอาหารต่อการเจริญเติบโตของปลาดุก

4.2.1.1 อัตราการเจริญเติบโต

จากการทดลองเลี้ยงปลาดุก ด้วยอาหารที่ผสมโปรตีนไฮโดรไลเสตที่ต่างกัน 4 ระดับ คือ 0 (ควบคุม), 5 , 10 และ 15% จนสิ้นสุดการทดลองระยะเวลา 60 วัน พบว่าเมื่อสิ้นสุดการทดลองน้ำหนักเฉลี่ยสุดท้ายและน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของปลาดุกที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ผสมโปรตีนไฮโดรไลเสต 0, 5, 10 และ 15% มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

หลังจาก 60 วันที่ทำการทดลอง น้ำหนักเฉลี่ยสุดท้ายของปลาดุกที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมโปรตีนไฮโดรไลเสตที่ระดับ 0, 5, 10 และ 15% เท่ากับ 21.55±0.51, 24.11±0.85, 27.99±0.66 และ 29.73±0.68 กรัม/ตัว ตามลำดับ และน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของปลาดุก เท่ากับ 15.57±0.53 , 18.02±0.85 , 21.97±0.65 และ 23.66±0.62 กรัม/ตัว ตามลำดับ โดยทั้งน้ำหนักเฉลี่ยสุดท้ายและน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของชุดการทดลองที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมโปรตีนไฮโดรไลเสต 10 และ15% มีน้ำหนักเฉลี่ยสุดท้ายและน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นสูงที่สุด ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (ตารางที่ 4.6 และ ภาพที่ 4.4)

ตารางที่ 4.6 การเจริญเติบโตของปลาดุกที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ผสมโปรตีนไฮโดรไลเสตที่ต่างกัน

โปรตีนไฮโดรไลเสต (%)	น้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น (กรัม/ตัว)	น้ำหนักเฉลี่ยสุดท้าย (กรัม/ตัว)	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (กรัม/ตัว)
0	5.98±0.05^{a}	21.55±0.51^{c}	15.57±0.53^{c}
5	6.10±0.07^{a}	24.11±0.85^{b}	18.02±0.85^{b}
10	6.02±0.03^{a}	27.99±0.66^{a}	21.97±0.65^{a}
15	6.07±0.07^{a}	29.73±0.68^{a}	23.66±0.62^{a}

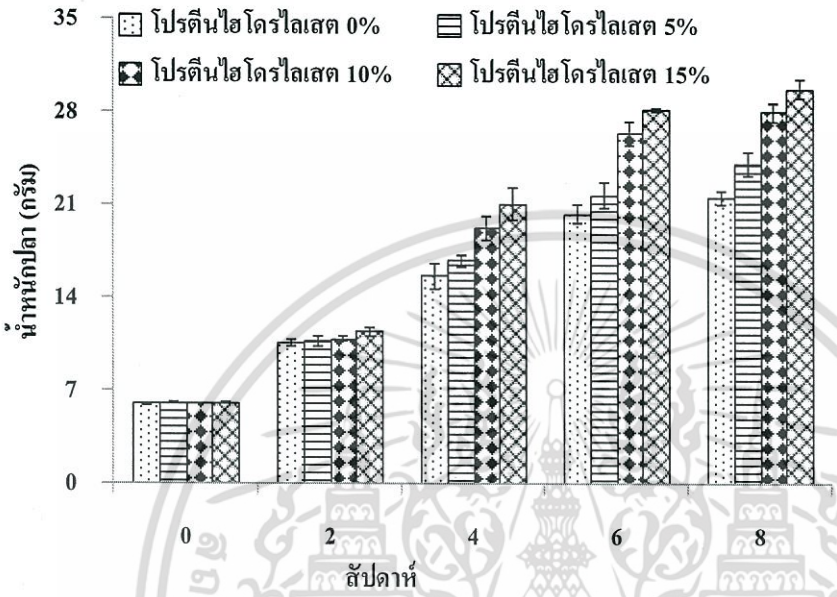
อักษรต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$)

4.2.1.2 การเจริญเติบโตต่อวัน

จากการทดลองเลี้ยงปลาดุกด้วยอาหารที่ผสมโปรตีนไฮโดรไลเสตที่ระดับแตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 0 (ควบคุม),5 , 10 และ 15% จนสิ้นสุดระยะการทดลอง 60 วันพบว่า ช่วงสัปดาห์ที่ 4 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อวันของปลาดุกที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ผสมโปรตีนไฮโดรไลเสต 10 และ 15% จะมีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นมากที่สุด 0.39 และ 0.42 กรัม/ตัว ตามลำดับ ส่วนน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อวันของปลาดุก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้อยที่สุดคือปลาดุกที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ผสมโปรตีนไฮโดรไลเสต 0 % (ควบคุม) คือ 0.26 กรัม/ตัว (ภาพที่ 4.5) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (ตารางที่ 4.7)



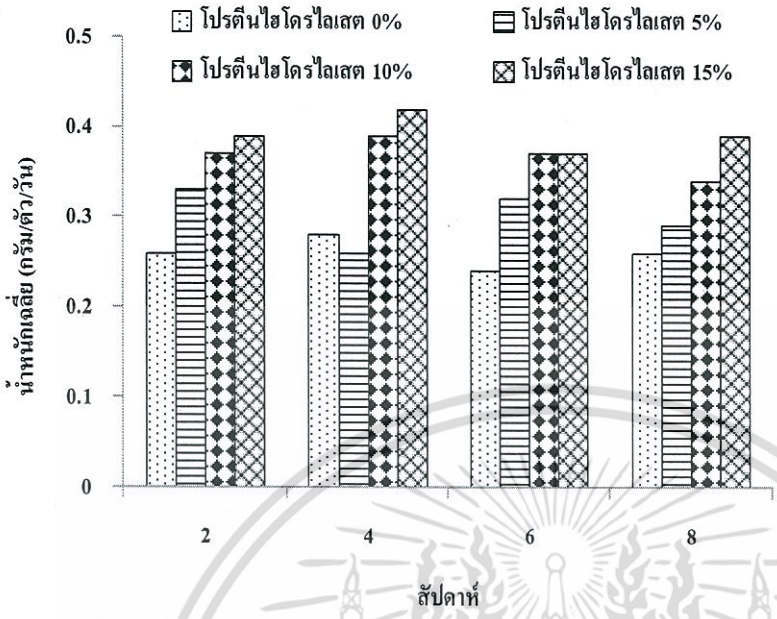
ภาพที่ 4.4 น้ำหนักปลาเฉลี่ยปลาดุกที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมโปรตีนไฮโดรไลเสตที่ระดับต่างกัน

ตารางที่ 4.7 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อวันของปลาดุกที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ผสมโปรตีนไฮโดรไลเสตที่ต่างกัน

โปรตีนไฮโดรไลเสต(%)	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อวัน(กรัม/ตัว/วัน)
0	0.26 ± 0.01^{c}
5	0.30 ± 0.01^{b}
10	0.37 ± 0.01^{a}
15	0.39 ± 0.01^{a}

อักษรต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.5 น้ำหนักเฉลี่ยของปลาดุกต่อวันที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ผสมโปรตีนไฮโดรไลเสตที่ต่างกัน

4.2.1.3 อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR)

จากการทดลองเลี้ยงปลาดุกด้วยอาหารที่ผสมโปรตีนไฮโดรไลเสตที่ระดับต่างกัน 4 ระดับ คือ 0 (ควบคุม), 5, 10 และ 15% เพื่อศึกษาอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลาดุก ระยะเวลา 60 วันพบว่า ปลาดุกที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ผสมโปรตีนไฮโดรไลเสต 0 % (ควบคุม) จะมีประสิทธิภาพในการใช้ประโยชน์จากอาหาร อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อได้น้อย คือ 2.89±0.12 กรัม ส่วนปลาดุกที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมโปรตีนไฮโดรไลเสต 10 และ 15% จะมีประสิทธิภาพในการใช้ประโยชน์จากอาหารได้ดี อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ 2.52±0.05 และ 2.44±0.08 ตามลำดับ ปลาดุกที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมโปรตีนไฮโดรไลเสต 5, 10, 15% อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)(ตารางที่ 4.8)

4.2.1.4 อัตราการรอดของปลาดุก

จากการทดลองเลี้ยงปลาดุกด้วยอาหารที่ผสมโปรตีนไฮโดรไลเสตที่ระดับต่างกัน 4 ระดับ คือ 0 (ควบคุม), 5, 10 และ 15% จนสิ้นสุดระยะการทดลอง 60 วันพบว่า อัตราการอดมีค่าเท่ากับ 85.00±2.04, 90.00±2.04, 97.50±1.44 และ 96.50±2.39% ตามลำดับ ปลาดุกที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ผสมโปรตีนไฮโดรไลเสต 10 และ 15% อัตรารอดของปลาดุกไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (ตารางที่ 4.9 และ ภาพที่ 4.6) อัตราการรอดของปลาดุกที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ผสมโปรตีนไฮโดรไลเสตที่ระดับ 10 และ 15 % ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) สอดคล้องกับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Cahu et al. (1999) ทดลองใช้โปรตีนไฮโดรไลเสตทดแทนปลาป่นในอาหารปลากะพงวัยอ่อน ที่ระดับ 0, 25, 50 และ 75% พบว่าที่ระดับการทดแทนปลาป่นที่ 25% จะส่งผลต่ออัตราการอดที่สูงกว่าชุดควบคุมและยังสอดคล้องกับ Kotzamamis et al. (2007) โปรตีนปลาไฮโดรไลเสตผสมในอาหารทางการค้าที่ระดับ 10 และ 19% พบว่า โปรตีนไฮโดรไลเสตที่ผสมในอาหาร 10% มีผลต่ออัตราการรอดที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p<0.05$)

ตารางที่ 4.8 อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลาดุกที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมโปรตีนไฮโดรไลเสตที่ต่างกัน

โปรตีนไฮโดรไลเสต (%)	อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก (FCR)
0	2.89 ± 0.12^{b}
5	2.73 ± 0.15^{ab}
10	2.52 ± 0.05^{a}
15	2.44 ± 0.08^{a}

อักษรต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางที่ 4.9 อัตราการรอดของปลาดุกที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ผสมโปรตีนไฮโดรไลเสตที่ต่างกัน

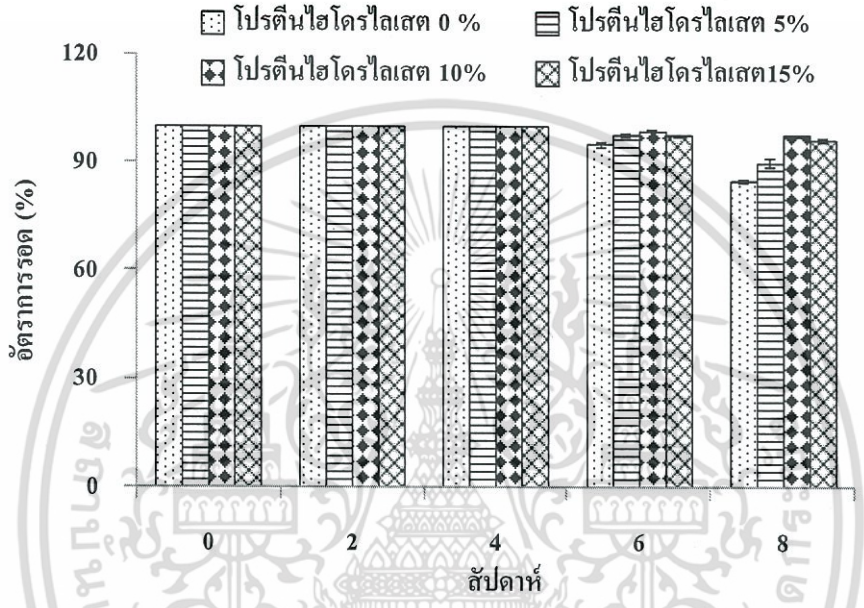
โปรตีนไฮโดรไลเสต (%)	อัตราการรอด (%)
0	85.00 ± 2.04^{b}
5	90.00 ± 2.04^{b}
10	97.50 ± 1.44^{a}
15	96.50 ± 2.39^{a}

อักษรต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$)

จากการทดลองเลี้ยงปลาดุกด้วยอาหารผสมโปรตีนไฮโดรไลเสตที่ระดับแตกต่างกันคือ 0, 5, 10 และ 15% พบว่าอาหารผสมโปรตีนไฮโดรไลเสต ที่ระดับ 10 และ 15% มีผลต่อการเจริญเติบโตของปลาดุกดีที่สุดซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Tang et al.(2008) ใช้อาหารที่เพิ่มโปรตีนไฮโดรไลเสตโดยมีอาหารปกติไม่มีการเพิ่มโปรตีนไฮโดรไลเสต และอาหารที่เพิ่มโปรตีนไฮโดรไลเสต 5,10,15% ตามลำดับ พบว่าปลาที่กินอาหารที่ไม่เพิ่มโปรตีนไฮโดรไลเสตมีการเจริญเติบโตน้อยที่สุด เมื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปรียบเทียบกับกลุ่มอื่น โดยการเพิ่มโปรตีนไฮโดรไลเสตในอาหาร 10% จะมีประสิทธิภาพต่ออัตราการเจริญเติบโตดีที่สุด เช่นเดียวกับ Refstie et al.(2004) ที่ทดลองทดแทนปลาป่นด้วยโปรตีนไฮโดรไลเสตในอาหารที่ระดับ 0, 5,10 และ 15% เพื่อศึกษาการเจริญเติบโต พบว่าพบว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารที่ผสมโปรตีนไฮโดรไลเสต 10 และ 15% มีอัตราการเจริญเติบโตดีที่สุด



ภาพที่ 4.6 อัตราการรอดของปลาดุกที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมโปรตีนไฮโดรไลเสตที่ต่างกัน

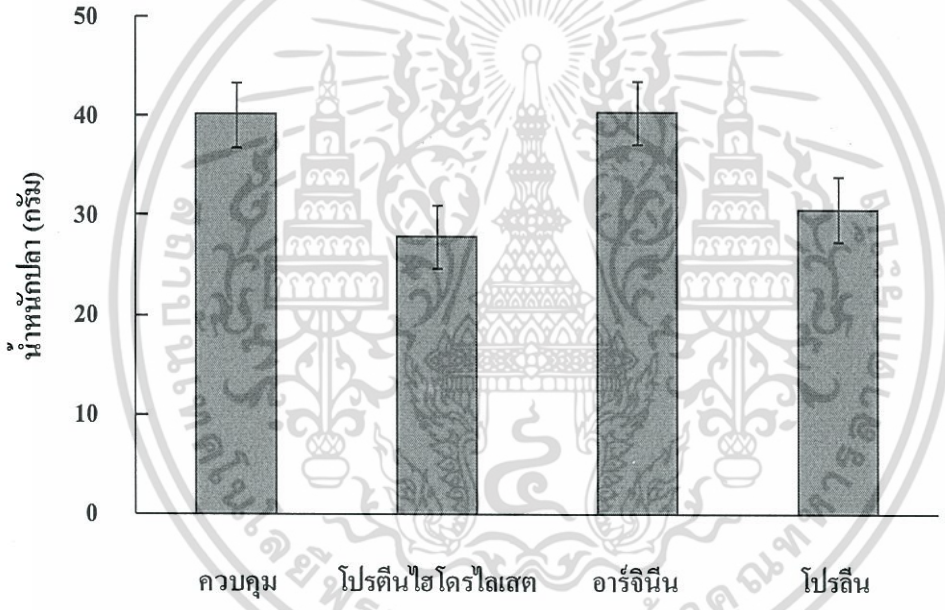
4.3 การทดลองที่ 3 ผลของการเสริมโปรตีนไฮโดรไลเสต อาร์จินีน และโปรลีนในอาหารต่อการเติบโต ค่าโลหิตวิทยาและการต้านอนุมูลอิสระของปลาดุกลูกผสม

4.3.1 การเติบโตของปลาดุกลูกผสม

จากการทดลองเลี้ยงปลาดุกลูกผสม ด้วยอาหารผสมโปรตีนไฮโดรไลเสต อาร์จินีน และโปรลีน ในปริมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ต่ออาหาร 500 กรัม จนสิ้นสุดการทดลองระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าน้ำหนักปลาในแต่ละชุดทดลองมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นทุกสัปดาห์ โดยชุดทดลองที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรควบคุมสูตรผสมโปรตีนไฮโดรไลเสต สูตรผสมอาร์จินีนและสูตรผสมโปรลีน ทำให้ปลามีน้ำหนักเพิ่มขึ้นเฉลี่ยเท่ากับ 40.13±14.97,27.86±13.04, 40.39±12.07 และ 30.67±5.07 กรัม ตามลำดับ ซึ่งชุดทดลองที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรผสมอาร์จินีนมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 40.39±12.07 กรัม รองลงมาคืออาหารสูตรควบคุม และสูตรผสมโปรลีน ปลามีน้ำหนักเพิ่มขึ้นเฉลี่ยเท่ากับ 40.13±14.97

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ 30.67±5.07 กรัม และชุดทดลองที่ปลามีน้ำหนักเพิ่มขึ้นเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ อาหารสูตรผสมโปรตีนไฮโดรไลเสต มีน้ำหนักเพิ่มขึ้นเฉลี่ยเท่ากับ 27.86±13.04 กรัม ตามลำดับ (ภาพที่ 4.7) เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า น้ำหนักเพิ่มขึ้นของปลาดุกลูกผสมไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ในระหว่างการทดลอง พบว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมโปรตีนไฮโดรไลเสตมีการกินอาหารน้อย เพราะอาหารที่ผสมโปรตีนไฮโดรไลเสตที่ทำขึ้นเองนั้นไม่แยกกันเป็นเม็ด อาหารเม็ดติดกันเป็นก้อนขนาดใหญ่ อีกทั้งในช่วงก่อนการทดลองได้เลี้ยงปลาด้วยอาหารเม็ดลอยน้ำ หลังจากเข้าสู่การทดลองได้เปลี่ยนเป็นอาหารเม็ดผสมเองและอาหารจมน้ำ ปลาจึงกินอาหารได้น้อยลงและบ่อยครั้งที่พบว่าปลาอดอาหาร



ภาพที่4.7 เปรียบเทียบน้ำหนักเพิ่มขึ้นทั้งหมดของปลาดุกลูกผสมในอาหารสูตรควบคุม สูตรผสมโปรตีนไฮโดรไลเสต สูตรผสมอาร์จินีน และสูตรผสมโปรลีน

อัตราการเติบโตจำเพาะเฉลี่ยของปลาดุกลูกผสมที่ได้รับอาหารสูตรควบคุม สูตรผสมโปรตีนไฮโดรไลเสต สูตรผสมอาร์จินีน และสูตรผสมโปรลีน เท่ากับ 2.44±0.84, 2.23±1.04, 2.80±0.79 และ 2.02±0.64 เปอร์เซ็นต์/วัน ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า อัตราการเติบโตจำเพาะของปลาดุกลูกผสมนั้น ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (ตารางที่ 4.10)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.10 ค่าเฉลี่ย (Mean±SD) ของน้ำหนักเริ่มต้น น้ำหนักสุดท้าย และอัตราการเติบโตจำเพาะของปลาดุกลูกผสมที่ได้รับอาหารแต่ละสูตร

สูตรอาหาร	น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม/ตัว)	น้ำหนักสุดท้าย (กรัม/ตัว)	อัตราการเติบโตจำเพาะ (%/วัน)
ควบคุม	71.10±6.14[a]	302.12±35.82[a]	2.44±0.84[a]
โปรตีนไฮโดรไลเสต	73.14±0.85[a]	295.71±22.08[a]	2.23±1.04[a]
อาร์จินีน	72.92±8.23[a]	307.05±8.50[a]	2.80±0.79[a]
โปรลีน	71.05±3.91[a]	314.36±44.89[a]	2.02±0.64[a]

อักษรต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$)

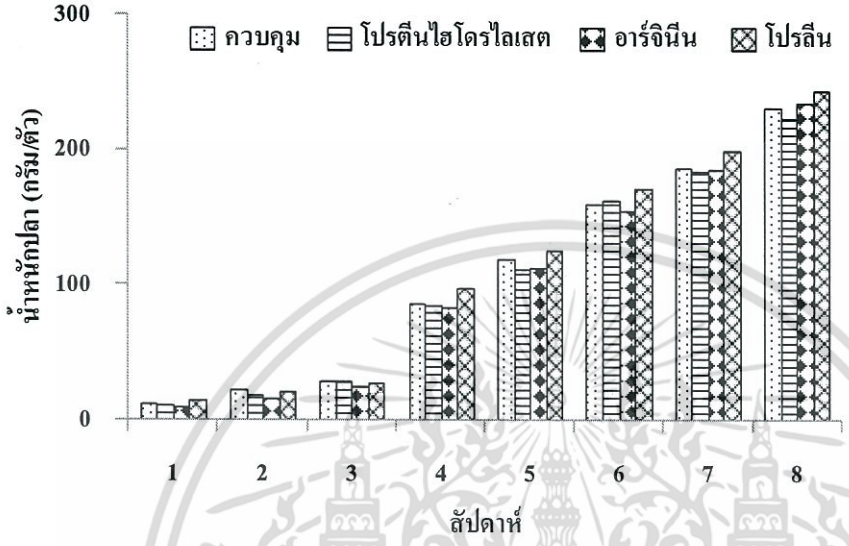
จากการบันทึกน้ำหนักเพิ่มขึ้นของปลาดุกลูกผสมที่ให้สูตรอาหารต่างกัน คือ อาหารสูตรควบคุม สูตรผสมโปรตีนไฮโดรไลเสต สูตรผสมอาร์จินีน และสูตรผสมโปรลีน พบว่า สัปดาห์ที่ 1 ปลาดุกลูกผสมในทุกชุดทดลองมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น แต่ในสัปดาห์ที่ 2 และสัปดาห์ที่ 3 น้ำหนักของปลาดุกลูกผสมไม่เพิ่มขึ้น เนื่องจากได้มีการจำกัดการให้อาหารในปริมาณ 5% ต่อน้ำหนักตัวปลา ซึ่งไม่เพียงพอต่อความต้องการในการเติบโตของปลาดุกลูกผสม จึงได้เปลี่ยนการให้อาหารเป็นวันละ 6 กรัม ทำให้ในสัปดาห์ที่ 4 ปลาดุกลูกผสมมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน และในช่วงสัปดาห์ที่ 5 (ช่วงปลายเดือนธันวาคม) และสัปดาห์ที่ 7 (ช่วงต้นเดือนมกราคม) ปลาดุกลูกผสมกินอาหารได้น้อยลง เนื่องจากสภาพอากาศมีการเปลี่ยนแปลงบ่อย ทำให้น้ำหนักของปลาดุกในสัปดาห์ที่ 5 และสัปดาห์ที่ 7 ลดลง หลังจากนั้นปลาดุกจึงเริ่มกลับมากินอาหารตามปกติในช่วงสัปดาห์ที่ 6 และสัปดาห์ที่ 8 (ภาพที่ 4.8)

4.3.2 ค่าโลหิตวิทยาและการต้านอนุมูลอิสระ

จากผลวิเคราะห์ค่าโลหิตวิทยาของปลาดุกลูกผสมในอาหารสูตรควบคุม สูตรผสมโปรตีนไฮโดรไลเสต สูตรผสมอาร์จินีน และสูตรผสมโปรลีน พบว่า ปลาดุกลูกผสมมีปริมาณเม็ดเลือดแดงเฉลี่ยเท่ากับ 2.28±0.97, 2.24±0.15, 2.12±0.55 และ 1.94±0.53x10^6 เซลล์ต่อลูกบาศก์มิลลิเมตร ตามลำดับ ปริมาณเม็ดเลือดขาวเฉลี่ยเท่ากับ 17.10±4.26, 15.61±0.86, 14.09±0.97 และ 14.40±1.67 x10^4 เซลล์ต่อลูกบาศก์มิลลิเมตร ตามลำดับ และเปอร์เซ็นต์ฮีมาโทคริตเฉลี่ยเท่ากับ 38.56±6.33, 37.19±2.72, 40.36±1.70 และ 39.40±0.53 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 4.11) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองในชุดทดลองควบคุมของ Aksoy et al. (2009) ที่ศึกษาผลการเสริมน้ำมันปลาในอาหารสำเร็จรูปต่อค่าโลหิตวิทยาพบว่า ปริมาณเม็ดเลือดแดง และปริมาณเม็ดเลือดขาวเฉลี่ยเท่ากับ 2.49 x10^6 cell/mm^3, 3.46x10^5cell/mm^3และเปอร์เซ็นต์ฮีมาโทคริตเฉลี่ยเท่ากับ 36.93 เปอร์เซ็นต์ ในปลาที่เลี้ยงด้วยอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำเร็จรูปไม่เสริมน้ำมันปลา เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ปริมาณเม็ดเลือดแดง ปริมาณเม็ดเลือดขาว และเปอร์เซ็นต์ฮีมาโทคริตไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)



ภาพที่4.8 เปรียบเทียบน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของปลาดุกลูกผสมที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรควบคุม สูตรผสมโปรตีนไฮโดรไลเสต สูตรผสมอาร์จินีน และสูตรผสมโปรลีน

ตารางที่ 4.11 ปริมาณเม็ดเลือดแดง ปริมาณเม็ดเลือดขาว และเปอร์เซ็นต์ฮีมาโทคริต ของปลาดุกลูกผสมที่ได้รับอาหารในแต่ละสูตรการทดลอง

สูตรอาหาร	ปริมาณเม็ดเลือดแดง (10^6 cell/mm^3)	ปริมาณเม็ดเลือดขาว (10^4 cell/mm^3)	ฮีมาโทคริต (%)
ควบคุม	2.28±0.97[a]	17.10±4.26[a]	38.56±6.33[a]
โปรตีนไฮโดรไลเสต	2.24±0.15[a]	15.61±0.86[a]	37.19±2.72[a]
อาร์จินีน	2.12±0.55[a]	14.09±0.97[a]	40.36±1.70[a]
โปรลีน	1.94±0.53[a]	14.40±1.67[a]	39.40±0.53[a]

อักษรต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$)

จากการทดสอบความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ(antioxidant) จากตัวอย่างพลาสมาของปลาดุกลูกผสม โดยใช้ 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl หรือ DPPH ซึ่งเป็น อนุมูลอิสระสังเคราะห์ที่มีความเสถียร การวัดความสามารถของสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน โดยอาศัยการจับกับอนุมูลอิสระ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DPPH ที่มีความเสถียร มีหลักการคือ เมื่อสารต้านอนุมูลอิสระถ่ายเทอิเล็กตรอนให้แก่อนุมูลอิสระ DPPH จะเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของ DPPH ที่มีความคงตัว ทำให้ DPPH ซึ่งมีสีม่วงเปลี่ยนเป็นสีเหลืองและทำให้ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 515นาโนเมตรมีค่าลดลง และถ้าหากตัวอย่างมีฤทธิ์ในการกำจัดอนุมูลอิสระหรือสามารถต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ดีจะทำให้สีม่วงของ DPPH จางลงได้มากกว่าสารตัวอย่างที่มีฤทธิ์ในการกำจัดอนุมูลอิสระได้น้อย การต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันจะเกิดดังสมการนี้

$$DPPH + RH \longrightarrow DPPH\text{-}H + R^{\cdot}$$

สีม่วง ตัวอย่างทดสอบ สีเหลือง

พบว่า ปลาดุกลูกผสมที่ได้รับอาหารสูตรควบคุม สูตรผสมโปรตีนไฮโดรไลเสต สูตรผสมอาร์จินีน และสูตรผสมโปรลีน มีเปอร์เซ็นต์ความสามารถการต้านอนุมูลอิสระเฉลี่ยเท่ากับ 23.53±6.24, 22.74±3.07, 23.10±4.29 และ 23.89±3.86 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.12)

ตารางที่ 4.12 ค่าเฉลี่ย (Mean±SD) ของความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH, TBARs และเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระ catalase ในเลือดของปลาดุกลูกผสมที่ได้รับอาหารต่างกันในแต่ละสูตร

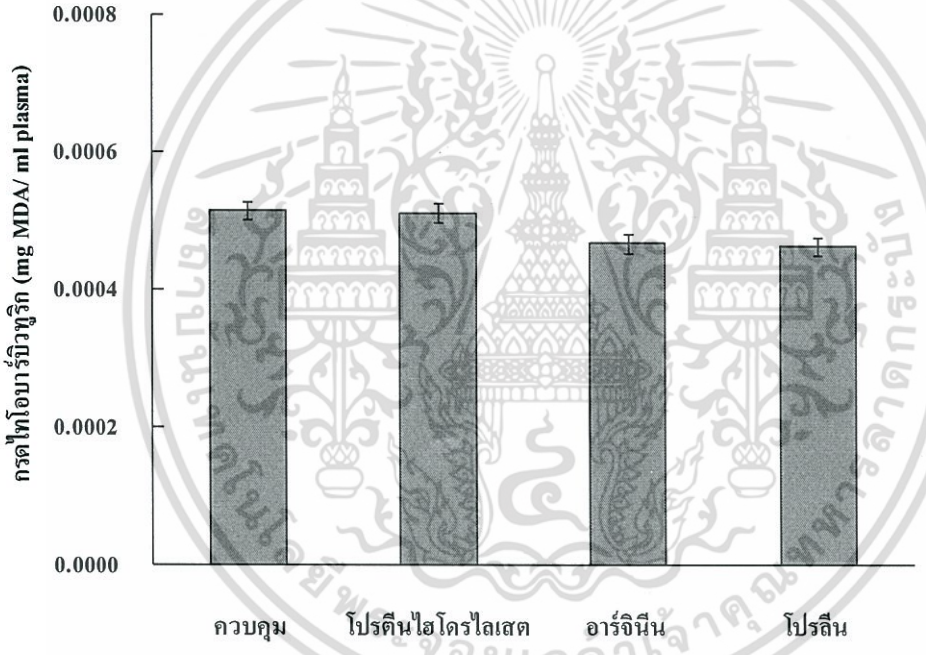
สูตรอาหาร	% Inhibition DPPH	catalase (mg H_2O_2)	TBARs (μmole MDA/ml plasma)
ควบคุม	23.53±6.24[a]	0.02±0.00[a]	0.0005±0.00[a]
โปรตีนไฮโดรไลเสต	22.74±3.07[a]	0.02±0.00[a]	0.0005±0.00[a]
อาร์จินีน	23.10±4.29[a]	0.02±0.00[a]	0.0004±0.00[a]
โปรลีน	23.89±3.86[a]	0.02±0.00[a]	0.0005±0.00[a]

อักษรต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$)

การวิเคราะห์หาเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระ catalase ในตะกอนเลือดของปลาดุกลูกผสมที่ได้รับอาหารสูตรควบคุม สูตรผสมโปรตีนไฮโดรไลเสต สูตรผสมอาร์จินีน และสูตรผสมโปรลีน โดยวัดจากปริมาณของ H_2O_2 ที่ไตเตรทได้ พบว่าปริมาณของ H_2O_2 จากชุดทดลองทั้งอาหารสูตรควบคุม สูตรผสมโปรตีนไฮโดรไลเสต สูตรผสมอาร์จินีน และสูตรผสมโปรลีน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.02±0.00 มิลลิกรัม H_2O_2 (ตารางที่ 4.12) เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ทั้งการวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DPPH, การวิเคราะห์ TBARs และการวิเคราะห์หาเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระ catalase ในเลือดนั้น ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ส่วนการวิเคราะห์ thiobarbituric acid reaction substances หรือเรียกว่า TBARs เป็นสารที่เกิดจากการออกซิเดชันของไขมัน (lipid oxidation) โดยการวัดปริมาณมัลลัลไดแอลดีไฮด์(MDA)ที่มีอยู่ในไขมัน จากตัวอย่างพลาสมาของเลือดปลาดุกลูกผสม พบว่า ปริมาณมัลลัลไดแอลดีไฮด์ในชุดทดลองอาหารสูตรควบคุม สูตรผสมโปรตีนไฮโดรไลเสท และสูตรผสมโปรลีนมีกรดไทโอบาร์บิวทูริกเฉลี่ยเท่ากับ0.0005±0.00 มิลลิกรัมมัลลัลไดแอลดีไฮด์ต่อมิลลิลิตรของพลาสมา ตามลำดับส่วนสูตรผสมอาร์จินีน มีกรดไทโอบาร์บิวทูริกเฉลี่ยเท่ากับ 0.0004±0.00มิลลิกรัมมัลลัลไดแอลดีไฮด์ต่อมิลลิลิตรของพลาสมา (ภาพที่ 4.9)



ภาพที่ 4.9 ปริมาณกรดไทโอบาร์บิวทูริก(TBARs) ในตัวอย่างพลาสมาของปลาดุกลูกผสมที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรควบคุม สูตรผสมโปรตีนไฮโดรไลเสต สูตรผสมอาร์จินีน และสูตรผสมโปรลีน

4.4 ผลของการเสริมโปรตีนไฮโดรไลเสท ไทโรซีนและไลซีนในอาหารต่อการเจริญเติบและค่าโลหิตวิทยาของปลาดุกลูกผสม

4.4.1 การเติบโตของปลาดุกลูกผสม

จากการทดลองเลี้ยงปลาดุกลูกผสมด้วยอาหารที่ผสมโปรตีนไฮโดรไลเสตจากไส้ปลา ไลซีน และไทโรซีน ที่ 10 เปอร์เซ็นต์ต่ออาหารสำเร็จรูป 500กรัม เมื่อสิ้นสุดการทดลองที่ระยะเวลา 90

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัน พบว่า ปลามีน้ำหนักเพิ่มขึ้นเท่ากับ 40.13±7.49, 27.86±6.52,34.77±6.27 และ 43.71±10.49 กรัม ในชุดทดลองอาหารสูตรควบคุม อาหารที่ผสมโปรตีนไฮโดรไลเสตจากไส้ปลา ไลซีน และไทโรซีน ตามลำดับ (ภาพที่ 4.10) เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)(ตารางที่ 4.13) ซึ่งในระหว่างการทดลองพบว่าในช่วง 3 สัปดาห์แรก ปลาดุกมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นน้อยในทุกชุดการทดลอง โดยพบว่าปลาดุกที่ทำการทดลองมีการอดอาหารในช่วง 3 สัปดาห์แรกเนื่องจากให้อาหารในอัตราเพียง 5 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักปลา ในสัปดาห์ที่ 4 จึงเปลี่ยนการให้อาหารเป็นการให้อาหารปลาจนอิ่มโดยสังเกตจากปฏิกิริยาปลาต่อการไล่กินอาหารที่ให้ ในการทดลองพบว่าในกลุ่มที่กินอาหารสูตรผสมไลซีนนั้น พบว่ามีการเติบโตที่มากที่สุดเนื่องจากไลซีน นั้นจะเป็นกรดอะมิโนที่สำคัญต่อสิ่งมีชีวิต โดยจะช่วยลดการสูญเสียไนโตรเจนและที่สำคัญจะทำให้สามารถนำกรดอะมิโนตัวอื่นๆมาใช้ได้มากขึ้น(Saavedra et al., 2008) การเสริมไลซีนจะช่วยให้มีโปรตีนในร่างกายเพิ่มขึ้นและลดไขมันในร่างกายของปลาโดยปลาดุกจะตอบสนองกับไลซีนได้อย่างดีต่อปลาที่ขาดแหล่งโปรตีนจากพืช (Dannie et al., 1997) ปลาที่กินอาหารสูตรผสมโปรตีนไฮโดรไลเสตมีการเติบโตที่น้อยกว่ากลุ่มอื่นเพราะปลาที่ทำการทดลองมีการเติบโตในกลุ่มไม่เท่ากันทำให้ปลาขนาดใหญ่กินอาหารส่วนใหญ่และปลาบางตัวก็กินอาหารได้น้อยลงและทำให้พบว่าขณะที่ทำการให้อาหารปลาในกลุ่มที่เสริมด้วยโปรตีนไฮโดรไลเสตมีการกินอาหารและเจริญอาหารน้อยกว่าในกลุ่มอื่น

จากการทดลองพบว่าการเติบโตของปลาดุกในช่วงสามอาทิตย์แรกมีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นในแต่ละสัปดาห์น้อยมากเนื่องจากปลาที่ทำการทดลองเกิดการอดอาหารต่อมาเมื่อเข้าสู่สัปดาห์ที่ 4 มีการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักอย่างเห็นได้ชัดแต่พบยังว่าในสูตรโปรตีนไฮโดรไลเสตยังมีปลาที่อดอาหารอยู่ จึงทำให้ภายหลังเกิดการแตกขนาดของปลา ส่งผลให้ค่าอัตราการเติบโตจำเพาะของสูตรโปรตีนไฮโดรไลเสตนั้นมีค่าที่ต่ำกว่ากลุ่มอื่น อาจมีสาเหตุจากโปรตีนไฮโดรไลเสตจากไส้ปลามีกรดอะมิโนที่น้อยและไม่สามารถดึงดูดความสนใจของปลาตามที่ มนฤทัย (2551) ได้กล่าวไว้ว่าโปรตีนไฮโดรไลเสตเป็นสารเพิ่มกลิ่น รสในอาหาร ซึ่งกลิ่นและรสที่ได้จะขึ้นกับชนิดของวัตถุดิบและองค์ประกอบของกรดอะมิโนในโปรตีน แต่เมื่อวิเคราะห์อัตราการเติบโตจำเพาะทางสถิติแล้วก็ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

4.4.2 ค่าโลหิตวิทยาและการต้านอนุมูลอิสระ

จากการวิเคราะห์ค่าโลหิตวิทยาของปลาดุกลูกผสม พบว่าปลาดุกลูกผสมกลุ่มที่ให้อาหารสูตรควบคุม อาหารผสมโปรตีนไฮโดรไลเสต อาหารผสมไทโรซีน และอาหารผสมไลซีน มีปริมาณเม็ดเลือดแดงเท่ากับ 2.28±0.56, 2.24±0.09, 2.13±0.15 และ 2.09±0.04 x 10^6 cell/mm^3 ปริมาณเม็ดเลือดขาวเท่ากับ 68.40±9.83, 62.42±1.99, 55.78±3.21 และ 66.96±4.81x 10^4 cell/mm^3และ

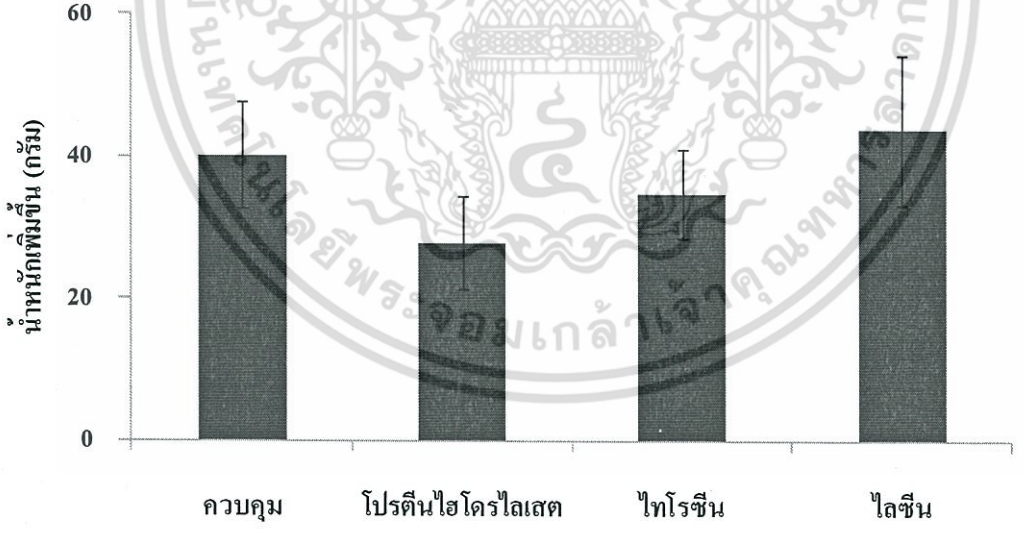
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปอร์เซ็นต์ฮีมาโทคริตเท่ากับ 38.56±3.66, 37.19±1.57, 40.01±1.05 และ 43.29±1.04 ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ทั้งปริมาณเม็ดเลือดแดง ปริมาณเม็ดเลือดขาว และเปอร์เซ็นต์ฮีมาโทคริตไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (ตารางที่ 4.14) ซึ่งแสดงว่าสูตรอาหารในแต่ละสูตรไม่ส่งผลต่อค่าโลหิตวิทยา

ตารางที่4.13 เปรียบเทียบน้ำหนักปลาเริ่มต้น น้ำหนักปลาสุดท้าย และอัตราการเติบโตจำเพาะของปลาดุกลูกผสมในอาหารแต่ละสูตร

สูตรอาหาร	น้ำหนักปลาเริ่มต้น (กรัม/ตัว)	น้ำหนักปลาสุดท้าย (กรัม/ตัว)	อัตราการเติบโตจำเพาะ (เปอร์เซนต์/ วัน)
ควบคุม	71.10±6.14[a]	302.12±35.82[a]	2.44±0.84[a]
โปรตีนไฮโดรไลเสต	73.14±0.85[a]	295.71±22.08[a]	2.23±1.04[a]
ไทโรซีน	70.77±2.42[a]	346.81±24.76[a]	2.54±1.00[a]
ไลซีน	70.21±0.47[a]	362.27±31.52[a]	3.00±1.55[a]

อักษรต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$)



ภาพที่ 4.10 เปรียบเทียบน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของปลาดุกลูกผสมที่ได้รับอาหารที่ผสมสูตรควบคุม สูตรผสมโปรตีนไฮโดรไลเสต สูตรผสมไทโรซีน และสูตรผสมไลซีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.14 เปรียบเทียบปริมาณเม็ดเลือดแดง ปริมาณเม็ดเลือดขาว และเปอร์เซ็นต์ฮีมาโทคริต ของปลาดุกลูกผสมที่ได้รับอาหารต่างกัน

สูตรอาหาร	ปริมาณเม็ดเลือดแดง (10^6 cell/mm^3)	ปริมาณเม็ดเลือดขาว (10^4 cell/mm^3)	ฮีมาโทคริต (%)
ควบคุม	2.28±0.97[a]	17.10±4.26[a]	38.56±6.33[a]
โปรตีนไฮโดรไลเสต	2.24±0.15[a]	15.61±0.86[a]	37.19±2.72[a]
ไทโรซีน	2.13±0.26[a]	13.94±1.39[a]	40.01±1.81[a]
ไลซีน	2.09±0.07[a]	16.74±2.09[a]	43.29±1.80[a]

อักษรต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$)

จากการวิเคราะห์ปริมาณเม็ดเลือดขาวและเม็ดเลือดแดงผลการทดลองครั้งนี้ได้สอดคล้องกับผลการทดลองของ จรรยา และเสาวนิตย์ (2531) ที่ทำการทดลองกับปลา 3 ชนิด ได้แก่ Walking catfish, Snakehaed fish และ Catfish (ไม่ระบุชื่อวิทยาศาสตร์) จำนวน 50 ตัว ซึ่งมีผลของเม็ดเลือดแดงของปลาปกติได้จำนวน 2.64±0.41, 2.79±0.67 และ 2.04±0.28 x 10^6 cell/mm^3 ตามลำดับแสดงให้เห็นว่าปลาที่ทำการทดลองไม่มีความผิดปกติของเม็ดเลือด

จากการวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) โดยใช้ 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl หรือ DPPH เป็นตัวทำปฏิกิริยา พบว่า ปลาดุกลูกผสมกลุ่มที่ให้อาหารสูตรควบคุม อาหารผสมโปรตีนไฮโดรไลเสต อาหารผสมไทโรซีน และอาหารผสมไลซีนมีเปอร์เซ็นต์ความสามารถการต้านอนุมูลอิสระ(DPPH) เฉลี่ยเท่ากับ 23.53±3.60, 22.74±1.77, 23.37±0.55 และ 24.37±0.40 ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (ตารางที่ 4.15) โดยจะเห็นได้ว่าค่าของเปอร์เซ็นต์ความสามารถการต้านอนุมูลอิสระ (DPPH) มีการเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ส่วนการวิเคราะห์ ThioBarbituric Acid Reactive Substances หรือเรียกว่า TBARs เป็นการวัดปริมาณมัลลัลไดแอลดีไฮด์ (MDA) ที่มีอยู่ในน้ำมัน จากตัวอย่างพลาสมาของเลือดปลาดุกลูกผสมพบว่า ปริมาณมัลลัลไดแอลดีไฮด์ในปลาดุกลูกผสมกลุ่มที่ให้อาหารสูตรควบคุม อาหารผสมโปรตีนไฮโดรไลเสต อาหารผสมไทโรซีน และอาหารผสมไลซีนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10.83±1.10, 10.73±0.93,8.83±0.35 และ 9.43±0.29 มิลลิกรัมมัลลัลไดแอลดีไฮด์ต่อมิลลิลิตรของพลาสมา ตามลำดับ และการวิเคราะห์หาเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระ catalase ในตะกอนเลือดของปลาดุกลูกผสมกลุ่มที่ให้อาหารสูตรควบคุม อาหารผสมโปรตีนไฮโดรไลเสต อาหารผสมไทโรซีน และอาหารผสมไลซีน โดยวัดจากปริมาณของ H_2O_2 ที่ไตเตรทได้ พบว่าปริมาณของ H_2O_2 จากปลาดุกลูกผสมกลุ่มที่ให้อาหารสูตรควบคุม อาหารผสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรตีนไฮโดรไลเสต อาหารผสมไทโรซีน และอาหารผสมไลซีน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.02±0.00 มิลลิกรัม H_2O_2 ซึ่งอยู่ในระดับที่มีปริมาณที่ดี (ตารางที่ 4.15)

ตารางที่ 4.15 เปรียบเทียบความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH, TBARs และเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระ catalase ในเลือดของปลาดุกลูกผสมที่ได้รับอาหารต่างกัน

สูตรอาหาร	% Inhibition DPPH	catalase (mg H_2O_2)	TBARs (µmole MDA/ml plasma)
ควบคุม	23.53±6.24[a]	0.02±0.00[a]	0.0005±0.00[a]
โปรตีนไฮโดรไลเสต	22.74±3.07[a]	0.02±0.00[a]	0.0005±0.00[a]
ไทโรซีน	23.37±0.96[a]	0.02±0.00[a]	0.0004±0.00[a]
ไลซีน	24.37±0.69[a]	0.02±0.00[a]	0.0004±0.00[a]

อักษรต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$)

จากการวิเคราะห์จำนวนเม็ดเลือดแดง เม็ดเลือดขาว ฮีมาโตคริต และรวมถึงความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH, TBARs และเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าในการทดลองครั้งนี้โปรตีนไฮโดรไลเสตจากไส้ปลาไม่ส่งผลกระทบกับค่าโลหิตวิทยาและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของปลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุป

5.1 จากการทดลองเลี้ยงปลาดุกด้วยที่ผสมโปรตีนไฮโดรไลเสตในอาหารต่างกัน 5 ระดับคือ 0, 25, 50, 75 และ100% เป็นระยะเวลา 90 วัน พบว่า ปลาดุกที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ผสมโปรตีนไฮโดรไลเสต 50% มีอัตราการเจริญเติบโตที่ดีที่สุด คือ มีน้ำหนักเฉลี่ยสุดท้าย 62.86 กรัม/ตัว รวมถึงองค์ประกอบทางเคมีในตัวปลาดุก ได้แก่ โปรตีน ไขมัน เถ้า และความชื้น ดีที่สุด เมื่อเทียบกับอาหารชุดควบคุม แสดงว่าโปรตีนไฮโดรไลเสตผสมในอาหาร 50% เป็นปริมาณที่เหมาะสมในการใช้ผลิตอาหารปลาดุกอุยเพื่ออัตราการเจริญเติบโต และองค์ประกอบทางเคมีในตัวปลาดุกที่ดีที่สุด

องค์ประกอบเลือดและภูมิคุ้มกัน ที่ได้จากการเลี้ยงปลาดุกด้วยอาหารที่ต่างกันทั้ง 5 ระดับ พบว่า ปริมาณเม็ดเลือดแดงมีค่าลดลงแปรผกผันกับปริมาณโปรตีนไฮโดรไลเสตที่เพิ่มขึ้น และฮีมาโตคริตที่พบในการเลี้ยงด้วยอาหารผสมโปรตีนไฮโดรเสตในทุกระดับไม่แตกต่างกันทางสถิติ และปริมาณเม็ดเลือดขาวที่ได้รับโปรตีนไฮโดรไลเสต 50% มีค่าน้อยที่สุด ส่วนในระดับอื่นๆไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนการแยกชนิดเม็ดเลือด พบว่า ปริมาณเม็ดเลือดแต่ละชนิดที่พบในการเลี้ยงด้วยอาหารผสมโปรตีนไฮโดรเสตในทุกระดับไม่แตกต่างกันทางสถิติ ค่า Lysozyme พบว่า ปลาดุกที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมโปรตีนไฮโดรไลเสต 50% มีค่า lysozyme สูงที่สุดคือ 17.99±8.41 (unit/sec) ค่า Hepatic Index พบว่า ในการเลี้ยงด้วยอาหารผสมโปรตีนไฮโดรเสตในทุกระดับไม่แตกต่างกันทางสถิติ ปริมาณ MDA ในตับ เนื้อ และเลือด พบว่า ปลาดุกที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมโปรตีนไฮโดรไลเสตมีปริมาณ MDA ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

5.2 จากการทดลองเลี้ยงปลาดุกด้วยอาหารที่ทดแทนปลาป่นโดยใช้โปรตีนไฮโดรไลเสตที่ระดับแตกต่างกันคือ 0 (ควบคุม), 5, 10 และ 15% เป็นระยะเวลา 60 วัน พบว่า ปลาดุกที่เลี้ยงด้วยอาหารทั้ง 4 ระดับ มีผลต่อน้ำหนักสุดท้าย น้ำหนักที่เพิ่ม อัตราการรอด และ อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p<0.05$) ส่วนปลาดุกที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมโปรตีนไฮโดรไลเสต 10 และ 15% มีน้ำหนักสุดท้าย น้ำหนักที่เพิ่ม อัตราการรอด อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อดีที่สุด โดยไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

5.3 จากการทดลองเสริมโปรตีนไฮโดรไลเสต อาร์จินีน และโปรลีนในอาหารต่อการเติบโต ค่าโลหิตวิทยา และการต้านอนุมูลอิสระของปลาดุกลูกผสม พบว่า ปลาดุกที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมอาร์จินีนทำให้มีน้ำหนักเพิ่มขึ้น และมีอัตราการเติบโตจำเพาะสูงสุด เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ทุกชุดทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ส่วนค่าทางโลหิตวิทยา การต้านอนุมูลอิสระ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(DPPH) เอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระ catalase และ TBARs ไม่มีความแตกต่างกันอย่างนัยสำคัญทาง ($p>0.05$)

5.4 จากการทดลองเสริมโปรตีนไฮโดรไลเสต ไทโรซีนและไลซีน ในอาหารต่อการเติบโต ค่าโลหิตวิทยา และการต้านอนุมูลอิสระของปลาดุกลูกผสมพบว่า ปลาดุกที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมไลซีน มีอัตราการเติบโตจำเพาะสูงสุดแต่เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ส่วนค่าโลหิตวิทยาและค่าของการต้านอนุมูลอิสระไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2552 การสัมมนาเชิงปฏิบัติการ "การเพิ่มศักยภาพการผลิตปลานิลเพื่อการส่งออก" ปลานิลสัญจร เกษตรกรพบผู้ส่งออก ครั้งที่ 3, 27 ก.พ. 52 ณ โรงแรมแอมบาสเดอร์ซิตี้ จอมเทียน อ.สัตหีบ จ.ชลบุรี

จรรยา พุกกะเสก และ เสาวนิตย์ ทิพย์เสวก. 2531. การศึกษาค่าโลหิตวิทยาของปลาน้ำจืดที่ติดเชื้อแอโรโมนาส ไฮโดรฟิลา. ว.เกษตรศาสตร์ (วิทย์.) 22: 110-115.

นฤมล อัศวเกศมณี. 2550. อาหารและการให้อาหาร พิมพ์ครั้งที่ 1 มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา สงขลา โรงพิมพ์ภาพพิมพ์, 346 หน้า

มนฤทัย ศรีทองเกิด. 2551. การใช้เมมเบรนเทคโนโลยีเพื่อผลิตโปรตีนไฮโดรไลเสทจากของเหลือกระบวนการการผลิตไก่. วิทยานิพนธ์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 101 หน้า.

วีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย. 2536. อาหารปลา. พิมพ์ครั้งที่ 1. โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ: 216 หน้า

เวียง เชื้อโพธิ์หัก. 2528. อาหารปลา. ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 111 หน้า.

เวียง เชื้อโพธิ์หัก. 2542. โภชนศาสตร์และการให้อาหารสัตว์น้ำ. ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. 255 หน้า.

สุทธิชัย ปทุมล่องทอง. 2548. ปลาเศรษฐกิจคู่ชีวิตคนไทย พิมพ์ครั้งที่ 2. บริษัทสถาพรบุ๊คส์ จำกัด, กรุงเทพฯ. 216 หน้า.

ศักดิ์ชัย ชูโชติ. 2536. การเลี้ยงปลาน้ำจืด พิมพ์ครั้งที่ 1. โอ.เอส. พริ้นติ้ง เฮ้าส์, กรุงเทพฯ. 201 หน้า.

ศูนย์วิจัยกสิกรไทย. 2550. ปลานิลไทย: ตลาดขยายตัวทั้งในประเทศและส่งออก. http://www.positioningmag.com/prnews/prnews.aspx?id=62988

อรพินท์ จินตสถาพร, อุทัย คันโธ, ยนต์ มุสิก, เสกสม อาตมางกูร และอรทัย ไตรวุฒนนท์. 2542. องค์ประกอบทางเคมีและระดับกรดอะมิโนในปลาดุกอุย (*Clarias macrocephalus*). การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 37: 214-218.

Abdul-Hamid, A., Bakar, J., Bee, G.H. 2002. Nutritional quality of spray dried protein hydrolysate from Black Tilapia (*Oreochromis mossambicus*). Food Chemistry 78, 69-74.

Aksoy, M. Y., C. Lim, R. Shelby and P. H. Klesius. 2009. Increasing fish oil levels in commercial diets influences hematological and immunological responses of channel catfish, *Ictalurus punctatus*. Journal of the World Aquaculture Society 40(1): 76-86.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Batista I., C. Ramos, J. Coutinho. and N.M. Bandarra. 2010. Characterization of protein hydrolysates and lipids obtained from blackscabbardfish (*Aphanopus carbo*) by-products and antioxidative activity of the hydrolysates produced. Technology 99 : 335–343.

Berge, G.M.and T. Storebakken. 1996. Fish protein hydrolyzate in starter diets for Atlantic salmon (*Salmo salar*) fry. Aquaculture 145, 205-212

Bougatef, A., N. Nedjar – Arroume, L. Manni, R. Ravallec, A. Barkia, D. Guillochon, and M. Nasri. 2009. Purification and identification of novel antioxidant peptides from enzymatic hydrplysates of sardinelle (*Sardinella aurita*) by – product protein. Food Chemistry 183 : 115-121.

Cahu C.L., P. Quazuguel and M.M. Le Gal. 1999. Protein hydrolysate vs. fish meal in compound diets for 10-day old sea bass *Dicentrarchus labrax* larvae. Aquaculture 171 : 109–119.

Cheng, Z., A. Buentello and D. M. Gatlin III. 2011. Effects of dietary arginine and glutamine on growth performance, immune responses and intestinal structure of red drum, *Sciaenops ocellatus*. Aquaculture 319: 247-252.

Chou, R.L., B.Y. Her, M.S. Su, G. Hwang, Y.H. Wu and H.Y. Chen. 2004. Substituting fish meal with soybean meal in diets of juvenile cobia *Rachycentron canadum*. Aquaculture 229:325–333.

Chalamaiah, M., B. D. Kumar, R. Hemalatha and T. Jyothirmayi. 2012. Fish protein hydrolysates: Proximate composition, amino acid composition, antioxidant activities and applications: A review. Food Chemistry 135: 3020-3038.

Dannie, D. Z. and T. L. Richard. 1997. Free lysine (L-lysine :HCl) is utilized for growth less efficiently than protein-bound lysine (soybean meal) in practical diets by young channel catfish (*Ictalurus punctatus*). Aquaculture 159: 87-100.

Hernandez, M.D., F.J. Martínez, M. Jover and B. García García. 2007. Effects of partial replacement of fish meal by soybean meal in sharpsnout seabream (*Diplodus puntazzo*) diet. Aquaculture 263:159–167.

Kotzamanisa, Y.P., Gisbertb, E., Gatesoupec, F.J., Infantec Z. J. and C. Cahu. 2007. Effects of different dietary levels of fish protein hydrolysates on growth, digestive enzymes, gut microbiota, and resistance to *Vibrio anguillarum* in European sea bass (*Dicentrarchus*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

labrax) larvae. Comparative Biochemistry and Physiology - Part A: Molecular & Integrative Physiology 147: 205-214.

Li, P., K. Mai, J. Trushenski and G. Wu. 2008. New development in fish amino acid nutrition: towards functional and environmentally oriented aquafeeds. Amino Acid, doi 10.1007//s00726-008-0171-1.

Oliva-Teles,A., A. Luis Cerqueira and P.Goncalves.1999.The utilization of diets containing high levels of fish protein hydrolysate by turbot *(Scophthalmus maximus*) juveniles. Aquaculture 179 :195–201.

Pinto, W., V. Rodrigues, M. T. Dinis and C. Aragao. 2010. Can dietary aromatic amino acid supplementation be beneficial during fish metamorphosis? Aquaculture 310: 200-205

Refstie S., J.J. Olli, and H. Standal. 2004. Feed intake, growth, and protein utilisation by post-smolt Atlantic salmon (*Salmo salar*) in response to graded levels of fish protein hydrolysate in the diet. Aquaculture 239 : 331–349.

Saavedra, M., L. E. C. Conceição, S. Helland, P. P. Ferreira and M. T. Dinis. 2008. Effect of lysine and tyrosine supplementation in the amino acid metabolism of *Diploduss argus* larvae fed rotifers. Aquaculture 284: 180-184.

Shiyuan D., M. Zeng., D. Wang., Z. Liu. and H. Yang. 2008. Antioxidant and biochemical properties of proteinhydrolysates prepared from Silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*). Food Chemistry 107 : 1485-1493.

Tang, H.G., Wu, T.X., Zhao, Z.Y., Pan, X.D. 2008. Effects of fish protein hydrolysate on growth performance and humoral immune response in large yellow croaker (*Pseudosciaena crocea* R.). Journal of Zhejiang University - Science B 9: 684-690.

Tram, N. D. Q. 2010. Evaluation of local feed resource for hybrid catfish *(Clariasmacrocephalus x C. gariepinus)* in smallholder fish farming systems in central Vietnam. ActaUniversitatisagriculturaeSueciae 72: 1-59.

Wilson, R. P. and J. E. Halver. 1986. Protein and amino acid requirements of fishes. Annual Reviews Nutrition 6: 225-244.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Wu, T.X., Z. Zhan-yu and X.D. Pan. 2008. Effects of fish protein hydrolysate on growth performance and humoral immune response in large yellow croaker (*Pseudosciaena crocea* R.). J. Zhejiang Univ Sci B. 9 : 684–690.

Zhou, F., Q. J. Shao, J. X. Xiao, X. Peng, B. O. Ngandzali, Z. Sun and W. K. Ng. 2011. Effects of dietary arginine and lysine levels on growth performance, nutrient utilization and tissue biochemiacal profile of black sea bream, *Acanthopagrus schlegelii*, fingerlings. Aquaculture 319: 72-80.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลประวัติคณะผู้วิจัย

ประวัติหัวหน้าโครงการ

ชื่อ – นามสกุล: นางนงนุช เลาหะวิสุทธิ์ (อ๋องสุวรรณ)

Mrs. Nongnuch Laohavisuti (Ongsuwan)

ตำแหน่งปัจจุบัน: รองศาสตราจารย์ระดับ 9

หน่วยงานต้นสังกัด: หลักสูตรวิทยาศาสตร์การประมง สาขาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520

โทรศัพท์ 0-2329-8517 โทรสาร 0-2329-8517 E-mail: klnongnu@kmitl.ac.th

ประวัติการศึกษา:

ปีที่จบการศึกษา	ระดับปริญญา	อักษรย่อปริญญาและชื่อเต็ม	สาขาวิชา	ชื่อสถาบันการศึกษา	ประเทศ
2528	ปริญญาตรี	วท.บ. (ประมง)	การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	ไทย
2530	ปริญญาโท	วท.ม. (วิทยาศาสตร์การประมง)	วิทยาศาสตร์การประมง	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	ไทย
2543	ปริญญาเอก	Doc. Tech. Sci. (Aquaculture and Aquatic Resources Management)	Aquaculture and Aquatic Resources Management	สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT)	ไทย

สาขาวิจัยที่มีความชำนาญเป็นพิเศษ : ปลาสวยงาม พรรณไม้น้ำ การเลี้ยงปลาและพรรณไม้น้ำแบบผสมผสาน

ผลงานวิจัย

หัวหน้าโครงการวิจัย

นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ วันเพ็ญ มีนกาญจน์ และพงโสภี อัตศาสตร์. 2535. ผลของเอสโตรเจนต่อการเจริญของต่อมเพศปลากัด (*Betta Splendens* Regan). การสัมมนาวิชาการประจำปี 2535 ระหว่างวันที่ 16-18 กันยายน 2535 สถาบันวิจัยประมงน้ำจืด กรมประมง บางเขน กรุงเทพฯ

นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ มณีรัตน์ หวังวิบูลย์กิจ และอิทธิสุนทร นันทกิจ. 2545. การเลี้ยงปลาสวยงามร่วมกับการผลิตพรรณไม้น้ำแบบไร้ดินในระบบปิด. การประชุมทางวิชาการด้านเกษตร ทรัพยากร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และสิ่งแวดล้อม งานเกษตรภาคใต้ ครั้งที่ 10. 10 – 11 สิงหาคม 2545 คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา.

นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ มณีรัตน์ หวังวิบูลย์กิจ และอิทธิสุนทร นันทกิจ. 2546. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่ออเมซอนแดง *Echinodorus barthii* เพื่อการส่งออกโดยเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ. การสัมมนาวิชาการประจำปี 2546 ระหว่างวันที่ 7-9 กรกฎาคม 2546 กรมประมง บางเขน กรุงเทพฯ

นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ และมัลลิกา มิตรน้อย. 2548. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพรรณไม้น้ำอะโกลนีม่า *Aglaonema simplex*. การประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 43 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สาขาประมง ระหว่างวันที่ 1 – 4 กุมภาพันธ์ 2548 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ มณีรัตน์ หวังวิบูลย์กิจ และอิทธิสุนทร นันทกิจ และยุทธนา เกียรติธร. 2548. เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำชนิดใบพายเขาใหญ่ (*Cryptocoryne crispatula* var. balansae) ในระบบการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดิน. การประชุมทางวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 5 ระหว่างวันที่ 26 – 29 เมษายน 2548 โรงแรมเวลคัมจอมเทียนบีช พัทยา จังหวัดชลบุรี

นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ อิทธิสุนทร นันทกิจ และยุทธนา เกียรติธร. 2548. สัดส่วนของแอมโมเนียมต่อไนเตรทและความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำชนิดใบพายเขาใหญ่ (*Cryptocoryne crispatula* var. balansae) การประชุมทางวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 5 ระหว่างวันที่ 26 – 29 เมษายน 2548 โรงแรมเวลคัมจอมเทียนบีช พัทยา จังหวัดชลบุรี

นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ สมชาย หวังวิบูลย์กิจ ภวรรณตรี สมบุญโต และอิทธิสุนทร นันทกิจ. 2548. การเลี้ยงปลาทับทิมร่วมกับการผลิตผักสลัดแบบไร้ดินในระบบปิด. การประชุมทางวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 5 ระหว่างวันที่ 26 – 29 เมษายน 2548 โรงแรมเวลคัมจอมเทียนบีช พัทยา จังหวัดชลบุรี

นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ และยุทธนา เกียรติธร. 2548. สัดส่วนของแอมโมเนียมต่อไนเตรทและความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำชนิดใบพายเขาใหญ่ (*Cryptocoryne crispatula* var. balansae). วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 36 (5-6) ฉบับพิเศษ: 151- 154.

นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ มณีรัตน์ หวังวิบูลย์กิจ และมัลลิกา มิตรน้อย. 2548. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพรรณไม้น้ำอเมซอนแอฟริกานัส *Echinodorus africanus*. การประชุมทางวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 5 ระหว่างวันที่ 26 – 29 เมษายน 2548 โรงแรมเวลคัมจอมเทียนบีช พัทยา จังหวัดชลบุรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ มณีรัตน์ หวังวิบูลย์กิจ และวรารัตน์ จูเจริญ. 2549. ผลของความยาวคลื่นต่อการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อพรรณไม้น้ำกลุ่ม Rosette plant. การประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 7 มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ระหว่างวันที่ 25-26 พฤษภาคม 2549 จ.เชียงใหม่ 53 - 59 หน้า.

นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ ลำพึง พุ่มจันทร์ และอัจฉรี เรืองเดช. 2549. การเร่งสีปลาทองโดยใช้สารสีจากธรรมชาติ. การประชุมทางวิชาการ "สิ่งแวดล้อมนเรศวร" ครั้งที่ 2 มหาวิทยาลัยนเรศวร ระหว่างวันที่ 28-29 มิถุนายน 2549 จ.พิษณุโลก 725-732 หน้า.

นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ มณีรัตน์ หวังวิบูลย์กิจ และนงพะงา เรียงเรียบ. 2549. การเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานวิทยาของพรรณไม้น้ำลานไพลินต่อรังสียูวี. การประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 44 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน. กรุงเทพฯ. 445 - 452 หน้า.

นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ สมชาย หวังวิบูลย์กิจ และ มณีรัตน์ หวังวิบูลย์กิจ. 2550. ผลของอุณหภูมิ และความเป็นกรด-ด่างของน้ำต่ออัตราส่วนเพศของลูกปลาหางนกยูง. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม 27(2): 97-105.

นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ และ วรางคณา กาซัม. 2552. ความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่มีต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำไส้ปลาไหล. วารสารเกษตรนเรศวร 12 (ฉบับพิเศษ) 224-229

นงนุช เลาหะวิสุทธิ์, ลำพึง พุ่มจันทร์ และ สิริพงษ์ วงศ์พรประทีป. 2553. การใช้สารสกัดเบตาเลนจากเปลือกผลแก้วมังกรเพื่อเร่งการพัฒนาสีผิวในปลาหมอนกแก้ว. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี 12(4): 29-36.

Laohavisuti, N. and Seesanong, S. 2007. Iron Nutrition of a Hydroponics Aquatic Plant Culture (*Echinodorus martii*) Supplied with Different Synthetic Fe Chelates. *International Conference on Engineering, Applied Sciences, and Technology November 21-23*, pp. 619-622

Laohavisuti, N. and Tongsiri, K. 2010. Growth, Hematology and Antioxidant Capacity of Fancy Carp (*Cyprinus carpio*) Fed Diets Supplemented with Lycopene. Proceedings 16th Asian Agricultural Symposium and 1st International Symposium on Agricultural Technology 25-27 August 2010, Bangkok, Thailand. 588-591.

Laohavisuti, N., Phumjan, L. and Ruangdej, U. 2011. Betalain from dragon fruit (*Hylocereus undatus* Haw Britt. & Rose) peel act as an antioxidant in fancy carp (*Cyprinus carpio* Linn.) *International Journal of Art and Sciences* 4(2) 121-128.

ผู้ร่วมโครงการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมชาย หวังวิบูลย์กิจ นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ ดุสิต เอื้ออำนวย และวารินทร์ พิศโหมก. 2545. ผลของระบบหมุนเวียนน้ำที่มีตัวกรองชีวภาพต่อการอนุบาลลูกปลาโรซี่บาร์บ (*Barbus conchonius*). การประชุมทางวิชาการด้านเกษตร ทรัพยากร และสิ่งแวดล้อม งานเกษตรภาคใต้ ครั้งที่ 10. 10 – 11 สิงหาคม 2545 คณะทรัพยากรธรรมชาติมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ อ. หาดใหญ่ จ.สงขลา.

นันทิมา สุทธิวรรณกุล นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ และอิทธิสุนทร นันทกิจ. 2546. ผลของ ระบบปลูกพรรณไม้น้ำร่วมกับการเลี้ยงปลาในระบบต่างๆ ที่มีผลผลิตและคุณภาพน้ำ. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 34 (1-3) ฉบับพิเศษ: 18 – 21.

มณีรัตน์ หวังวิบูลย์กิจ วิไลวรรณ เหมศิริ นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ และวรางคณา กาซัม. 2548. ผลของความเข้มแสงและคาร์บอนไดออกไซด์ต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำในตู้. การประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 43 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สาขาประมง ระหว่างวันที่ 1 – 4 กุมภาพันธ์ 2548 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

มณีรัตน์ หวังวิบูลย์กิจ นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ และอิทธิสุนทร นันทกิจ และยุทธนา เกียรติธร. 2548. เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำชนิดใบพายเขาใหญ่ (*Cryptocoryne crispatula* var. balansae) ในระบบการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดิน. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 36 (5-6) ฉบับพิเศษ: 741 - 744.

อัจฉรี เรืองเดช ลำพึง พุ่มจันทร์ และนงนุช เลาหะวิสุทธิ์. 2549. การเพิ่มสีของปลาหมอสีโดยใช้อาหารเสริมแอสตาแซนทิน. การประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 7 มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ระหว่างวันที่ 25-26 พฤษภาคม 2549 จ.เชียงใหม่ 290 - 297 หน้า.

อัจฉรี เรืองเดช และนงนุช เลาหะวิสุทธิ์. 2549. การจำกัดการเพิ่มจำนวนของสาหร่ายขนาดเล็กด้วยสารสกัดจากสาหร่ายเม็ดพริกไทย. การประชุมทางวิชาการ “สิ่งแวดล้อมนเรศวร” ครั้งที่ 2 มหาวิทยาลัยนเรศวร ระหว่างวันที่ 28-29 มิถุนายน 2549 จ.พิษณุโลก 717-724 หน้า.

มณีรัตน์ หวังวิบูลย์กิจ นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ และวรางคณา กาซัม. 2549. การขยายพันธุ์รากดำใบยาว. การประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 44 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน. กรุงเทพฯ. 409 – 418 หน้า.

อัจฉรี เรืองเดช และนงนุช เลาหะวิสุทธิ์. 2549. การจำกัดการเพิ่มจำนวนของสาหร่ายขนาดเล็กด้วยสารสกัดจากสาหร่ายเม็ดพริกไทย. การประชุมทางวิชาการ “สิ่งแวดล้อมนเรศวร” ครั้งที่ 2 มหาวิทยาลัยนเรศวร ระหว่างวันที่ 28-29 มิถุนายน 2549 จ.พิษณุโลก. หน้า 717-724

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัจฉรี เรืองเดช, นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ และพรเทพ แซ่ก๊วย. 2550. สารสกัดจากสาหร่ายขนนก (*Myriophyllum brasiliense*) เพื่อควบคุมการเจริญของสาหร่ายขนาดเล็กและแบคทีเรีย. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม 27(2) 366-374

โสมลดา ประเสริฐสม, นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ และ อัจฉรี เรืองเดช. 2550. ผลของโอโซนต่อการอนุบาลลูกปลากะพงขาว (*Lates calcarifer*, Bloch) ในระบบน้ำหมุนเวียนแบปิด. เอกสารวิชาการฉบับที่ 21/2550. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง กรมประมง

โสมลดา ประเสริฐสม, นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ และ อัจฉรี เรืองเดช. 2550. ผลของสารสกัดพรมมิ [*Bacopa monnieri* (Linnaeus) Pennell, 1946] ต่อการต้านเชื้อ *Vibrio harveyi* และปริมาณเม็ดเลือดชนิดที่มีแกรนูลในกุ้งขาวแวนนาไม (*Penaeus vannamei* Boone,1931) เอกสารวิชาการฉบับที่ 23/2550. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง กรมประมง

อัจฉรี เรืองเดช และนงนุช เลาหะวิสุทธิ์. 2552. การใช้แอสตาแซนทินเร่งสีในปลาพลาตี้. วารสารเกษตรนเรศวร 12 (ฉบับพิเศษ) 230-235

อัจฉรี เรืองเดช, นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ และหัสชัย จันทร์ศรีทอง. 2553. การเพิ่มภูมิคุ้มกันของปลาโรซี่บาร์บด้วยอาหารเสริมเบต้ากลูแคน. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. 12(4) 37-42

โสมลดา ประเสริฐสม, นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ และ อัจฉรี เรืองเดช. 2553. การเสริมสารสกัดจากเปลือกผลแก้วมังกร *Hylocereus undatus* (Haw) Britt and Rose ในอาหารต่อการเจริญเติบโต การเปลี่ยนแปลงสีผิว ค่าโลหิตวิทยา และการต้านเชื้อของปลากะพงขาว *Lates calcarifer* (Bloch, 1790). วารสารการประมง. 63(5) 393-403

โสมลดา ประเสริฐสม, นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ และ อัจฉรี เรืองเดช. 2553. การเพิ่มสีปลาการ์ตูนมะเขือเทศ (*Amphiprion frenatus* Brevoort, 1856) ด้วยอาหารเสริมสารสกัดเบตาเลนจากเปลือกผลแก้วมังกร. วารสารการประมง. 63(6) 526-531

มณีรัตน์ หวังวิบูลย์กิจ, สมศรี งามวงศ์ชน และนงนุช เลาหะวิสุทธิ์. 2553. การบำบัดน้ำในการเลี้ยงปลาสวยงามโดยใช้พรรณไม้ใต้น้ำ. วารสารการประมง. 63(3) 211-217

Jongput, B., N. Laohavisuti and M. Mitrnoi. 2007. Effect of ammonium-nitrogen concentration and electrical conductivity on the growth of African Swordplant (*Echinodorus africanus*) in hydroponics culture. International Conference on Integration of Science & Technology for Sustainable Development, Bangkok, Thailand. 26 – 27 April 2007, 504-507.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Phumjan, L. and N. Laohavisuti. 2007. Betalain extraction from peeled dragon fruit for enhancing color in red platy (*Xiphophorus maculatus*). International Conference on Integration of Science & Technology for Sustainable Development, Bangkok, Thailand. 26 – 27 April 2007, 504-507.

Ruangdej, U. and N, Laohavisuti. 2010. Antioxidant and antimicrobial characteristics of submerged aquarium plants. Proceedings 16th Asian Agricultural Symposium and 1st International Symposium on Agricultural Technology 25-27 August 2010, Bangkok, Thailand. 484-487.

Ruangdej, U. and, N. Laohavisuti. 2011. Aquarium plant, *Bacopa monnieri* L., enhances immune response of aquatic animals against bacteria. *International Journal of Art and Sciences* 4(2) 115-120.

ผู้ร่วมโครงการวิจัย

ชื่อ-นามสกุล นางสาวบุปผา จงพัฒน์

Miss Buppha Jongput

ตำแหน่งปัจจุบัน นักวิทยาศาสตร์

หน่วยงานที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้สะดวก

สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

โทรศัพท์ 0 2328 8517 โทรสาร 0 2329 8517 E-mail: kjbuppha@kmitl.ac.th

ประวัติการศึกษา

ปีที่จบการศึกษา	คุณวุฒิ	สถาบันการศึกษา	ประเทศ
2538	วิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร)	สถาบันราชภัฏสวนสุนันทา	ไทย
2547	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีชีวภาพ)	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	ไทย

สาขาวิชาที่มีความชำนาญเป็นพิเศษ

การเพาะเลี้ยงแพลงก์ตอน

ผลงานวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมชาย หวังวิบูลย์กิจ อัจฉรี เรืองเดช และบุปผา จงพัฒน์. 2548. ผลของวิตามิน B_1 และ B_{12} ต่อปริมาณคลอโรฟิลล์และการเจริญเติบโตของคลอเรลล่า. หน้า 260-266. ใน การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 40 สาขาประมง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร

สุนีรัตน์ เรืองสมบูรณ์ บุปผา จงพัฒน์ ศักดิ์ชัย ชูโชติ และปวีณา ทวีกิจการ. 2548. คุณค่าทางโภชนาการของไซยาโนแบคทีเรีย *Nostoc commune* Vaucher ที่เพาะเลี้ยงในสูตรอาหารที่แตกต่างกัน

สมชาย หวังวิบูลย์กิจ และบุปผา จงพัฒน์. 2549. การประเมินคุณภาพน้ำและการเจริญเติบโตของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุลออสซิลาทอเรีย (*Oscillatoria* sp.) ในน้ำที่มีอาหารกุ้งตกค้าง. หน้า 651-662. ใน การประชุมวิชาการ "สิ่งแวดล้อมนเรศวร" ครั้งที่ 2. สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมและวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม. คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก.

Jongput B., N. Laohavisuti and M. Mitnoi. 2007. Effect of ammonium-nitrogen concentration and electrical conductivity on the growth of African Swordplant (*Echinodorus africanus*) in hydroponics culture. Proceedings of The International Conference on Intergration of Science and Technology for Sustainable Development (ICIST) "Biological Diversity, Food and Agricultural Technology" Bangkok, Thailand. 26-27 April, 504-502.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้